

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

ALEXANDRE WENTZ

**DIAGNÓSTICO DA PRESSÃO ANTRÓPICA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO  
ARROIO DO SALSO, PORTO ALEGRE - RS**

Porto Alegre  
2019

ALEXANDRE WENTZ

**DIAGNÓSTICO DA PRESSÃO ANTRÓPICA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO  
ARROIO DO SALSO, PORTO ALEGRE - RS**

Monografia apresentada ao Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Geografia.

Orientador: Luís Alberto Basso

PORTO ALEGRE  
2019



## **FOLHA DE APROVAÇÃO**

**DIAGNÓSTICO DA PRESSÃO ANTRÓPICA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO  
ARROIO DO SALSO, PORTO ALEGRE - RS**

**ALEXANDRE WENTZ**

**Monografia apresentada ao Instituto de Geociências da Universidade Federal do  
Rio Grande do Sul, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em  
Geografia**

**ORIENTADOR:**

---

Dr. Luís Alberto Basso

**BANCA EXAMINADORA:**

---

Nina Simone Vilaverde Moura (PPG/UFRRGS)

---

Ulisses Franz Bremer (PPG/UFRRGS)

**DATA DE APROVAÇÃO :** \_\_\_\_\_

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a todas as pessoas que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho. Em especial quero agradecer: Ageneci Perin, Eliseu Wentz, Marília Cerciná, Pietro do Santos Wentz, Luís Alberto Basso, Henrich Hasenack, Nina Simone Vilaverde Moura, Tânia Strohaecker, Francisco Eliseu Aquino, Ulisses Franz Bremer Roberto Verdum, , Filipe Anacleto, Igor, Felipe, Mateus Signori, Equipe da Hidrologia e da Hidrogeologia da CPRM, Vinícius Casali, Nightwolf, Carlo, CEU, Galera do DAGE, Centro de Vivências do Campus do Vale (CV), Equipe do Museu de Paleontologia Irajá Damiani, UFRGS, ONGEP, e a todos amigos e pessoas que convivi e que me acrescentaram vivências muito boas durante este ciclo que percorri nos anos de graduação.

*“Em verdade, no princípio houve o  
Caos, mas depois veio Gaia (Terra), de  
amplos seios, base segura para sempre  
oferecida a todos os seres vivos”*

*Hesíodo, Teogonia*

## RESUMO

A bacia hidrográfica do Arroio do Salso (BHAS) está localizada no município de Porto Alegre – RS, e possui diferentes tipos de uso e ocupação do solo, abarcando tanto paisagens urbanas, rurrurbanas e rurais. Ela contém alguns núcleos urbanos densos e contínuos, porém grande parte de sua área apresenta-se coberta por vegetação, possuindo uma ocupação mais rarefeita, assim caracteriza-se por ser uma área tanto de interesse de preservação ambiental, como também de expansão urbana do município. O presente trabalho propõem-se a diagnosticar a evolução da pressão antrópica na BHAS entre o período de 2008 e 2019, e a sua conformidade com as estratégias de qualificação ambiental e de produção da cidade estabelecidas pelo Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano e Ambiental (PDDUA) de 2010 do município de Porto Alegre - RS. O PDDUA de 2010 estabelece as diretrizes estratégicas de qualificação ambiental e produção da cidade, e portanto, é o instrumento legal e aplicável para prática da gestão e do planejamento urbano e ambiental. Ao longo da vigência do PDDUA de 2010 a cidade cresceu em direção à áreas da BHAS, ocasionando mudanças nos padrões de uso e ocupação do solo, demonstrando um aumento da pressão antrópica no ambiente. Para alcançar o objetivo geral do trabalho, elaborou-se mapas de uso e ocupação do solo, e aplicou-se o Índice de Transformação Antrópica (ITA) para área da BHAS e para suas Áreas de Preservação Permanentes (APPs), e assim confrontou-se os resultados com as diretrizes estratégicas propostas para as Macrozonas (MZs) que encontram-se total ou parcialmente na área da bacia. Observou-se mudanças ocorridas no uso e ocupação do solo, principalmente a expansão urbana em detrimento da cobertura vegetal, o que alterou de 2008 para 2019 o resultado do ITA para BHAS e para suas APPs de hidrografia e de topo de morro, resultando um aumento de 3,22 para 3,92 para área da BHAS, 2,52 para 2,96 em APPs de hidrografia e de 2,39 para 2,73 para APPs de topo de morro, notando-se o aumento da pressão antrópica. Quanto as diretrizes de qualificação ambiental e de produção da cidade estabelecidas pelo PDDUA de 2010, algumas foram seguidas e postas em prática, outras porém, principalmente no que tange a recuperação e preservação ambiental, não foram cumpridas. Constatou-se que não houve a conformidade com o estabelecido pelo plano para promoção do desenvolvimento sustentável, conciliando a expansão urbana com a preservação do meio ambiente. Ao menos em parte as mudanças observadas vão de encontro com qualificação ambiental pretendida, problemas de degradação antigos continuam a existir, e o grande aumento da área urbanizada provoca uma tendência de aumento da pressão antrópica na área da BHAS, que caso continue a crescer no ritmo observado, pode alterar a classe de ITA nos próximos anos, mudando de regular para uma classe degradada.

*Palavras-chave: Arroio do Salso. Pressão Antrópica. Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano e Ambiental de Porto Alegre – RS. Qualificação Ambiental.*

## ABSTRACT

The hydrographic basin of the Arroyo Salso (BHAS), located in Porto Alegre - RS, has different types of land use and occupation, encompassing both urban, rural-urban and rural landscapes, it contains some dense and continuous urban centers, but large part of its area is covered by vegetation, having a rarefied occupation, thus characterized by being an area of interest both to the environmental preservation, as well as the urban expansion of the county. This paper aims to diagnose the evolution of anthropogenic pressure in the BHAS between 2008 and 2019, and its compliance with the strategies of environmental qualification and production of the city established by the Master Plan for Urban and Environmental Development (PDDUA) of 2010 from the city of Porto Alegre - RS. The PDDUA of 2010 establishes the strategic guidelines for environmental qualification and production of the city, and is therefore the legal and applicable instrument for urban and environmental management and planning practice. Over the course of the PDDUA, the city grew toward BHAS areas, causing changes in land use and occupation patterns, demonstrating an increase in anthropogenic pressure on the environment. To reach the general objective of this work, maps of land use and occupation were elaborated, and the Anthropic Transformation Index (ITA) was applied to the BHAS area and to its Permanent Preservation Areas (APPs), and thus it was compared the results with the proposed strategic guidelines for Macrozones (MZs) that are wholly or partially in the basin area. There were changes in land use and occupation, especially expense urban to the detriment of vegetation cover, changing from 2008 to 2019 the result of the ITA for BHAS and its hydrographic and hilltop APPs, resulting in an increase from 3.22 to 3.92 for BHAS area, 2.52 to 2.96 for hydrographic APPs and from 2.39 to 2.73 for hilltop APPs, thus an increase in anthropic pressure was noted. Regarding the guidelines of environmental qualification and production of the city established by PDDUA, some were followed and practiced, others, however, mainly regarding the environmental recovery and preservation were not met. It was found that the PDDUA did not comply with the plan to promote sustainable development, conciling expansion urban with preserving the environment. At least in part, the observed changes do not comply the intended environmental qualification, old degradation problems continue to exist and the large increase in the urbanized area establishes a tendency for anthropogenic pressure to increase in the BHAS area, which if going on grow at the observed rate, can change the ITA class in BHAS and its APPs from regular to a degraded class.

*Keywords: Arroyo Salso. Anthropic pressure. Master Plan for Urban and Environmental Development of Porto Alegre – RS. Environmental Qualification.*

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1– Mapade Localização da BH do Arroio do Salso.....	18
Figura 2 - Mapa Ambiental da BH do Arroio do Salso.....	20
Figura 3 - Estratégias de Qualificação Ambiental.....	30
Figura 4 - Estratégias de Produção da Cidade.....	32
Figura 5 - Modelo Espacial de Porto Alegre.....	36
Figura 6 - Zonas de Uso de Porto Alegre.....	37
Figura 7 - Conflitos e Potencialidades da MZ8.....	39
Figura 8 - Diretrizes do Eixo Bens Ambientais da MZ8.....	40
Figura 9 - Interrelação entre uso e ocupação do solo e degradação ambiental.....	41
Figura 10 - Mapa de Localização dos Pontos de Observação em Etapa de Campo.....	59
Figura 11 - Mapa de Uso e Ocupação do Solo em 2008.....	62
Figura 12 - Mapa de Uso e Ocupação do Solo em 2019.....	65
Figura 13 - Mapa de Uso e Ocupação do Solo de 2008 em Áreas de APPs de Hidrografia.....	70
Figura 14 - Mapa de Uso e Ocupação do Solo de 2019 em áreas de APPs de Hidrografia.....	71
Figura 15 - Mapa de Uso e Ocupação do Solo de 2008 em áreas de APPs de Topo de Morro.....	73
Figura 16 - Mapa de Uso e Ocupação do Solo em APPs de Topo de Morro em 2019..	74
Figura 17 - Área Inundada no Túnel Verde 27/09/2009.....	81
Figura 18 - Área Inundada no Túnel Verde 28/09/2009.....	82
Figura 19 - Área Inundada na Rua Dorival Castilho Machado.....	82
Figura 20 - Despejo de Lixo nas Margens Fluviais.....	83
Figura 21 - Lixo nas margens Fluvial.....	84
Figura 22 - Ocupação em Área de APP do Arroio do Salso e Processo de Assoreamento.....	84
Figura 23 - Erosão das Margens Fluviais do Arroio de Salso e Despejo de Esgoto.....	85
Figura 24 - Distribuição da Expansão Urbana nas Macrozonas e AEIS da BH do Salso.....	86
Figura 25 - Edificações Recentes do Tipo Condomínio Residencial Vertical em AEIS	87
Figura 26 - Distribuição da Expansão Urbana e AEIS Localizadas em Áreas de APPs da BH do Salso.....	89
Figura 27 – Ocupação Urbana Institucionalizada AEIS em Área de APP.....	90
Figura 28 - Margem em direção a Jusante, Mata Ciliar Degradada.....	91
Figura 29 - Margem em Direção a Montante, Mata Ciliar Preservada.....	91



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Pesos das Classes de Uso e Ocupação do Solo .....	57
Tabela 2 - Uso e Ocupação do Solo em 2008.....	61
Tabela 3 - Uso e Ocupação do Solo em 2019.....	64
Tabela 4 - Comparação do Uso e Ocupação do Solo em APPs de Hidrografia entre 2008 e 2019 .....	67
Tabela 5 - Comparação do Uso Ocupação do Solo em APPs de Topo de Morro entre 2008 e 2019 .....	68
Tabela 6 - Índice de Transformação Antrópica (ITA) da Bacia Hidrográfica do Arroio do Salso (BHAS) em 2008 e 2019.....	75
Tabela 7 - Resultados da aplicação do ITA em APPs de Hidrografia para 2008 e 2019	76
Tabela 8 - Resultados da aplicação do ITA em APPs de Topo de Morro para 2008 e 2019 .....	77

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

BHAS – Bacia Hidrográfica do Arroio do Salso  
PDDUA – Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano E Ambiental  
APP – Área de Preservação Permanente  
ITA – Índice de Transformação Antrópica  
DAP – Diagnóstico Ambiental de Porto Alegre  
MZ – Macrozona  
PNMA – Política Nacional do Meio Ambiente  
CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente  
AOI – Área de Ocupação Intensiva  
AOR – Área de Ocupação Rarefeita  
AR – Área Rural  
UEU – Unidades de Estruturação Urbana  
AEIS – Áreas de Especiais de Interesse Social  
BPEZS – Bases do Plano Estratégico da Zona Sul  
ETE – Estação de Tratamento Esgoto  
CFB – Código Florestal Brasileiro  
PGM – Procuradoria Geral do Município  
PMPA – Prefeitura Municipal de Porto Alegre  
SIG – Sistema de Informações Geográficas  
HIS – Habitação de Interesse Social

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	13
1.1 OBJETIVO GERAL.....	15
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	15
1.3 JUSTIFICATIVA .....	16
<b>2. ÁREA DE ESTUDO</b> .....	17
<b>3. REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	22
3.1 CICLO HIDROLÓGICO E BACIAS DE DRENAGEM. ....	22
3.2 QUALIDADE E DEGRADAÇÃO AMBIENTAL.....	24
3.3 PLANO DIRETOR DE DESENVOLVIMENTO URBANO AMBIENTAL (PDDUA) DE PORTO ALEGRE/RS E BASES DO PLANO ESTRATÉGICO DA ZONA SUL. ....	27
3.4 USO E OCUPAÇÃO DO SOLO E QUALIDADE AMBIENTAL .....	40
3.5 ÍNDICE DE TRANSFORMAÇÃO ANTRÓPICA (ITA) .....	44
3.6 ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE - APPS .....	45
3.7 SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS - SIG .....	48
<b>4. MATERIAIS E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS</b> .....	50
4.1 MATERIAIS .....	50
4.2 PESQUISA BIBLIOGRÁFICA E ANÁLISE DOCUMENTAL COM LEVANTAMENTO DE DADOS E METADADOS. ....	51
4.3 ELABORAÇÃO DOS MAPAS .....	52
4.3.1 Mapas de Uso e Ocupação do Solo.....	53
4.3.2 Mapa de Uso e ocupação do solo em área de APPs .....	55
4.3.3 Mapa de localização dos Pontos de observação de campo. ....	55
4.3.4 Mapa de Localização da área de estudo. ....	55
4.3.5 Mapa de Expansão Urbana nas MZs e AEIS e mapa da Expansão Urbana e AEIS em APPs. ....	56
4.4 ELABORAÇÃO DE TABELAS E GRÁFICOS .....	56
4.5 APLICAÇÃO DO ÍNDICE DE TRANSFORMAÇÃO ANTRÓPICA- ITA.....	56
4.6 TRABALHO DE CAMPO.....	58
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	60
5.1 QUADRO COMPARATIVO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO PARA O PERÍODO DE 2008-2019. ....	60
5.2 QUADRO COMPARATIVO DO USO E OCUPAÇÃO DE ÁREAS DE APPS PARA O PERÍODO DE 2008-2019.....	67
5.3 RESULTADOS DA APLICAÇÃO DO ITA .....	75

5.4 QUADRO COMPARATIVO ENTRE A DINÂMICA DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO COM AS DIRETRIZES ESTABELECIDAS PELO PDDUA DE 2010. ....	77
5.5 APPs NA BACIA HIDROGRÁFICA DO SALSO E SUA QUALIFICAÇÃO AMBIENTAL PRETENDIDA PELO PDDUA DE 2010. ....	88
<b>6. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	93
REFERÊNCIAS .....	95

## 1. INTRODUÇÃO

A água é uma substância indispensável para a existência e manutenção da vida no planeta Terra. Ao longo do tempo geológico sua existência em estado líquido foi fundamental para o desenvolvimento da vida, mas apesar de sua enorme abundância no planeta, a água, deve ser encarada pela sociedade como um recurso natural limitado, sendo necessário a consciência e a preocupação de como usá-la de forma sustentável, para garantir a sua qualidade e quantidade.

Nesta perspectiva, conhecer a dinâmica do ciclo hidrológico, dos processos físico- químicos e biológicos, além das intervenções antrópicas que envolvam a água no seu contínuo fluxo pela interface litosfera- atmosfera, torna-se fundamental para buscar conhecimento, visando o planejamento do uso sustentável desses recursos, garantindo assim, a qualidade necessária para a manutenção da vida, tanto para nossa espécie, em nosso empreendimento como sociedade, como também, para a preservação da biosfera em geral.

Ao longo da história os cursos d'água desempenharam enorme influência sobre a distribuição da ocupação do espaço geográfico pela humanidade, muitas vezes sendo o fator crucial para o estabelecimento de algumas das primeiras cidades. Isso justifica a importância que estes possuem para a humanidade desenvolver suas atividades básicas, sendo que quanto mais próximo e de fácil acesso estes estiverem, facilitam-se os diversos usos de suas águas, como o abastecimento humano, irrigação, balneabilidade, transporte hidroviário, dentre outros. Portanto pode-se dizer que os corpos d'água exercem influência no padrão de uso e ocupação do solo, assim como as próprias atividades desenvolvidas sobre as bacias hidrográficas influenciam sua dinâmica hidrológica.

Nos últimos séculos a crescente urbanização e industrialização dos meios de produção influenciaram negativamente os mananciais hídricos, ocasionando enorme degradação na qualidade e quantidade da água em muitos locais: “A urbanização afeta o funcionamento do ciclo hidrológico, pois interfere no rearranjo dos armazenamentos e na trajetória das águas[...] o que ocasiona possíveis efeitos adversos e imprevistos, no tocante ao uso e ocupação do solo” (GUERRA & CUNHA, 2012, p. 425). A descarga de resíduos urbanos (esgoto não tratado, efluentes industriais, sedimentos) nos corpos hídricos geram poluição e contaminação das águas, muitas vezes ocasionando processos

de degradação dos rios como: assoreamento, eutrofização, contaminação química, ou até a situação de estresse hídrico, os quais, muitas vezes, inviabilizam a vida aquática e alguns usos da água pela humanidade.

Nesse contexto, estudar a relação entre o uso e ocupação do solo e a qualidade ambiental das bacias hidrográficas, as características ambientais e as condições sociopolíticas e culturais, são fatores fundamentais para compreender a dinâmica espacial, e melhorar consideravelmente a gestão dos recursos hídricos. Pesquisas desenvolvidas nessa temática são fundamentais para incrementar a recuperação e manutenção da qualidade ambiental nas bacias hidrográficas. Cabe salientar que elas devem considerar a legislação ambiental tanto em âmbito federal quanto no estadual e municipal, e devem também servir como subsídio para aprimoramento dessas normas legais, na busca de uma melhor adequação das leis e diretrizes executivas, para solucionar os problemas ambientais e promover cidades sustentáveis, possibilitando assim, melhoria na qualidade ambiental e por consequência, também na qualidade de vida da população.

As bacias hidrográficas em meio urbano geralmente possuem alta degradação ambiental por diferentes tipos de fontes degradantes. Neste cenário, os planos diretores de cada município são o instrumento mediador, na qual, procuram estabelecer as diretrizes que regularizam as atividades urbanas e as maneiras de ocupação do espaço geográfico, com o intuito de equacionar e minimizar os impactos ambientais negativos, visando a melhoria da qualidade ambiental.

A Bacia Hidrográfica do Arroio do Salso (BHAS), localizada no município de Porto Alegre é a maior da cidade, e abrange diferentes categorias de uso e ocupação do solo. Ela possui muitas áreas com vegetação natural preservada, porém vem sofrendo pressão da expansão urbana. Para o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano e Ambiental (PDDUA) de 2010, a BHAS possui tanto áreas de interesse de preservação ambiental, como também áreas de interesse para a expansão urbana. Nessa perspectiva, diagnosticar e analisar a degradação ambiental da bacia se faz necessário para subsidiar a gestão sustentável do ambiente.

O presente trabalho teve como objetivo diagnosticar a evolução da pressão antrópica e de alguns parâmetros da qualidade ambiental na BHAS do município de Porto Alegre. Para tal, verificou-se a evolução do uso e ocupação do solo na área da bacia hidrográfica e de suas Áreas de Preservação Permanente (APPs) através do indicador ambiental denominado Índice de Transformação Antrópica (ITA), e

detectaram-se tipos de degradação, e sua relação com o uso e ocupação do solo. Foi avaliada a evolução do uso e ocupação do solo entre 2008 e 2019, comparando com as diretrizes de estratégia de qualificação ambiental e de produção da cidade, estabelecidas pelo PDDUA de 2010. Transcorreram-se nove anos desde sua implementação, e a densificação urbana na BHAS acompanhou a década, o espaço encontrou novas organizações e usos, houve grande aumento de condomínios residenciais, aumento da densidade populacional, e todos esses aspectos geraram uma série de impactos ambientais. Espera-se que como um instrumento de gestão e planejamento, cumpram-se suas diretrizes estratégicas e por consequência, sua função alcance êxito. Assim se faz necessário que seja realizada sua revisão de tempos em tempos, para avaliar se houve sucesso quanto a implementação de suas diretrizes, equacionando o problema evolução urbana x qualidade ambiental.

Partindo desse contexto,avaliou-se a evolução da qualidade ambiental frente ao fator de antropização da bacia hidrográfica, e diagnosticou-se se as principais causas da degradação continuam sendo as mesmas ao longo do período entre 2008 e 2019: a contaminação por efluentes domésticos, a alteração da cobertura natural do solo (gerando erosão e assoreamento dos canais de drenagem), problemas de inundação derivados das ocupações indevidas nas áreas de APPs ou em áreas suscetíveis a estes processos, verificando se houve a solução ou melhoria de tais problemas.

### 1.1 OBJETIVO GERAL

Verificar a evolução da pressão antrópica e da qualidade ambiental na bacia hidrográfica do Arroio do Salso (BHAS), considerando as diretrizes estratégicas de qualificação ambiental e produção da cidade estabelecidas pelo PDDUA de 2010 de Porto Alegre.

### 1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Elaborar mapas de uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica para caracterizar as mudanças ocorridas no período de 2008 a 2019.
- Elaborar mapas de uso e ocupação do solo em APPs da bacia hidrográfica do Arroio do Salso para caracterizar as mudanças ocorridas no período de 2008 a 2019.

- Aplicar o índice de transformação antrópica (ITA) para a bacia hidrográfica e para as áreas de APPs para verificar a evolução da pressão antrópica.
- Identificar através de registros fotográficos aspectos de preservação/conservação e de degradação ambiental ao longo da rede de drenagem da BHAS;

### 1.3 JUSTIFICATIVA

Sendo a água a substância mais importante para vida no planeta Terra, a qualidade das águas é uma questão fundamental para o planeta e para a sociedade. E sendo as bacias hidrográficas as unidades espaciais que servem de palco para o caminho das águas em forma líquida (superficiais e subterrâneas) durante o seu ciclo hidrológico, elas representam a porção espacial adequada para verificar os impactos ambientais inerentes à modificação das características naturais causadas pelas atividades antrópicas.

A qualidade ambiental no meio urbano é condicionada pelo uso e ocupação do solo e pela geomorfologia urbana de cada cidade. Estudar, relacionar e analisar as influências destes fatores na qualidade ambiental de uma bacia hidrográfica é de suma importância para estabelecer políticas públicas de gestão das bacias hidrográficas, e promover a conscientização da população sobre tais questões.

Os planos diretores municipais tem como objetivo traçar as diretrizes e apresentar uma forma organizada de produzir o espaço da cidade. Eles devem levarem consideração tanto aspectos naturais como sociais, portanto, devem abarcar tanto o conhecimento das características físicas da cidade, como das dinâmicas sociais de sua produção e, assim, estabelecer diretrizes objetivas, que garantam a melhoria ou manutenção da qualidade ambiental, da evolução urbana e da qualidade de vida da população.

Transcorridos praticamente o período integral da validade do instrumento PDDUA de 2010, é necessário avaliar a qualidade ambiental da BHAS, realizando um quadro comparativo entre antes do período de vigência do PDDUA de 2010, e como se encontra atualmente. Verificando se ainda persistem os mesmos problemas ambientais, se eles intensificaram-se, ou foram minimizados e resolvidos, e o quanto as estratégias foram alcançadas com êxito.

Assim este trabalho poderá servir como material de pesquisa para embasar a revisão do PDDUA de 2020, além de oferecer um modelo metodológico para pesquisas



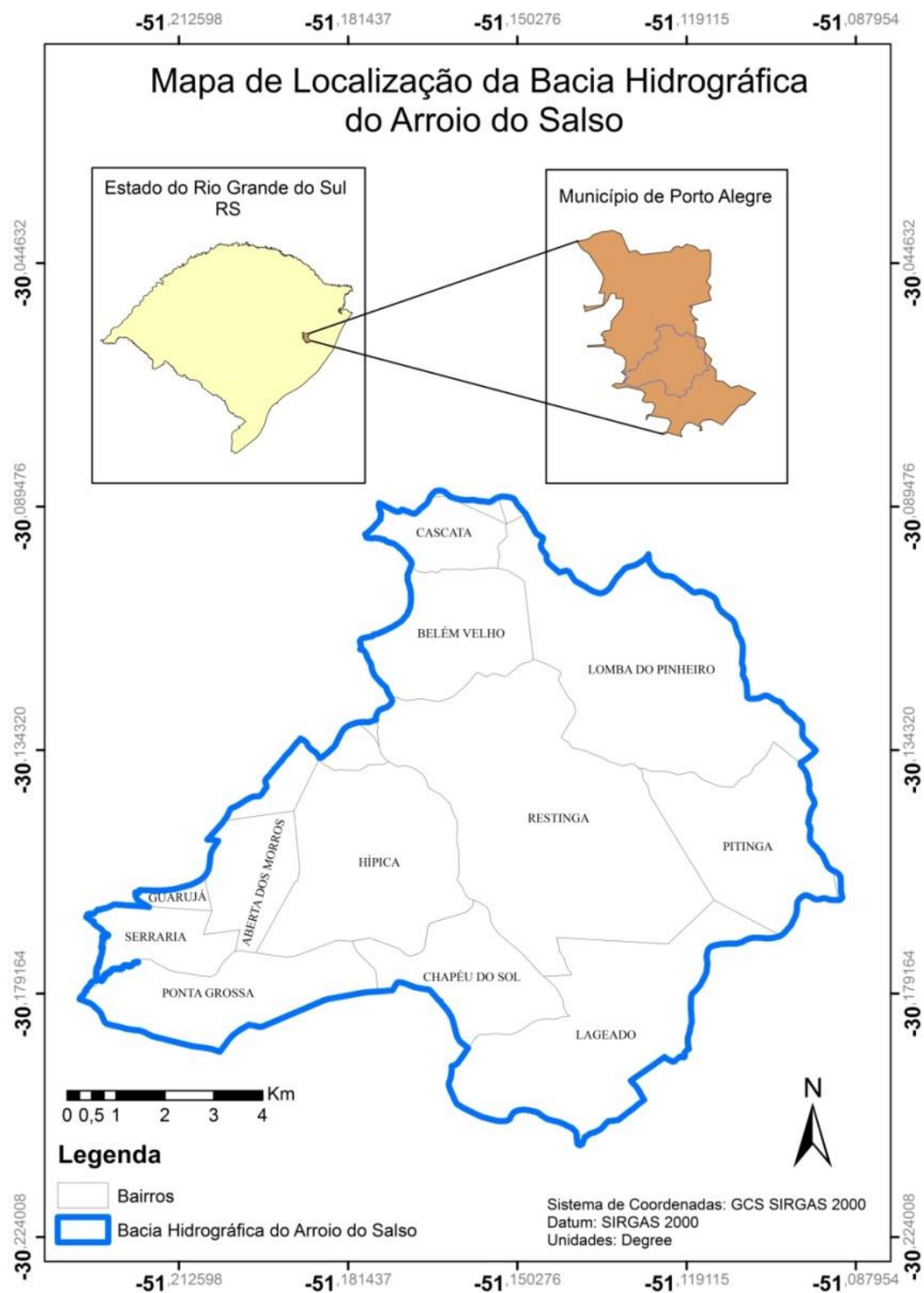
semelhantes, desenvolvidas em bacias hidrográficas similares que sofrem com problemas derivados da pressão urbana.

## 2. ÁREA DE ESTUDO

Conforme Strohaecker *et al.*(2015) a BHAS está localizada na zona sul de Porto Alegre entre as coordenadas 30°5'10'' e 30°12'25'' de latitude sul e 51°13'50'' e 51°5'25'' de longitude oeste, em uma área de aproximadamente 93,6 km<sup>2</sup>, abarcando cerca de 20% da área total do município, sendo a sua maior bacia hidrográfica.

Conforme a implementação da lei complementar (LC 12.112/16), que "cria, extingue, denomina e delimita os bairros que integram o território do Município de Porto Alegre" (PORTO ALEGRE, 2016), encontram-se inseridos na BHAS, total ou parcialmente, 20 bairros: Lomba do Pinheiro, Restinga, Hípica, Serraria, Ponta Grossa, Belém Velho, Cascata, Chapéu do Sol, Guarujá, Lageado, Campo Novo, Pitinga, Agronomia, Espírito Santos, Vila São José, Belém Novo, Boa Vista do Sul, Cel. Aparício Borges, Vila Nova, Aberta dos Morros. A figura 1 apresenta a localização da BHAS.

Figura 1– Mapade Localização da BH do Arroio do Salso



Conforme Menegat *et al.* (1998) o arroio principal e homônimo tem 15,16 km de extensão, ele recebe vários afluentes se flui no sentido nordeste-sudoeste. Sua vazão

média é de  $1,3 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$  ao desembocar no lago Guaíba. As nascentes do Arroio do Salso e dos seus principais afluentes estão localizadas nos bairros Lomba do Pinheiro, Belém Velho, Cascata, Pitinga, Restinga e Lageado.

A BHAS já recebeu diversos estudos, sobre sua compartimentação hidrogeomorfológica, estudo da qualidade de suas águas, uso e ocupação do solo, suscetibilidade a inundação, dentre outros. A partir desses estudos podemos descrever, de forma geral, algumas características geográficas da bacia.

Segundo Cardia (2010) o clima encontrado em Porto Alegre, ou seja, também na área de estudo, é o do tipo Cfa (subtropical úmido), apresentando temperatura média de  $19,5 \text{ C}^\circ$ , e com precipitação média de  $1347,4 \text{ mm}$ , bem distribuídas ao longo do ano.

De acordo com Moura & Dias (2010) a geologia predominante são granitos em forma de morros e colinas, depósitos eluviais do escudo e depósitos aluviais, assim como terraços flúvio - lagunares e cordões de areia, esses são frutos da dissecação do relevo granítico pela hidrografia e da ação do intemperismo.

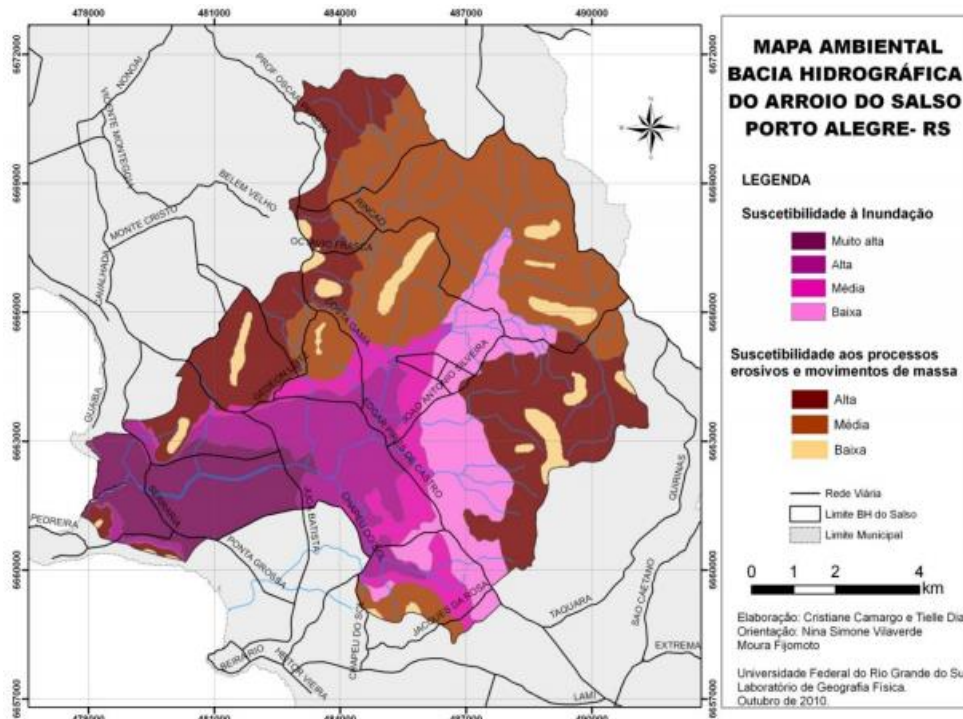
Quanto aos solos encontrados, segundo o mapeamento na escala 1:15000 realizado por Hasenack *et al.* (2008) e publicado no Diagnóstico Ambiental de Porto Alegre (DAP), basicamente encontram-se associações de Argilossos Vermelhos e Vermelho-amarelos com Cambissolos Háplicos e associações de Cambissolos Háplicos com Neossolos Litólicos ou Neossolos Regolíticos, também contendo em alguns pequenos trechos associações de Planossolos Hidromórficos e Gleissolos Háplicos ou Neossolosflúvicos, esses ocorrendo em áreas de menor altitude geralmente caracterizada por planícies flúvio - lagunares ou terraços. Quanto às características do relevo podemos encontrar:

O setor superior da bacia apresenta morros graníticos e áreas com declividades maiores de 30%, enquanto no setor médio da bacia predomina um relevo colinoso com declividades inferiores a 6%. Próximo à desembocadura no Guaíba, o relevo varia de colinoso a plano e as declividades são inferiores a 6% (Moura e Dias 2010 *apud* Moura *et al.* 2013).

As características ambientais descritas acima apresentam a potencialidade de ocorrência de alguns problemas ambientais urbanos como processos de erosão, movimentos de massa e principalmente eventos de inundação, estes problemas podem contribuir para ocorrência e agravamento da degradação ambiental na bacia hidrográfica. Moura e Dias (2010) elaboraram um mapa ambiental da BHAS indicando e classificando áreas com potencialidade quanto à ocorrência de processos de erosão e

movimento de massa e inundação, assim espacializando estes tipos de suscetibilidade ambiental na bacia. Tal mapa é apresentado na figura 2.

**Figura 2 - Mapa Ambiental da BH do Arroio do Salso**



Fonte: Moura e Dias (2010)

Quanto ao uso e ocupação do solo e a vegetação, segundo o mapeamento realizado por Hasenak *et al.* (2008) e publicado pelo DAP, foram encontradas as seguintes classes na área de estudo: áreas com vegetação nativa e exótica, seja em forma de campos, arbustiva ou mata, também encontram-se áreas de cultivos, e áreas urbanizadas com predomínio residencial. Destaca-se que há diversas áreas com moradias irregulares, ocupações espontâneas:

observa-se que predominam na Bacia do Arroio do Salso de espaços não urbanizados, ainda que existam alguns aglomerados urbanos consideráveis, tais como a Lomba do Pinheiro, bairro com muitas ocupações irregulares, localizado na área do divisor de águas com a bacia do Arroio Dilúvio, e a Restinga, bairro situado no setor central e que concentra mais da metade da população residente na área da bacia. [...] Na parte inferior da bacia, próximo da desembocadura do arroio do Salso no Guaíba, há ocupações irregulares. (Moura *et al.* 2013)

Apesar deste contexto, ainda segundo Moura *et al.* (2013) de acordo com o PDDUA de 2010, a BHAS encontra-se nas Macrozonas (MZs) 7 e 8, denominadas de

Restinga e Cidade Rururbana, respectivamente, sendo a última, o atual alvo de grande especulação imobiliária do município e afirmam que na última década, os empreendimentos imobiliários lançados na zona sul para os extratos de média a alta renda procuram vincular as amenidades naturais existentes (pôr-do-sol, vegetação, fauna, cursos d'água) às amenidades produzidas nos loteamentos e condomínios horizontais (segurança, conforto, equipamentos de lazer e recreação).

Segundo Menegat *et al.* (1998), a densidade demográfica antes da virada para o século XXI estava estimada em 626 hab/km<sup>2</sup>, com a expansão urbana, houve o crescimento populacional na área, os dados publicados pelo Relatório de subsídio para o Plano de Bacia do Lago Guaíba (2017) apontam uma estimativa da população de 92.548 habitantes na área da BHAS no ano de 2015, o que representa uma densidade demográfica de aproximadamente 988 hab/km<sup>2</sup>.

Mesmo diante de todo contexto de evolução urbana, Moura *et al.* (2013) afirmam que muitas das áreas inundáveis das planícies do Arroio do Salso e de seus afluentes ainda encontram-se pouco ocupadas, ao contrário do que acontece em outras bacias hidrográficas do município, caracterizando um espaço passível de haver uma expansão urbana que considere a sustentabilidade do ambiente.

Pode-se observar que tanto as características físicas quanto sócio - econômicas na bacia hidrográfica apresentam a potencialidade de causar degradação ambiental, principalmente onde for maior a pressão antrópica em áreas de fragilidade ambiental, ou seja, com maior propensão a ocorrência de processos erosão, assoreamento, movimentos de massa e principalmente eventos de inundação, entretanto, as características do uso e ocupação do solo e da espacialização urbana também apresentam a potencialidade de promover o desenvolvimento urbano e ambiental de modo sustentável, assim cumprindo com as premissas de estratégia de qualificação ambiental apresentada pelo PDDUA de 2010.

### 3. REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 CICLO HIDROLÓGICO E BACIAS DE DRENAGEM.

Estudar o ambiente em uma dada área é buscar a compreensão sistêmica da interação dos processos físicos, químicos, biológicos e antrópicos atuantes na modelação do espaço geográfico, resultando em uma dada paisagem, com suas características ambientais: "um sistema pode ser definido como o conjunto dos elementos e das relações entre si existentes e entre os seus atributos."(CHRISTOFOLETTI, 1980, p. 1). Nesta perspectiva, conforme Coimbra (1985) podemos entender o ambiente como um resultado da interação de sistemas, como a atmosfera, litosfera, hidrosfera, biosfera, criosfera, e a partir dos últimos séculos podemos destacar também a influência antrópica, através da psicofera e tecnosfera<sup>1</sup>, como novo elemento sistêmico intrinsecamente ligada a atividade humana. É importante a compreensão da inter-relação sistêmica entre as esferas, influenciando umas nas outras: "No estudo científico da Terra como um sistema, a consideração dessas esferas tem sido, regra geral, suficiente. O mais importante a ressaltar é que todos esses subsistemas estão em movimentos e são interligados" (BRAGA *et al.* 2015).

Discorrendo sobre a hidrosfera, como destaca Guerra e Cunha (2012), podemos ressaltar o papel do ciclo hidrológico como o fenômeno de circulação das águas em escala global, na qual, as águas interagem com outros sistemas como atmosfera, litosfera, biosfera, e por tanto participam de diversos processos físico-químicos e de trocas de energia e matéria. Segundo Rodrigues (2014) dessa forma o ciclo hidrológico é considerado um sistema fechado somente em nível global, pois em escalas menores se comporta como um sistema aberto, como acontece na interface das bacias de drenagem, na qual o ciclo hidrológico tem variáveis balanços de troca de energia e matéria, podendo ser positivo ou negativo, sendo esse estudado com mais interesse na face terrestre, onde o elemento fundamental como categoria de análise é a bacia hidrográfica. Essa cumpre a função de estudar a interação dos elementos que condicionam as características ambientais, sendo esta definida como:

---

<sup>1</sup>Psicofera e Tecnosfera são conceitos apresentados por Santos (2003) designando esferas que representam a maneira de pensar e agir na relação da humanidade com o ambiente, submetendo o espaço ao sistema de ação e objeto na qual resulta num meio técnico-científico- informacional.

uma área da superfície terrestre que drena água, sedimentos e materiais dissolvidos para uma saída comum, num determinado ponto de um canal fluvial, [...] drenando para um reservatório terminal comum, como oceanos ou mesmo um lago[...] constituindo um sistema de drenagem hierarquicamente organizado.(GUERRA & CUNHA, 2012, p. 98).

As bacias hidrográficas são divididas e alimentadas por sub-bacias delimitadas pelos divisores de água, que são definidas através da escala de análise. Conforme Chorley (1962, apud GUERRA & CUNHA, 2012) as bacias e sub-bacias de drenagem, enquanto unidades hidrogeomorfológicas, constituem exemplos típicos de sistemas abertos na medida em que recebem e liberam impulsos energéticos por meio da água, dos sedimentos e dos solúveis importados e exportados pela bacia no seu exutório. Dentro desse sistema, os elementos constituintes interagem entre e si, e qualquer alteração nas entradas e saídas, ou dos elementos do sistema influencia os seus componentes. Sendo assim pode-se afirmar que:

a bacia de drenagem revela-se como uma unidade conveniente ao entendimento da ação dos processos hidrológicos e geomorfológicos e das ligações especiais entre áreas distintas que podem afetar tanto o planejamento local como o planejamento regional.(GUERRA & CUNHA, 2012, p. 100)

É seguindo esta abordagem que a Política Nacional de Recursos Hídricos, instituída pela Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, incorporou princípios e normas para a gestão de recursos hídricos, adotando as bacias hidrográficas como unidade de estudo e gestão.

Ioris (2008, apud VARGAS *et al.* 2013) ressalta que a Política Nacional de Recursos Hídricos preconizou a implantação da gestão integrada das águas. Essa pode ser entendida como um processo que promove um desenvolvimento coordenado e uma gestão dos recursos naturais, relacionados de forma a potencializar os resultados econômicos e o bem estar social sem comprometer a sustentabilidade dos ecossistemas.

Segundo Peres & Silva (2013) mesmo a bacia hidrográfica sendo uma escala de estudo antiga no campo da geografia, sua definição como uma unidade geográfica na qual leva em conta tanto questões ecossistêmica, como também das dimensões sociais, culturais e políticas é mais recente, sendo assim ela é uma realidade física, porém socialmente construída também, e torna-se um campo de ação política, de partilha de responsabilidades e de tomada de decisões.

Apesar da importância da bacia hidrográfica como unidade para gestão ambiental, ainda há limitações para que ocorra uma plena gestão integrada. Isto se deve às dificuldades decorrentes de conflitos das divisões político-administrativas em uma mesma bacia, aos usos múltiplos, entre outros aspectos que acabam por complicar a gestão ambiental integrada. Portanto, segundo Peres & Silva (2013) a possibilidade de organizar a sociedade por bacias hidrográficas ainda constitui um grande desafio.

Conforme apontado por Peres & Silva (2013) a compreensão de que se deve haver o levantamento tanto das características ambientais (processos físicos, químicos e biológicos), como também das características sócio-político e culturais é uma abordagem relativamente nova nos estudos em BH, e se faz muito importante para se alcançar uma melhor gestão e harmonia da utilização dos recursos hídricos de forma sustentável.

### 3.2 QUALIDADE E DEGRADAÇÃO AMBIENTAL

Definir o que é qualidade ambiental e como ela se expressa qualitativamente (boa ou ruim) não é tão simples, pois envolve diversas variáveis e questões apontadas:

De maneira geral, vários autores destacam que as variáveis utilizadas para se definir o padrão de qualidade ambiental de um determinado espaço geográfico são muito discutidas, pois o que é valorizado ou desvalorizado no meio ambiente para determinar a sua qualidade depende da concepção de cada cidadão, inclusive do pesquisador e do planejador. (Soares & Gomes, 2004, p. 29)

Segundo Machado (1997, apud Camargo & Amorim, 2005) a qualidade ambiental está intimamente ligada à qualidade de vida, pois vida e meio ambiente são inseparáveis, sendo que a interação e o equilíbrio entre ambos expressam as condições ambientais peculiares a cada espaço geográfico.

Quando pensamos em meio ambiente, estamos necessariamente levando em conta a relação entre a humanidade e o espaço em que ela realiza suas atividades, o que difere de pensar apenas no meio físico, ou seja, apenas nas características dos elementos ecológicos, ausentando a presença humana. Portanto, quando analisamos a expressão “qualidade ambiental”, estamos tratando da equação entre as características naturais, (ecológicas) e o desenvolvimento das atividades humanas em um determinado espaço. Assim a qualidade ambiental é determinada pela interação dos geossistemas, como



atmosfera, hidrosfera, litosfera, biosfera, e estando também condicionada pelas atividades que são desenvolvidas sobre o local:

A qualidade ambiental de um ecossistema expressa as condições e os requisitos básicos que ele detém, de maneira física, química, biológica, social, econômica, tecnológica e política, (...) Em suma, a qualidade ambiental é o resultado da dinâmica (1) dos mecanismos de adaptação e (2) dos mecanismos de auto-superação dos ecossistemas. Assim, com base na teoria sistêmica da evolução, a qualidade ambiental é o resultado da ação simultânea da necessidade e do acaso. (Macedo, 1991, apud Mazzeto, 2000, p. 24)

Assim espera-se que exista uma boa qualidade ambiental, quando encontramos um ambiente com equilíbrio ecológico, na qual as interações dos geossistemas encontram-se preservados, e as atividades desenvolvidas nestes não provocam danos aos mesmos.

Para definir degradação ambiental, devemos abordar primeiramente o conceito de impacto ambiental. Segundo a Resolução 001/1986 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), impacto ambiental é: “qualquer alteração das propriedades físicas, químicas, biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que afetem diretamente ou indiretamente:

- A saúde, a segurança, e o bem estar da população;
- As atividades sociais e econômicas;
- A biota;
- As condições estéticas e sanitárias ambientais;
- A qualidade dos recursos ambientais

Segundo Bitar (1997) a definição de Impacto Ambiental está associada à alteração ou efeito ambiental considerado significativo por meio da avaliação do projeto de um determinado empreendimento, podendo ser negativo ou positivo. Já Crispim & Souza (2016) afirmam que o processo de mudanças causado por atividades sejam elas de cunho habitacional ou processos relacionados à infraestrutura, reflete sobremaneira no ambiente físico da área, ou seja, causam impactos ambientais.

Quando as atividades desenvolvidas ocasionam danos ao ambiente, acontece a degradação ambiental, que consta na Lei nº 6.938 de 31 de agosto de 1981 que institui a Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA). No seu artigo 3, inciso II, a PNMA

esclarece o termo degradação ambiental: “degradação da qualidade ambiental é a alteração adversa das características do meio ambiente.” Apesar de a lei não tratar especificamente sobre a origem da degradação ambiental, ou seja, sobre uma definição da causa, o que fica expresso é: “que a degradação ambiental caracteriza-se como um impacto ambiental negativo (SÁNCHEZ, 2008, p. 27).

Tomando a bacia hidrográfica como unidade de análise, a degradação pode ser entendida como o desequilíbrio entre os seus elementos constituintes, causando impactos ambientais negativos, provocando processos que alteram por consequência também a qualidade de vida: “A degradação ambiental em bacias hidrográficas não pode ser analisada somente sob o ponto de vista físico, uma vez que deve ser entendida de forma global, integrada, holística, levando-se em conta as relações existentes entre a degradação natural e a sociedade, que pode ser a causadora dessa deteriorização” (CUNHA e GUERRA, 2003).

Corroborando a ideia de Guerra e Cunha (2012) a qualidade do ambiente de uma bacia hidrográfica está condicionada pela relação entre os seus componentes naturais, ou seja, clima, vegetação, solos, geologia, geomorfologia, biota e pelas atividades desenvolvidas sobre ela. A presença de atividades antrópicas, geralmente ocasionam degradação ambiental, atividades como a urbanização, o tipo de modelo urbano, modificação da cobertura vegetal, densidade demográfica, dentre outros fatores vão caracterizar o nível e o tipo de degradação no ambiente:

“Alguns impactos relacionados às atividades humanas tornam-se prejudiciais, principalmente quando não são levados em conta a própria capacidade de suporte dos sistemas ambientais. Como exemplo pode-se citar o desmatamento desenfreado de extensas áreas para atividade relacionadas à agricultura e superpastoreio, manuseio do solo sem tecnologias apropriadas, urbanização desordenada e atividades industriais.(Crispim & Souza, 2016, p. 21)

Sendo a bacia hidrográfica uma unidade sistêmica aberta, conforme guerra & cunha (2012) está sujeita a absorver e demonstrar as mudanças na alteração em aporte de energia ou de matéria em algum componente do sistema, assim podendo-se refletir na sua qualidade ambiental. Nesta perspectiva Macedo (1991 apud Mazzeto, 2000) afirma que fazer uma análise da qualidade ambiental da bacia hidrográfica é fazer o levantamento das características fundamentais que condicionam a dinâmica da bacia hidrográfica, dos processos que ocorrem na mesma, do reflexo das atividades

desenvolvidas nela e do que se espera como padrão de qualidade ambiental e de vida para a área em questão.

É complexo definir ou até mesmo estudar a inter-relação de todos os elementos que influenciam no ambiente hidrográfico, porém conforme Rocha e Cruz (2009) a evolução das técnicas e metodologias para análise ambiental têm permitido avaliar através de alguns parâmetros a evolução da qualidade ambiental, podendo-se estimar e indicar as potencialidades e causas dos tipos de degradação ambiental que ocorrem uma dada área. Diagnosticado os problemas ocorrentes, deve-se aprofundar em cada problema específico, para então poder conhecer melhor as causas, os processos envolvidos e as consequências resultantes: “Estudos voltados à degradação ambiental em bacias hidrográficas levantam inúmeros fatores que contribuem para o conhecimento do ambiente físico-ambiental de uma bacia de drenagem” (Crispim & Souza, 2016, p. 22).

Em síntese, ao abordar qualidade ambiental neste trabalho, refere-se à análise da evolução da pressão antrópica na área da BHAS e nas áreas de suas APPs, através da aplicação do ITA, e também por meio da caracterização da mudança do uso e ocupação do solo ocorrida entre 2008 e 2019, e assim comparar a conformidade ou não com as diretrizes de estratégia de qualificação ambiental proposta pelo PDDUA de 2010 para a área de estudo.

### 3.3 PLANO DIRETOR DE DESENVOLVIMENTO URBANO AMBIENTAL (PDDUA) DE PORTO ALEGRE/RS E BASES DO PLANO ESTRATÉGICO DA ZONA SUL

O PDDUA é o documento decretado pela Lei Complementar nº 434, de 1º de dezembro de 1999, atualizada e compilada até a Lei Complementar nº 667, de 3 de janeiro de 2011, incluindo a Lei Complementar 646, de 22 de julho de 2010. Em seu Artigo 1 determina: “A promoção do desenvolvimento no Município de Porto Alegre tem como princípio o cumprimento das funções sociais da cidade e da propriedade urbana, nos termos da Lei Orgânica” (PDDUA, 2010). Enquanto que no artigo 2º apresenta a função e objetivo do mesmo:

O Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano Ambiental incorpora o enfoque ambiental de planejamento na definição do modelo de desenvolvimento do Município, das diretrizes e das estratégias para a execução de planos,

programas e projetos, enfatizando a participação popular, a sustentabilidade econômica, social e ambiental.(PDDUA, 2010)

No seu Art.03 estabelece os sete eixos estratégicos que compõem e norteiam o conteúdo do PDDUA, são eles: Estratégia de Estruturação Urbana; Estratégia de Mobilidade Urbana; Estratégia de Uso do Solo Privado; Estratégia de Qualificação Ambiental; Estratégia de Promoção Econômica; Estratégia de Produção da Cidade; Estratégia do Sistema de Planejamento. Portanto este documento estabelece as diretrizes de planejamento e gestão do desenvolvimento urbano e ambiental da cidade de Porto Alegre.

Para embasar a comparação entre os resultados obtidos pelos procedimentos metodológicos e o PDDUA de 2010, assim cumprindo o objetivo do trabalho, vamos expor algumas diretrizes dos eixos estratégicos de Qualificação Ambiental, Produção da Cidade, Uso do Solo Privado que nortearam a discussão:

*O Art. 13. Define a Estratégia de Qualificação Ambiental*, essa tem como objetivo geral qualificar o território municipal, através da valorização do Patrimônio Ambiental, promovendo suas potencialidades e garantindo sua perpetuação, e da superação dos conflitos referentes à poluição e degradação do meio ambiente, saneamento e desperdício energético.

§ 1º O Patrimônio Ambiental abrange os Patrimônios Cultural e Natural.

§ 2º Os espaços representativos do Patrimônio Ambiental devem ter sua ocupação e utilização disciplinadas de forma a garantir a sua perpetuação, nos termos da Parte II.

No Art. 15. Definem-se os elementos que integram o Patrimônio Natural, são esses: ar, água, solo e subsolo, fauna, flora, assim como as amostras significativas dos ecossistemas originais do sítio de Porto Alegre indispensáveis à manutenção da biodiversidade ou à proteção das espécies ameaçadas de extinção, as manifestações fisionômicas que representam marcos referenciais da paisagem, que sejam de interesse proteger, preservar e conservar a fim de assegurar novas condições de equilíbrio urbano, essenciais à sadia qualidade de vida.

O Art. 17 afirma que a implementação da Estratégia de Qualificação Ambiental dar-se-á através de:

I – conceituação, identificação e classificação dos espaços representativos do Patrimônio Ambiental, os quais deverão ter sua ocupação e utilização disciplinadas;

IV – promoção de ações de saneamento, de monitoramento da poluição e de otimização do consumo energético.

V – aplicação de instrumentos urbanísticos e tributários com vistas ao estímulo à proteção do patrimônio natural nas propriedades identificadas nos termos do § 3º do art. 32.

O Art. 18 define que constituem a Estratégia de Qualificação Ambiental:

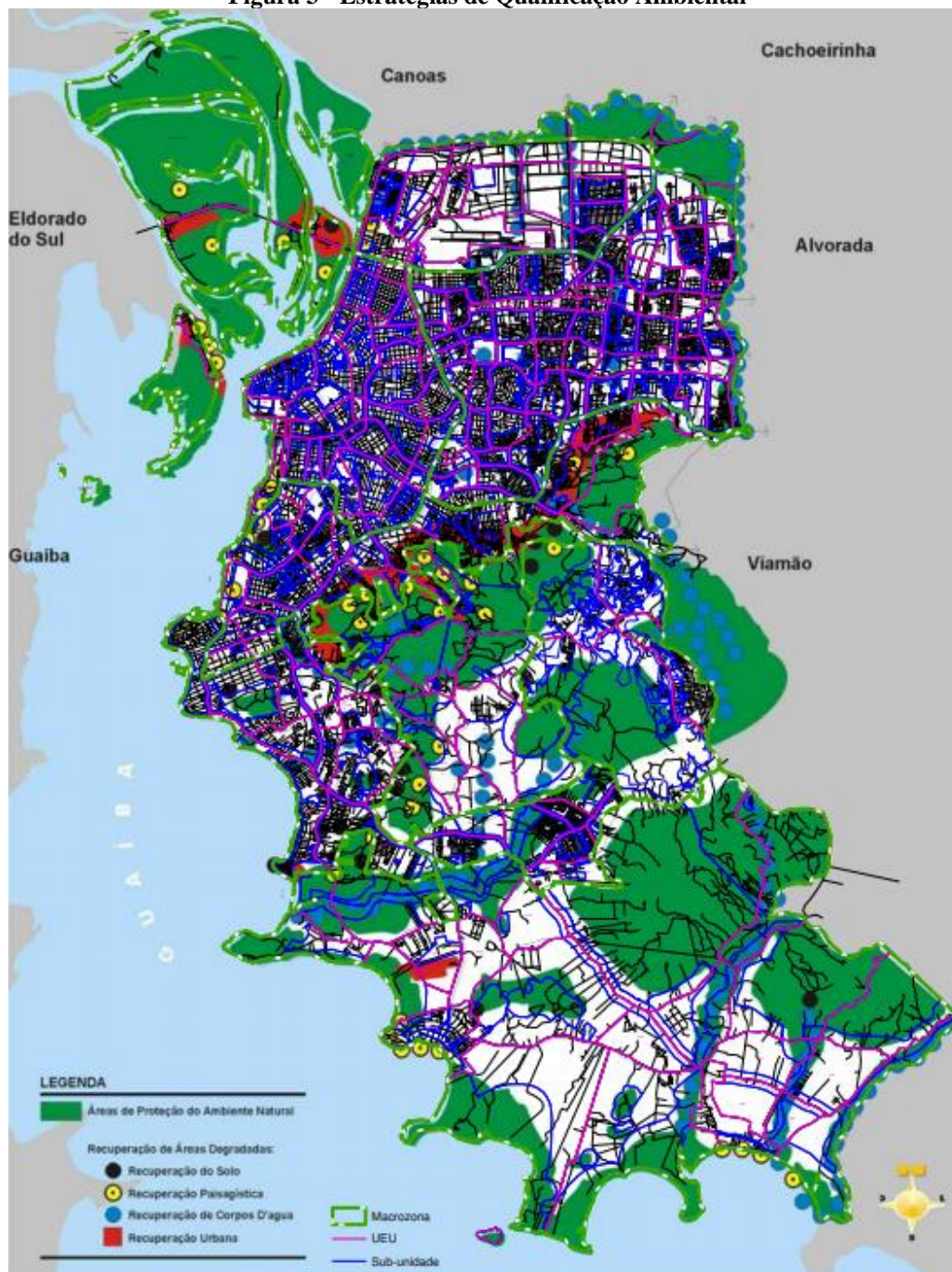
II – Programa de Proteção às Áreas Naturais, que propõe desenvolver estudos para a identificação de espaços representativos de valor natural, com vistas a estabelecer usos sustentáveis, resguardando as características que lhe conferem peculiaridade e envolvendo a recuperação de áreas degradadas e a preservação de riscos ambientais;

V – Programa de Gestão Ambiental, que propõe a elaboração do Plano de Gestão Ambiental, contendo diretrizes gerais de atuação consolidadas a partir dos planos setoriais de abastecimento de água, esgotamento sanitário, drenagem urbana, gerenciamento de resíduos sólidos e de energia e do plano de proteção ambiental, visando a estabelecer prioridades de atuação articuladas, qualificando soluções e reduzindo custos operacionais no âmbito das bacias hidrográficas;

VI – Programa de Prevenção e Controle da Poluição, que propõe ações permanentes de monitoramento da qualidade do ar, da água, do solo e do espaço urbano, visando à prevenção, ao controle e à fiscalização das atividades potencialmente poluidoras, considerando as condições atmosférica, hídrica, do solo, sonora e visual e a degradação do meio ambiente.

A figura 3 apresenta as estratégias de qualificação ambiental

Figura 3 - Estratégias de Qualificação Ambiental



Fonte: PDDUA (2010)

O Art. 21. Estabelece as diretrizes da Estratégia de Produção da Cidade que têm como objetivo a capacitação do Município para a promoção do seu desenvolvimento através de um conjunto de ações políticas e instrumentos de gerenciamento do solo urbano que envolvem a diversidade dos agentes produtores da cidade e incorporam as oportunidades empresariais aos interesses do desenvolvimento urbano como um todo.

A Estratégia de Produção da Cidade efetivar-se-á através:

III – da implementação de uma política de habitação social que integre e regule as forças econômicas informais de acesso à terra e capacite o Município para a produção pública de Habitação de Interesse Social (HIS);

VI – da localização e indicação das Áreas Urbanas de Ocupação Prioritária – AUOPs –, assim como da adequação da Lei Complementar nº 312, de 29 de dezembro de 1993, à Lei Federal nº 10.257, de 10 de julho de 2001 – Estatuto da Cidade –, e alterações posteriores; (Incluído pela L.C. nº 646, de 22 de julho de 2010).

O Art. 22 apresenta as diretrizes para a implementação da política habitacional de interesse social:

I – a regularização fundiária e a urbanização específica dos assentamentos irregulares das populações de baixa renda e sua integração à malha urbana;

II – a democratização do acesso à terra e a ampliação da oferta de moradias para as populações de baixa e média renda;

IV – a produção de padrões habitacionais adequados que atendam às necessidades básicas de habitabilidade, garantido os desempenhos técnico, econômico, humano, simbólico, social e ambiental. (Incluído pela L.C. nº 646, de 22 de julho de 2010).

§ 1º No atendimento às diretrizes o Poder Público promoverá:

I – a regularização das áreas de manutenção de Habitação de Interesse Social (HIS);

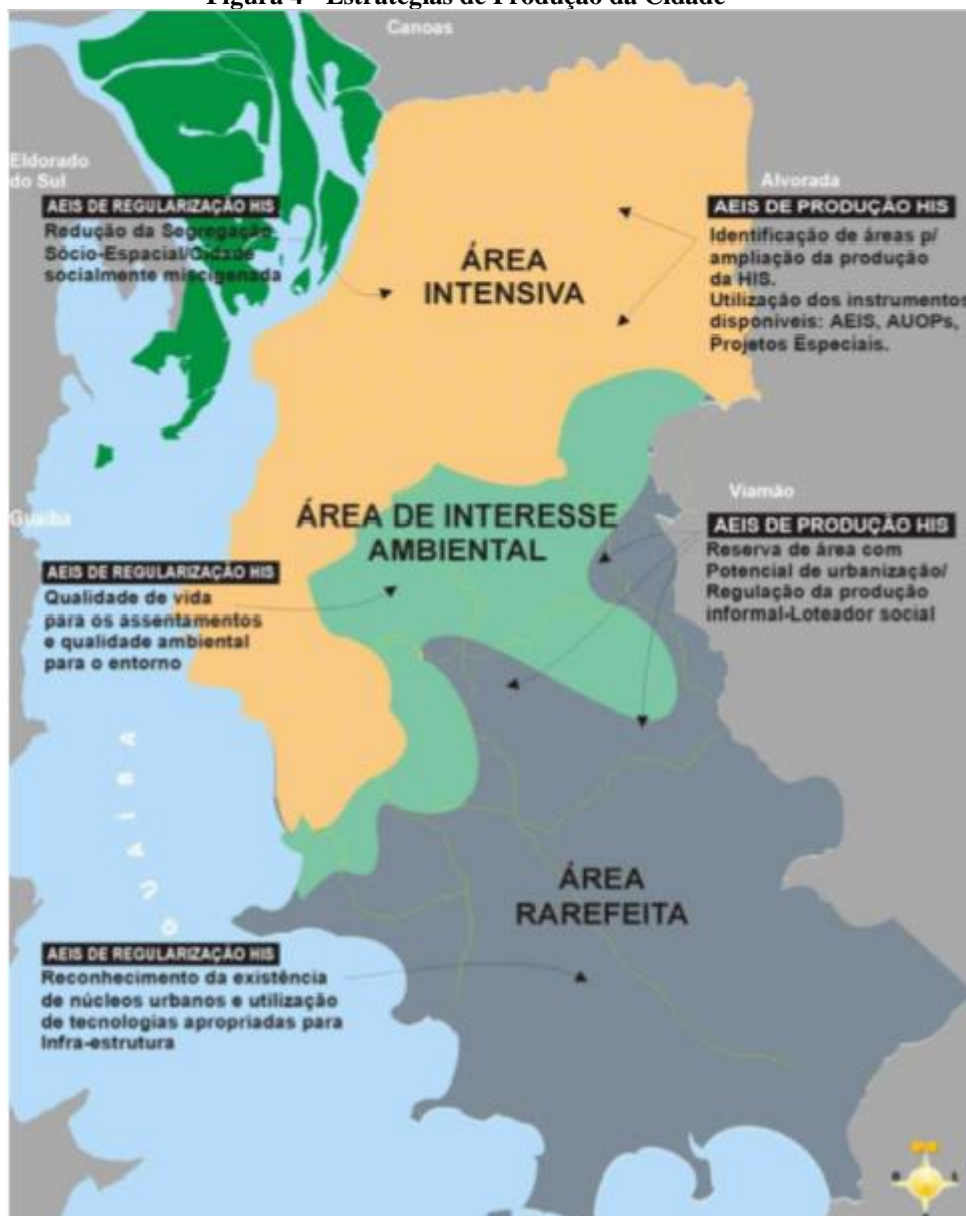
II – a provisão pública e a diversificação de mercado na produção de Habitação de Interesse Social;

III – o reassentamento e/ou a recuperação do ambiente degradado das áreas ocupadas em situação de risco;

IV – o estímulo a ações conjuntas dos setores público e privado na produção e na manutenção de Habitação de Interesse Social;

A figura 4 apresenta de forma geral a estratégia de produção da cidade:

Figura 4 - Estratégias de Produção da Cidade



Fonte: PDDUA (2010)

O Art. 11 apresenta a Estratégia de Uso do Solo Privado, que tem como objetivos gerais disciplinar e ordenar a ocupação do solo privado, através dos instrumentos de regulação que definem a distribuição espacial das atividades, a densificação e a configuração da paisagem urbana no que se refere à edificação e ao parcelamento do solo.

§ 1º A Estratégia de Uso do Solo Privado é composta pelo Plano Regulador, que é apresentado na Parte III desta Lei.

§ 2º Constitui também instrumento de regulação da paisagem urbana a avaliação de Projetos Especiais de Impacto Urbano. (NR) (Alterado pela L.C. n° 646, de 22 de julho de 2010).



No Art. 54–A. estabelece as diretrizes para Projeto Especial de Impacto Urbano, é a proposta de empreendimento ou atividade listado no Anexo 11 desta Lei Complementar, devendo observar, no que couber, os seguintes objetivos: (Incluído pela L.C. n° 646, de 22 de julho de 2010).

I – viabilização das diretrizes e estratégias do PDDUA; (Incluído pela L.C. n° 646, de 22 de julho de 2010).

IV – solução dos impactos urbano–ambientais decorrentes da proposta; (Incluído pela L.C. n° 646, de 22 de julho de 2010).

V – qualificação da paisagem urbana, reconhecendo suas diversidades e suas configurações socioespaciais; e (Incluído pela L.C. n° 646, de 22 de julho de 2010).

O Art. 75. Determina as Áreas Especiais de Interesse Urbanístico, na qual dividem–se em:

I – Áreas Especiais de Interesse Social – AEIS;

II – Áreas Urbanas de Ocupação Prioritária – AUOP;

III – Áreas de Contenção ao Crescimento Urbano –ACCRU;

IV – Áreas de Revitalização.

No Art. 76 define-se que as Áreas Especiais de Interesse Social são aquelas destinadas à produção e à manutenção de Habitação de Interesse Social, com destinação específica, normas próprias de uso e ocupação do solo.

§ 1º As áreas instituídas como AEIS I e II integrarão os programas de regularização fundiária e urbanística, com o objetivo da manutenção de Habitação de Interesse Social, sem a remoção dos moradores, exceção feita às moradias em situação de risco e em casos de excedentes populacionais.

§ 2º A delimitação e localização de áreas destinadas à produção de Habitação de Interesse Social dar–se–á pela instituição de AEIS III pelo Poder Executivo, considerado o déficit anual da demanda habitacional prioritária e os imóveis subutilizados das AUOPs, permitida a promoção de parcerias, incentivos ou outras formas de atuação para a consecução dos objetivos.

No Art. 79 define-se as Áreas Urbanas de Ocupação Prioritária – AUOPs – que são os locais da Área de Ocupação Intensiva identificados como imóveis urbanos destinados à ocupação prioritária, visando à adequação de seu aproveitamento e ao cumprimento da função social da propriedade, nos termos do disposto na Lei Complementar n° 312, de 1993, e serão regulamentadas mediante lei municipal específica, observado o disposto na Lei Federal n° 10.257, de 2001, e alterações

posteriores, sob pena de aplicação dos seguintes instrumentos: (Alterado pela L.C. n° 646, de 22 de julho de 2010).

O Art. 86 apresenta a identificação de Áreas Especiais de Interesse Ambiental, que visam ao cumprimento das diretrizes constantes na Lei Orgânica do Município referentes às políticas de preservação dos patrimônios cultural e natural, dividem-se em:

I – Áreas de Proteção do Ambiente Natural;

II – Áreas de Interesse Cultural; e

III – Áreas de Ambiência Cultural. (Incluído pela L.C. n° 646, de 22 de julho de 2010)

§ 1º A Preservação Permanente aplicar-se-á às áreas referidas no art. 245 da Lei Orgânica do Município de Porto Alegre que, pelas suas condições fisiográficas, geológicas, hidrológicas, botânicas, climatológicas e faunísticas, formem um ecossistema de importância no ambiente natural. (Alterado pela L.C. n° 646, de 22 de julho de 2010).

§ 2º A Conservação aplicar-se-á às áreas naturais que se encontrem parcialmente descaracterizadas em suas condições naturais originais e apresentem maior compatibilidade com as transformações urbanas.

§ 3º As zonas de Preservação Permanente descritas no art. 245 da Lei Orgânica do Município de Porto Alegre que não estejam prejudicadas em seus atributos e funções essenciais poderão receber apenas o manejo indispensável para a recuperação do equilíbrio e de sua perpetuação. (Alterado pela L.C. n° 646, de 22 de julho de 2010).

§ 4º As zonas de Conservação poderão receber atividades destinadas à educação ambiental, ao lazer, à recreação, à habitação e à produção primária, desde que tais atividades não impliquem comprometimento significativo dos elementos naturais e da paisagem, favorecendo sua recuperação.

O Município estabelecerá restrições ou limitações administrativas, assim como criará Unidades de Conservação, tais como Reserva Biológica e Parque Natural.

Art. 90. As Áreas de Proteção do Ambiente Natural têm limites e regime urbanístico constantes no Anexo 1, os quais serão detalhados mediante Estudo de Viabilidade Urbanística – EVU, a ser aprovado.

Para a execução das diretrizes de planejamento e gestão, o PDDUA possui um modelo espacial próprio de divisão territorial da cidade, segundo o Art. 27 do PDDUA (2010), o território divide-se, por seu Modelo Espacial, em área de Ocupação Intensiva (AOI) e Área de Ocupação Rarefeita (AOR). Segundo o guia de consulta Regime

Urbanístico (2019), em 2015 a categoria Área Rural (AR) foi reintroduzida pela L.C. 775/2015, tornando-se a terceira macro divisão urbanística da cidade.

A AOI é a área que, conciliada com a proteção ambiental, se caracteriza como prioritária para fins de urbanização, ela abrange toda mancha densamente urbanizada e contínua e alguns núcleos urbanos densos, porém isolados, como Restinga, Belém Velho, Belém Novo, Lageado, dentre outros.

A AOR é a área com características de baixa densificação, onde será dada predominância à proteção da flora, da fauna e demais elementos naturais, admitindo-se, para a sua perpetuação e sustentabilidade, usos científicos, habitacionais, turísticos, de lazer e atividades compatíveis com o desenvolvimento da produção primária, tem sua maior porção de área dentro da zona sul e leste de Porto Alegre.

Já a AR abarca espaços antes enquadrados na AOR, dentro da Macrozona 8, mas que devido a algumas finalidades específicas de estratégias passou a ser considerada novamente de Área Rural (AR), sendo assim, algumas unidades e subunidades da Macrozona 8 do PDDUA passarão a ser denominadas Subunidades e Unidades de Estruturação Rural, mantendo o mesmo Regime Urbanístico previsto para a Zona de Uso denominada Área de Produção Primária.

O Art. 28 do PDDUA (2010) diz que as AOI e AOR estão divididas em Unidades de Estruturação Urbana (UEU), nas Macrozonas (MZ) e Regiões de Gestão de Planejamento (RGP). Sendo essas:

I – Unidades de Estruturação Urbana – UEUs – são módulos estruturadores do Modelo Espacial definidos pela malha viária básica, podendo ser divididos em Subunidades quando englobarem regimes urbanísticos distintos;

II – Macrozonas - MZs - são conjuntos de Unidades de Estruturação Urbana com características peculiares quanto a aspectos socio-econômicos, paisagísticos e ambientais;

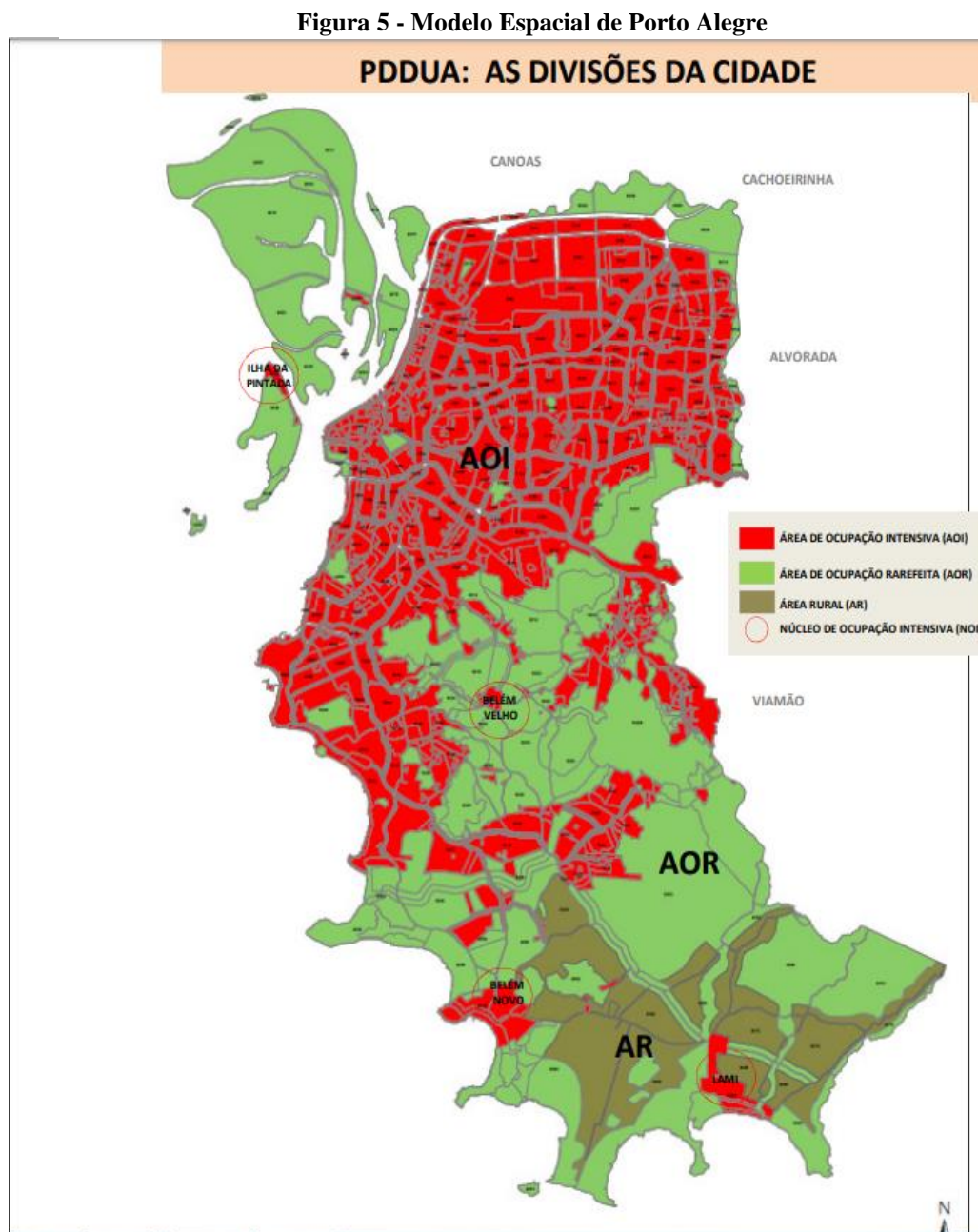
III – Regiões de Gestão do Planejamento -(RGP)- são unidades de divisão territorial para fins de descentralização da gestão participativa do desenvolvimento urbano ambiental.

A BHAS situa-se em sua maior parte na área da macro divisão AOR, estando a maior parte de sua área inserida na MZ 8 (denominada Cidade Rururbana). Também, está em sua totalidade dentro da BHAS, a MZ 7 (denominada Restinga), uma grande parte da MZ 10 (denominada Eixo Lomba do Pinheiro-Restinga) e uma pequena porção da Macrozona 5 (denominada Cidade Jardim), também possui uma pequena área que

está inserida na macrodivisão AR (área rural que anteriormente, no início do PDDUA, encaixava-se na MZ 8, denominada cidade rururbana).

Todas estas Macrozonas (MZs) possuem diretrizes específicas de estratégias de planejamento urbano e ambiental.

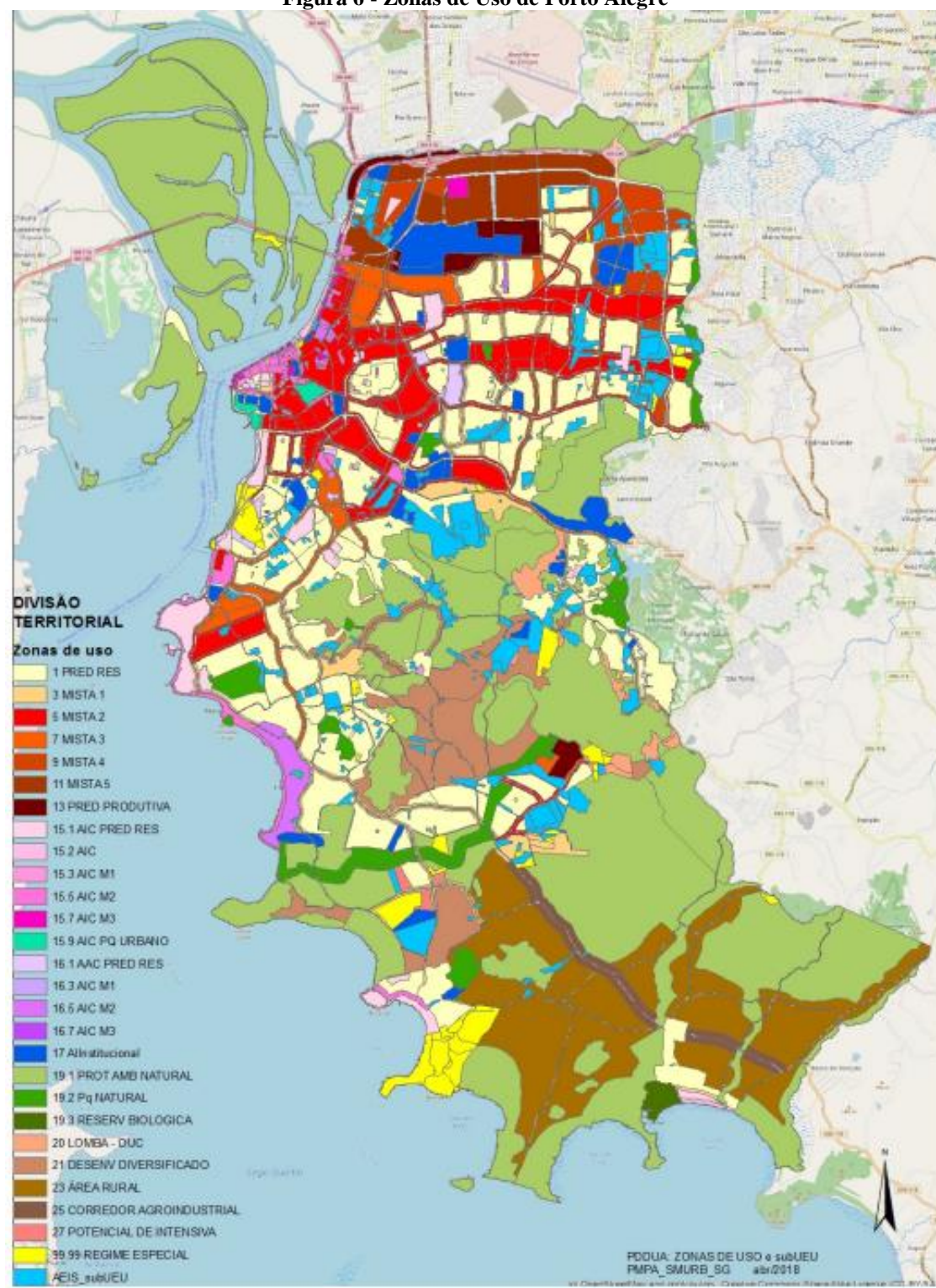
A figura 5 apresenta as macrodivisões do modelo espacial do PDDUA.



A produção da cidade conforme o Plano Regulador, determina o regime urbanístico para as MZs, UEUs e suas subunidades. A figura 6 representa as Zonas de Uso no território de Porto Alegre. O maior detalhamento do regime urbanístico de cada

área é apresentado no Anexo 1.2 do PDDUA de 2010, estabelecendo regime urbanístico de cada subunidade. Para a análise em questão, apenas as zonas de usos contemplam os objetivos do trabalho, não sendo necessário um aprofundamento do regime urbanístico por subunidade.

**Figura 6 - Zonas de Uso de Porto Alegre**



Conforme a figura 6, observa-se que as principais zonas de uso do município são de predomínio residencial, proteção do ambiente natural, desenvolvimento diversificado e algumas áreas de zona mista e de AEIS, áreas institucionais ou de regime especial.

O Art. 24 estabelece a Estratégia do Sistema de Planejamento que objetiva um processo de planejamento dinâmico e contínuo, que articule as políticas da administração municipal com os diversos interesses da sociedade, promovendo instrumentos para o monitoramento do desenvolvimento urbano, e estabelece como um dos instrumentos para efetivação do sistema de planejamento se dá pelos Planos de Ação Regional. Para área de estudo deste trabalho, podemos referenciar como um Plano de Ação Regional: o relatório intitulado Bases do Plano Estratégico da Zona Sul (BPEZS) de 2012.

O Relatório foi realizado durante aproximadamente três anos, e publicado no ano de 2012. Ele é fruto de um processo de gestão participativa que envolveu tanto a esfera municipal quanto a sociedade civil (comunidades locais e representantes da sociedade civil organizada), que mediante processo participativo desenvolveram atividades:

Que possibilitaram identificar os principais conflitos e as principais potencialidades, definir diretrizes, sugerir detalhamentos necessários e consolidar um conjunto de propostas integradas que definem um rumo para a Zona Sul da cidade nas próximas décadas.(BPEZS, 2012, p. 08.).

Portanto para a análise da evolução da qualidade ambiental e sua conformidade com o que é proposto pelas diretrizes de qualificação ambiental e produção da cidade apresentada pelo PDDUA (2010), além do próprio Plano Diretor, tomou-se como referência o conteúdo do relatório BPEZS de 2012, que tem como objetivo:

Definir diretrizes, com o envolvimento da sociedade, para subsidiar o detalhamento e a implementação do Programa de Desenvolvimento Sustentável para a MZ8, definido no inciso III, artigo 20 da LC 434/99 - PDDUA, através da análise que identifique oportunidades de desenvolvimento que potencializem as características de ocupação rarefeitas do território, especialmente no que se refere aos seguintes aspectos: conservação do ambiente natural; mitigação dos impactos da ocupação habitacional irregular; indicação de ações estratégicas que promovam o desenvolvimento sustentável. (ibidem, 2012, p. 08).

Ele aponta as diretrizes específicas que visam nortear as ações para cumprir as estratégias de desenvolvimento urbano e ambiental apresentadas no PDDUA de 2010, para a MZ-8, que constitui a maior parte da BH do Salso, e que possui grandes áreas de interesse ambiental.

Através de uma metodologia estruturada, com levantamentos das características socioambientais da área, oficinas e reuniões para debater as problemáticas (um dos cerne da construção do relatório foi o processo participativo) pode-se estabelecer estratégias e planos de ações para garantir exequibilidade do PDDUA: “Um dos pressupostos básicos no desenvolvimento do trabalho foi a transdisciplinariedade e a participação da sociedade civil.” (ibidem, 2012, , p. 08).

Para analisar e debater a problemática e assim propor as diretrizes estratégicas do relatório, estipularam-se quatro eixos conceituais:

- Desafio – Provocação para atingir algo ou objetivo.
- Conflito – desavença, pendência, oposição, pode ser negociado
- Problema – Situação negativa, pode ter várias soluções, deve ser resolvido.
- Potencialidade – Força ou poder que se pode dispor para realizar algo.

Através do levantamento de dados, das análises e debates, chegou-se a uma síntese que aponta os conflitos e potencialidades. Dessa maneira pode-se discutir e propor as diretrizes estratégicas e de ações.

As figuras 7 e 8 apresentam a síntese dos conflitos e potencialidade e das diretrizes estratégicas do eixo ambiental concebidas pelo relatório:

**Figura 7 - Conflitos e Potencialidades da MZ8**



Fonte: Bases do Plano Estratégico para Zona Sul (2012)

**Figura 8 - Diretrizes do Eixo Bens Ambientais da MZ8**

Diretrizes do Eixo Bens Ambientais				
Cruzamento para identificação de setores de conflito e áreas vulneráveis	Mapeamentos bens ambientais	APP	Cursos d'água	
			Topos do morro	
			Áreas de restinga	
			Áreas de banhado	
	Identificação e mapeamento dos Biomas listados pelo Ministério do Meio Ambiente - MMA	Maciços vegetais		
		Corredores ecológicos		
		Reserva biosfera Mata Atlântica		
		Áreas prioritárias para conservação de biodiversidade		
		Bioma Pampa - Estratégias regionais		
		Possibilidades de implantação		
Sistema de proteção das áreas naturais	IPTU Ecológico		Dificuldades de implantação e eficácia	
	Unidades de conservação	Reserva Biológica do Lami	Compatibilização do Plano de Manejo com PDDUA	
		Morro São Pedro	Gravame de UC no PDDUA	
			Definição do tipo de UC conforme a lei do SMUC	
			Implantação da sede dentro da UC, conforme determinação do Programa Socioambiental - PISA	
	Parques urbanos	Parque Linear Arroio do Salso	Detalhamento do setor intermediário	
		Parque temático	Preservar bens ambientais, a cultura e tradições locais	
	Reserva Particular de Patrimônio Natural - RPPN	Identificar potenciais	Promover o gravame	
	Educação Ambiental	Programa ampliado de educação ambiental voltado às especificidades locais e em parceria com as escolas, unidades de conservação e associação de moradores		Arroios e parque linear
				Corredores ecológicos
Orla do Guaíba				
Faixa e matas de restinga				
Fauna e flora locais				

Fonte: Bases do Plano Estratégico para Zona Sul (2012)

### 3.4 USO E OCUPAÇÃO DO SOLO E QUALIDADE AMBIENTAL

O uso e ocupação do solo em uma bacia hidrográfica como componente do sistema, causa impacto como os demais elementos. Essa categoria participa como fator importante no processo de regulação das características hidrológicas e geomorfológicas de uma bacia hidrográfica. Na perspectiva de que a alteração dos componentes dentro do sistema afeta sua dinâmica e morfologia, os diferentes usos e ocupação do solo impõem sua influência nas características do sistema:

Sob o ponto de vista do auto-ajuste pode-se deduzir que as bacias hidrográficas integram uma visão conjunta do comportamento das condições naturais e das atividades humanas nelas desenvolvidas uma vez que, mudanças significativas em qualquer dessas unidades, podem gerar alterações efeitos e ou impactos a jusante e nos fluxos

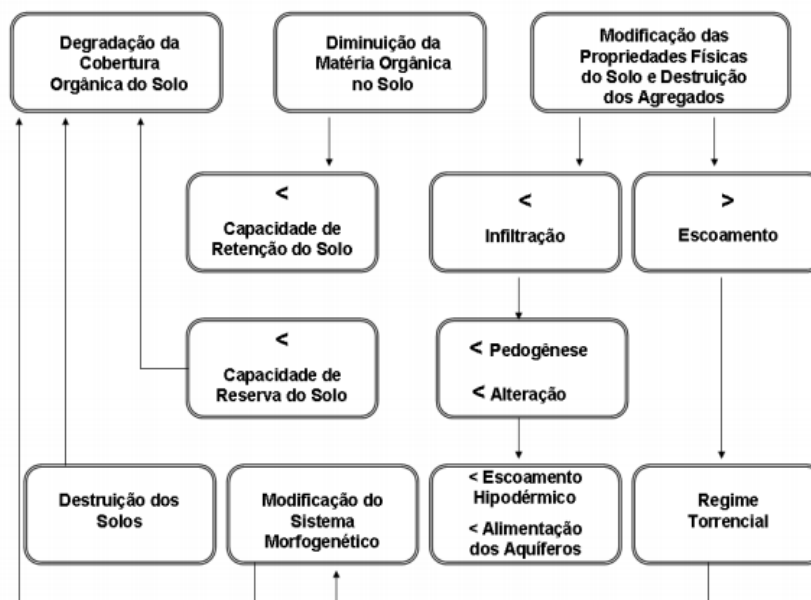


energéticos de saída (descarga, cargas sólidas e dissolvidas) (GUERRA & CUNHA, 2012, p. 353)

As relações entre o uso e ocupação do solo e as condições ambientais de uma bacia hidrográfica são observáveis em diversos elementos do sistema, como: as margens fluviais, o tempo de residência da água, e os elementos escoados pela drenagem. Também as características físico-químicas e biológicas, ou seja, os parâmetros de qualidade da água são influenciados consideravelmente pelos diferentes tipos de uso e ocupação do solo, conforme Menezes *et al.*(2016).

Quando o uso e ocupação do solo for inadequado e não levar em conta a mitigação ou prevenção dos impactos negativos, haverá muito provavelmente degradação ambiental. “Alguns impactos relacionados às atividade humanas tornam-se prejudiciais, principalmente quando não são levados em conta à própria capacidade de suporte dos sistemas ambientais” (Crispim & Souza, 2016, p. 21). Os autores apresentam a relação entre as variáveis ambientais e a tendência de degradação ambiental ocasionada pelas práticas indevidas do uso do solo, como pode-se visualizar na figura 9.

**Figura 9 - Interrelação entre uso e ocupação do solo e degradação ambiental**



Fonte: Crispim & Souza (2016)

Nas últimas décadas houve considerável aumento da urbanização no Brasil, fato é que a expansão urbana geralmente proporciona impactos negativos, principalmente quando acontece de forma não planejada ou sem um estudo prévio que leve em conta os

possíveis impactos ambientais. Sobre a expansão urbana e seus efeitos, Moura et al. (2016) afirmam que:

O adensamento populacional e a impermeabilização crescente do solo condicionam impactos negativos ao ambiente, destacando-se, entre outros, a intensificação dos processos de inundação urbana; alteração no escoamento devido ao aumento da produção de sedimentos; degradação da qualidade da água pelos esgotos pluviais e/ou cloacais e contaminação dos aquíferos. (Moura et.al 2016)

Quanto ao tipo de contaminação da água por substâncias, elementos químicos ou indivíduos patogênicos, é importante salientar as diferenças esperadas para o uso agrícola e o urbano doméstico:

Geralmente, o uso e o manejo das terras agrícolas têm forte influência sobre as concentrações de nutrientes na água, como o nitrogênio e o fósforo. Já em áreas urbanas e industriais o uso e a ocupação do solo têm sido associados com a poluição orgânica, bem como metais pesados e nutrientes (Menezes et al. 2016).

Crispim & Souza (2016) ressaltam algumas das principais dinâmicas de uso e ocupação do solo que acarretam em degradação ambiental nas bacias hidrográficas: o desmatamento desenfreado de extensas áreas para atividade relacionadas à agricultura e superpastoreio, manuseio do solo sem tecnologias apropriadas, urbanização desordenada e atividades industriais.

Outro fator importante é a degradação de matas ciliares em áreas que deveriam ter preservação permanente (APPs), o que gera grandes impactos negativos como erosão das margens fluviais, assoreamento, intensificação de processos de inundação, e um maior escoamento de resíduos sólidos e efluentes químicos poluentes:

“A degradação ambiental da cobertura vegetal ocasionará a degradação dos solos, acarretando processos erosivos e um aumento significativo no transporte de sedimentos ao longo do canal fluvial, além da diminuição gradativa da matéria orgânica do solo.” (Crispim & Souza, 2016, p. 22)

Quanto à área de estudo deste trabalho, apesar de possuir a grande maior parte de sua área coberta por vegetação, tanto o PDDUA quanto outros estudos de análise da expansão urbana de Porto Alegre, apontam a zona sul da cidade, como um vetor de

expansão e especulação imobiliária, principalmente nas MZs que encontram-se dentro da BHAS:

Atualmente, o foco de investimentos públicos e de especulação imobiliária é o setor sul do município, onde se localiza a bacia hidrográfica do Arroio do Salso. Considerando as características topográficas, as ocupações ocorrem com relativa facilidade, pois são áreas planas próximas ao curso d'água, apresentando potencialidades à implantação de áreas de cultivo e à instalação de edificações sem gastos excessivos na construção de superfícies planas para a construção de moradias e de infraestrutura (Moura et. al, 2013).

Percebemos que o aumento da pressão antrópica sobre o ambiente, acarreta o incremento da impermeabilização do solo e dos despejos de esgoto doméstico, visto que essa expansão urbana se dá predominantemente para fins residenciais. Dados de alguns estudos reforçam o diagnóstico esses problemas. Segundo o relatório do Plano de Bacia do Lago Guaíba (2017), estimou-se que no ano de 2015 deve haver uma descarga de 96,8 l/s de efluentes domésticos pela BHAS ao Guaíba. Já o Plano de Saneamento de Porto Alegre (2015) aponta que a BHAS tinha em 2015 apenas 39,5 % de seu esgoto produzido tratado pelo atendimento à coleta de esgoto para ser tratado na Estação de Tratamento de Esgoto ETE da Serraria, essa inaugurada em 2014.

Outro fato importante a ser salientado é o uso e ocupação do solo nas áreas localizadas mais a montante da bacia, em locais onde estão situadas as nascentes dos arroios que vão formar o Salso. Muitas vezes estas áreas são de ocupação irregular e muito provavelmente acabam despejando efluentes domésticos sem tratamento diretamente na rede de drenagem, ocasionando a degradação ambiental do curso principal desde as áreas de nascentes. Nesse sentido, Basso *et al.* (2013) realizaram coleta de água do arroio do Salso, na qual, analisaram alguns parâmetros físico-químicos da água e comprovaram a má qualidade de água mesmo em áreas situadas próximas às nascentes: Em ponto de coleta próximo das nascentes verificaram-se elevados valores de Condutividade Elétrica (variação de 198  $\mu\text{S cm}^{-1}$  a 288  $\mu\text{S cm}^{-1}$ ), resultado dos despejos de esgotos domésticos não tratados do bairro Lomba do Pinheiro. No ponto localizado próximo da foz no lago Guaíba, os valores de CE aumentaram ainda mais (237  $\mu\text{S cm}^{-1}$  a 497  $\mu\text{S cm}^{-1}$ ), devido aos despejos domésticos e industriais provenientes do bairro Restinga.

### 3.5 ÍNDICE DE TRANSFORMAÇÃO ANTRÓPICA (ITA)

O ITA é um método desenvolvido por Lèmechev (1982) em estudos geocológicos, tem o objetivo de quantificar a pressão antrópica sobre algum componente do meio ambiente, como áreas de proteção ambiental, bacias hidrográficas ou parques nacionais, dentre outros (ROCHA e CRUZ, 2009).

O índice é expresso por uma fórmula que resulta na classificação do nível de degradação ambiental em função das suas condições e características da cobertura e uso do solo. A classificação é a expressão do grau de degradação ambiental gerada pelas modificações antrópicas das condições naturais de uma determinada área:

Com a aplicação das geotecnologias na investigação do uso da terra e cobertura vegetal pode-se mensurar as transformações realizadas na paisagem através do Índice de Transformação Antrópica (ITA), ou seja, as ações humanas que modificam os atributos da paisagem natural por meio de seus usos diversos (ROCHA e CRUZ, 2009)

A cada classe de uso e ocupação do solo atribui-se um peso, que expressa o grau de degradação pela transformação antrópica que mesma apresenta. O valor do ITA será determinado pelo somatório da porcentagem de área de cada classe multiplicada pelo seu peso e dividido por 100, assim o resultado deve ser enquadrado nas classes do ITA: Pouco Degradado, Regular, Degradado e Muito Degradado.

Conforme Rodrigues L. (2014) diversos autores como Mateo (1984; 1991), Vicens (1998), Teixeira (2003), Schwenk e Cruz (2008), dentre outros, têm trabalhado com este índice para determinar a evolução da pressão antrópica em uma dada área, e segundo Perim & Cocco (2016) o ITA é comprovadamente eficiente para análises espaço-temporais em bacias hidrográficas e em áreas de proteção ambiental, e pode servir como instrumento para diagnosticar e proferir análises multi-temporais quanto à distribuição espacial do uso e ocupação do solo e seus reflexos na qualidade ambiental, e assim servir de subsídio para políticas públicas e de gestão ambiental.

Cabe salientar que é importante procurar conhecer as condições ambientais originais antes das intervenções antrópicas e após até o momento da análise proposta, assim como realizar um estudo prévio da pressão antrópica sobre os tipos de uso e ocupação do solo ocorrentes na área que será estudada. Depois disso, pode-se então, atribuir os pesos para cada classe de uso.

### 3.6 ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE- APPS

O Código Florestal do Brasil (CFB), através da Lei n. 12.651/2012, define que as APPs são consideradas áreas legalmente protegidas, cobertas ou não com vegetação nativa, podendo ser públicas ou privadas, urbanas ou rurais, ambientalmente frágeis e vulneráveis, e possuem a função de preservar os recursos hídricos, a paisagem, o equilíbrio geológico, a biodiversidade e assegurar a qualidade ambiental para o bem-estar das populações humanas. (BRASIL, 2012).

O CFB destaca as diversas funções ou serviços ambientais prestados pelas APPs em meio urbano:

- a proteção do solo prevenindo a ocorrência de desastres associados ao uso e ocupação inadequados de encostas e topos de morro;
- a proteção dos corpos d'água, evitando enchentes, poluição das águas e assoreamento dos rios;
- a manutenção da permeabilidade do solo e do regime hídrico, prevenindo contra inundações e enxurradas, colaborando com a recarga de aquíferos e evitando o comprometimento do abastecimento público de água em qualidade e em quantidade;
- a função ecológica de refúgio para a fauna e de corredores ecológicos que facilitam o fluxo gênico de fauna e flora, especialmente entre áreas verdes situadas no perímetro urbano e nas suas proximidades;
- a atenuação de desequilíbrios climáticos intra-urbanos, tais como o excesso de aridez, o desconforto térmico e ambiental e o efeito "ilha de calor".

Segundo a lei, esses espaços exercem, do mesmo modo, funções sociais e educativas, destacando-se as oportunidades de contato com os elementos da natureza e educação ambiental (voltada para a sua conservação), sendo essa última, algo muito importante para a melhoria ambiental, através da conscientização da população residente que convive com as condições ambientais locais existentes, assim proporcionando uma maior qualidade de vida às populações urbanas.

Outro aspecto importante segundo o Ministério do Meio Ambiente, são os efeitos indesejáveis do processo de urbanização sem planejamento, como a ocupação irregular e o uso indevido dessas áreas, na qual tende a reduzi-las e degradá-las cada vez mais, causando graves problemas nas cidades.

A definição de APP não é originalmente conceituada no Código Florestal de 65, e sim inserida em seu texto pela Medida Provisória 2.166- 67/2001, e revisada pela Lei n. 12.651/2012, atual Código Florestal vigente como instrumento legislativo sobre a questão.

No Art. 4º do CFB de 2012 define-se os tipos de APPs, interessando a este trabalho as que se enquadram como:

I -faixas marginais curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de:30 (trinta) metros, para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura e50 (cinquenta) metros, para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;

II - as áreas no entorno dos lagos e lagoas naturais, em faixa com largura mínima de 100 (cem) metros, em zonas rurais, exceto para o corpo d'água com até 20 (vinte) hectares de superfície, cuja faixa marginal será de 50 (cinquenta) metros; 30 (trinta) metros, em zonas urbanas;

III - as áreas no entorno dos reservatórios d'água artificiais, decorrentes de barramento ou represamento de cursos d'água naturais, na faixa definida na licença ambiental do empreendimento;

IV - as áreas no entorno das nascentes e dos olhos d'água perenes, qualquer que seja sua situação topográfica, no raio mínimo de 50 (cinquenta) metros;

IX - no topo de morros, montes, montanhas e serras, com altura mínima de 100 (cem) metros e inclinação média maior que 25°, as áreas delimitadas a partir da curva de nível correspondente a 2/3 (dois terços) da altura mínima da elevação sempre em relação à base, sendo esta definida pelo plano horizontal determinado por planície ou espelho d'água adjacente ou, nos relevos ondulados, pela cota do ponto de sela mais

Quanto ao âmbito municipal a Lei 0/1990 – Lei Orgânica de Porto Alegre, no seu Art. 245 dispõe sobre as APPs, considerando áreas de preservação permanente:

I - as nascentes e as faixas marginais de proteção de águas superficiais;

II - a cobertura vegetal que contribua para a resistência das encostas à erosão e a deslizamentos;

III - as áreas que abrigam exemplares, raros, ameaçados de extinção ou insuficientemente conhecidos, da flora e da fauna, bem como aquelas que servem de local de pouso, abrigo ou reprodução de espécies migratórias.

IV - as áreas assim declaradas por lei;

V –as margens do rio Guaíba;

VI - as ilhas do Delta do Jacuí pertencentes ao Município.

Parágrafo único - Nas áreas de preservação permanente, não serão permitidas atividades que, de qualquer forma, contribuam para descaracterizar ou prejudicar seus atributos e funções essenciais. (PORTO ALEGRE, 1990)

O Art. 88. do PDDUA de 2010 faz a atualização quanto as Áreas de Proteção do Ambiente Natural que terão o uso e a ocupação disciplinados por meio de regime urbanístico próprio, compatibilizados com as características que lhes conferem peculiaridades e admitem um zoneamento interno de uso, nos termos dos Arts. 225, 235 e 245 da Lei Orgânica do Município de Porto Alegre, compreendendo as seguintes situações: (Alterado pela L.C. n° 646, de 22 de julho de 2010).

I – Preservação Permanente;

II – Conservação;

III – Corredores Ecológicos. (Incluído pela L.C. n° 646, de 22 de julho de 2010).

§ 1º A Preservação Permanente aplicar-se-á às áreas referidas no art. 245 da Lei Orgânica do Município de Porto Alegre que, pelas suas condições fisiográficas, geológicas, hidrológicas, botânicas, climatológicas e faunísticas, formem um ecossistema de importância no ambiente natural. (Alterado pela L.C. n° 646, de 22 de julho de 2010).

Segundo documento da Procuradoria Geral do município de Porto Alegre, não há efeito de lei específica quanto aos critérios para estabelecimento da dimensão e quanto aos tipos de APPs existentes no município, estando decretado e devendo ser cumpridas as normas legislativas de âmbito federal, estabelecidas pelo código Florestal:

O fato concreto é que em Porto Alegre a Lei Complementar N° 434, nosso Plano Diretor, não legislou sobre o tema, sendo que fez menção expressa a compatibilização com a legislação federal existente sobre a matéria. Assim, mesmo que em tese fosse possível, não há que se falar em preponderância da lei local, na medida em que esta lei inexistente. Destarte não há como negar vigência ao Código Florestal, com a alteração inserida em 1989, por intermédio da Lei Federal N° 7.803, redação que remanesce até hoje. (PGM, 22-8-2014, p. 14)

Porém, Roviuraro (2017) adverte que deve-se considerar o parecer 1181(PMPA,2012) publicado em 21/01/2013, o qual define parâmetros mais rigorosos para delimitar as APPs de topo de morro em Porto Alegre, estabelecendo que a declividade média passa a ser acima de 17° e a diferença entre topo e ponto de cota passa a ser entre 50 e 300 metros.

Outro parecer levantado pelo autor sobre a questão é o parecer 1198/2016- Áreas de preservação permanente em zona urbana e licenciamento edilício, de 16/05/2016. Nele afirma-se que: “o Município tem competência para editar normas que levem em consideração a cidade existente, podendo dispor diferentemente com relação à matéria, desde que atenda aos dispositivos constitucionais e o ordenamento jurídico urbano-ambiental vigente.” (PMG, 2016). No caso da cidade de Porto Alegre, e em específico na área de estudo, tanto em registro oficial da PMPA, quanto em trabalhos científicos sobre a temática, encontramos apenas dois tipos de APPs: *APPs de hidrografia e APPs de Topo de Morro*. Apesar de haver um trabalho de revisão das áreas de APPs realizado por Roviuraro (2017), optamos pelas APPs delimitadas e disponíveis em arquivos *shape file* pela PMPA, pelo fato de serem consideradas oficiais, e por tanto representam as áreas que realmente estão sob jurisdição legislativa.

### 3.7 SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS - SIG

As técnicas de geoprocessamento para análise espacial de fenômenos geográficos vêm crescendo muito nas últimas décadas, e permitindo armazenamento e cruzamento de uma grande quantidade de dados, assim produzindo conteúdos cartográficos que facilitam e aprimoram a análise geográfica. As geotecnologias são um conjunto de tecnologias compostas por soluções em *hardware*, *software* e *peopleware* que constituem poderosas ferramentas de análise e para tomada de decisões (Rosa, 2005, apud Rodrigues *et. al*, 2014), dentre as geotecnologias existentes podemos



destacar o emprego do Sistema de Informação Geográfica (SIG), assim como o Processamento de Imagem Digital e a interpretação visual de imagens de satélite. Scheneider (2010) afirma que o SIG dispõem de um conjunto de ferramentas especializadas em produzir, armazenar, transformar e emitir informações espaciais, utilizando um sistema de coordenadas para estabelecer a espacialização geográfica.

Segundo Rodrigues *et. al* (2014) com a aplicação dessas geotecnologias na investigação do uso e ocupação do solo e cobertura vegetal pode-se mensurar as transformações realizadas na paisagem, e através do Índice de Transformação Antrópica (ITA) estimar a pressão antrópica em uma determinada área de estudo.

Portanto, para a execução dos procedimentos metodológicos deste trabalho, a utilização destas geotecnologias, principalmente o SIG, tornaram-se importantes ferramentas, e permitiram a produção de mapas temáticos, na qual, pode-se apresentar e analisar a distribuição geográfica dos fenômenos inerentes à problemática da pesquisa aqui apresentada.

#### 4. MATERIAIS E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Os procedimentos metodológicos realizados no presente estudo estão estruturados em cinco etapas:

1ª etapa -Pesquisa bibliográfica e análise documental com levantamento de dados e metadados.

2ª etapa -Elaboração dos mapas.

3ª etapa -Elaboração de Gráficos e Tabelas para as análises e comparações.

4ª etapa -Aplicação do ITA.

5ª etapa -Trabalho de Campo.

Apesar das cinco etapas estarem organizadas de maneira cronológica quanto à ordem de execução, alguns dos procedimentos metodológicos foram realizados concomitantes ou posteriormente a realização de outros procedimentos de outras etapas posterior, como um exemplo, pode-se citar a produção de tabelas com o resultado da aplicação do ITA, procedimento pertencente à terceira etapa, mas que se realizou após a quarta etapa, na qual se aplicou o ITA.

A seguir, listam-se os materiais utilizados para a aplicação da metodologia proposta.

##### 4.1 MATERIAIS

No presente estudo utilizaram-se os seguintes materiais:

- *Base cartográfica do Diagnóstico Ambiental de Porto Alegre*, arquivos digitais de dados espaciais do tipo vetorial em formato *shape file*, georreferenciados no sistema de projeção UTM referido ao datum SAD 69, compatíveis a escala de 1:1500, produzidos e cedidos pelo centro de Ecologia da UFRGS. Para a confecção dos mapas utilizou-se a base cartográfica das Sub-bacias Hidrográficas, da Cobertura Vegetal e Uso e Ocupação do Solo e da Rede de Drenagem.

- *Base cartográfica do banco de dados da Prefeitura Municipal de Porto Alegre*, arquivos digitais de dados espaciais do tipo vetorial em formato *shape file* das áreas de

APPs de hidrografia e de topo de morro, Macrozonas (MZs), limite atual dos bairros de Porto Alegre, das Áreas Especiais de Interesse Social (AEIS), georreferenciados no sistema de projeção UTM referido ao datum SIRGAS 2000, compatíveis a escala de 1:1500.

- *Base cartográfica do banco de dados da FEPAM*, arquivos digitais de dados espaciais do tipo vetorial em formato *shape file* dos limites do município de Porto Alegre e do Estado do Rio Grande do Sul, georreferenciados no sistema de projeção UTM referido ao datum SIRGAS 2000.

- *Imagem do Satélite Landsat 8 referente à data de 15/08/2019*, arquivos digitais do tipo *raster*, georreferenciados no sistema de projeção UTM WGS 1984 22N, disponível pelo banco de dados do Earth Explorer do Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS), utilizou-se as imagens nas bandas 4,3,2, bandas do visível (RGB) e a banda 8 (Pancromática), para a definição resolução espacial de 15 metros.

- *Software de Sistema de Informações Geográficas (SIG) ArcGis 10.3* cedido pelo Departamento de Geografia da UFRGS.

- *Softwares Microsoft Office, Word e Excel 2007*, cedidos pelo Departamento de Geografia da UFRGS.- *Câmera Fotográfica Sony* com seu respectivo aplicativo de edição de fotografias.

- *Aplicativo de celular Google Earth9.3 e Google Maps* para auxílio no trabalho de campo.

- Veículo de transporte automotivo para deslocamento em etapa de campo.

#### 4.2 PESQUISA BIBLIOGRÁFICA E ANÁLISE DOCUMENTAL COM LEVANTAMENTO DE DADOS E METADADOS.

A primeira etapa metodológica refere-se à pesquisa bibliográfica e o levantamento de informações, dados e metadados sobre a área de estudo e sobre a problemática proposta neste trabalho.

Primeiramente levantaram-se informações sobre as características ambientais da área de estudo, através de trabalhos acadêmicos (artigos, trabalhos de conclusão de graduação, dissertações de mestrado, dentre outros) que tratavam sobre questões pertinentes a BHAS. Também realizou-se a análise documental da legislação federal, estadual e municipal, assim como de documentos como o PDDUA, a PNMA, Relatórios do Comitê de Bacia do Lago Guaíba, Base do Plano Estratégico para a Zona Sul, Código Florestal, Resoluções do CONAMA, Diagnóstico Ambiental de Porto Alegre, Plano de Saneamento de Porto Alegre.

Consultou-se bibliografia que aborda a metodologia escolhida para produzir os resultados para a análise proposta. Também, examinaram-se alguns trabalhos acadêmicos que aplicaram o ITA em outras áreas.

Por fim, levantaram-se os dados necessários para execução das próximas etapas da pesquisa. Eles correspondem a arquivos vetoriais do tipo *shapefile*, imagem de satélite do tipo *raster*.

#### 4.3 ELABORAÇÃO DOS MAPAS

Esta etapa consistiu na elaboração dos mapas apresentados no trabalho. Eles são dois mapas de uso e ocupação de solo: o primeiro é anterior ao início de vigência do PDDUA de 2010 e foi elaborado a partir do mapeamento realizado pelo Departamento de Ecologia da UFRGS e publicado no Diagnóstico Ambiental de Porto Alegre no ano de 2008; o segundo corresponde à atual situação de 2019, ano que antecede a revisão do PDDUA.

Também foi elaborado um mapa com as APPs oficiais institucionalizadas pela PMPA (APPs de hidrografia e de topo de morro) encontradas na área de estudo, para então após, sobrepor aos dois mapas de uso e ocupação do solo, podendo assim estabelecer uma comparação sobre a evolução da conservação/preservação ou ocupação indevida destas áreas.

Por fim, ressaltar a elaboração do mapa de localização da área de estudo, com os bairros que se encontram total ou parcialmente inseridos na área; o mapa de localização dos pontos de observação na etapa de campo; e, os dois mapas que relacionam a expansão urbana com as AEIS, e as MZs de Porto Alegre.

#### 4.3.1 Mapas de Uso e Ocupação do Solo

Para elaboração do mapa de uso ocupação do solo anterior ao PDDUA, realizou-se uma adaptação do mapeamento de vegetação e uso e ocupação do solo realizado por Hasenack e publicado em 2008 no Diagnóstico Ambiental de Porto Alegre (DAP).

Através do *software* ArcGIS 10.3 editou-se os arquivos *shape file* de vegetação e uso e ocupação do solo do DAP, adaptando e agrupando as diversas classes mapeadas em detalhe para apenas cinco classes distintas: Corpo d' água, Cobertura Vegetal, Cultivos, Área Urbanizada – Edificações e Vias e Afloramento Rochoso e Solo Exposto. Para o estudo aqui proposto as classes estabelecidas cumprem a função de demonstrar o grau de alteração antrópica através da aplicação do ITA.

A seguir, segue o detalhamento das subclasses agrupadas que resultaram nas cinco classes descritas anteriormente:

- *Cobertura Vegetal*: todos os tipos de subclasses de vegetação, sejam essas do tipo arbórea, herbácea ou arbustiva, inclui, mata nativa, mata nativa com exótica, mata degradada, campo nativo, campo de manejo, campo degradado, bosques urbanos, e áreas de transição entre vegetação arbórea, herbácea e arbustiva.
- *Área Urbanizada – Edificações e Vias*: como o nome mesmo expressa inclui qualquer tipo de edificação, seja comercial ou residencial, seja de ocupação urbana contínua ou dispersa como propriedades rurais, também são inclusas as vias (estradas e pavimentações).
- *Afloramento Rochoso e Solo Exposto*: nesta classe apenas uniu-se as duas subclasses “afloramento rochoso e solo exposto”
- *Cultivos*: qualquer tipo de cultivo, seja perene ou sazonal, também inclui a silvicultura.
- *Corpos d' água*: manteve-se igual a classe original do mapeamento do DAP.

Para a elaboração do mapa executaram-se os seguintes passos: através de ArcToolsBox>Ferramentas de Gerenciamento de Dados> Projeções e Transformações, aplicou-se a conversão de todas as camadas vetoriais dos arquivos do tipo *shape file* para o sistema de coordenadas planas - SIRGAS 2000 Zona UTM 22S. Posteriormente agrupou-se as classes através das ferramentas de Geoprocessamento>Unir, para então através da tabela de atributos pela ferramenta de cálculo de geometria, gerar as áreas em

hectares de cada classe. Por último, organizou-se o layout e a legenda, para exportar o mapa final para um arquivo de imagem tipo JPEG.

Para produzir o mapa que representa a atual situação do uso e ocupação do solo, utilizou-se uma imagem de satélite do dia 15/08/2019 do LandSat 8, utilizou-se a composição de bandas 4, 3, 2 e 8, e através do *software* ArcGIS 10.3, em ArcToolBox> Ferramentas de Gerenciamento de dados>Raster>Bandas Compostas realizou-se o procedimento de composição da imagem com as bandas do visível (4,3,2 do Landsat 8), para então através da ferramenta> Criar Conjunto de dados com Nitidez Pancromática adicionar a banda 8 que concede maior resolução espectral da imagem, após isso converteu-se a projeção para o sistema de coordenadas planas SIRGAS 2000 zona UTM 22S. Então foi sobreposto as camadas vetoriais de cada classe de uso e ocupação do solo do mapa de 2008, para através da interpretação visual fazer a vetorização das mudanças ocorridas (expansão, retração ou manutenção) nas mesmas classes de uso do mapa que representa a situação anterior ao PDDUA de 2010, referente ao mapeamento de 2008. Para o procedimento de interpretação visual, utilizou-se a plataforma de navegação do Earth Explorer e Google Earth Pro com datas próximas da imagem de satélite utilizada, podendo assim desta forma obter-se um melhor zoom, com escala abaixo de 1:10.000, auxiliando a resolver erros ou dúvidas de interpretação, principalmente quanto as classes de solo exposto e área urbanizada, que podem ser confundidas em escalas menores.

Primeiramente atualizou-se a classe de Área urbanizada – Edificações e Vias, seguido das classes de Afloramento Exposto e Solo Exposto, Cultivos, Corpos d'água, e por último a Cobertura Vegetal. Para a inclusão de novas vias na classe Área Urbanizada – Edificações e Vias, utilizou-se o arquivo vetorial em formato *shape file* disponibilizado no site da PMPA, converteu-se para a projeção de coordenadas planas SIRGAS 2000 zona UTM 22S, e aplicou-se um buffer de 5 metros. Através das ferramentas de Geoprocessamento> Unir, uniu-se as vias e a nova área urbanizada vetorizada pela atualização coma área urbanizada referente ao mapeamento do DAP.

Após os procedimentos de vetorização e atualização das classes, montou-se o layout com a legenda para exportar o mapa para uma imagem em formato JPEG.

#### 4.3.2 Mapa de Uso e ocupação do solo em área de APPs

Foi elaborado o mapa de APPs da área de estudo através dos arquivos vetoriais do formato *shape file* disponíveis no site da PMPA. O governo municipal tem como oficial apenas APPs referente a topos de morro e hidrografia, as quais obedecem ao critério de delimitação de legislação ambiental em âmbito federal e municipal. Para a elaboração deste mapa, transformou-se a projeção dos arquivos para coordenadas planas SIRGAS 2000 zona UTM22S, e recortou-se os *shape files* que originalmente apresentam todas APPs de Porto Alegre, para delimitar apenas as que se encontram dentro da área de estudo, para tal procedimento, executou-se a ferramenta de geoprocessamento *recortar* utilizando-se o *software* ArcGis 10.3.

Após elaborar o mapa das APPs da BHAS, foi realizada a sobreposição dos mapas de uso e ocupação do solo e de APPs, tanto para antes do PDDUA, quanto para o atual, para tal recortou-se as camadas de uso e ocupação do solo, mantendo apenas o que se encontra dentro das áreas de APPs, o procedimento utilizou a ferramenta de geoprocessamento *recortar* do ArcGis 10.3. Após, elaborou-se o layout com informações e legenda dos mapas de APPs de Hidrografia e Topo de Morro.

#### 4.3.3 Mapa de localização dos Pontos de observação de campo.

Este mapa foi elaborado apenas para representar a localização dos pontos onde foram feitos os registros fotográficos que representam as áreas de degradação ambiental e a verificação em campo de algumas mudanças registradas no uso e ocupação do solo através do mapeamento atual. Para tal utilizou-se o *shape file* da delimitação da BH, disponibilizado pelo Departamento de Ecologia da UFRGS, e criou-se uma nova camada localizando em coordenadas os pontos de observação na etapa de campo, para tal procedimento também foi utilizado o *software* ArcGis 10.3.

#### 4.3.4 Mapa de Localização da área de estudo.

Este mapa foi confeccionado a partir do *software* ArcGis 10.3. Ele foi produzido com os *shape files* dos limites da BHAS, dos bairros de Porto Alegre, do limite municipal de Porto Alegre e do limite estadual do Rio Grande do Sul.

#### 4.3.5 Mapa de Expansão Urbana nas MZs e AEIS e mapa da Expansão Urbana e AEIS em APPs.

Estes mapas seguiram os mesmos procedimentos do mapa de localização, através do *software* ArcGis 10.3, utilizando a camada vetorizada de nova mancha urbana, produzida através da interpretação da imagem Landsat 8, e dos limites da BHAS das APPs, AEIS, MZs disponíveis pela PMPA, montou-se o os dois mapas, e organizou-se suas respectivas legendas.

#### 4.4 ELABORAÇÃO DE TABELAS E GRÁFICOS

Para a aplicação do ITA e apresentação dos resultados e sua discussão, foram elaborados tabelas e gráficos através do *software* Microsoft Office Excel 2007.

Para obter-se as áreas de cada classe de uso e ocupação do solo utilizou-se o *software* ArcGis 10.3. Aplicou-se a ferramenta de calcular geometria da tabela de atributos de cada camada. Dessa maneira, foi gerada a área em hectares de cada classe e, posteriormente, exportou-se a tabela de atributos para o formato arquivo do tipo *dbase*, compatível com o *software* Microsoft Office Excel 2007. Utilizando esse, executou-se os cálculos de porcentagem de cada classe na bacia hidrográfica e nas APPs.

#### 4.5 APLICAÇÃO DO ÍNDICE DE TRANSFORMAÇÃO ANTRÓPICA- ITA

A partir dos resultados obtidos dos cálculos de porcentagem de cada classe de uso e ocupação do solo, pode-se aplicar a fórmula do ITA, que possibilita inferir a pressão antrópica na área da BHAS. O ITA foi calculado a partir do mapa de uso e ocupação do solo determinado por meio da equação:

$$ITA = \sum (\%USO \times PESO) / 100$$

onde,

uso = área em valores percentuais da classe de uso e cobertura; e

peso = peso dado aos diferentes tipos de uso e cobertura quanto ao grau de alteração antrópica (variação de 1 a 10, onde 10 indica as maiores pressões)



Conforme Mateo (1991, apud ROCHA & CRUZ, 2009), cada classe apresenta um peso atribuído em função do conhecimento que o autor tem sobre as mesmas em relação ao grau de antropização. Para o presente trabalho adotou-se pesos para as categorias pertinentes à análise proposta em função do conhecimento sobre as características ambientais da área de estudo, e do grau de alteração antrópica sobre as classes de uso e ocupação do solo, observado em mapas, imagem de satélite e campo. Porém a determinação dos pesos de cada categoria levou em conta estudos similares com a aplicação do ITA em diversas áreas. Rodrigues *et al.* (2014), Rocha & Cruz (2009), Perim & Cocco (2016), são alguns dos trabalhos similares que serviram como referência para a determinação dos pesos aqui proposta. A tabela 1 apresenta os valores atribuídos a cada classe.

**Tabela 1 - Pesos das Classes de Uso e Ocupação do Solo**

Classes de Uso e Ocupação do Solo	Peso (2008)	Peso (2019)
Cobertura Vegetal	1,8	2,0
Cultivos	6,0	6,0
Área Urbana- Edificações e Vias	8,7	9,0
Afloramento Rochoso e Solo Exposto	5,4	5,4
Corpos d'água	3,0	3,1

Elaboração: Alexandre Wentz

Os valores do ITA correspondem a quatro classes:

- Pouco degradado (0 a 2,5)
- Regular (2,5 a 5)
- Degradado (5 a 7,5)
- Muito Degradado (7,5 a 10)

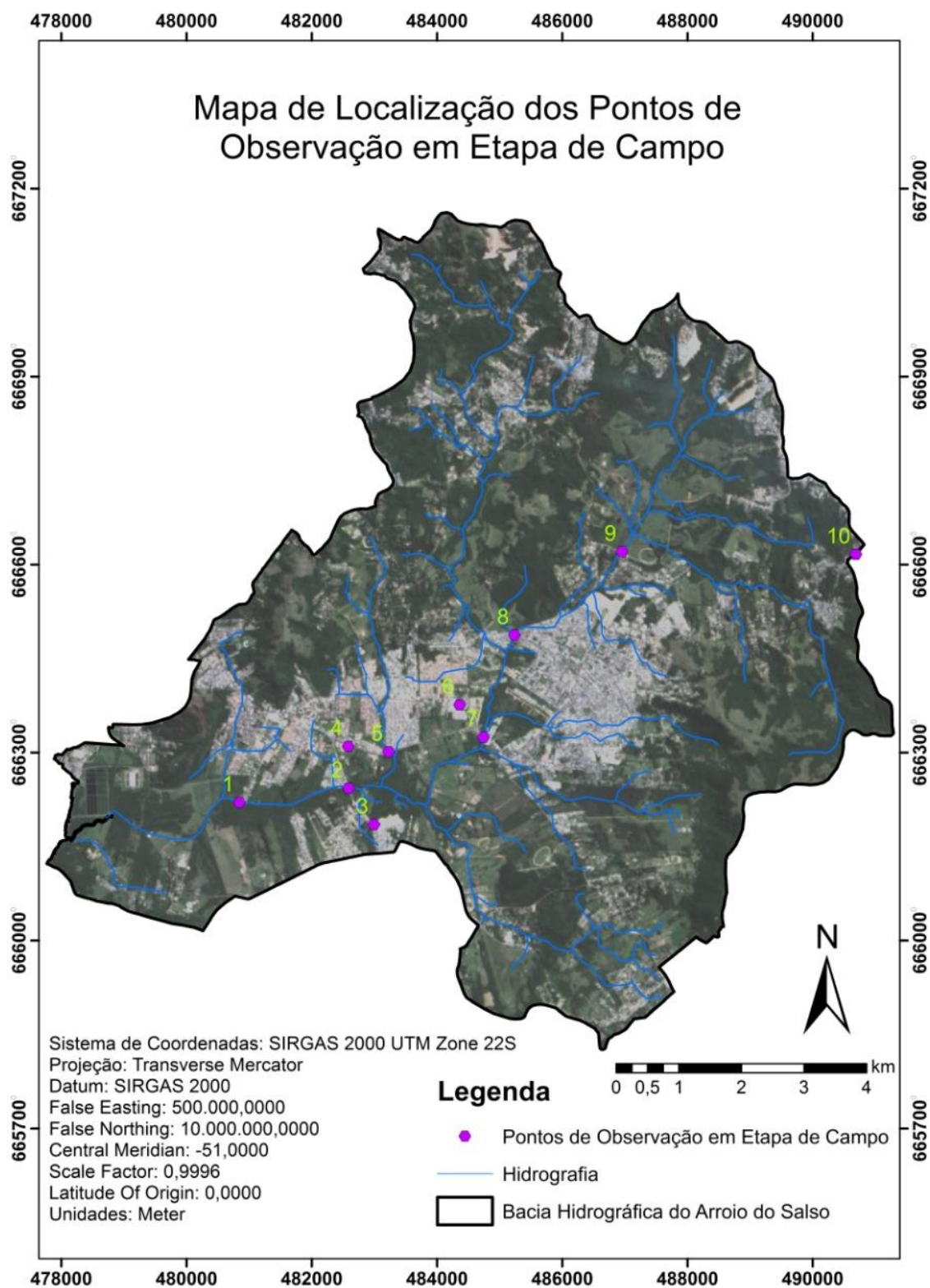
O ITA foi empregado na área da BHAS e das APPs, tanto nas situações observadas em 2008, quanto nas de 2019. Assim, foi possível estabelecer um quadro comparativo entre esses anos e verificar a evolução da pressão antrópica nestas áreas.

#### 4.6 TRABALHO DE CAMPO

Corresponde a última etapa metodológica, e teve como objetivo observar e autenticar algumas mudanças cartografadas. Foi possível confirmar a experiência da interpretação visual da imagem do satélite Landsat8. Os trabalhos de campo também visaram observar e fotografar tanto as áreas conservadas, como as áreas degradadas ambientalmente. A figura 10 apresenta o mapa de localização de 10 pontos observados durante o trabalho de campo. Durante o percurso no campo, utilizaram-se os aplicativos Google Earth e Google Maps para celular, os quais permitiram acompanhar em tempo próximo ao real, a localização e o deslocamento durante o percurso.

Cabe salientar que para a determinação dos pesos de cada classe de uso e ocupação do solo, percursos em campo foram realizados na área de estudo, estes auxiliaram para observação e conhecimento das condições ambientais, para assim haver o embasamento além dos referências teóricos, levando em conta também o conhecimento do autor para a tomada de decisão e determinação dos pesos de cada classe para a aplicação do ITA. Estes percursos aconteceram concomitantes a todo o processo de execução da pesquisa, pois, além do autor deste trabalho residir dentro da BHAS, o caminho do percurso de sua residência ao campus universitário percorre grande trecho da BHAS, também cabe salientar as próprias vivências do mesmo em locais inseridos na BHAS, o que além de proporcionar um conhecimento empírico da área de estudo, serviu de motivação para a realização da pesquisa.

Figura 10 - Mapa de Localização dos Pontos de Observação em Etapa de Campo



## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme a aplicação dos procedimentos metodológicos pode-se realizar análises qualitativas e quantitativas, e assim comparar os dados com as estratégias do PDDUA de 2010, a análise dos resultados e discussão são apresentados em cada seção conforme os objetivos específicos, e para elucidar a discussão, o quadro abaixo apresenta uma síntese e revisão de termos, definições e conceitos que apareceram em abreviados durante o capítulo.

**Quadro 1 – Definições importantes abreviadas ao longo do capítulo.**

PDDUA	Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano e Ambiental, instrumento legal para gestão e planejamento do município de Porto Alegre – RS.
DAP	Diagnóstico Ambiental de Porto Alegre (2008) – Obra que levantou e mapeou características ambientais do município de Porto Alegre – RS
BHAS	Bacia Hidrográfica do Arroio do Salso, área de estudo.
APP	Áreas de Preservação Permanente – áreas definidas por lei que sua preservação deve ser permanente e integral, para garantir sua manutenção ecológica.
CFB	Código Florestal Brasileiro de 2012, dispõem sobre definições sobre as funções, limites e característica dos tipos de APPs.
ITA	Índice de Transformação Antrópica, serve para medir a pressão antrópica em áreas de proteção ambiental.
MZ	Macrozona, unidade de divisão espacial do município com características próprias e regime urbanístico específico definido pelo PDDUA de 2010.
AOI	Área de Ocupação Intensiva, unidade de macrodivisão espacial do município com regime urbanístico específico definido pelo PDDUA de 2010, na qual há concentração da malha urbana e demográfica.
AOR	Área de Ocupação Rarefeita, unidade de macrodivisão espacial do município com regime urbanístico específico definido pelo PDDUA de 2010, a malha urbana e demografia encontram-se menos concentradas, mais rarefeito.
AEIS	Áreas Especiais de Interesse Social – são destinadas à produção e à manutenção de Habitação de Interesse Social, com destinação específica, normas próprias, existem três tipos, maior detalhamento na página 31.
HIS	Habitação de Interesse Social – padrões habitacionais adequados que atendam às necessidades básicas de habitabilidade, com a regularização fundiária e a urbanização específica dos assentamentos irregulares das populações de baixa renda e sua integração à malha urbana; e promoção da democratização do acesso à terra e a ampliação da oferta de moradias para as populações de baixa e média renda;

Elaboração: Alexandre Wentz

## 5.1 QUADRO COMPARATIVO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO PARA O PERÍODO DE 2008-2019.

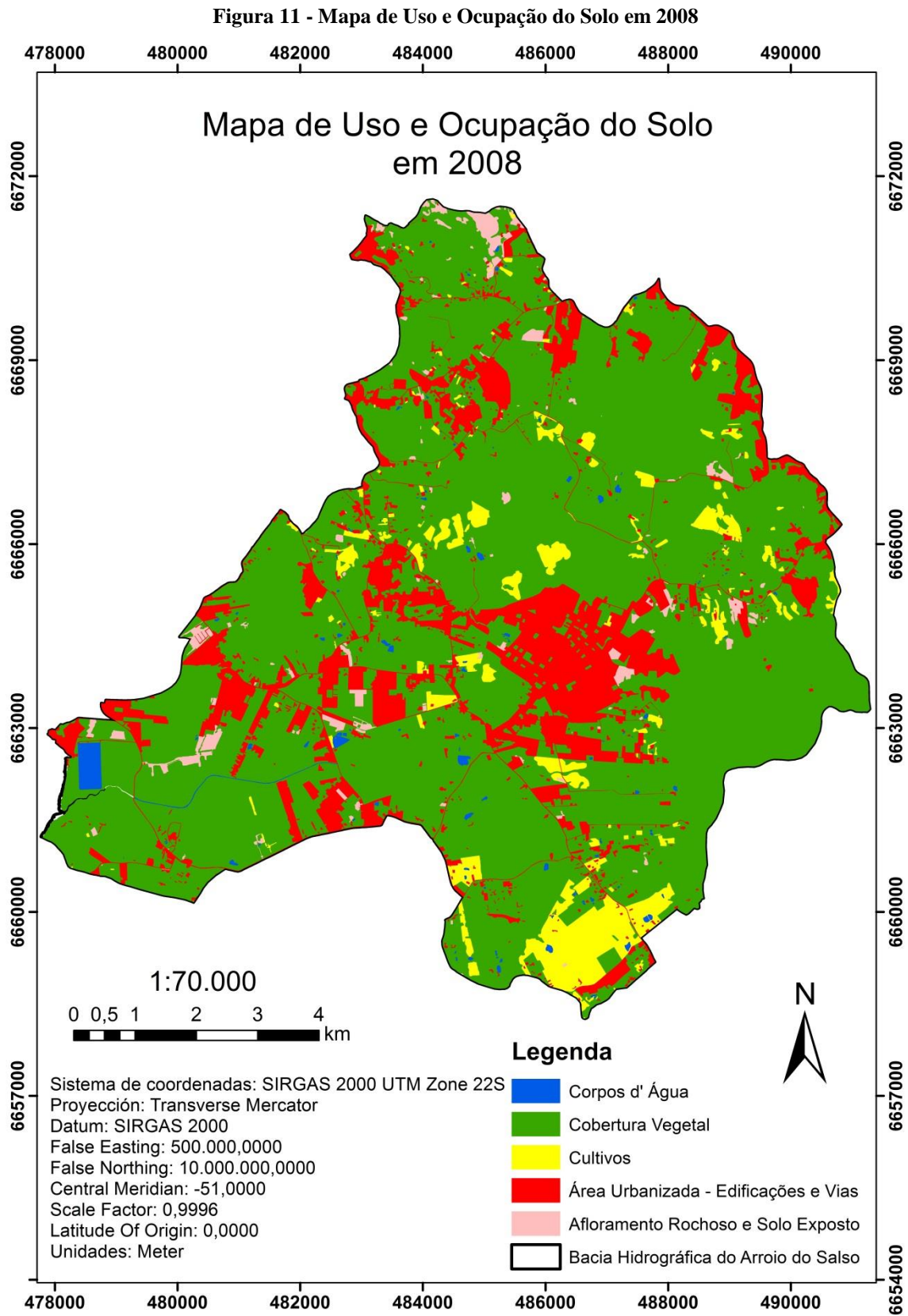
Através dos procedimentos metodológicos aplicados e descritos no capítulo anterior, foram produzidos dois mapas de uso e ocupação do solo: um representando a situação antes do PDDUA de 2010, através de uma adaptação do publicado no DAP em 2008, e outro mapa caracterizando a atual situação, portanto do ano de 2019. Assim é possível comparar as modificações ocorridas nesse período para as classes de uso e ocupação do solo da BHAS.

A tabela 2 e a figura 11 apresentam a situação do uso e ocupação do solo em 2008, antes do PDDUA de 2010.

**Tabela 2 - Uso e Ocupação do Solo em 2008**

Classes	Área em Hectares (ha)	Área em Percentual (%)
Corpos d' Água	68,43	0,73
Cobertura Vegetal	7116,98	76,01
Cultivos	485,33	5,18
Área Urbanizada - Edificações e Vias	1538,64	16,43
Afloramento Rochoso e Solo Exposto	153,45	1,64
Bacia Hidrográfica do Arroio do Salso	9363,26	100,00

Elaboração: Alexandre Wentz



Observa-se que a cobertura vegetal na BHAS era de aproximadamente 76% do total da área, sendo 33% coberta por vegetação nativa, ou seja, aproximadamente 43% de toda cobertura vegetal existente encontra-se intocada. Quanto ao restante da cobertura vegetal, destaca-se a subclasse de campo de manejo, com 28% da cobertura vegetal total, aproximadamente 16% de toda vegetação são áreas de vegetação em estágio secundário, do tipo arbustivo, em transição de campo para mata, possivelmente áreas onde a vegetação está se recuperando de antigos desmatamentos, o restante da cobertura vegetal é mata degradada, mata nativa com exóticas, campos degradados e bosques urbanos.

Esse panorama indicava a época anterior ao PDDUA de 2010 uma boa preservação da cobertura vegetal. Já as áreas de cultivos correspondiam a aproximadamente um pouco mais de 5,1% da área total da bacia hidrográfica. Elas estão bem distribuídas em pequenas e médias propriedades.

As áreas urbanizadas correspondiam a pouco mais de 16%, e os núcleos de urbanização mais densa, são os bairros: Restinga e Lomba do Pinheiro; e em segundo plano: Hípica, Aberta dos Morros e Belém Velho. Há uma predominância de uso residencial somando pouco mais de 80% da área total urbanizada.

A classe Afloramento Rochoso e Solo Exposto, apresentava aproximadamente 1,6 % da área total da BHAS, principalmente representada por solo exposto. Estes, geralmente, oriundos de novas obras de condomínios, edificações em geral e vias, sendo também algumas áreas desta classe oriundas do manejo agropecuário.

Por último, os corpos d'água que representavam aproximadamente 0,7%, na sua maioria são açudes em propriedades rurais e algumas partes de cursos d'água visíveis na escala de mapeamento.

A atualização do mapeamento anterior possibilitou visualizar as mudanças tanto em âmbitos espaciais como numéricos das classes de uso e ocupação do solo. Cabe salientar que a atualização foi em base das cinco classes genéricas da adaptação do mapeamento de 2008, não havendo um detalhamento das mudanças nas subclasses, demandaria uma análise mais profunda, com muito trabalho de campo para definir com precisão as subclasses e sua dinâmica.

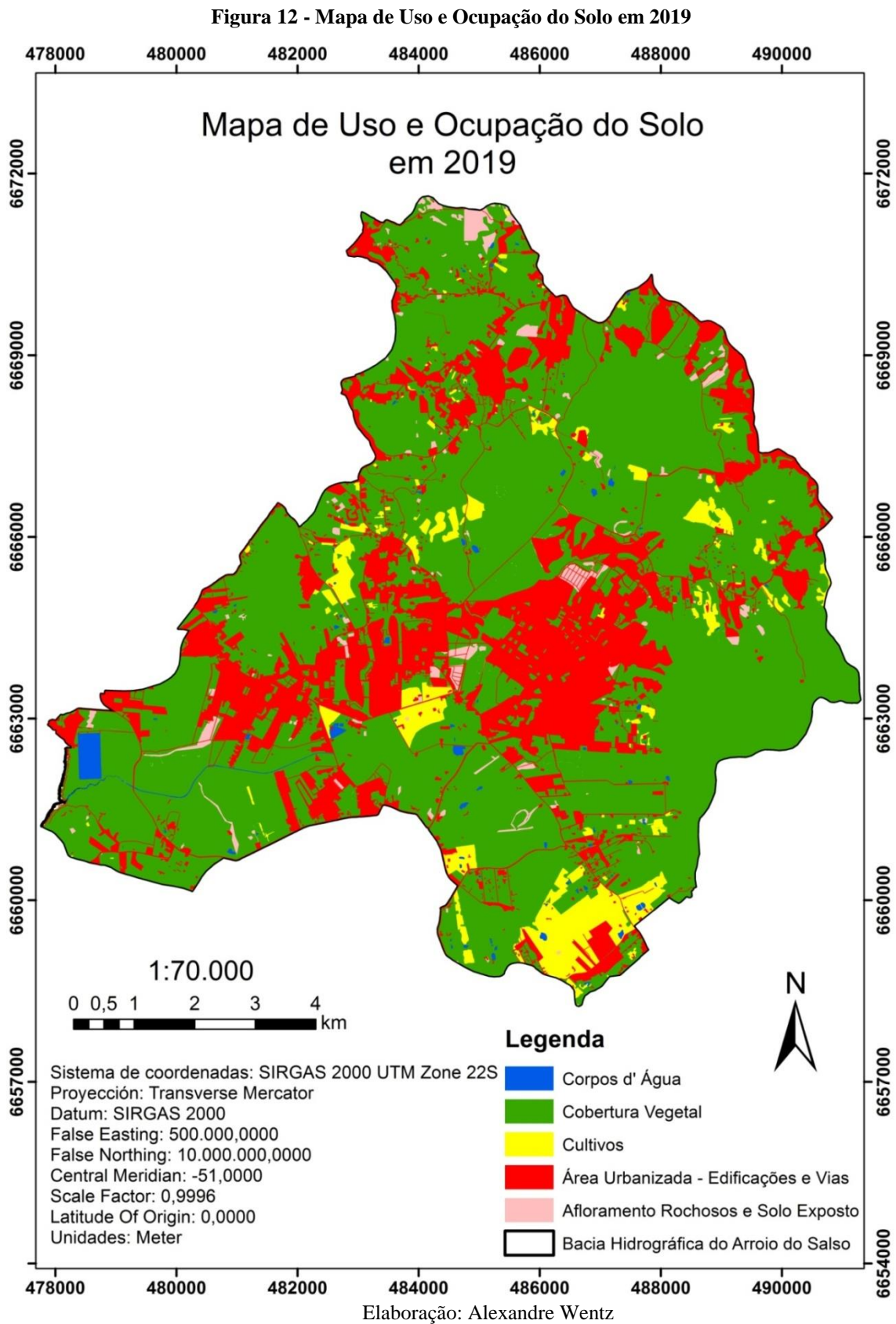
Por outro lado, a tabela 3 e a figura 12 mostram as mudanças ocorridas no uso e ocupação do solo da BHAS desde 2008.

**Tabela 3 - Uso e Ocupação do Solo em 2019**

Classes	Área em Hectares (ha)	Área em Percentual (%)
Corpos d'Água	66,64	0,71
Cobertura Vegetal	6446,22	68,85
Cultivos	451,73	4,82
Área Urbanizada – Edificações e Vias	2233,06	23,85
Afloramento Rochoso e Solo Exposto	147,77	1,58
Bacia Hidrográfica do Arroio do Salso	9363,26	100,00

Elaboração: Alexandre Wentz





A figura 12 apresenta espacialmente tais mudanças, destacando o aumento da área urbanizada, que tornou-se mais densa e contínua. Os bairros Hípica e Aberta dos Morros estão mais “ligados” com a Restinga e, esse, por sua vez, com a Lomba do Pinheiro. Pode-se observar o incremento da mancha urbana ao longo das vias que ligam esses bairros. Também é expressivo o aumento de vias urbanas.

A área urbanizada em 2019 representa pouco menos de 24% do total da área da BHAS, observa-se um grande aumento para pouco mais de 10 anos transcorridos. O crescimento foi principalmente ocasionado pelos condomínios residenciais horizontais e verticais e novas vias.

Cabe salientar que área urbana nova, em sua maior parte, substituiu o que antes era cobertura vegetal, essa classe agora representa aproximadamente quase 69%, algumas áreas de cultivo também deram espaço ao urbano, essa última atualmente refere-se a aproximadamente 4,8%.

A classe de afloramento rochoso e solo exposto não houve alteração significativa, é possível que tenha diminuído um pouco para aproximadamente 1,5%, pela efetivação de algumas construções de condomínios. Já a classe de corpos d’água muito pouco se alterou, mantendo-se em 0,7%, podendo estar associada a leve redução de seu percentual pela diminuição das áreas de cultivo, que muitas vezes possuem açudes ou pequenas barragens para formar corpos d’água.

É importante ressaltar no quadro comparativo, o que cada classe tomou de espaço de outras. Neste quesito quanto a relação da mudança de 2008 para 2019 da área de cobertura vegetal, a perda se deu quase de forma exclusiva pelo avanço de áreas urbanas, a classe perdeu cerca de aproximadamente 9,4% de sua área total, sendo que aproximadamente 1,7 % desta perda fora de vegetação nativa, representando uma supressão de quase 4% de toda área de vegetação nativa de 2008. Outro aspecto bem relevante é que a classe de área urbanizada – edificações e vias destaca-se pelo seu crescimento de aproximadamente 45% em relação a sua área em 2008, um crescimento bem elevado, que aliada a supressão da vegetação e aos problemas secundários, como por exemplo maior impermeabilização do solo e o aumento do despejo de esgoto não tratado, afeta a qualidade ecossistêmica do meio ambiente, causando degradação ambiental na bacia hidrográfica.

## 5.2 QUADRO COMPARATIVO DO USO E OCUPAÇÃO DE ÁREAS DE APPS PARA O PERÍODO DE 2008-2019

As APPs de hidrografia e de topo de morros deveriam estar totalmente preservadas, cobertas por vegetação, preferencialmente de caráter nativo, visando cumprir o que estabelece o CFB (Lei Federal n. 12.651/2012), e pela sua importância ecossistêmica ambiental.

Tal fato não ocorre em sua plenitude, pois as áreas de APPs foram delimitadas e oficializadas posteriormente a muitas ocupações já estabelecidas em alguns trechos hoje considerados de APPs. No entanto, entre 2008 e 2019 houve avanço da urbanização e da área de cultivo sobre as áreas de APPs, o que contraria o estabelecido pela lei federal e pelas diretrizes estipuladas pelo PDDUA de 2010. A tabela 4 apresenta uma comparação do uso e ocupação do solo em APPs de hidrografia entre 2008 e 2019.

**Tabela 4 - Comparação do Uso e Ocupação do Solo em APPs de Hidrografia entre 2008 e 2019**

Cobertura e Uso e Ocupação do Solo das APPs de Hidrografia (2008)		
Classes	Área em Hectares (ha)	Percentual (%)
Água	10,79	0,88
Cobertura Vegetal	1067,90	87,34
Cultivos	38,85	3,18
Área Urbanizada- Edificações e Vias	99,79	8,16
Afloramento Rochoso e Solo Exposto	5,44	0,45
Área Total de APP	1222,75	100,00
Cobertura e Uso e Ocupação do Solo das APPs de Hidrografia (2019)		
Classes	Área em Hectares (ha)	Percentual (%)
Água	11,51	0,94
Cobertura Vegetal	1027,29	84,01
Cultivos	38,08	3,11
Área Urbanizada- Edificações e Vias	141,82	11,60
Afloramento Rochoso e Solo Exposto	4,03	0,33
Área Total de APP	1222,75	100,00

Elaboração: Alexandre Wentz

Verifica-se no período de 2008 a 2019 nas APPs de hidrografia houve um aumento da ocupação urbana (8,1% para aproximadamente 11,5%) e uma retração da cobertura vegetal (87,3% para aproximadamente 84%), aspectos negativos quanto a preservação destas áreas, outro aspecto vislumbrado foi a diminuição da área de solo exposto nas APPs de hidrografia, mesmo que tenha sido uma mudança pequena (0,4% para aproximadamente 0,3), é um fator importante a se ressaltar sua diminuição neste tipo de APPs, porém cabe verificar para que classe mudaram estas áreas extintas de solo exposto.

A tabela 5 apresenta os valores de mudanças ocorridas em cada classe nas APPs de topo de morro:

**Tabela 5 - Comparação do Uso Ocupação do Solo em APPs de Topo de Morro entre 2008 e 2019**

Cobertura e Uso e Ocupação do Solo das APPs de Topo de Morro (2008)		
Classes de Uso e Ocupação do Solo	Área em Hectares (ha)	Percentual %
Cobertura Vegetal	313,60	88,82
Cultivos	7,01	1,98
Área Urbanizada- Edificações e Vias	18,55	5,25
Afloramento Rochoso e Solo Exposto	13,91	3,94
Área Total de APP	353,06	100,00
Cobertura e Uso e Ocupação do Solo das APPs de Topo de Morro (2019)		
Classes de Uso e Ocupação do Solo	Área em Hectares (ha)	Percentual %
Cobertura Vegetal	304,72	86,31
Cultivos	7,01	1,98
Área Urbanizada- Edificações e Vias	24,87	7,04
Afloramento Rochoso e Solo Exposto	16,47	4,66
Área Total de APP	353,06	100,00

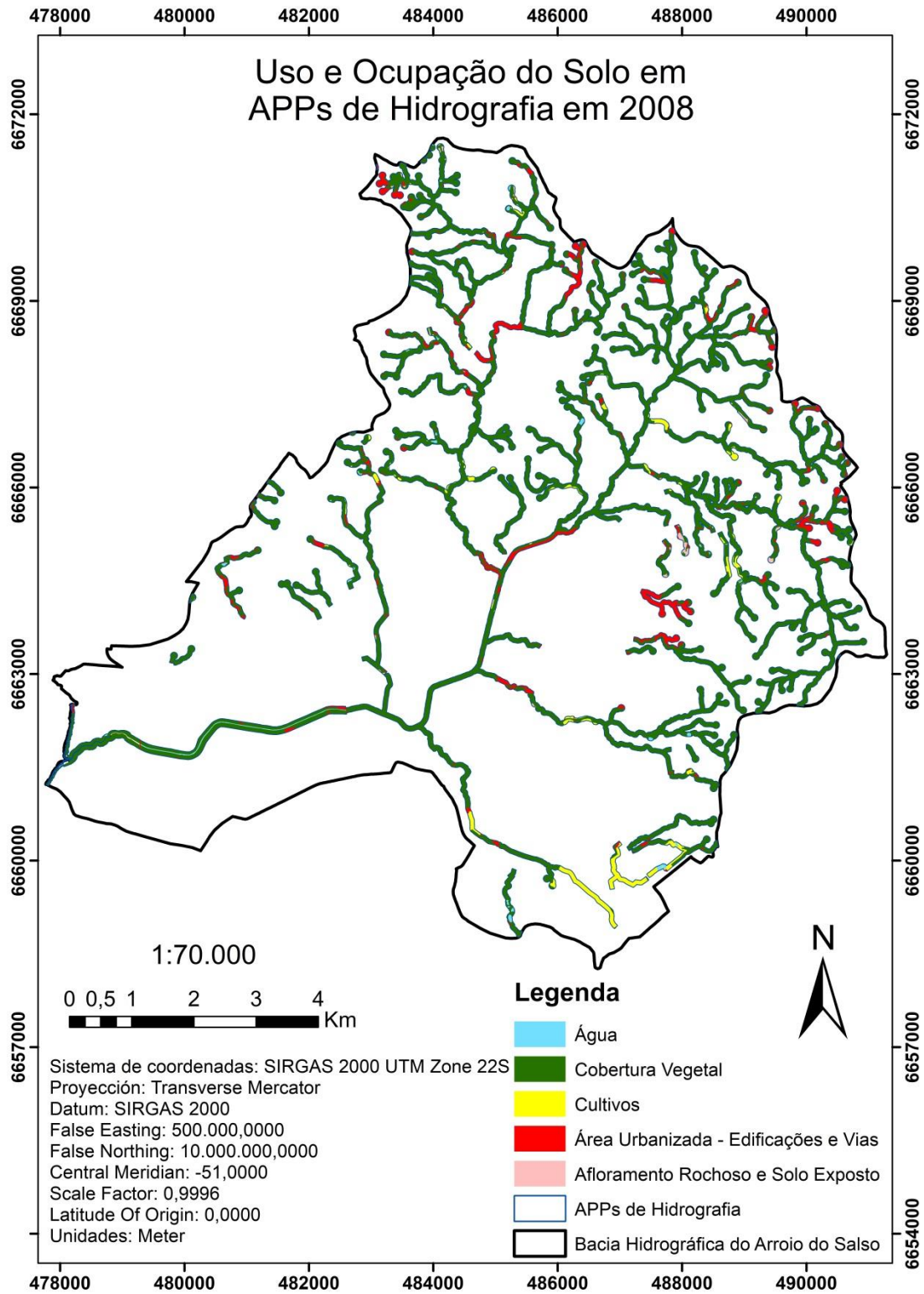
Elaboração: Alexandre Wentz

As APPs de morro seguiram na mesma tendência, havendo o aumento da área urbanizada (5,2% para aproximadamente 7%), um aspecto bem negativo, pela fragilidade que este tipo de APPs geralmente costuma apresentar, visto ainda que o crescimento urbano se deu em detrimento da vegetação, que diminuiu (88,8% para aproximadamente 86,3%).

Outro aspecto importante é o aumento significativo da classe afloramento rochoso e solo exposto (3,9% para aproximadamente 4,6%), principalmente pelo aumento de áreas de solo exposto, o que também é um aspecto negativo, visto a fragilidade e potencialidade de problemas erosivos em encostas.

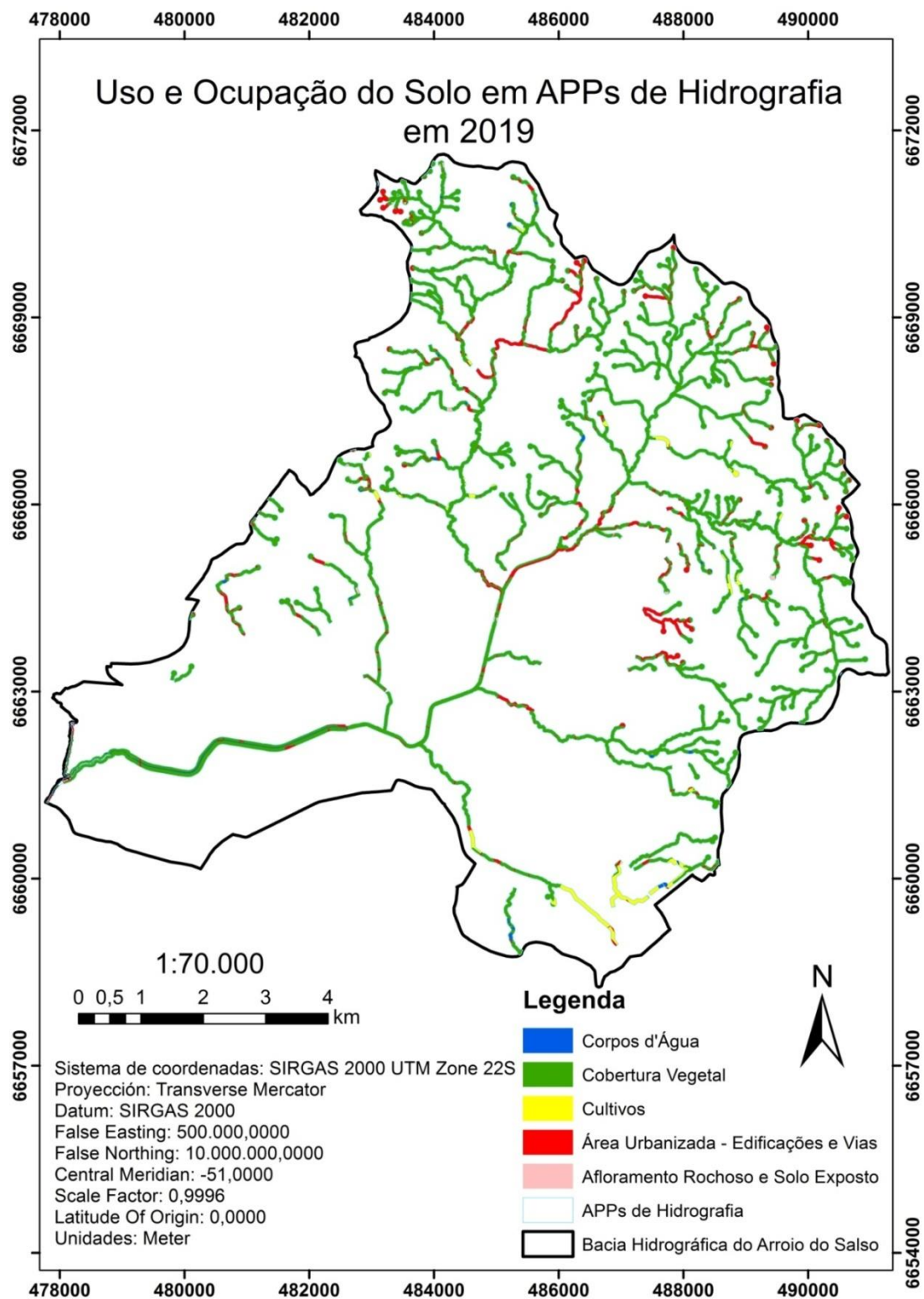
Nas figuras 13 e 14, pode-se observar a distribuição das classes de uso e ocupação do solo tanto em APPs de hidrografia entre 2008 e 2019, respectivamente.

**Figura 13 - Mapa de Uso e Ocupação do Solo de 2008 em Áreas de APPs de Hidrografia**



Elaboração: Alexandre Wentz

Figura 14 - Mapa de Uso e Ocupação do Solo de 2019 em áreas de APPs de Hidrografia



Espacialmente não encontramos muitas mudanças no uso e ocupação do solo nas APPs de hidrografia, porém é possível notar que o aumento da área urbanizada, deu-se principalmente nos bairros Lomba do Pinheiro, Restinga e Belém Velho. Mas o mais

importante é ressaltar que praticamente não houve alteração ou retirada de usos conflitantes com as APPs, observados em 2008 e que continuam a existir nas APPs em 2019.

Já nas figuras 15 e 16, observa-se a dinâmica espacial do uso e ocupação do solo em APPs de topo de morro. Pouco mudou também, mas houve um aumento de áreas urbanizadas neste tipo de APPs, o que é um aspecto negativo, pelo fato da fragilidade ambiental deste tipo de área e pela potencialidade da vulnerabilidade da população ali estabelecida, principalmente por problemas processos erosivos e movimentos massa. A figura 15 e 16 apresentam a situação em 2008 e 2019, respectivamente.

O fato é que a permanência da área urbanizada praticamente indiferente entre 2008 e 2019 para ambos os tipos de APPs, demonstra a dificuldade conflituosa e a não conformidade com algumas diretrizes de qualificação ambiental.



Figura 15 - Mapa de Uso e Ocupação do Solo de 2008 em áreas de APPs de Topo de Morro

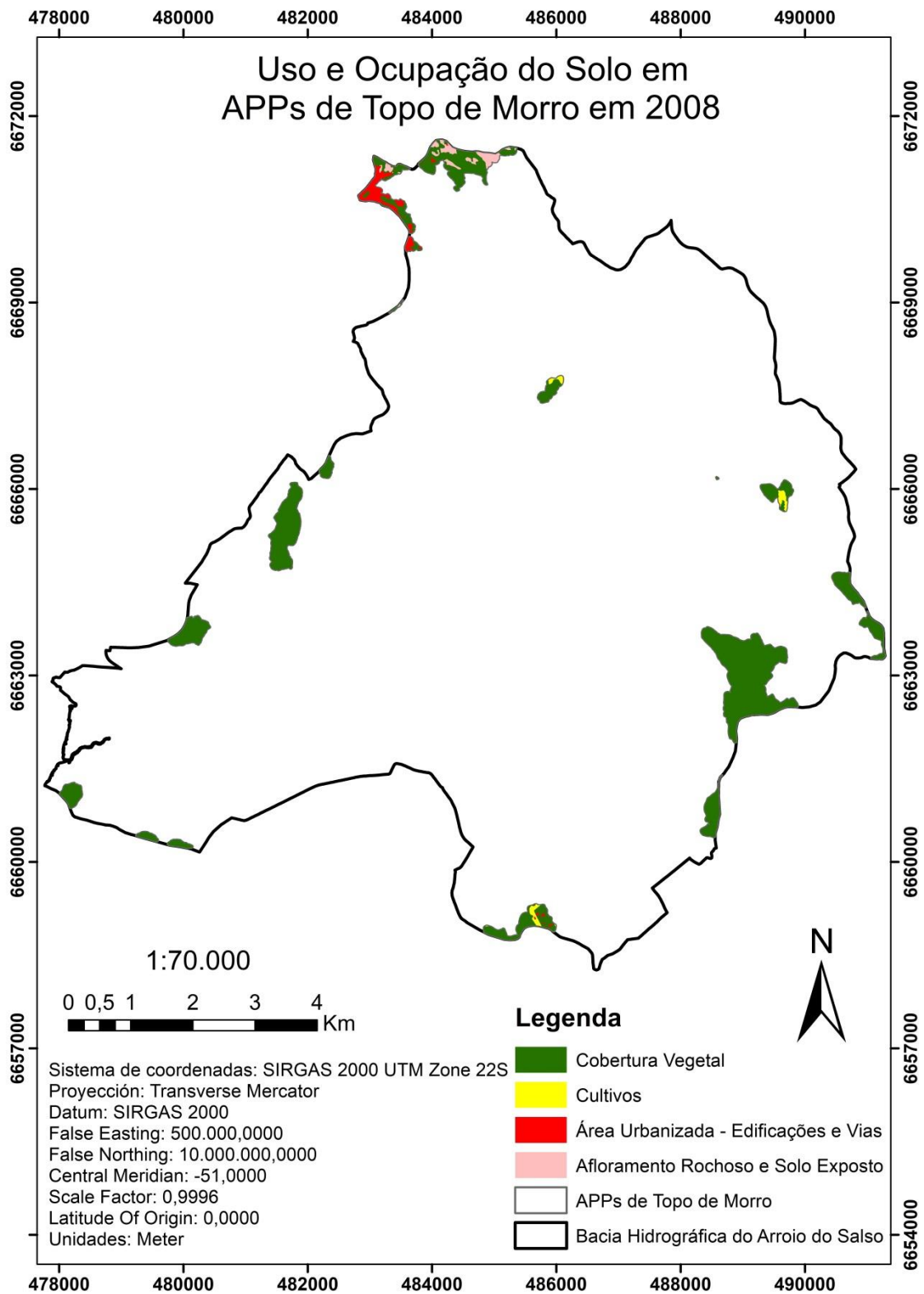
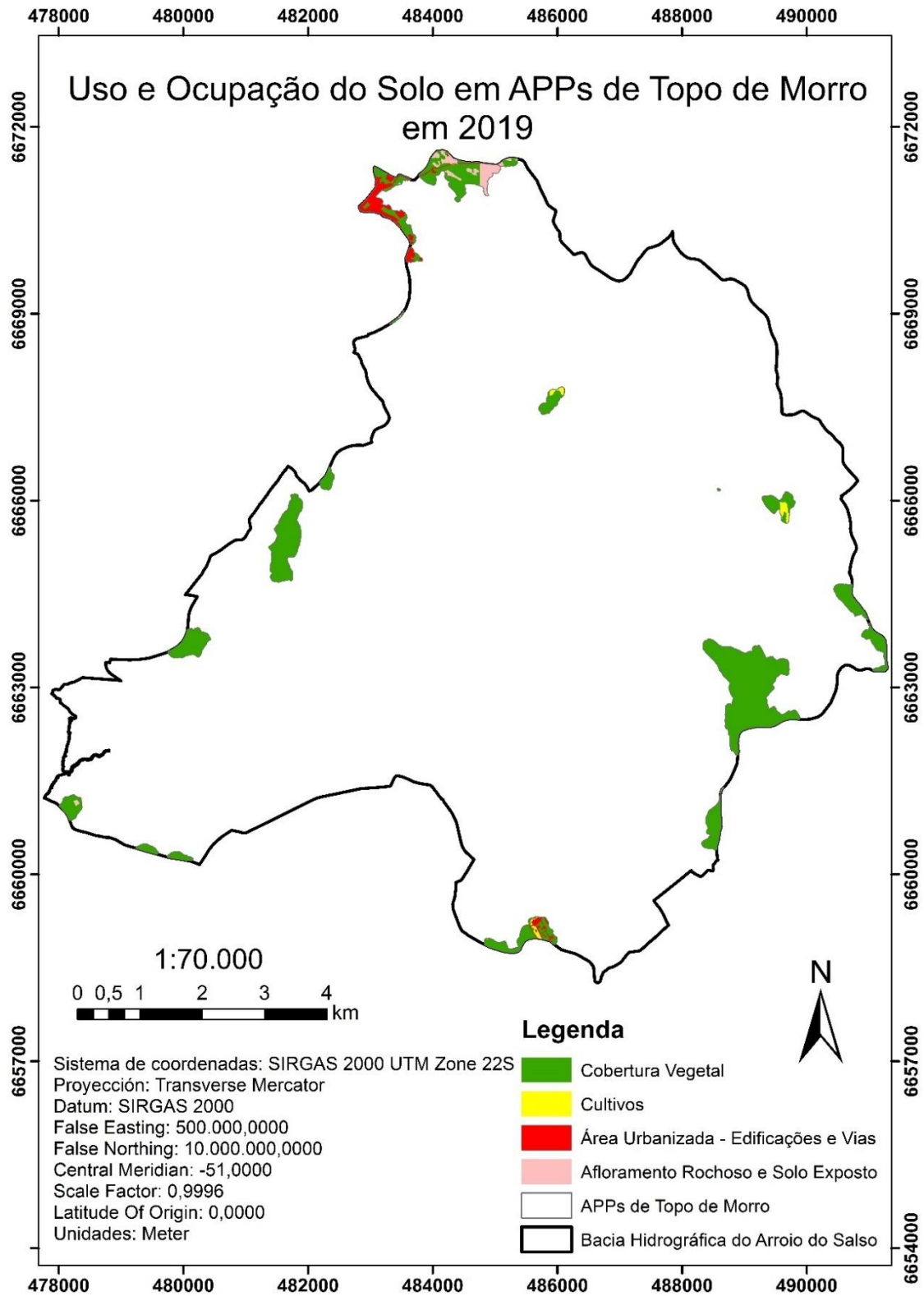


Figura 16 - Mapa de Uso e Ocupação do Solo em APPs de Topo de Morro em 2019



Elaboração: Alexandre Wentz

### 5.3 RESULTADOS DA APLICAÇÃO DO ITA

O ITA permite identificar o grau de antropização da BHAS, ou seja, estima o nível da pressão antrópica sobre o ambiente. O ITA possui quatro classes: Pouco degradado (0 a 2,5); Regular (2,5 a 5); Degradado (5 a 7,5) e Muito Degradado (7,5 a 10), que categorizam o nível de degradação ambiental oriunda da ação antrópica na BHAS.

A tabela 6 expressa os resultados obtidos com a aplicação do ITA na BHAS.

**Tabela 6 - Índice de Transformação Antrópica (ITA) da Bacia Hidrográfica do Arroio do Salso (BHAS) em 2008 e 2019.**

Resultados da Aplicação do ITA para 2008				
Classes	Área em Hectares (ha)	Área (%)	Peso	ITA
Corpos d' Água	68,43	0,73	3,0	0,02
Cobertura Vegetal	7116,98	76,01	1,8	1,37
Cultivos	485,33	5,18	6,0	0,31
Área Urbanizada- Edificações e Vias	1538,64	16,43	8,7	1,43
Afloramento Rochoso e Solo Exposto	153,45	1,64	5,4	0,09
Bacia Hidrográfica do Arroio do Salso	9363,26	100,00	-	3,22
Classe de ITA: Regular (3,22)				
Resultados da Aplicação do ITA em 2019				
Classes	Área em Hectares (ha)	Área (%)	Peso	ITA
Corpos d' Água	66,64	0,712	3,1	0,02
Cobertura Vegetal	6446,22	68,85	2	1,38
Cultivos	451,73	4,82	6,0	0,29
Área Urbanizada- Edificações e Vias	2233,06	23,85	9	2,15
Afloramento Rochoso e Solo Exposto	147,77	1,58	5,4	0,09
Bacia Hidrográfica do Arroio do Salso	9363,26	100,00	-	3,92
Classe de ITA: Regular (3,92)				

Elaboração: Alexandre Wentz

A BHAS ficou classificada como Regular, já que os valores calculados tanto para 2008 quanto para 2019 ficaram dentro do intervalo entre 2,5 e 5,0.

Ainda que tenha obtido nível Regular, houve na bacia um grande aumento da área urbanizada, fazendo piorar o resultado do ITA, subindo de 3,22 em 2008 para 3,92 em 2019. Apesar de estar um tanto longe de alcançar a classe degradada, o valor atual merece atenção já que a taxa de crescimento do ITA foi de 21% em pouco mais de 10 anos. O aspecto positivo é a grande área de cobertura vegetal que soma quase 70 % da área total da bacia, o que mantém o ITA baixo, em uma classe não degradada.

Quanto às APPs, também tiveram um aumento no resultado do ITA. Elas foram enquadradas na classe Regular, com valores abaixo de 3,0.

As tabelas 7 e 8 apresentam os resultados da aplicação do ITA para APPs de hidrografia e de topo de morro para 2008 e para 2019, respectivamente.

**Tabela 7 - Resultados da aplicação do ITA em APPs de Hidrografia para 2008 e 2019**

Resultados da Aplicação do ITA em APPs de Hidrografia para 2008				
Classes	Área em Hectares (ha)	Área (%)	Peso	ITA
Água	10,79	0,88	3	0,03
Cobertura Vegetal	1067,90	87,34	1,8	1,57
Cultivos	38,85	3,18	6,0	0,19
Área Urbanizada- Edificações e Vias	99,79	8,16	8,7	0,71
Afloramento Rochoso e Solo Exposto	5,44	0,45	5,4	0,02
Área Total de APP	1222,75	100,00	-	2,52
Classe de ITA Regular (2,52)				
Resultados da Aplicação do ITA em APPs de hidrografia (2019)				
Classes	Área em Hectares (ha)	Área (%)	Peso	ITA
Água	11,51	0,94	3,1	0,03
Cobertura Vegetal	1027,29	84,01	2	1,68
Cultivos	38,08	3,11	6,0	0,19
Área Urbanizada- Edificações e Vias	141,82	11,60	9	1,04
Afloramento Rochoso e Solo Exposto	4,03	0,33	5,4	0,02
Área Total de APP	1222,75	100,00	-	2,96
Classe de ITA Regular (2,96)				

Elaboração: Alexandre Wentz

**Tabela 8 - Resultados da aplicação do ITA em APPs de Topo de Morro para 2008 e 2019**

Resultados da Aplicação do ITA em APPs de Topo de Morro para 2008				
Classes de Uso e Ocupação do Solo	Área em Hectares (ha)	Área (%)	Peso	ITA
Cobertura Vegetal	313,60	88,82	1,8	1,60
Cultivos	7,01	1,98	6,0	0,12
Área Urbanizada- Edificações e Vias	18,55	5,25	8,7	0,46
Afloramento Rochoso e Solo Exposto	13,91	3,94	5,4	0,21
Área Total de APP	353,06	100,00	-	2,39
Classe de ITA Regular (2,39)				
Resultados da Aplicação do ITA em APPs de Topo de Morro (2019)				
Classes de Uso e Ocupação do Solo	Área em Hectares (ha)	Área (%)	Peso	ITA
Cobertura Vegetal	304,72	86,31	2	1,73
Cultivos	7,01	1,98	6,0	0,12
Área Urbanizada- Edificações e Vias	24,87	7,04	9	0,63
Afloramento Rochoso e Solo Exposto	16,47	4,66	5,4	0,25
Área Total de APP	353,06	100,00	-	2,73
Classe do ITA Regular (2,73)				

Elaboração: Alexandre Wentz

#### 5.4 QUADRO COMPARATIVO ENTRE A DINÂMICA DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO COM AS DIRETRIZES ESTABELECIDAS PELO DO PDDUA DE 2010.

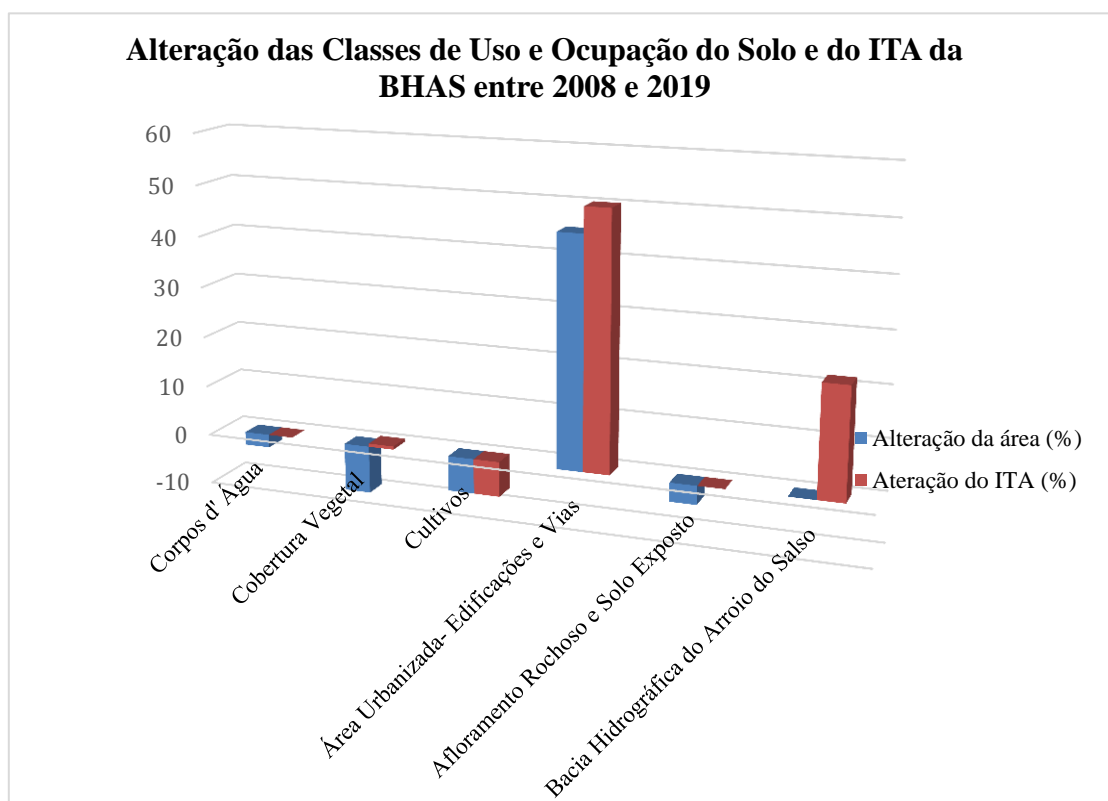
Através da aplicação do ITA é possível verificar, ainda que indiretamente se houve aumento da degradação ambiental, suas causas e algumas considerações a respeito da evolução da qualidade ambiental da BHAS. Dessa maneira, pode-se traçar um paralelo com as diretrizes apontadas pelo PDDUA de 2010 para aquela área do município de Porto Alegre.

Primeiramente analisaremos o gráfico 1 sobre a alteração das classes de uso e ocupação do solo e do ITA no quadro comparativo entre antes do PDDUA de 2010 e atualmente em 2019.

Podemos observar que as classes com maior mudança foram as de Cobertura Vegetal e a de Área Urbanizada – Edificações e Vias, havendo uma diminuição em área de aproximadamente 9 % e aumento de aproximadamente 45 % respectivamente, as áreas de cultivo tiveram uma diminuição de aproximadamente 5%, principalmente dando espaço às novas áreas urbanizadas como já discutido anteriormente.

Quanto ao ITA houve um crescimento de aproximadamente 21%, o que indica um aumento da pressão antrópica na BHAS e, por consequência, um aumento da degradação ambiental.

**Gráfico 1 - Alteração da área das classes de uso e ocupação do solo da BHAS e do ITA entre 2008 e 2019**



Elaboração: Alexandre Wentz

As novas áreas urbanizadas situam-se em sua maior parte na MZ 7, caracterizada por uma AOI, ou seja, são áreas prioritárias para a expansão urbana. Observa-se, também, que houve uma considerável expansão urbana nas demais macrozonas: MZ 8, MZ 10 e MZ 5, áreas consideradas como AOR, na qual ainda não há uma ocupação densa e contínua como na AOI.

Por outro lado, a MZ 6 é classificada pelo PDDUA como uma área com potencialidade de expansão urbana, podendo vir a tornar-se uma AOI:

Macrozona 6<sup>2</sup>– Eixo Lomba do Pinheiro –Restinga: estrutura-se ao longo das Estradas João de Oliveira Remião e João Antônio da Silveira, com potencial para ocupação residencial miscigenada, em especial para projetos de habitação de caráter social, apresentando áreas com potencial de ocupação intensiva, situadas na Área de Ocupação Rarefeita; (PDDUA, 2010)

Por tanto a expansão urbana observada condiz com as estratégias de produção da cidade para MZ10.

Já a MZ 5, nomeada Cidade Jardim, tem sua configuração de baixa densidade populacional, com predomínio residencial. A sua expansão urbana se deu principalmente por condomínios horizontais.

Importante salientar que a expansão urbana ocorrida na MZ7 e MZ5, formou uma espécie de “conurbação” da mancha urbana entre estas duas MZs, o que sinaliza uma tendência dessa área de apresentar características de AOI. Os setores da MZ5 que estão dentro da BHAS encaixam-se como AOR, e possuem uma diversidade de tipos de uso e ocupação do solo, com áreas de Predomínio Residencial, áreas de Regime especial, as AEIS, áreas de Desenvolvimento Diversificado e áreas de Proteção Ambiental ou Parque Natural. A expansão urbana observada pode descaracterizar as características almejadas para a AOR, podendo gerar um aumento da degradação ambiental e também da densidade urbana, e portanto, vindo a caracterizar uma AOI, esta questão apresenta-se como conflitante com o proposto pelo PDDUA para AOR.

A MZ8 representa a maior parte do território da BHAS. Nela há um aumento da área urbanizada, porém de forma dispersa, não concentrada, o que é um fator condizente com as diretrizes e estratégias de ocupação desta Macrozona, que possui em sua maior parte setores de uso para áreas de Proteção Ambiental e Áreas de Parque Natural e Áreas de Desenvolvimento Diversificado. Nessa macrozona, é considerável, também, a existência de algumas AEIS, principalmente uma localizada mais ao sul, uma AEIS do tipo III, que refere-se a produção de novas habitações (HIS). Porém é importante destacar alguns aspectos: o primeiro é a ocorrência de uma maior concentração da expansão na divisa com a MZ7 e MZ10, o que pode gerar uma conurbação portanto um eixo de expansão urbana que descaracteriza a AOR e as diretrizes propostas para MZ8; e o segundo que vai de encontro e se faz conflitante com as estratégias de qualificação

---

<sup>2</sup> Segundo o Guia do PDDUA (2019), a Macrozona 6 atualmente passou a ser chamada de Macrozona 10.

ambiental para MZ8, a expansão urbana nesta macrozona se deu principalmente em áreas de APPs, agravando a solução dos conflitos de degradação ambiental, em especial dos cursos d'água da BHAS. Algumas poucas áreas de expansão urbana nas APPs se enquadram como alguma AEIS, em sua maioria não são AEIS, e desenvolveram-se em desconformidade com a lei federal e municipal e com as diretrizes de estratégia ambiental apresentada no PDDUA e pelo relatório “Bases do Plano Estratégico para a Zona Sul”.

Por tanto na MZ8 podemos destacar que houve o agravamento dos conflitos de “degradação ambiental” e “descontrole de ocupações urbanas”, apontados pelo relatório, o que acaba gerando contradição quanto as diretrizes de qualificação ambiental apontadas pelo PDDUA.

O relatório produzido para propor as diretrizes estratégicas para MZ8, colocam três tópicos que norteiam as ações do eixo estratégico de bens ambientais:

- Cruzamento para identificação de setores de conflito áreas vulneráveis
- Sistema de proteção das áreas naturais
- Educação ambiental

Dentro destes três tópicos são sugeridas algumas ações, podemos analisar alguns quesitos quanto ao cumprimento destas estratégias.

Consideramos que houve avanço na identificação e mapeamento dos setores de conflitos, e áreas vulneráveis, através de dados disponíveis no site da Prefeitura Municipal de Porto Alegre, também se observa que algumas medidas propostas para o sistema de proteção das áreas naturais, como a oficialização da Unidade de Conservação do Morro São Pedro, do tipo de Proteção Integral, e a manutenção de outra Unidade de Conservação, a Reserva Biológica do Lami, obtiveram êxito, porém, uma importante proposta, a de oficialização de um Parque linear Arroio do Salso, não ocorreu, o que se apresenta como um aspecto negativo, pois poderia melhorar as condições ambientais do arroio.

Assim pode-se observar que não houve a recuperação ambiental dos arroios da BH do Salso como proposto nas estratégias de qualificação ambiental do PDDUA de 2010, e expresso anteriormente na figura 8 na página.

Um aspecto importante é a presença de processos de inundação em algumas áreas da BHAS, conforme Lima (2010) as condições ambientais na BHAS formam um conjunto de características favoráveis a problemas de inundação. Lima (2010) realizou um levantamento de áreas inseridas na BHAS que sofrem com tais problemas, o autor



traz que há diferentes situações de inundações que afetam diretamente a população que reside muito próximo das margens do arroio ou até mesmo dentro das APPs, são áreas ocupadas na Rua Dorival Castilho Machado (bairro Hípica), no Túnel Verde (bairro Ponta Grossa), ambas as situações de inundação por enchente do Arroio do Salso, a Vila Sargento (bairro Serraria) e áreas do bairro Guarujá com ocupações próximas as margens do Guaíba sofrem com inundação das margens do Guaíba em períodos de grandes eventos de precipitação, na qual estes quando ocorrem, aliados às características do terreno e de ocupação do solo, também causam eventos de alagamento. As figuras 17, 18 e 19 apresentam pontos onde ocorrem os processos de inundação.

**Figura 17 - Área Inundada no Túnel Verde 27/09/2009**



Fonte: Lima (2010)

**Figura 18 - Área Inundada no Túnel Verde 28/09/2009**



Fonte: Jornal Zero Hora (2009, *apud* Lima (2010))

**Figura 19 - Área Inundada na Rua Dorival Castilho Machado**



Fonte: Lima (2010)

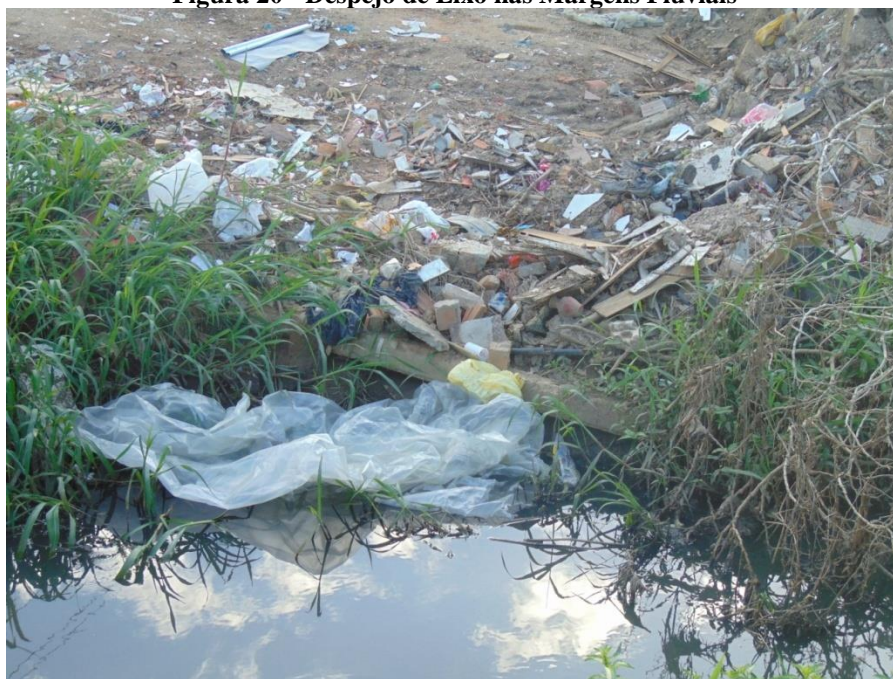
Lima (2010) expõe que os processos de inundação podem gerar grandes problemas ambientais, como a propagação de doenças de vinculação hídrica, perdas de bens materiais, degradação da paisagem e destruição de residências e equipamento de infraestrutura, por tanto, deve-se buscar resolver os problemas deste tipo de natureza, para a melhoria da qualidade ambiental e de vida da população.

Algumas poucas moradias de ocupação irregular que localizavam - se entre fim do Túnel Verde e a margem esquerda do Arroio do Salso, demonstradas na figura 18, foram removidas ainda no ano de 2010, sendo que a remoção fora presenciada e observada pessoalmente pelo autor deste trabalho, eram habitações bastante afetadas

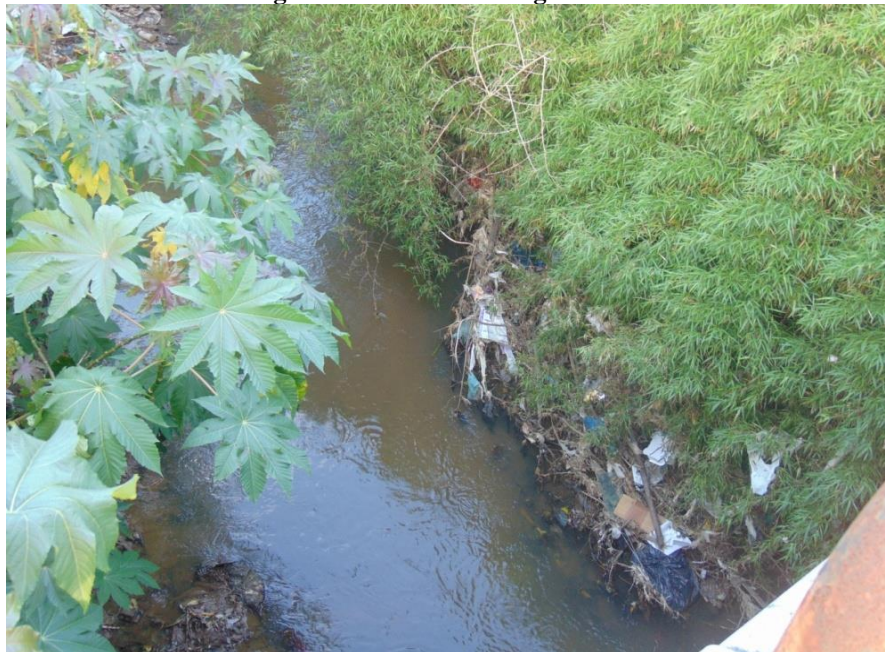
com frequência pelos processos de inundação, portanto, um aspecto positivo de mudança ocorrida no período de análise deste trabalho, porém áreas da ocupadas na Rua Dorival Castilho Machado, na Vila Sargento e Guarujá continuam a sofrer com períodos de precipitações intensas, não houve um avanço quanto à realocação ou obras que resolvessem os problemas de inundações para estas áreas, o que corrobora a ideia de que as estratégias de qualificação ambiental pouco saíram do papel.

Quanto ao quesito educação ambiental, não temos como avaliar através de nossos procedimentos metodológicos executados. Porém um indício de que a sociedade em geral carece de educação ambiental é perceptível em trechos do Arroio do Salso, na qual foi observado o descarte de lixo em margens do arroio, como observado nas figuras 17 e 18, localizadas nos pontos 5 e 8 do mapa de localização dos pontos de observação da etapa de campo.

**Figura 20 - Despejo de Lixo nas Margens Fluviais**



Fonte: Alexandre Wentz

**Figura 21 - Lixo nas margens Fluvial**

Fonte: Alexandre Wentz

Outro tipo de degradação comumente encontrada na rede de drenagem da BHAS é a presença de trechos dos arroios com assoreamento, e processos de erosão das margens (descobertas de vegetação). Também há despejo de esgoto nos arroios. As figuras 19 e 20 mostram um trecho com assoreamento e erosão, e despejo de esgoto, local ponte da Avenida Juca Batista sobre o Arroio do Salso.

**Figura 22 - Ocupação em Área de APP do Arroio do Salso e Processo de Assoreamento**

Fonte: Alexandre Wentz

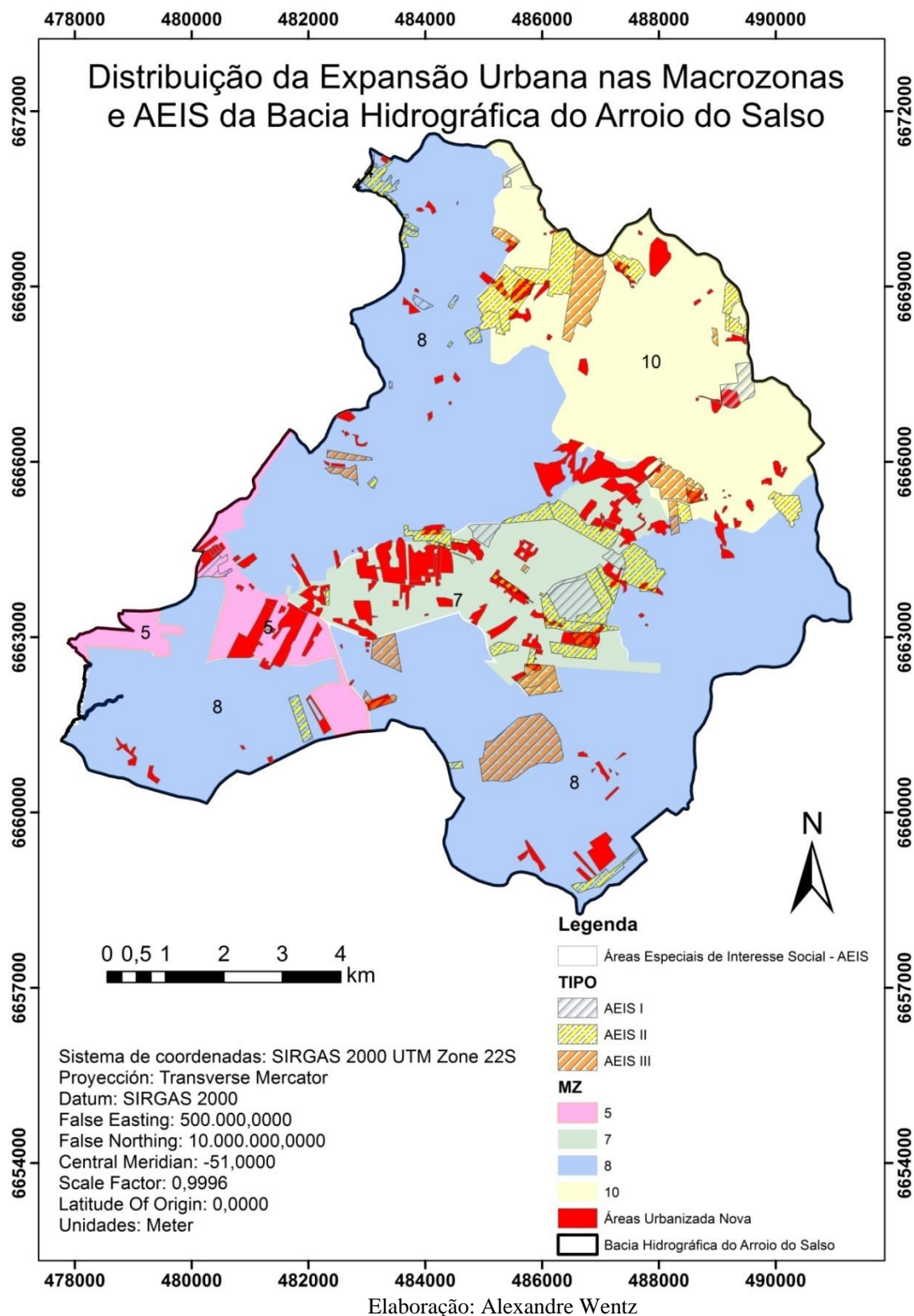
**Figura 23 - Erosão das Margens Fluviais do Arroio de Salso e Despejo de Esgoto**



Fonte: Alexandre Wentz

A figura 21 apresenta o mapa com as novas áreas urbanizadas e sua distribuição nas MZs. Também mostra as AEIS oficiais encontradas em cada macrozona.

Figura 24 - Distribuição da Expansão Urbana nas Macrozonas e AEIS da BH do Salso



É importante destacar a promoção das AEIS, como instrumento previsto para o desenvolvimento das Habitação de Interesse Social (HIS) nas MZs, e também na regularização de loteamentos clandestinos e ocupações irregulares. Uma das estratégias de produção da cidade é a regularização fundiária, e a promoção da implementação de

uma política de habitação social que integre e regule as forças econômicas informais de acesso à terra e capacite o Município para a produção pública de HIS, como sugere o Art. 21 do plano diretor, assim como também promover a implementação de uma política habitacional para as populações de baixa e média renda, com incentivos e estímulos à produção de habitação (PDDUA, 2010).

Podemos observar a efetivação destas políticas propostas pelo plano, porém cabe observar e analisar com cuidado a prospecção que esta situação de aumento da urbanização pode promover em relação à degradação ambiental.

Observa-se um maior número de AEIS do tipo I e II na MZ7, e um maior número de AEIS III nas MZ8 e MZ10, o que confirma a tendência de expansão urbana proposta para a cidade rururbana, com a promoção das HIS. A figura 22 mostra esse tipo de área e as novas edificações, concluídas recentemente na Avenida Juca Batista, entre os bairros Ponta Grossa e Chapéu do Sol.

**Figura 25 - Edificações Recentes do Tipo Condomínio Residencial Vertical em AEIS**



Fonte: Alexandre Wentz

Quanto as zonas de uso de Desenvolvimento Diversificado, a diminuição de áreas de cultivo, principalmente perdendo espaço para uso residencial, por especulação imobiliária ou promoção das HIS, promove a estagnação do desenvolvimento das áreas de produção primária e também não incentiva a promoção do turismo ecológico através da manutenção de áreas de características de cidade Rururbana, como proposto para MZ8.

### 5.5 APPs NA BACIA HIDROGRÁFICA DO SALSO E SUA QUALIFICAÇÃO AMBIENTAL PRETENDIDA PELO PDDUA DE 2010.

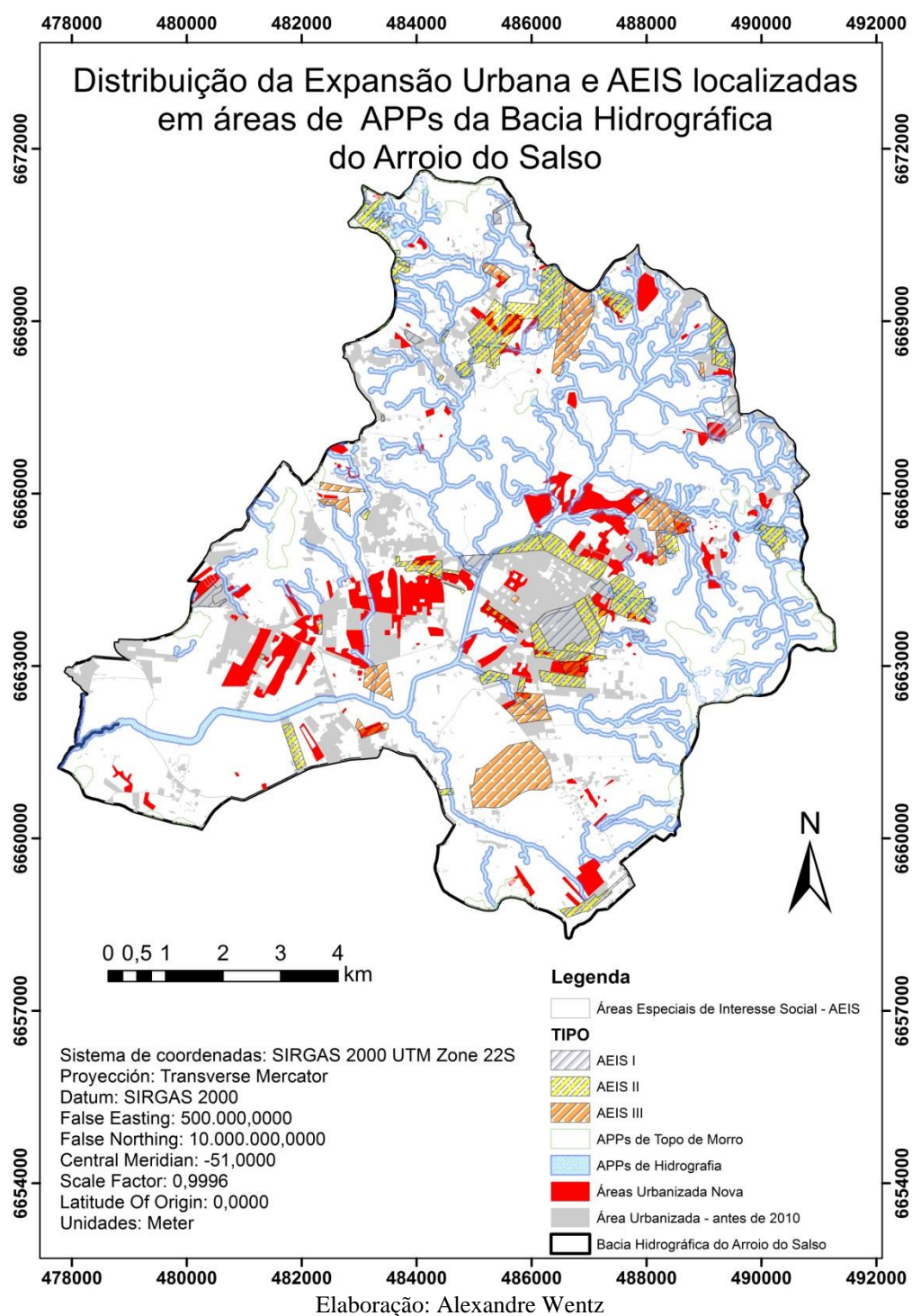
Importante lembrar o art. 245 da Lei Orgânica de Porto Alegre que define os tipos de áreas que são consideradas de preservação permanente, e ainda coloca: “Nas áreas de preservação permanente, não serão permitidas atividades que, de qualquer forma, contribuam para descaracterizar ou prejudicar seus atributos e funções essenciais.” (Porto Alegre, 2004) e as proposições dos incisos terceiro e quarto do Art. 88 do PDDUA de 2010, que salientam que as apenas atividades de manejo indispensáveis à recuperação ambiental serão admitidas nas APPs para sua perpetuação, e que zonas de conservação, ou seja, áreas que já encontram suas condições originais transformadas por atividades antrópicas, poderão receber: “atividades destinadas à educação ambiental, ao lazer, à recreação, à habitação e à produção primária, desde que tais atividades não impliquem comprometimento significativo dos elementos naturais e da paisagem, favorecendo sua recuperação.”(PDDUA, 2010).

A legislação vigente sobre essas áreas demonstram a preocupação na proteção ambiental das mesmas, porém podemos observar, como demonstrado anteriormente, o aumento da pressão antrópica nestas áreas, pudemos observar isso através da verificação do aumento do ITA.

A figura 23 demonstra a expansão urbana ocorridas em áreas de APPs, principalmente em APPs de hidrografia, e podemos observar sobre APPs também a existência de AEIS do tipo I e II, que são voltadas principalmente para regularizar ocupações estabelecidas nestas áreas de forma irregular, anteriormente ao PDDUA de 2010, mas outro aspecto negativo é a ocorrência de AEIS do tipo III, que são espaços destinados a novas produções de HIS.



**Figura 26 - Distribuição da Expansão Urbana e AEIS Localizadas em Áreas de APPs da BH do Salso**



Colocamos que muitas dessas áreas urbanizadas recentemente em APPs não se enquadram em nenhum tipo de AEIS, o que configura uma ilegalidade perante a lei, também cabe ressaltar que há de certa forma um conflito entre as estratégias de qualificação ambiental e as de produção da cidade, com a oficialização de AEIS em áreas de APPs, principalmente o que refere-se às AEIS III, sendo cabível a análise mais

aprofundada se encontram-se em desacordo com a própria legislação vigente sobre estas áreas.

Porém é observável que não houve um desenvolvimento urbano e ambiental condizente com as estratégias propostas, como por exemplo, a recuperação dos arroios da BHAS, estes se encontram com os mesmos problemas, contaminação por efluentes domésticos, ocupação indevidas de suas margens, despejo de lixo, dentre outros problemas já identificados em outros estudos, e mesmo as áreas de interesse de proteção ambiental parecem ter sofrido com a expansão urbana, principalmente nas MZ8 e MZ10, com a perda de vegetação nativa. A figura 24 abaixo mostra áreas ocupação urbana em APPs e declarada como AEIS, localizada sobre o Arroio do Salso, no bairro Restinga.

**Figura 27 – Ocupação Urbana Institucionalizada AEIS em Área de APP**



Fonte: Alexandre Wentz

Um aspecto importante a se levar em conta é expansão urbana na MZ10, que se deu em algumas áreas tanto de APPs de margem de arroios, como em suas nascentes. a tendência de expansão urbana deve levar em conta a preservação das APPs, principalmente de nascentes. O arroio do salso encontra-se degradado desde suas nascentes, o que se apresenta como um problema sério a ser resolvido, devendo-se promovendo a recuperação destas áreas e também a preservação integral, para promover a perpetuação do patrimônio natural, como estabelece as próprias diretrizes de estratégia do PDDUA. Nas figuras 25 e 26 abaixo podemos ver as margens do Arroio do Salso,

em um ponto relativamente próximo das nascentes. A figura 25 mostra as margens a jusante, com ocupação das APPs, e com a mata ciliar degradada, e a figura 26, no mesmo local, mostra as margens em direção montante, com a presença de mata ciliar relativamente preservada. Local ponte sobre a Estrada Rincão.

**Figura 28 - Margem em direção a Jusante, Mata Ciliar Degradada**



Fonte: Alexandre Wentz

**Figura 29 - Margem em Direção a Montante, Mata Ciliar Preservada**



Fonte: Alexandre Wentz

Por último cabe ressaltar a necessidade de um estudo detalhado que procure mapear e oficializar as APPs de banhado e Restinga, uma diretriz estratégica proposta no relatório Bases do Plano Estratégico para Zona Sul. Devendo - se assim cumprir a lei

em âmbito federal e municipal, realizando-se o levantamento aprofundado e a oficialização destas áreas, visto a importância de sua preservação para manutenção da qualidade ambiental da BHAS.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A metodologia empregada foi eficaz para a análise proposta, pois permitiu observar muitos aspectos da evolução do uso e ocupação do solo e, conseqüentemente, ambiental da área da BHAS. Isto proporcionou analisar as tendências de expansão urbana em conformidade ou não com o proposto pelo PDDUA.

O ITA foi uma ferramenta metodológica bastante conveniente para estimar o grau da pressão antrópica sobre a bacia hidrográfica e sobre as APPs, assim como a atualização da cartografia de uso e ocupação do solo, permitiu avaliar a dinâmica espacial (aumento ou retração) das classes de uso, indicando as áreas de crescimento urbano e as áreas de perda de cobertura vegetal. O mapeamento também auxiliou na análise da evolução da ocupação das áreas de APPs, permitindo traçar um quadro comparativo entre a situação de 2008 (antes do PDDUA) e a atual (2019).

Aponta-se também uma análise e revisão das estratégias de produção da cidade e da qualificação urbana do PDDUA, podemos observar que a possibilidade de projetos especiais, assim como algumas AEIS vão em desacordo com o proposto pelas estratégias de qualificação ambiental.

Outro aspecto que deve ser alvo de futuros trabalhos é a revisão das superfícies de APPs oficiais, melhorando a qualidade do material cartográfico disponibilizados pela PMPA, condizendo mais corretamente com a realidade, ao exemplo citamos o trabalho realizado por Ruviano (2017). Também sugere-se uma análise e inclusão de APPs do tipo de banhado e restinga, visto que observamos em campo indícios da ocorrência destes tipos, sendo que suas ocorrências também foram apontadas pelo relatório Bases do Plano Estratégico da Zona Sul.

Observou-se também que as políticas públicas e ações público-privadas de certa forma cumpriram as estratégias de produção da cidade, como o incentivo as HIS, porém nota-se que a parte ambiental tem sido colocada em segundo plano, não havendo uma melhoria considerável das condições ambientais, principalmente no que tange a preservação e conservação de APPs.

Por fim pode-se levantar que houve um grande crescimento da área urbanizada na BHAS em um período de pouco mais de dez anos, e que se continuar neste ritmo de crescimento, provavelmente em 2030, a BHAS passará para uma classe considerada degradada, com ITA acima de 5,0.

Deve-se haver uma contenção e um controle maior sobre o crescimento da ocupação urbana nas áreas a montante, onde situam - se as nascentes do Arroio do Salso, principalmente pelo fato de PDDUA estipular que a MZ10 é uma área com tendência a tornar-se AOI, ou seja, deve-se conciliar a expansão urbana com a preservação do meio ambiente. Uma expectativa positiva é a ampliação do percentual de tratamento de esgoto previsto para toda Porto Alegre, que deve melhorar a questão do da poluição por efluentes domésticos dos arroios da BHAS, porém, além disso deve-se propiciar ações de recuperação da qualidade ambiental dos arroios, recuperando e preservando suas APPs, promovendo a inclusão social e a educação ambiental com as comunidades existentes na BHAS.

## REFERÊNCIAS

BASSO, Luís Alberto; Silva Wegner da. A qualidade da água na bacia hidrográfica do Arroio do Salso e sua relação com a pluviometria – **Boletim Gaúcho de Geografia**, v. 40, n. 2 (2013). Disponível em <https://seer.ufrgs.br/bgg/article/view/37120>. Acessado em 16/12/2019.

BITAR, Omar Yazbek. **Avaliação da recuperação de áreas degradadas por mineração na RMSP**. 1997. (Tese Doutorado) - Departamento de Engenharia de Minas, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo/SP, 1997. Disponível em <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3134/tde-25102001-165349/publico/Tese.PDF>. Acessado em 16/12/2019.

BRAGA, Benedito *et al.* (org.). **Águas Doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**: 4. Ed. São Paulo: Escrituras Editora, 2015.

BRASIL, 1981, Lei Federal nº 6.938 de 31 de agosto de 1981 que institui a Política Nacional de Meio Ambiente – **Ministério do Meio Ambiente**. Disponível em <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1980-1987/lei-6938-31-agosto-1981-366135-publicacaooriginal-1-pl.html>. Acessado em 16/12/2019.

BRASIL, 1986, Resolução 001/1986 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente. **Ministério do Meio Ambiente**. Disponível em <https://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/legislacao/MMA/RE0001-230186.PDF>. Acessado em 16/12/2019.

BRASIL, 1997, Lei Federal n. 9.433, de 8 de janeiro de 1997 - Política Nacional de Recursos Hídricos. Disponível em [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19433.htm). Acessados em 16/12/2019.





CUNHA, Sandra Baptista da; GUERRA, Antonio José Teixeira. **Degradação Ambiental**, In GUERRA, Antonio José Teixeira e CUNHA, Sandra Baptista da org. Geomorfologia e Meio Ambiente. 4. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

FEPAM, 2019, Base cartográfica, arquivos digitais de dados espaciais do tipo vetorial – FEPAM - SEMA. Disponível em [http://www.fepam.rs.gov.br/biblioteca/geo/bases\\_geo.asp](http://www.fepam.rs.gov.br/biblioteca/geo/bases_geo.asp). Acessado em 16/12/2019.

FUJIMOTO, Nina Simone Vilaverde Moura; Dias, Tielle Soares. Estudo sobre a suscetibilidade à inundação do Setor Sul do Município de Porto Alegre-RS: Bacia Hidrográfica do Arroio do Salso. In: VIII Simpósio Nacional de Geomorfologia, 2010, Recife – Pernambuco, Brasil. Disponível em <https://pdfs.semanticscholar.org/b1b7/534d297cea0c051b95c516b6f3cc20332c31.pdf> Acessado em 10/12/2019.

GOMES, Marco Antônio Silvestre; SOARES Beatriz Ribeiro. Reflexões sobre a Qualidade Ambiental Urbana – **Revista Estudos Geográficos**, Rio Claro, São Paulo, v. 2, n.2, p. 21-30, jul/dez (2004). Disponível em <https://docplayer.com.br/10355877-Reflexoes-sobre-qualidade-ambiental-urbana.html>. Acessado em 16/12/2019.

GUERRA, Antonio José Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista da. **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 11. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012.

HASENACK, Henrichet al. **Diagnóstico Ambiental de Porto Alegre: Geologia, Solos, Drenagem, Vegetação e Ocupação**: Secretaria Municipal do Meio Ambiente, 2008. Disponível em [http://www.ecologia.ufrgs.br/labgeo/arquivos/Publicacoes/Livros\\_ou\\_capitulos/2008/Hasenack\\_et\\_al\\_2008\\_Diagnostico\\_ambiental\\_de\\_Porto\\_Alegre.pdf](http://www.ecologia.ufrgs.br/labgeo/arquivos/Publicacoes/Livros_ou_capitulos/2008/Hasenack_et_al_2008_Diagnostico_ambiental_de_Porto_Alegre.pdf). Acessado em 16/12/2019.

LIMA, Luís Marcelo Martins de. **Mapeamento da Suscetibilidade à Inundação na Bacia Hidrográfica do Arroio do Salso, Porto Alegre – RS**. 2010. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS, Porto Alegre, 2010. Disponível em <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/25554> Acessado em 07/01/2020.

MAZZETO, Francisco de Assis Pentead. Qualidade de vida, qualidade ambiental e meio ambiente urbano: breve comparação de conceitos. In: **Sociedade e Natureza - Revista do Instituto de Geografia da UFU**. Uberlândia, São Paulo, v. 12, n. 24, jul/dez 2000. Disponível em <http://www.seer.ufu.br/index.php/sociedadennatureza/article/view/28533>. Acessado em 16/12/2019.

MENEGAT, Rualdo *et al.* **Atlas ambiental de Porto Alegre**. 1. ed. Porto Alegre: Editora da Universidade/UFRGS, 1998.

MENEZES, João Paulo Cunha *et al.* Relação entre padrões de uso e ocupação do solo e qualidade da água em uma bacia hidrográfica urbana - **Revista Online Engenharia Sanitária e Ambiental**. Rio de Janeiro, v.21, n. 3, p. 519-534. Disponível em [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-41522016000300519](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-41522016000300519). Acessado em 16/12/2019.

MOURA, Valverde Simone Nina *et al.* *Indicadores Ambientais da Bacia Hidrográfica do Arroio do Salso, Município de Porto Alegre-RS* (2013). **Boletim Gaúcho de Geografia**, Porto Alegre – RS, v. 40, n. 2, p. 236-253, maio (2013) Disponível em <http://seer.ufrgs.br/bgg/article/view/40021>. Acessado em 16/12/2019.

PERES, Renata Bovo; SILVA, Ricardo Siloto da. Análise das Relações entre o Plano de Bacia Hidrográfica Tietê-jacaré e os Planos Diretores Municipais de Araraquara, Bauru e São Carlos – **Revista Sociedade e Natureza**, Uberlândia, v. 25, n. 2, p. 349-362, mai/ago (2013). Disponível em [https://www.researchgate.net/publication/275692346\\_Analise\\_das\\_relacoes\\_entre\\_o\\_Plano\\_de\\_Bacia\\_Hidrografica\\_Tiete-Jacare\\_e\\_os\\_Planos\\_Diretores\\_Municipais\\_de\\_Araraquara\\_Bauru\\_e\\_Sao\\_Carlos\\_SP\\_a\\_vancos\\_e\\_desafios\\_visando\\_a\\_integracao\\_de\\_instrumentos\\_de\\_ge](https://www.researchgate.net/publication/275692346_Analise_das_relacoes_entre_o_Plano_de_Bacia_Hidrografica_Tiete-Jacare_e_os_Planos_Diretores_Municipais_de_Araraquara_Bauru_e_Sao_Carlos_SP_a_vancos_e_desafios_visando_a_integracao_de_instrumentos_de_ge). Acessado em 16/12/2019.

PERIM, Maria Aparecida; COCCO, Maria Dolores Alves. Efeito das transformações antrópicas às margens do rio Una, Taubaté, São Paulo, Brasil – **Revista Ambiente & Água – Na Interdisciplinary Journal of Applied Science** - vol. 11, Taubaté, 2016.

Disponível em <https://www.redalyc.org/pdf/928/92852596012.pdf>. Acessado em 16/12/2019.

PORTO ALEGRE, 1990, Lei Municipal n. 0/1990 – Lei Orgânica de Porto Alegre Art. 245- Sobre Áreas de Preservação Permanente – **Câmara Municipal** – Disponível em <https://leismunicipais.com.br/lei-organica-porto-alegre-rs>. Acessado em 16/12/1990.

PORTO ALEGRE, 2010, Lei Municipal LC n° 434, de 1° de dezembro de 1999, atualizada e compilada até a Lei Complementar n° 667, de 3 de janeiro de 2011, incluindo a Lei Complementar 646, de 22 de julho de 2010. Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano e Ambiental, **Prefeitura de Porto Alegre/RS**. Disponível em [http://www2.portoalegre.rs.gov.br/spm/default.php?p\\_secao=205](http://www2.portoalegre.rs.gov.br/spm/default.php?p_secao=205). Acessado em 16/12/2019.

PORTO ALEGRE, 2012, Relatório Bases do Plano Estratégico Para Zona Sul. **Prefeitura Municipal de Porto Alegre - Secretaria do Planejamento**. Supervisão de Desenvolvimento Urbano. Grupo de Trabalho Zona Sul. Organizadores Andrea Oberrather & Synthia Krás Borges. Disponível em [http://proweb.procempa.com.br/pmpa/prefpoa/spm/usu\\_doc/basesplano\\_estrategicosda\\_zonasul\\_web.pdf](http://proweb.procempa.com.br/pmpa/prefpoa/spm/usu_doc/basesplano_estrategicosda_zonasul_web.pdf). Acessado em 16/12/2019.

PORTO ALEGRE, 2014, Informação n° 51/2014-PUMA. Sobre ocupação de Áreas de Preservação Permanente – **Procuradoria Geral do Município - Procuradoria de Urbanismo e Meio Ambiente – PUMA**. Disponível em [http://proweb.procempa.com.br/pmpa/prefpoa/pgm/usu\\_doc/info512014.pdf](http://proweb.procempa.com.br/pmpa/prefpoa/pgm/usu_doc/info512014.pdf)

PORTO ALEGRE, 2015, Lei Municipal, L.C. n. 775/2015 – O restabelecimento das Áreas Rurais em Porto Alegre – Prefeitura Municipal de Porto Alegre – Câmara Municipal. Disponível em [http://www2.portoalegre.rs.gov.br/spm/default.php?p\\_secao=205](http://www2.portoalegre.rs.gov.br/spm/default.php?p_secao=205). Acessado em 16/12/2019.

PORTO ALEGRE, 2015, Plano de Saneamento Básico de Porto Alegre – Prefeitura Municipal de Porto Alegre – DMAE; DEP; DMLU; SMURB; SMS, SMGL, SMAM.

Disponível em [http://proweb.procempa.com.br/pmpa/prefpoa/dmae/usu\\_doc/01\\_pmsb\\_diagnostico\\_w eb.pdf](http://proweb.procempa.com.br/pmpa/prefpoa/dmae/usu_doc/01_pmsb_diagnostico_w eb.pdf). Acessado em 16/12/2019.

PORTO ALEGRE, 2016. Parecer 1198/2016 - Áreas de preservação permanente em zona urbana e licenciamento edilício - **Procuradoria Geral do Município**. Disponível em [http://www2.portoalegre.rs.gov.br/pgm/default.php?reg=991&p\\_secao=33](http://www2.portoalegre.rs.gov.br/pgm/default.php?reg=991&p_secao=33). Acessado em 16/12/2019.

PORTO ALEGRE, 2019, Mapas Digitais – Secretaria do Meio Ambiente e Sustentabilidade – Base Cartográfica vetorial. Disponível em [https://www2.portoalegre.rs.gov.br/spm/default.php?p\\_secao=310](https://www2.portoalegre.rs.gov.br/spm/default.php?p_secao=310) Acessado em 16/12/2019.

PORTO ALEGRE, Lei Nº 12.112 (2016), Cria, extingue, denomina e delimita os bairros que integram o território do Município de Porto Alegre. Disponível em [http://dopaonlineupload.procempa.com.br/dopaonlineupload/1857\\_ce\\_172548\\_1.pdf](http://dopaonlineupload.procempa.com.br/dopaonlineupload/1857_ce_172548_1.pdf). Acessado em 16/12/2019.

ROCHA, Stella Procopio & CRUZ, Carla Bernadete Madureira. Aplicação do ITA na análise espaço-temporal do entorno da BR-101 nos municípios de Angra dos Reis e Parati. In: Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, Brasil, 25-30 abril 2009, INPE, p. 1505-1512. Disponível em <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:NuJmLgLwP2gJ:marte.sid.inpe.br/attachment.cgi/dpi.inpe.br/sbsr%4080/2008/11.11.11.39/doc/1505-1512.pdf+&cd=1&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br>. Acessado em 16/12/2019.

RODRIGUES, Éder Luís da Silva. **Análise Hidromorfológica da Sub-bacia do Arroio do Salso: Estudo de Caso para Auxiliar na Instalação de uma Estação de Monitoramento**. 2014. Monografia (Graduação em Geografia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS, Porto Alegre, 2014. Disponível em <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/141289>. Acessado em 16/12/2019.

RODRIGUES, Luciane da Costa *et al.* Avaliação do grau de transformação antrópica da paisagem da bacia do rio Queima-Pé, Mato Grosso, Brasil - **Revista Brasileira de Ciências Ambientais** – n. 32, p. 52-64, Jun (2014).

RUVIARO, Jonhy Sartori. **Mapeamento das Áreas de Preservação Permanente do Município de Porto Alegre para Análise da Qualidade de Produtos Cartográficos**. Monografia (Graduação em Geografia) –Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS, Porto Alegre, 2017. Disponível em <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/156430>. Acessado em 16/12/2019.

SÁNCHEZ, Luís Enrique. **Avaliação de Impacto Ambiental: conceitos e métodos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

SANTOS, Milton. **A Natureza do Espaço: Técnica, Razão e Emoção**: 3. Ed. São Paulo: Edusp (Editora da USP), 2003.

SCHENEIDER, Michelle de Oliveira. **Análise das Fragilidades Ambientais da bacia hidrográfica do Arroio Lami, municípios de Porto Alegre e Viamão- RS**. 2010. Monografia (Graduação em Geografia) –Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS, Porto Alegre, 2010. Disponível em <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/28472/000770361.pdf?sequence=1> acessado em 09/07/2018.

STROHAECKER, Tânia. *et al.* Análise Espacial da Acessibilidade a Equipamentos Públicos Comunitários na Bacia Hidrográfica do Arroio do Salso – Porto Alegre/RS. **Interespaço – Revista de Geografia e Interdisciplinariedade**, Porto Alegre, v. 1, n. 2, p. 90-108, jul/dez. (2015). Disponível em <http://www.periodicoseletronicos.ufma.br/index.php/interespaco/article/view/4033/2118> acessado em 10/12/2019.

USGS, 2019, Imagem de Satélite Landsat8, datada 15/08/2019, cedida pela plataforma do Earth Explorer, Disponível <https://earthexplorer.usgs.gov/> Acessado em 15/11/2019.

VARGAS, Myrian Aldana *et al.* Diálogo entre o Plano Diretor Municipal e o Consórcio Foz do Chapecó: o Caso do Goio-Ên, In: VI Seminário Internacional de Desenvolvimento Regional, 2013, Santa Cruz do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil. Disponível em <http://www.unisc.br/site/sidr/2013/Textos/142.pdf>. Acessado em 16/12/2019.