



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA  
ESCOLA POLITÉCNICA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AMBIENTAL  
MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTÃO E REGULAÇÃO DE  
RECURSOS HÍDRICOS**

**MILER PEREIRA ALVES**

**PROPOSTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISE DA  
INFLUÊNCIA DO PLANEJAMENTO URBANO NA  
QUALIDADE DA ÁGUA SUPERFICIAL**

Salvador  
2021

PROFÁGUA: MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTÃO E REGULAÇÃO DE RECURSOS  
HÍDRICOS

**MILER PEREIRA ALVES**

**PROPOSTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DO  
PLANEJAMENTO URBANO NA QUALIDADE DA ÁGUA  
SUPERFICIAL**

Dissertação apresentada a Universidade Federal da Bahia – UFBA como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos.

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Vânia Palmeira Campos  
**Orientadora**

Prof. Dr. Francisco Ramon Alves do Nascimento  
**Coorientador**

Salvador  
2021

---

A474 Alves, Miler Pereira.  
Proposta metodológica para análise da influência do planejamento urbano na qualidade da água superficial/ Miler Pereira Alves. – Salvador, 2021.

113 f.: il. color.

Orientadora: Profa. Dra. Vânia Palmeira Campos.  
Coorientador: Prof. Dr. Francisco Ramon Alves do Nascimento.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal da Bahia. Escola Politécnica, 2021.

1. Água - qualidade. 2. Planejamento urbano. 3. Recursos hídricos. 4. Poluição. I. Campos, Vânia Palmeira. II. Nascimento, Francisco Ramon Alves do. III. Universidade Federal da Bahia. IV. Título.

---

CDD: 628



# ProfÁgua



MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTÃO E REGULAÇÃO DE RECURSOS HÍDRICOS  
UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA  
ESCOLA POLITÉCNICA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AMBIENTAL

---

**MILER PEREIRA ALVES**

**“Proposta metodológica para análise da influência do planejamento urbano na qualidade da água superficial”.**

Banca Examinadora:

Profa. Dra. Vânia Palmeira Campos  
Universidade Federal da Bahia

Prof. Dr. Francisco Ramon Alves do Nascimento  
Universidade Federal da Bahia

Prof. Dr. Ícaro Thiago Andrade Moreira  
Universidade Federal da Bahia

Prof. Dr. Luiz Alberto Esteves Scaloppe  
Universidade do Estado do Mato Grosso

Salvador,  
10 de novembro de 2021

Dedico este trabalho a minha mãe,  
Rosilda Alves.

## **AGRADECIMENTOS**

A minha família e aos meus amigos pelo apoio de sempre;

A orientadora, Prof<sup>a</sup>.Dr<sup>a</sup>. Vânia Palmeira Campos, excelente pesquisadora que tive a oportunidade de conhecer, por bondosamente ofertar seu conhecimento e experiência, me ajudando a superar os desafios encontrados, registro aqui a minha imensa gratidão;

Ao coorientador, Prof. Dr. Francisco Ramon Alves do Nascimento, por ter me acompanhado ao longo da jornada;

Aos funcionários, corpo docente e discente do ProfÁgua UFBA. Obrigado por todo auxílio, direto ou indireto, que me foi concedido, possibilitando o avanço no mestrado e o desenvolvimento da pesquisa;

A Dr<sup>a</sup>. Luciana Khoury, pelas contribuições fornecidas para este trabalho no período da banca da disciplina Seminário 2;

Ao Prof. Dr. Luiz Alberto Esteves Scaloppe e ao Prof. Dr. Ícaro Thiago Andrade Moreira pelo conhecimento disponibilizado e pelas contribuições feitas na etapa do exame de qualificação;

Aos servidores do INEMA, da Prefeitura de São Félix do Coribe, Prefeitura e SAAE de Santa Maria da Vitória que prontamente atenderam as solicitações feitas e, de diferentes formas, me ajudaram no desenvolvimento deste trabalho. Muito obrigado Elis, Erick, Lairson, Renan, Evanilson, Vinicius, Valdeni, Fabrício e Marta;

Ao Programa de Mestrado em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos (ProfÁgua), Projeto CAPES/ANA AUXPE nº 2717/2015, pelo apoio técnico científico aportado.

“Não sabendo que era impossível, ele foi lá e fez”. Jean Cocteau.

## RESUMO

Os instrumentos de planejamento urbano e a identificação das fontes pontuais de poluição são elementos que devem integrar o diagnóstico do enquadramento, conforme art. 4º da Resolução nº 91 do CNRH. O presente trabalho tem por objetivo elaborar uma proposta metodológica para analisar as interferências do planejamento urbano no aspecto qualitativo dos corpos hídricos. Este foi o produto A, uma proposta metodológica, gerada por este trabalho a partir de pesquisa bibliográfica, e baseado no caso de estudo a Bacia do Rio Corrente. Dessa forma, foram desenvolvidas as seguintes etapas: análise cartográfica, com auxílio do Geobahia e do OBahia; análise documental, acerca dos instrumentos da política urbana dos municípios de São Félix do Coribe e Santa Maria da Vitória; trabalho de campo, para identificação das fontes de poluição urbanas pontuais e das principais atividades exercidas no trecho estudado do Rio Corrente; análise de qualidade da água, a partir de dados oriundos do programa Monitora e de relatórios técnicos já desenvolvidos. A escolha da área para aplicação metodológica justifica-se pelo fato de que o Rio Corrente, que é fonte de água para abastecimento humano e movimentada várias atividades econômicas no seu entorno, vem sofrendo um processo intenso de degradação nos últimos anos, o qual se não for devidamente mitigado, poderá comprometer alguns dos seus usos. Isso justificou os resultados da aplicação da metodologia proposta, tendo sido observado a ausência de instrumentos de disciplina do parcelamento, do uso e ocupação do solo e a presença de diferentes fontes pontuais de poluição. Entretanto, durante o período de análise (2016 - 2021), o trecho do corpo hídrico em estudo foi classificado, na maior parte do tempo, como oligotrófico, e a qualidade da água, segundo o IQA, considerada boa. Apesar disso, observando-se os parâmetros individuais de qualidade da água, constatou-se a violação do fósforo em uma das campanhas de coleta e do pH e turbidez em três das dezenove campanhas observadas. Ademais, um problema recente de mortalidade de peixes no rio e sua possível causa, foram discutidos, com base na contaminação da água por substâncias tóxicas. Por fim, como sugere a metodologia proposta, foram listados os problemas observados e as possíveis formas de intervenção aplicáveis aos gestores locais e aos de recursos hídricos, visando a minimização dos impactos ambientais negativos. Adicionalmente, visando à necessidade de disseminação do conhecimento de metodologias integradas para o enfrentamento das questões relacionadas à qualidade dos recursos hídricos, foi elaborado um plano de curso (produto B) tendo como foco a integração entre a gestão de uso do solo e a de recursos hídricos e os impactos sobre a qualidade das águas, além de contribuir para divulgação do conhecimento prático acerca da aplicabilidade de metodologia integrada entre o planejamento urbano e a gestão hídrica. O estudo onde a metodologia desenvolvida foi aplicada mostrou que, naquele caso, urge a aplicação das medidas de intervenção propostas, por diferentes representações institucionais, as quais contemplam essencialmente a eliminação das fontes de poluição, a fiscalização e monitoramento ambiental, a elaboração dos instrumentos da política urbana não existentes, o monitoramento da qualidade da água e a implementação de ações relacionadas ao saneamento básico, visando a melhoria da qualidade da água superficial.

**Palavras-chave:** Planejamento Urbano; Poluição; Qualidade da Água; Recursos Hídricos.

## ABSTRACT

The urban planning instruments and the identification of point sources of pollution are elements that must integrate the diagnosis of the framework, according to art. 4 of Resolution No. 91 of the CNRH. The present work aims at elaborating a methodological proposal to analyze the interferences of urban planning in the qualitative aspect of water bodies. This was the product A, a methodological proposal, generated by this work from bibliographic research, and based on the case study of the Corrente River Basin. In this way, the following steps were developed: cartographic analysis, with the help of Geobahia and OBahia; documental analysis, about the urban policy instruments of the cities of São Félix do Coribe and Santa Maria da Vitória; field work, for the identification of the sources of punctual urban pollution and the main activities exercised in the studied stretch of the Corrente River; water quality analysis, from data coming from the Monitora program and from already developed technical reports. The choice of the area for the methodological application is justified by the fact that the Corrente River, which is a source of water for human supply and moves several economic activities in its surroundings, has been suffering an intense process of degradation in recent years, which if not properly mitigated, could compromise some of its uses. This justified the results of the application of the proposed methodology, having been observed the absence of instruments to discipline the parcelling, use and occupation of the soil and the presence of different point sources of pollution. However, during the period of analysis (2016 - 2021), the stretch of the water body under study was classified, most of the time, as oligotrophic, and the water quality, according to the IQA, considered good. Nevertheless, observing the individual water quality parameters, a violation of phosphorus was observed in one of the collection campaigns, and of pH and turbidity in three of the nineteen campaigns observed. Furthermore, a recent problem of fish mortality in the river and its possible cause was discussed, based on the contamination of the water by toxic substances. Finally, as suggested by the proposed methodology, the problems observed and the intervention proposals applicable to local and water resource managers were listed, aiming at minimizing the negative environmental impacts. Additionally, in view of the need to disseminate knowledge of integrated methodologies to address issues related to the quality of hydric resources, a course plan (product B) was elaborated focusing on the integration between land use and hydric resources management and the impacts on water quality, besides contributing to disseminate practical knowledge about the applicability of integrated methodology between urban planning and hydric management. The study where the developed methodology was applied showed that, in that case, it is urgent to apply the proposed intervention measures, by different institutional representations, which essentially contemplate the elimination of pollution sources, environmental inspection and monitoring, the elaboration of non-existent urban policy instruments, the monitoring of water quality and the implementation of actions related to basic sanitation, aiming at improving the quality of surface water.

**Keywords:** Urban Planning; Pollution; Water Quality; Water Resources.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Taxa de urbanização no Brasil (1940-2010) .....	25
Figura 2 - O ciclo de contaminação em águas urbanas .....	31
Figura 3 - Poluição pontual.....	32
Figura 4 - Poluição difusa.....	33
Figura 5 - Etapas metodológicas.....	40
Figura 6 - Localização do ponto de monitoramento (CRB-CRT-550).....	42
Figura 7 - Ponto monitorado (CRB-CRT-550), área de estudo .....	43
Figura 8 - Pontos de monitoramento .....	43
Figura 9 - Mapa do Estado da Bahia incluindo a Bacia do Rio Corrente e Riachos do Ramalho, Serra Dourada e Brejo Velho .....	46
Figura 10 - Localização dos municípios de Santa Maria da Vitória e São Félix do Coribe.....	47
Figura 11 - Uso do solo na Bacia do Rio Corrente .....	48
Figura 12 - Bacia do Rio Corrente e Riachos do Ramalho, Serra Dourada e Brejo Velho - Hidrografia .....	48
Figura 13 - Adensamento, macrozona urbana de Santa Maria da Vitória.....	52
Figura 14 - Percurso aquático realizado pela equipe técnica .....	55
Figura 15 - Imagens dos pontos vistoriados no Rio Corrente pela equipe técnica que realizou o percurso aquático .....	56
Figura 16 - Ponto de lançamento de esgoto da ETE de Santa Maria da Vitória na calha do Rio Corrente .....	58
Figura 17 - Presença de baronesa ao longo da margem do Rio Corrente, possível indicador de excesso de matéria orgânica na água .....	58
Figura 18 - Vista aérea esquemática da estação de tratamento de efluentes operada pelo SAAE e caminho do efluente desde a chegada na estação até seu lançamento no Rio Corrente (2017).....	59
Figura 19 - Ponto de captação de água para consumo humano.....	60

Figura 20 - Imagens de container de resíduos sólidos urbanos e escoamento de líquido percolado na margem do rio .....	61
Figura 21 - Imagens de lançamento de esgoto doméstico e resíduos sólidos no corpo hídrico no ponto B .....	62
Figura 22 - Imagens de lançamento de esgoto doméstico e resíduos de poda no Riacho das Lajes .....	62
Figura 23 - Imagens de vazamento de poço de visita e água servida em via pública .....	63
Figura 24 - Presença de animais na margem do Rio Corrente .....	63
Figura 25 - Imagens de processo erosivo, transporte de sedimentos e presença de animais no ponto E.....	64
Figura 26 - Imagens referentes a utilização da água para lazer de contato primário e assoreamento no ponto E .....	64
Figura 27 - Resultado do IET .....	66
Figura 28 - Resultado do IQA.....	69
Figura 29 - Resultados encontrados para o parâmetro OD.....	70
Figura 30 - Resultados encontrados para o parâmetro coliformes termotolerantes ..	71
Figura 31 - Resultados encontrados para o parâmetro pH .....	71
Figura 32 - Resultados encontrados para o parâmetro DBO .....	71
Figura 33 - Resultados encontrados para o parâmetro temperatura.....	72
Figura 34 - Resultados encontrados para o parâmetro N total.....	72
Figura 35: Resultados encontrados para o parâmetro P total .....	72
Figura 36 - Resultados encontrados para o parâmetro turbidez .....	73
Figura 37 - Resultados encontrados para o parâmetro sólidos totais .....	73
Figura 38 - Mata ciliar degradada no encontro do Rio Corrente (acima) com o São Francisco.....	77
Figura 39 - Substituição da mata ciliar do Rio Corrente por área urbana nas cidades de Santa Maria da Vitória e São Félix do Coribe.....	78

Figura 40 - Gráfico dos resultados do IQA e IET e linhas de tendência linear .....	81
Figura 41 - Distribuição espacial dos pontos alistados no quadro 14.....	84
Figura 42 - Pontos situados na sede urbana.....	84

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Densidade demográfica nos censos demográficos (1872-2010) .....	26
Quadro 2 - Dados climatológicos para Santa Maria da Vitória .....	47
Quadro 3 - Instrumentos da política urbana aplicados nos Municípios de São Félix do Coribe e Santa Maria da Vitória .....	49
Quadro 4 - Ações estabelecidas no plano diretor que estão relacionadas a qualidade da água .....	53
Quadro 5 - Observações em campo, na margem esquerda do Rio Corrente (setembro de 2021) .....	60
Quadro 6 - Campanhas de coleta (01/2016 a 08/2021) .....	65
Quadro 7 - Classificação do IET.....	66
Quadro 8 - Categorias do estado trófico .....	66
Quadro 9 - Resultados encontrados para o fósforo total e clorofila a.....	67
Quadro 10 - Resultados encontrados para P total na quarta campanha do ano 2017 .....	68
Quadro 11 - Classificação do IQA.....	69
Quadro 12 - Padrões legais dos parâmetros de qualidade da água do IQA .....	70
Quadro 13 - Violações ao padrão legal na área de estudo (CRB-CRT-550) e comparação com os pontos monitorados a montante e jusante .....	73
Quadro 14 - Problemas identificados na área de estudo, possíveis soluções e responsáveis .....	82
Quadro 15 - Pontos, descrição e coordenadas, contemplados no trabalho .....	83
Quadro 16 - Parâmetros relevantes para a área de estudo .....	85

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Principais agentes poluidores das águas .....	36
Tabela 2 - Pontos de coleta da água superficial para análise na Bacia do Rio Corrente .....	55
Tabela 3 - Pontos vistoriados pela equipe do percurso aquático durante o evento de mortandade de peixes na Bacia do Rio Corrente.....	57

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ANA	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico
AOP	Áreas de Ocupação Prioritária
APP	Área de Preservação Permanente
ARO	Áreas de Restrição de Ocupação
CBHSF	Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco
CNRH	Conselho Nacional de Recursos Hídricos
COMON	Coordenação de Monitoramento
Conama	Conselho Nacional do Meio Ambiente
COTIC	Coordenação de Tecnologia da Informação e Comunicação
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
Embrapa	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ETE	Estação de Tratamento de Esgoto
FPI	Fiscalização Preventiva Integrada
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IET	Índice do Estado Trófico
INEMA	Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos
IQA	Índice de Qualidade da Água
LDO	Lei de Diretrizes Orçamentárias
LOA	Lei Orçamentária Anual
MDR	Ministério do Desenvolvimento Regional
N	Nitrogênio
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
OP	Orçamento Participativo
P	Fósforo
PDS	Plano de Desenvolvimento Social
pH	Potencial Hidrogênionico
PMSB	Plano Municipal de Saneamento Básico
PNMA	Política Nacional de Meio Ambiente
PNRH	Política Nacional de Recursos Hídricos
PPA	Plano Plurianual
RFA	Relatório de Fiscalização Ambiental
RPGA	Região de Planejamento e Gestão das Águas

RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
SAAE	Serviço Autônomo de Água e Esgoto
SEIA	Sistema Estadual de Informações Ambientais
SES	Sistema de Esgotamento Sanitário
SIG	Sistema de Informações Geográfica
SISAGUA	Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano
SINGREH	Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos
SMV	Santa Maria da Vitória
UFBA	Universidade Federal da Bahia
UFOB	Universidade Federal do Oeste da Bahia
UTM	Universal Transversa de Mercator
VIGIAGUA	Programa Nacional de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	17
2 REFERENCIAL TEÓRICO .....	22
<b>2.1 PLANEJAMENTO URBANO.....</b>	<b>22</b>
2.1.1 INSTRUMENTOS DA POLÍTICA URBANA.....	22
2.1.2 INDICADORES DEMOGRÁFICOS .....	25
2.1.2.1 Taxa de Urbanização .....	25
2.1.2.2 Densidade Demográfica .....	26
<b>2.2 QUALIDADE DAS ÁGUAS EM MEIO URBANO .....</b>	<b>27</b>
2.2.1 GESTÃO DAS ÁGUAS URBANAS.....	27
2.2.2 POLUIÇÃO URBANA DOS CORPOS HÍDRICOS .....	30
2.2.2.1 Poluição Pontual.....	31
2.2.2.2 Poluição Difusa.....	32
2.2.2.3 Indicadores de Fontes Urbanas de Poluição .....	35
<b>2.3 INTERFACE ENTRE OS INSTRUMENTOS DE PLANEJAMENTO URBANO E A QUALIDADE DAS ÁGUAS .....</b>	<b>36</b>
3 METODOLOGIA.....	39
<b>3.1 MEIOS TÉCNICOS DA INVESTIGAÇÃO .....</b>	<b>39</b>
<b>3.2 ELABORAÇÃO DOS PRODUTOS .....</b>	<b>39</b>
<b>3.3 ETAPAS DE DESENVOLVIMENTO METODOLÓGICO .....</b>	<b>40</b>
3.3.1 ANÁLISE CARTOGRÁFICA - USO DO SOLO .....	40
3.3.2 ANÁLISE DOS INSTRUMENTOS DA POLÍTICA URBANA .....	40
3.3.3 ANÁLISE EM CAMPO .....	40
3.3.4 ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA.....	42
4 RESULTADOS .....	46
<b>4.1 DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....</b>	<b>46</b>
<b>4.2 ETAPA 1: ANÁLISE CARTOGRÁFICA .....</b>	<b>48</b>
<b>4.3 ETAPA 2: ANÁLISE DOCUMENTAL .....</b>	<b>49</b>
<b>4.4 ETAPA 3: TRABALHO DE CAMPO .....</b>	<b>54</b>
<b>4.5 ETAPA 4: ANÁLISE DE QUALIDADE DA ÁGUA .....</b>	<b>65</b>
5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS .....	77
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	86
REFERÊNCIAS.....	88

APÉNDICE A.....88

APÉNDICE B.....103

## 1 INTRODUÇÃO

A articulação da gestão de recursos hídricos com a do uso do solo é uma diretriz geral de ação estabelecida pela Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) – Lei 9.433/97 (BRASIL, 1997). No art. 31 é mencionado que, para a implementação do referido dispositivo legal, os municípios deverão promover a integração das políticas locais de ocupação e conservação do solo com as políticas estaduais e federal de recursos hídricos.

O uso e ocupação do solo são fatores que exercem influência direta sobre a qualidade da água superficial. Deste modo, a compreensão dos aspectos relativos à qualidade da água envolve conhecer os empreendimentos existentes e as atividades desenvolvidas no entorno do corpo hídrico estudado. A gestão dos recursos hídricos superficiais tem sido realizada, por meio da bacia hidrográfica, pelo Estado e União (BRASIL, 1997; TUCCI, 2008), enquanto a gestão de uso do solo ocorre pelo Município. (BRASIL, 1988).

No que se refere ao desenvolvimento de ações voltadas diretamente para a gestão dos recursos hídricos, a participação dos municípios, na conjuntura atual, pode ocorrer basicamente mediante participação nos comitês de bacia hidrográfica e por meio da integração dos instrumentos locais de planejamento urbano e ambiental com os de recursos hídricos.

Com relação ao conteúdo mínimo previsto para elaboração do plano diretor municipal, constante na Lei 10.257/01 (BRASIL, 2001), a referência feita aos recursos hídricos é reportada aos municípios incluídos no cadastro nacional de municípios com áreas suscetíveis a ocorrência de deslizamentos de grande impacto, inundações bruscas ou processos geológicos ou hidrológicos correlatos, cujo conteúdo deve ser compatível com as disposições inseridas nos planos de recursos hídricos.

Apesar da articulação da gestão hídrica com a de uso do solo estar inserida na legislação, esse assunto ainda é pouco discutido. Alguns autores concordam com a existência da dificuldade em perceber como ocorre essa integração na prática (TUCCI, 2008; DEL PRETTE, 2011). Nesse contexto, surge uma questão: Como é possível analisar quais as contribuições dadas pelos municípios, dentro do planejamento urbano, para a melhoria da qualidade da água superficial? A

necessidade de estudar essa questão com mais profundidade e a possibilidade de elaborar um produto que possa contribuir no sentido de atenuar essa lacuna existente são as bases motivadoras que justificam a elaboração do presente trabalho.

Portanto, o objetivo geral deste trabalho é elaborar uma proposta metodológica integrada, entre a gestão de uso do solo e a de recursos hídricos, para analisar as influências do planejamento urbano na qualidade da água dos corpos hídricos superficiais. Os objetivos específicos são:

- Analisar a correlação dos instrumentos de gestão urbana com a qualidade da água;
- Identificar os principais fatores e indicadores, associados ao crescimento urbano, intervenientes no aspecto qualitativo da água dos rios;
- Apresentar os resultados obtidos nas etapas de homologação da metodologia proposta;
- Elaborar um plano de curso, tendo como conteúdo geral os impactos do crescimento urbano desordenado sobre a qualidade da água, a relação entre os instrumentos de gestão urbana e a conservação dos recursos hídricos, visando à disseminação do conhecimento acerca da metodologia proposta.

Os produtos resultantes do desenvolvimento desta pesquisa são: Proposta Metodológica para Análise da Influência do Planejamento Urbano na Qualidade da Água (A) e Plano de Curso intitulado: Planejamento Urbano e Qualidade da Água (B).

O público alvo do produto A são os que atuam nas câmaras técnicas dos comitês de bacia e, por extensão, todos os entes responsáveis pela elaboração do enquadramento. O relatório gerado a partir da aplicação da proposta metodológica possibilitará uma compreensão detalhada acerca dos principais problemas locais que exercem influência sobre a qualidade das águas e de que forma estes são abordados no contexto do planejamento urbano. Uma condição necessária para aplicação da metodologia proposta é a existência de dados de qualidade da água no corpo hídrico estudado.

Foi realizado um estudo de caso nos municípios baianos de São Félix do Coribe e Santa Maria da Vitória para aplicação da proposta metodológica, cujos resultados serão apresentados neste trabalho dissertativo, no capítulo quatro.

Considerando a necessidade da disseminação de conteúdo prático que aborde a integração da gestão de uso do solo com a de recursos hídricos e de incentivar o uso do produto A, foi criado o segundo produto (B) - um plano de curso direcionado para universidades e órgãos gestores que poderá ser aplicado para fins de extensão universitária e capacitação profissional.

Quanto a aderência ao ProfÁgua, esse trabalho se enquadra na área de concentração Instrumentos da Política de Recursos Hídricos e na linha de pesquisa Metodologias para Implementação dos Instrumentos de Gestão de Recursos Hídricos, a qual contempla, dentre outros aspectos, o estabelecimento de base metodológica que permita representar a realidade nos processos de Gestão de Bacias e subsidiar a implementação dos instrumentos de gestão de recursos hídricos. (UNESP, 2018).

Em termos de contribuição para o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, espera-se que o produto seja utilizado para auxiliar o diagnóstico e prognóstico do enquadramento dos corpos de água, em conformidade com o art.4º, incisos I, II, III, VII, VIII, IX e art.5º, inciso II, da Resolução do Conselho Nacional de Recursos Hídricos - CNRH nº 91/08 (BRASIL, 2008), que dispõe sobre procedimentos gerais para o enquadramento dos corpos de água superficiais e subterrâneos.

**Art. 4º O diagnóstico deverá abordar:** I - **caracterização** geral da bacia hidrográfica e **do uso e ocupação do solo** incluindo a identificação dos corpos de água superficiais e subterrâneos e suas interconexões hidráulicas, em escala compatível; II - **identificação** e localização **dos usos e interferências que alterem** o regime, a quantidade ou **a qualidade da água existente em um corpo de água**, destacando os usos preponderantes; III - **identificação**, localização e quantificação **das cargas das fontes de poluição pontuais e difusas atuais, oriundas de efluentes domiciliares**, industriais, de atividades agropecuárias e de outras fontes causadoras de degradação dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos;... VII - identificação das áreas reguladas por legislação específica; VIII - arcabouço legal e institucional pertinente; IX - **políticas, planos e programas locais e regionais existentes, especialmente os planos setoriais, de desenvolvimento sócio-econômico, plurianuais governamentais, diretores dos municípios e ambientais e os zoneamentos ecológico-econômico, industrial e agrícola;**... **Art. 5º No prognóstico deverão ser avaliados os impactos sobre os recursos hídricos superficiais e subterrâneos advindos da implementação dos planos e programas de desenvolvimento previstos, considerando a**

realidade regional com horizontes de curto, médio e longo prazos, e formuladas projeções consubstanciadas em estudos de simulação dos seguintes itens: ... II - **cargas poluidoras de origem urbana**, industrial, agropecuária e de outras fontes causadoras de alteração, degradação ou contaminação dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos; III - condições de quantidade e qualidade dos corpos hídricos; ... (BRASIL, 2008; grifo nosso).

Ademais, o produto A deste trabalho poderá também auxiliar na etapa de diagnóstico dos planos de recursos hídricos, mais especificamente no aspecto indicado no art. 11º, inciso X, da Resolução do CNRH nº 145/12 (BRASIL, 2012): “identificação de políticas, planos, programas e projetos setoriais que interfiram nos recursos hídricos”.

A elaboração de produtos relacionados à compreensão do planejamento urbano e a sua conexão com a qualidade das águas é fundamental para identificação dos problemas internos aos municípios que não necessariamente estão contemplados nos planos de bacia. Neste aspecto, Tucci (2008) destaca que:

Os planos das bacias hidrográficas têm sido desenvolvidos para bacias grandes (>1.000 km<sup>2</sup>). Nesse cenário, existem várias cidades que interferem umas nas outras, transferindo impactos. O plano da bacia dificilmente poderá envolver todas as medidas em cada cidade, mas deve estabelecer os condicionantes externos às cidades, como a qualidade de seus efluentes, as alterações de sua quantidade, que visem à transferência de impactos.

A gestão do ambiente interno da cidade trata de ações dentro do município para atender aos condicionantes externos previstos no Plano de Bacia para evitar os impactos. Esses condicionantes geralmente buscam minimizar os impactos da quantidade e melhorar a qualidade da água no conjunto da bacia, além dos condicionantes internos que tratam de evitar os impactos à população da própria cidade. (TUCCI, 2008).

No que se refere aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável – ODS, o trabalho se enquadra prioritariamente no objetivo seis (Água Potável e Saneamento) que contempla a proteção dos rios e a melhoria da gestão da água e do saneamento. Além disso, está inserido no objetivo onze (Cidades e Comunidades Sustentáveis) que engloba a redução do impacto ambiental negativo per capita das cidades.

Enquanto contribuição social, entende-se que os problemas relacionados ao planejamento urbano afetam toda a população. Todavia, os grupos sociais excluídos, produzem o espaço como forma de resistência e estratégia de sobrevivência (CÔRREA, 2000), a qual usualmente, inclui moradias precárias com grande dificuldade de acesso aos serviços públicos básicos. Portanto, o diagnóstico das interferências do planejamento urbano na qualidade da água é um subsídio importante para indução de mudanças, por parte do poder público executivo, que

visem o melhor ordenamento territorial e, conseqüentemente, qualidade de vida da coletividade.

Este trabalho está organizado da seguinte forma: no próximo capítulo (segundo) é apresentado o seu referencial teórico. Neste serão abordados os instrumentos da política urbana, indicadores demográficos aplicados ao planejamento urbano que se relacionam diretamente com as demandas por recursos hídricos, gestão das águas urbanas, poluição pontual e difusa, indicadores de fontes de poluição urbana e a interface entre os instrumentos de gestão urbana e a qualidade da água nos rios.

No capítulo três são apresentados os procedimentos metodológicos adotados para a elaboração dos produtos e os materiais utilizados. No quarto capítulo consta os resultados obtidos nas quatro etapas desenvolvidas (análise cartográfica, análise documental, trabalho de campo e análise de dados de qualidade da água). No quinto capítulo, são discutidos os resultados do trabalho e, no sexto, são apresentadas as considerações finais. Os produtos desenvolvidos constarão nos apêndices.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

Nesse capítulo são apresentadas as bases teóricas que alicerçam este trabalho, resultante da revisão dos aspectos legais que norteiam a temática definida e do “diálogo” com autores que possuem expertise na matéria estudada.

### **2.1 Planejamento Urbano**

O planejamento urbano, “que deve ser sempre pensado junto com a gestão, seu complemento indissociável” (SOUZA, 2010), relaciona-se diretamente com o desenvolvimento sócio espacial. A forma de ocupação do território e as atividades nele exercidas afetam consideravelmente a disponibilidade e qualidade das águas. Portanto, é apropriado, neste primeiro momento, “revisitar” os instrumentos que norteiam a política urbana, no sentido de compreender a aplicabilidade destes, e alguns indicadores demográficos de extrema relevância nesse contexto.

#### **2.1.1 Instrumentos da Política Urbana**

Na lei 10.257/01 (BRASIL, 2001), que regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal (BRASIL, 1988) e estabelece diretrizes gerais da política urbana, inciso 3 do art.4º, foram elencados os instrumentos de planejamento municipal, a saber: plano diretor; disciplina do parcelamento, do uso e da ocupação do solo; zoneamento ambiental; plano plurianual; diretrizes orçamentárias e orçamento anual; gestão orçamentária participativa; planos, programas e projetos setoriais; planos de desenvolvimento econômico e social.

O Plano Diretor é o instrumento básico da política de desenvolvimento e expansão urbana. Engloba todo o território do município. No art. 41 da lei supracitada são mencionadas as condições em que este instrumento é obrigatório:

Art. 41. O plano diretor é obrigatório para cidades: I – com mais de vinte mil habitantes; II – integrantes de regiões metropolitanas e aglomerações urbanas; III – onde o Poder Público municipal pretenda utilizar os instrumentos previstos no § 4º do art. 182 da Constituição Federal; IV – integrantes de áreas de especial interesse turístico; V – inseridas na área de influência de empreendimentos ou atividades com significativo impacto ambiental de âmbito regional ou nacional. VI - incluídas no cadastro nacional de Municípios com áreas suscetíveis à ocorrência de deslizamentos de grande impacto, inundações bruscas ou processos geológicos ou hidrológicos correlatos. (BRASIL, 2001).

De acordo com o Ministério do Desenvolvimento Regional – MDR (2020) no processo de elaboração dos planos diretores municipais, espera-se, que seja realizado, dentre outros, o mapeamento de uso e ocupação do solo identificando:

- As características de ocupação e produção do território, associando aos períodos de crescimento urbano;
- O perfil de ocupação do solo urbano, tipo predominante (loteamentos, edifícios, assentamentos precários) e como se relaciona com a legislação vigente;
- O perfil de ocupação no perímetro rural (vegetação, produção, agricultura, pasto);
- O cruzamento do mapeamento com a infraestrutura visando estabelecer os limites de ocupação em relação às capacidades existentes e previstas.

Destaque-se que, na Lei 6.766/79 (BRASIL, 1979) é apresentada a estrutura básica dos parcelamentos urbanos, o que pode ser feito mediante loteamento ou desmembramento, que inclui os equipamentos de escoamento das águas pluviais e esgotamento sanitário. Conforme o inciso III do art. 30 da Constituição Federal (BRASIL, 1988) compete aos municípios promover, no que couber, adequado ordenamento territorial, mediante planejamento e controle do uso, do parcelamento e da ocupação do solo urbano.

O Zoneamento Ambiental é também um instrumento da Política Nacional de Meio Ambiente – Lei 6.938/81 (BRASIL, 1981), regulamentado pelo Decreto 4.297/02 (BRASIL, 2002). Para efeito do referido decreto, trata-se de um instrumento de organização do território a ser obrigatoriamente seguido na implantação de planos, obras e atividades públicas e privadas, além de estabelecer medidas e padrões de proteção ambiental destinados a assegurar a qualidade ambiental, dos recursos hídricos e do solo e a conservação da biodiversidade, garantindo, portanto, o desenvolvimento sustentável e a melhoria das condições de vida da população.

O Plano Plurianual, previsto no art. 165 da Constituição Federal (BRASIL, 1988), deve estabelecer as diretrizes, objetivos e metas da administração pública para as despesas de capital e outras dela decorrentes e para as relativas aos programas de duração continuada. Nascimento et. al. (2019) afirmam que na federação brasileira,

os municípios, independentemente do porte, estão sujeitos às regras constitucionais – idênticas ou similares – que determinam a elaboração de seu plano plurianual mediante estimação de receitas e definição dos recursos que devem ser aplicados considerando os aspectos fiscais estabelecidos pelas condicionalidades normativas, como ocorre na formulação do plano plurianual federal e dos estados.

O orçamento é estabelecido pela Lei Orçamentária Anual, por meio do qual é possível a transparência das contas públicas e, conseqüentemente, o controle social. A Lei de Diretrizes Orçamentárias tem por objetivo estabelecer as metas e prioridades para o ano seguinte, disciplinando o equilíbrio entre as receitas e as despesas.

No que se refere ao orçamento participativo - OP, Luchmann (2014), baseando-se em diversos estudos que ressaltam algumas características institucionais do OP, destaca as seguintes:

Tratam de necessidades mais imediatas da população; são autorregulados; instituem padrões redistributivos de recursos, estimulam a participação individual; são consultivos e deliberativos; contam com assembleias territoriais temáticas; promovem medidas de inclusão de setores sociais mais excluídos; adotam regras de representação de delegados e conselheiros; e dispõem ao público maior acesso às regras e informações. (LUCHMANN, 2014).

Os planos, programas e projetos setoriais são “ferramentas” do planejamento de grande importância para a política pública e execução dos serviços públicos em diferentes áreas relativas à vida nos municípios (saneamento, meio ambiente, desenvolvimento urbano, mobilidade, transporte, habitação, etc.). Os planos contêm estudos, análises, diagnósticos, prognósticos e estabelecimento de metas, bem como as estratégias a serem desenvolvidas. Usualmente, a posse desses planos favorece o repasse de recursos da União para investimentos em desenvolvimento urbano e infraestrutura.

Nos programas setoriais são relacionados os projetos cujos resultados possibilitam alcançar o objetivo da política pública. Nos projetos encontram-se o detalhamento, a partir do emprego de técnicas determinadas, com o traçado prévio das operações a serem executadas.

O planejamento econômico pode ser entendido, segundo Matos (2002), como um “modelo teórico para a ação, como uma forma de organizar racionalmente o sistema econômico, a partir de certas hipóteses sobre sua realidade”, contribuindo para a

redução do desemprego e do impacto de crises e, principalmente, estimular o desenvolvimento.

O Plano de Desenvolvimento Social - PDS pode ser entendido como um instrumento que define de forma conjunta e negociada os objetivos prioritários para a promoção do desenvolvimento social local e que, na perspectiva intersetorial, prevê o enfrentamento das desigualdades no território, tendo em vista tanto os efeitos corretivos ao nível de redução de pobreza, do desemprego e exclusão social, quanto os efeitos preventivos gerados por meio de ações de animação das comunidades e da indução de processos de mudança, visando a melhoria das condições de vida das populações. (PORTUGUAL, 2002; MOREIRA, GONÇALVES e KAUCHAKJE, 2016).

### 2.1.2 Indicadores Demográficos

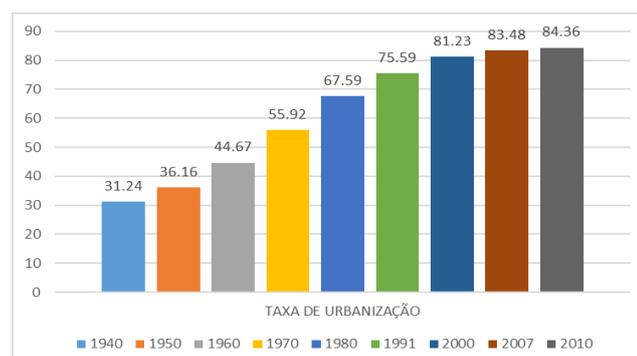
Por meio dos indicadores demográficos é possível caracterizar a população de diferentes formas. São extremamente importantes pois fornecem subsídios para o planejamento e a gestão urbana. Neste tópico, serão abordados dois indicadores que estão diretamente relacionados a ocupação do solo urbano.

#### 2.1.2.1 Taxa de Urbanização

A taxa de urbanização “corresponde ao percentual de pessoas residentes em domicílios em situação urbana em relação ao total da população”. (IBGE, 2010). É calculada da seguinte forma: taxa de urbanização = (população urbana / população total) x 100.

Os dados referentes a taxa de urbanização no Brasil ao longo do tempo, a partir de 1940, podem ser observados no gráfico abaixo.

Figura 1 - Taxa de urbanização no Brasil (1940-2010)



Fonte: Adaptado de IBGE, 2010.

Conforme os períodos indicados no gráficos, nota-se que até 1960 o Brasil era um país de população predominantemente rural. Esse cenário já estava invertido na década de 70. Em 2010, 84,36% da população brasileira vivia em área urbana.

A grande elevação da taxa de urbanização, por si só, reforça a necessidade de integração entre a gestão urbana e a de recursos hídricos, haja vista que, o modo de vida urbano, sobretudo nos grandes centros, tende a ocasionar impactos negativos sobre as águas superficiais e subterrâneas. Todavia, vale ressaltar que a população total não está distribuída no território de modo uniforme, tornando-se importante e necessário o entendimento acerca do adensamento da população no espaço geográfico.

### 2.1.2.2 Densidade Demográfica

A densidade demográfica é o resultado da quantidade de população que habita determinado local (ex: país, estado, município) em relação à área. Para determinar a densidade demográfica deve-se dividir a quantidade de habitantes pela área do local (usualmente, km<sup>2</sup>). O resultado é expresso por hab./área.

Observa-se no quadro abaixo a densidade populacional do Brasil, bem como separadamente por regiões do País, calculadas pelo IBGE, correspondendo ao período de 1872 a 2010.

Quadro 1 - Densidade demográfica nos censos demográficos (1872-2010)

Grandes Regiões e Unidades da Federação	1872 <sup>1</sup>	1890 <sup>1</sup>	1900 <sup>1</sup>	1920 <sup>1</sup>	1940 <sup>1</sup>	1950 <sup>1</sup>	1960 <sup>2</sup>	1970 <sup>2</sup>	1980 <sup>2</sup>	1991 <sup>2</sup>	2000 <sup>2</sup>	2010 <sup>2</sup>
<b>BRASIL</b>	1.17	1.68	2.05	3.60	4.84	6.10	8.34	11.10	14.23	17.26	19.92	22.43
<b>Região Norte</b>	0.09	0.12	0.18	0.37	0.42	0.53	0.76	1.09	1.76	2.66	3.35	4.12
<b>Região Nordeste</b>	2.99	3.86	4.34	7.24	9.29	11.57	14.43	18.45	22.79	27.33	30.69	34.15
<b>Região Sudeste</b>	4.34	6.60	8.46	14.77	19.84	24.39	33.60	43.62	56.87	67.77	78.20	86.92
<b>Região Sul</b>	1.25	2.48	3.12	6.14	9.95	13.61	20.64	28.95	33.63	38.38	43.54	48.58
<b>Região Centro-Oeste</b>	0.14	0.20	0.23	0.47	0.68	0.95	1.67	2.88	4.36	5.86	7.23	8.75

Fonte: Adaptado de IBGE, Censo Demográfico 1872, 1890, 1900, 1920, 1940, 1950, 1960, 1970, 1980, 1991, 2000 e 2010. (1) População presente. (2) População recenseada.

No ano 2010, a densidade demográfica na Região Norte era de 4,12 hab./km<sup>2</sup>, enquanto a da Região Sudeste era de 86,92 hab./km<sup>2</sup>. No contexto da gestão de recursos hídricos, vale ressaltar que além das grandes variações de densidade entre

as regiões do país, a distribuição natural da água não ocorre de forma equilibrada, haja vista que a região Norte com menos de 5% da população brasileira concentra aproximadamente 80% da quantidade de água disponível, enquanto as regiões próximas ao Oceano Atlântico possuem mais de 45% da população, porém menos de 3% dos recursos hídricos do país. (ANA, 2010).

A densidade urbana (pop. urb./área urb.) é um importante indicador no processo de planejamento do espaço e decorre da morfologia urbana, das decisões de desenho urbano e das forças de mercado, exercendo influência na legislação de uso do solo. (JATOBÁ, 2018). Entretanto, vale ressaltar que, além dos indicadores aqui mencionados, é importante conhecer como os padrões de ocupação espacial da população, o que reforça a necessidade de observar os instrumentos da política urbana relacionados ao uso e ocupação do solo abordados no subcapítulo 2.1.1.

## **2.2 Qualidade das Águas em Meio Urbano**

Nesse subcapítulo se discute os principais problemas associados as águas urbanas, no que tange a poluição dos recursos hídricos e os desafios inerentes a governança. Contempla também as diferentes formas pelas quais os poluentes chegam ao corpo hídrico receptor, alterando a qualidade do mesmo.

### **2.2.1 Gestão das Águas Urbanas**

As águas urbanas, segundo Tucci (2008), “englobam o sistema de abastecimento de água e esgotos sanitários, a drenagem urbana e as inundações ribeirinhas, a gestão dos sólidos totais, tendo como metas a saúde e conservação ambiental”. O autor alista os principais problemas relacionados com a infraestrutura de água no ambiente urbano, a saber:

- Falta de tratamento de esgoto: grande parte das cidades da região não possui tratamento de esgoto e lança os efluentes na rede de esgotamento pluvial, que escoam pelos rios urbanos (maioria das cidades brasileiras);
- Outras cidades optaram por implantar as redes de esgotamento sanitário (muitas vezes sem tratamento), mas não implementam a rede de drenagem urbana, sofrendo freqüentes inundações com o aumento da impermeabilização;
- Ocupação do leito de inundação ribeirinha, sofrendo freqüentes inundações;
- Impermeabilização e canalização dos rios urbanos com aumento da vazão de cheia (sete vezes) e sua freqüência; aumento da carga de resíduos sólidos e da qualidade da água pluvial sobre os rios próximos das áreas urbanas;
- Deterioração da qualidade da água por falta de tratamento dos efluentes tem criado potenciais riscos ao abastecimento da população em vários cenários, e o mais crítico tem sido a ocupação das áreas de contribuição de

reservatórios de abastecimento urbano que, eutrofizados, podem produzir riscos à saúde da população. (TUCCI, 2008).

A maior parte dos problemas elencados estão diretamente associados à ausência do saneamento básico, o qual engloba o abastecimento de água, esgotamento sanitário, drenagem pluvial, limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos. Em referência a prestação dos serviços de saneamento básico, dois princípios fundamentais estão expressos nos incisos I e IV, da Lei 11.445/07 (BRASIL, 2007), alterada pela Lei 14.026/20 (BRASIL, 2020), são eles:

I. Universalização do acesso e efetiva prestação do serviço. IV. Articulação com as políticas de desenvolvimento urbano e regional, de habitação, de combate à pobreza e de sua erradicação, de proteção ambiental, de promoção da saúde, de recursos hídricos e outras de interesse social relevante, destinadas à melhoria da qualidade de vida, para as quais o saneamento básico seja fator determinante. (BRASIL, 2020).

Moraes (2019) salienta a necessidade de mudança de paradigma no manejo das águas urbanas nas cidades, o que implica em modificar a forma tradicional de apenas drenar as águas pluviais de montante a jusante, mas também dotar a população de serviços públicos de saneamento básico, conforme estabelecido na lei 11.445/07 (BRASIL, 2007), visando à melhoria da salubridade ambiental e, conseqüentemente, a saúde dos habitantes da urbe.

Exercem a titularidade dos serviços públicos de saneamento, segundo a lei supracitada, os Municípios e o Distrito Federal no caso de interesse local; O Estado, em conjunto com os Municípios que compartilham efetivamente instalações operacionais integrantes de regiões metropolitanas, aglomerações urbanas e microrregiões, instituídas por lei complementar estadual, no caso de interesse comum; ou por gestão associada, mediante consórcio público ou convênio de cooperação, nos termos do art. 241 da Constituição Federal (BRASIL, 1988), observadas as disposições constantes em Lei.

De acordo com Tucci (2008) existe uma visão limitada do que é a gestão integrada do solo urbano e da sua infraestrutura. Ademais, menciona alguns dos fatores geradores dos problemas já mencionados, dentre eles: a visão setorializada do planejamento urbano e a falta de capacidade gerencial, haja vista que os municípios, via de regra, não possuem estrutura para o planejamento e gerenciamento dos diferentes aspectos da água no meio urbano.

Embora a integração da gestão de recursos hídricos com a gestão ambiental e de uso do solo esteja implícita na legislação, Tucci (2008) menciona que, na prática, não ocorre. Ademais, enfatiza que o Plano da Bacia Hidrográfica prevê o enquadramento dos rios, e as cidades deveriam atuar no controle dos efluentes urbanos para atingir a meta do enquadramento dos rios internos e externos à bacia. Salaria também a necessidade da existência de planos e que estes enquadrem os rios nos quais as cidades influenciam, seguidos de um plano de ações para atingir as metas.

Ao tratar da crise da água nas cidades e da gestão de recursos hídricos e integração de políticas públicas no território, Del Prette (2011) deixa claro que parcela significativa dos tomadores de decisão tem deixado de fora, ou apenas tangenciado em suas estratégias, aspectos imprescindíveis para o desenvolvimento de políticas públicas, tais como: a questão ambiental, a persistência de desigualdades regionais e as novas possibilidades abertas pela tecnologia da informação.

Outrossim, de acordo com o referido autor, a gestão de recursos hídricos é uma das formas particulares de gestão do território. Nesse contexto, é impossível fazer gestão de recursos hídricos sem fazer a gestão do território. Segundo Del Prette (2011):

A gestão da água em áreas metropolitanas constitui casos extremos que acabam por concentrar os problemas de gestão territorial e sua relação com o meio ambiente, com significativas implicações para a formulação e execução de políticas públicas territoriais. Apesar dos avanços significativos obtidos na gestão de recursos hídricos, há imensos desafios a serem enfrentados que possuem ligações com as lacunas ainda existentes nas políticas ambientais, bem como na ausência completa de políticas territoriais estruturadas. (DEL PRETTE, 2011).

Conforme inciso V, art.1º da Lei 9433/97 (BRASIL, 1997), a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos. Todavia, a gestão de uso do solo é realizada pelo município ou grupo de municípios em uma região metropolitana.

Para o autor a construção global dessa estrutura de gestão esbarra em algumas dificuldades, dentre elas: a limitada capacidade da maioria dos municípios para desenvolverem a gestão, a reduzida capacidade de financiamento das ações pelos mesmos, além do alto nível de endividamento.

### 2.2.2 Poluição Urbana dos Corpos Hídricos

O conceito de poluição é entendido, para os fins previstos na Lei 6.938/81 (BRASIL, 1981), que dispõe sobre a Política Nacional de Meio Ambiente - PNMA, como a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente:

a) prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população; b) criem condições adversas às atividades sociais e econômicas; c) afetem desfavoravelmente a biota; d) afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente; e) lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos. (BRASIL, 1981).

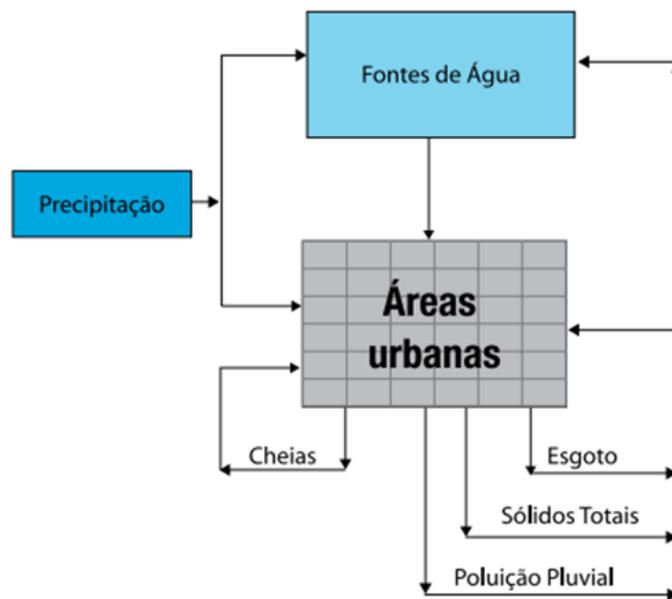
O conceito suprarreferido engloba todos os compartimentos ambientais, incluindo as águas interiores superficiais e subterrâneas, haja vista que estas são recursos ambientais, conforme inciso V, art. 3º, da PNMA.

A poluição das águas pode ser entendida como a adição de substâncias ou energia que, de forma direta ou indireta, alterem as características físicas, químicas e biológicas de um corpo hídrico, de modo a prejudicar os seus legítimos usos (VON SPERLING, 2005) e também a sobrevivência dos organismos (ANJINHO, 2019).

Quanto à poluição dos corpos hídricos em meio urbano, GARCIAS (2016) enfatiza que a ausência de critérios de proteção ambiental no planejamento urbano e consequentes imperfeições nas leis de uso e ocupação do solo decorrem em aprovação de novos loteamentos que ocupam áreas muito próximas dos fundos de vale. Desta forma, o resultado imediato são os “destinos dados aos cursos d’água, na maioria das vezes, canalizados, com ruas, avenidas e até edificações construídas sobre os mesmos”.

São diversas as causas da poluição das águas urbanas, sendo as mais frequentes: a ausência de tratamento e disposição final ambientalmente adequada dos efluentes sanitários e resíduos sólidos, o lançamento clandestino dos esgotos, águas contaminadas provenientes da drenagem urbana, circulação de veículos e indústrias. O processo de contaminação em águas urbanas pode ser observado na figura 2.

Figura 2 - O ciclo de contaminação em águas urbanas



Fonte: TUCCI, 2010.

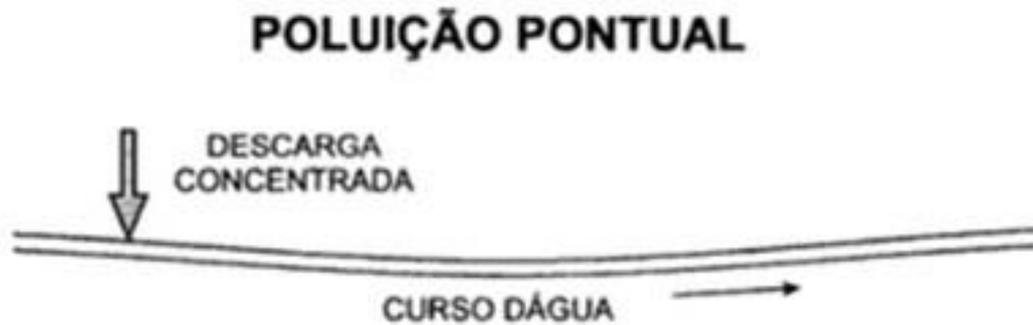
A situação acima retratada contribui para o transporte de sedimentos, metais tóxicos, dentre outros poluentes que aumentam a vulnerabilidade das fontes de recursos hídricos para área urbana. (TUCCI, 2010). Uma das consequências mais comuns é o prejuízo aos usos múltiplos, ocasionando, inclusive, a redução das funções sociais dos corpos hídricos, haja vista que em diversos casos as atividades de lazer de contato primário, dentre outras, ficam comprometidas por apresentarem riscos à saúde humana.

As causas da poluição dos recursos hídricos anteriormente apontadas tem origem principalmente em fontes pontuais e difusas. As diferenças entre esses dois tipos de fontes de poluição serão discutidas nos tópicos a seguir.

### 2.2.2.1 Poluição Pontual

A poluição pontual é caracterizada pela facilidade de identificação do ponto específico de descarga, conforme figura abaixo. Observa-se, na figura 3, que a fonte de poluentes é descarregada no curso d'água de forma concentrada no espaço. Devido a essa característica a fonte de poluição é de fácil detecção. Deste modo, se torna possível, na maioria dos casos, estabelecer medidas corretivas e/ou punitivas. Cita-se como exemplo de poluição pontual os efluentes industriais e os esgotos domésticos. (SODRÉ, 2012).

Figura 3 - Poluição pontual



Fonte: VON SPERLING, 2005.

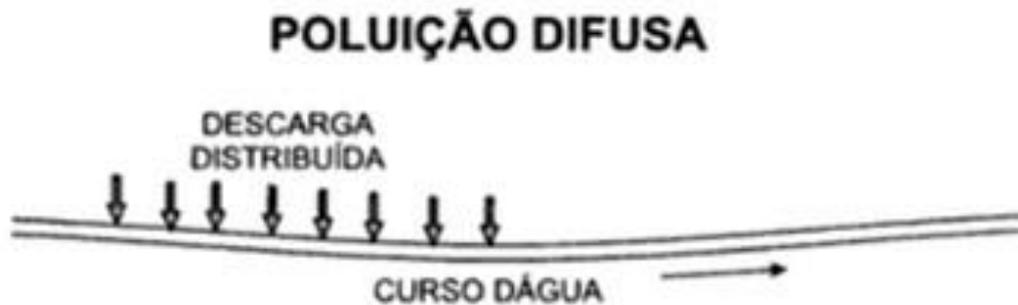
Um dos problemas existentes no contexto da gestão das bacias hidrográficas é o aumento das cargas poluidoras geradas no meio urbano que são lançadas nos corpos hídricos receptores. (FRANÇA, 2020). Vale ressaltar que dentre os diversos desafios inerentes a efetivação do enquadramento, um deles está relacionado ao lançamento de cargas pontuais.

Neste aspecto, Machado, Knapik e Bittencourt (2019) salientaram que “as cargas pontuais que eventualmente excedem a capacidade assimilativa do corpo hídrico são facilmente identificáveis, embora não facilmente eliminadas, mesmo na meta final de enquadramento”. Destacam também a existência de um grande passivo ambiental na área de efluentes domésticos que pode exigir décadas para ser eliminado, sobretudo diante do cenário de redução da capacidade de investimento das empresas estatais e municipais.

#### **2.2.2.2 Poluição Difusa**

A poluição difusa no corpo hídrico consiste na descarga dos poluentes distribuídas ao longo de parte da extensão do curso d'água (VON SPERLING, 2005), conforme pode ser constatado na figura 04. Observa-se que a poluição difusa não possui ponto de lançamento fixo. Esse comportamento aleatório “inviabiliza a possibilidade de estabelecer qualquer padrão de lançamento, desde a quantificação de suas cargas até sua composição e frequência”. (TORRES, 2014).

Figura 4 - Poluição difusa



Fonte: VON SPERLING, 2005.

As cargas difusas que adentram ao corpo hídrico estão associadas ao uso e ocupação do solo, a geologia e a morfologia da bacia de drenagem (LIMA *et. al.* 2016). Adotando como exemplo um uso específico de solo, é possível afirmar que áreas de desenvolvimento de atividades agrícolas incluindo uso de fertilizantes químicos, agrotóxicos, adubos, dentre outros que, quando em excesso, infiltram no solo e/ou são carregados, pelas águas pluviais, junto com os sedimentos, provocando diversos problemas, dentre eles: eutrofização, elevação da turbidez, perdas de habitats aquáticos, além dos riscos à saúde dos consumidores dessas águas.

RAMIN (2020) esclarece que as cargas difusas podem ser transportadas de muitas formas até chegar ao corpo hídrico receptor. Dentre essas diversas formas é possível citar algumas que estão elencadas na regulamentação norte americana, tais como: fluxo de retorno de áreas de irrigação; escoamento superficial - de áreas agrícolas e silvícolas sem animais confinados; drenagem urbana - de comunidades com população inferior a 100.000 habitantes, escoamento de áreas de construção civil inferiores a dois hectares; transbordamento de fossas sépticas; deposição atmosférica sobre a superfície da água; escoamento superficial proveniente de áreas de mineração abandonadas; realização de atividades, no solo, com potencial de geração de contaminantes, por exemplo: desmatamento, drenagem de pântanos e canalização de cursos d'água (USEPA, 1994).

Com relação à poluição difusa em ambientes urbanos, Sodré (2012) acrescenta que:

Sabe-se que em ambientes urbanos, as principais emissões difusas surgem a partir das águas de escoamento superficial que lavam ruas e avenidas. Entretanto, devido   dificuldade intrínseca de se monitorar emissões difusas, grande parte das abordagens busca quantificar o poluente de interesse na fonte de liberação. Ou seja, em ambientes urbanos, muitos

estudos visam estabelecer uma relação entre a intensidade de eventos de chuva e a presença de agentes poluidores nas superfícies lavadas pela água pluvial, tais como ruas, avenidas, telhados, etc. Mesmo assim, as fontes de liberação de poluentes para estas águas são numerosas e os mecanismos de liberação são complexos. Diante deste quadro, as atividades de tráfego têm sido consideradas as principais fontes geradoras de poluentes em ambientes urbanos. (SODRÉ, 2012).

Tendo em vista a dificuldade de mensuração e controle do tipo de poluição em questão, uma das muitas dúvidas persistentes no âmbito do enquadramento e sua respectiva efetivação, segundo Machado, Knapik e Bittencourt (2019), é como encarar a poluição difusa. Ademais, considerando o potencial poluidor, Song *et. al.* (2017) deixam claro que assim como a poluição pontual ocasionada por esgotos clandestinos, à poluição difusa oriunda dos escoamentos superficiais contribui significativamente para a deterioração da qualidade da água de drenagem urbana.

Neste aspecto, Camelo; *et. al.* (2020) ressaltam que, no que concerne ao gerenciamento da drenagem urbana e ao dimensionamento de estruturas de controle de poluição, a implantação de redes de monitoramento de qualidade da água e aplicação de modelagem matemática têm ganhado destaque. Desta forma, os autores enfatizam a necessidade da existência de dados suficientes para a aplicação da modelagem, com vistas à predição, análise e monitoramento da qualidade das águas urbanas e sua poluição.

A identificação das fontes difusas de poluição, segundo Ferreira, Muhlenhoff e Fernandes (2015), consiste em quantificar as descargas de poluentes e compreender como ocorre a destinação dos mesmos no meio ambiente. Neste aspecto, Camelo *et. al.* (2020) destacam que embora nem todo problema de poluição “demande”, a modelagem e/ou simulação são ferramentas úteis para o manejo sustentável na escala da bacia.

No tocante à modelagem da poluição difusa, Ferreira, Muhlenhoff e Fernandes (2015) acrescentam que que nas regiões de clima semiárido há um triplo desafio a ser enfrentado, pois: a) podem ser locais de difícil representação nos modelos hidrológicos em decorrência das dificuldades de modelar os processos atmosféricos de solo, b) são regiões com pouco monitoramento e c) são áreas onde frequentemente grandes rios atravessam grandes cidades ou áreas de cultivo agrícola.

### 2.2.2.3 Indicadores de Fontes Urbanas de Poluição

Em uma abordagem conceitual, o termo indicadores pode ser entendido como:

...uma ferramenta de avaliação referida a uma característica específica e observável, mensurável em escala quantitativa ou qualitativa, ou a uma mudança que pode ser avaliada em relação a um critério previamente selecionado, e que mostra a evolução de uma política ou de um ou mais programas implementados em relação a essa característica ou critério, ou o progresso relativamente ao atingimento de um resultado determinado, habilitando os tomadores de decisão a avaliar a necessidade/oportunidade de uma intervenção corretiva e/ou estimar o progresso rumo aos resultados, metas e produtos perseguidos ou, ainda, os impactos de uma determinada ação. Ele pode ser uma função definida, mas seu significado extrapola os limites da função, traduzindo algo maior ou mais abrangente do que esta função. Um indicador contém, dessa forma, uma informação cujo significado ultrapassa o seu sentido estrito e se projeta além desses limites, lançando luzes sobre um quadro temático do qual é tido como representativo, especialmente sobre a sua condição geral, permitindo uma avaliação diagnóstica desse tema. (MARANHÃO, 2007).

Depreende-se, a partir do conceito supracitado, que os indicadores podem ser utilizados no mecanismo de avaliação acerca de uma determinada realidade observável e que a análise do “comportamento” destes pode ser extremamente útil em um processo decisório.

Diversos indicadores podem ser observados no intuito de diagnosticar a existência de uma possível fonte urbana de poluição. Por exemplo, concentrações elevadas de nitrogênio (N) e fósforo (P) no corpo hídrico podem ser decorrentes de lançamentos de esgotos domésticos não tratados ou parcialmente tratados, haja vista que o N e P estão presentes nas fezes, urina, detergentes e outros subprodutos oriundos das atividades humanas. (ROCHA, LOUGON e GARCIA; 2009).

Na tabela a seguir encontram-se alistadas as principais fontes de poluentes, conjuntamente com seus efeitos poluidores mais representativos, de acordo com a classificação de Von Sperling (2005).

Tabela 1 - Principais agentes poluidores das águas

Constituinte	Principais Parâmetros representativos	Fonte				Possível efeito poluidor
		Águas residuárias		Drenagem Superficial		
		Urbanas	Industriais	Urbanas	Agricultura e Pastagens	
Sólidos em suspensão	Sólidos em suspensão totais	xxx	↔	xx	x	Problemas estéticos, depósitos de lodo, adsorção de poluentes, proteção de patogênicos
Matéria orgânica biodegradável	Demanda Bioquímica de Oxigênio	xxx	↔	xx	x	Consumo de oxigênio, mortandade de peixes, condições sépticas
Nutrientes	Nitrogênio, Fósforo	xxx	↔	xx	x	Crescimento excessivo de algas, toxicidade aos peixes (amônia), doença em recém nascidos (nitrato), poluição da água subterrânea
Organismos patogênicos	Coliformes	xxx	↔	xx	x	Doenças de veiculação hídrica
Matéria orgânica não biodegradável	Pesticidas, alguns detergentes, produtos farmacêuticos, outros	xx	↔	x	xx	Toxicidade (vários), espumas (detergentes), redução de transferência de oxigênio (detergentes), não biodegradabilidade, maus odores (ex: fenóis)
Metais	Elementos específicos (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn, etc.)	xx	↔	x		Toxicidade, inibição do tratamento biológico dos esgotos, problemas na disposição do lixo na agricultura, contaminação da água subterrânea
Sólidos inorgânicos dissolvidos	Sólidos dissolvidos totais, Condutividade elétrica	xx	↔		x	Salinidade excessiva - prejuízo às plantações (irrigação), toxicidade a plantas (alguns íons), problemas de permeabilidade do solo (sódio)

x: pouco xx: médio xxx: muito ↔ variável em branco: usualmente não importante

Fonte: Von Sperling, 2005.

### 2.3 Interface Entre os Instrumentos de Planejamento Urbano e a Qualidade das Águas

Um dos diversos problemas decorrentes da expansão urbana, sem o devido planejamento territorial, é a poluição dos recursos hídricos. Então, a elaboração e implementação de instrumentos que visam o ordenamento do uso do solo,

certamente, contribui de forma significativa para a minimização desse impacto ambiental negativo sobre os corpos hídricos.

O Plano Diretor, instrumento indicado na Lei 10.257/01 (BRASIL, 2001), abordado no tópico 2.1.1 deste trabalho, é um instrumento de planejamento e gestão do solo. No entanto, possui uma relação direta com a qualidade das águas. Santin e Corte (2010) salientam que por meio dessa ferramenta o município articula a gestão de uso do solo com a de recursos hídricos.

As autoras acrescentam que:

... os Planos Diretores devem incorporar em seu texto a proteção de mananciais, o aproveitamento adequado dos recursos naturais, o saneamento básico, a impermeabilização do solo, a preservação de áreas ambientais em risco ou de valor cultural, os estudos de impacto de vizinhança, a mobilidade humana, a infra-estrutura, as áreas de preservação permanentes, as áreas de risco, a cobertura vegetal, os resíduos, entre outros. Esses pontos são pacíficos e encontrados nos Planos Diretores, uma vez que, segundo as orientações do Estatuto da Cidade, devem os municípios compatibilizar o desenvolvimento das cidades e a proteção do meio ambiente, pois os recursos naturais, em destaque os hídricos, sofrem interferências pelo crescimento urbano. (SANTIN e CORTE, 2010).

A compatibilização mencionada é extremamente importante para o enfrentamento de problemas, atinentes à drenagem de águas pluviais, que afetam negativamente à qualidade das águas, dentre eles: grandes extravasamentos de efluentes de sistemas deficitários, poluição difusa, erosão e sedimentação (PHILIP, 2011).

O zoneamento ambiental, ao definir quais, de que forma, e onde as atividades econômicas podem se instalar em um determinado território, considerando a importância ecológica, limitações e fragilidades dos ecossistemas, exerce interferência direta sobre o aspecto qualitativo dos corpos hídricos, haja vista que muitas das respostas acerca da qualidade das águas são encontradas por meio da análise acerca dos tipos de atividades exercidas no solo.

Outro aspecto importante na relação do zoneamento ambiental com a qualidade da água encontra-se expresso no Decreto 4.297/02 (BRASIL, 2002). Consta no inciso III, do art. 13, uma das peculiaridades inerentes que devem ser analisadas no diagnóstico dos recursos naturais: Fragilidade Natural potencial, definida por indicadores de perda da biodiversidade, vulnerabilidade natural à perda de solo, quantidade e qualidade dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos.

De modo semelhante, a legislação inerente ao uso e ocupação do solo é utilizada para o controle da utilização do espaço, considerando a infraestrutura e as restrições ambientais. Esse tipo de controle é essencial, por exemplo, no processo de licenciamento ambiental. Usualmente, quando o requerente solicita uma licença para localização, instalação ou operação de empreendimento/atividade efetiva ou potencialmente poluidora, deve-se realizar uma consulta a legislação de uso e ocupação do solo no intuito de verificar se há algum tipo de restrição na área pretendida para a respectiva finalidade. Desta forma, minimiza-se a ocorrência de diversos problemas ambientais, dentre eles a poluição dos corpos hídricos.

O planejamento setorial trata das especificidades dos diversos setores que compõem a vida nos municípios. É possível citar como exemplo, o Plano Municipal de Saneamento Básico – PMSB, o qual contempla o planejamento para um horizonte de vinte anos, com vistas ao desafio de universalizar o acesso aos serviços de saneamento básico.

No contexto da qualidade da água, o instrumento de gestão *supracitado* é essencial para auxiliar a ação qualificada do poder executivo, visando dotar a população dos serviços que integram o saneamento (abastecimento de água, esgotamento sanitário, drenagem de águas pluviais e resíduos sólidos), minimizando os impactos ambientais negativos sobre os corpos hídricos.

Os demais instrumentos da política urbana, mencionados no tópico 2.1.1, também são fundamentais para a organização do espaço, haja vista que a participação social e o planejamento financeiro são essenciais para a elaboração, implementação e revisão dos planos que objetivam o ordenamento territorial visando, dentre outros aspectos, a proteção dos recursos hídricos. Fica claro que, de modo geral, e em concordância com Barbosa (1994), a qualidade da água de um corpo hídrico deve ser uma das prioridades no processo de planejamento urbano das cidades.

### **3 METODOLOGIA**

Este capítulo é dedicado a descrição das etapas metodológicas percorridas e materiais utilizados para elaboração do trabalho.

#### **3.1 Meios Técnicos da Investigação**

No que se refere aos meios técnicos da investigação, será utilizado, principalmente, o método monográfico, o qual tem como princípio que “o estudo de um caso em profundidade pode ser considerado representativo de muitos outros ou mesmo de todos os casos semelhantes”. (GIL, 2008).

Embora cada bacia e território tenham as suas particularidades, um estudo minucioso acerca da influência dos instrumentos da política urbana estabelecidos pela Lei 10.257/01 (BRASIL, 2001) na qualidade das águas superficiais propiciará a identificação de elementos chave, os quais devem ser observados nos estudos em outras bacias.

Desta forma, a intencionalidade é que os produtos gerados a partir dessa pesquisa estejam devidamente formatados para ampla aplicação não se limitando, portanto, ao recorte espacial escolhido para o caso de estudo deste trabalho.

#### **3.2 Elaboração dos Produtos**

A partir da pesquisa bibliográfica e elaboração da revisão de literatura, aliada à prática profissional, foi elaborada uma proposta metodológica (produto A) preliminar, aperfeiçoada ao longo do tempo de elaboração da pesquisa, organizada na forma de roteiro, contemplando os elementos da gestão do uso do solo urbano e de recursos hídricos.

A versão preliminar do produto A foi utilizada como base para as etapas do estudo de caso, detalhadas nos tópicos seguintes. Entretanto, esse produto foi ajustado conforme as necessidades observadas até a conclusão do trabalho dissertativo.

O plano de curso – planejamento urbano e qualidade da água, produto B, foi elaborado após a conclusão da dissertação, haja vista que o mesmo engloba elementos importantes contidos em diferentes partes do trabalho (referencial teórico, elaboração metodológica, estudo de caso, discussão de resultados e referências). Estão incluídos no produto B os seguintes elementos: ementa, objetivos, metodologia, avaliação, cronograma e referências.

### 3.3 Etapas de Desenvolvimento Metodológico

O desenvolvimento e aplicação da proposta metodológica ocorreu em quatro etapas conforme figura 5.

Figura 5 - Etapas metodológicas



#### 3.3.1 Análise Cartográfica - Uso do Solo

A análise da evolução temporal de uso do solo na bacia, a partir da cartografia, foi realizada com o auxílio do OBahia – Servidor de Mapas do Oeste da Bahia, versão atualizada em 26/05/2021, plataforma multidisciplinar de acesso aberto, cujo objetivo principal é o compartilhamento de dados geoespaciais do oeste baiano. (OBAHIA, 2018).

A consulta à base hidrográfica foi realizada por meio do SIG Geobahia, administrado pela Coordenação de Tecnologia Geobahia, da Informação e Comunicação (COTIC), do Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos – INEMA.

#### 3.3.2 Análise dos Instrumentos da Política Urbana

No dia 27 de abril de 2021 foi enviado ofício e questionário endereçados à Secretaria de Infraestrutura de São Félix do Coribe e Secretaria de Obras e Serviços Públicos de Santa Maria da Vitória, solicitando informações acerca dos instrumentos da política urbana existentes e a legislação relacionada.

De posse dos documentos, foram analisados os aspectos relativos ao planejamento urbano, essencialmente ao uso e ocupação do solo, que se relacionam diretamente com a qualidade das águas superficiais. Para essa análise foram considerados os pontos de interface discutidos no último tópico do referencial teórico.

#### 3.3.3 Análise em Campo

Na terceira etapa, executada no dia 17 de setembro de 2021, foi realizada a observação *in loco* das principais atividades realizadas no trecho da bacia do Rio Corrente, compreendido no afluente de mesmo nome, basicamente entre a sede urbana dos municípios estudados, além da identificação das fontes pontuais de

poluição. O registro das observações foi realizado mediante tomada de notas por escrito e gravação de imagens (GIL, 2008).

Ademais, foram registradas as coordenadas de pontos correspondentes as fontes de poluição pontual para que as mesmas sejam facilmente identificadas no mapa. A partir dos resultados obtidos nesta etapa foi elaborado um quadro contendo as principais atividades exercidas na área de estudo e os poluentes relacionados.

Considerando que o trabalho foi desenvolvido no período da pandemia do Covid 19 é importante registrar que foram tomadas as medidas de segurança recomendadas pelos órgãos de proteção à saúde.

Foi solicitado formalmente ao Inema UR Rio Corrente o apoio de um técnico para acompanhar a atividade e a solicitação foi atendida. Ao obter a informação que o Inema havia realizado trabalhos recentes relacionados a qualidade da água em diversos trechos do Rio Corrente, foi inserida na programação a observação dos relatórios já existentes, no intuito de verificar se as informações contidas nesses documentos eram aplicáveis ao objetivo da pesquisa.

Em seguida, foi feita a solicitação dos relatórios, tendo em vista que são trabalhos recentes, diretamente relacionados com a pesquisa, minimizando a necessidade de percorrer alguns trechos a montante da estação de monitoramento central para este trabalho. O pedido foi deferido e as informações foram fornecidas por meio do processo SEI 046.1068.2021.0024165-15.

Ainda durante o trabalho de campo foi informado que em decorrência da mortandade de peixes, observada no Rio Corrente, em Santa Maria da Vitória, foi desenvolvido um relatório técnico, pelo poder executivo municipal, que contemplou a realização de trabalho de campo no período de 06 a 09 de julho de 2020. Logo, foi feita a solicitação desse relatório e o mesmo foi enviado rapidamente.

Do relatório supracitado buscou-se extrair basicamente os pontos onde foram identificadas não conformidades na qualidade da água, apresentados no tópico 4.4 deste trabalho, e os resultados obtidos em análise laboratorial, inseridos no item 4.5.

Acrescentou-se ao percurso em campo em setembro de 2021, as instalações do SAAE do município de Santa Maria da Vitória, que incluiu o escritório local, ponto de captação para consumo humano, e uma das estações elevatórias de esgoto. Também foi solicitado ao SAAE informações sobre o tratamento do esgoto, incluindo

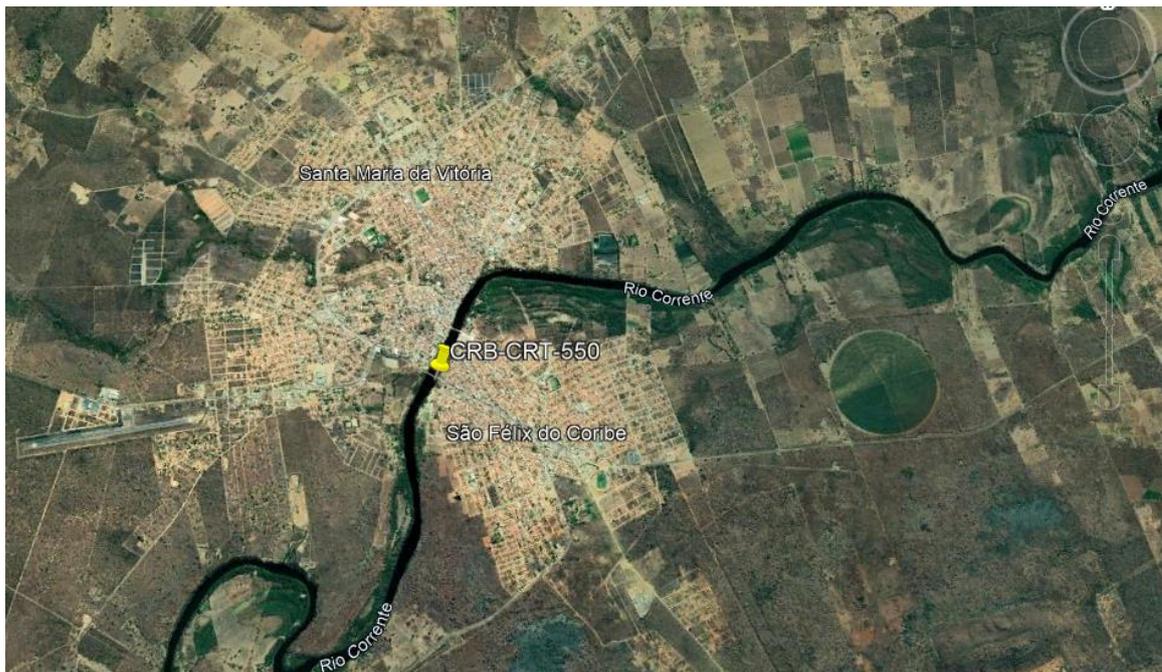
um laudo de qualidade do efluente tratado, dados de percentual da população atendida com o serviço de esgotamento sanitário e do estágio em que se encontra o processo de outorga para lançamento de efluentes.

### 3.3.4 Análise da qualidade da água

A etapa 4 consiste na análise de dados secundários de qualidade da água, que foi realizada a partir dos dados do Programa Monitora (BAHIA, 2007), executado pela Coordenação de Monitoramento dos Recursos Ambientais e Hídricos (COMON) do Instituto de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (INEMA).

O ponto de monitoramento central para análise neste trabalho (figuras 6 e 7) situa-se em um ponto do Rio Corrente, localizado na zona urbana do município de São Félix do Coribe, sob a ponte de ligação ao município de Santa Maria da Vitória.

Figura 6 - Localização do ponto de monitoramento (CRB-CRT-550)



Fonte: Google Earth, 2021

Figura 7 - Ponto monitorado (CRB-CRT-550), área de estudo



Fonte: Monitoramento SEIA.

A estação foi nomeada como central, para efeito deste trabalho, em virtude da localização, tendo em vista à associação com a ocupação do solo urbano. Todavia, para os parâmetros que forem selecionados, e constatada a não conformidade segundo os padrões legais, será observada a qualidade da água no ponto anterior (CRB-CRT-500) e seguinte (CRB-CRT-700), indicados na figura 8, as quais embora estejam fora da área de estudo, são importantes para avaliar se a não conformidade está associada a entrada de cargas urbanas na área estudada, ou se já era observada no ponto anterior, e qual a qualidade observada no ponto a jusante da área de estudo.

Figura 8 - Pontos de monitoramento



Fonte: Google Earth, 2021.

O ponto CRB-CRT-500 está situado sob a ponte da BR 349, na divisa com o município de Correntina, e o ponto CRB-CRT-700 sob a ponte da BA 575 no distrito de Porto Novo, município de Santana.

Foi elaborado um quadro contendo informações referentes aos parâmetros relevantes que não são monitorados e que seriam indicadores de fontes de poluição locais. Após a apresentação dos resultados da análise dos dados secundários de qualidade da água os mesmos foram discutidos em um capítulo específico, tornando possível a elaboração de outro quadro contendo os principais problemas encontrados, as possíveis soluções e os respectivos responsáveis para o enfrentamento das questões elencadas.

Quanto aos procedimentos metodológicos utilizados para análise de qualidade da água realizada no período de realização do trabalho de campo executado pela equipe técnica da Prefeitura de Santa Maria da Vitória, ressalta-se que foi utilizada um medidor multiparâmetro, marca Hach, modelo HQ40d, com avaliação dos parâmetros de temperatura, pH e oxigênio dissolvido. Procedeu-se a coleta de água, em recipiente de polietileno com capacidade de dois litros, para análise no Laboratório do SAAE de Santa Maria da Vitória dos parâmetros: cor; condutividade; turbidez; cloro; flúor; e análise microbiológica.

A análise laboratorial foi realizada no SAAE de Santa Maria da Vitória, onde foram analisados os seguintes parâmetros, com os respectivos equipamentos: Condutividade, em medidor de condutividade de bancada (microprocessado); pH – pH metro digital (microprocessado), modelo DLA-pH, marca Del Lab; Cor – Colorímetro, Modelo DLA-COR, marca Del Lab; Turbidez – Turbidímetro, modelo DLT-WV, marca Del Lab; Cloro Residual Livre – Colorímetro, modelo DLA-CL, marca Del Lab; Flúor – Colorímetro, modelo DLA-FL, marca Del Lab; e Coliformes – frascos de 100 ml, com Tiosulfato, após mistura foram incubadas em estufa a  $35 \pm 0,5^\circ\text{C}$  durante 24/48 horas. (SAAE, 2020).

As amostras referentes a cinco pontos específicos foram encaminhadas para o Laboratório de Química Analítica da Universidade Federal do Oeste da Bahia – UFOB, para realização de pesquisas de substâncias tóxicas, sob a responsabilidade do Prof. Dr. José Domingos Santos da Silva, também coordenador do LACEN Barreiras. No rastreamento de substâncias tóxicas, foi utilizado o método da

cromatografia gasosa com detecção por espectrometria de massas. Os pontos referidos são: 04, 05, 06, 07, 08, todos indicados no tópico trabalho de campo. (SAAE, 2020).

## 4 RESULTADOS

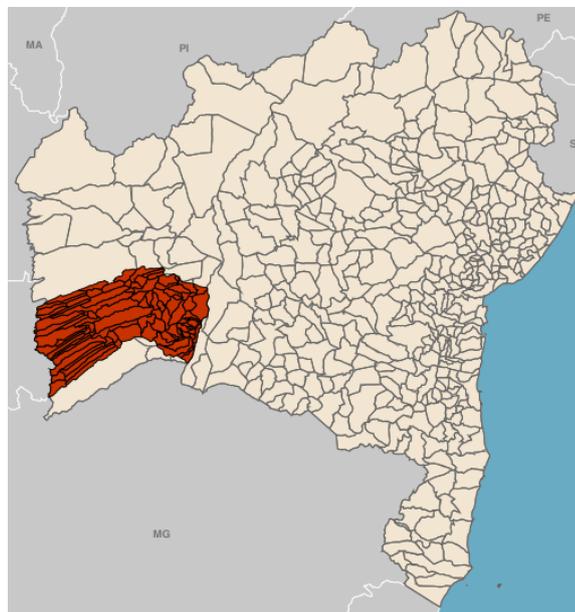
Neste capítulo serão apresentadas as áreas de estudo e os resultados obtidos nas etapas previstas no desenvolvimento do trabalho.

### 4.1 Descrição da Área de Estudo

A área de estudo compreende o trecho do Rio Corrente, um dos principais da Bacia Hidrográfica do Rio Corrente (figura 9), afluente do Rio São Francisco, situado entre a sede urbana dos municípios de São Félix do Coribe e Santa Maria da Vitória, a oeste do Estado da Bahia.

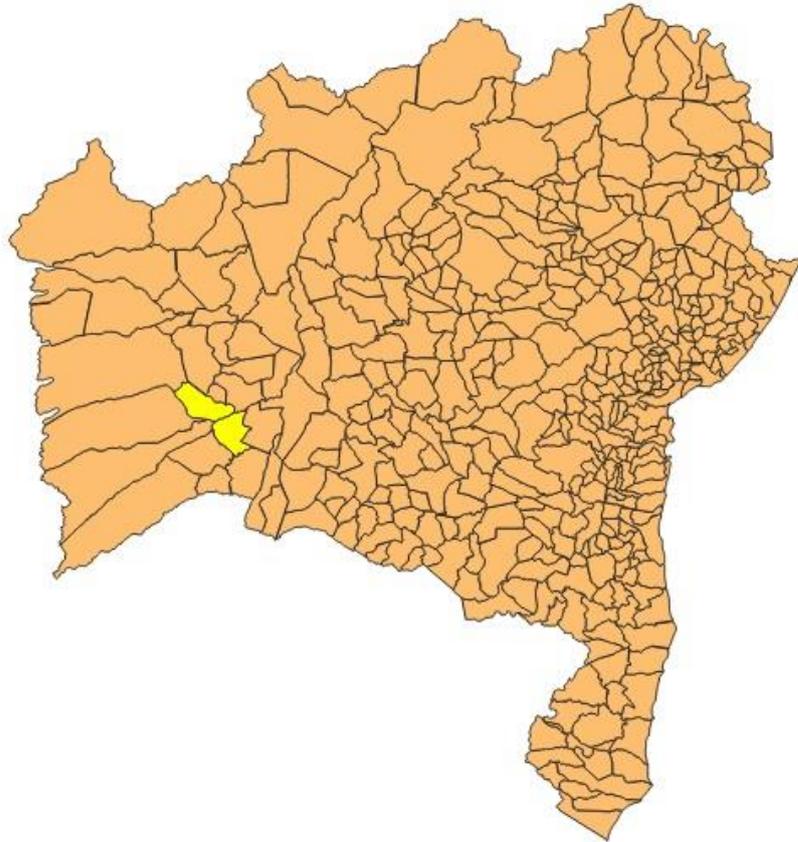
A Bacia Hidrográfica do Rio Corrente possui uma área total de 34.875 km<sup>2</sup>, contempla 13 municípios e a população total de 196.761 habitantes. Limita-se ao norte, com a RPGA Bacia do Rio Grande; ao sul, com a Bacia do Rio Carinhonha; a leste, com a RPGA da Bacia da Calha do Médio São Francisco na Bahia e a oeste, com o Estado de Goiás (CBHRSF, 2004).

Figura 9 - Mapa do Estado da Bahia incluindo a Bacia do Rio Corrente e Riachos do Ramalho, Serra Dourada e Brejo Velho



A população dos municípios de São Félix do Coribe, situado na margem direita do Rio Corrente e Santa Maria da Vitória, na margem esquerda, estão estimadas em 15.468 e 39.775 respectivamente (IBGE, 2020), e densidade demográfica de 20,49 hab/km<sup>2</sup> e 13,74km<sup>2</sup>. Na figura 10 é possível observar a localização desses municípios no mapa do Estado da Bahia.

Figura 10 - Localização dos municípios de Santa Maria da Vitória e São Félix do Coribe



O território é composto pelo bioma cerrado. A média anual de pluviosidade, com base em dados históricos, é de aproximadamente 800mm. Como pode ser observado no quadro 2 o período chuvoso se concentra de novembro a março, os meses seguintes são caracterizados pela ausência de chuvas e baixa umidade.

Quadro 2 - Dados climatológicos para Santa Maria da Vitória

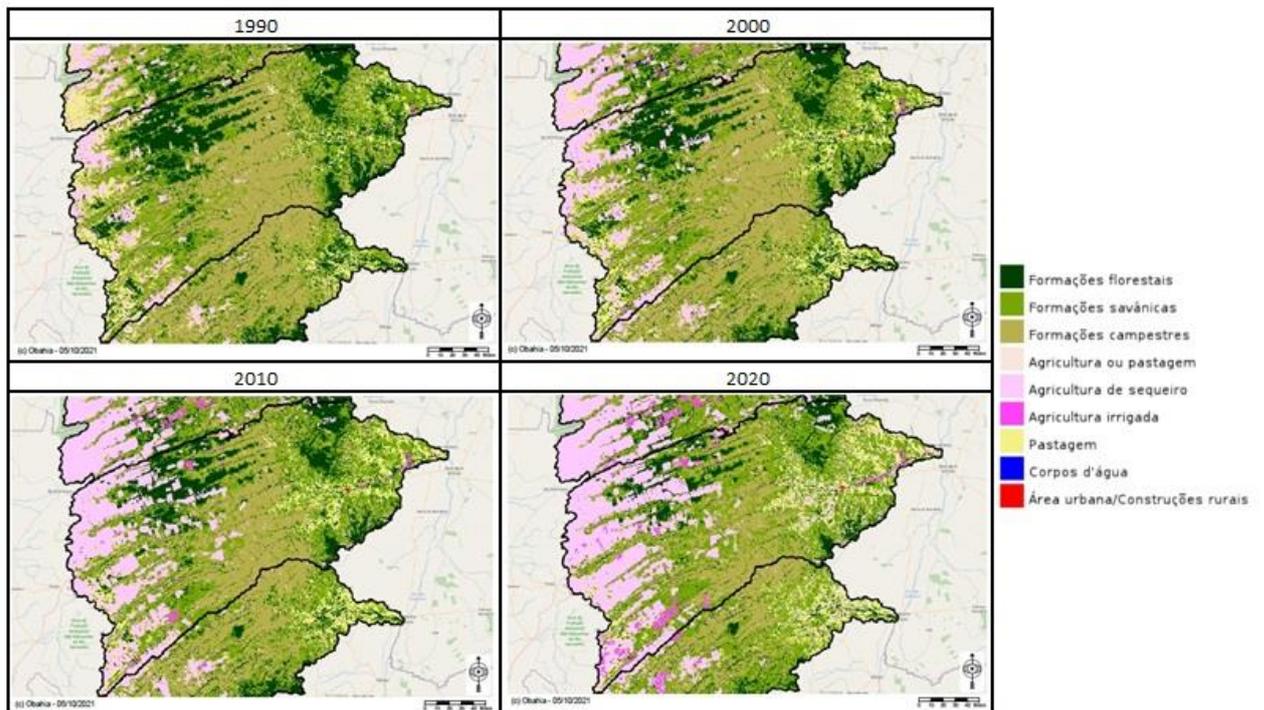
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Temperatura média (°C)	26.1	26.2	26.1	26	25.6	24.5	24.1	25.2	27.3	28.3	26.6	26.1
Temperatura mínima (°C)	22.1	22.2	22.1	21.9	21	19.6	18.7	19.5	21.3	23	22.6	22.1
Temperatura máxima (°C)	30.6	30.7	30.6	30.5	30.4	29.5	29.4	30.8	33.1	33.7	31.2	30.6
Chuva (mm)	121	108	126	59	14	2	1	0	9	57	156	142
Umidade(%)	65%	64%	66%	61%	54%	50%	45%	40%	36%	41%	58%	64%
Dias chuvosos (d)	10	10	11	6	2	0	0	0	1	5	11	11

Fonte: Climate-data.org

## 4.2 Etapa 1: Análise Cartográfica

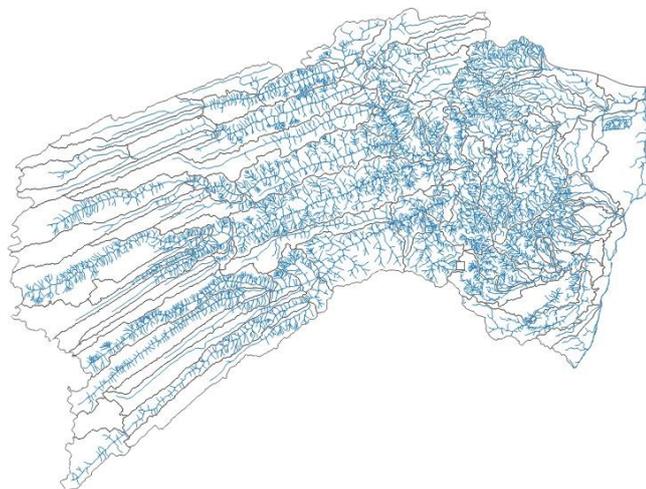
Na análise temporal do uso do solo na Bacia do Rio Corrente, conhecida pela riqueza hidrográfica (figura 12) é possível notar, nestes últimos trinta anos, uma redução considerável das áreas florestadas e uma expansão significativa da atividade agrícola, inclusive nas proximidades de área urbana (figura 11).

Figura 11 - Uso do solo na Bacia do Rio Corrente



Fonte: adaptado de OBahia

Figura 12 - Bacia do Rio Corrente e Riachos do Ramalho, Serra Dourada e Brejo Velho - Hidrografia



Com base nos trabalhos de Fiscalização Preventiva Integrada – FPI, Khoury (2018) aponta diversos problemas relacionados ao uso do solo que interferem de modo negativo nos recursos hídricos existentes na Bacia, alguns destes relacionados diretamente ao aspecto da qualidade das águas, a saber: poluição por agrotóxicos, lançamento de esgoto não tratado e de resíduos sólidos.

Ademais, Khoury (2018) demonstra preocupação com o elevado desmatamento na Bacia, sobretudo com as supressões não autorizadas de vegetação nativa em grandes áreas, além do baixo percentual de municípios com planejamento para o saneamento básico, captações de água de modo irregular (ausência de outorga ou dispensa) e assoreamento do leito dos rios.

O enfrentamento dos problemas *supracitados* deve envolver a gestão, planejamento e fiscalização nas áreas de recursos hídricos, meio ambiente e uso do solo. Na etapa seguinte amplia-se o olhar sobre o planejamento do uso do solo nas áreas urbanas de dois municípios que integram a Bacia do Rio Corrente.

#### 4.3 Etapa 2: Análise Documental

No quadro 3 encontram-se alistados os instrumentos da política urbana existentes nos Municípios de São Félix do Coribe e Santa Maria da Vitória com base nas informações fornecidas em resposta ao questionário aplicado.

Quadro 3 - Instrumentos da política urbana aplicados nos Municípios de São Félix do Coribe e Santa Maria da Vitória

MUNICÍPIOS	INSTRUMENTOS	LEGISLAÇÃO MUNICIPAL RELACIONADA
São Félix do Coribe	Disciplina do Parcelamento do Uso e Ocupação do Solo	Lei nº 169/01
	PPA	Lei nº 638/17
	LDO	Lei nº 690/20
	LOA	Lei nº 699/20
	PMSB	Lei nº 691/19
Santa Maria da Vitória	Plano Diretor	Lei nº 911/13 e nº 972/15
	Disciplina do Parcelamento do Uso e Ocupação do Solo	
	Zoneamento Ambiental	
	Plano de Desenvolvimento Econômico e Social	
	PMSB	Lei nº 1.073/19
	Programa de Habitação	Lei nº 724/07
	PPA	Lei nº 1.042/17
	LDO	Lei nº 1.094/20
LOA	Lei nº 1.099/20	

Com relação a disciplina do parcelamento do uso e ocupação do solo no Município de São Félix do Coribe, é importante mencionar que a Lei nº 169/01 (São Félix do Coribe, 2001) trata especificamente das condições para implantação e passagem de equipamentos urbanos destinados à prestação de serviços e infraestrutura em vias públicas, incluindo espaço aéreo e subsolo.

O ordenamento do território deve incluir o planejamento e controle do uso, além das condições locais específicas para o parcelamento do solo. Portanto, diante da insuficiência de elementos essenciais, fica clara a ausência da disciplina do parcelamento do uso e ocupação do solo em São Félix do Coribe.

Certamente, a fragilidade mencionada, esbarra na dificuldade de controle, por parte do Município, com relação a emissão de anuências de uso e ocupação do solo, haja vista que, excetuando os espaços que já são protegidos por legislação federal e/ou estadual, não está explicitado como o poder público local disciplina as atividades/empreendimentos que podem se instalar nas áreas existentes.

A ausência de estudos técnicos que propiciem desenvolver estratégias para a ocupação do solo urbano disciplinando o respectivo uso, pode contribuir para decisões equivocadas acerca dos locais adequados para instalação de atividades/empreendimentos, podendo ocasionar diversos problemas, dentre eles a poluição dos corpos hídricos.

Além disso, de modo a evitar a má utilização dos espaços urbanos e evitar que interesses estritamente econômicos se sobreponham a necessidade de preservar o meio ambiente e de assegurar o bem-estar da coletividade é essencial disciplinar o parcelamento do solo em nível local considerando as especificidades existentes.

Acrescenta-se aqui o fato da legislação em questão não tratar do parcelamento do solo urbano. Considerando-se que os loteamentos sem a infraestrutura adequada ao local em que são instalados contribuem significativamente para o aumento da poluição das águas, dentre outros problemas, esse é um elemento essencial a ser contemplado no arcabouço da política urbana local.

O Município de São Félix do Coribe dispõe de Plano de Saneamento Básico, elaborado no ano 2018. Por ocasião da elaboração do diagnóstico do referido Plano foi constatada a inexistência de Plano de Habitação e de qualquer projeto ou estudo sobre o parcelamento do solo urbano.

No PMSB também são destacadas algumas das formas de degradação presentes na bacia, dentre elas: lançamento de efluentes domésticos sem tratamento, descarte inadequado dos resíduos sólidos e uso excessivo de defensivos agrícolas. Foi salientada a necessidade de levar em consideração a qualidade da água, por conta das interferências que a mesma pode sofrer, principalmente por causa da forma de uso do solo no Município, a qual muitas vezes inclui práticas agrícolas inadequadas, com o uso intensivo do solo e uso indiscriminado de agrotóxicos.

Com relação ao saneamento básico, destacam-se as metas traçadas, no PMSB (São Félix do Coribe, 2018), para o Município que se relacionam diretamente com a qualidade da água:

- Implantar e manter o programa VIGIAGUA, e alimentar o SISAGUA, como forma de monitoramento e vigilância da qualidade da água;
- Promover a preservação, revitalização e proteção dos mananciais, principalmente os utilizados para fins de consumo humano e em situação de vulnerabilidade ambiental;
- Conscientizar a população por meio de ações e programas de educação ambiental com temáticas voltadas à água;
- Identificar e cadastrar áreas caracterizadas carentes com relação a saneamento básico – esgotamento sanitário;
- Criar e implantar programas de conscientização e acompanhamento do sistema de esgotamento sanitário da sede visando o monitoramento e verificação das ligações clandestinas na rede;
- Implantar sistema de tratamento adequado para o distrito de Sede e as localidades e comunidades rurais;
- Sistematizar as informações sobre esgotamento sanitário nas áreas urbanas e rurais;
- Fiscalizar ligações clandestinas e a correlação do sistema de esgotamento sanitário com o sistema de drenagem e manejo das águas pluviais.

Com relação ao orçamento do poder público local destaca-se que foram previstos recursos para o desenvolvimento de programas de melhorias no saneamento e desenvolvimento de políticas públicas voltadas para urbanismo. Entretanto, visando a participação social, no sentido de entender as estimativas de receita e as prioridades definidas, torna-se importante maior detalhamento, no sentido de especificar, a que obras programas específicos e que ações serão contempladas nesse contexto, o que possibilitaria também a percepção de quais das ações estão associadas diretamente com a qualidade da água no corpo hídrico estudado.

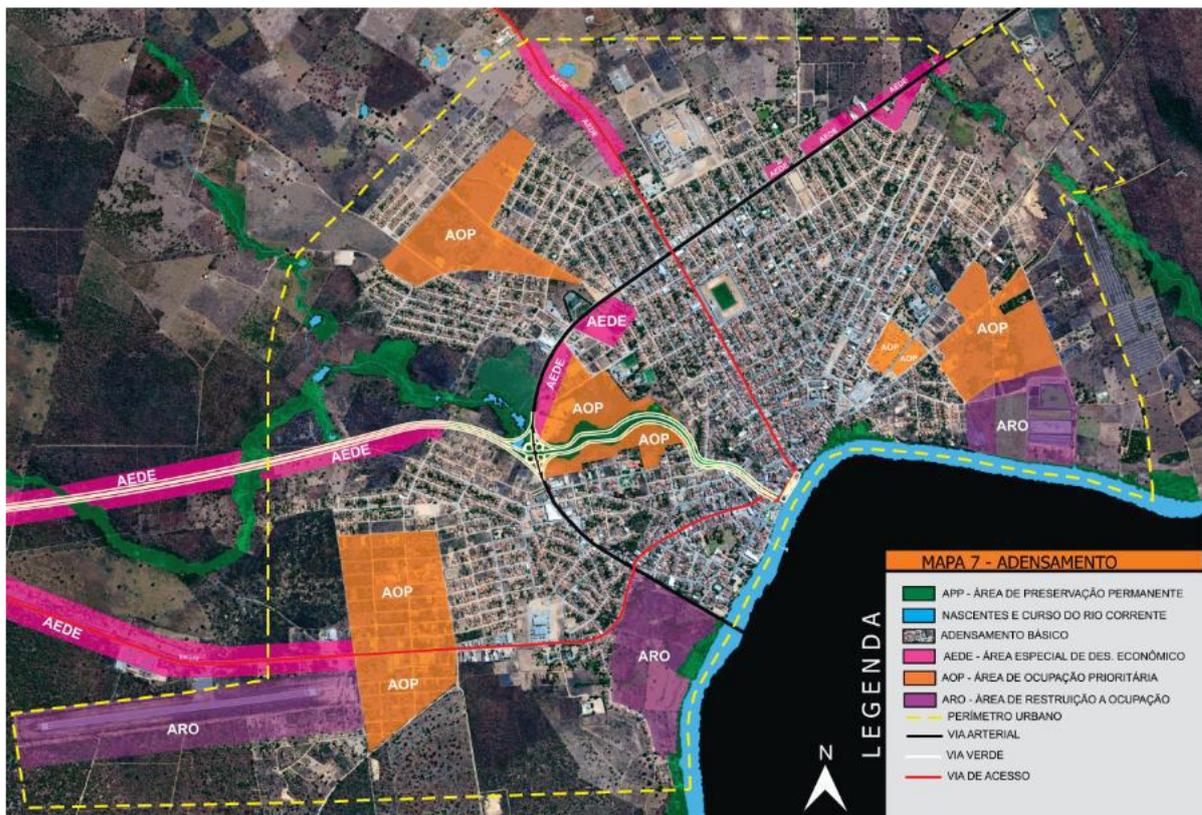
Com relação ao Município de Santa Maria da Vitória, observou-se que alguns dos instrumentos foram englobados ao plano diretor, entretanto não foi constatado, no material fornecido, a existência do plano de desenvolvimento econômico e social como anexo do plano diretor.

No que se refere ao Plano Diretor de Santa Maria da Vitória – SMV, este foi instituído pela Lei Municipal nº 911, de 16 de outubro de 2013. Conforme ordenamento territorial proposto foi definido o macrozoneamento municipal, a partir das características dos ambientes naturais e construídos, e um zoneamento urbano, com base no grau de urbanização e padrão de uso e ocupação desejável. (SANTA MARIA DA VITÓRIA, 2013).

O Município possui três zonas distritais (Inhaúmas, Açudina e Santa Maria da Vitória), o distrito de Santa Maria da Vitória é dividido em área rural e urbana, que são tratadas separadamente no plano diretor, totalizando quatro macrozonas.

As recomendações quanto adensamento, no zoneamento urbano de SMV, podem ser observadas na figura 13.

Figura 13 - Adensamento, macrozona urbana de Santa Maria da Vitória



Fonte: Santa Maria da Vitória, 2013.

As Áreas de Ocupação Prioritárias (AOP) são aquelas que se encontram desocupadas, não cumprindo a função social, provocando vazios urbanos e ocasionando diversos problemas, dentre eles: prejudicando a prestação dos serviços de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos, haja vista que a existência de

terrenos vazios dentro do perímetro urbano conduz à deposição de resíduos sólidos nestes locais (SANTA MARIA DA VITÓRIA, 2013).

Observa-se na figura 13 que uma dessas AOP limita-se com uma Área de Restrição de Ocupação (ARO) situada às margens do Rio Corrente. Conforme recomendado no Plano Diretor, a ARO em questão é imprópria para ocupação em decorrência do risco de alagamentos.

Com relação ao adensamento básico, no perímetro urbano, foram levantados, a partir da leitura técnica e comunitária, diversos problemas existentes, dentre estes: a falta de infraestrutura básica, com esgoto escorrendo por diversas ruas da cidade. (SANTA MARIA DA VITÓRIA, 2013).

Dentre as ações direcionadas a proteção ambiental estabelecidas no Plano Diretor para a macrozona Santa Maria da Vitória verifica-se, no que se refere à qualidade da água, três preocupações: o uso de agrotóxicos, os resíduos sólidos e os esgotos. As ações em questões encontram-se listadas no quadro 4.

Quadro 4 - Ações estabelecidas no plano diretor que estão relacionadas a qualidade da água

Ações estabelecidas para a proteção ambiental na macrozona de Santa Maria da Vitória que estão relacionadas com a qualidade da água	Fiscalizar sistematicamente o lançamento de agrotóxicos e de resíduos sólidos nos cursos d'água especialmente no Rio Corrente
	Universalizar o sistema de tratamento de esgoto para o Distrito Sede, para que sua deposição "in natura", não continue contaminando o manancial que o abastece de água potável
	Monitorar o plantio de lavouras em geral, especialmente os que utilizam grande quantidade de agrotóxicos, para controle de uso indevido de defensivos agrícolas
	Monitorar as lavouras irrigadas para que o manejo não contamine os mananciais hídricos
	Criar programas de Educação Ambiental para agricultores e estudantes, para conscientização dos riscos de ocupações indevidas das margens dos mananciais hídricos.

Fonte: adaptado de Santa Maria da Vitória, 2013.

O grande problema existente no município em relação à baixa cobertura na coleta e tratamento de esgotos foi um dos aspectos abordados no diagnóstico do Plano de Saneamento Básico. Neste período (ano 2018) o Município estava em processo de obtenção de outorga junto ao INEMA para lançamento de efluente tratado no corpo receptor.

Quanto às metas estabelecidas para a melhoria do saneamento, relacionam-se diretamente à qualidade da água as seguintes (SMV, 2019):

- Implantar e manter o programa VIGIAGUA, e alimentar o SISAGUA, como forma de monitoramento e vigilância da qualidade da água;
- Identificar bairros, localizados no distrito sede que lançam o efluente de esgoto em fossas negras, galerias de águas pluviais e vias públicas;
- Adequar à rede coletora, as estações elevatórias de esgoto e ampliar o índice de coleta;
- Implantar/adequar o sistema de tratamento de efluentes de esgoto;
- Fiscalizar o cumprimento de todas as leis, normativas e regulamentos em relação ao uso e ocupação do solo;
- Fiscalizar ligações clandestinas e a correlação do sistema de esgotamento sanitário com o sistema de drenagem e manejo de águas pluviais.

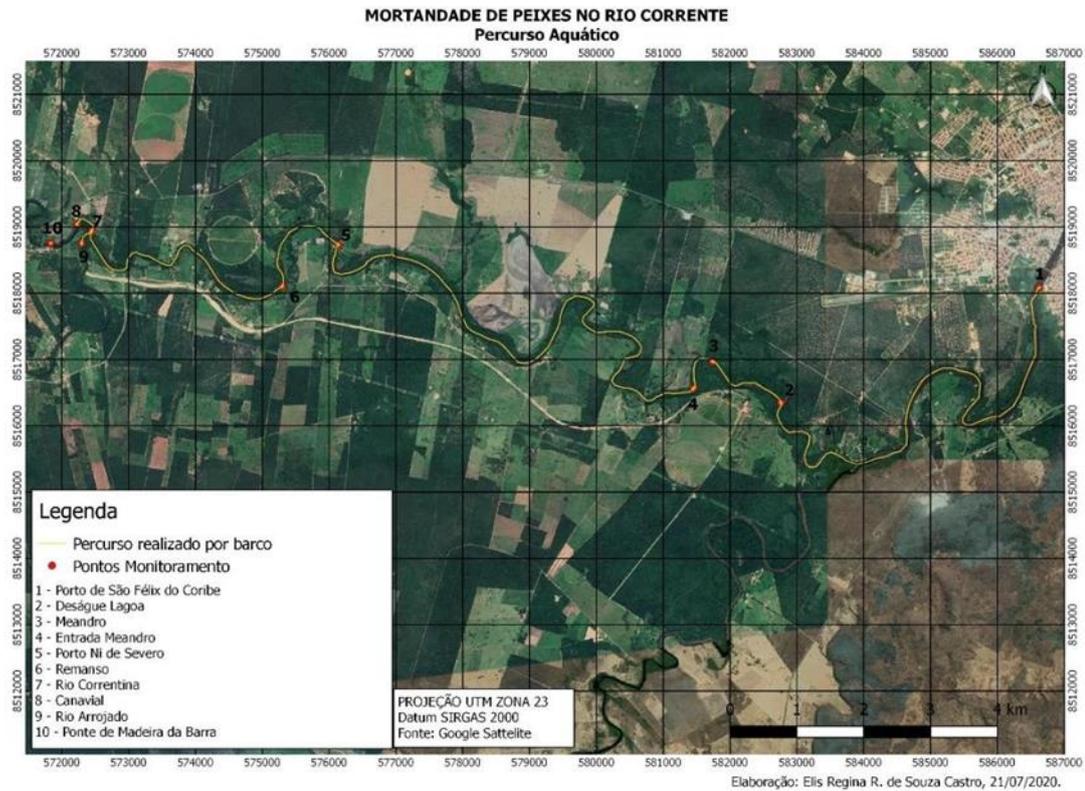
Ademais, dentre os instrumentos apresentados pelo Município, ressalta-se que foi criado, por meio da Lei Municipal nº 724/07 (Santa Maria da Vitória, 2007) um programa municipal de habitação visando suprir moradias para a população de baixa renda. Quanto as questões orçamentárias foram apresentados o PPA a LDO, LOA. Observou-se nesses instrumentos a alocação de recursos para melhoria da infraestrutura urbana e, destacando o PPA, para ações voltadas à implantação de aterro sanitário e do sistema de abastecimento de água e esgotamento sanitário.

Para obtenção de informações atuais acerca do estágio de implementação das ações no meio físico, das condições atuais de ocupação das margens no trecho do Rio Corrente e dos pontos de lançamento de poluição pontual e localização no mapa, foi realizado um trabalho em campo, cujos resultados serão apresentados no tópico Etapa 3.

#### **4.4 Etapa 3: Trabalho de Campo**

Na figura 14 observa-se o percurso realizado por uma das equipes de trabalho, da Prefeitura de Santa Maria da Vitória, que realizou o percurso aquático, em decorrência do evento de mortandade de peixes, para coleta de água nos pontos de amostragem definidos pela equipe, e na tabela 2 encontram-se alistados os pontos onde foram feitas coletas naquela ocasião para análise de qualidade da água.

Figura 14 - Percurso aquático realizado pela equipe técnica



Fonte: SAAE, 2020.

Tabela 2 - Pontos de coleta da água superficial para análise na Bacia do Rio Corrente

Nº	PONTO	COORDENADAS	MUNICÍPIO
01	Deságue Lagoa	13°25'10,21"S 44°14'7,64"W	Santa Maria da Vitória
02	Meando	13°24'49,48"S 44°14'41,94"W	Santa Maria da Vitória
03	Entrada do Meando	13°25'03,86"S 44°14'51,52"W	Santa Maria da Vitória
04	Porto Ni de Severo	13°23'53,16"S 44°17'48,38"W	Santa Maria da Vitória
05	Remanso	13°24'13,58"S 44°18'16,31"W	Jaborandi
06	Rio Correntina	13°23'44,50"S 44°19'50,45"W	Santa Maria da Vitória
07	Rio Arrojado	13°23'52,77"S 44°19'56,07"W	Jaborandi / Correntina
08	Ponte de Madeira da Barra / Comunidade Sumidouro	13°23'52,75"S 44°20'11,46"W	Santa Maria da Vitória / Correntina

Fonte: SAAE, 2020.

Por meio da figura 15 é possível visualizar cada um dos pontos indicados na tabela 2.

Figura 15 - Imagens dos pontos vistoriados no Rio Corrente pela equipe técnica que realizou o percurso aquático



Fonte: SAAE, 2020

Na tabela 3 encontram-se alistadas as informações de uso e ocupação do solo referentes aos pontos. As informações relativas a qualidade da água em cada um destes serão apresentadas no tópico 4.5.

Tabela 3 - Pontos vistoriados pela equipe do percurso aquático durante o evento de mortandade de peixes na Bacia do Rio Corrente

Nº	PONTO	INFORMAÇÕES / USO E OCUPAÇÃO
01	Deságue Lagoa	Monitoramento devido a suspeita de contaminação da água proveniente da lagoa marginal do rio Corrente. Vegetação marginal característica, sem alterações. Água virtualmente sem odor, mas pouco turva (Figura 15a).
02	Meando	Monitoramento devido ter encontrado peixes mortos na correnteza, visando verificar indícios de baixa qualidade da água. Água virtualmente sem odor. Vegetação com coloração característica. Jusante e próximo a Fazendas com atividade de agropecuária e de piscicultura (Figura 15b).
03	Entrada do Meando	Água virtualmente sem odor. Vegetação com coloração característica. Jusante do ponto de captação de água para pivô de irrigação no município de São Félix do Coribe. Jusante e próximo a Fazendas com atividade de agropecuária e de piscicultura (Figura 15c).
04	Porto Ni de Severo	Vegetação característica nas duas margens; ponto de banho com água transparente, virtualmente sem odor, animais com comportamento normal. Conforme informações, não foram avistados peixes mortos nesse ponto. Jusante do ponto de captação para o pivô da fazenda com cultura de mamão. (Figura 15d).
05	Remanso	Presença de remanso, com área de depósito sedimentar, margem com presença de capim, vegetação com coloração característica. Acúmulo de peixes mortos. (Figura 15e).
06	Rio Correntina	Margens bem preservadas, água virtualmente sem odor. Próximo ao encontro dos rios Correntina e Arrojado. Ambiente de corredeira. Ponto na Fazenda Sumidouro com atividade agropecuária e industrial (produção da cachaça). A montante, aproximadamente 400m, há trecho com 46m da APP degradada. Ponto a jusante da Comunidade Sumidouro, e da Barra do São José (Correntina). Nesse ponto, foi encontrado acúmulo de peixes mortos (Figura 15f).
07	Rio Arrojado	Não foram encontrados peixes mortos descendo nesse rio. Água virtualmente sem odor. Realização da amostragem devido denúncias que estaria ocorrendo pesca com dinamite. Como a finalidade da equipe era de tentar descobrir o ponto da mortandade, realizou a visita e a coleta da água. Margens preservadas (Figura 15g).
08	Ponte de Madeira da Barra / Comunidade Sumidouro	Localizado na Comunidade Sumidouro, margens pouco preservadas. Ambiente de corredeira, predominância de baixa profundidade, e água virtualmente sem odor. Ponto com remanso é utilizado como fonte de água pela Comunidade Sumidouro, onde grande parte da comunidade realiza a lavagem da roupa e da louça. Divisa com a Barra do São José, município de Correntina. A montante existem fazendas com atividades agropecuárias e de pisciculturas (Figura 15h).

Fonte: adaptado de SAAE, 2020.

Nas figuras 16 e 17 é possível observar o registro de inspeções anteriores realizadas pelo Inema, no ano 2017, referentes a alterações observadas na qualidade da água.

Figura 16 - Ponto de lançamento de esgoto da ETE de Santa Maria da Vitória na calha do Rio Corrente



Latitude 13; 23; 38.98  
Longitude 44; 11; 10.48

Fonte: Inema. Extraída do RFA nº 0788/2020-43223

Figura 17 - Presença de baronesa ao longo da margem do Rio Corrente, possível indicador de excesso de matéria orgânica na água

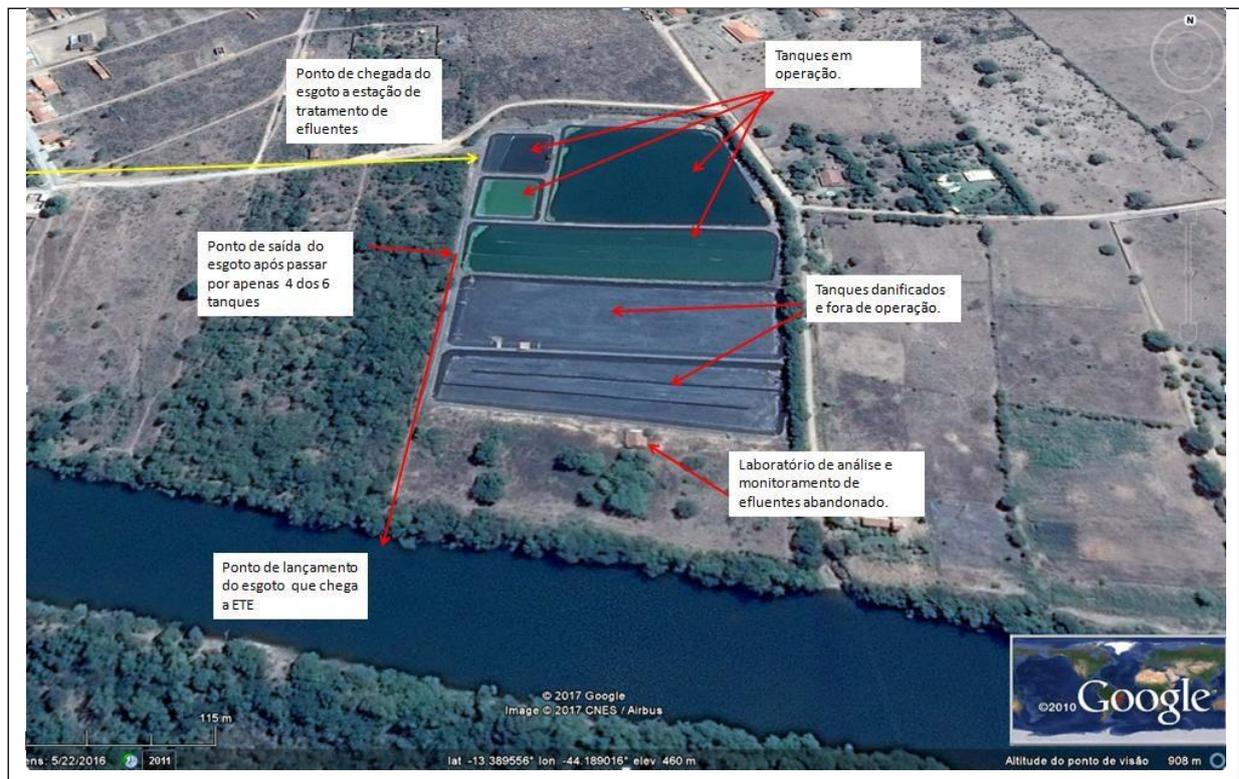


Latitude 13; 23; 38.30!  
Longitude 44; 11; 15.48!

Fonte: Inema. Extraída do RFA nº 0788/2020-43223

Observando outro RFA já desenvolvido na área de estudo, para o período de análise dos dados de qualidade da água neste trabalho (2016-2021), foi constatado, no ano 2017, o lançamento de esgoto, por parte do SAAE, sem o devido tratamento, conforme exemplificado na figura 18.

Figura 18 - Vista aérea esquemática da estação de tratamento de efluentes operada pelo SAAE e caminho do efluente desde a chegada na estação até seu lançamento no Rio Corrente (2017)



Fonte: Inema. Extraída do RFA nº 1497/2017-32646

O mau funcionamento da estação de tratamento de esgoto estava resultando no lançamento de esgoto doméstico, sem tratamento adequado, diretamente, no leito do Rio Corrente. Conforme figura acima, dos seis tanques de decantação/aeração presentes na ETE, quatro estavam em operação e dois danificados e fora de operação. Desta forma, após a passagem pelo quatro primeiros tanques, o esgoto estava sendo lançado diretamente para o rio, sem nenhum tipo de monitoramento ou análise. (Inema, 2017).

Por ocasião do trabalho de campo, realizado em setembro de 2021, foram observados os seguintes usos no trecho do Rio Corrente estudado: abastecimento público, navegação, recreação de contato primário e pesca. Quanto ao padrão de

uso e ocupação, nas duas margens foi verificada a existência de residências, empreendimentos hoteleiros, bares, restaurantes e, na margem esquerda, atividade de lava jato.

Foi visitado o ponto de captação de água para consumo humano, em Santa Maria da Vitória, conforme figura 19.

Figura 19 - Ponto de captação de água para consumo humano



No quadro 5 estão alistados os pontos de referências onde foram registradas observações feitas das áreas situadas na margem esquerda do Rio, a jusante do ponto de monitoramento (CRB-CRT-550), em seguida será apresentado o registro fotográfico e as coordenadas.

Quadro 5 - Observações em campo, na margem esquerda do Rio Corrente (setembro de 2021)

PONTO	OBSERVAÇÕES
A	Líquido percolado proveniente da decomposição de Resíduos Sólidos Urbanos
B	Esgoto, Resíduos Sólidos
C	Águas servidas em via pública
D	Presença de animais e fezes
E	Processos erosivos, sedimentação

No ponto A foi observada a presença de um container de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) na margem do Rio Corrente (figura 20). Do ponto de vista da qualidade da água, a localização deste equipamento não é adequada, visto que o chorume proveniente da decomposição dos resíduos é facilmente escoado para o corpo hídrico, além dos prejuízos advindos do transporte desses resíduos diretamente para o corpo hídrico em decorrência da ação eólica. Neste mesmo ponto também há contribuição de água proveniente da lavagem de veículos automotores.

Figura 20 - Imagens de container de resíduos sólidos urbanos e escoamento de líquido percolado na margem do rio



O ponto B (figura 21) pode ser considerado crítico devido as descargas de esgoto *in natura* e resíduos sólidos domiciliares e recicláveis. Neste ponto são reunidas contribuições de diversas unidades habitacionais cujos esgotos são lançados no canal em riacho efêmero (das Lajes) e direcionado para o Rio Corrente.

Figura 21 - Imagens de lançamento de esgoto doméstico e resíduos sólidos no corpo hídrico no ponto B



Percorrendo o canal nota-se claramente os pontos de lançamento de esgoto, plásticos e resíduos de podas, conforme observado na figura 22.

Figura 22 - Imagens de lançamento de esgoto doméstico e resíduos de poda no Riacho das Lajes



Seguindo o percurso do riacho efêmero foi possível notar em suas proximidades vazamento de poço de visita e águas servidas, oriundas de atividades domésticas, em vias públicas (figura 23).

Figura 23 - Imagens de vazamento de poço de visita e água servida em via pública



Observou-se também a presença de animais e fezes na margem do Rio Corrente (figura 24).

Figura 24 - Presença de animais na margem do Rio Corrente



No ponto seguinte (figura 25) foi notada a ocorrência de um intenso processo erosivo, que contribui para o carregamento de diversos tipos de resíduos para o leito do rio.

Figura 25 - Imagens de processo erosivo, transporte de sedimentos e presença de animais no ponto E



Ainda neste ponto, foi possível verificar o assoreamento no leito do rio decorrente do transporte de sedimentos, e a utilização da água para lazer de contato primário e lavagem de roupas, conforme figura 26. É importante destacar que esse trecho encontra-se a poucos metros a jusante do ponto B, onde há descarga de diferentes tipos de poluentes.

Figura 26 - Imagens referentes a utilização da água para lazer de contato primário e assoreamento no ponto E



#### 4.5 Etapa 4: Análise de Qualidade da Água

Neste tópico serão apresentados os resultados da análise dos dados secundários de qualidade da água, oriundos do Programa Monitora, considerando o período de 2016 a 2021, e o ponto de monitoramento central (CRB-CRT-550). As informações relativas aos períodos de coleta são apresentadas no quadro 6. Também serão apresentados os resultados de não conformidades encontradas no período da realização do trabalho técnico executado, por parte da Prefeitura de Santa Maria da Vitória, no ano 2020.

Quadro 6 - Campanhas de coleta (01/2016 a 08/2021)

ANO	CAMPANHA	DATA DE COLETA
2016	1	06/04/2016
	2	19/07/2016
	3	10/10/2016
	4	02/02/2017
2017	1	06/04/2017
	2	05/07/2017
	3	05/10/2017
	4	06/02/2018
2018	1	05/04/2018
	2	05/07/2018
	3	12/09/2018
	4	07/02/2019
2019	1	21/03/2019
	2	13/06/2019
	3	15/09/2019
	4	14/11/2019
2020	1	12/02/2020
	3	19/11/2020
2021	1	19/02/2021

Fonte: adaptado de Programa Monitora.

A segunda campanha do ano 2020 foi suspensa devido ao agravamento da situação epidemiológica do covid-19, o que inviabilizou a realização de longas viagens. Pela mesma razão, a terceira campanha só foi realizada no final do ano, totalizando, portanto, apenas duas campanhas. Para o ano 2021, até o momento da escrita do texto da etapa 4 deste trabalho, foram realizadas duas campanhas de coleta, entretanto, os dados da segunda campanha ainda não foram lançados no Sistema Estadual de Informações Ambientais - SEIA.

A partir dos parâmetros analisados no ponto estudado (CRT-CRB-550), são calculados o Índice de Estado Trófico (IET) e o Índice de Qualidade da Água (IQA). Por meio do IET é possível analisar a concentração de nutrientes no corpo hídrico.

O cálculo do IET contempla os parâmetros fósforo total e clorofila a e a partir da concentração de nutrientes é determinado o grau de trofia do corpo hídrico, cuja classificação e ponderação podem ser visualizados no quadro 7.

Quadro 7 - Classificação do IET

■ Ultraoligotrófico - $IET \leq 47$	■ Oligotrófico - $47 < IET \leq 52$	■ Mesotrófico - $52 < IET \leq 59$
■ Eutrófico - $59 < IET \leq 63$	■ Supereutrófico - $63 < IET \leq 67$	■ Hipereutrófico - $IET > 67$

Fonte: Monitoramento SEIA.

As principais características inerentes a cada uma das categorias do estado trófico foram sintetizadas por Alves (2021) no quadro 8.

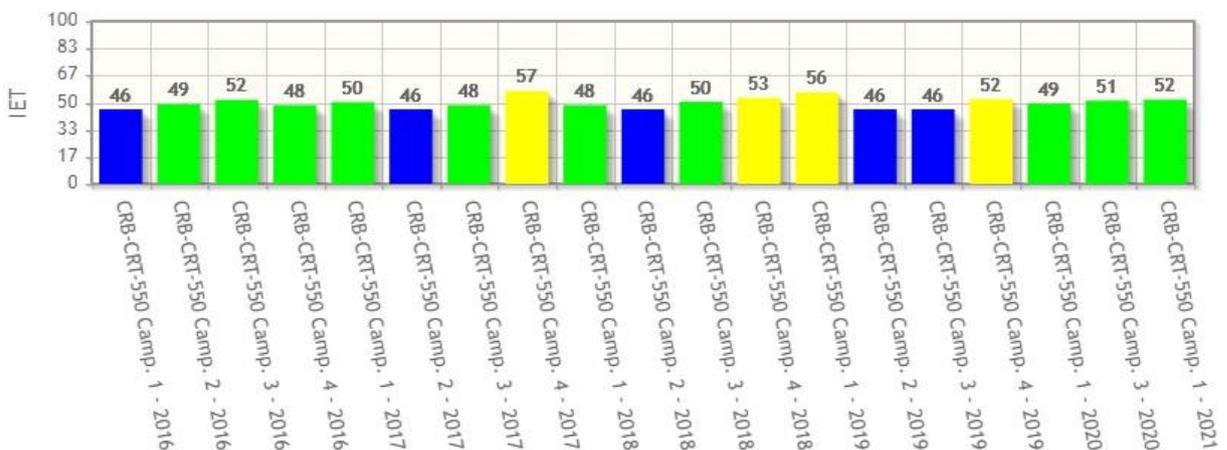
Quadro 8 - Categorias do estado trófico

Categoria	Concentração de nutrientes	Produtividade	Prejuízo aos usos múltiplos
Ultraoligotrófico	Insignificante	Muito baixa	Inexistente
Oligotrófico	Baixa	Baixa	Inexistente
Mesotrófico	Moderada	Intermediária	Possível
Eutrófico	Alta	Alta	Alto
Supereutrófico	Elevada	Elevada	Alto
Hipereutrófico	Máxima	Excessiva	Bastante alto

Fonte: adaptado de ANA (2017), Inema (2013), Lamparelli (2004), Lin et.al. (2020), Tundisi e Tundisi (2008). Apud Alves (2021).

Os resultados obtidos para o período estudado encontram-se apresentados na figura 27.

Figura 27 - Resultado do IET



Fonte: Monitoramento SEIA.

No quadro 9 encontram-se os resultados obtidos relativos aos dois parâmetros que compõem o IET no período estudado.

Quadro 9 - Resultados encontrados para o fósforo total e clorofila a

GRUPO	PARÂMETRO	CLASSE	UNIDADE	PADRÃO LEGAL	ANO	CAMPANHA	CRB-CRT-550
Biológicos	Clorofila a	2 - Água Doce	µg/L	Máximo 30	2016	1	<0,40
						2	0,65
						3	1,19
						4	0,71
					2017	1	1,09
						2	<0,40
						3	0,71
						4	1,13
					2018	1	0,71
						2	<0,40
						3	0,6
						4	2,02
					2019	1	1,81
						2	<0,40
						3	<0,40
						4	1,69
					2020	1	0,71
						3	1,36
					2021	1	1,25
					Químicos	P Total	2 - Água Doce
2	0,03						
3	0,03						
4	<0,02						
2017	1	0,02					
	2	0,02					
	3	<0,02					
	4	0,27					
2018	1	<0,02					
	2	<0,02					
	3	0,06					
	4	0,02					
2019	1	0,09					
	2	<0,02					
	3	<0,02					
	4	<0,02					
2020	1	0,03					
	3	<0,02					
2021	1	0,03					

Fonte: adaptado de Programa Monitora.

Destaque-se que, na maior parte do tempo, a qualidade da água, no ponto estudado (CRT-CRB-550), foi classificada como oligotrófica, a qual é caracterizada pela baixa concentração de nutrientes e inexistência de prejuízo aos usos múltiplos. Em quatro

das campanhas realizadas, a água foi classificada como mesotrófica, com concentração moderada de nutrientes e possível prejuízo aos usos múltiplos. Ao observar as datas de realização das campanhas (quadro 05) e as médias mensais históricas de chuva (quadro 02), constata-se que todas as quatro campanhas ocorreram em período chuvoso, indicando possível aumento da poluição difusa no corpo hídrico.

Observa-se, no quadro acima que em todo o tempo de análise a clorofila se manteve dentro dos padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/05 (BRASIL, 2005). Quanto ao fósforo total, a violação ocorreu na quarta campanha do ano 2017, a qual foi realizada durante o período chuvoso. Entretanto, a não conformidade no parâmetro em questão já ocorria no ponto de monitoramento a montante e se estendeu para o ponto a jusante da área de estudo, conforme observa-se no quadro 10.

Quadro 10 - Resultados encontrados para P total na quarta campanha do ano 2017

PARÂMETRO	CLASSE	UNIDADE	PADRÃO LEGAL	CRB-CRT-550	CRB-CRT-500	CRB-CRT-700
P Total	2 - Doce	mg/L	Máximo 0.10000	0,27	0,18	0,26

Fonte: adaptado de Programa Monitora.

A não conformidade possivelmente estava associada ao aumento da poluição difusa em diferentes pontos da bacia. O fósforo é liberado a partir de formas naturais e antrópicas. Considerando as características da bacia apresentadas nas etapas anteriores deste trabalho, os fatores de origem humana que presumivelmente estiveram presentes de forma mais acentuada foram: as escorrências de terras agrícolas fertilizadas e o aumento da concentração de águas residuárias não tratadas, sobretudo na área urbana estudada (CRB-CRT-550) onde a concentração de fósforo (P) foi ainda maior do que nos resultados obtidos nos pontos a montante e jusante.

Embora o fósforo seja um macronutriente essencial para as plantas e animais, o aumento da sua concentração nas águas superficiais pode ocasionar problemas, sendo o principal deles a eutrofização, que contribui para o aparecimento de cianotoxinas que constituem riscos para a saúde pública (EMÍDIO, 2012), além do desequilíbrio do ecossistema aquático.

Na quarta campanha do ano 2017, em que a concentração de fósforo total encontrado foi superior a padronização legal, houve também a alteração no IET. Conforme apresentado na figura 27, nas campanhas 1, 2 e 3 do referido ano a classificação encontrada foi oligotrófico, ultraoligotrófico e oligotrófico, respectivamente, as quais não se caracterizam por apresentar prejuízo aos usos múltiplos, conforme quadro 07. Entretanto, na quarta campanha de 2017 a classificação obtida foi mesotrófico, a qual apresenta possível prejuízo aos usos múltiplos.

O Índice de Qualidade da Água (IQA) foi desenvolvido no intuito de avaliar a qualidade da água bruta, visando o abastecimento público, após tratamento. Os parâmetros indicados no IQA são, em sua maioria, indicadores de contaminação oriunda de lançamento de esgotos domésticos. (ANA).

O cálculo do IQA contempla nove parâmetros: oxigênio dissolvido, coliformes termotolerantes, potencial hidrogeniônico - ph, demanda bioquímica de oxigênio – dbó, temperatura, nitrogênio total, fósforo total, turbidez e resíduo total. Os resultados, para a área de estudo, são classificados da seguinte forma:

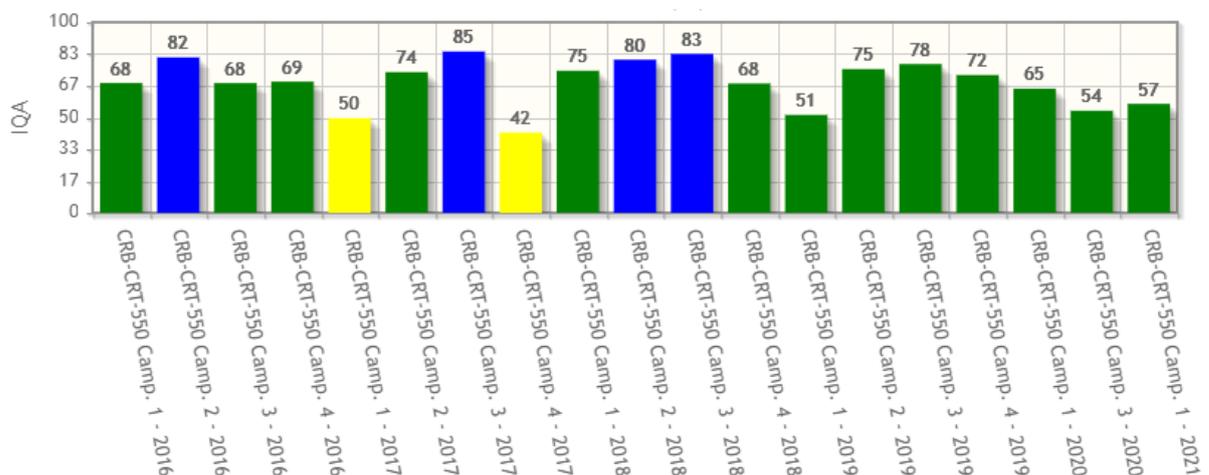
Quadro 11 - Classificação do IQA

Ótima - $79 < IQA \leq 100$	Boa - $51 < IQA \leq 79$	Regular - $36 < IQA \leq 51$	Ruim - $19 < IQA \leq 36$	Péssima - $IQA \leq 19$
-----------------------------	--------------------------	------------------------------	---------------------------	-------------------------

Fonte: Monitoramento SEIA.

Os resultados obtidos encontram-se apresentados na figura 28 a seguir:

Figura 28 - Resultado do IQA



Fonte: Monitoramento SEIA.

Verifica-se que na maior parte do tempo a qualidade da água foi considerada boa, em quatro campanhas foi considerada ótima e em duas campanhas considerada regular, sendo uma destas coincidentes com a violação do parâmetro fósforo (quarta campanha do ano 2017) em que a classificação pelo IET foi mesotrófico.

Com relação aos parâmetros que integram o IQA, são apresentados no quadro 12 os padrões legais estabelecidos e o peso de cada um no cálculo do referido índice.

Quadro 12 - Padrões legais dos parâmetros de qualidade da água do IQA

GRUPO	PARÂMETRO	PESO (W)	CLASSE	UNIDADE	PADRÃO LEGAL
Químicos	OD	0,17	2	mg/L	Mínimo 5
	PH	0,12		s/ unid	Entre 6 - 9
	N Total	0,1		mg/L	NE
	P Total	0,1		mg/L	Máximo 0.10000
	DBO	0,1		mg/L	Máximo 5
Físicos	Temperatura	0,1		°C	NE
	Turbidez	0,08		NTU	Máximo 100
	Sólidos Totais	0,08		mg/L	NE
Biológicos	Coliformes Termotolerantes	0,15		NMP/100mL	NE

Fonte: adaptado de monitoramento SEIA e ANA, com base em CONAMA (2005).

Nas figuras a seguir (29 a 37) estão representados os resultados encontrados para cada parâmetro do IQA relativos ao período de estudo.

Figura 29 - Resultados encontrados para o parâmetro OD



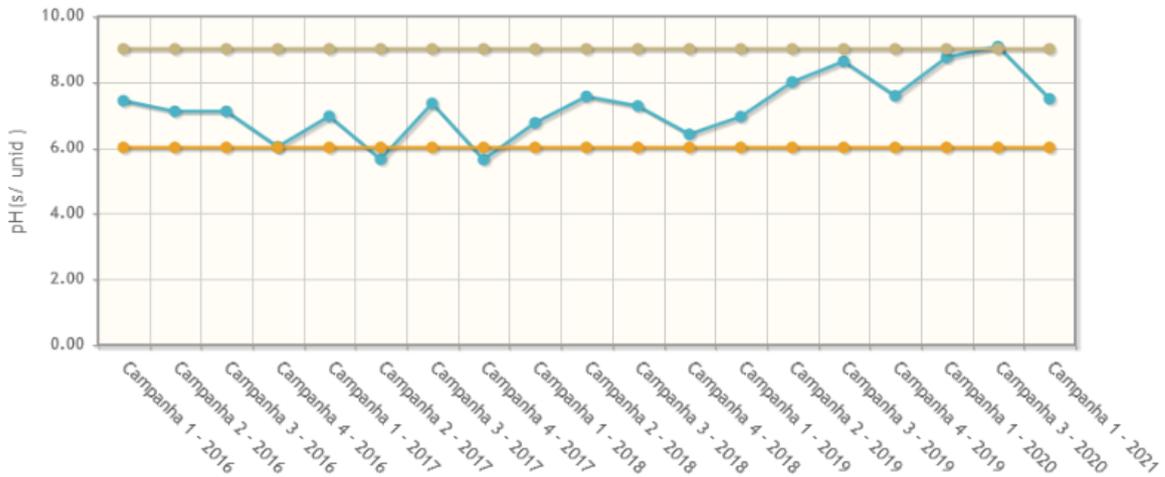
Fonte: Monitoramento SEIA.

Figura 30 - Resultados encontrados para o parâmetro coliformes termotolerantes



Fonte: Monitoramento SEIA.

Figura 31 - Resultados encontrados para o parâmetro pH



Fonte: Monitoramento SEIA.

Figura 32 - Resultados encontrados para o parâmetro DBO



Fonte: Monitoramento SEIA.

Figura 33 - Resultados encontrados para o parâmetro temperatura



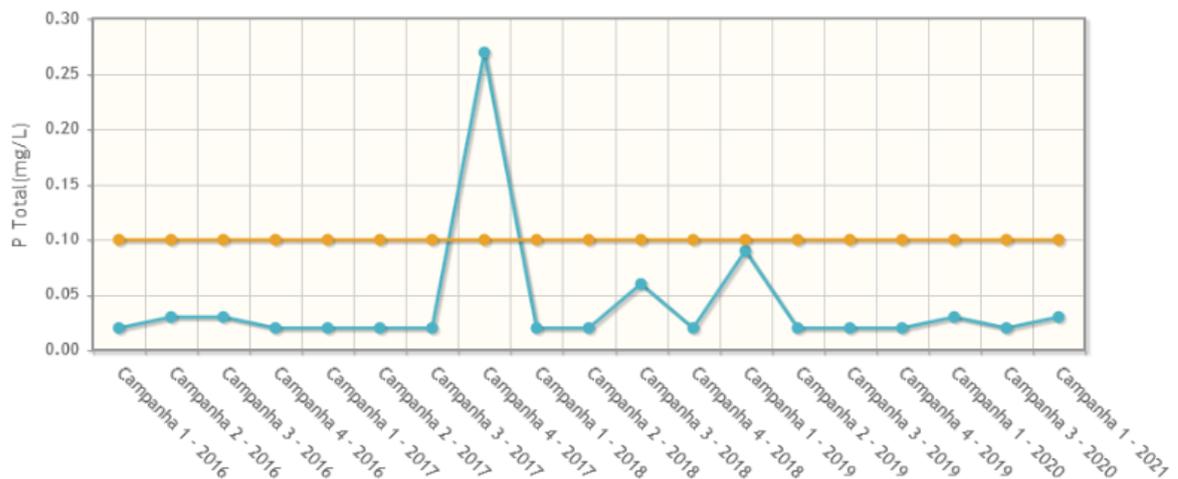
Fonte: Monitoramento SEIA.

Figura 34 - Resultados encontrados para o parâmetro N total



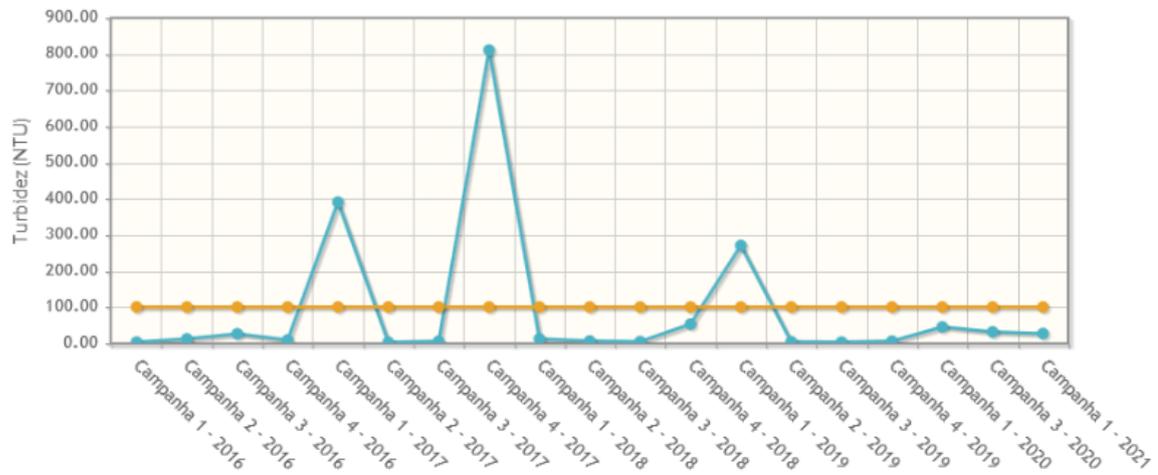
Fonte: Monitoramento SEIA.

Figura 35: Resultados encontrados para o parâmetro P total



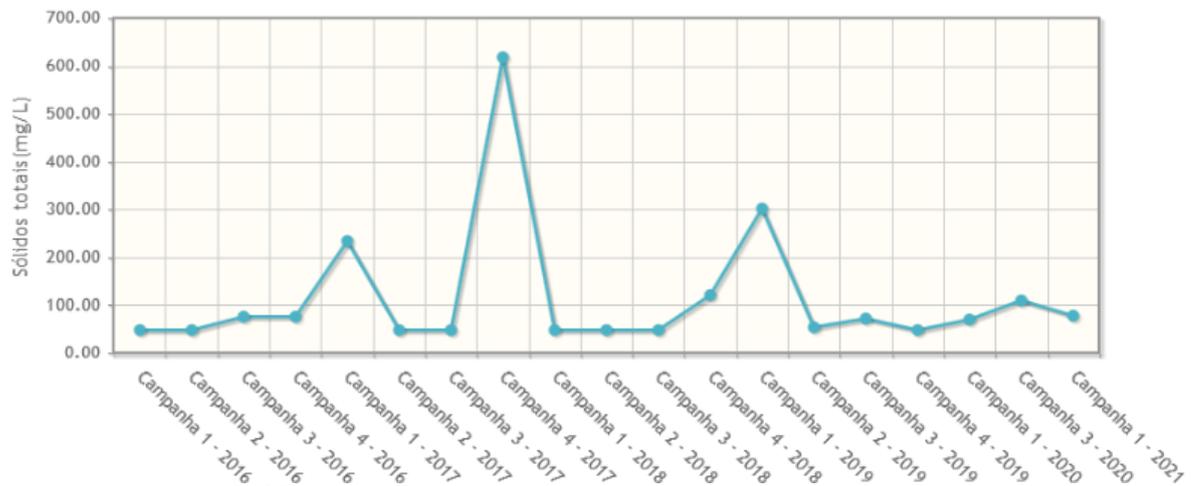
Fonte: Monitoramento SEIA.

Figura 36 - Resultados encontrados para o parâmetro turbidez



Fonte: Monitoramento SEIA.

Figura 37 - Resultados encontrados para o parâmetro sólidos totais



Fonte: Monitoramento SEIA.

Todas as não conformidades observadas no ponto e período estudado estão apresentadas no quadro 13.

Quadro 13 - Violações ao padrão legal na área de estudo (CRB-CRT-550) e comparação com os pontos monitorados a montante e jusante

PARÂMETROS	CLASSE	UNIDADE	PADRÃO LEGAL	CAMPANHA	CRB-CRT 550	CRB-CRT 500	CRB-CRT-700
Turbidez	2	NTU	Máximo 100	1 - 2017	390	36	260
pH		s/ unid	Entre 6 - 9	2 - 2017	5,64	5,75	5,71
Turbidez		NTU	Máximo 100	4 - 2017	810	99	1100
pH		s/ unid	Entre 6 - 9	4 - 2017	5,63	5,33	5,06
P Total		mg/L	Máximo 0.10000	4 - 2017	0,27	0,18	0,26
Turbidez		NTU	Máximo 100	1 - 2019	270	48	910
pH		s/ unid	Entre 6 - 9	3 - 2020	9,07	9,02	8,9

Fonte: adaptado de monitoramento SEIA.

Além da violação do parâmetro fósforo total em uma das campanhas, já mencionada anteriormente, houve também não conformidades no pH e turbidez em três das dezenove campanhas observadas. Quanto à turbidez nota-se que a não conformidade não era observada no ponto a montante, mas foi detectada na área de estudo e se estendeu para o ponto a jusante.

A medição da turbidez é utilizada para avaliar a transparência da água e determina a intensidade da luz que penetra no corpo hídrico superficial, onde os produtores primários geram a matéria orgânica a partir da fotossíntese. Está relacionada com a quantidade de material em suspensão. (BAUMGARTEN e POZZA, 2021). A campanha em que se observou o maior distanciamento do padrão legal para o parâmetro em questão coincide com a detecção de violação para o fósforo total, possibilitando associar ao aumento da poluição difusa, em decorrência de enxurradas.

Com relação ao pH, em duas campanhas o valor encontrado esteve abaixo do padrão legal. O pH alcalino é responsável pelo maior percentual de amônia não-ionizada presente na água, composto conhecido pela alta toxicidade. Já em uma das campanhas o pH encontrado foi 9,07, portanto, acima do valor de referência. A acidez no meio aquático é causada principalmente pela presença de CO<sub>2</sub> (forma ácido carbônico), ácidos minerais e sais hidrolizados. Quando um ácido reage com a água, ocorre a liberação do íon hidrogênio, acidificando o meio. A faixa que não é letal aos peixes é entre 5 e 9 (BAUMGARTEN e POZZA, 2021).

Quanto ao trabalho realizado em 2020, pela equipe técnica do município de Santa Maria da Vitória, ressalta-se que o cloro residual livre foi encontrado fora do padrão de normalidade pela Resolução CONAMA 357/05 (BRASIL, 2005) em todos os pontos coletados (tabela 4). A análise microbiológica mostrou a presença de coliformes termotolerantes em todos os pontos monitorados, resultado comumente encontrado em águas superficiais.

A montante do ponto 6, local onde foram encontrados os peixes mortos acumulados, encontra-se, distando aproximadamente 850m, o Ponto 8 – Ponte da Madeira Comunidade Sumidouro (figura 41), foram quantificados sete tipos de inseticidas, organofosforados e organoclorados. Estes últimos foram banidos de vários países em 1970 e do Brasil em 2009. Um deles, o DDE, produto da degradação do DDT (a

partir de quatro anos após seu uso) e ainda mais persistente no seu no ambiente do que o seu precursor, apresentou concentração nesse ponto de 0,051µg/L, o que representa 25 vezes mais do que o limite permitido pela legislação brasileira (BRASIL, 2005).

Outros pesticidas, também acima do limite legislado foram encontrados, a exemplo do o Endossulfan (0,084µg/L). Neste mesmo ponto, foram quantificados também, em menores quantidades, outras substâncias tóxicas, como Diazinon (0,046µg/L), Dissulfoton (0,052µg/L), Bifentrina (0,066µg/L), Permetrina (0,065µg/L).

Dessa forma, pode-se entender esses resultados, como influenciando a qualidade da água no ponto 6 onde ocorreu a mortandade de peixes. Apesar disso no próprio ponto 6 – Rio Correntina e ponto 7 – Rio Arrojado, muito próximo dele, foram apenas detectados alguns destes pesticidas, mas não em concentração que pudesse ser quantificada. O mesmo ocorreu em pontos mais distantes, como nos ponto 4 – Ponte Ni de Severo e 5 – Remanso/Jaborandi.

Entre os pesticidas encontrados a maioria são organofosforados (Dimetoato, Diazinon, Disulfoton e Fention), outros são do tipo piretróides (Bifentrina e Permetrina), encontrando-se ainda pesticidas organoclorados, como Endossulfan e DDE, apesar da proibição do seu uso no país. Os inseticidas do grupo dos organofosforados se caracterizam por apresentar átomos de carbono e fósforo em sua estrutura, oferecem como vantagem a fácil degradação, mas tais compostos impedem a transmissão de impulsos nervosos nos animais, devido a sua alta toxicidade que causa inibição da enzima colinesterase (gerando acúmulo de acetilcolina nas fibras nervosas) e geram danos aos organismos, como convulsões, parada respiratória e coma (SANCHES et al., 2003).

Os piretróides, muito utilizados em inseticidas caseiros, são menos tóxicos do que os outros tipos, mas também podem ser nocivos para pessoas e animais não-alvos, como as abelhas. Quanto aos organoclorados, muito tóxicos, permanecem ativos no meio ambiente por grandes períodos após seu uso, são compostos que devido a grande estabilidade física e química, são resistentes à hidrólise, mas sofrem reações fotoquímicas, formando derivados produtos de sua degradação (como no caso do DDE) com estabilidade e toxicidade similares ou maiores do que os compostos de origem.

Ademais, os organoclorados persistem por longo tempo no meio ambiente, causando danos as pessoas e ao ambiente, por sua elevada toxicidade e bioacumulação. Se acumulam no tecido adiposo dos seres vivos, por possuírem alta afinidade por lipídios e serem lipossolúveis, possibilitando a ocorrência da bioacumulação e biomagnificação no meio ambiente. (SAAE, 2020). A persistência dos organoclorados no meio ambiente prejudica principalmente a reprodução da fauna aquática e das aves, afetando a cadeia alimentar inteira, inclusive o ser humano. (FLORES, *et. al.* 2004).

## 5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Na primeira etapa - Uso do Solo na Bacia do Rio Corrente - foi possível notar, pelo aumento das áreas, a intensificação da atividade agrícola. Embora a agricultura seja a “vocação” econ mica da região,   importante atentar para o modo como a atividade vem se desenvolvendo e os cuidados que se fazem necessários.

Conforme apresentado, em opera es de fiscaliza o realizadas na bacia diversos problemas associados ao referido uso do solo foram encontrados em diversos empreendimentos, sendo alguns destes relacionados diretamente   qualidade da água, tais como: supressão irregular de vegeta o nativa e polui o dos corpos hídricos por uso de agrotóxicos e esgoto doméstico.

  importante destacar que a cobertura vegetal exerce um papel importante no controle de processos erosivos. A ausência da vegeta o contribui para o transporte de sedimentos para o corpo hídrico e, conseqüentemente, a eleva o da turbidez, conforme observado no período de estudo (figura 36 e quadro 13). Nas fotos 38 e 39 observa-se dois pontos na bacia, sendo a segunda foto (figura 39) na área urbana estudada, mostrando que a área de preserva o permanente está desprovida da mata ciliar.

Figura 38 - Mata ciliar degradada no encontro do Rio Corrente (acima) com o São Francisco



Figura 39 - Substituição da mata ciliar do Rio Corrente por área urbana nas cidades de Santa Maria da Vitória e São Félix do Coribe



Fonte: BAHIA, 2019

A existência da área urbana consolidada demanda de maior atenção, principalmente com relação aos riscos de contaminação do corpo hídrico resultante das atividades humanas.

Na segunda etapa do trabalho – que consistiu na análise dos instrumentos da política urbana existentes nos dois municípios estudados, foram observados nos diagnósticos já realizados três preocupações centrais que exercem impacto negativo sobre a qualidade das águas, a saber: esgotos, resíduos sólidos e agrotóxicos.

Quanto ao município de São Félix do Coribe, se faz necessário elaborar e implementar urgentemente a disciplina do parcelamento, do uso e da ocupação do solo e o zoneamento. Esses instrumentos serão extremamente úteis, dentre outros aspectos, para a tomada de decisões referentes ao licenciamento ambiental, a emissão de anuências de uso e ocupação do solo para fins de regularização ambiental, além de evitar a instalação e operação de atividades e empreendimentos em espaços inadequados, do ponto de vista ambiental.

É importante destacar que o ordenamento do território vai muito além das questões morfológicas. É preciso considerar que o espaço urbano é produzido por agentes sociais que utilizam diversas práticas, dentre elas: a densificação do uso do solo e a

deterioração de certas áreas. Deste modo, ressalta-se o papel importante da administração pública de elaborar e implementar os instrumentos da política urbana, em conformidade com a legislação vigente, equipe técnica especializada e efetiva participação social, visando conter o desequilíbrio na divisão do espaço territorial e seu uso. (CÔRREA, 2000; SCALOPPE, 2019).

Outro aspecto importante e necessário é a fiscalização sistematizada visando extinguir as fontes de poluição pontual já existentes no trecho da margem do rio compreendido entre a ponte de veículos e a Praça do Forró, que coincide com a Passarela Luis Felipe Souza Leão. Esse trabalho deve ser acompanhado de ações de educação ambiental direcionadas especificamente as pessoas que residem e/ou exercem atividades comerciais no referido trecho.

O município de Santa Maria da Vitória possui maior população e uma quantidade maior de instrumentos da política urbana. Entretanto foi possível perceber a dificuldade de implementação destes. Visando a proteção do corpo hídrico estudado, é essencial a realização de um trabalho conjunto, de fiscalização e educação ambiental, entre os setores de meio ambiente, urbanismo e o SAAE para eliminação das fontes de poluição nos pontos A, B, C, D e E comentados anteriormente (item 4.4).

Ainda no mesmo contexto, é importante que as residências situadas onde existe a cobertura da rede de esgoto estejam devidamente ligadas a rede e que o poder executivo desenvolva um trabalho visando a eliminação das águas servidas em via pública, onde não há rede coletora de esgotos, neste caso pela adoção de outra solução de engenharia, por exemplo o uso de fossa séptica e sumidouro, visando a disposição final ambientalmente adequada.

No item 4.3 foi mencionado que por ocasião da elaboração do PMSB (2018/2019), o município estava em processo de obtenção de outorga junto ao INEMA para lançamento de efluente tratado no corpo receptor. No trabalho de campo realizado que consistiu também em visita ao SAAE foi verificado que, até o momento da escrita deste trabalho (setembro/2021), ainda não há licença de operação da ETE e outorga de lançamento para o Sistema de Esgotamento Sanitário - SES na sede urbana de Santa Maria da Vitória.

É urgente a resolução da situação acima descrita, haja vista o lançamento de esgotos e demais resíduos líquidos, tratados ou não, com o fim de sua diluição, transporte ou disposição final, em corpos de água, está sujeito a outorga de direito de uso de recursos hídricos, conforme estabelecido pela PNRH – Lei 9433/97 (BRASIL, 1997).

Atualmente, o tratamento primário do esgoto em Santa Maria da Vitória é realizado por meio de lagoas anaeróbicas seguido de lagoas facultativas e de maturação em série. O emissário final funciona por gravidade e foi pré dimensionado para a vazão máxima da segunda etapa, tubulação de concreto DN 500 e extensão aproximada de 350m.

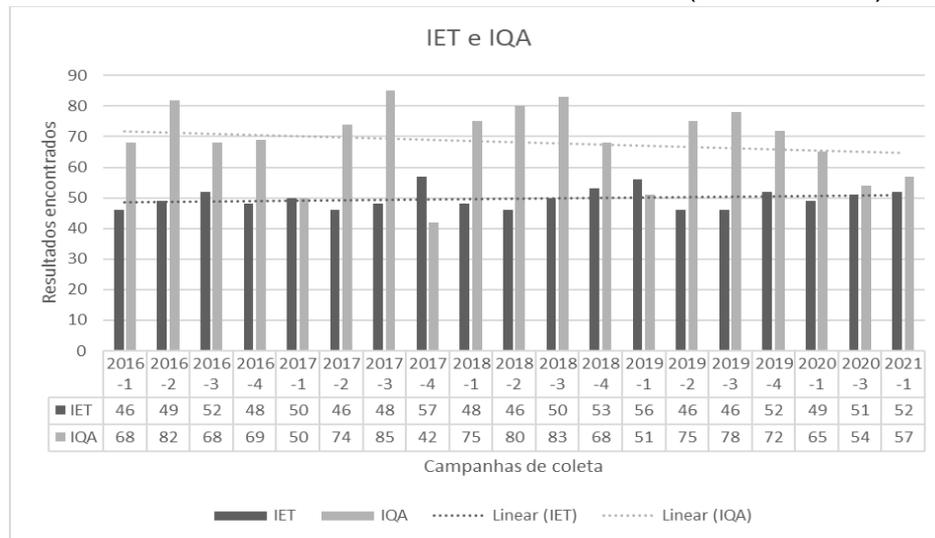
Conforme mapa de faturamento fornecido pelo SAAE de Santa Maria Vitória, do total de usuários dos serviços do SAAE, 20,88% são atendidos com o esgotamento sanitário. Quanto a qualidade do efluente tratado, segundo interpretação constante no laudo apresentado pela autarquia mencionada, referente a coleta realizada em 09/07/2020, os resultados dos parâmetros atendem aos padrões especificados pela Resolução Conama 430/11 (BRASIL, 2011).

Os parâmetros contemplados no laudo *supracitado* são: arsênio total, bário total, boro total, cádmio total, chumbo total, cobre dissolvido, estanho total, ferro dissolvido, manganês dissolvido, mercúrio total, níquel total, prata total, selênio total, zinco total, DBO, DQO, fenóis, fluoreto, nitrogênio amoniacal, óleos e graxas totais, óleos minerais, óleos vegetais e gorduras animais, sódios sedimentares e sulfeto.

Outro ponto a ser destacado, além da necessidade do trabalho de fiscalização ambiental visando a observação da execução de atividades existentes na área consolidada, é o papel importante do poder público em coibir novas ocupações na APP e, na margem esquerda do Rio, nas ARO definidas no zoneamento.

Quanto aos dados de qualidade da água observados, a distribuição temporal do IET e IQA, bem como as tendências, encontram-se graficamente representados na figura 40.

Figura 40 – Apresentação dos índices de qualidade da água IQA e IET e linhas de tendência linear. Rio Corrente – Bahia (2016 – 2021)



Para os dados representados, referentes as dezenove campanhas observadas, o desvio padrão do IET foi 3,2, a média 50 e a mediana 49. Portanto, com relação ao nível de trofia, na maior parte do tempo, os valores encontrados se enquadram no intervalo que classifica o rio como oligotrófico, ou seja, corpo de água limpo, com baixa produtividade, sem interferências indesejáveis sobre os usos da água, decorrentes da presença de nutrientes. (LAMPARELLI, 2004).

Desta forma, entende-se que apesar da existência de diferentes fontes de poluição no corpo hídrico, a eutrofização não é uma das grandes preocupações no período analisado (2016 a 2021), fato que possivelmente está associado a vazão expressiva e, conseqüentemente, grande capacidade de diluição das emissões que ocorrem no corpo hídrico.

Com relação ao IQA, o desvio padrão foi 12, a média 68 e mediana 69. Portanto, com relação a qualidade da água, na maior parte do tempo, os valores encontrados se enquadram no intervalo que classifica a água do rio como boa, ou seja, possivelmente apropriada para consumo humano após tratamento convencional. Entretanto, observa-se uma redução linear nos valores do IQA ao longo do tempo.

Dos parâmetros observados foi constatado, conforme apresentado no tópico anterior, a violação do P total em uma das 19 campanhas, pH e turbidez em 3 campanhas. Ademais, nas amostras de água coletadas no ano 2020, por ocasião da realização do estudo técnico que objetivou a investigação de causas da mortalidade

de peixes, foram identificadas a presença de substâncias de alta toxicidade para a fauna existente.

No estudo mencionado foi sugerido que a mortalidade de peixes possivelmente foi decorrente das espécies, principalmente da *Astyanax intermedius*, com substâncias tóxicas e/ou com misturas dos diversos pesticidas encontrados no rio Correntina. Essa situação reforça a necessidade de monitoramento mais amplo, além de parâmetros que respondem apenas ao IQA e IET, e fiscalização ambiental, além de assistência técnica para os pequenos produtores.

Portanto, a partir da aplicação da proposta metodológica na área de estudo, foi elaborado o quadro 13 onde encontram-se sintetizados os principais problemas encontrados, as possíveis soluções e os responsáveis institucionais para elas e pelo desenvolvimento das ações mitigatórias.

Quadro 14 - Problemas identificados na área de estudo, possíveis soluções e responsáveis

PROBLEMAS	POSSÍVEIS SOLUÇÕES	RESPONSÁVEIS PELAS SOLUÇÕES
Ausência de disciplina do parcelamento, do uso e ocupação do solo no Município de São Félix do Coribe	Realização de estudos urbanísticos e criação da legislação municipal da disciplina do parcelamento, uso e ocupação do solo	Poder executivo de São Félix do Coribe
Lançamento de esgoto no corpo hídrico sem outorga	Sanar as pendências documentais existentes junto ao Inema para obtenção da outorga	SAAE de Santa Maria da Vitória
Funcionamento da ETE sem licença de operação	Sanar as pendências documentais existentes junto ao Inema para obtenção da licença ambiental de operação	SAAE de Santa Maria da Vitória
Presença de animais de grande porte na APP de margem do Rio	Fiscalização ambiental regular e ações educação ambiental	Poder executivo de São Félix do Coribe e de Santa Maria da Vitória (pasta de meio ambiente), Inema, IBAMA
Possível contaminação por agrotóxicos	Fiscalização e monitoramento ambiental	Poder executivo de São Félix do Coribe e de Santa Maria da Vitória (pasta de meio ambiente), Inema, IBAMA
Lançamento de cargas poluidoras urbanas no corpo hídrico	Fiscalização, educação ambiental	Poder executivo de São Félix do Coribe e de Santa Maria da Vitória
Acondicionamento de resíduos sólidos em container na margem esquerda do Rio Corrente e líquido percolado na margem do Rio	Remover o equipamento e instalar em local adequado	Poder executivo de Santa Maria da Vitória
Lavagem de carros (lava jato) na margem esquerda do Rio Corrente	Educação ambiental, fiscalização, operar a atividade em outro local	Poder executivo de Santa Maria da Vitória (pastas: meio ambiente, assistência social), Inema
Águas servidas em vias públicas provenientes de atividades domésticas, lançamento de esgotos direto no Rio e ocorrência de processo erosivo (transporte de sedimentos)	Fiscalização, educação ambiental, criar estrutura gerencial para implementação do PMSB, o qual contempla a drenagem urbana	Poder executivo de São Félix do Coribe e de Santa Maria da Vitória (pasta de meio ambiente), SAAE de Santa Maria da Vitória, Inema, IBAMA
Ausência de monitoramento da qualidade da água a jusante do ponto E	Inserir ponto de coleta na rede de monitoramento	Inema
Presença de substâncias tóxicas no Rio	Fiscalização e monitoramento ambiental, assistência técnica rural para pequenos produtores	Poder executivo estadual e federal

Os pontos referidos neste trabalho, incluindo aqueles onde há necessidade de intervenção urgente devido ao lançamento de poluentes no corpo hídrico, encontram-se descritos no quadro 15 e representados nas figuras 41 e 42.

Quadro 15 - Pontos, descrição e coordenadas, contemplados no trabalho

PONTOS	DESCRIÇÃO	COORDENADAS
1	Cloro residual livre fora do padrão de normalidade, presença de coliformes termotolerantes	13°25'10,21"S 44°14'7,64"W
2	Cloro residual livre fora do padrão de normalidade, presença de coliformes termotolerantes	13°24'49,48"S 44°14'41,94"W
3	Cloro residual livre fora do padrão de normalidade, presença de coliformes termotolerantes	13°25'03,86"S 44°14'51,52"W
4	Cloro residual livre fora do padrão de normalidade, presença de coliformes termotolerantes, presença de substâncias tóxicas	13°23'53,16"S 44°17'48,38"W
5	Cloro residual livre fora do padrão de normalidade, presença de coliformes termotolerantes	13°24'13,58"S 44°18'16,31"W
6	Cloro residual livre fora do padrão de normalidade, presença de coliformes termotolerantes, presença de substâncias tóxicas	13°23'44,50"S 44°19'50,45"W
7	Cloro residual livre fora dos padrão de normalidade, presença de coliformes termotolerantes, DDE, apresentou resultado de 0,051µg/L (muito maior do que o permitido) e o Endossulfan II, de 0,084µg/L.	13°23'52,77"S 44°19'56,07"W
8	Cloro residual livre fora dos padrão de normalidade, presença de coliformes termotolerantes, presença de substâncias tóxicas	13°23'52,75"S 44°20'11,46"W
9	Lançamento de Esgoto da ETE de Santa Maria da Vitória na Calha do Rio Corrente	13°23'38,98"S 44°11'10,48"W
10	Presença de baronesa ao longo da margem do Rio Corrente	13°23'38,30"S 44°11'15,48"W
A	Presença de container de RSU e líquido percolado	13,396977S 44,197130W
B	Esgoto, Resíduos Sólidos Urbanos	13,395821S 44,196590W
C	Águas servidas em via pública provenientes de atividades domésticas	13,394044S 44,199962W
D	Identificação de presença de animais e fezes	13,395028S 44,196157W
E	Processo erosivo, assoreamento	13,393466S 44,191216W
F	Captação de água para consumo humano	13,407940S 44,201029W
G	Estação fluviométrica e pluviométrica	13,398442S 44,197700W
H	Estação elevatória de esgoto nº 02	13,398397S 44,198070W
I	Ponto de monitoramento de qualidade da água (Monitoramento SEIA)	13°24'6"S 44°11'55"W

Figura 41 - Distribuição espacial dos pontos alistados no quadro 14



Figura 42 - Pontos situados na sede urbana



A seguir encontram-se alistados os parâmetros de grande relevância que estão sendo monitorados (em verde), cujos resultados são apresentados no sistema de informação sobre recursos hídricos e outros que não são monitorados (em vermelho).

Quadro 16 - Parâmetros relevantes para a área de estudo

ATIVIDADES	PARÂMETROS				
Agricultura / Comércio e Serviços	Cd	As	Cr	Cu	Hg
	Ni	Pb	Zn	N	P
	DBO	Turbidez	S. suspensos	pH	OD

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso sustentável dos recursos naturais é um elemento essencial no planejamento urbano. Considerando que existem diversas demandas por água e que esta é um recurso finito, e cada vez mais escasso em algumas regiões do país, é importante que o seu uso ocorra de modo equilibrado, visando atender aos múltiplos usos. Deste modo, é fundamental elaborar, implementar e revisar os instrumentos de gestão urbana de forma participativa, atentando para as especificidades locais.

O uso do solo exerce influência direta na qualidade da água, fato claramente ponderado ao longo do desenvolvimento da pesquisa. Todavia, quando observada a ação institucional visando a integração da gestão de uso do solo com a de recursos hídricos, verificou-se a incidência de diversos problemas, dentre eles: a ausência de instrumentos básicos para gestão e a falta de estrutura gerencial para implementação de ações preventivas e corretivas.

Portanto, de modo a atingir os objetivos propostos, visando contribuir com o SINGREH e auxiliar os profissionais na análise das interferências do planejamento urbano na qualidade da água, foi elaborada, por meio deste trabalho, uma proposta metodológica (Apêndice A), utilizando elementos disponíveis na gestão de uso do solo e na de recursos hídricos, resultando no levantamento dos problemas existentes, das ações necessárias e dos responsáveis institucionais pelo enfrentamento de cada situação encontrada. De modo a disseminar o conhecimento produzido e consolidar o uso da proposta metodológica foi criado um plano de curso (Apêndice B).

A proposta metodológica aplicada em um trecho do Rio Corrente possibilitou a identificação de diversos problemas que precisam ser corrigidos, de modo a assegurar os usos múltiplos do Rio. Desta forma, urge a adoção de medidas, principalmente por parte do poder executivo municipal, no sentido de eliminar as fontes pontuais de poluição indicadas, elaborar os instrumentos da política urbana não existentes e implementar o plano de saneamento. Salienta-se a necessidade do órgão gestor de recursos hídricos monitorar a qualidade da água a jusante do ponto onde foi observado o IET e IQA, haja vista que existe uma área urbana consolidada e, atualmente, diferentes fontes de poluição pontuais.

Por fim, ressalta-se, quanto ao poder executivo local, para ambos os Municípios, a necessidade de articular o planejamento urbano ao plano de bacia, assim que este for concluído, e de assegurar uma participação efetiva da representação do poder executivo local nos comitês de bacia, para discussão acerca das medidas mitigatórias necessárias para melhoria da qualidade da água, visando a proteção ambiental e os diversos usos da água no Rio Corrente.

## REFERÊNCIAS

ALVES, I.O. Utilização do índice do estado trófico como uma ferramenta para gestão das águas de lagoas visando os usos múltiplos. Dissertação (Mestrado em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos) – Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/ri/handle/ri/33794>. Acesso em: 27 de agosto de 2021.

ANA. Indicadores de Qualidade – Índice de Qualidade das Águas (IQA). Portal da Qualidade das Águas. Disponível em: <http://pnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx>. Acesso em: 03 de setembro de 2021.

ANJINHO, P. S. Modelagem distribuída da poluição pontual e difusa dos sistemas hídricos da bacia hidrográfica do ribeirão do Lobo, Itirapina-SP. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/D.18.2019.tde-13052019-164214>. Acesso em: 21 de janeiro de 2021.

BAHIA. Plano de Recursos Hídricos e Proposta de Enquadramento dos Corpos de Água da RPGA do Rio Corrente e Riachos do Ramalho, Serra Dourada e Brejo Velho. Nota Técnica 2: Caracterização do meio biótico, uso e ocupação do solo. 2020. Disponível em <https://www.prhcorrenteba.com/relat%C3%B3rios>. Acesso em: 14 de setembro de 2021.

BARBOSA, F. A. R. Programa brasileiro para conservação e manejo de águas interiores: síntese das discussões. Acta Limnologica Brasiliensia, Botucatu, v. 5, n. 1, p. 211- 222, 1994.

BAUMGARTEN, M.G.Z; POZZA, S.A. Qualidade de águas: descrição de parâmetros referidos na legislação ambiental. Ed. Da FURG, Rio Grande, RS, 2021.

BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília-DF, 05 de outubro de 1988. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Constituicao/Constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm). Acesso em: 14 de fevereiro de 2021.

BRASIL. Decreto 4.297, de 10 de julho de 2002. Regulamenta o art. 9º, inciso II, da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, estabelecendo critérios para o Zoneamento

Ecológico-Econômico do Brasil - ZEE, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília-DF, 11 de julho de 2002. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/2002/D4297.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/D4297.htm). Acesso em: 17 de fevereiro de 2020.

BRASIL. Guia Para Elaboração e Revisão de Planos Diretores. Disponível em: <http://www.capacidades.gov.br/biblioteca/detalhar/id/368/titulo/guia-para-elaboracao-e-revisao-de-planos-diretores>. Ministério do Desenvolvimento Regional – MDR, Brasília-DF, 2020. Acesso em: 04 de dezembro de 2020.

BRASIL. Lei 6.766, de 19 de dezembro de 1979. Dispõe sobre o parcelamento do solo urbano e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília-DF, 20 de dezembro de 1979. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L6766.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6766.htm). Acesso em: 19 de dezembro de 2020.

BRASIL. Lei 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. Diário Oficial da União, Brasília-DF, 02 de setembro de 1981. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L6938.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6938.htm). Acesso em: 26 de janeiro de 2021.

BRASIL. Lei no 9.433 de 08 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei no 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei no 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 09 de janeiro de 1997. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.htm). Acesso em: 10 de fevereiro de 2020.

BRASIL. Lei 10.257, de 10 de julho de 2001. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília-DF, 11 de julho de 2001. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/leis\\_2001/L10257.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/L10257.htm). Acesso em: 19 de dezembro de 2020.

BRASIL. Lei 11.445, de 05 de janeiro de 2007. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico; cria o Comitê Interministerial de Saneamento Básico; altera as Leis nºs 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.666, de 21 de junho de 1993, e 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; e revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978. Diário Oficial da União, Brasília-DF, 08 de janeiro de 2007, retificado em 11 de janeiro de 2007. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/ato2007-2010/2007/lei/L11445.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2007-2010/2007/lei/L11445.htm). Acesso em: 14 de fevereiro de 2021.

BRASIL. Lei 14.026, de 15 de julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, para atribuir à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) competência para editar normas de referência sobre o serviço de saneamento, a Lei nº 10.768, de 19 de novembro de 2003, para alterar o nome e as atribuições do cargo de Especialista em Recursos Hídricos, a Lei nº 11.107, de 6 de abril de 2005, para vedar a prestação por contrato de programa dos serviços públicos de que trata o art. 175 da Constituição Federal, a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, para aprimorar as condições estruturais do saneamento básico no País, a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, para tratar dos prazos para a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, a Lei nº 13.089, de 12 de janeiro de 2015 (Estatuto da Metrópole), para estender seu âmbito de aplicação às microrregiões, e a Lei nº 13.529, de 4 de dezembro de 2017, para autorizar a União a participar de fundo com a finalidade exclusiva de financiar serviços técnicos especializados. Diário Oficial da União, Brasília-DF, 16 de julho de 2020. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/ato2019-2022/2020/lei/L14026.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2019-2022/2020/lei/L14026.htm). Acesso em: 14 de fevereiro de 2021.

BRASIL. Resolução nº 91, de 5 de novembro de 2008. Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Dispõe sobre procedimentos gerais para o enquadramento dos corpos de água superficiais e subterrâneos. Diário Oficial da União, Brasília-DF, 06 de fevereiro de 2009. Disponível em: <https://cnrh.mdr.gov.br/resolucoes/820-resolucao-n-91-de-5-de-novembro-de-2008/file>. Acesso em: 09 de abril de 2021.

BRASIL. Resolução nº 145, de 12 de dezembro de 2012. Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Estabelece diretrizes gerais para a elaboração de Plano de Recursos Hídrico de Bacias Hidrográficas e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília-DF, 26 de fevereiro de 2013. Disponível em:

<https://cnrh.mdr.gov.br/resolucoes/1720-resolucao-cnrh-145-revisao-17/file>. Acesso em: 09 de abril de 2021.

CAMELO, S. M.; COURA, M. A. C.; RODRIGUES, A. C. L.; OLIVEIRA, R.; FILHO, F. C. C.; VIDAL, I. C. A. Modelagem da qualidade da água em sistemas de macrodrenagem de bacias urbanas. *Eng Sanit Ambient*, Rio de Janeiro, v.25, n.6, nov/dez 2020, p. 873-885. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-415220202019033>. Acesso em: 05 de fevereiro de 2021.

CBHSF. Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco. Deliberação CBHSF nº 07, de 29 de julho de 2004. Aprova o Plano da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco. Juazeiro, 2004.

\_\_\_\_\_. *Plano municipal de saneamento básico de São Félix do Coribe*. 2018.

\_\_\_\_\_. *Plano municipal de saneamento básico de Santa Maria da Vitória*. 2018.

Climate-data.org. Clima: Santa Maria da Vitória. Disponível em: <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/bahia/santa-maria-da-vitoria-43218/>. Acesso em: 15 de julho de 2021.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 357 de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 430 de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA.

CORRÊA, R. L. *O Espaço Urbano*. 4ª ed. Editora Ática. S. A. São Paulo, 2000.

DEL PRETTE, M. E. A crise da água nas cidades: gestão de recursos hídricos e integração de políticas públicas no território. In: COSTA, Everaldo Batista; OLIVEIRA, Rafael da Silva. *As cidades entre o real e o imaginário: estudos no Brasil* (org.) - 1 ed. São Paulo: Expressão Popular, 2011. (p. 153-173).

EMÍDIO, V. J. G. A problemática do fósforo nas águas para consumo humano e águas residuais e soluções para o seu tratamento. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Ambiente na especialidade de Tecnologias Ambientais) - Universidade do Algarve. Portugal. 2012. Disponível em: <https://sapientia.ualg.pt/handle/10400.1/3154>. Acesso em: 28 de agosto de 2021.

FERREIRA, D. B.; MUHLENHOFF, A. P.; FERNANDES, C. V. S. Modelos de poluição difusa: desafios, estratégias e impacto para a gestão de recursos hídricos. Revista de Gestão de Água da América Latina – REGA, Porto Alegre, v.15, n.10, 2018. Disponível em: <https://www.abrh.org.br/OJS/index.php/REGA/article/view/101/10>. Acesso em: 19 de fevereiro de 2021.

FLORES, Araceli Verônica et al. Organoclorados: um problema de saúde pública. Ambiente e Sociedade, v.7, n.2, 2004, p.111-124. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/asoc/v7n2/24690>. Acesso em: 27 de outubro de 2021.

FRANÇA L.R.C. Aplicação de Técnicas de Desenvolvimento de Baixo Impacto no Controle da Poluição de Águas em Sistemas de Drenagem Urbana. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) - Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2020. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/13475>. Acesso em: 09 de setembro de 2021.

GARCIAS, C. M.. Experiências na revitalização do Rio Bélem: Realidades urbanas do Brasil. Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais (GESTA), v.4, n.1, edição especial, 2016, p. 50-68. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.9771/gesta.v4i1.14910>. Acesso em: 18 de fevereiro de 2021.

GIL, A. C.. Métodos e técnicas de pesquisa social. 6.ed. São Paulo: Atlas, 2006.

GOOGLE EARTH. 2021. 1 imagem de satélite, color. Disponível em: <https://www.google.com.br/intl/pt-BR/earth/>. Acesso em: 19 de setembro de 2021.

IBGE, Censo demográfico 1940-2010. Dados extraídos de: Estatísticas do século XX. Rio de Janeiro: IBGE, 2007 no Anuário Estatístico do Brasil, 1981, v.2, 1979.

Disponível em: <https://serieestatisticas.ibge.gov.br/series.aspx?vcodigo=POP122>. Acesso em: 04 de dezembro de 2020.

IBGE. Sinopse do Censo Demográfico 2010 Brasil. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?dados=4&uf=00>. Acesso em: 04 de dezembro de 2020.

IBGE, Censo demográfico 1940-2010. Até 1970 dados extraídos de: Estatísticas do século XX. Rio de Janeiro: IBGE, 2007 no Anuário Estatístico do Brasil, 1981, v.2, 1979. Disponível em: <https://serieestatisticas.ibge.gov.br/series.aspx?vcodigo=POP122>. Acesso em: 04 de dezembro de 2020.

IBGE Cidades e Estados. Santa Maria da Vitória. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ba/santa-maria-da-vitoria.html>. Acesso em: 15 de julho de 2020.

IBGE Cidades e Estados. São Félix do Coribe. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ba/sao-felix-do-coribe/panorama>. Acesso em: 15 de julho de 2020.

IBGE. Taxa de Urbanização, 2010. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/apps/snig/v1/?loc=0,0U&cat=-1,1,2,-2,-3,128&ind=4710>. Acesso em: 04 de dezembro de 2020.

INEMA. Sistema Estadual de Informações Ambientais e Recursos Hídricos. Qualidade da Água. Disponível em: <https://monitoramento.seia.ba.gov.br>.

JATOBÁ, S. U. Densidades urbanas nas regiões administrativas do Distrito Federal. Brasília: CODEPLAN, 2017. Disponível em: [http://www.codeplan.df.gov.br/wp-content/uploads/2018/02/TD\\_22\\_Densidades\\_Urbanas\\_nas\\_Regi%C3%B5es\\_Administrativas\\_DF.pdf](http://www.codeplan.df.gov.br/wp-content/uploads/2018/02/TD_22_Densidades_Urbanas_nas_Regi%C3%B5es_Administrativas_DF.pdf). Acesso em: 18 de julho de 2020.

LAMPARELLI, M. C. Graus de trófia em corpos d' água do estado de São Paulo. Avaliação dos métodos de monitoramento. Tese (Doutorado em

Ciências) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

LIMA, R. N. S; RIBEIRO, C. B. M. R; BARBOSA, C. C. F.; FILHO, O. C. R. Estudo da poluição pontual e difusa na bacia de contribuição do reservatório da usina hidrelétrica de Funil utilizando modelagem espacialmente distribuída em Sistema de Informação Geográfica. Eng Sanit Ambient, Rio de Janeiro, v.21, n.1, jan/mar 2016, p.139-150. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-41520201600100127676>. Acesso em: 05 de fevereiro de 2021.

LUBISCO, N.M.L; VIEIRA, S.C. Manual de estilo acadêmico: trabalhos de conclusão de curso, dissertações e teses. 6.ed. rev. e ampl. – Salvador: EDUFBA, 2019.

LUCHMANN, Lígia Helena Hahn. 25 anos de Orçamento Participativo: algumas reflexões analíticas. Política e Sociedade, Florianópolis, v.13, n.28, set/dez 2014, p.167-197. Disponível em: <https://doi.org/10.5007/2175-7984.2014v13n28p167>. Acesso em: 25 de dezembro de 2020.

MACHADO, E. S.; KNAPIK, H. G.; BITTENCOURT, C. C. A. Considerações sobre o processo de enquadramento de corpos de água. Eng Sanit Ambient, Rio de Janeiro, v.24, n.2, mar/abr 2019, n.2, p. 261-269. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-41522019181252>. Acesso em: 05 de fevereiro de 2021.

MARANHÃO, N. Sistema de Indicadores Para Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos em Bacias Hidrográficas. Tese (Doutorado em Ciências em Engenharia Civil) – Coordenação dos Programas de Pós Graduação em Engenharia (COPPE), UFRJ, Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: <http://www.coc.ufrj.br/pt/teses-de-doutorado/151-2007/1106-ney-maranhao>. Acesso em: 09 de fevereiro de 2021.

MATOS, P. O. Análise dos Planos de Desenvolvimento elaborados no Brasil após o II PND. Dissertação (Mestrado em Ciências, Área de Concentração: Economia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/3805/e8dd2d63b4b2080283d8eb49a802bbe84f57.pdf>. Acesso em: 30 de dezembro de 2020.

MORAES, L. R. S. Águas urbanas e saneamento básico no PDDU 2016: da letra da lei à necessidade de efetiva implementação. In: GOMES, H.; SERRA, O.; NUNES, D. (orgs.). Salvador e os descaminhos do Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano: Construindo novas possibilidades. Salvador: EDUFBA, 2019.

MOREIRA, T. A.; GONÇALVES, M. T.; KAUCHAKJE, S. Gestão Intersetorial: o plano de desenvolvimento social de Curitiba. Revista Paranaense de Desenvolvimento - RPD, 37(130), 135 – 148, 2016. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5585259>. Acesso em: 04 de setembro de 2021.

NASCIMENTO, I. C. R.; COELHO, F. S.; OLENSCKI, A. R. B.; SILVA, R. B. P. Plano Plurianual com Densidade Macroestratégica na Gestão Pública Municipal: descrição e análise do processo de elaboração do PPA do município de Osasco (2018-2021). Teoria e Prática em Administração, Paraíba, v.10, n.1, 2019, p.12-24. Disponível em: <https://periodicos.ufpb.br/index.php/tpa/article/view/48655/29854>. Acesso em: 28 de dezembro de 2020.

OBAHIA. Inteligência Territorial e Hídrica para o Oeste da Bahia. Servidor de Mapas. Disponível em: <http://obahia.dea.ufv.br/#/>. Acesso em: 08 de junho de 2021.

PERES, R. B; SILVA. R. S. Análise das Relações entre o Plano de Bacia Hidrográfica Tietê-Jacaré e os Planos Diretores Municipais de Araraquara, Bauru e São Carlos, SP: avanços e desafios visando à integração de instrumentos de gestão. Uberlândia: Revista Soc.& Nat., nº. 2, volume 25, p. 349-362, maio a agosto 2013.

PHILIP, R. Kit de Treinamento Switch: Gestão Integrada das Águas na Cidade do Futuro. Módulo 1 – Planejamento Estratégico e Módulo 4 – Manejo de Águas Pluviais: Explorando opções. São Paulo: ICLEI BRASIL, 2011.

PORTUGAL. Plano de Desenvolvimento Social. Núcleo da Rede Social, Departamento de Investigação e Conhecimento – DIC. Instituto para o Desenvolvimento Social – IDS, Lisboa, 2002. Disponível em: [http://www.seg-social.pt/documents/10152/147095/Plano\\_developmento\\_social/bce793db-4a3e-425c-b5b5-eb3b3f7234e0](http://www.seg-social.pt/documents/10152/147095/Plano_developmento_social/bce793db-4a3e-425c-b5b5-eb3b3f7234e0). Acesso em: 04 de janeiro de 2021.

Quantidade de Água. ANA, 2010. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/aguas-no-brasil/panorama-das-aguas/quantidade-da-agua>. Acesso em: 04 de março de 2021.

RAMIN, M. G. Modelagem de qualidade da água do Rio Cuiabá para avaliação do controle de cargas poluidoras difusas. Dissertação (Mestrado Profissional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos) – Universidade do Estado do Mato Grosso (UNEMAT), Cuiabá, 2020. Disponível em: <http://portal.unemat.br/media/files/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20FINAL%20Matheus%20Guilherme%20Ramin.pdf>. Acesso em: 23 de fevereiro de 2021.

ROCHA, S. A.; LOUGON, M. S; GARCIA; G. O. Influência de diferentes fontes de poluição no processo de eutrofização. Revista Verde, Mossoró-RN, v.4, n.4, p.01-06, out/dez 2009. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7476456>. Acesso em: 21 de fevereiro de 2021.

SAAE - Santa Maria da Vitória. 2020. Relatório Técnico de Mortandade de Peixes na Bacia do Rio Corrente. Disponível em: <https://www.saaesmv.ba.gov.br/relatorio-tecnico-mortandade-peixes-na-bacia-do-rio-corrente/>. Acesso em: 21 de setembro de 2021.

SANCHES, S.M.; SILVA, C.H.T.; CAMPOS, S.X.; VIEIRA, E.M. Pesticidas e seus respectivos riscos associados à contaminação da água. Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e meio ambiente. v. 13, 53-58, 2003.

SANTA MARIA DA VITÓRIA. Lei nº. 911, de 16 de outubro de 2013. Institui o Plano Diretor do Município de Santa Maria da Vitória e dá outras providências. Disponível em: <http://www.ba.portaldatransparencia.com.br/prefeitura/santamariadavitoria/iframe.cfm?pagina=abreDocumento&arquivo=33E8035A814F>. Acesso em: 10 de julho de 2021.

SANTA MARIA DA VITÓRIA. Lei nº. 972, de 26 de março de 2015. Altera dispositivos da Lei nº. 911/2013, de 16 de outubro de 2013, que institui o Plano Diretor de Santa Maria da Vitória, Bahia; e dá outras providências. Disponível em: <http://www.portaldatransparencia.com.br/prefeitura/santamariadavitoria/iframe.cfm?pagina=abreDocumento&arquivo=31EE04508D4F>. Acesso em: 10 de julho de 2021.

SANTIN, J. R.; CORTE, T. D. Planejamento Urbano e Águas: O Plano Diretor e a Gestão dos Recursos Hídricos. Anais XIX Encontro Nacional do CONPEDI/FORTALEZA. 01ed.Florianopolis/SC: Fundação Boiteux, 2010, v. 01, p. 01-15. Disponível em: [https://s3.amazonaws.com/conpedi2/anteriores/XIX+Encontro+Nacional+-+UFC-Fortaleza+\(09%2C+10%2C+11+e+12+de+junho+de+2010\).pdf](https://s3.amazonaws.com/conpedi2/anteriores/XIX+Encontro+Nacional+-+UFC-Fortaleza+(09%2C+10%2C+11+e+12+de+junho+de+2010).pdf). Acesso em: 19 de fevereiro de 2021.

SCALOPPE, L.A.E. Problemas urbanos e a nova metrópole. Editora Lumen Juris, Rio de Janeiro, 2019.

SÃO FELIX DO CORIBE. Lei nº 169, de 23 de novembro de 2001. Dispões sobre o uso de vias públicas, espaço aéreo e do subsolo para implantação e passagem de equipamentos urbanos destinados à prestação de serviços e infra-estrutura por entidade de direito público e privado.

SODRÉ, F. F. Fontes Difusas de Poluição da Água: Características e métodos de controle. Grupo de Automação, Quimiometria e Química Ambiental (AQQUA), Instituto de Química, Universidade de Brasília, 2012, Brasília, v.1, p. 9-16. Disponível em: <https://www.aqqua.unb.br/biblioteca-aqqua>. Acesso em: 03 de fevereiro de 2021.

SOUZA, M. L. Mudar a cidade: uma introdução crítica ao planejamento e à gestão urbanos. 6 ed. Rio de Janeiro; Bertrand Brasil, 2010. Parte I: Contextualizando o planejamento e gestão urbanos. (p. 45-113).

TELES, L. “Não sabendo que era impossível foi lá e fez”. euconscientepsi.com, 2021. Disponível em: <https://euconscientepsi.com/nao-sabendo-que-era-impossivel-foi-la-e-fez/>. Acesso em: 02 de outubro de 2021.

TORRES, C. J. F. Desenvolvimento Metodológico para Apoio à Tomada de Decisão sobre o Programa de Efetivação do Enquadramento dos Corpos D'Água. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental Urbana) – Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2014. Disponível em: <http://www.ppec.ufba.br/site/node/3039>. Acesso em: 03 de fevereiro de 2021.

TUCCI, Carlos E. M. Águas urbanas. Estudos Avançados, São Paulo, v. 22, n. 63, p. 97-112, 2008.

TUCCI, C. E. M. 2010. Urbanização e Recursos Hídricos. pp. 113-128. In BICUDO, C. E. M. et al. (orgs.) Águas do Brasil. Análises Estratégicas. Academia Brasileira de Ciências; Secretaria do Meio Ambiente. Estado de São Paulo. 222 pp. 2010.

UNESP. Linhas de Pesquisa. São Paulo, 2018. Disponível em: <https://www.feis.unesp.br/#!/pos-graduacao/profagua/programa/linhas-de-pesquisa/>. Acesso em: 09 de abril de 2021.

USEPA (1994). Innovative methods of managing environmental releases at mine sites. EPA 530-R-94-012. Disponível em: <https://archive.epa.gov/epawaste/nonhaz/industrial/special/web/pdf/innovate.pdf>. Acesso em: 01 de março de 2021.

VON SPERLING, Marcos. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 3. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 2005.

## **Apêndice A**

A Proposta Metodológica para Análise das Influências do Planejamento Urbano na Qualidade das Águas Superficiais é um produto oriundo da dissertação de mestrado desenvolvida por Miler Pereira Alves, sob orientação da Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Vânia Palmeira Campos e coorientação do prof. Dr. Francisco Ramon Alves do Nascimento.

A compreensão dos instrumentos locais de planejamento e a identificação das cargas urbanas pontuais são elementos que devem contemplar o diagnóstico de enquadramento dos corpos de água segundo os usos preponderantes e dos planos de bacia, conforme Resoluções nº 91/08 e 145/12 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos.

A aplicação da proposta demanda de acesso a uma base cartográfica que contenha dados de uso do solo em diferentes períodos, da leitura e análise de todos os instrumentos da política urbana existentes nos municípios da área de estudo que exercem influência sobre o corpo hídrico, de visita *in loco*, e da análise da qualidade da água a partir dos dados secundários contidos nos Sistemas de Informação sobre Recursos Hídricos.

Com a seleção e análise dos pontos escolhidos é possível elaborar um relatório com informações acerca da evolução temporal do uso do solo na área estudada, dos instrumentos de planejamento urbano existentes e de que forma são abordados, nos planos existentes, os problemas identificados relacionados a qualidade da água nos corpos hídricos, das atuais fontes de poluição pontual e da qualidade da água.

O detalhamento possível de ser obtido a partir da proposta metodológica propicia a identificação dos principais problemas, associados ao meio físico e institucional, as possíveis soluções e os entes responsáveis pelo enfrentamento dos problemas, visando a proteção ambiental e o bem estar da coletividade.

## **PRODUTO A – PROPOSTA METODOLÓGICA PARA ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DO PLANEJAMENTO URBANO NA QUALIDADE DA ÁGUA SUPERFICIAL**

### **INFORMAÇÕES GERAIS**

Bacia Hidrográfica:

Área da Bacia:

Rios:

Município:

População:

Densidade Populacional:

Taxa de Urbanização:

Identificação e descrição dos pontos de monitoramento:

Chuvas (dados históricos) – Média Mensal

JANEIRO		ABRIL		JULHO		OUTUBRO	
FEVEREIRO		MAIO		AGOSTO		NOVEMBRO	
MARÇO		JUNHO		SETEMBRO		DEZEMBRO	

Dados podem ser obtidos a partir de monitoramento pluviométrico (estação), ou bando de dados do CPTEC/INPE, Hidroweb, climate-data.org, dentre outros.

### **USO DO SOLO**

Essa etapa poderá ser desenvolvida com o auxílio de um Sistema de Informação Georreferenciada, ativando os *shapes* de cobertura vegetal e uso do solo.

- Fazer a análise temporal do uso do solo na bacia, com ênfase para a área de estudo.
- Identificação dos principais usos

### **INSTRUMENTOS DA POLÍTICA URBANA EXISTENTES (Lei 10.257/01)**

Os documentos existentes podem ser obtidos por meio de solicitação ao poder executivo municipal. Sugere-se o envio de ofício e questionário buscando informações sobre a existência ou não de cada um dos instrumentos abaixo indicados e uma cópia daqueles existentes.

Identificar os instrumentos da política urbana aplicados no Município e a legislação relacionada. Obs: verificar na legislação as condições de obrigatoriedade para elaboração do Plano Diretor.

- Plano diretor;
- Disciplina do parcelamento, do uso e da ocupação do solo;
- Zoneamento ambiental;
- Plano plurianual;
- Diretrizes orçamentárias e orçamento anual;
- Gestão orçamentária participativa;
- Planos, programas e projetos setoriais;
- Planos de desenvolvimento econômico e social.

Aspectos a serem observados a partir dos instrumentos – plano diretor; disciplina do parcelamento, do uso e da ocupação do solo; zoneamento ambiental

- Identificação dos instrumentos existentes e se estão revisados contemplando o conteúdo mínimo previsto pela legislação em vigor;
- Problemas que se relacionam com a qualidade da água;
- Medidas adotadas que se relacionam com a proteção qualitativa dos recursos hídricos;
- Metas e ações previstas;
- Normas relativas ao uso do solo;
- Previsão e alocação de recursos para o desenvolvimento das ações.

### TRABALHO EM CAMPO

- Observar a composição da ocupação atual no entorno do corpo hídrico;
- Observar o estágio de implementação das ações previstas nos planos, conforme a periodicidade estabelecida nos mesmos;
- Identificar *in loco* atividades contempladas em estudos e relatórios técnicos desenvolvidos por órgãos de gestão ambiental e de recursos hídricos, que contemplaram a identificação de fontes pontuais e poluição e análise de qualidade da água.
- Identificar e registrar (fotos e coordenadas) as fontes de poluição pontual, no trecho percorrido, e inserir os pontos no mapa.

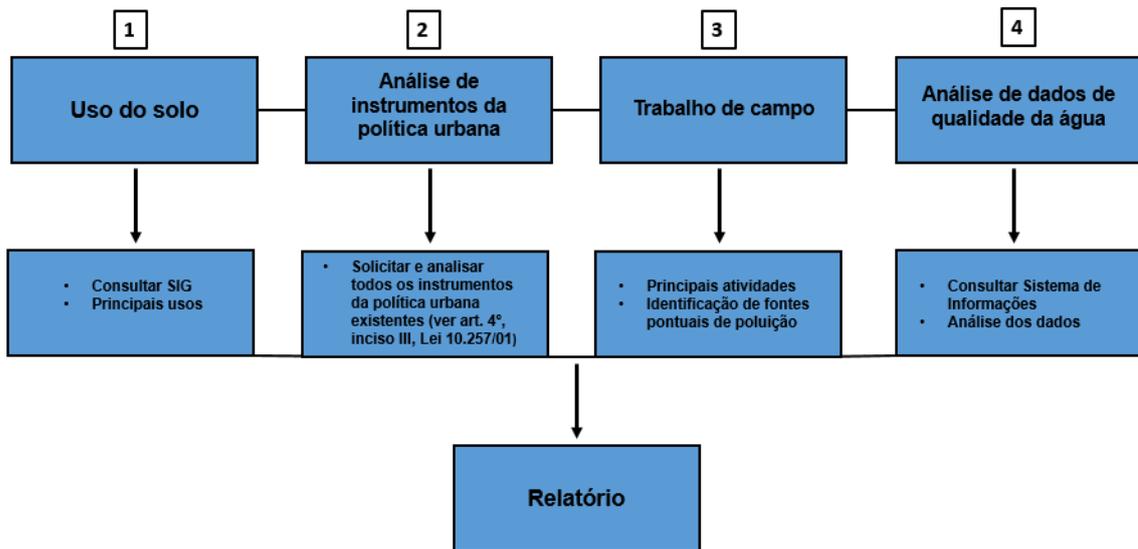
### IDENTIFICAÇÃO DOS PARÂMETROS RELEVANTES PARA ANÁLISE

ATIVIDADE / USO E OCUPAÇÃO DO SOLO	PARÂMETROS MAIS RELEVANTES				
Inserir uso/atividade	parâmetro	parâmetro	parâmetro	parâmetro	parâmetro
Inserir uso/atividade	parâmetro	parâmetro	parâmetro	parâmetro	parâmetro
Inserir uso/atividade	parâmetro	parâmetro	parâmetro	parâmetro	parâmetro
Inserir uso/atividade	parâmetro	parâmetro	parâmetro	parâmetro	parâmetro
Inserir uso/atividade	parâmetro	parâmetro	parâmetro	parâmetro	parâmetro
Inserir uso/atividade	parâmetro	parâmetro	parâmetro	parâmetro	parâmetro
Inserir uso/atividade	parâmetro	parâmetro	parâmetro	parâmetro	parâmetro
Inserir uso/atividade	parâmetro	parâmetro	parâmetro	parâmetro	parâmetro
Inserir uso/atividade	parâmetro	parâmetro	parâmetro	parâmetro	parâmetro
Inserir uso/atividade	parâmetro	parâmetro	parâmetro	parâmetro	parâmetro
Inserir uso/atividade	parâmetro	parâmetro	parâmetro	parâmetro	parâmetro

 parâmetros que são monitorados  
 parâmetros que não são monitorados



## ORGANOGRAMA



## ESTRUTURA DO RELATÓRIO

1. Apresentação e Objetivo
2. Identificação da Área de Estudo
3. Resultados
  - 3.1 Etapa 1: Uso do Solo
  - 3.2 Etapa 2: Análise dos Instrumentos da Política Urbana
  - 3.3 Etapa 3: Trabalho de Campo
  - 3.4 Etapa 4: Análise de Dados de Qualidade da Água
4. Identificação de Parâmetros Relevantes para Análise
5. Encaminhamentos e Recomendações

## INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES

### Etapa 2

A realização desta etapa demanda da leitura e análise de todos os instrumentos da política urbana existentes, a qual deve ser feita considerando os diagnósticos já realizados, os problemas existentes que se relacionam com a qualidade da água e as metas previstas para enfrentamento dos mesmos.

Observação: Dos instrumentos relacionados na etapa 2 deve-se considerar que são estabelecidas por legislação (BRASIL, 2001) as condições nas quais este instrumento é obrigatório, a saber:

- População superior a vinte mil habitantes;
- Integrantes de regiões metropolitanas e aglomerações urbanas;
- Onde o Poder Público municipal pretenda utilizar os instrumentos previstos no § 4º do art. 182 da Constituição Federal: parcelamento ou edificação compulsórios; imposto sobre a propriedade predial e territorial urbana progressivo no tempo; desapropriação com pagamento mediante títulos da dívida pública de emissão previamente aprovada pelo Senado Federal, com prazo de resgate de até dez anos, em parcelas anuais, iguais e sucessivas, assegurados o valor real da indenização e os juros legais.
- Integrantes de áreas de especial interesse turístico;
- Inseridas na área de influência de empreendimentos ou atividades com significativo impacto ambiental de âmbito regional ou nacional;
- Incluídas no cadastro nacional de Municípios com áreas suscetíveis à ocorrência de deslizamentos de grande impacto, inundações bruscas ou processos geológicos ou hidrológicos correlatos.

#### Etapa 4

Consultar o Sistema de Informações de Recursos Hídricos, referente ao corpo hídrico estudado. Os parâmetros que foram considerados relevantes (com base na etapa 1) e que não são monitorados devem constar no quadro Identificação dos parâmetros relevantes para análise (tarja vermelha).

Se no Sistema observado não constar os resultados do IET e IQA, mas, se os parâmetros componentes de cada índice forem monitorados, é possível calcular esses índices.

IET

Parâmetros: Clorofila e Fósforo Total

*Rios*

$$\text{IET (CL)} = 10 \times (6 - ((-0,7 - 0,6 \times (\ln \text{CL})) / \ln 2)) - 20$$

$$\text{IET (PT)} = 10 \times (6 - ((0,42 - 0,36 \times (\ln \text{PT})) / \ln 2)) - 20$$

*Reservatórios*

$$\text{IET (CL)} = 10 \times (6 - ((0,92 - 0,34 \times (\ln \text{CL})) / \ln 2))$$

$$IET (PT) = 10 \times (6 - (1,77 - 0,42 \times (\ln PT) / \ln 2))$$

Média aritmética simples – para os meses em que estejam disponíveis dados de ambas as variáveis.

$$IET = [ IET ( PT ) + IET ( CL ) ] / 2$$

PT: concentração de fósforo total medida à superfície da água, em  $\mu\text{g.L}^{-1}$ ;

CL: concentração de clorofila a medida à superfície da água, em  $\mu\text{g.L}^{-1}$ ;

ln: logaritmo natural.

Quadro 1: Classificação do Estado Trófico em Rios

Classificação do Estado Trófico - Rios				
Categoria (Estado Trófico)	Ponderação	Secchi - S (m)	P-total - P ( $\text{mg.m}^{-3}$ )	Clorofila a ( $\text{mg.m}^{-3}$ )
Ultraoligotrófico	$IET \leq 47$		$P \leq 13$	$CL \leq 0,74$
Oligotrófico	$47 < IET \leq 52$		$13 < P \leq 35$	$0,74 < CL \leq 1,31$
Mesotrófico	$52 < IET \leq 59$		$35 < P \leq 137$	$1,31 < CL \leq 2,96$
Eutrófico	$59 < IET \leq 63$		$137 < P \leq 296$	$2,96 < CL \leq 4,70$
Supereutrófico	$63 < IET \leq 67$		$296 < P \leq 640$	$4,70 < CL \leq 7,46$
Hipereutrófico	$IET > 67$		$640 < P$	$7,46 < CL$

Fonte: adaptado de Lamparelli, 2014.

Quadro 2: Classificação do Estado Trófico em Reservatórios

Classificação do Estado Trófico - Reservatórios				
Categoria (Estado Trófico)	Ponderação	Secchi - S (m)	P-total - P ( $\text{mg.m}^{-3}$ )	Clorofila a ( $\text{mg.m}^{-3}$ )
Ultraoligotrófico	$IET \leq 47$	$S \geq 2,4$	$P \leq 8$	$CL \leq 1,17$
Oligotrófico	$47 < IET \leq 52$	$2,4 > S \geq 1,7$	$8 < P \leq 19$	$1,17 < CL \leq 3,24$
Mesotrófico	$52 < IET \leq 59$	$1,7 > S \geq 1,1$	$19 < P \leq 52$	$3,24 < CL \leq 11,03$
Eutrófico	$59 < IET \leq 63$	$1,1 > S \geq 0,8$	$52 < P \leq 120$	$11,03 < CL \leq 30,55$
Supereutrófico	$63 < IET \leq 67$	$0,8 > S \geq 0,6$	$120 < P \leq 233$	$30,55 < CL \leq 69,05$
Hipereutrófico	$IET > 67$	$0,6 > S$	$233 < P$	$69,05 < CL$

Fonte: adaptado de Lamparelli, 2014

Quadro 3: Categoria/ponderação do estado trófico

<b>Categoria (Estado Trófico)</b>	<b>Ponderação</b>
Ultraoligotrófico	0,5
Oligotrófico	1
Mesotrófico	2
Eutrófico	3
Supereutrófico	4
Hipereutrófico	5

Fonte: Lamparelli, 2014

## IQA

Quadro 4: Padrões legais dos parâmetros de qualidade da água do IQA

GRUPO	PARÂMETRO	PESO (W)	CLASSE	UNIDADE	PADRÃO LEGAL
Químicos	OD	0,17	2	mg/L	Mínimo 5
	PH	0,12		s/ unid	Entre 6 - 9
	N Total	0,1		mg/L	NE
	P Total	0,1		mg/L	Máximo 0.10000
	DBO	0,1		mg/L	Máximo 5
Físicos	Temperatura	0,1		°C	NE
	Turbidez	0,08		NTU	Máximo 100
	Sólidos Totais	0,08		mg/L	NE
Biológicos	Coliformes Termotolerantes	0,15			NMP/100mL

Fonte: adaptado de monitoramento SEIA e ANA, com base em CONAMA (2005).

Quadro 5: Faixas de IQA utilizadas e avaliação da qualidade da água

Faixas de IQA utilizadas nos seguintes Estados: AL, MG, MT, PR, RJ, RN, RS	Faixas de IQA utilizadas nos seguintes Estados: BA, CE, ES, GO, MS, PB, PE, SP	Avaliação da Qualidade da Água
91-100	80-100	Ótima
71-90	52-79	Boa
51-70	37-51	Razoável
26-50	20-36	Ruim
0-25	0-19	Péssima

Fonte: ANA. Portal da Qualidade das Águas ([ana.gov.br](http://ana.gov.br))

**Fórmula:** produto ponderado dos 9 parâmetros

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i}$$

IQA = Índice de Qualidade das Águas. Um número entre 0 e 100;

$q_i$  = qualidade do  $i$ -ésimo parâmetro. Um número entre 0 e 100, obtido do respectivo gráfico de qualidade, em função de sua concentração ou medida (resultado da análise);

$w_i$  = peso correspondente ao  $i$ -ésimo parâmetro fixado em função da sua importância para a conformação global da qualidade, isto é, um número entre 0 e 1, de forma que:

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1$$

sendo  $n$  o número de parâmetros que entram no cálculo do IQA.

Para uso no Excel:

$IQA = (q_{iOD}^{w_{OD}}) * (q_{iCT}^{w_{CT}}) * (q_{iPH}^{w_{PH}}) * (q_{iDBO5.20}^{w_{DBO5.20}}) * (q_{iTA}^{w_{TA}}) * (q_{iNT}^{w_{NT}}) * (q_{iFT}^{w_{FT}}) * (q_{iT}^{w_T}) * (q_{iST}^{w_{ST}})$ .

## REFERÊNCIAS

ANA. Indicadores de Qualidade – Índice de Qualidade das Águas (IQA). Portal da Qualidade das Águas. Disponível em: <http://pnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx>. Acesso em: 03 de setembro de 2021.

BRASIL. Lei 10.257, de 10 de julho de 2001. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília-DF, 11 de julho de 2001. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/leis\\_2001/L10257.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/L10257.htm). Acesso em: 19 de dezembro de 2020.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 357 de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.

INEMA. Sistema Estadual de Informações Ambientais e Recursos Hídricos. Qualidade da Água. Disponível em: <https://monitoramento.seia.ba.gov.br>.

LAMPARELLI, M. C. Graus de trofia em corpos d' água do estado de São Paulo. Avaliação dos métodos de monitoramento. Tese (Doutorado em Ciências) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

## **Apêndice B**

### **APRESENTAÇÃO**

O plano de curso intitulado Planejamento Urbano e Qualidade da Água é um produto oriundo da dissertação de mestrado desenvolvida por Miler Pereira Alves, sob orientação da Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Vânia Palmeira Campos e coorientação do prof. Dr. Francisco Ramon Alves do Nascimento.

A articulação da gestão de recursos hídricos com a de uso do solo é uma diretriz geral de ação para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos. A metodologia proposta, decorrente da elaboração do trabalho dissertativo – Produto A, consiste no diagnóstico detalhado da situação local quanto ao planejamento urbano e as influências na qualidade da água superficial.

Considerando a necessidade de disseminar metodologias que contemplem uma abordagem integrada dos recursos hídricos com o uso do solo, tendo em vista o papel importante que a implementação de ações do planejamento urbano exercem na qualidade da água, foi elaborado este Plano de Curso (produto B), que poderá ser utilizado para as finalidades de extensão universitária e capacitação profissional.

As aulas e atividades previstas terão por finalidade o exercício das etapas contempladas na Proposta Metodológica para Análise da Influência do Planejamento Urbano na Qualidade da Água Superficial (produto A) que engloba os seguintes elementos: compreensão dos usos do solo da bacia hidrográfica, dos instrumentos de planejamento urbano locais existentes no recorte espacial definido, das principais fontes de poluição pontual e análise de dados de qualidade da água.

Ademais, com base em Resoluções do Conselho Nacional de Recursos Hídricos, serão discutidas as possíveis formas de contribuição, de diagnóstico detalhado obtido a partir da aplicação da proposta metodológica (produto A), para o Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos, mais especificamente no contexto dos instrumentos enquadramento dos corpos de água segundo os usos preponderantes e planos de recursos hídricos.

Espera-se que a realização do curso proposto possibilite aos estudantes e profissionais da área de recursos hídricos a compreensão da necessidade de estudar o planejamento urbano em escala local e diagnosticar os principais problemas que afetam a qualidade da água nos corpos hídricos, utilizando

elementos da gestão de uso do solo e da gestão de recursos hídricos, visando identificar os principais ajustes necessários, no meio físico e institucional, para a preservação dos corpos hídricos e melhorias na qualidade da água.

### **NOME DO CURSO**

Planejamento Urbano e Qualidade da Água

### **CONCEPÇÃO**

O curso de extensão universitária e capacitação profissional Planejamento Urbano e Qualidade da Água foi concebido com base nos seguintes fundamentos:

- O controle do uso e ocupação do solo é essencial para a proteção dos corpos hídricos. Deste modo, para a efetivação das metas do enquadramento é essencial o adequado gerenciamento do solo urbano nos municípios que integram a bacia, minimizando a poluição pontual e difusa e respeitando o padrão de lançamento de efluentes;
- A produção de informações relativas a qualidade das águas, sob uma perspectiva integrada, é de grande importância para os comitês de bacia, haja vista que neste parlamento se discute e delibera a respeito da gestão de recursos hídricos.

### **OBJETIVO GERAL**

Habilitar estudantes e profissionais para a utilização da Proposta Metodológica para Análise da Influência do Planejamento Urbano na Qualidade das Águas Superficiais.

### **ÁREAS DE CONHECIMENTO DO CURSO**

Engenharias, Ciências Exatas e Ciências Sociais Aplicadas.

### **PÚBLICO ALVO**

Estudantes e profissionais das áreas de recursos hídricos, urbanismo, engenharia, geografia, química e áreas correlatas.

### **DIVULGAÇÃO**

Internet (e-mails e sites do ProfÁgua) e fixação de cartaz/aviso em mural, INEMA, ANA e Comitês de Bacia.

## Produto B - Plano de Curso: Planejamento Urbano e Qualidade da Água

INSTITUIÇÃO			
LOCAL		DEPARTAMENTO:	
CURSO:	Planejamento Urbano e Qualidade da Água	Extensão Universitária e Capacitação Profissional	
PROFESSOR			
ANO:	PERÍODO	SEMESTRE DE OFERTA:	CARGA PREVISTA: 32h
CRÉDITOS:		CARGA SEMANAL:	HORÁRIA 8h
HORÁRIO:			
EMENTA			
1. Apresentação do curso. Diretrizes gerais de ação para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos			
2. Qualidade da água segundo a Política Nacional de Recursos Hídricos			
3. Urbanização, produção do espaço urbano e qualidade da água			
4. Poluição dos corpos hídricos em ambiente urbano			
5. Instrumentos de planejamento urbano e a proteção dos recursos hídricos			
6. Qualidade da água: análise de dados a partir do Sistema de Informações			
7. Proposta metodológica: análise da influência do planejamento urbano na qualidade da água.			
OBJETIVO GERAL			
Habilitar estudantes e profissionais para a utilização da Proposta Metodológica para Análise da Influência a do Planejamento Urbano na Qualidade das Águas Superficiais			
OBJETIVOS ESPECÍFICOS			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Discutir os principais impactos do processo de urbanização na qualidade da água e o papel de cada um dos instrumentos da política urbana neste contexto;</li> <li>• Tratar da qualidade da água no contexto da Política Nacional de Recursos Hídricos;</li> <li>• Apresentar os conceitos básicos de poluição;</li> </ul>			

- Apresentar e orientar quanto ao uso de uma proposta metodológica para análise integrada entre uso do solo e qualidade da água.

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO: Integração da gestão: uso do solo e recursos hídricos; qualidade da água na PNRH; urbanização e qualidade da água; poluição urbana pontual e difusa; instrumentos da política urbana e qualidade da água; análise de dados de qualidade da água; elaboração de relatório técnico.

MODALIDADE: Presencial / a Distância / Semi presencial

RECURSOS: Presencial: Sala de aula equipada para 15 pessoas, computador e retroprojetor. A distância: necessidade de conexão com a internet para videoconferência.

#### AVALIAÇÃO

Primeira avaliação – frequência

Segunda avaliação – elaboração de relatório técnico

Aprovação no Curso

Será considerado aprovado o aluno que, com pelo menos 70% de presenças no curso e aproveitamento mínimo de 50% na segunda avaliação.

#### CRONOGRAMA

1	Qualidade da água na PNRG	1 aula	Apresentação. Diretrizes gerais de ação para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos
		2 aulas	Qualidade da água segundo a Política Nacional de Recursos Hídricos
2	Urbanização e poluição hídrica	2 aulas	Urbanização, produção do espaço urbano e qualidade da água
		1 aula	Poluição dos corpos hídricos em ambiente urbano
3	Planejamento urbano e qualidade da água	4 aulas	Instrumentos de planejamento urbano e a proteção dos recursos hídricos
		2 aulas	Qualidade da água: análise de dados a partir do Sistema de Informações

4	Atividade prática	1 aula	Proposta metodológica: análise da influência do planejamento urbano na qualidade da água.
		1 aula	Orientação para elaboração do relatório final
Total de aulas:		14	
Total de encontros:		14	
<b>REFERÊNCIAS</b>			
<p>BAUMGARTEN, M.G.Z; POZZA, S.A. Qualidade de águas: descrição de parâmetros referidos na legislação ambiental. Ed. Da FURG, Rio Grande, RS, 2021.</p> <p>BRASIL. Lei 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. Diário Oficial da União, Brasília-DF, 02 de setembro de 1981.</p> <p>BRASIL. Lei no 9.433 de 08 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei no 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei no 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Brasília, DF, 1997.</p> <p>CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 357 de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.</p> <p>DEL PRETTE, Marcos Estevan. A crise da água nas cidades: gestão de recursos hídricos e integração de políticas públicas no território. In: COSTA, Everaldo Batista; OLIVEIRA, Rafael da Silva. As cidades entre o real e o imaginário: estudos no Brasil (org.) - 1 ed. São Paulo: Expressão Popular, 2011. (p. 153-173).</p> <p>SCALOPPE, L.A.E. Problemas urbanos e a nova metrópole. Editora Lumen Juris, Rio de Janeiro, 2019.</p> <p>SOUZA, Marcelo Lopes. Mudar a cidade: uma introdução crítica ao planejamento e à gestão urbanas. 6 ed. Rio de Janeiro; Bertrand Brasil, 2010. Parte I: Contextualizando o planejamento e gestão urbanas. (p. 45-113).</p> <p>TUCCI, Carlos E. M. Águas urbanas. Estudos Avançados, São Paulo, v. 22, n. 63, p. 97-112, 2008.</p> <p>TUCCI, C. E. M. 2010. Urbanização e Recursos Hídricos. pp. 113-128. In BICUDO, C. E. M. et al. (orgs.) Águas do Brasil. Análises Estratégicas. Academia Brasileira de Ciências; Secretaria do Meio Ambiente. Estado de São Paulo. 222 pp. 2010.</p> <p>VON SPERLING, Marcos. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 3. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 2005.</p> <p>Dissertações e teses sobre o tema.</p>			