

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

KÁTIA MARIA PIRES DA SILVA

**ANÁLISE DA MORFOLOGIA ORIGINAL DO ARROIO DILÚVIO, MUNICÍPIO DE
PORTO ALEGRE – RS**

Orientadora:

Prof.^a. Dr.^a. Nina Simone Vilaverde Moura

PORTO ALEGRE

2019

KÁTIA MARIA PIRES DA SILVA

**ANÁLISE DA MORFOLOGIA ORIGINAL DO ARROIO DILÚVIO, MUNICÍPIO DE
PORTO ALEGRE – RS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia como requisito para a obtenção do título de Mestra em Geografia.

Orientadora:

Prof.^a. Dr.^a. Nina Simone Vilaverde Moura

Linha de Pesquisa Análise Ambiental

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Luiz Alberto Basso

Prof. Dr. Paulo Roberto Rodrigues Soares

Prof. Dr. Felipe de Sousa Gonçalves

PORTO ALEGRE

2019

CIP - Catalogação na Publicação

SILVA, KATIA MARIA PIRES DA
ANÁLISE DA MORFOLOGIA ORIGINAL DO ARROIO DILÚVIO,
MUNICÍPIO DE PORTO ALEGRE - RS / KATIA MARIA PIRES DA
SILVA. -- 2019.
147 f.
Orientadora: Nina Simone Vilaverde Moura.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do
Rio Grande do Sul, Instituto de Geociências, Programa
de Pós-Graduação em Geografia, Porto Alegre, BR-RS,
2019.

1. GEOMORFOLOGIA . 2. GEOMORFOLOGIA ANTROPOGÊNICA.
3. CARTOGRAFIA GEOMORFOLÓGICA RETROSPECTIVA. 4.
ARROIO DILÚVIO. 5. RIOS URBANOS. I. Moura, Nina Simone
Vilaverde, orient. II. Título.

Ao meu filho João, por tanto amor, aprendizado e inspiração diária.

AGRADECIMENTOS

A Jesus, por tamanha bondade e amor. Por ser meu maior referencial de espiritualidade, bondade e compaixão. Tua presença em minha vida justifica todas as ações que me trouxeram até aqui.

À minha orientadora, Prof. Nina Simone, por tamanho empenho, encorajamento e disposição durante todos os anos de investigação científica e por insistir sempre no melhor desenvolvimento e qualidade da pesquisa.

Ao meu filho João, por me fazer acordar todos os dias, muito cedo, e em todas as madrugadas desde o seu nascimento. Seu respirar me encanta e me inspira todos os dias através do seu amor genuíno e gratuito.

Ao meus pais, Luciene e Antônio, e ao meu esposo Sergio, por serem minha base e sempre me apoiarem em meus projetos.

Ao POSGEA, representado por seus coordenadores, secretários e bolsistas, pelo auxílio desde o início da pesquisa com informações e apoio para com os alunos.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo auxílio financeiro através da concessão de bolsa.

À Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) por proporcionar através de estrutura física e pessoal humano todos os recursos necessários para a finalização desta pesquisa.

Às minhas colegas de mestrado, Juliana Ferrari, Cleiva Perondini, Sabrina Matias e Marília, pela ajuda no desenvolvimento e finalização da pesquisa e por tanta solidariedade e apoio ao longo desse processo.

Por fim, aos demais colegas e familiares que de alguma forma contribuíram para a finalização deste trabalho. Ressaltando as minhas amigas: Ana Gabriela Juchem, Maria Carolina Conci, Cintia Castro e Marina Fontenele.

RESUMO

A presente pesquisa destina-se a identificar a morfologia original e antropogênica da planície fluvial do Arroio Dilúvio. O arroio possui maior parte de seu curso fluvial no município de Porto Alegre e as áreas de nascentes estão no município vizinho Viamão. Para realizar esta análise foram fundamentais as abordagens oriundas da metodologia da Geomorfologia Antropogênica e da Cartografia Geomorfológica Retrospectiva. A abordagem feita a partir dessas duas linhas de pesquisa foi fundamental, pois parte de pressupostos em que a atuação antrópica sobre os ambientes físicos interfere diretamente nas formas, processos e materiais do relevo terrestre e essas alterações são passíveis de serem representadas e quantificadas com auxílio da cartografia geomorfológica retrospectiva. Entende-se assim morfologia original como aquela que possui poucas alterações significativas em sua estrutura e morfologia antropogênica como a que possui alterações significativas nas suas formas, sem possibilidade de reversão. É possível identificar as morfologias originais e antropogênicas com conhecimento da geologia e geomorfologia da área estudada. A caracterização física da área foi feita com referenciais bibliográficos que ajudaram a compor o cenário ambiental original. Nesta pesquisa, materiais dos tipos cartográficos, topográficos, iconográficos, além de bibliografia específica e ajudaram na composição destes cenários ambientais. Assim, foi possível contextualizar e identificar a história cumulativa das intervenções. Para melhor representar estas alterações foram elaborados três mapas com escala de detalhe, com vistas a mapear a planície fluvial do arroio Dilúvio a partir de três estágios de perturbação seguindo metodologia da Geomorfologia Antropogênica. Os estágios de perturbação são: pré-perturbação (morfologia original), perturbação ativa e pós perturbação. Foi escolhido o ano de 1772 como ano inicial para as análises. O mapeamento da morfologia original (pré-perturbação) de 1772, foi possível com o apoio da carta topográfica de 1939, planta da Porto Alegre de 1772 e de bibliografias específicas. A identificação do estágio de perturbação ativa foi representada para o ano de 1956, constando a morfologia da planície fluvial como também as intervenções antrópicas identificadas em fotografias aéreas de 1956. O mapa das intervenções antrópicas na planície fluvial representa o estágio de pós perturbação, tendo sido elaborado a partir de fotografias aéreas do ano de 2010 e do mapa dos padrões e tipos de formas de relevo das autoras Moura e Dias (2009). Foi possível a identificação de feições fluviais típicas do canal fluvial, mesmo esse já sendo canalizado na maior parte de sua extensão. De 1956 a 2010, as intervenções antrópicas foram sendo justificadas ao longo do tempo sob os mais diversos discursos e alterando a configuração da planície fluvial do Arroio Dilúvio. Relatar esta história cumulativa de intervenções e alteração da planície fluvial constitui a base desta pesquisa.

Palavras-Chave: Geomorfologia Antropogênica- Cartografia Geomorfológica Retrospectiva – Arroio Dilúvio – Porto Alegre.

ABSTRACT

The present survey is intended to identify the original and anthropogenic morphology of the fluvial plain of the Dilúvio stream. The stream has most of its river course in the city of Porto Alegre and the areas of springs are in the municipality of Viamão. To perform this analysis it was fundamental the approaches derived from the methodology of Anthropogenic Geomorphology and Retrospective Geomorphological Cartography. The approach perform from these two lines of research was fundamental, because it starts from assumptions where the anthropic action under the physical environments interferes directly in the forms, processes and materials of the terrestrial relief and these alterations can be represented and quantified with the support of the retrospective geomorphological cartography. It is understood, therefore, original morphology as one that has few significant alterations in its structure, and anthropogenic morphology as the one that has significant alterations in its forms and without possibility to revert the forms that they had. It is possible to identify the original and anthropogenic morphologies with knowledge of the geology and geomorphology of the studied area. The physical characterization of the area was done with bibliographical references that assist to compose the original environmental scenario. In this research, cartographic, topographic, specific bibliography and iconographic materials helped in the composition of these environmental scenarios. Thus, it was possible to contextualize and identify the cumulative history of the interventions. To better represent these changes, three maps with detailed scale were elaborated, with a view to map the fluvial plain of the Dilúvio stream from three stages of perturbation following the methodology of Anthropogenic Geomorphology. The stages of disturbance are: the pre-disturbance stage (original morphology), active disturbance and post-disturbance. The year 1772 was chosen as the initial year for the analyzes. The mapping of the original morphology (pre - disturbance) of 1772 was possible with the support of the topographic chart of 1939, the Porto Alegre plant of 1772, and specific bibliographies. The identification of the active disturbance stage was represented for the year 1956, both the fluvial plain morphology and the anthropic interventions identified in aerial photographs of 1956. The map of anthropic interventions in the fluvial plain represents the post-disturbance stage, was elaborated from aerial photographs of the year 2010 and the map of the patterns and types of relief forms of the authors Moura and Dias (2009). It was possible to identify typical fluvial features of the fluvial canal, even this one being channeled for most of its extension. From 1956 to 2010 the anthropic interventions were justified over time under the most diverse discourses and altering the configuration of the fluvial plain of Dilúvio stream. Reporting this cumulative history of interventions and changes in the fluvial plain forms the basis of this research.

Palavras-Chave: Anthropogenic Geomorphology - Retrospective Geomorphological Cartography – Arroio Dilúvio – Porto Alegre.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Arroio Dilúvio em meio à cidade de Porto Alegre e parte da cidade de Viamão.	2
Figura 2- Mapa das Bacia Hidrográfica do Arroio Dilúvio	9
Figura 3- Mapa de Localização do Arroio Dilúvio	11
Figura 4- Classificação do relevo segundo Ross (1992)	18
Figura 5- Tempo necessário para o desenvolvimento da forma e tempo de frequência da forma produzida e tamanho	21
Figura 6- Escalas temporais e terminologias dos eventos geomorfológicos	22
Figura 7- Espacialização dos tipos de leitos fluviais	29
Figura 8- Tipos de terraços fluviais	30
Figura 9- Tipos de canais fluviais	31
Figura 10- Parte de trecho canalizado do Arroio Dilúvio - Porto Alegre.....	33
Figura 11- Indicadores Morfológicos	42
Figura 12- Indicadores dos materiais superficiais: Formações superficiais e solos/ uso físico da terra e cobertura vegetal.....	43
Figura 13- Indicadores de processos hidro- geomorfológicos	43
Figura 14- Fotografia aérea de 1956.	56
Figura 15- Recorte de fotografia aérea de 1956	57
Figura 16- Trecho da fotografia aérea de 1956	58
Figura 17- Fotografia aérea de 1956- com destaque para a represa Lomba do Sabão.....	59
Figura 18- Fotografia aérea de 1956 com destaque para padrão do tipo arruamentos.....	60
Figura 19- Fotografia Aérea de 2010- com destaque para mancha urbana junto ao Arroio Dilúvio.....	61
Figura 20- Fotografia aérea de 2010 com destaque para banco de sedimentos deposicionais nas margens do arroio em trecho não canalizado.....	62
Figura 21- Invasão do Rio Grande.....	64
Figura 22- Arraiais em Porto Alegre.....	66
Figura 23- Planta da cidade de Porto Alegre no ano de 1772.....	68
Figura 24- Planta da cidade de Porto Alegre do ano de 1833.....	69
Figura 25- Planta de Porto Alegre de 1888, com destaque para os Arraiais junto a Planície do Arroio.....	73

Figura 26 -Planta da cidade de Porto Alegre com destaque para o Arroio Dilúvio.....	76
Figura 27 -Área da antiga Ilhota com destaque em vermelho.....	78
Figura 28 -Mapa do Plano de Melhoramentos 1914.....	80
Figura 29 -Planta da cidade de Porto Alegre – 1916 com destaque para a planície fluvial do Arroio Dilúvio	82
Figura 30 -Obra de canalização do Arroio Dilúvio na cidade de Porto Alegre.....	85
Figura 31 -Enchente de 1941 vista do Centro de Porto Alegre.....	86
Figura 32 -Municípios da Região Metropolitana de Porto Alegre - 2010.....	88
Figura 33 -Localização do Cinturão Dom Feliciano e do Batólito Pelotas no Contexto geotectônico do Sul do Brasil e Uruguai:	91
Figura 34 -Unidades Geológicas do Município de Porto Alegre.	93
Figura 35 -Unidades geológicas da Bacia do Arroio Dilúvio	96
Figura 36 -Compartimentação geomorfológica do Rio Grande do Sul	97
Figura 37 -Mapa dos Padrões e Tipos de Formas de Relevo da Bacia Hidrográfica do Arroio.....	100
Figura 38 -Vista de parte do aterro em Porto Alegre, localizado em Padrão em Forma de Superfície Plana Tecnogênica, com destaque para foz do arroio Dilúvio.....	101
Figura 39 -Região Central de Porto Alegre sob o Padrão de Relevo em Forma de Colinas.....	102
Figura 40 -Vista do topo do Morro Santana em Porto Alegre	102
Figura 41 -Distribuição dos tipos de Vegetação na Bacia Hidrográfica do Arroio Dilúvio.	107
Figura 42 -Mapa da Morfologia Original da Planície Fluvial do Arroio Dilúvio 1772	110
Figura 43- A -Mapa da Morfologia e Intervenções Antrópicas na Planície Fluvial do Arroio Dilúvio – 1956 – Trecho A	114
Figura 43- B -Mapa da Morfologia e Intervenções Antrópicas na Planície Fluvial do Arroio Dilúvio – 1956 – Trecho B	115
Figura 44 -Leito do arroio Dilúvio em trecho canalizado	119
Figura 45 -Parte de trecho canalizado do Arroio Dilúvio - Porto Alegre.....	120
Figura 46 -Eco- barreira instalada no leito do arroio Dilúvio	121

Figura 47- A- Mapa das intervenções antrópicas na Planície Fluvial do Arroio Dilúvio- 2010 – Trecho A	123
Figura 47- B- Mapa das intervenções antrópicas na Planície Fluvial do Arroio Dilúvio 2010 – Trecho B	124

LISTA DE QUADROS E GRÁFICOS

Quadro 1- Síntese da Metodologia de Ross (1990 e 1992)	15
Quadro 2- Indicadores e instrumentais para avaliação de impactos e mudanças em sistemas hidrogeomorfológicos urbanizados:	41
Quadro 3- Mapas Topográficos.....	49
Quadro 4- Fotografias aéreas utilizadas para a elaboração dos mapas da pesquisa.....	50
Quadro 5- População por ano na cidade de Porto Alegre.....	89
Quadro 6- Identificação das Morfoescultura e Padrões de Formas de Relevo	99
Quadro 7- Dados de população, área territorial e densidade demográfica de Porto Alegre e Viamão	117
Gráfico 1- PIB de Porto Alegre e Viamão- 2013	117
Gráfico 2- População urbana de Porto Alegre e Viamão	118

LISTA DE SIGLAS

CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
EIA	Estudos de Impactos Ambientais
GERM	Grupo Executivo da Região Metropolitana
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ONG	Organização não Governamental
ONU	Organização das Nações Unidas
PIB	Produto Interno Bruto
PMPA	Prefeitura Municipal de Porto Alegre
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
PUCRS	Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul
SMURB	Secretaria Municipal de Urbanismo
SNUC	Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza
SUFRAMA	Superintendência da Zona Franca de Manaus
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Justificativas e Objetivos	3
1.2. Escolha da área de Estudo	8
2. METODOLOGIA	12
2.1. Referencial teórico- metodológico	12
2.1.1. Geografia Física	12
2.1.2. Geomorfologia	14
2.1.3. Geomorfologia Antropogênica	18
2.1.4. Geomorfologia Fluvial	27
2.1.5. Geomorfologia Urbana	33
2.1.6. Cartografia Geomorfológica Retrospectiva	38
2.1.7. Geoprocessamento	45
2.2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS E OPERACIONAIS	48
2.2.1. Levantamento de dados	48
2.2.2. Dados bibliográficos	48
2.2.3. Dados cartográficos e fotogramétricos	49
2.2.4. Materiais Iconográficos e Jornais	50
2.2.5. Sistematização dos dados	51
2.2.6. Análises e interpretações	54
3. PROCESSO DE OCUPAÇÃO INTERVENÇÃO ANTRÓPICA EM PORTO ALEGRE	63
3.1. Ocupação e Expansão urbana em Porto Alegre	63
3.2. Ocupação urbana e Intervenções antrópicas na planície do arroio Dilúvio na cidade de Porto Alegre	68
4. CARACTERIZAÇÃO FÍSICA	91
4.1. Caracterização Geológica- Geomorfológica: A geologia da área de estudo	91
4.2. Geomorfologia da área de estudo	98
4.3. Clima	105
4.4. Vegetação	105
5. RESULTADOS	109
5.1. Mapa da Morfologia Original da Planície Fluvial do Arroio Dilúvio	109

5.2.	Mapa da Morfologia e Intervenções Antrópicas na Planície Fluvial do Arroio Dilúvio – 1956	112
5.3.	Mapa das Intervenções Antrópicas na Planície Fluvial do Arroio Dilúvio – 2010	117
6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	126
7.	BIBLIOGRAFIA	129

1. INTRODUÇÃO

Entre tantas definições para canais fluviais, pode se dizer que esses são cursos de água corrente que integram uma bacia hidrográfica e possuem uma dinâmica hídrica específica para cada curso fluvial. Os canais fluviais figuram como um elemento geográfico fundamental desde a formação das primeiras civilizações, uma vez que as primeiras cidades foram estabelecidas junto ou próximas a grandes rios, tais como: Nilo, no Egito; Jordão, em Israel/Palestina; Tigre e Eufrates, Mesopotâmia (atual Iraque e Kuwait); Ganges, na Índia; e Amarelo e Azul, na China. Assim, tais cursos hídricos foram fundamentais para a formação dessas civilizações, servindo não apenas como fonte de abastecimento humano, mas também como um recurso que viabilizou atividades como agricultura e criação de animais.

Hoje, águas que integram os sistemas fluviais em ambiente urbano representam uma preocupação constante por parte de diversos segmentos da sociedade. É comum em grandes cidades a ocupação irregular das margens de rios e córregos por parte de parcela da população em situação de pobreza, assim como também é comum a instalação de equipamentos/empresas de grande porte, como indústrias, próximos às margens de canais fluviais e planícies de inundação. Exemplos como esses são vistos em todo o território nacional, o que acarreta uma alteração significativa na qualidade ambiental das águas próximas a esses estabelecimentos e também no curso normal das águas cujas margens são afetadas.

Os rios urbanos representam cenários ambientais antes preservados, mas que, para o estabelecimento de cidades e posterior crescimento e expansão urbana, tiveram seu cenário ambiental anterior extinto. Muitos tiveram suas margens ocupadas ao longo do estabelecimento das cidades como exemplo, temos no estado do Rio Grande do Sul os rios Caí, Gravataí e Sinos

Tratando mais especificamente do tema dessa pesquisa, temos no município de Porto Alegre, segundo o DEP (Departamento de Esgotos Pluviais), ¹cerca de 27 arroios, que perfazem uma extensão aproximada de 83,74 km². Entre esses podemos citar: Arroios Cavalhada, Rincão, do Salso, Espirito Santo, da Areia. Neste trabalho, estudaremos o arroio

¹ O órgão foi extinto conforme LEI COMPLEMENTAR Nº 817, DE 30 DE AGOSTO DE 2017.

Dilúvio, um curso hídrico que possui seu curso em meio a uma cidade intensamente urbanizada ao longo das décadas desde a sua ocupação. O arroio encontra-se em um quadro de intensa degradação ambiental e alteração da sua dinâmica fluvial, intensificada pelo processo de expansão e urbanização. O trajeto desse arroio nas cidades de Porto Alegre e Viamão pode ser observado na Figura 1.

Figura 1 — Arroio Dilúvio em meio à cidade de Porto Alegre e parte da cidade de Viamão - RS



Fonte: Google Earth (2016).

A esse processo de ocupação e expansão urbana intensificadas pela ação humana dá-se o nome de ação antrópica, a qual foi definida como toda e qualquer atividade humana que, direta ou indiretamente, altere, degrade, polua ou desvie os cursos d'água em meio urbano. Assim, podem-se citar como exemplos dessas ações: a disposição de resíduos sólidos no leito dos cursos d'água, o lançamento de esgotos domésticos ou industriais no leito, a canalização, o desmatamento de vegetação das margens dos rios, o estabelecimento de moradias em áreas de margens fluviais, entre outros.

Atualmente, a proteção desses cursos fluviais por meio das entidades governamentais do Brasil, frente a ações antrópicas a que estão sujeitos, é representada pela legislação brasileira através do Código Florestal², regulado pela Lei nº 12.651/2012.

Contudo, o Arroio Dilúvio foi e permanece sendo alvo de ações antrópicas, implicando alterações substanciais na qualidade de suas águas, na morfologia e na dinâmica de seu sistema fluvial. Embora os dispositivos de proteção ambiental não possam atuar sobre as ações, nem mesmo sobre os agentes que transformaram o cenário ambiental desse curso fluvial antes existente, compete aos mesmos maior fiscalização e controle das atividades ao longo do arroio, com vistas a preservar suas nascentes e melhorar a qualidade de suas águas.

É partindo dessas abordagens que se estrutura esta pesquisa, fundamentada a partir dos pressupostos da geomorfologia, que embasam a proposta de mapeamento da morfologia original do Arroio Dilúvio, visando a realizar um resgate histórico do cenário ambiental uma vez existente que integrava esse ambiente fluvial, bem como realizar o mapeamento da morfologia original e antropogênica do Arroio Dilúvio. Para tanto, a pesquisa será orientada pela abordagem da geomorfologia antropogênica, buscando analisar e identificar as ações antrópicas sobre esse sistema fluvial.

Podem ser citados alguns autores que já desenvolvem trabalhos a partir do estudo das alterações no relevo e em sistemas fluviais causadas por ações antrópicas: Douglas (1983), Gupta (1999), Rodrigues (1997, 2004, 2005), NIR (1993), Lima (1990), Moura (2001) e Moroz Caccia- Gouveia (2010). O primeiro publicou em 1983 sua obra intitulada “Man, a geomorphological agent”, que pode ser considerada como uma das obras marco para o entendimento das ações antrópicas sobre o ambiente.

A partir dessa abordagem de natureza hidrogeomorfológica busca-se realizar uma análise do cenário geomorfológico original do Arroio Dilúvio. Para tanto, tal análise será realizada baseada em análises cartográficas retrospectivas e orientada pela abordagem da geomorfologia antropogênica.

1.1. Justificativas e Objetivos

² Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências (BRASIL, 2012).

Os estudos ambientais representam uma ferramenta de análise e investigação científica para diversos cenários ambientais ao redor do globo terrestre. Tais pesquisas tiveram uma maior importância a partir da 2ª Guerra Mundial, devido ao avanço científico e ao desenvolvimento de técnicas e equipamentos que contribuíram para a ampliação de diversas pesquisas. Esse desenvolvimento técnico-científico contribuiu para informar e deflagrar inúmeras ações humanas que incitavam e ainda permanecem ocasionando perturbações severas ao ambiente

A presente proposta de pesquisa foi norteada a partir do interesse da pesquisadora em realizar um estudo de cunho ambiental em áreas urbanas, em especial, estudar os cursos hídricos situados nessas áreas. Muitos rios urbanos fazem parte do cenário de ambientes degradados. Em meio às grandes cidades brasileiras, é comum, por exemplo, ao caminhar próximo a esses cursos hídricos, verificar-se a existência de fortes odores e a presença de diversos materiais, como sofás, cadeiras e sacolas plásticas, dentre outros objetos. Além de servir de deposição e disposição³ de resíduos, tais cursos hídricos ainda atuam como fonte de proliferação de agentes causadores e multiplicadores de doenças. Esses rios que outrora serviam de opção de lazer e abastecimento, agora servem de deposição e disposição de resíduos sólidos.

Atualmente, muito se fala na “renaturalização” ou revitalização de rios urbanos, proposta que, entre outras ações, visa ao plantio de vegetação nas margens dos cursos hídricos, à construção de corredores ecológicos que seguem lado a lado com as margens dos cursos fluviais, ao restabelecimento de leitos de rios à superfície que fluem no subterrâneo, à criação de parques verdes próximos às margens dos rios, entre outras.

Essas ações que visam um melhor gerenciamento dos cursos hídricos urbanos e também ao desenvolvimento sustentável já podem ser notadas em países como Cingapura e Austrália. Outro exemplo de projeto também baseado na perspectiva da “renaturalização” está sendo debatido atualmente na Cidade do México, a respeito do Rio Piedad. De acordo com González (2014), o projeto da Cidade Esportiva, além de todos os benefícios urbanos, implica uma nova visão de viver na cidade, uma regeneração dos sistemas vivos e projetos de mobilidade. É um espaço idôneo para tratar as águas do rio, assim como para alcançar espaços nos quais se congrega a água, a vegetação e a recreação.

³ Termos utilizados pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Lei nº 12.305/2010, regulamentada pelo Decreto nº 7.404/2010.

No Brasil, propostas semelhantes são debatidas em São Paulo, Rio de Janeiro e em Porto Alegre. Nesse último, para o Arroio Dilúvio, podem ser citados: o “Projeto Arroio Dilúvio: um futuro possível” (SILVEIRA *et al.*, 2012), iniciativa promovida pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS); a inclusão da Bacia do Arroio Dilúvio ao cotidiano dos porto-alegrenses como área de referência não só de preservação ambiental, mas também de lazer e qualidade de vida da população.

Todavia, uma das práticas adotadas na execução desses projetos é a realização de um estudo sobre o cenário ambiental antes existente em que se encontravam esses cursos hídricos. Para além dessa motivação, a presente pesquisa visa a contribuir para a realização de uma reconstituição da situação da morfologia original do Arroio Dilúvio e, assim, colaborar para as futuras pesquisas de âmbito ambiental que busquem melhorias para o atual quadro de degradação ambiental em que se apresenta o Arroio Dilúvio.

A atual situação em que se encontra o Arroio Dilúvio é resultado da intensificação das atividades antrópicas, que, ao longo das décadas, foram sendo promovidas por diversos agentes na sua morfologia original. Assim como acontece em outras cidades brasileiras, com a ocupação, o estabelecimento e posterior expansão das cidades, verifica-se uma transformação nas paisagens até então existentes e, também, a destruição de ecossistemas locais. Dessa forma, em meio à ocupação e ao crescimento das grandes cidades, foram sendo alterados, tamponados e aterrados nascentes, rios e riachos.

Diante disso, os cursos d’água remanescentes que se encontram no perímetro urbano das cidades se apresentam como um testemunho de toda uma dinâmica hidrogeomorfológica uma vez existente, mas que, em função de atividades antrópicas ao decorrer dos anos, tiveram sua dinâmica significativamente alterada.

Ao se realizar a investigação dessa morfologia original, é possível identificar feições e processos que são de interesse da geomorfologia fluvial, como: antigos meandros, tributários das antigas margens, área original/aproximada dos terraços e planícies fluviais, da planície de inundação, barras, sulcos e extensão do antigo canal, entre outros. Como também os processos que culminaram na remoção de material, alterando, assim, a forma do relevo; como exemplo, as obras para aterramento de terreno.

Outra motivação da realização dessa pesquisa é indicar as razões políticas, econômicas e sociais que culminaram na atual configuração do curso do arroio Dilúvio, o que possibilita,

também, averiguar a história da cidade e de seus bairros em uma análise mais local, tomando conhecimento de antigas construções, obras e legislações que compõem a história da cidade. Tudo isso, por fim, propicia um resgate histórico da memória local.

O presente estudo realiza-se sob o âmbito dos estudos geomorfológicos e da linha de pesquisa que utiliza a abordagem da geomorfologia antropogênica para estudos de ambientes degradados, os quais servem como embasamento para realizar a reconstituição da morfologia original. De acordo com Rodrigues (1997, p. 117), “a leitura geomorfológica do urbano não se limita a entender e dimensionar a intervenção urbana no que se refere aos processos, materiais e formas, mas também em reconhecer várias modalidades de intervenção urbana e situação de instabilidade a elas associadas”.

É pertinente destacar a importância da geomorfologia para o estudo da recuperação de áreas degradadas, seja em ambientes urbanos, seja em áreas rurais. Dessa forma, é possível estabelecer planos de recuperação de, por exemplo, encostas, morros, antigas áreas de mineração e canais fluviais. Além disso, para um melhor resultado na execução de projetos, é fundamental ter conhecimento do terreno no qual se deseja realizar qualquer atividade. De acordo com Guerra e Guerra (1997, p. 652), “ao se estudarem as formas de relevo, é imprescindível que se busque no subsolo explicações que possam ser correlacionadas aos fatores externos que interagem dando origem às variadas feições morfológicas”.

Assim, essa pesquisa primará por realizar um resgate histórico da morfologia original e antropogênica desse arroio que se localiza em meio a uma área intensamente urbanizada e impermeabilizada. A importância do resgate de cenários ambientais que passaram por intensas transformações de seus ambientes constitui um campo de investigação científica atual e que utiliza os referenciais da geomorfologia para aplicação de métodos e técnicas de pesquisa.

A análise soma-se aos diversos trabalhos já realizados sobre o Arroio Dilúvio, e espera-se que o trabalho possa contribuir como fonte de pesquisa para outros interessados no assunto e na área, como auxílio para a gestão pública, a exemplo de órgãos governamentais e

não governamentais preocupados com a preservação e a conservação⁴ de suas nascentes e como forma de resgatar a memória desse arroio.

Diante disso o objetivo geral desta pesquisa é:

Analisar o cenário geomorfológico original e antropogênico do Arroio Dilúvio, sob a perspectiva da natureza hidrogeomorfológica, baseando-se em análises cartográficas retrospectivas com fins de identificar as principais intervenções antrópicas na planície fluvial do Arroio Dilúvio.

Para atingir esse objetivo geral faz-se necessários atingir os seguintes objetivos específicos:

1. Caracterizar o meio físico da área de estudo no contexto regional;
2. Analisar o processo de ocupação e expansão urbana em Porto Alegre;
3. Mapear a morfologia original e antropogênica do Arroio Dilúvio;
4. Analisar as alterações hidrogeomorfológicas considerando a identificação das feições fluviais originais e antropogênicas.

⁴ A Lei nº 9.985/2000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), define conservação da natureza: “o manejo do uso humano da natureza, compreendendo a preservação, a manutenção, a utilização sustentável, a restauração e a recuperação do ambiente natural, para que possa produzir o maior benefício, em bases sustentáveis, às atuais gerações, mantendo seu potencial de satisfazer as necessidades e aspirações das gerações futuras, e garantindo a sobrevivência dos seres vivos em geral; [...] preservação: conjunto de métodos, procedimentos e políticas que visem a proteção a longo prazo das espécies, habitats e ecossistemas, além da manutenção dos processos ecológicos, prevenindo a simplificação dos sistemas naturais” (BRASIL, 2000, p. 1).

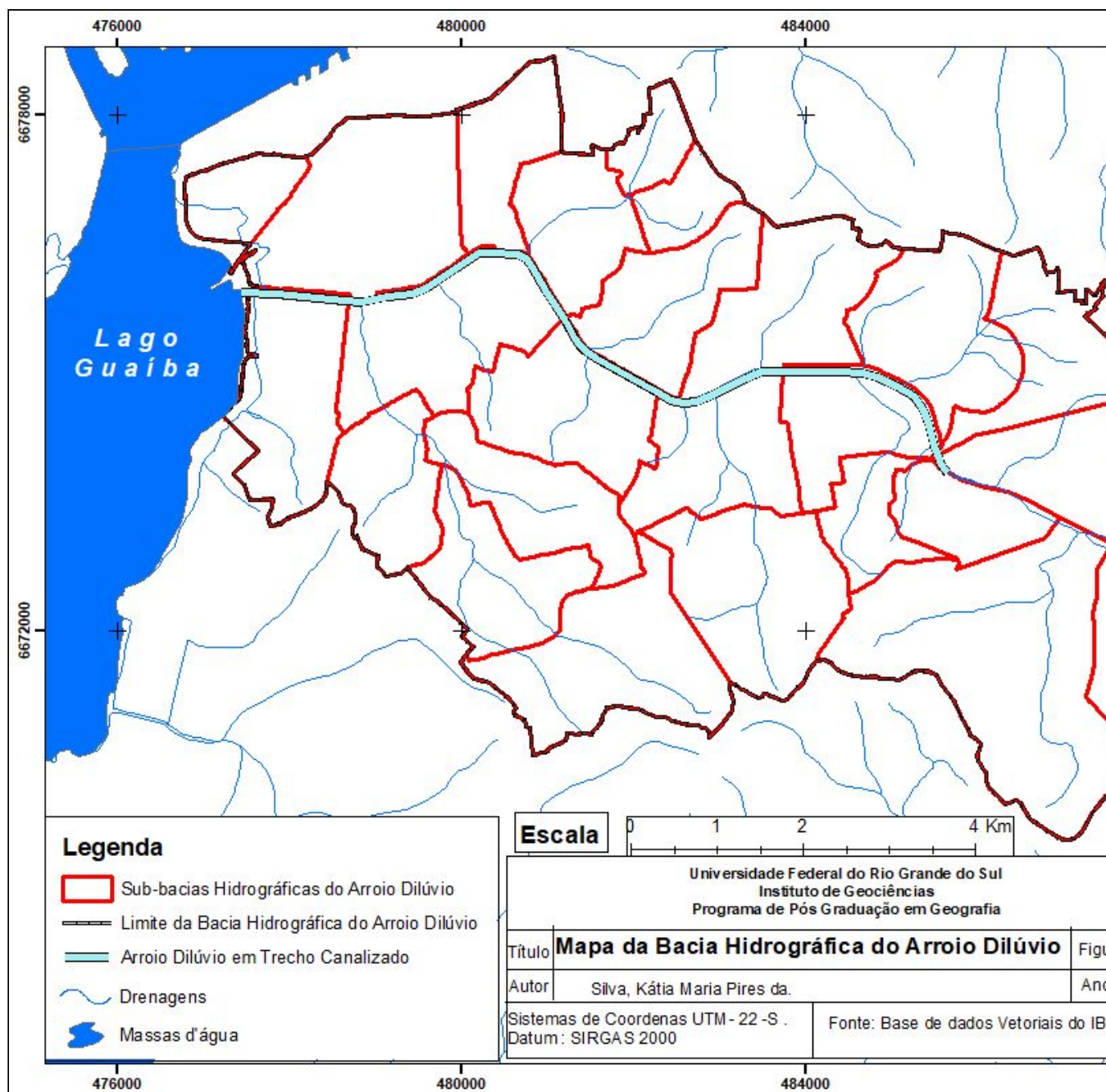
1.2. Escolha da área de Estudo

Foi escolhida como área de estudo a planície fluvial do Arroio Dilúvio, situado entre os municípios de Porto Alegre e Viamão. O arroio é uma das drenagens que compõem a Bacia Hidrográfica do Lago Guaíba. Essa bacia possui área de 2.523,62 km² e abrange os municípios de Canoas, Guaíba, Porto Alegre, Tapes, Triunfo e Viamão. Os principais cursos hídricos dessa bacia são: Arroio do Petim, Arroio Araçá, Arroio Capivara, Arroio Douradinho e Lago Guaíba. Uma das sub-bacias da Bacia Hidrográfica do Lago Guaíba é o Arroio Dilúvio. Essa sub-bacia possui 83,74 km² de drenagem, sendo 20% no município de Viamão, em áreas de nascentes, e os 80% restantes integrantes do município de Porto Alegre (SILVEIRA et al., 2012).

A planície do arroio Dilúvio foi escolhida como área de estudo por elencar um conjunto de importantes variantes. Podemos citar, entre elas: uma série de registros históricos (livros, jornais, revistas), fotografias aéreas realizadas em datas anteriores à canalização à qual foi submetido o arroio, cartas topográficas, reportagens e documentários a respeito das intervenções e da qualidade ambiental de suas águas, bem como do processo de ocupação ao longo do curso hídrico. É válido ressaltar também a existência de inúmeros trabalhos acadêmicos já realizados sobre o arroio Dilúvio e de que muito serviram como fonte de dados e informações. Um dos mais consultados foi o site LUME, que pertence à Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

Na Figura 2, é possível visualizar o mapa da Bacia Hidrográfica do Arroio Dilúvio.

Figura 2: Mapa da Bacia Hidrográfica do Arroio Dilúvio



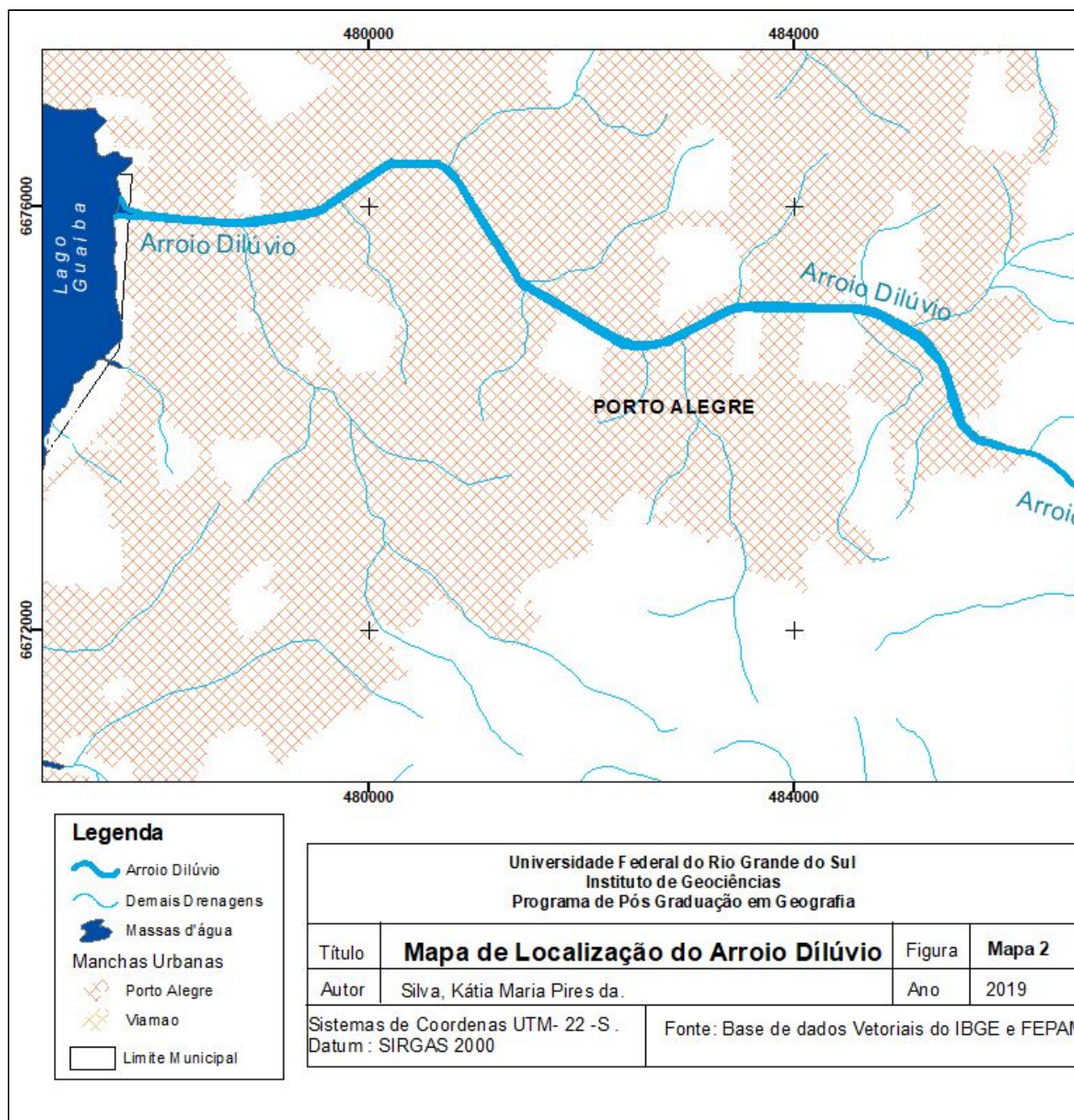
Fonte: SILVA. Katia Maria Pires da. (2019)

Na capital gaúcha, recebe vários afluentes, como os arroios dos Marianos, Moinho, São Vicente e Cascatinha, até sua foz, no parque Marinha do Brasil. Sobre a planície fluvial do arroio, de acordo com Dias (2014, p. 45).

A planície fluvial do arroio Dilúvio consiste em uma área plana modificada pela ação humana, com declividades inferiores a 2%, situada ao longo do Arroio Dilúvio. Corresponde a uma área onde predominam altitudes inferiores a 20 metros. É constituída por depósitos de planície e canal fluvial, com areia grossa e conglomeráticas.

Segue figura 3, com o mapa onde é possível observar a localização do arroio Dilúvio na cidade de Porto Alegre.

Figura 3: Mapa de Localização do Arroio Dilúvio



Fonte: SILVA. Katia Maria Pires da. (2019)

2. METODOLOGIA

A fundamentação teórica e metodológica apresenta os referenciais pelos quais foram norteadas as leituras para a construção dessa pesquisa.

2.1.Referencial teórico- metodológico

Nesta etapa da pesquisa, serão apresentadas as abordagens que serviram de base à construção do pensamento geográfico; dessa forma, serão citados os referenciais teóricos e metodológicos que complementam e embasam a pesquisa. Ressalta-se, também, que essa parte do trabalho primará por estabelecer uma estrutura sequencial dos temas a serem abordados na pesquisa, a saber: geomorfologia, geomorfologia fluvial, urbana, e antropogênica, cartografia geomorfológica retrospectiva e geoprocessamento.

As referências na área da geomorfologia remetem a segmentos da ciência geomorfológica pura e aplicada. A inserção dessas abordagens para a pesquisa foi incluída por abordar as intervenções antrópicas no ambiente.

2.1.1. Geografia Física

Inicialmente, abordando considerações sobre a Geografia, apresenta-se a concepção de Suertegaray (2001, p. 2): “a Geografia como área de conhecimento sempre expressou (desde sua autonomia) sua preocupação com a busca da compreensão da relação do homem com o meio (entendido como entorno natural) ”.

Durante a construção do pensamento geográfico muito se debateu a respeito do objeto de estudo da Geografia, muitos profissionais da área expressaram seu pensamento para a consolidação dos pressupostos da ciência geográfica e também na tentativa de enquadrá-la como ciência natural ou social. Alvo de muitos debates, o objeto de estudo da Geografia, o espaço geográfico, foi definido por muitos autores e questionado por tantos outros. Optou-se por se utilizar o conceito expresso por Milton Santos (1997 *apud* SUERTEGARAY, 2001, p. 2):

[...] espaço geográfico constitui um sistema de objetos e um sistema de ações que é formado por um conjunto indissociável, solidário e também contraditório, de sistemas de objetos e sistemas de ações, não considerados isoladamente, mas como um quadro único no qual a história se dá.

Constituindo-se, assim, como um espaço que é palco das interações humanas com a natureza. O espaço, como cita Santos (1997 *apud* SUERTEGARAY, 2001), é um sistema de objetos e ações, e as representações desses elementos são estabelecidas no espaço geográfico e reproduzidas ao longo do tempo. O espaço constitui-se como categoria central e balizadora para a Geografia (SUERTEGARAY, 2001).

Outra discussão de grande embate após o estabelecimento desse pensamento sobre o espaço geográfico trata-se da separação entre Geografia humana e física. Como não é intuito dessa pesquisa realizar um embate sobre esses temas, ressalta-se, apenas, que ambos os campos de conhecimento possuem suas subdivisões que integram um campo amplo de conceitos e métodos.

Quanto à Geografia Física, essa pode ser entendida como ciência que se preocupa em estudar os elementos integrantes do ambiente, sejam estes físicos, biológicos, sejam antrópicos. Para tanto, faz-se necessário estabelecer um pensamento no que diz respeito ao que engloba o ambiente tratado nessa pesquisa. Assim, a abordagem ora utilizada encontra fundamentos a partir de Suertegaray (2010, p. 19), que diz:

[...] a Geografia tem na sua história o uso corrente do conceito de meio, entendido como a relação entre o ser e o entorno, significado que é também atribuído a ambiente. Além disso, entende-se que ambiente, na abordagem proposta, reveste-se de uma concepção para além de seu entendimento como meio externo ao homem, ou seja, Natureza. Ambiente é a inter-relação do ser com seu entorno, em que as derivações provocadas pela sociedade no entorno (natural ou construído) promovem nestas transfigurações que poderão afetar a vida humana.

Ainda sobre a Geografia Física, Bertrand (1968) propôs o estudo da Geografia Física Global, elencando como categoria de discussão o conceito de paisagem e contribuindo para a história da Geografia Física e os seus questionamentos. De acordo com Suertegaray e Nunes (2001, p. 15),

A história da Geografia Física é antiga, poderíamos iniciar uma reflexão a partir de Humboldt (1882), na introdução de sua obra *Cosmos*, escrita entre 1845/62, para quem existia duas disciplinas que tratavam da natureza: uma a Física, que estudava os processos físicos, a outra a Geografia Física, que estudava a interconexão dinâmica dos elementos da Natureza através de uma visão integrada concebida a partir do conceito de paisagem.

Sobre as discussões referentes à paisagem no âmbito da Geografia Física, Schier (2003, p. 80) ressalta que:

Desde o século XIX, a paisagem vem sendo discutida para se entenderem as relações sociais e naturais em um determinado espaço. Dentro da geografia, a interpretação do que é uma paisagem diverge dentro das múltiplas abordagens geográficas. Observa-se que existem certas tendências “nacionais” mostrando que o

entendimento do conceito depende, em muito, das influências culturais e discursivas entre os geógrafos.

O desenvolvimento das pesquisas em Geografia Física torna-se permeado de discussão em volta de concepções como paisagem, lugar e ambiente. Estas discussões tornam-se ainda mais relevantes a julgar pelo campo de atuação dos geógrafos, pela busca de definição de alguns conceitos e também por representar questões fundamentais, uma vez que estudos sobre ambientes degradados têm sido realizados com frequência, mediante as mais diversas formas de degradação ambiental. Assim, a Geografia Física integra em seu escopo científico embasamento para realizar estudos de cunho ambiental com vistas a estudar o ambiente e os sujeitos que o integram. Para Suertegaray e Nunes (2001, p. 16).

Neste contexto, não só se redefine a Geografia como se redefinem todas as áreas que deram suporte às análises geográficas. Aqui me refiro à Geomorfologia, à Biogeografia, à Climatologia etc. Estas também reformularam suas análises, privilegiaram algumas abordagens e algumas escalas de análise em detrimento de outras. Estas transformações dizem respeito ao contexto econômico e social contemporâneo [...].

Para tanto, os referenciais em geomorfologia, por exemplo, auxiliam no entendimento das análises ambientais. Estas análises sobre as formas de relevo podem ser feitas com base em metodologias oriundas da ciência geomorfológica e que muito contribuem para o estudo do ambiente.

2.1.2. Geomorfologia

A ciência que estuda as formas de relevo terrestre preocupa-se em analisar as formas e processos que formaram os fatos geomorfológicos. A beleza do relevo apresentado nas mais diversas paisagens despertou a curiosidade de pesquisadores desde a antiguidade para desvendar de que forma e como o modelado terrestre foi moldado. Sobre isso, Christofolletti (1980) aborda que, desde os primórdios da civilização, encontramos alusões ao propósito. Na Idade Média, período de difíceis registros e análises científicas, a Igreja controlava publicações expostas à sociedade. Durante o período do Renascimento, Christofolletti (1980) ressalta que merecem destaque os trabalhos de Leonardo da Vinci (observação dos canais fluviais) e Bernard Palissy (conceitos básicos da geomorfologia, como o antagonismo entre as ações que criam o relevo, ações internas e aquelas que tentam destruí-lo, e ações externas).

As obras de cunho geomorfológico foram sendo apresentadas ainda ao longo dos séculos XVI e XVII, mas foi somente nos séculos XVIII e XIX que o conhecimento e as técnicas de pesquisa foram amplamente expostas e realizadas.

Já o século XIX, de acordo com Marques (2011), marca uma etapa em que foram definidos, de modo mais sistemático, os campos do conhecimento científico que lastreiam as ciências modernas. No início desse período, de acordo com Christofolletti (1980) havia praticamente três correntes do pensamento a propósito da esculturação do relevo terrestre: a dos fluvialistas, a dos estruturalistas e a dos diluvianistas, sendo que as duas últimas defendiam princípios de caráter catastróficos. Já no último quarto do século XIX, segundo o mesmo autor citado acima, havia nos Estados Unidos um grupo de pesquisadores e pensadores que iam reformular o pensamento geomorfológico, expondo as principais noções teóricas que permitiriam isolar a geomorfologia do âmbito geológico, no qual sempre estivera integrada.

Quanto ao Brasil e sua inter-relação com os estudos geomorfológicos vale destacar que segundo Marques (2012), esses estudos tiveram maior expansão nos últimos 50 anos, devido a uma maior valorização das questões ambientais. Na década de 1950, devido ocorreu o XVIII Congresso Internacional de Geografia no Rio de Janeiro, após esse congresso e com a difusão de conhecimentos nele abordados, novos espaços para pesquisas e publicações relacionadas aos conhecimentos geomorfológicos foram surgindo.

Esse período também é marcado por um grande desenvolvimento nos meios de produção. A industrialização e a urbanização edificaram-se em áreas antes remotas e pouco habitadas, transformando cenários ambientais naturais em cenários alterados pelas ações antrópicas. Sobre isso Santos (1996 *apud* BERNARDES, 2005, p. 28):

No começo da história do homem, a configuração territorial é simplesmente o conjunto ds complexos naturais. À medida que a história vai se fazendo, a configuração territorial é dada pelas obras dos homens: estradas, casas, depósitos, portos, fábricas cidades etc; verdadeiras próteses. Cria-se uma configuração territorial que é cada vez mais resultados de uma produção histórica e tende a uma negação da natureza, substituindo- a pôr uma natureza inteiramente humanizada”.

Isso refletiu diretamente nas paisagens e na qualidade ambiental dessas cidades. Todavia, as consequências desse progresso ao ambiente tornaram-se alvo de preocupação devido aos riscos que seriam implicados nas vidas humanas. Para Bernardes (2015), quanto

mais poderosa é a maquinaria, mais riscos ela provoca para a vida humana e tanto maior é a pressão econômica para obter mais lucro e empenho.

Os riscos produzidos por ações humanas estendem-se em diversas áreas, em especial às urbanizadas, caracterizadas por uma grande concentração populacional e impermeabilização do solo. Atualmente, muito se estuda sobre os ambientes desses locais a fim de que possamos encontrar melhores decisões sobre as formas de agir quanto às questões relacionadas ao meio. As intervenções antrópicas sobre o ambiente caracterizam-se por alterar morfologias originais de acordo com os interesses de seus agentes, afetando, assim, diretamente nas formas de relevo e seus processos. Portanto, entender que existe uma evolução do relevo terrestre mediante o decorrer do tempo geológico é fundamental para compreender os constantes processos morfogenéticos que ocorrem nos cenários ambientais, pois as formas de relevo que compõem a crosta terrestre não foram sempre as mesmas e permanecem evoluindo, dada a intensa atividade de movimentos oriundos do interior da crosta e da dinâmica da superfície terrestre. Todavia, a atuação antrópica no ambiente acaba por apressar processos que ocorreriam de acordo com o tempo geológico.

É de ponto de interesse da geomorfologia estudos envolvendo atuação antrópica sobre os ambientes, pois análise geomorfológica para Fujimoto (2005, p. 1):

Consiste na identificação e mapeamento dos compartimentos de relevo determinados por fatores naturais, originados por processos climáticos passados e atuais, quando a morfologia se encontrava praticamente em situação original.

Para Rodrigues (2010), a avaliação dos impactos humanos em sistemas geomorfológicos foi disseminada desde a promulgação, em países, de legislação ambiental específica, voltada a diversos tipos de intervenções antrópicas e envolvendo estudos ambientais e relatórios de impacto ambiental. O segmento da geomorfologia que compreende o estudo de ações humanas como agente modificador do relevo é geomorfologia antropogênica que será melhor abordada no próximo item desta pesquisa.

Áreas degradadas em ambientes urbanos sofreram diversas modificações em sua estrutura original. Isso é comum de ser observado nas planícies fluviais em meio a grandes cidades, pois mediante o aumento exponencial da população e o processo de urbanização desenfreado que ocorreram nas últimas décadas, houve intensa degradação de cenários ambientais de algumas cidades, em especial, cidades no Brasil. Para Botelho (2011, p. 76), “o

crescimento exponencial da população e sua concentração em determinadas porções do território — as cidades — aumentaram o número e a intensidade das interferências”. De acordo com Ross (2007, p. 30),

O estudo ambiental conduz, necessariamente, ao conhecimento dos aspectos físicos, e a Geomorfologia, como um dos ramos específicos da Geografia Física, possui como objetos de estudo a descrição das formas de relevo e dos processos associados à sua evolução, o que vai conduzir à elaboração de metodologias específicas para análises ambientais.

Os efeitos dessas alterações e as novas feições criadas devido às ações antrópicas podem ser expressos em mapeamentos geomorfológicos. Um exemplo aqui citado é sobre a cartografia e a análise geomorfológica dos pressupostos da metodologia proposta por Ross através dos táxons. (1990 e 2012). Segue abaixo Quadro 1 com a síntese da classificação de Ross:

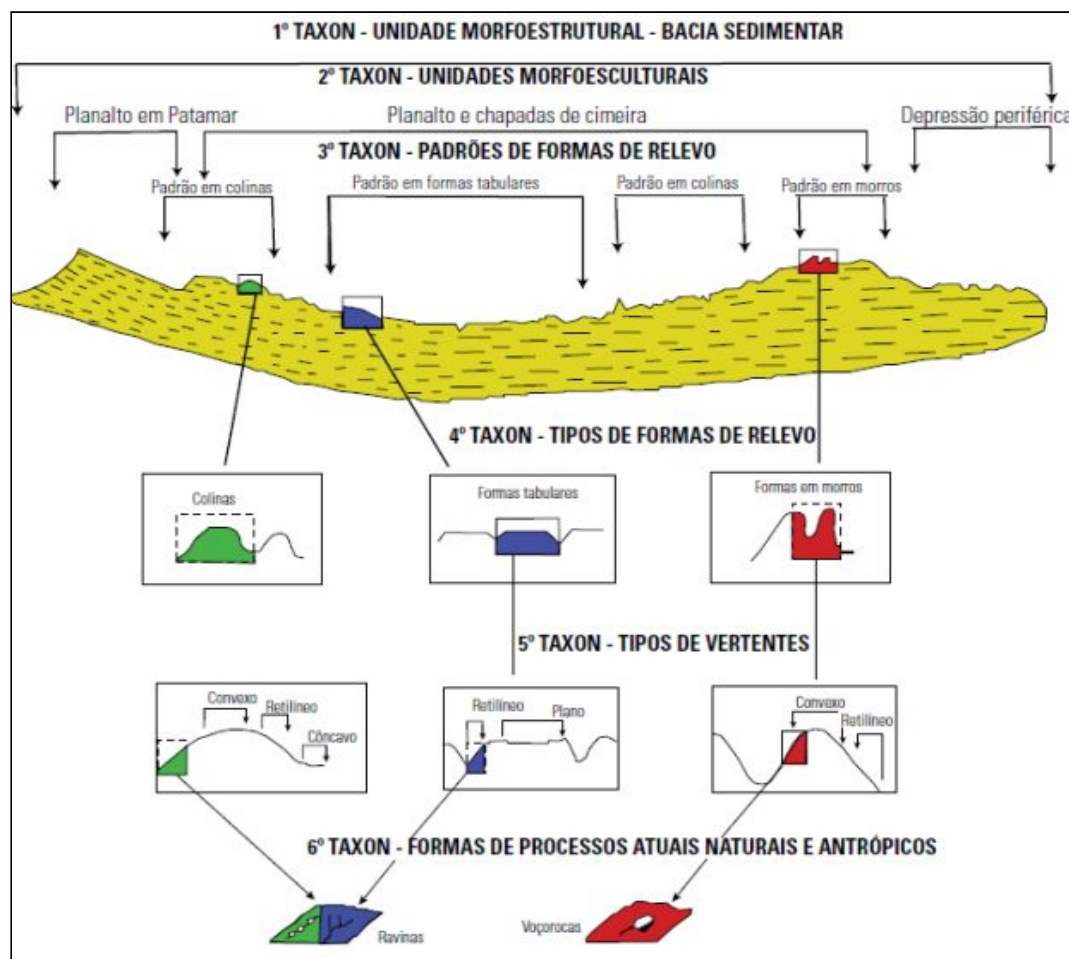
Quadro 1: Síntese da Metodologia de Ross (1990 e 1992):

- 1º Táxon - Representa o maior taxon e define um determinado padrão de formas grandes de relevo.
- 2º Táxon - Unidades morfoesculturais geradas pela ação climática ao longo do tempo geológico, no seio da morfoestrutura.
- 3º Táxon - Unidades dos Padrões de Formas Semelhantes de Relevo ou os Padrões de Tipos de Relevo. Onde os processos morfoclimáticos atuais começam a ser facilmente notados. Conjuntos de formas menores do relevo, que apresentam distinções de aparências entre si em função da rugosidade topográfica ou índice de dissecação do relevo. Como o formato dos topos, vertentes e vales de cada padrão existente. Entre essas formas semelhantes de relevo podemos avaliar através de formas de acumulação e denudação, estabelecimento de dados morfométricos. densidade de drenagem, declividade média da vertente, densidade de crênula e cicatriz dos índices de dissecação do relevo.
- 4º Táxon - Representa as formas de relevo individualizadas dentro de cada Unidade de Padrão de Formas Semelhantes. Estas formas de relevo tanto podem ser de agradação ou denudação.
Agradação: planícies fluviais, terraços fluviais ou marinhos, planícies marinhas, planícies lacustres.
Denudação: resultantes do desgate erosivo, como colinas, morros, cristas; formas com topos planos, aguçados ou convexos.
As formas de relevo do 4º táxon são todas semelhantes entre si tanto na morfologia quanto na morfometria
- 5º Táxon - Vertentes ou setores das vertentes pertencentes a cada uma das formas individualizadas do relevo. As vertentes de cada tipologia de formas são geneticamente distintas e cada um dos setores destas vertentes também mostram-se diferentes.

- 6º Táxon - Corresponde as formas menores produzidas pelos processos erosivos atuais ou por depósitos atuais, como exemplo: voçorocas, ravinas, cicatriz de deslizamento, bancos de sedimentação atual, assoreamentos, terracetes de pisoteio. Neste táxon o autor também elenca as formas antrópicas, como exemplo: cortes, aterros, desmontes de morros entre outros.

A classificação do relevo segundo Ross (1992) pode ser visualizada na Figura 4:

Figura 4 — Classificação do relevo segundo Ross (1992)



Fonte: Ross (1992 *apud* LUZ, 2015, p. 40).

Por fim, ressaltamos que, atualmente, em toda a superfície terrestre, extensas áreas da crosta são utilizadas visando à exploração de recursos naturais ou para à expansão urbana de grandes cidades. Essas ações realizadas por atuação antrópica acarretam significativamente a perda e deterioração do solo e, também, a alteração das formas de relevo terrestre.

2.1.3. Geomorfologia Antropogênica

De acordo com Rodrigues (2005) pode-se entender geomorfologia antropogênica como o estudo do ambiente que resulta da presença e intervenção antrópica no meio natural. Os elementos básicos para essa investigação de cunho geomorfológico são para Hard (1986 *apud* Filho 2011, p. 230): as formas, materiais e processos da superfície terrestre. A modificação no relevo terrestre leva a uma alteração das paisagens como consequência de processos e intervenções diretas e indiretas sobre o ambiente. Para tanto, a ação humana desde a antiguidade sempre empenhou esforços em buscar novos meios de locomoção, abrigo e subsistência logo, com o desenvolvimento de técnicas, foi possível um maior avanço

científico o que criou novos meios de produção e afetou o equilíbrio ambiental antes existente. Um acontecimento marcante na história da humanidade foi a Revolução Industrial, que ocorreu primeiramente em países como Inglaterra, França, Alemanha e Estados Unidos. Para Fujimoto (2001, p. 45)

A industrialização é um processo que marca a chamada Idade Contemporânea e que se caracteriza pelo predomínio da atividade industrial sobre as outras atividades econômicas. Devido ao caráter urbano da produção industrial, as cidades se tornaram sua base territorial, pois nela se concentram capital e força de trabalho.

Em especial após o início do século XX, os especialistas ambientais têm observado e registrado sérias alterações e interferências antrópicas na natureza decorrentes de intensas atividades que alteraram significativamente o ambiente. Concorde-se, assim, com Suertegaray e Nunes (2001, p. 17, grifo dos autores):

A velocidade de criação de novos equipamentos tecnológicos de intervenção na dinâmica da natureza, a partir da lógica de valorização dos recursos naturais como mercadorias, tem gerado significativas transformações/degradações no relevo. Estas transformações têm sido mais evidenciadas nos locais de maiores concentrações populacionais, em que o capital intensifica sua atuação na busca da obtenção de maior lucratividade. Ao mesmo tempo em que diminuiu o tempo da velocidade de extração e acumulação/deposição dos recursos naturais, a partir do maior volume de conhecimento sobre a dinâmica da natureza, ocorreu uma expansão territorial sobre novos espaços sociais. O que era inatingível fisicamente passa a ser alcançável através do domínio maior da chamada engenharia técnica de intervenção. Com isto, busca-se constantemente o detalhamento da “anatomia da natureza”, para pretensamente saber construir, destruir, reconstruir novos espaços físicos e sociais conforme os interesses econômicos e políticos dominantes para cada tempo histórico.

A atuação humana se dá tanto em ecossistemas terrestres, quanto nos mares, seja para exploração, seja para extração de recursos naturais e minerais. Para Pelloggia (1998 *apud* JORGE (2011, p. 121):

A ação do homem sobre o meio, pela atividade produtiva, tem produzido efeitos geológicos e geomorfológicos que se acumulam em quantidade e se diversificam em qualidade, a ponto de ser proposta a designação de um novo período geológico para caracterizar tal época: o Quinário ou Tecnógeno.

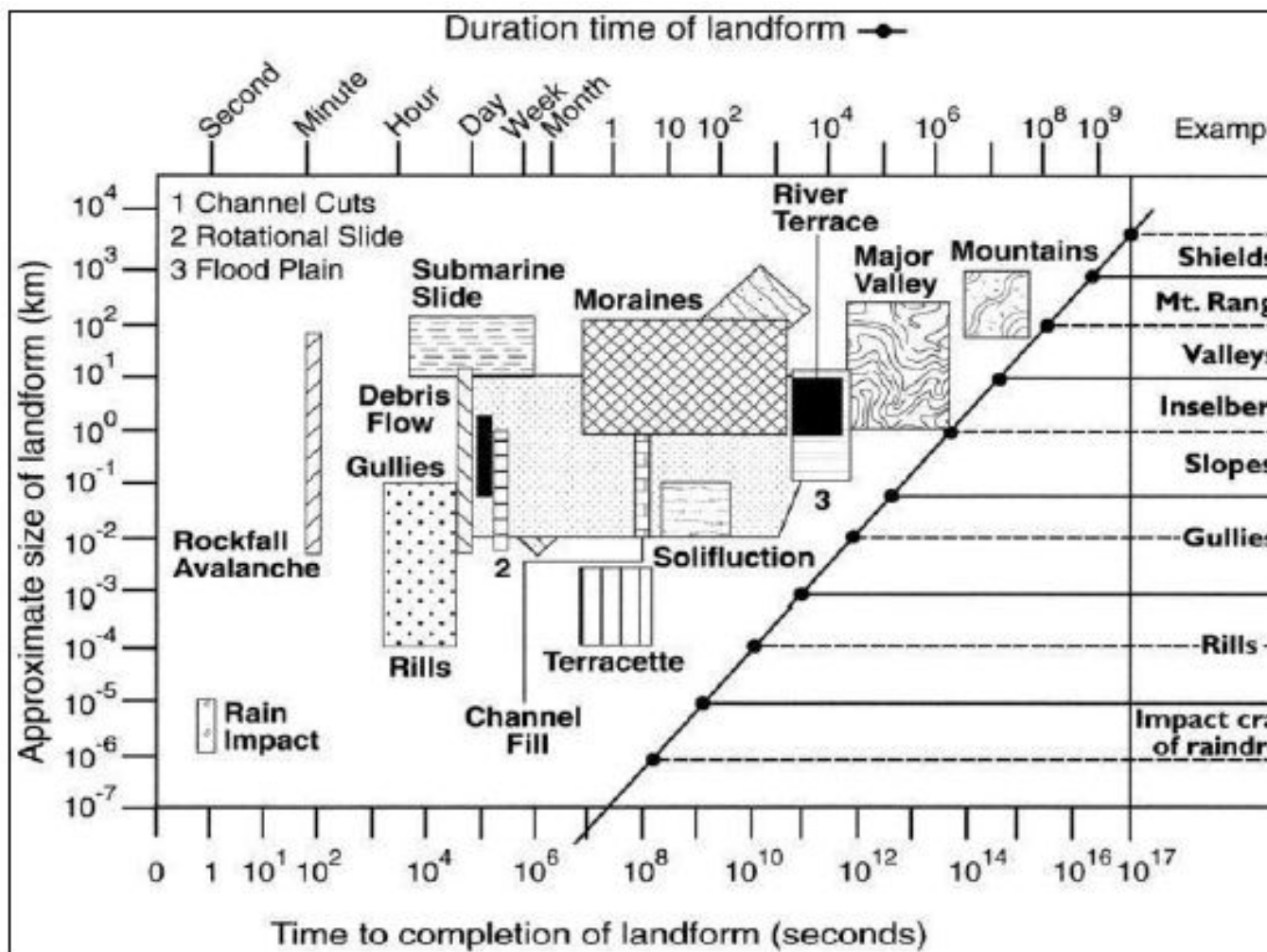
[...] período em que a atividade humana passa a ser qualitativamente diferenciada da atividade biológica na modelagem da Biosfera, desencadeando processos (tecnogênicos) cujas intensidades superam em muito os processos naturais.

Essa situação acarreta a transformação das paisagens do globo terrestre e acelera mudanças e alterações que ocorreriam de acordo com o tempo geológico, alterando planícies, montanhas, vales, encostas entre outras formas do relevo, pois os processos naturais fazem

parte da dinâmica natural da terra e ocorrem independente da presença humana de acordo com Reckziegel (2005 *apud* FILHO 2011, p. 235).

Brunsdon (1986 *apud* LUZ (2015, p. 80) preocupado com a hierarquização e tipologia dos processos que resultam nas mudanças das formas terrestres, propõe uma classificação dos eventos geomorfológicos considerando o tempo, a frequência, a efetividade e a resiliência desses processos e das formas. Essa tipologia está representada nas Figuras 5 e 6.

Figura 5 – Tempo necessário para o desenvolvimento da forma e tempo de frequência da forma produzida e tamanho.



Fonte: Brunsden (1986 *apud* LUZ (2014))

Figura 6 – Escalas temporais e terminologias dos eventos geomorfológicos

DECREASING KNOWLEDGE OF EVENT SEQUENCES ← GEOLOGICAL RECORD		INCREASING RELIABILITY → MEASURED DATA, HISTORICAL RECORD			PREDICTION LIMITED					
FREQUENCY				EVENT TYPE	EXAMPLE	10 ² 10 ¹ 10 ⁰				
10 ⁹	10 ⁸	10 ⁷	10 ⁶	10 ⁵	10 ⁴	10 ³	10 ²	10 ¹	10 ⁰	
RARE			RECURRENT		REGULAR					
OCCASIONAL			COMMON							
				← - - -		OCCURRENCE (EXTREME)		FLOOD		→
INSTANTANEOUS				← - -		EPISODE		WET YEAR SEQUENCE		→
SHORT TERM				← - - -		PHASE		LITTLE ICE AGE RIVER CHANNEL CHANGE		
LONG TERM				← - - -		EPICYCLE		WURM GLACIATION		
GEOLOGICAL				← - - -		CYCLE		PLEISTOCENE ICE AGE ALPINE OROGENY		
← - - - - -										SOME PR
LIFETIME OF LANDFORM OR DURATION OF EFFECTS				OCCURRENCE OR COMPLETION TIME						

Fonte: Brunsden (1986 *apud* LUZ (2014))

Felles (1965 *apud* LUZ 2014, p. 120) demonstra a necessidade de tratamento sistemático dos processos geomorfológicos antrópicos e classifica os impactos antrópicos nas formas da superfície em: impactos diretos (movimentos de massa causados por construções, mineração e agricultura, e impactos sobre as águas continentais devido ao seu uso) e impactos indiretos (desmatamento e alterações climáticas)

Nessa abordagem da geomorfologia antropogênica fundamentada nos estudos de Nir (1983), nos quais este considera o homem como agente geomorfológico, o que o autor elenca como “antropogeomorfologia”, é que está inserida a presente pesquisa orientada pelos postulados da ciência geomorfológica. Contribuindo para esse embasamento teórico conceitual sobre a geomorfologia antropogênica, Rodrigues e Gouveia (2013, p. 74) citam que:

A avaliação das mudanças ou dos níveis de perturbação física das paisagens e a descoberta de seus principais agentes possam ser, ao menos em grande parte, realizadas ao se utilizar o repertório, linguagem e instrumental analítico da ciência geomorfológica, tendo em vista a natureza de seu objeto e a delimitação de seu campo.

Outros autores, sob a égide do mesmo pensamento, classificaram tal abordagem como: Geomorfologia Antropogenética (FELDS, 1957), Geomorfologia Antrópica (MARQUES, 2011), Morfogênese Antrópica (JORGE, 2011), Geomorfologia Antropogênica (RODRIGUES, 2005). No presente trabalho, será usado o termo geomorfologia antropogênica. Ao se classificar o homem como agente geomorfológico, entende-se que cabe à geomorfologia antropogênica o estudo do ambiente que resulta da intervenção antrópica. Para Rodrigues (2005, p. 101):

A diferença fundamental para outras abordagens é a consideração da própria interferência antrópica como ação geomorfológica, ação essa que pode: modificar propriedades e localização dos materiais superficiais; interferir em vetores, taxas e balanços dos processos e gerar, de forma direta e indireta, outra morfologia, aqui denominada de morfologia antropogênica.

Para Santos e Pinheiro (2002), entre esses processos de derivação antropogênica estão: o desmatamento, a agricultura, pastagem e urbanização, mudanças essas se iniciam com a redução da cobertura vegetal e não raramente, atingem todos os compartimentos do relevo. Para Pellogia (1998), por exemplo, a ação humana sobre a natureza tem consequências em três níveis: na modificação do relevo, na alteração da dinâmica geomorfológica e na criação de depósitos correlativos comparáveis aos quaternários (os depósitos tecnogênicos). De

acordo com Rodrigues, (1998, p. 39), “os problemas ambientais referem-se às relações homem/natureza e às relações dos homens entre si, pois dizem respeito às formas como o homem em sociedade se apropria da natureza”.

Partindo dos pressupostos citados, buscou-se identificar áreas que representassem alterações significativas na morfologia das paisagens. Para tanto, de acordo com Nir (1983 *apud* RODRIGUES, 2005, p. 8), os estudos derivados desse paradigma devem seguir alguns procedimentos metodológicos básicos, entre eles: a abordagem histórica (investigação da evolução da ação humana sobre as formas e seus processos) e a abordagem geomorfológica (enfoque analítico sobre as taxas e extensões dos processos).

Tal entendimento é crucial, pois, somada aos estudos da geomorfologia fluvial, essa pesquisa parte da ideia de que as alterações que foram realizadas no Arroio Dilúvio foram significativas com a ação da interferência antrópica, pois tal ação antecipa o tempo “natural” em que processos físicos ocorreriam de acordo com o tempo geológico/ geomorfológico. Como afirmam Rossato e Silva (2004, p. 34) ao citar Rohde (1996):

Esta fase inicia há 10 mil anos no início do Holoceno representada por relevantes situações indicadoras do advento da atividade técnica do homem como força significativa na intervenção, apropriação e construção da natureza: a revolução neolítica, a revolução agrícola e a revolução industrial. A partir de então, as transformações provocadas pela atuação do homem na superfície da Terra começam a ganhar tamanha dimensão e destaque que podem ser comparadas aos processos naturais de evolução e de transformação.

Fenômeno intrínseco a respeito do qual cabem estudos por parte da geomorfologia antropogênica a urbanização apresenta também suas peculiaridades quanto processo de intervenção antrópica, pois ações visando à ocupação e urbanização das cidades nem sempre traduzem- se em preocupação relacionadas aos danos ambientais. Como exemplo, Filho (2011) avalia que:

O processo de urbanização brasileira, caracterizado pela apropriação do mercado imobiliário das melhores áreas das cidades e pela ausência, quase completa, de áreas urbanizadas destinadas à moradia popular, levou a população de baixa renda a buscar alternativas de moradia, ocupando áreas vazias desprezadas pelo mercado imobiliário, nesse caso, áreas ambientalmente frágeis, como margens de rios, mangues, e encostas íngremes.

No caso de Porto Alegre, como em tantos outros lugares do mundo, ao longo do processo de urbanização, as intervenções antrópicas foram aplicadas ao ambiente físico de maneira direta ou indireta. Com isso, durante a formação e o estabelecimento do território, sucessivos eventos de transformação foram se verificando sob os mais diversos discursos, seja visando maior proteção contra inundações, seja para ampliar áreas e torná-las habitáveis. Para

Fujimoto (2001), as formas criadas ou construídas podem ser formadas por processos de retirada e / ou acumulação de material, e as formas induzidas podem ser geradas por processos de saída ou de deposição de material.

Como exemplo disso, têm-se os sistemas fluviais em meio à mancha urbana de Porto Alegre que tiveram sua morfologia alterada visando à expansão da cidade. Em alguns desses sistemas as áreas de planície foram ocupadas e impermeabilizadas, para viabilizar a de edificações, pontes e vias. Uma outra ação recorrente foi a retificação de canais fluviais, visando ao aumento de sua vazão e à diminuição da área. Frequentemente, em algumas cidades, ações como essa são também justificadas pelas constantes inundações do canal fluvial em meio às áreas urbanizadas. Park (1977, p. 25) cita ainda:

A intensidade da erosão nas margens de canais fluviais é dinamizada por processos antrópicos, que se constituem em importantes agentes modeladores da paisagem. Estas ações podem ser enfocadas em dois níveis básicos [...]: a) em locais específicos, ou seja, interferindo diretamente no canal de drenagem; b) em ações numa escala espaço-territorial maior que abrange toda a área de extensão do curso principal e seus tributários no contexto de bacia hidrográfica.

Para Lima (1990 *apud* FUJIMOTO, 2001, p. 55) as intervenções antrópicas são geradas para se obter superfícies planas para posterior incremento topográfico por construções ou edificações. Essas intervenções implicam basicamente cortes e/ ou aterros desenvolvidos na morfologia original, provocando o remanejamento dos materiais superficiais.

Adotando uma abordagem espaço-temporal nesse estudo e elencando que as transformações no meio ambiente físico podem ser visualizadas na paisagem, concorda-se com Botelho (2011, p. 73), que destaca que “as atividades humanas podem afetar mudanças num longo período, à medida que o uso da terra é alterado, ou num curto período de tempo, quando a cobertura vegetal é removida, as encostas mudam, o subsolo é exposto e os canais fluviais são alterados”.

Sobre as formas de melhor analisar essas alterações no ambiente físico Rodrigues (2010) cita:

- a) observar as ações humanas como ações geomorfológicas na superfície terrestre;
- b) investigar nas ações humanas padrões significativos para a morfodinâmica;
- c) investigar a dinâmica e a história cumulativa das intervenções humanas, iniciando com os estágios pré-perturbação;
- d) empregar diversas e complementares escalas espaço-temporais;
- e) empregar e investigar as possibilidades da cartografia geomorfológica de detalhe;
- f) explorar a abordagem sistêmica;
- g) usar a noção de limiar geomorfológico e a análise de magnitude e frequência;
- h) dar ênfase à análise integrada em sistemas geomorfológicos;
- i) levar em consideração as particularidades dos contextos morfoclimáticos e morfoestruturais;

j) ampliar o monitoramento de balanços, taxas e geografia

Para tentar visualizar esse cenário ambiental original ou minimamente modificado há que recorrer a elementos que comprovem a existência desses ambientes e, após isso, elencar as comparações com o ambiente atual. Partindo dessa afirmação, Rodrigues (2005 *apud* GOLVEIA, 2010, p. 26) cita que a reconstituição da situação pré- intervenção ou pré- antropogênica revela-se fundamental para a compreensão da gênese dos novos balanços e dos tipos de processos que se instalam a partir das ações antrópicas, uma vez que:

Constituem os parâmetros para o dimensionamento das modificações, pois, sem esse conhecimento, não é possível avaliar a magnitude dos impactos das ações que se sobrepõem ao sistema investigado, tampouco identificar variáveis mais relevantes para a detonação de determinados processo indesejáveis. (Rodrigues. P. 95)

Toy e Hadley (1987 *apud* MOROZ CACCIA GOLVEIA , 2010, p 85) recomendam ao menos três estágios a serem analisados: estágio pré perturbação, estágio da perturbação ativa e estágio pós perturbação. Suas representações ao longo do tempo são passíveis de ilustração através da cartografia geomorfológica retrospectiva ferramenta fundamental de apoio à geomorfologia antropogênica e a outras ciências. Além dos aspectos já citados, a geomorfologia antropogênica aborda intrinsicamente a pesquisa sobre a morfologia original e antropogênica de dada área, que dever ser pesquisada de acordo com o interesse e a viabilidade do pesquisador. E também para Rodrigues (2005) conteúdos para a compreensão de vários processos hidrogeomorfológicos atuais em áreas urbanas.

Buscando apoio nessas arguições essa pesquisa tende a representar cartograficamente este ambiente original e antropogênico do arroio Dilúvio. Sobre a definição de tais ambientes e de como elencar parâmetros para alcançar esse propósito Rodrigues comenta que a morfologia original:

É a que não sofreu intervenção direta nas formas originais, ou seja, os sistemas geomorfológicos podem ter sido objeto de interferências importantes do ponto de vista dos processos, como no caso da ação do desmatamento, mas não sofreram remanejamentos diretos significativos de material como aqueles que ocorrem em áreas com aragem, pastagem intensiva e uso de trator (superfícies agrícolas) ou cortes, aterros e substituição por materiais etnogênicos (superfícies urbanas).

Já a morfologia antropogênica pode ser analisada partindo dos seguintes fatos:

O mapeamento da morfologia antropogênica pode ser identificado no padrão de arruamento, densidade de edificações, estágio de consolidação urbana, distribuição e densidade de materiais superficiais, profundidade e extensão de cortes e aterros, volume de materiais remanejados *in loco* ou importados.

A partir dessa abordagem sobre as morfologias originais e antropogênicas, serão efetuados os mapeamentos com vistas a identificar as intervenções antrópicas bem como as feições fluviais presente na área da planície fluvial, para tanto sobre os as aferições dessas feições faz-se necessário conhecimento prévio da geomorfologia fluvial da área.

2.1.4. Geomorfologia Fluvial

A partir dos postulados teóricos anteriormente apresentados, a pesquisa geomorfológica será realizada com linhas de pesquisa integrantes dessa ciência, como a geomorfologia fluvial, segmento que trata do estudo dos rios e que é definido por Christofolletti (1980, p.65) “como o estudo dos processos e das formas relacionadas com o escoamento dos rios”. Para Cunha (1998, p. 23),

A geomorfologia fluvial engloba o estudo dos cursos de água e o das bacias hidrográficas. Enquanto o primeiro se detém nos processos fluviais e nas formas resultantes do escoamento das águas, o segundo considera as principais características das bacias hidrográficas que condicionam o regime hidrológico. Essas características ligam-se aos aspectos geológicos, às formas de relevo e aos processos geomorfológicos, às características geomorfológicas, às características hidrológicas, à biota e à ocupação do solo.

As águas que compõem os cursos fluviais são oriundas do ciclo hidrológico, que corresponde ao movimento contínuo da água presente nos oceanos, continentes (superfície, solo e rocha) e na atmosfera. Esse ciclo é alimentado pela força da gravidade e pela energia do sol, que provocam a evaporação das águas dos oceanos e dos continentes. Na atmosfera, formam-se as nuvens que, quando carregadas, provocam precipitações, na forma de chuva, granizo, orvalho e neve. Ao precipitar essa água pode se infiltrar na superfície, fluir lentamente, escoar, evaporar ou mesmo congelar. Para Christofolletti (1980) as condições climáticas, a cobertura vegetal e a litologia são fatores que controlam a morfogênese das vertentes e, por sua vez, o tipo de carga detrítica a ser fornecida pelos rios.

Sobre o escoamento promovido pela ação da água nos canais fluviais é realizado a depender de inúmeros fatores a serem analisados ao longo do curso fluvial como a velocidade, a declividade, volume de água, largura do canal entre outros. Para Christofolletti (1980):

O escoamento fluvial compreende, portanto, a quantidade total de água que alcança os cursos de água, incluindo o escoamento pluvial, que é imediato, e a parcela das águas precipitadas que só posteriormente e de modo lento, vai se juntar a eles através da infiltração.

Em áreas urbanas é comum haver maior taxas de escoamento das águas do que de infiltração, devido à presença menor de cobertura vegetal extremamente necessária para a infiltração das águas pluviais. Além disso, em áreas urbanas é comum a impermeabilização de solos e a retificação e canalização de canais fluviais que contribui para que o escoamento das águas seja rápido. Uma das consequências desse efeito são as recorrentes enchentes, em que às águas do canal principal de um rio extravasam e atingem áreas de planícies de inundação.

Os rios representam todo um trabalho de transporte de sedimentos das áreas mais altas para as mais baixas do relevo, por meio da velocidade determinada pelas águas que o integram. Ainda sobre os canais fluviais, esses também são ambientes atrativos ao lazer a depender de sua localização, por exemplo, um rio em meio a uma área agrícola/ fazenda é um convite para apreciar o correr de suas águas. Já um rio em meio a uma grande cidade pode ser visto, por parte da população, como um local de deposição de rejeitos sólidos ou mesmo local de proliferação de doenças. Sobre esses usos dos canais fluviais, Cunha (2015, p. 222) cita:

Rios podem ser definidos como um amplo corpo de água em movimento, confinado em um canal, e o termo é usado geralmente para indicar o principal tronco do sistema de drenagem. Suas margens têm sido o centro preferido da habitação humana, e o suprimento de suas águas não só fertiliza os campos para o cultivo, como também fornece energia e permite a recreação.

No Brasil, dada sua vasta extensão territorial é comum encontrar denominações diferentes para rios a depender de sua extensão. Para Christofolletti (1980) “a toponímia, todavia, é muito rica em termos designativos para cursos de água menores, tais como arroio, ribeira, ribeiro, riacho, ribeirão e outros, reservando- se o termo rio para o principal e maior dos elementos componentes de determinada bacia de drenagem”. Entre os grandes rios desse país podemos citar o rio Amazonas, rio São Francisco, Rio Paraná, Rio Araguaia e Rio Xingu entre outros.

Os estudos em geomorfologia fluvial foram intensificados após a década de 1970, permanecendo ainda como alvo de inúmeras pesquisas científicas, visto que os cursos fluviais representam um campo amplo de investigação científica. É válido ressaltar, também a ampliação dos estudos sobre rios urbanos e sobre em áreas de exploração mineral onde há ambientes intensamente degradados.

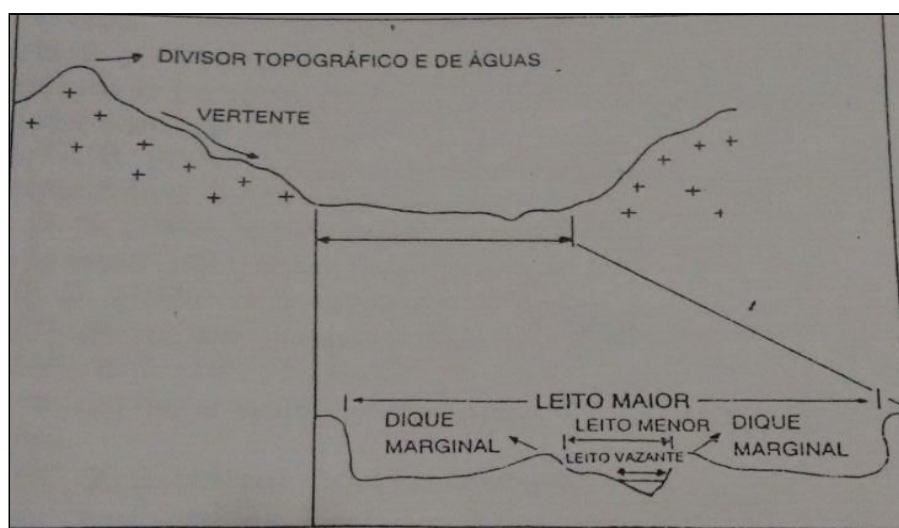
No Brasil, de acordo com Cunha (2011, p. 120), das décadas de 70 e 80, merecem destaque o trabalho de sistematização sobre os estudos sedimentológicos (Suguio, 1973), que consolidou alguns conceitos básicos ligados ao campo da geomorfologia fluvial e as

publicações de Christofolletti (1974 e 1981) e Bigarella *et al.* (1979). O desenvolvimento das técnicas de pesquisa relacionada à geomorfologia fluvial permite analisar as variabilidades espacial e temporal das mudanças e os mecanismos dos processos de mudança no sistema fluvial segundo Cunha (2011, p. 157). Citando mais especificamente as técnicas que envolvem as bacias hidrográficas temos as análises morfométricas e as morfodinâmicas.

Para Guerra e Cunha (1994), a fisiologia fluvial pode ser entendida sob o ponto de vista dos tipos de leito, canal e rede de drenagem. A rede de drenagem segundo esses autores, depende não só do total e do regime das precipitações, como também das perdas por evapotranspiração e infiltração. Para eles, a disposição espacial dos rios é controlada em grande parte pela estrutura geológica é chamada, assim, de padrão de drenagem e a classificação, por sua vez, fundamenta-se na forma do escoamento, na gênese ou na geometria do canal.

O leito fluvial que representa o espaço ocupado pelo escoamento das águas, pode ser entendido, conforme cita Tricart (1966), como em leito menor, de vazante, maior e menor excepcional. Contudo, a delimitação desses tipos nem sempre é precisa devido às características individuais de cada canal fluvial. A Figura 7, representa a configuração dos leitos fluviais e a sua espacialização no terreno.

Figura 7 — Espacialização dos tipos de leitos fluviais



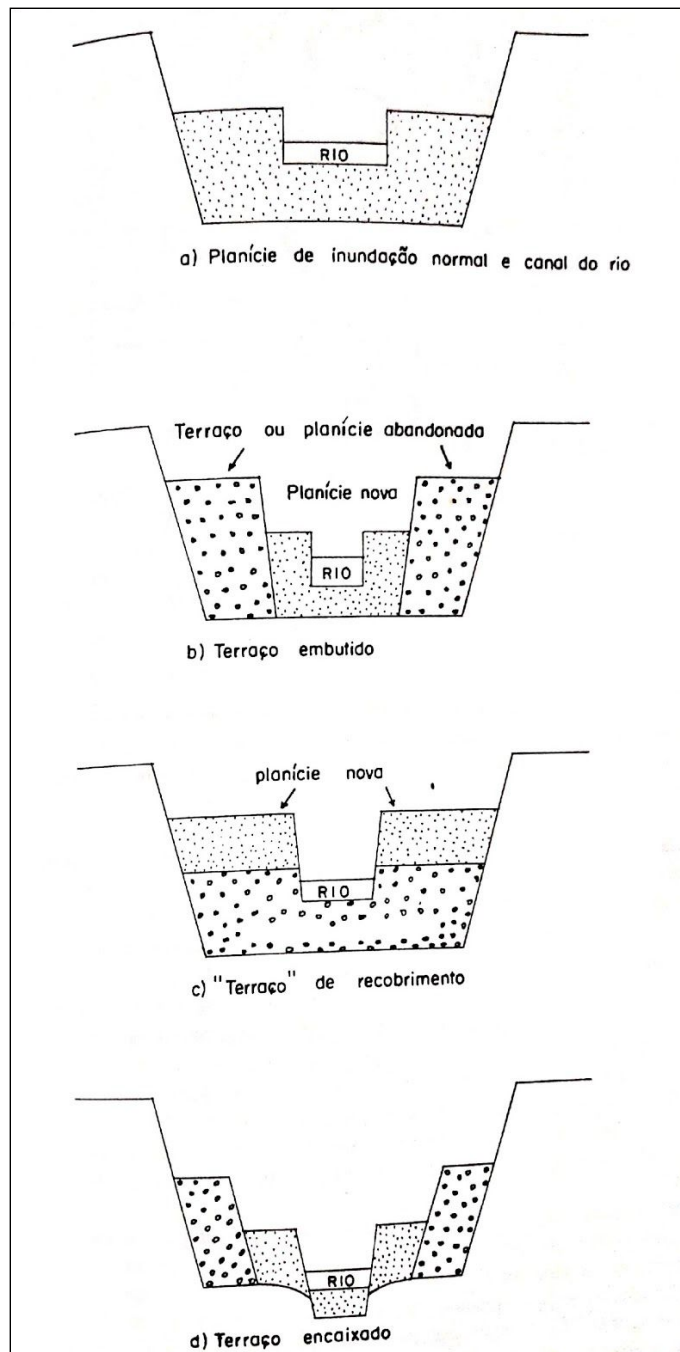
Fonte: Christofolletti (1976, p. 37).

Para Chistofolletti (1980, p. 82) a relação entre leito de vazante, leito menor e leito maior variam de um curso de água a outro, inclusive de um setor a outro de um mesmo rio. As

delimitações são difíceis de serem traçadas e a nitidez maior é a que existe entre o leito menor e leito maior.

Uma forma de relevo que também pode ser encontrada junto ao leito dos rios são os terraços fluviais. Chirstofoletti (1980, p. 84) os definiu como antigas planícies de inundação que foram abandonadas. Tais terraços situam-se à determinada altura acima do curso de água atual, que não consegue recobri-los nem mesmo na época das cheias. Dois tipos de terraços existentes podem ser visualizados na Figura 8.

Figura 8 – Tipos de terraços fluviais.



Fonte: Christofolletti (1980)

Quanto aos tipos de canais fluviais que representam no terreno a fisionomia que o rio possui, para Cunha (2011), são descritos como retilíneo, anastomosado e meândrico:

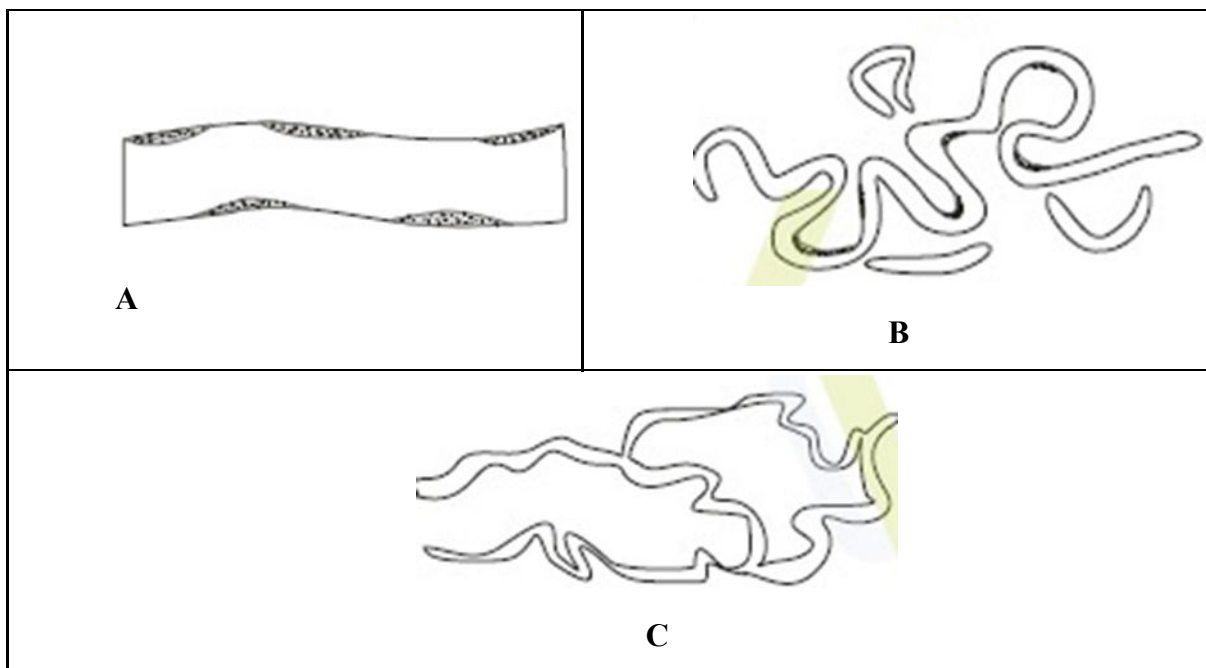
a) Retilínea: os canais retilíneos presentes na natureza são extremamente raros e representam alguns trechos controlados por falhas tectônicas;

b) Anastomasada: caracteriza-se por apresentar grande volume de carga detrítica, ocasionando sucessivas ramificações ou múltiplos canais que subdividem e se reencontram, separados por ilhas ou barras arenosas;

c) Meândrico: são encontrados com maior frequência em áreas úmidas e cobertas pela mata ciliar. Apresentam curvas sinuosas e semelhantes entre si.

De acordo com a mesma autora, a diferenciação entre os tipos de canais é definida pelo grau de sinuosidade ou índice de sinuosidade, que representa a relação entre o comprimento do canal e a distância do eixo de vale. A representação desses canais pode ser visualizada na Figura 9.

Figura 9 — Tipos de canais fluviais: A - Retilíneo; B - Meândrico; C - Anastomosado



Fonte: Cunha (2011).

Os canais fluviais integram as bacias hidrográficas, as quais são compostas pelo conjunto de canais fluviais de escoamento inter-relacionados (Christofolletti, 1974). O

gerenciamento de bacias hidrográficas passa pela análise dos canais fluviais, que possuem em seu perímetro vários segmentos de cursos fluviais, nos quais esses podem possuir suas nascentes em uma cidade, mas, por vezes, sua foz não; o que torna ainda mais emblemático o manejo e o gerenciamento das bacias hidrográficas.

De acordo com Christofolletti (1980), a bacia de drenagem pode ser classificada de acordo com o escoamento global nos tipos endorréicas, arréicas, criptorréicas e exorréica:

a) exorreica: quando o escoamento das águas se faz de modo contínuo até o mar ou oceano, isto é, quando as bacias desembocam diretamente no nível marinho; ex.: Rio Uruguai;

b) endorreica: quando as drenagens são internas e não possuem escoamento até o mar, desembocando em lagos ou dissipando-se nas areias do deserto, ou perdendo-se nas depressões cársticas; ex.: Rio Jacuí;

c) criptorreica: quando as bacias são subterrâneas, como nas áreas cársticas. A drenagem subterrânea acaba por surgir em fontes ou integrar-se em rios subterrâneos;

d) arreica: quando não há nenhuma estruturação em bacias hidrográficas, como nas áreas desérticas onde a precipitação é negligenciável e a atividade eólica nas dunas é intensa, obscurecendo as linhas e os padrões de drenagem.

As bacias hidrográficas são também um meio de melhor gerenciamento das drenagens fluviais. Atualmente, cada bacia possui um comitê formado por membros da sociedade civil e organizações governamentais com fins de promover e melhor gerenciar o uso da água. Intervenções nos canais fluviais implicam diretamente ou indiretamente consequências nas bacias de drenagem, afetando consideravelmente toda a dinâmica fluvial, desde a nascente até a foz, incluindo áreas de planícies e terraços fluviais. A relevância dos estudos em geomorfologia fluvial para o estudo desses ambientes surge ainda, de acordo com Cunha (2015, p. 225), do “interesse pelos impactos geomorfológicos causados pelas obras de engenharia fluvial sido expresso por uma abundância de publicações”.

Dentre as intervenções antrópicas em canais e planícies fluviais estão: retificação, canalização, aterros, desmatamento da vegetação das margens fluviais, construção de edificações na planície de inundação, dentre outras. Ações como essas afetam os processos de transporte, erosão e deposição de sedimentos dos rios e influenciam ao longo do tempo a evolução dinâmica e equilibrada desses ambientes.

Para Botelho (2011, p. 80):

Qualquer intervenção no curso d'água altera o equilíbrio dinâmico, obrigando o rio a buscar um novo ajuste.

Dessa forma, toda interferência precisa ser muito bem pensada e avaliada, pois seus benefícios podem não ser compensadores ou nem sequer alcançados.

Na presente pesquisa, serão analisadas as feições da geomorfologia fluvial original e antropogênica do Arroio Dilúvio. E, com vistas a promover a reconstituição dessa morfologia, é essencial recorrer aos estudos em geomorfologia fluvial para uma melhor análise e aplicação de métodos desse segmento. Para Christofolletti (2007, p. 22):

Os estudos relacionados com as drenagens fluviais sempre possuíram função relevante à geomorfologia e a análise da rede hidrográfica pode levar a compreensão e à elucidação de numerosas questões geomorfológicas, pois os cursos de água constituem processo morfogenético dos mais ativos na esculturação da paisagem terrestre.

Para tanto, ressalta-se que, atualmente, o canal do arroio encontra-se em sua maior parte canalizado. A Figura 10, mostra um trecho do arroio na sua parte canalizada.

Figura 10 — Parte de trecho canalizado do Arroio Dilúvio - Porto Alegre



Fonte: SILVA. Katia Maria Pires da (2019).

2.1.5. Geomorfologia Urbana

Incumbe-se, também, elencar nesse estudo a importância dos trabalhos desenvolvidos em meio urbano, realizados sob o segmento da geomorfologia que trata de estudar as formas de relevo presentes nos centros urbanos, admitida como geomorfologia urbana. Um dos trabalhos precursores no Brasil e de grande utilidade para essa área de estudo foi o trabalho de Ab'Saber 1957 e 2007 sobre a Geomorfologia do sítio urbano de São Paulo. Esse trabalho, segundo Rodrigues (2005), continua sendo o estudo mais completo em termos de conteúdo geomorfológico de áreas urbanas e de área de abrangência. Um outro trabalho sobre geomorfologia urbana com bastante destaque no meio acadêmico é o livro *Urban Geomorfology: Chengtai Diao*. O livro, de acordo com Jorge (2011), faz uma exposição sistemática dos problemas urbanos e trata os seres humanos como agentes geomorfológicos, seres capazes de criar e recriar o ambiente em que vivem.

Atualmente, a geomorfologia urbana deveria atender e fazer parte de mais planos de ordenamento territorial e de planejamento urbano das cidades. Isso porque, quaisquer obras a serem realizadas requerem um conhecimento da topografia da área o que implica conhecer os fatos geomorfológicos locais e mapear os processos atuais que atuam, por exemplo, nos processos de erosão. Segundo Jorge (2011)

Particularmente no que diz respeito aos processos geo- hidrológicos e sedimentares, a imposição dos trabalhos de engenharia tem frequentemente intensificado os problemas e os custos associados com o uso da terra, causando danos e perdas irreversíveis no ambiente.

O conceito de urbano na pesquisa é embasado nas concepções de Corrêa (1995, p. 24), que cita: “O espaço urbano é fragmentado e articulado, reflexo e condicionante social, um conjunto de símbolos e campo de lutas. É assim a própria sociedade em uma de suas dimensões, aquela mais aparente, materializada nas formas espaciais”.

Ainda de acordo com o mesmo autor:

Em termos gerais, o conjunto de diferentes usos da terra justapostos entre si definem áreas, como: o centro da cidade, local de concentração de atividades comerciais, de serviço e de gestão; áreas industriais e áreas residenciais, distintas em termos de forma e conteúdo social; áreas de lazer; e, entre outras, aquelas de reserva para futura expansão. Esse conjunto de usos da terra é a organização espacial da cidade ou simplesmente o espaço urbano fragmentado.

As áreas urbanas apresentam-se como palco de importantes embates ambientais, sociais e políticos. Frequentemente, são caracterizadas por espaços de grande densidade demográfica, intensamente impermeabilizados e com poucas áreas verdes. Refletir sobre o

urbano faz-se remeter às cidades, para Souza (2005): “as cidades são assentamentos humanos extremamente diversificados no que se refere às atividades econômicas ali desenvolvidas, diferentemente dos assentamentos rurais que são aldeias e povoados”. Todavia, é possível identificar na área de uma mesma cidade segmentos intensamente urbanizados e áreas pouco ocupadas ou povoadas. Sobre essa distinção de cenários em uma mesma cidade, o IBGE classifica as áreas urbanas em três categorias:

a) Muito densa: as manchas muito densas normalmente correspondem às áreas centrais de grandes aglomerações urbanas, caracterizando-se por um adensamento acentuado das construções, com presença de verticalização e quase ausência de solo não impermeabilizado;

b) Densas: caracterizam-se por uma ocupação urbana contínua, baixa verticalização, com predominância de casas, com pouco espaçamento entre as construções, porém, com maior presença de solo não impermeabilizado;

c) Pouco densas: caracterizam-se pela presença de feições urbanas (ruas, quadras, etc.), porém com uma ocupação esparsa. As manchas pouco densas podem representar loteamentos ainda em processo de ocupação ou uma transição entre a paisagem urbana e a paisagem rural, situando-se geralmente nas bordas das manchas densas. Também há casos nos quais são encontradas manchas pouco densas em pequenas ocupações isoladas, como, por exemplo, sedes de distritos municipais (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, c2016, p. 1).

Sobre as formas de relevo que se encontram em meio a superfícies tão fortemente impermeabilizadas e superficiais, essas representam a história geológica desses ambientes. Ainda que não seja perceptível aos olhos, há inúmeras formas de relevo e seu modelado presentes nas paisagens das cidades. Alguns desses passam despercebidos pelos seus habitantes, devido à intensa alteração desses ambientes, que por vezes, se tornam somente um suporte físico para ações antrópicas.

No Brasil, contribuíram para tal fato o aumento populacional nos centros urbanos e o processo de ocupação e urbanização das cidades. Esse processo de urbanização caracterizou-se inicialmente pela substituição do trabalho manual/ artesanal para o uso de máquinas de forma assalariada. Fujimoto (2001) também esclarece

A industrialização é um processo que marca a chamada idade Contemporânea e que se caracteriza pelo predomínio da atividade industrial sobre as outras atividades econômicas. Devido ao

caráter urbano da produção industrial, as cidades se tornaram sua base territorial, pois nela se concentram capital e força de trabalho.

As cidades, ao receberem tal aporte de investimentos e de infraestrutura com a instalação das indústrias, atraíram inúmeras pessoas. Logo, de acordo com Fujimoto (2001), o início da industrialização também marcou o processo de urbanização.

O Brasil, segundo dados do IBGE, passou de um país rural a urbano em 60 anos. O país contava com 31,3 % da população vivendo em centros urbanos em 1940, passou a 81,2% já no ano de 2000. A ocupação humana nesses centros urbanos sob os ambientes e sob as formas de relevo e seu modelado foi caracterizando-se por ser desordenada e sem preocupação alguma em minimizar os danos ambientais. Jorge (2011, p. 117) ressalta que esse desenvolvimento de grandes cidades, muitas vezes, não obedece aos condicionamentos biofísicos do lugar original de implantação. E para Fujimoto (2001):

O crescimento rápido, espontâneo e desordenado provocou o inchaço de muitas cidades, caracterizado pela ocupação de áreas periféricas, na maioria impróprias para edificação. Isso tem gerado graves consequências para o meio ambiente, com a perda significativa de vida dentro desses espaços urbanos.

Jorge (2011, p. 22), destaca que a geomorfologia urbana se preocupa em avaliar a ação dos processos sobre um ambiente artificial. Segundo o autor, tal ciência:

Considerada uma nova subdivisão da geomorfologia, a geomorfologia urbana destaca a ação dos processos sobre um ambiente artificial. A necessidade de se explorar essa nova subdivisão da geomorfologia deve-se a preocupação com as diversas mudanças que o homem tem provocado no meio, já que grande parte dos problemas enfrentados pela sociedade refere-se a problemas enfrentados visíveis nas cidades. Essas mudanças estariam relacionadas a um ambiente construído e modificado em diversas escalas.

Todavia, nem sempre houve essa preocupação em realizar estudos sobre a qualidade ambiental em áreas urbanas ou mesmo em preservar o ambiente nessas áreas. De acordo com Moura (2011), com a evolução das técnicas de distribuição de água potável, de coleta e distribuição final dos esgotos e do lixo, o saneamento das cidades passou a ser a tônica do planejamento no final do século XIX e início do século XX. Esse planejamento de acordo com a mesma autora tinha como finalidade ordenar, embelezar e sanear as cidades.

Isso também foi verificado por Jorge (2011), após a década de 70, a qualidade de vida urbana passou a preocupar a gestão pública das cidades. Conforme o mesmo autor, nas regiões metropolitanas das grandes cidades é que foram verificadas as mais profundas modificações na paisagem. Para Mello (1977 *apud* LOMBARDO, 1995, p. 50).

É no espaço metropolitano que se verifica o equilíbrio ambiental mais profundamente afetado por cargas de dejetos residuais; concentração de poluentes no ar e na água; degradação do solo e subsolo pela intensa atividade industrial e outros fatores de degradação, em função das atividades humanas, de tal forma que os elementos da poluição já superam a capacidade de autodepuração dos respectivos meios naturais.

Com isso, a intensificação dos problemas ambientais em ambientes urbanos desde a década de 1970 tornou-se alvo de inúmeras pesquisas, fazendo com que, uma série de leis e decretos fossem formulados na busca de minimizar tais danos. Sobre isso, Rodrigues (1998, p. 35, grifo do autor) cita:

O conjunto de problemas ambientais que as grandes cidades atualmente apresentam mostram as formas predatórias de apropriação da natureza. “A questão ambiental deve ser compreendida como o produto da intervenção da sociedade sobre a natureza [...] caracterizada pelo incessante uso dos recursos naturais sem possibilidade de reposição”.

Atualmente, alguns desses instrumentos de controle que visam ao mínimo impacto ambiental da urbanização são: programas de compensação ambiental, estudos de impactos da vizinhança (em ambientes urbanos), estudos de impactos ambientais (EIA), projetos de recuperação ambiental e licenciamento urbano. Mesmo com a criação desses instrumentos, a ocupação e expansão urbana, principalmente nas regiões metropolitanas, continuam fortemente alterando a paisagem e dinâmica dos ecossistemas locais. Entre alguns desses cenários ambientais alterados estão as encostas, as nascentes de rios e planícies fluviais. A princípio essas intervenções nesses ambientes se dão pela retirada da cobertura vegetal para instalação das fundações para construção de edificações. Essa cobertura vegetal, além de ser o ambiente natural de espécies vegetais e animais, atua no recobrimento do solo, dando a esse sustentação e proteção contra os agentes erosivos. Uma vez retirada, o solo fica mais suscetível à erosão e ao transporte de seus sedimentos.

Dentre os problemas ambientais urbanos que podem ser analisados pela geomorfologia urbana de acordo com Lacerda (2005), estão: os assoreamentos, os cortes de talude, os aterros e movimentos de massa induzidos, a mineração em áreas urbanas e periurbanas, e osafundamentos em áreas de carste e de erosão acelerada.

Problemas como os citados acima representam o resultado de uma sociedade dividida em grupos sociais movida por um crescimento tecnológico acelerado que induz ações no ambiente. Dessa forma, o atual cenário ambiental de muitas cidades que presenciamos hoje é resultado de grupos políticos, econômicos e sociais que promoveram intervenções em

diversas formas de relevo para realizar projetos de acordo com seus interesses. Para Jorge (2011), o relevo é fruto da dinamicidade entre os processos físicos e os agentes sociais atuantes.

De acordo Silva e Magalhães (1983 *apud* JORGE, 2011, p. 130), dentre os aspectos que contribuem para agravar e comprometer a qualidade ambiental das cidades estão a impermeabilização da maior parte das superfícies urbanas, a inadequada malha urbana frente às características topográficas e dos solos locais, a canalização e a pouca extensão das áreas verdes.

No Brasil, mais especificamente, as canalizações e retificações de rios urbanos foram realizadas principalmente a partir década de 50. Botelho (2011, p. 88) cita que uma das primeiras bacias hidrográficas brasileiras a ter seus rios retificados foi a do rio Tietê, em São Paulo.

Tais ações foram implementadas com diversos fins, como aumento do fluxo dos canais, proteção de áreas urbanas contra inundações, retificação de canais para fins agrícolas, higienização dentre outros. Botelho (2011, p. 75) cita que “raríssimos são os rios que cortam as grandes cidades brasileiras e apresentam, ainda, suas matas ciliares preservadas”, pois, ou essas vegetações foram extraídas no momento da coalização e/ou retificação do rio, ou foram suprimidas na ocupação irregular das suas margens.

A atual problemática em que se apresentam os rios urbanos no Brasil é um dos principais problemas ambientais para a gestão pública sendo o resultado de inúmeras políticas e planos de ordenamento territorial que foram sendo realizados sob as mais diversas justificativas. Para Moura (2011), o planejamento muitas vezes se confunde com o plano de governo, não havendo continuidade de aplicação dos planos; não ocorre, portanto, uma avaliação dos seus resultados. A população nem sempre é consultada quando da elaboração dos planos, dificultando a sua aplicação e diminuindo as possibilidades de êxito. Jorge (2011) também destaca que o processo de urbanização nas cidades frente à geomorfologia ainda é um desafio, pois verifica-se que a realidade das cidades, sejam médias, sejam grandes, deixa muitas lacunas quanto ao seu planejamento.

Essas arguições sobre geomorfologia urbana são interligadas com a geomorfologia antropogênica, uma vez que as ações antrópicas são observadas como ações geomorfológicas na superfície terrestre sendo essas em meio urbano ou não. No Brasil, em geral, as intervenções antrópicas ocorreram de maneira mais intensiva a partir da formação das

idades, com o processo de urbanização em seu entorno. Para Campos e Piccinini (2014, p. 222), “o rápido crescimento das cidades brasileiras a partir da segunda metade do século XX foi fundado em uma concepção de desenvolvimento urbano que, em geral, desconsiderou as condições ambientais preexistentes”. Mediante as explicações sobre a geomorfologia urbana, cabe destacar que a área da presente pesquisa se encontra intensamente urbanizada, sendo atualmente e ao longo do tempo cenário representativo de intervenção antrópica ao longo da sua ocupação e expansão.

2.1.6. Cartografia Geomorfológica Retrospectiva

Os estudos geomorfológicos exigem o conhecimento dos atributos naturais e sociais e suas inter-relações. O relevo terrestre pode ser considerado como o suporte físico onde são realizadas ações humanas, sendo por essas afetado diretamente ou indiretamente. Entender e analisar as formas e os processos geomorfológicos que resultam nas atuais formas e relevo é primordial para os trabalhos em geomorfologia. Para Fujimoto (2002), a avaliação geomorfológica inclui em sua análise uma abordagem histórica das formas de relevo, do material de cobertura superficial e dos processos geomorfológicos, pois revelam as dimensões das alterações ambientais. Por isso, torna-se de extrema importância o conhecimento histórico da área a ser estudada, aliado ao conhecimento das estruturas geológico-geomorfológicas existentes. De acordo com Demek (1967, p. 40),

O mapeamento geomorfológico tem se tornado o principal método para o estudo e a pesquisa geomorfológica. Quando realizado sobre um mesmo fragmento espacial, durante períodos históricos distintos, este mapeamento possibilita a identificação de alterações ocorridas sobre as feições originais, com destaque àquelas derivadas da ação antrópica as que ocasionaram transformações na estrutura e nos processos, atuando na alteração da morfodinâmica.

As modificações nas formas de relevo terrestre acontecem permanentemente, contudo, a ação humana muitas vezes acelera ou interrompe processos que ocorreriam naturalmente de acordo com o tempo geológico. Woo (1997 *apud* FILHO 2011, p. 220) cita que a interferência antrópica pode acelerar esse processo natural de evolução e seu ritmo, além de acentuar suas consequências.

A representação através da cartografia geomorfológica retrospectiva dessas alterações por intervenções antrópicas no relevo terrestre, de acordo com Golveia (2010), inclui a

morfologia original e antropogênica, entre outros aspectos. Além disso, possibilita a compreensão de vários processos hidrogeomorfológicos criados ou induzidos a partir da urbanização.

Orientações e resultados dessa metodologia são expostos em Rodrigues (2005) e Golveia (2010), por exemplo. Para Rodrigues (2005) essa metodologia reforça a necessidade de superação de abordagens com ênfase nos elementos exclusivamente definidos pela natureza e apontam a importância de tratamento simultâneo e sistemático das interferências antrópicas. As interferências antrópicas estudadas pela geomorfologia antropogênica são passíveis de serem observadas e mapeadas a depender do interesse do pesquisador. O mapeamento geomorfológico para Golveia (2010) é, antes de tudo, um processo de investigação, um instrumento de pesquisa.

Essa metodologia de acordo com Hard (1986 *apud* RODRIGUES 2005, p. 12) denominada “geocartografia geomorfológica retrospectiva” ou “evolutiva”, apoia-se no estudo sistemático do tripé morfológico: formas, materiais e processos da superfície terrestre. Rodrigues (2012) ressalta que esse instrumental metodológico vem sendo preferencialmente utilizado em sistemas e em agentes geomorfológicos ditos naturais ou naqueles pouco perturbados pela ação antrópica.

Instrumento indispensável nessa metodologia é a temporalidade, uma vez que, as intervenções as quais foram impostas à morfologia original ocorreram promovidas por agentes e situações diversas. Assim, para Caccia Golveia (2010), é necessário considerar a temporalidade das intervenções, identificando estágios de maior perturbação.

Para tanto, a cartografia geomorfológica retrospectiva tem como ponto inicial o mapeamento da morfologia original, para, posteriormente, considerar a sequência de intervenções antrópicas nos sistemas geomorfológicos. O reconhecimento da morfologia original em espaços urbanizados torna-se mais complexo uma vez que esses ambientes impermeabilizados já passaram por inúmeras intervenções antrópicas diretas e indiretas. Para Rodrigues (1998, p. 51):

A cartografia evolutiva obedece a critérios de análise morfodinâmica, pois as atividades desenvolvidas pelo processo de urbanização implicam em modificações produtoras de novas formas (morfologia antropogênica), redistribuidoras das formações e depósitos de novos materiais (depósitos tecnogênicos).

Para a identificação da morfologia original, recorre-se à cartografia antiga, à literatura histórica e a relatórios técnicos de obras já executadas na área de estudo. De acordo com Rodrigues e Gouveia (2013), canais e planícies fluviais são sistemas particularmente sensíveis a essas mudanças, sejam diretas, sejam indiretas, são, portanto, propícios à escala de observação histórica.

Essa representação cartográfica das formas de relevo terrestre sempre representou algo complexo, pois, na representação dos fatos geomorfológicos, deve-se apresentar informações temporais e de escala de períodos diferentes do tempo geológico. Tendo isso em vista reunir em um único produto essa gama de informações e torná-lo compreensivo representa uma tarefa das mais complexas. “Por este motivo, as formas de relevo são desprovidas na atualidade de uma taxonomia internacionalmente consagrada, como é o caso, por exemplo, daquelas aplicadas à cartografia pedológica e geológica” (ROSS, 1992).

Estudos recentes voltados à análise e representação das feições fluviais sob a ótica da cartografia geomorfológica de detalhe podem ser realizados a partir de série histórica de fotografias aéreas, que é utilizada para a elaboração da reconstituição morfológica da planície fluvial original e antropizada. Moroz Caccia Golveia ressalta que as datas de fotografias aéreas ou cartas topográficas sejam as mais antigas possíveis e, portanto, ofereçam informações, ainda que parciais, sobre a distribuição espacial da morfologia original.

O mapeamento da morfologia antropogênica de acordo com a mesma autora corresponde a uma cartografia evolutiva que abrange sequências cronológicas de intervenções nas formas e materiais superficiais (morfologias representativas de fases de perturbação ativa e de fases pós-perturbação).

Ao longo do desenvolvimento das pesquisas ligadas à cartografia geomorfológica retrospectiva, foram sendo construídos geoindicadores para melhor caracterizar essas intervenções antrópicas sobre o relevo, os mesmos são citados por Rodrigues (2010, p. 118)

A proposta dos geoindicadores foi de iniciativa de grupo vinculado à IUGS - *International Union of Geological Science*, na qual são propostos indicadores para monitoramento de mudanças geológicas, voltadas para sistemas geomorfológicos, principalmente para áreas com alto nível de preservação. O quadro proposto inspira-se na objetividade desta lista original, que apresenta parâmetros, indicadores e medidas, principalmente para monitoramento de processos de ciclo curto (cem anos ou menos).

Logo, esses geoindicadores contribuem para avaliar essas alterações sobre os processos hidro geomorfológicos e que servem de base para realizar o mapeamento desta

pesquisa. O Quadro 2 e as figuras 11, 12 e 13 a seguir propostos por Rodrigues (2010) demonstram os principais geoindicadores relacionados ao mapeamento de canais e planícies fluviais.

Quadro 2 – Indicadores e instrumentais para avaliação de impactos e mudanças em sistemas hidrogeomorfológicos urbanizados:

Sistemas	Natureza do indicador	Escala espacial do indicador
<ul style="list-style-type: none"> • Bacias hidrográficas (BH) • Canais fluviais (CF) • Planícies (P) • Planícies de inundação (PI) 	<ul style="list-style-type: none"> • Original ou pré-antropogênico (O) • Antropogênico (A) 	<ul style="list-style-type: none"> • Média (M) • Detalhe (D)

Fonte: Rodrigues (2010, p. 119).

Figura 11 – Indicadores Morfológicos

SISTEMA INDICADOR	NATUREZA / ESCALA	PARÂMETRO	MEDIDA
BACIAS HIDROGRÁFICAS	AO/MD.	ÁREA / forma/localização	m ² ou km ² /década/ ano/ mês
BACIAS HIDROGRÁFICAS	AO/MD	- DENSIDADE DE DRENAGEM (DD) ou COEFICIENTE DE MANUTENÇÃO (CM)	DD ou CM/década/ ano/mês -Km ² /Km ² -m ³ /m
BACIAS HIDROGRÁFICAS	AO/MD	- DIREÇÃO DE FLUXO	Extensão Total/década/ ano/m
PLANÍCIES	AO/D	ÁREA/ALTITUDE/forma/ localização	m ² ou km ² /década/ ano/ mês n -década/ ano/ mês
PLANÍCIES DE INUNDAÇÃO	AO/MD	ÁREA	m ² ou km ² /década/ ano/ mês
PLANÍCIES DE INUNDAÇÃO	AO/D	ALTITUDE	m/década/ ano/ mês
CANAIS FLUVIAIS	AO/MD	COMPRIMENTO	m/km/déca-da/ano/mês
CANAIS FLUVIAIS	AO/MD	PADRÃO	m ou km/ano/ mês/padrão
CANAIS FLUVIAIS	AO/MD	DECLIVIDADE	m/h%/década/ano/ mês
CANAIS FLUVIAIS	AO/D	LARGURA	m/década/ano/ mês
CANAIS LUVIAIS	AO/D	SEÇÃO TRANSVERSAL	m ² /década/ano/mês
CANAIS FLUVIAIS	AO/D	PERFIS BATIMÉTRICOS	Perfis correlacionáveis/década/ano
CANAIS FLUVIAIS	AO/D	PROFUNDIDADES MÉDIAS	lv/ano/décadas
CONJUNTOS INTERFLUVIAIS E DE VERTENTES	AO/M	ÁREA	Km ² /década/ano/mês

Quadro 1 Indicadores e Instrumentais para Avaliação de Impactos e Mudanças em Sistemas Hidro-geomorfológicos
 - NATUREZA DO INDICADOR: ORIGINAL OU PRÉ-ANTROPOGÊNICO = O./ ANTROPOGÊNICO= A.; - ESCALA ESP
 Fonte: RODRIGUES (2010) (Continua)

Fonte: Rodrigues (2010)

Figura 12 – Indicadores dos materiais superficiais : Formações superficiais e solos/ uso físico da terra e cobertura vegetal

INDICADORES	NATUREZA	PARÂMETROS	MEDIDAS
COBERTURA VEGETAL	A/DM	ÁREA/sistema/tempo	m ² /Km ² /ano/década/
ÁREAS DESMATADAS	A/DM	ÁREA/sistema/tempo	m ² /Km ² /ano/década/
SOLOS ORIGINAIS	O/DM	ÁREA/sistema/tempo	m ² /Km ² /ano/década/
SOLOS E FORMAÇÕES SUPERFICIAIS	A/DM	ÁREA/ sistema/PROPRIEDADES/volume/TEMPO	m ² /km ² /propriedades/m ³ /km ³ /sistema/ano/dé
		- propriedades MECÂNICAS	- Resistência - Compactação
		- propriedades HIDROLÓGICAS	- Porosidade - Permeabilidade. - Compactação
		- propriedades SEDIMENTOLÓGICAS E PEDOLÓGICAS	- Textura - Estrutura e Outras
		-propriedades ESTRATIGRÁFICAS	- Espessura - Descontinuidades e Outras
SOLOS IMPERMEABILIZADOS	A/DM	ÁREA/tempo	Km ² /mês/ano/década
ATERROS	A/DM	ÁREA/tempo	Km ² /mês/ano/década
SOLOS PERTURBADOS (superfícies expostas/cortes e terraplenagens)	A/DM	ÁREA/tempo	Km ² /mês/ano/década
SUPERFÍCIES URBANIZADAS Contínuas	A/DM	ÁREA/padrão morfológico urbano/tempo	Km ² /padrão/ mês/ ano/ década/
SUPERFÍCIES URBANIZADAS Descontínuas	A/DM	ÁREA/ padrão morfológico urbano/tempo	Km ² /padrão/ mês/ ano/ década/

Fonte : Rodrigues (2010)

Figura 13 – Indicadores de processos hidro- geomorfológicos

INDICADOR processo	NATUREZA	PARÂMETRO	MEDIDAS
Variabilidade do NÍVEL D'ÁGUA (originais / de operação de sistemas hidráulicos/ canais, planícies e reservatórios)	A/D	- N.A / Número de eventos./tempo - N. A / Número de eventos /ÁREA alagada correspondente	-N/m/dia/mês/ano -m/N/área
REGIME FLUVIAL	AO/DM	VARIABILIDADE ANUAL DAS VAZÕES (inclui margens plenas e inundações)	m ³ /s /Vazões médias mensais /déc
Frequência e Magnitude de VAZÕES FLUVIAIS EXTREMAS (originais / de operação de sistemas hidráulicos/canais e reservatórios)	A/D	Número de eventos de VAZÕES EXTREMAS/magnitude/Tempo	N/M ³ /s/dia/mês/ano década
Variabilidade de VAZÕES de reservatórios e outros sistemas hidráulicos	A/D	NÚMERO de eventos /MAGNITUDE das VAZÕES /tempo	M ³ /s/década/ano/mês
VAZÕES SÓLIDAS em fluxos fluviais e de vertentes	A/D	VAZÕES SÓLIDAS/ volume/tempo/sistema/ textura	M ³ /s/dia/mês/ano/déc
BALANÇOS de TIPOS DE FLUXOS HÍDRICOS em sistemas fluviais e de vertentes	A/D	-PARTICIPAÇÃO RELATIVA/TIPO de fluxo/tempo/área/sistema -Participação relativa/TIPO de fluxo/TAXAS DE EROSIÃO correspondente/s/tempo/sistema	-Percentuais/tipo/dia/mês/ano década/m ³ /km ² /sistema -percentuais/tipo/m ³ /s/dia/m ³ /ano/década/sistema
Taxas de DESMATAAMENTO	A/DM	ÁREA/tempo	Km ² /ano década
Frequência e Magnitude de INUNDAÇÕES	AO/DM	NÚMERO de eventos/N.A e VAZÕES correspondentes/TEMPO de Duração e Frequência/Área/sistema ou localização/	m/número de eventos/hora/m ³ / hora/ano/década/m ² / sistema
Taxas e balanços de tipos de processos de EROSIÃO em VERTENTES	A/D	-VOLUME erodido/ processo/TEMPO. -ÁREA erodida / processo TEMPO / tipos de processos: escoamento superficial concentrado, difuso , movimentos de massa e outros.- FREQUÊNCIA/Número/tipo de evento/tempo	m ³ /hora/dia/mês/ano década/tipo - m ² ,km ² /tipo de processo/ mês ar - N/tipo de processo/ mês/ano

Fonte: Rodrigues (2010)

2.1.7. Geoprocessamento

Atualmente, a elaboração de trabalhos acadêmicos e projetos ambientais conta com inúmeros instrumentos técnicos e tecnológicos que viabilizam maior rapidez e precisão para resultados. Grande parte desses instrumentos contou com o avanço tecnológico que permitiu a criação de equipamentos que muito contribuí com as pesquisas científicas atuais. Um exemplo disso, é que somente na metade dos anos 50, com o desenvolvimento da tecnologia de informática, foi possível armazenar e representar dados em ambiente computacional.

Uma das técnicas que foi beneficiada com esse avanço tecnológico foi o geoprocessamento. Para Camara e Davis (2000, p. 15) “as primeiras tentativas de automatizar parte do processamento de dados com características espaciais aconteceram na Inglaterra e nos Estados Unidos, nos anos 50, com o objetivo principal de reduzir os custos de produção e manutenção de mapas”. Já na década de 1960, de acordo com os mesmos autores citados acima, “é que surgem no Canadá os primeiros sistemas de informação geográfica e ao longo dos anos 70 foram desenvolvidos novos e mais acessíveis recursos de hardware, tornando viável o desenvolvimento de sistemas comerciais. Foi então que a expressão Geographic Information System foi criada.”

É possível perceber dessa forma, que, concomitante ao desenvolvimento das tecnologias de computadores e de softwares, deu-se o avanço das técnicas em geoprocessamento. Segundo Camara e Davis (2000, p. 18), foi após a criação dos centros de pesquisa que formam o NCGIA - National Centre for Geographical Information and Analysis (NCGIA, 1989) que se marcou o estabelecimento do Geoprocessamento como disciplina científica independente.

O geoprocessamento pode ser definido como uma técnica capaz de integrar diversas informações geográficas e analisá-las por meio de software específico. Informações relevantes para, por exemplo, planejamento urbano, mapeamento de solos, áreas atingidas por desabamento de barragens com rejeitos de mineração e recuperação de áreas degradadas; são projetos passíveis da utilização de softwares. Esses programas conseguem integrar, analisar e quantificar dados oriundos de informações coletadas em campos ou em bibliografia específica. Segundo Silva (2004, p. 40):

No Geoprocessamento são tratados enormes volumes de dados, exigindo “técnicas computacionais” e disponibilizados atributos geológicos, para fins de análises, sínteses e utilização imediata no planejamento ambiental e na gestão territorial. Tornam-se reveláveis atributos espaciais dos fenômenos, tais como: localizações sistemáticas ou eventuais; extensões de ocorrência e respectivos níveis diversos de

intensidade; formas e padrões de distribuição espacial; níveis de proximidades geográficas, de tempo e de custo; relacionamentos hierárquicos e funcionais de inúmeras naturezas, a serem usados em classificações ambientais, em simulações sinérgicas e na elaboração de cenários prospectivos.

Complementamos essa afirmação com o pensamento de Fitz (2008, p. 50), para o qual:

Geoprocessamento como uma tecnologia, ou mesmo um conjunto de tecnologias, que possibilita à manipulação, a análise, a simulação de modelagens e a visualização de dados georreferenciados.

Com essa ferramenta é possível transformar informações coletadas em campo, e adicioná-las em programas específicos e, então utilizá-las para mapeamento. As aplicações do SIG são muito amplas e diversas, logo, seu uso não é de exclusividade somente dos geógrafos ou engenheiros de cartógrafos, seu uso também integra o trabalho de diversos profissionais e organizações. Fitz (2008) também destaca que as atividades desenvolvidas no decorrer do uso de um SIG podem fazer parte de um processo decisório mais consciente. Com essa ferramenta mapas e croquis feitos à mão são passíveis de mapeamento por meio da inserção de inúmeras informações que descrevem, contabilizam, explicam e realizam prognósticos ambientais essenciais ao planejamento estratégico de cidades. Para Morato (2011) o SIG apresenta uma ampla variedade de recursos para a análise espacial, revelando padrões por meio de eventos pontuais, areais, ou por superfície.

A associação do uso do SIG com a geomorfologia atende muito às terminologias da ciência geomorfológica pois, para Silva (2012) as entidades geomorfológicas, identificadas e definidas em termos de sua forma, constituição e origens, podem fazer parte de uma base de dados geocodificados em um ambiente de SIG. Para o mesmo autor essa incorporação pode ser feita de duas maneiras.

- a) Pela digitalização- por varredura (scanner) ou por cursor (mesa digitalizadora) do mapa geomorfológico
- b) Pela criação de arquivos de dados alfanuméricos em um banco de dados convencional (externo ao SIG ou a ele pertencente) o qual deverá estar convenientemente implementado para permitir recuperação seletiva e entrecruzada dos dados arquivados, e permitir também o envio e o recebimento de consultas que se originem da estrutura de mapeamento digital do SGI

Comumente com cartas topográficas e mapas temáticos antigos é feita a digitalização, ainda que demande tempo e um maior custo financeiro para a realização. Os trabalhos realizados com a criação de dados devem primar pelo cuidado e pela fonte de informações ao serem manuseados pelo pesquisador. Para Silva (2012), esse cuidado deve ser tanto do ponto

de vista da precisão locacional quanto em relação à profundidade e abrangência do seu conteúdo.

Por fim, a relação entre geomorfologia e geoprocessamento é intrínseca e, atualmente, a geomorfologia é muito beneficiada pelos avanços tecnológicos do geoprocessamento. Isso porque tal associação permite que mais informações possam ser extraídas de áreas de pesquisa ou de projetos, seja através de satélites, seja de levantamentos aerofotogramétricos. Além disso, podem seu usado trabalho de campo, que configuram mais uma alternativa de observação e coleta de informações. O geoprocessamento atua, desta forma, como instrumento indispensável ao trabalho do geomorfólogo, uma vez que suas técnicas e seus usos são eficientes em estudos ambientais, especialmente naqueles realizados em áreas degradadas.

2.2.PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS E OPERACIONAIS

Esta etapa da pesquisa compreende os procedimentos técnicos- operacionais realizados para atingir os resultados de acordo com os objetivos e os pressupostos teóricos-metodológicos propostos.

2.2.1. Levantamento de dados

A primeira etapa da pesquisa correspondeu à busca por referenciais bibliográficos, cartográficos, levantamentos aerofotogramétricos, fotografias antigas e atuais, vídeos e jornais, objetivando definir a viabilidade da realização da pesquisa, em especial, por essa requisitar informações (mapas, fotografias, relatórios, etc.) antigos.

Esta etapa teve o intuito de fazer um balanço dos materiais disponíveis e, a partir disso, analisar os documentos bibliográficos e cartográficos disponíveis.

2.2.2. Dados bibliográficos

Os dados bibliográficos foram divididos em duas linhas de busca. A primeira relacionada às bibliografias que nortearam a pesquisa, contribuindo com o embasamento teórico, como: Geografia Física, Geomorfologia, Geomorfologia antropogênica e cartografia geomorfológica retrospectiva. Quanto à segunda, as buscas por referenciais foram direcionadas à história da ocupação e expansão urbana de Porto Alegre e à caracterização física da área de estudo, incluindo estudos sobre a geologia, geomorfologia, clima e vegetação.

O levantamento dos referenciais bibliográficos foi feito inicialmente no sistema LUME, banco de dados de teses, dissertações e outros trabalhos acadêmicos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, em seu acervo on- line; na Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Arquivo Histórico Moyses Velhinho de Porto Alegre; e na Biblioteca Pública do Estado do Rio Grande do Sul de Porto Alegre.

Todos os acervos pesquisados ofereceram uma grande soma de referenciais que contribuíram para explicar a ocupação e expansão urbana de Porto Alegre, bem como para investigar as alterações no arroio.

2.2.3. Dados cartográficos e fotogramétricos

O levantamento cartográfico iniciou-se pela busca de cartas, mapas, fotografias aéreas e croquis de localização da área de estudo. Foi optado, em um primeiro momento, buscar os mais antigos possíveis para identificar as morfologias originais. Como a área de estudo encontra-se em uma região central da cidade, muitos mapas antigos ofereciam essa visualização, no entanto, a maioria apresentava apenas a parte da área que compreende a foz do arroio Dilúvio. Há que se destacar a importância dos mapas topográficos antigos, pois ofereceram uma maior contribuição para a reconstituição da morfologia original, em especial para a visualização de cursos fluviais. Os mapas topográficos estão apresentados no Quadro 3:

Quadro 3: Mapas Topográficos

Empresa/ Órgão	Ano	Escala	Local de aquisição	Formato
Sindicato Condor Ltda.	1939/40	1:2000	SMURB- POA	Digital
Prefeitura Municipal de Porto Alegre	1956	1:2000	SMURB- POA	Digital

Fonte: SILVA, Katia Maria Pires da. (2019)

Quanto às fotografias aéreas, essas foram obtidas também junto à SMURB – POA. Em Porto Alegre, o primeiro aerolevanteamento fotogramétrico, foi também um dos primeiros a serem realizados no Brasil, tendo ocorrido no final do ano de 1939 e início de 1940. As fotografias já demonstram uma grande área urbanizada da capital gaúcha, contudo como não há um levantamento anterior em que seja possível visualizar a cidade com menos área edificada, foi necessário utilizar este de 1939/40 como levantamento inicial.

Interessante ressaltar-se também que essas fotografias se encontravam no acervo sem nenhum cuidado de conservação ou mesmo de organização. Infelizmente percebeu-se, ao longo das buscas por materiais cartográficos, a falta de organização e cuidado/interesse em preservar materiais históricos. Alguns órgãos nem mesmo possuíam pessoal responsável pelo setor, o que impossibilitou o acesso a alguns mapas que eram de interesse deste trabalho e que se encontravam listados no acervo do órgão em questão.

Sendo assim, muito das fotografias de 1939/40 encontravam-se deterioradas e sem foto índice, que exigiu a realização de um mosaico das fotos da área de estudo. Ao iniciar esse mosaico, foi verificado que algumas fotos da composição estavam em falta, logo as aerofotografias desse ano foram descartadas por não apresentarem toda a extensão do curso original do Arroio Dilúvio. Portanto, foram utilizados apenas os mapas aerofotogramétricos para traçar o curso original do arroio juntamente com bibliografia específica. As demais fotografias aéreas utilizadas neste trabalho encontram-se no Quadro 4:

Quadro 4 – Fotografias áreas utilizadas para a elaboração dos mapas da pesquisa.

Empresa	Escala	Ano	Número de Fotografias	Local de Aquisição
Prefeitura Municipal de Porto Alegre	1:1000 e 1:2.000	1939/40	20	SMURB-POA
Prefeitura Municipal de Porto Alegre	1:2000	1956	4	SMURB-POA
Prefeitura Municipal de Porto Alegre	1:2.000	2010	15	SMURB-POA

Fonte. SILVA. Katia Maria Pires da. (2019)

2.2.4. Materiais Iconográficos e Jornais

Por entender que materiais do tipo vídeos e fotos passam informações relevantes para pesquisas, o presente trabalho nutriu-se também de informações provenientes de documentários e fotografias para sua realização.

O documentário “Habitantes do Arroio” muito contribuiu para embasamentos relativos aos usos, à história, e relevância desse arroio para a cidade de Porto Alegre. Em todo o documentário é possível extrair informações e comparar com outras leituras de referenciais bibliográficos.

As fotografias foram utilizadas nesta pesquisa com o intuito de visualizar as transformações que ocorreram ao longo do canal fluvial do arroio. A maioria dos registros fotográficos foram adquiridos na fototeca do Museu Joaquim Felizardo, que é formada por cerca de 9.000 imagens de Porto Alegre dos séculos XIX e XX. Destaca-se também as fotografias que fazem parte de acervos de “ Blog Spot”, os quais possuem as fotografias digitalizadas e com relativa qualidade visual em suas páginas virtuais.

Uma outra fonte de coleta de informações foi por meio do Jornal “A Federação”, que encontra-se digitalizado do ano de 1884 a 1937. É possível realizar buscas por palavra-chave e gerenciar outros meios, procurando aquilo que é de interesse de cada pesquisador de maneira simples.

2.2.5. Sistematização dos dados

A sistematização dos dados compreende as ações necessárias para realizar a reconstituição da morfologia original da planície do arroio Dilúvio e analisar as alterações hidrogeomorfológicas considerando a identificação das feições fluviais originais e antropogênicas. As técnicas e processos são apresentados a seguir.

Para a reconstituição da morfologia original e antropogênica, recorreu-se à metodologia abordada por Rodrigues (1997, p. 48), na qual há uma subdivisão das intervenções antrópicas sobre o ambiente.

- Estágio pré- perturbação: quando o sistema não apresentava qualquer pressão antrópica
- Estágio de perturbação ativa: quando o sistema sofre uma grande pressão antrópica representada por grandes mudanças em sua configuração anterior

- Estágio pós-perturbação: quando o sistema passa a responder às pressões de alta magnitude anteriores

A partir desse embasamento, recorreu-se à bibliografia específica para ajudar a compor esse cenário original específico da planície fluvial do arroio. Os estudos que subsidiaram a realização dessa etapa foram: Diagnostico ambiental de Porto Alegre, Franco (2006) Fujimoto (2001) Dias (2011 e 2014) e Juvêncio (1958). Esses estudos foram utilizados por abordarem a área da bacia do arroio dilúvio e, em mais detalhes, toda a planície fluvial ou parte dela em seus estudos.

Mediante isso, prosseguiu-se para a escolha de datas que marcassem cada período. Como as informações relevantes sobre a morfologia original não teriam trabalhos de levantamentos aéreos, buscou-se por bibliografias específicas, cartas, mapas e croquis de localização, os mais antigos possíveis. Na busca foi encontrada grande soma de materiais que apenas abrangiam parte do antigo canal principal do arroio na área de sua foz. Ainda assim optou-se por integrar esses mapas ao banco de dados da pesquisa para posterior utilização no aplicativo Paint, no qual foi possível desenhar sobre as plantas e mapas quando necessário.

Para o mapeamento da fase de pré- perturbação / morfologia original recorreu-se aos trabalhos de Dias (2011 e 2014), Hasenak (2008) e Moura (2001). Esses trabalhos contribuíram para realizar a reconstituição da morfologia original. Como o enfoque dessa pesquisa está ligada às planície fluvial neste e nos demais mapas, foi dada maior importância a essa morfologia. Outro detalhe também há ser destacado a maior parte do arroio encontra-se no município de Porto Alegre, logo, a relação do mesmo com a área central de dessa cidade é mais direta do que a com o centro de Viamão. Por essa razão, em muitos mapas e plantas e até mesmo na parte escrita desta pesquisa, haverá uma riqueza de informações maiores sobre a espacialização desse arroio em Porto Alegre.

Para realizar o mapeamento dessa morfologia original, primeiramente, foi feito um recorte do limite da bacia hidrográfica do arroio Dilúvio, que foi utilizado para melhor delimitar a área da planície e outras formas de relevo da área. Após isso, foram vetorizados, através do programa ARCGIS 10.3, a planície fluvial do Arroio Dilúvio, canal original e demais drenagens. Essa vetorização foi feita com apoio dos seguintes materiais: cartas topográficas de 1940, mapas antigos e do trabalho de Dias (2011). Deve ser ressaltado que, para utilização das cartas, foi necessário um georreferenciamento para posterior vetorização e

adequação dos itens identificados. Também foram utilizados diversos mapas e plantas da cidade de Porto Alegre, que nortearam também o traçado do antigo curso do arroio. A planície fluvial foi delimitada a partir de informações extraídas de bibliografias específicas e do limite atual da planície fluvial do arroio em meio à cidade de Porto Alegre elaborado por Moura e Dias (2012). O traçado dessa morfologia original foi feito manualmente a partir de informações anteriormente citadas. O mesmo foi feito no ARQGIS 10.3.

Para realizar o levantamento da fase de *perturbação ativa* já era possível contar com os levantamentos aerofotogramétricos, tecnologia já disponível e utilizada pelo governo para mapear o território brasileiro. O primeiro aerolevanteamento para Porto Alegre data do ano de 1939/40, período em que se destaca o início das obras de canalização do arroio Dilúvio. Estas fotografias estavam dispostas de maneira desordenada e sem nenhuma espécie de organização no acervo da SMURB, logo para a sua utilização foi necessário primeiramente uma limpeza superficial nas mesmas. Após isso, com ajuda de uma lupa foi feita a seleção das fotos para área desejada e após imensas tentativas de composição, foi constatada a falta de algumas fotos que recobriam o curso do original do arroio. Por isso, assim essas fotos foram descartadas para a elaboração de mapas, sendo utilizado apenas o aerofotogramétrico.

As fotografias do ano de 1956 já foram adquiridas em meio digital, o que tornou o processo de análise das fotografias a serem utilizadas muito mais fácil. Após a seleção das fotos, foi feita a junção através da função mosaico no software Microsoft Ice. Depois disso, o georreferenciamento das fotos no software ARQGIS 10.3 para realizar esta etapa recorreu-se ao programa Google Earth Pro para fornecer as coordenadas UTM e inserir no mosaico criado. Após isso, foi iniciado o processo de vetorização dos alvos, como: o curso do arroio para aquele ano, as áreas de loteamentos e edificações e as intervenções antrópicas, como canalização ou retificação, dentre outros. Essa vetorização foi feita no software ARQGIS 10.3. Nas fotos desse ano de 1956 já é possível visualizar a canalização à qual o arroio foi submetido e a Represa Lomba do Sabão, construída na década de 40. Já a represa Mãe D'Água, construída a partir de 1957, ainda não é visualizada nessas imagens.

A fase de pós perturbação, representa o estágio mais recente de intervenções antrópicas na planície do arroio. Para esse estágio, além dos trabalhos de gabinete, foi realizado um trabalho de campo para fazer registros fotográficos e analisar pontos e paisagens pré- selecionados em gabinetes. Segundo Luz (2015, p. 80)

Este estágio de pós – perturbação pode coexistir pontualmente com o estágio de perturbação ativa, uma vez que, mesmo com a urbanização já consolidada em toda a planície fluvial, alterações no

uso da terra podem imprimir novos condicionantes geomorfológicos na área como, por exemplo, a retirada de residências para a construção de grandes prédios comerciais, condomínios, shoppings – centers etc.

Para realizar esse mapeamento, foram utilizadas as fotografias aéreas de 2010 e, de maneira secundária, usou-se também imagens de satélite do software Google Earth. Com as fotografias aéreas foram feitos o mosaico no software ARQGIS 10.3 e a vetorização dos alvos a serem identificados nas fotos, como, por exemplo, a canalização, o trecho do arroio que ainda não está canalizado, as intervenções antrópicas - como loteamento e edificações - e as feições erosivas nas margens ou no leito do canal do Arroio Dilúvio.

Importante ressaltar que segundo Silva (2005 *apud* LUZ 2014, p. 90) o uso de base cartográfica e de fotografias aéreas antigas gera alguns problemas em relação à qualidade cartográfica dos produtos cartográficos obtidos, pois esse material histórico possui distorções oriundas da tecnologia utilizada na época de obtenção, das intempéries do tempo e dos processos de escaneamento pelos quais eles passaram para possibilitar o trabalho em meio digital.

Também é válido acrescentar, segundo OSEKE (2006 *apud* LUZ 2014, p. 85), a distorção intrínseca das fotografias aéreas em relação às bases cartográficas. O processo de correção dessas distorções é denominado ortorretificação e requer conhecimento de componentes e parâmetros da fotografia que não são passíveis de identificação nas aerofotos aqui utilizadas.

Assim, durante o processo de georreferenciamento e vetorização de uma imagem para outra é comum haver distorções, mesmo estando todas as informações inseridas em um mesmo Datum. A vetorização do canal original do Arroio Dilúvio foi feita baseada na planta topográfica de 1939/40 e com auxílio de bibliografia específica. Quando adicionada às imagens de 1956 foram feitos alguns ajustes para melhor se posicionar para a imagem..

- Analisar as alterações hidrogeomorfológicas considerando a identificação das feições fluviais originais e antropogênicas.

A identificação das feições fluviais originais e antropogênicas foi realizada a partir dos mapas de morfologia e da história cumulativa das intervenções antrópicas a partir da urbanização. O objetivo desta etapa foi obter dados referentes às feições fluviais e aos

indicadores morfológicos e hidromorfológicos, baseados a partir das orientações de Rodrigues (2010).

Entre as feições fluviais a serem analisadas a partir das fotografias aéreas estão: canal fluvial original, planície fluvial, barras de deposição de sedimentos, pontos ou trechos de erosão e identificação de antigas drenagens. Quanto à perturbação antrópica nos canais fluviais buscou-se identificar feições como tamponamento, retificação e canalização.

Para a identificação e mapeamento dessas feições citadas foram utilizadas as imagens aéreas dos anos de 1956 e 2010. Somam-se também como material de apoio os mapas topográficos e as imagens de Google Earth.

Quanto ao trabalho de gabinete para esse tópico, o mesmo seguiu os passos para identificações as morfologias originais e antropogênicas como recorte, georreferenciamento e vetorização todos realizados no software ARQGIS 10.3.

2.2.6. Análises e interpretações

Esta pesquisa é norteada pelos referenciais em geomorfologia antropogênica e entende que ações antrópicas interferem direta e indiretamente em alterações nas formas de relevo terrestre. Para qualificar e quantificar essas alterações, Rodrigues (2008) parte da premissa que estudos que abordam a história cumulativa de intervenções possibilitam uma avaliação quantitativa e qualitativa das principais mudanças ocorridas nos sistemas físicos, a partir da identificação e análise de indicadores morfológicos de materiais superficiais e de processos hidro- geomorfológicos.

A identificação das morfologias original e antropogênica com maior detalhamento nesta pesquisa foi realizada com apoio da cartografia geomorfológica de detalhe, pois a mesma apresenta-se como um instrumento fundamental de análise no campo da geomorfologia. Para Rodrigues e Brito (2000) os mapas geomorfológicos de detalhe se mostram bastante eficazes, já que possibilitam mostrar as formas de relevo mais próximas à percepção visual humana em função de sua escala. Com a cartografia geomorfológica de detalhe é possível identificar as feições morfológicas presentes no 6º Táxon da metodologia de Ross (1990 e 1992), o qual corresponde às pequenas formas de relevo que se desenvolvem, geralmente, por interferência humana, ao longo das vertentes. São formas geradas pelos processos erosivos e acumulativos atuais (Moura, 2001). Exemplos desses casos são:

voçorocas, ravinas, terracetes de pisoteio de gado, deslizamentos, corridas de lama, pequenos depósitos aluvionares de indução antrópica e bancos de assoreamento.

Para tanto, a identificação destas feições citadas e de outras só é possível com uma escala de detalhe e apoio de fotografias aéreas com escala entre 1:2.000 a 1:15.000, por exemplo. A presente pesquisa trata de analisar a morfologia original e antropogênica em um arroio em meio a uma cidade com elevados índices de impermeabilidade do solo. O arroio é quase como um sobrevivente em meio a uma cidade urbanizada onde cada vez mais se percebe o descaso, seja por parte de autoridades públicas, seja pela sociedade civil, com os cursos d' água.

Para definir a morfologia original e antropogênica Rodrigues (2005) destaca que:

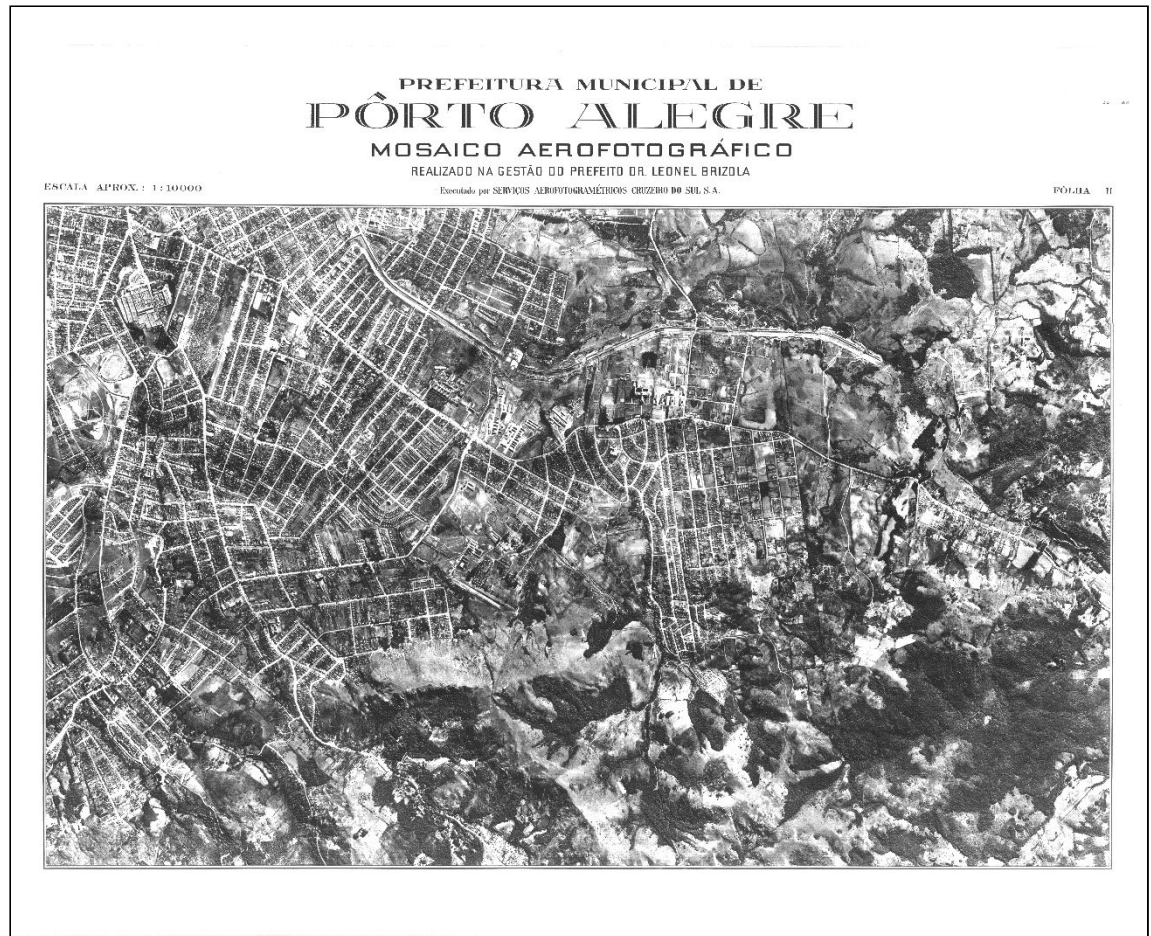
Morfologia original: Entende-se por morfologia original, ou pré-intervenção, aquela morfologia cujos atributos como extensão, declividades, rupturas e mudanças de declives, dentre outros, não sofreram alterações significativas por intervenção antrópica direta ou indireta.

A autora ainda ressalta, que a morfologia original é aquela que não sofreu intervenção direta nas formas originais, ou seja, os sistemas geomorfológicos podem ter sido objeto de interferências importantes do ponto de vista dos processos, como no caso da ação do desmatamento, mas não sofreram remanejamentos diretos significativos de material como aqueles que ocorrem em áreas com aragem, pastagem intensiva e uso de trator (superfícies agrícolas) ou cortes, aterros e substituição por materiais tecnogênicos (superfícies urbanas).

Na área de estudo a identificação desta morfologia original foi possível a partir do século XVIII, pois em bibliografias consultadas e mapas e plantas analisados nenhum grande remanejamento de material foi identificado nesse período. Adotou-se, então, o ano de 1772 como ano de início da análise para mapear a morfologia original, pois nesse período importantes intervenções antrópicas ainda não tinham sido efetuadas. Na planta do ano de 1772 é possível aferir o desmatamento para a construção de edificações, contudo, nenhuma intervenção de maior impacto foi identificada. Entende-se que outro ano também poderia ser adotado como referência, considerando os mapas e plantas encontrados. Entretanto, adotou-se o ano de 1772 porque é desse ano a planta mais antiga encontrada data de 1772, podendo nela identificada parte da área ocupada pela antiga foz do Arroio Dilúvio. Assim, além das plantas e mapas para mapear a morfologia original, também foi utilizado o mapa de geomorfologia de Porto Alegre (Moura e Dias 2009) e dos trabalhos de Dias (2011 e 2014). Para traçar o curso do arroio original utilizou-se da carta topográfica do ano de 1939-40.

Para o ano de 1956, com apoio das fotografias aéreas foi possível identificar maiores intervenções antrópicas, como a obra de canalização do arroio também a represa Lomba do Sabão. Nesses dois casos, percebem-se alterações diretas na planície fluvial. A Figura 14, é uma das fotografias aéreas utilizadas na pesquisa com destaque para a construção do canal.

Figura 14: Fotografia aérea de 1956 utilizada no presente estudo.



Fonte: SMURB- POA – (Fotografia aérea de 1956)

Para identificar as intervenções antrópicas para esse período, recorreu-se às metodologias de fotointerpretação juntamente com o apoio de cartas topográficas para mapear as intervenções e evidências da morfologia original para aquele ano, como o curso do arroio ainda não canalizado.

Para Anderson (1982), o processo de fotointerpretação constitui-se em identificar e analisar características importantes de objetos e elementos, determinando seu significado através das imagens representadas das fotografias aéreas, e descobrindo ou avaliando o significado das suas funções e relações. Morato (2011) cita que a interpretação propriamente

dita é realizada a partir de elementos constantes em todas as imagens, apesar de eles frequentemente apresentarem-se de forma diferenciada. Para a autora o trabalho de fotointerpretação consiste de três fases distintas: fotoleitura, fotoanálise e classificação. Para Morato (2011, p. 248), os elementos básicos de leitura que são utilizados na fotointerpretação são: tonalidade, forma, padrão, textura, tamanho, sombra e localização.

- Tonalidade: está relacionada à intensidade da energia eletromagnética refletida ou emitida por um objeto, registrada em uma emulsão fotográfica. A tonalidade consiste em gradações de cinza, também denominadas níveis de cinza, que variam do preto ao branco. No presente estudo as fotografias de 1956 estão em tons de cinza e as de 2010 apresentam imagens coloridas e com 3 bandas de visualização. Na figura 15, é possível visualizar a tonalidade apresentada pelas imagens de 1956.

Figura 15: Recorte de fotografia aérea de 1956

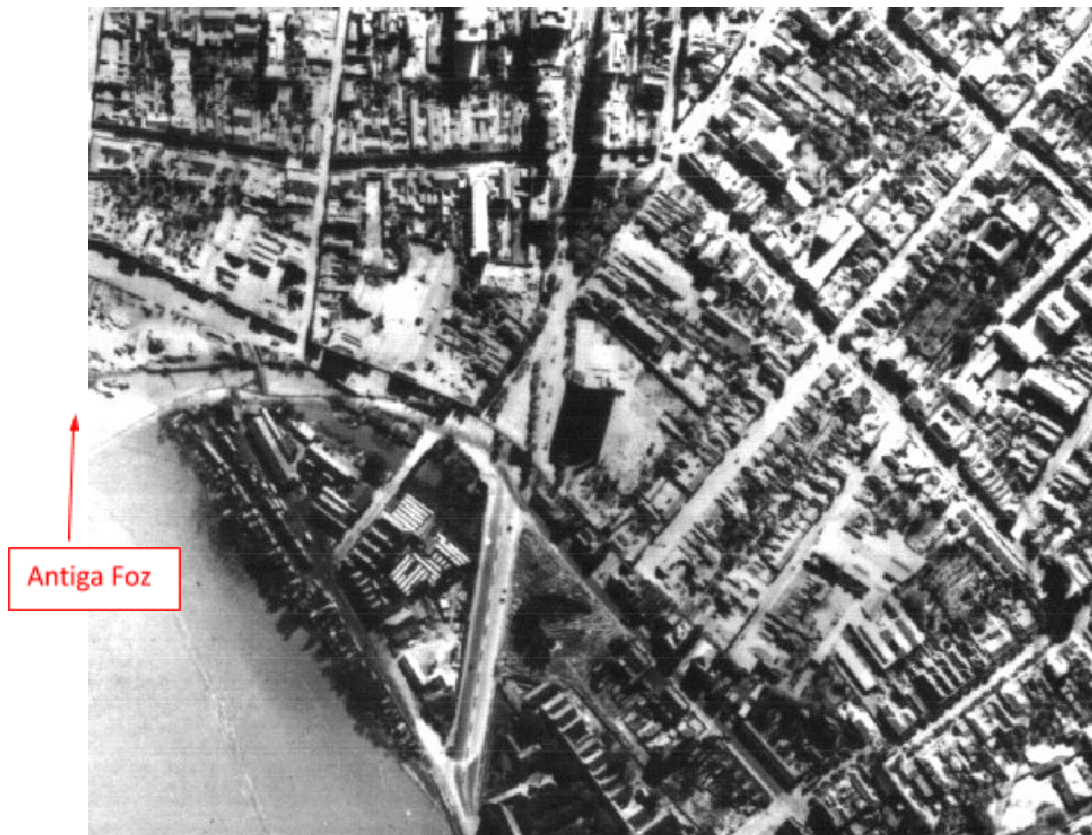


Fonte: SMURB- POA – (Fotografia aérea de 1956)

- Tamanho: um objeto pode ser distinguido pelo seu tamanho em relação a outros que estejam representados na imagem. Além disso, o tamanho de um objeto representado numa imagem deve ser considerado em função da sua escala.

- **Forma:** este elemento refere-se às características morfológicas de um objeto, ou seja, sua configuração e características geométricas. Em geral, as formas irregulares correspondem às feições naturais, como rios, rochas, vegetação; as formas regulares referem-se às obras artificiais criadas pelo homem, como estradas, praças e edificações. Na figura 16, é possível visualizar algumas das formas de trecho da fotografia aérea de 1956.

Figura 16: Trecho da fotografia aérea de 1956



Fonte: SMURB- POA – (Fotografia aérea de 1956)

- **Sombra:** consiste em fenômeno comum em imagens fotográficas, resultantes da ausência de energia refletida ou emitida. Dependendo do tipo de interpretação que se realiza, a sombra pode ser um elemento favorável ou não.

- **Textura:** elemento definido como a frequência da variação de tons numa imagem, o que depende principalmente da escala e da resolução do produto. Em fotografias aéreas de média escala, represas e açudes apresentam geralmente uma textura lisa, enquanto

vegetações textura rugosa. Na figura 17, é possível visualizar parte da represa Lomba do Sabão apresentando textura lisa.

Figura 17: Fotografia aérea de 1956- com destaque para a represa Lomba do Sabão.



Fonte: SMURB- POA – (Fotografia aérea de 1956)

- **Localização:** é o posicionamento de um objeto em relação a outros e podendo facilitar a sua identificação. Exemplo disso são, locais onde existe convergência de vias de transportes, onde pode haver aglomerações urbanas.
- **Padrão:** caracteriza-se pelo arranjo espacial entre os objetos representados na imagem. Assim, a repetição de certas formas é característica de certas imagens. Dessa forma, o padrão urbano, por exemplo, define-se pelo arruamento, formado por quadras com edificações. Na Figura 18, é visualizado trecho de arruamentos na fotografia aérea de 1956.

Figura 18: Fotografia aérea de 1956 com destaque para padrão do tipo arruamentos



Fonte: SMURB- POA – (Fotografia aérea de 1956)

Com apoio dessas fotografias de 1956 foi possível elaborar o mapa para o período de *perturbação ativa*, em que intervenções mais diretas e com maiores índices de alteração de processos e materiais são intensificadas. .

A morfologia antropogênica para Rodrigues (2005) pode ser definida como a interferência humana sobre o meio, atuando como ação geomorfológica e modificando propriedades e localização de materiais superficiais, o que interfere na dinâmica geomorfológica e materializa uma morfologia singular. Como estas alterações são efetuadas

desde os primórdios da humanidade, independente do grau de intervenção muitos cenários ambientais deixaram de existir ou foram tão alterados que não há nenhuma semelhança ao cenário ambiental antes existente. Para tanto, com auxílio de croquis, mapas, plantas e cartas topográficas, é possível mapear a morfologia original e antropogênica. O mapeamento dessa, para Rodrigues (2005), pode ser realizado, em escalas de detalhe, baseado em padrões de aruamento, densidade de edificações, estágio de consolidação urbana, distribuição e densidade de materiais superficiais, profundidade e extensão de cortes e aterros e volume de materiais remanejados “in loco” ou importados.

A morfologia antropogênica da planície fluvial do Arroio Dilúvio é realizada a partir das fotografias aéreas de 2010, nas quais é possível aferir que atualmente a maior parte da planície está em meio a uma cidade com elevados índices de impermeabilidade do solo e com uma mancha de urbanização densa contornando boa parte da extensão do arroio. Na Figura 19, é possível visualizar um trecho da mancha urbana contornando a extensão do Arroio Dilúvio.

Figura 19: Fotografia Aérea de 2010- com destaque para mancha urbana junto ao Arroio Dilúvio.



Fonte: SMURB- POA – (Fotografia aérea de 2010)

O arroio é, portanto, um componente natural que resiste às intervenções antrópicas em sua planície em meio a uma cidade urbanizada, onde cada vez mais percebe-se o descaso, seja por parte de autoridades públicas, seja pela sociedade civil, com o meio.

Para mapear a morfologia antropogênica para o ano de 2010 também se utilizou de escala de detalhe e foram buscados elementos da morfologia do 6º táxon da metodologia de Ross (1990) como pontos ou trechos de erosão, bancos de sedimentos deposicionais, barras de sedimentos dentre outros. A figura 20, identifica em um dos trechos do canal original que não possui canalização banco de sedimentos deposicionais dispostos nas margens do arroio.

Figura 20 – Fotografia aérea de 2010 com destaque para banco de sedimentos deposicionais nas margens do arroio em trecho não canalizado.



Fonte: SMURB- POA (Fotografia aérea de 2010)

Relatar esta história cumulativa de intervenções foi possível mediante a uma periodização histórica. Essa periodização é fundamental para entender os processos e agentes que moldaram o cenário atual em torno da planície do arroio Dilúvio. Então, pode se dizer

que esta foi uma das primeiras etapas desta pesquisa. As consultas bibliográficas foram sendo realizadas visando a atender e a relatar esta história cumulativa de intervenções.

As fotografias aéreas obtidas possuem um espaço temporal da mais recente de 2010 para a mais antiga de 1956, de 54 anos. Assim, as intervenções antrópicas são identificadas nesse intervalo de tempo. Em 54 anos, a área da planície fluvial do arroio Dilúvio passou por intensas transformações: bairros foram criados, outros renomeadas, ruas foram abertas, edificações tomaram espaços antes de áreas verdes e a impermeabilização dos solos foi intensa. Para interpretar a magnitude e quantificar essa transformação foi fundamental contar com as fotografias aéreas. A fotointerpretação iniciou-se logo no primeiro momento, juntamente com as leituras sobre a ocupação e expansão urbana da cidade de Porto Alegre.

3. PROCESSO DE OCUPAÇÃO E INTERVENÇÃO ANTRÓPICA EM PORTO ALEGRE

3.1. Ocupação e Expansão Urbana em Porto Alegre

Para relatar a história de Porto Alegre a partir da ocupação por seus primeiros habitantes até a configuração atual da cidade, optou-se por realizar uma seleção de autores e bibliografias que pudessem descrever o processo de ocupação e expansão urbana de Porto Alegre. Entre os autores consultados e aqui referenciados estão Souza e Muller (2007), Vicentino (1991), Hausman (1963) e Burim (2008). Neste capítulo o processo de ocupação e expansão urbana é tratado de maneira ampla com vistas a destacar os principais momentos e acontecimentos ao longo da história de formação da cidade de Porto Alegre. Na abordagem de Souza e Muller (2007) evidenciam-se momentos distintos em função de fatores populacionais, econômicos, institucionais, locacionais e socioculturais para a urbanização de Porto Alegre. O processo de formação dessa cidade será tratado a partir do cenário do período colonial brasileiro, por oferecer um contexto histórico que se relacione também à conjuntura da história do país.

Para Vicentino (2005), no período colonial, a região sul do Brasil foi palco de vários confrontos entre os colonizadores espanhóis e portugueses. Nesse período imperava entre os dois países europeus o Tratado de Tordesilhas, que dividia as áreas do território nacional. A

ocupação foi aos poucos sendo concretizada na região sul por meio da fixação de missões jesuíticas e do desenvolvimento do bandeirantismo de apresamento. Com isso, em 1679, originou-se, a partir da presença dos lusitanos, a Colônia de Sacramento, que ficava muito próxima à cidade espanhola de Buenos Aires. A existência dessa colônia foi motivo de inúmeros conflitos na região por parte de espanhóis e portugueses, até que, no século XVIII, houve uma tentativa expressa de se resolver essa questão com a assinatura do Tratado de Madri (1750), que tinha como objetivo normatizar a organização dos territórios coloniais. Para Souza e Muller (2007), nesse tratado foi efetuada a troca da Colônia de Sacramento pelas Missões.

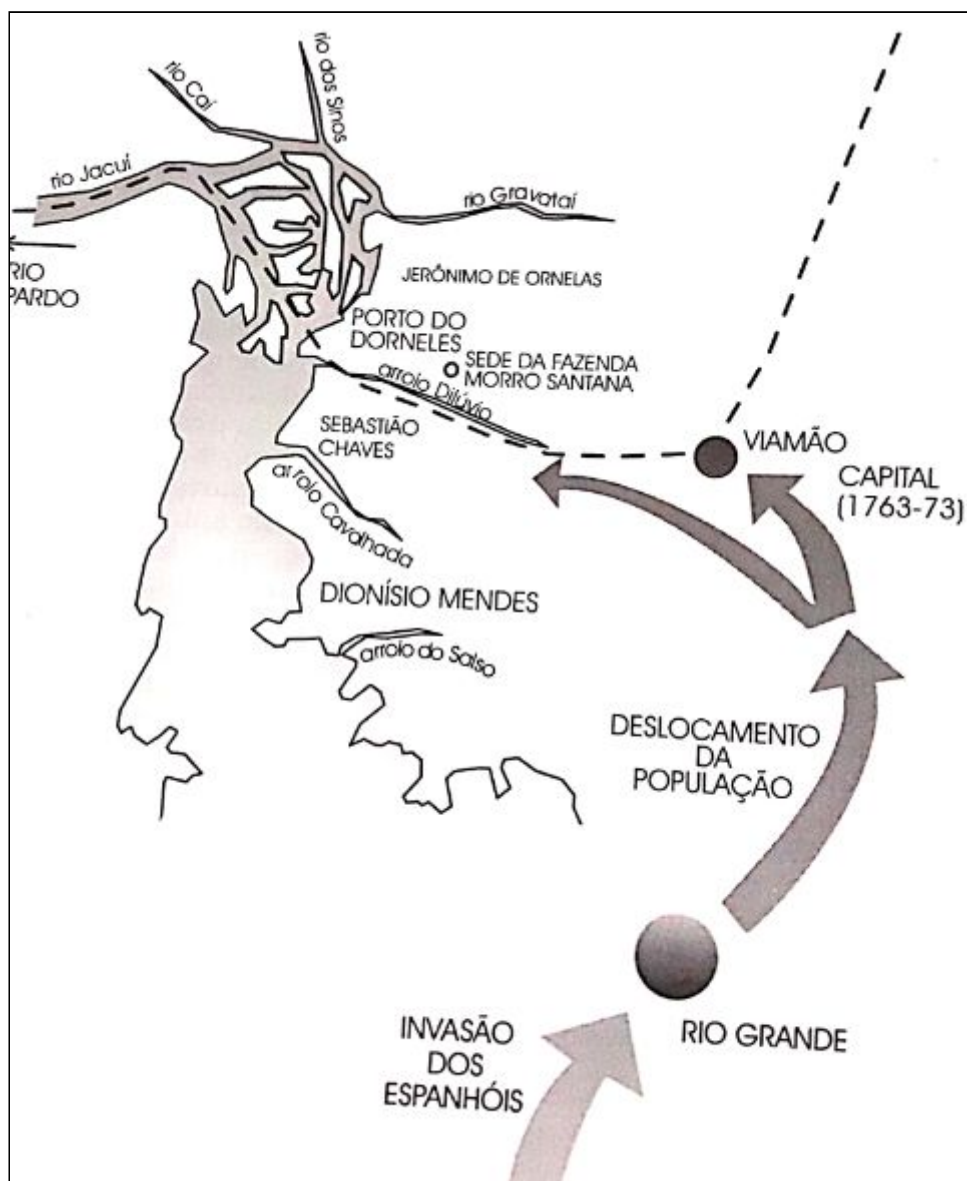
O povoamento desse período histórico era composto por escravos de países africanos, índios das etnias: guaranis, tapes e charruas. Soma-se também, a esse primeiro núcleo de povoamento a vinda dos açorianos, que dariam início à “outra” parcela da sociedade rio-grandense: a agrícola, ocupante de propriedades de exploração familiar. Nesse período destaca-se também a exploração de espaços como pastos e campos sulinos para o desenvolvimento da pecuária.

Para Souza e Muller (2007), esta fase inicial de ocupação do território e de instalação dos primeiros núcleos de povoamento abrange os anos de 1680 a 1772. É marcada pela ocupação dos luso-brasileiros, lagunistas e paulistas e, por fim, pelo aumento da população a partir da chegada dos açorianos.

Destaca-se neste período uma invasão por parte de D. Pedro Cebalhos, em 1763, à Vila de Rio Grande (Figura 21). Esse evento determinou a retirada da administração lá instalada para Viamão, fazendo dela a capital da província por 10 anos.

Porto Alegre neste período era composta pelos núcleos populacionais da Sesmaria de Jerônimo de Ornelas e dos Açorianos. Sua localização geográfica permitiu ser um escaudouro da região e, no ano de 1772, Porto Alegre é elevada à freguesia. Sua população no final deste século era de um milhar de habitantes.

Figura 21: Invasão do Rio Grande



Fonte: Souza e Muller (2007)

O segundo período proposto por Souza e Muller (2007) é de 1772 a 1820, fase marcada pelo surgimento de novas cidades, pela mudança de capital de Viamão para Porto Alegre (1773) e pelo aumento populacional. No início desse período, Porto Alegre contava com 1.500 habitantes e, em 1810, foi elevada à categoria de vila. Marcante também nesse momento foi a crescente produção de trigo pelos açorianos na região do Jacuí, que era escoada por Porto Alegre, favorecendo as condições de desenvolvimento urbano. No final desse período, Porto Alegre já contava com 12 mil habitantes. Esse crescimento da cidade deveu-se em especial às funções dinâmicas comercial e portuária, devido à produção de trigo pelos açorianos.

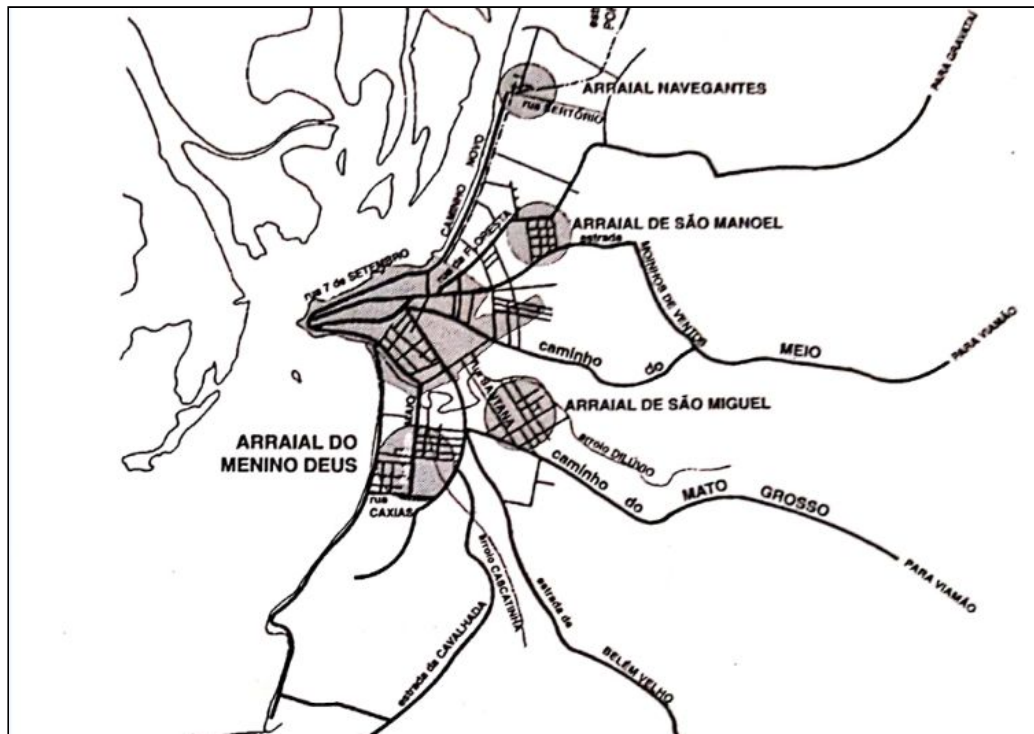
O terceiro período - de 1820 a 1890, de acordo com Souza e Muller (2007) - é marcado por uma série de problemas, como a estagnação econômica, decorrente da quebra da produção do trigo e da guerra dos farrapos, provocando uma paralisação geral no número populacional. Nessa fase tem-se as imigrações europeias. Da segunda metade do século XIX em diante as taxas de crescimento são mais altas, chegando a 52 mil habitantes em 1890.

Neste período já se esboçavam os pequenos núcleos populacionais próximos à cidade – os arraiais. Entre eles estavam:

- Arraial do Menino Deus, junto à atual praça do Menino Deus;
- Arraiais dos Navegantes, atual igreja Nossa Senhora dos Navegantes;
- Arraial de São Manoel, atual praça Maurício Cardoso;
- Arraial de São Miguel, no bairro Santana;

A espacialização pode ser visualizada na figura 22, a seguir:

Figura 22: Arraiais em Porto Alegre



Fonte: Souza e Muller (2007)

No quarto período, de acordo com Souza e Muller (2007) define entre 1890 a 1945, já no contexto brasileiro do período republicano a cidade de Porto Alegre adentra a sua fase industrial. Devido a existência de um mercado consumidor amplo e também ao estrangulamento da importação de produtos manufaturados durante as duas guerras mundiais, que forçaram aceitação do produto nacional. Entre os administradores desse período destaca-se a administração de Loureiro da Silva, que com recursos significativos promoveu a execução de numerosas obras para a remodelação da cidade, entre estas obras esta as obras de saneamento com a canalização dos arroios Dilúvio e Cascata. A indústria até o fim desse período se deu ao logo da rua Voluntários da Pátria, das avenidas Cristóvão Colombo e Benjamin Constant, mudando de instalações após a cheia de 1941 para o Passo d'Areia. Neste período o número populacional alcança 275 mil habitantes.

No quinto período de 1945 até os dias atuais, de acordo com Souza e Muller (2007) é marcado pelo crescimento populacional e pelo deslocamento industrial para a periferia e região metropolitana de Porto Alegre, além do surgimento e do fortalecimento de núcleos na região, fizeram com que o polo hegemônico do Estado não se limitasse mais exclusivamente à capital, mas toda a região metropolitana. Este período foi marcado pelo fenômeno da metropolização. Em 1970 Porto Alegre tinha 900 mil habitantes.

3.2. Ocupação urbana e Intervenções antrópicas na planície do arroio Dilúvio na cidade de Porto Alegre

Em muitas civilizações o estabelecimento de núcleos populacionais foi feito a partir da proximidade de recursos hídricos, pois esses favoreciam, além de água para consumo, terras agricultáveis e possibilidade de navegação. Em Porto Alegre não foi diferente. De acordo com Hausman (1963, p. 9):

Jerônimo Dornelas Vasconcelos e Menezes recebeu concessão das terras situadas entre o Rio Jacarey (Arroio Riacho) e o Gravataí em (1740), após isso funda nas proximidades da embocadura do Riacho o Porto de Viamão (1740), o qual estava ocupado por um agrupamento de pescadores, formado por ranchos de palha e barro que se aglomeravam sobre a planície ao pé do espigão, possuindo então 400 almas.

Esse primeiro núcleo de ocupação torna-se maior com o estabelecimento dos primeiros casais açorianos. De acordo com Burim (2008), parte deles construiu suas residências às margens do Lago Guaíba e vizinhos à foz e ao leito do Riacho⁵, entre meados de 1680 a 1772, formando as atuais ruas dos Andradas, Washington Luiz e Duque de Caxias. Hausman (1963, p. 10) também relata sobre essa ocupação:

Com a chegada dos casais açorianos o aumento da população do Porto é substancial, o qual passa a estender-se por toda a planície que bordeja o espigão pelo lado sul, até a Ponta da Cadeia, ao longo do que hoje é conhecido como Pantaleão Teles, antigamente Rua do Riacho.

Em 1752, de acordo com Monteiro (1995, *apud* BURIM, 2008, p. 26), sessenta casais que vinham da Vila de Rio Grande e rumavam para as Missões foram obrigados a aguardar transporte às margens do Guaíba em virtude das guerras guaraníticas. À medida que as lutas foram se estendendo, os casais tiveram que se arrancar e plantar suas hortas na foz do riacho Dilúvio, então conhecida como Porto do Dorneles. Abandonados pela Coroa, foi necessário que, por conta própria, garantissem sua subsistência. O lugar ficou então conhecido como Porto de São Francisco dos Casais, devido à construção de uma pequena capela devotada ao santo popular nos Açores, que mais tarde se chamaria Madre de Deus de Porto Alegre e, posteriormente, Porto Alegre.

Um relato desse período também é destacado por Juvêncio (1958, p. 22)

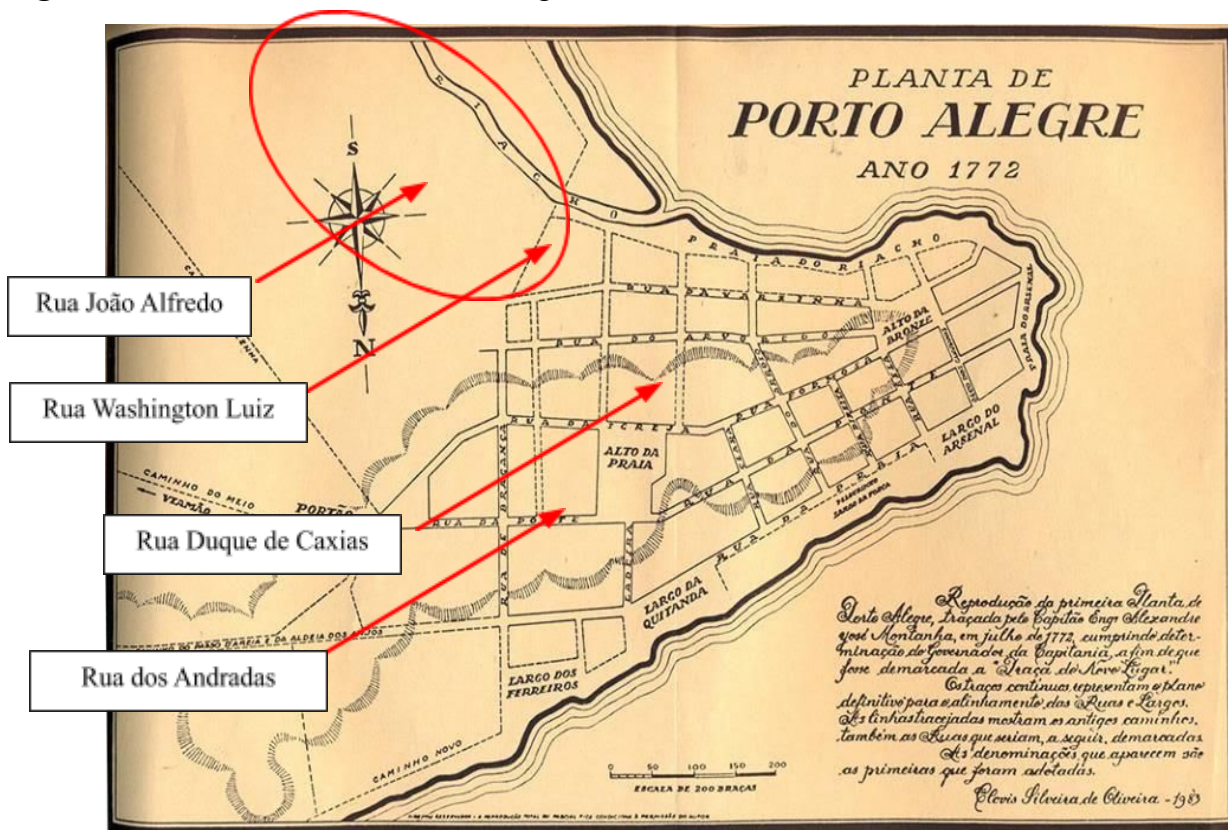
Os fundamentos de Porto Alegre se lançaram em 1740 nas praias do Gasômetro, na foz do Jacareí (Dilúvio) por ser uma enseada mais abrigada dos ventos do Sudoeste. Os baixios e a colmatagem muito acentuada do leito do estuário removeram o ancoradouro para o ponto fronteiro da praça da Harmonia. Aos poucos as primeiras levas de açorianos foram

⁵ O que hoje denomina-se arroio Dilúvio já possuiu diversas denominações como Riacho, Riachinho e arroio da Azenha. A depender do período histórico este arroio estará nomeado com estas denominações nos mapas e plantas cartográficas (FRANCO, 2006)

acrescidas por outras que elevaram os efetivos do povoado que alcançou os foros de Capital do Estado em 1773.

Uma planta desse período encontrada no acervo do Arquivo Histórico Moyses Valinho representa a cidade de Porto Alegre para o ano de 1772. A planta pode ser visualizada na Figura 23:

Figura 23: Planta da cidade de Porto Alegre no ano de 1772.



Fonte: Arquivo Histórico Moyses Vellinho

Para o ano de 1772, através da planta já é possível verificar trechos de ruas e loteamentos junto à planície fluvial do arroio em trecho próximo a sua foz. Muito dessa ocupação é explicada pela presença do Porto. Para Hausman (1963), a localização do Porto nas proximidades do Riacho é explicável em face da posição assumida pelo primeiro caminho de ligação entre Viamão e o Guaíba que margeava o traçado do Riacho.

Hausman (1963) enfatiza que durante os anos de 1770 e 1880 a cidade inicia a sua expansão sobre a fachada norte do espigão, criando-se pouco a pouco um aspecto urbano mais pronunciado. Em 1774 são construídos o Palácio do Governo e o Arsenal, ambos localizados

na Praia do Arsenal. Nesse mesmo ano, são abertas as estradas de ligação com Viamão - uma pelo Arroio Dilúvio (Riacho) e outra pelo Caminho do Meio.

O ano de 1778, para Burim (2008), marca a organização do espaço urbano de Porto Alegre, devido à construção de muralhas para a proteção da cidade, orientando no sentido do crescimento da então Vila e demarcando os limites entre o urbano e o rural. Para Juvêncio (1958), em 1808 a população orçava em 6.000 habitantes. Em uma planta localizada para o ano de 1833 também é possível verificar mais loteamentos, ruas, becos e uma ponte junto à foz do arroio. A planta pode ser visualizada na Figura 24:

Figura 24: Planta da cidade de Porto Alegre do ano de 1833



Fonte: Arquivo Público Moyses Valinho

Na planta de 1833, é possível constatar uma ponte edificada entre as margens do arroio. Tal ponte para Franco (2006):

Foi ordenada sua construção por parte do então governador Conde da Figueira, governou a cidade de 1818 a 1820. Mandou abrir o “Caminho de Belas”, hoje, correspondente à Av. Praia de Belas, ainda não havia ponte para ligar a cidade com a margem esquerda do Riachinho. Pouco tempo depois em 1825, foi edificada uma ponte de madeira sobre o Riacho, junto sua foz no Guaíba. Esta ponte localizava-se mais abaixo da remanescente Ponte de Pedra.

Nessa época, de acordo com Burim (2008), ocorreu também a Guerra dos Farrapos que coincidiu com esse período de organização espacial. Após esse conflito em 1845, as

muralhas foram demolidas e a cidade começou a se expandir no sentido das estradas e caminhos do povoamento. Para Juvêncio (1958), destacam –se os caminhos:

Caminho da Capela, depois Caminho de Viamão, após Caminho do Meio e por fim Av. Protássio Alves, aberto pelo Engenheiro capitão Alexandre José Montanha. Deve-se lhe ainda a abertura da estrada do Mato Grosso, hoje Av. Bento Gonçalves. Sobre o espigão central urbano surgiu ainda o Caminho do Passo da Areia, hoje, Av. Independência. Ao longo destas estradas foi adensado a população do centro para a periferia.

Com a expansão desses Caminhos pelo território eclodiram então os arraiais que surgiram em maior número a partir do final do século XIX e início do século XX. A história de formação destes arraiais está diretamente ligada com a expansão urbana do município de Porto Alegre impulsionada pela rota dos assim chamado Caminhos citados anteriormente. Assim, com as rotas mais estes núcleos de povoamento, assim chamados arraiais, foi notável a expansão urbana sobre a planície e demais áreas de relevo do município. Para Hausman (1963, p. 12):

Estes primitivos núcleos deram origem ao centros dos nossos principais bairros e subúrbios localizados principalmente nas baixadas, procurando as meias encostas baixas ou as planícies ao longo dos arroios em torno de uma capela, para a qual o dono das terras cedia o local.

Segundo Macedo (1973, *apud* BURIM, 2008, p. 27), até 1890 existiam apenas quatro arraiais: o do Menino Deus (bairro de mesmo nome atualmente), São Miguel, São Manoel e Navegantes. Destes, os que se localizavam próximos ou junto à planície do arroio eram o arraial do Menino Deus e o de São Miguel. De acordo com Hausman (1963), o Arraial de São Miguel era bastante largo, estendendo-se sobre a esplanada entre o Arroio Dilúvio e a estrada que acompanha, a grosso modo, a cota de 20m, procurando fugir das enchentes periódicas. Um outro arraial que se localizava próximo à planície do arroio era o arraial da Baronesa do Gravataí. Seguem então breves considerações sobre as arraias (e futuro bairros) que se localizavam próximo à planície fluvial do Arroio Dilúvio.

- Arraial do Menino Deus (Bairro Menino Deus)

Para Franco (2006), localizava-se ao sul do Riachinho, atual Arroio Dilúvio, nas antigas terras que pertenciam a Sebastião Francisco Chaves, na Estância São José. A denominação do bairro ocorreu em função da devoção ao Menino Deus, introduzida por açorianos, que culminou na construção de capela em estilo gótico junto à praça – também denominada Menino Deus e inaugurada na noite de natal de 1853. Foi o primeiro a se

constituir e começou com a abertura, em 1845 e 1848, das atuais ruas Getúlio Vargas e José de Alencar, respectivamente, que se tornaram os eixos do arraial desde que se começou a construir a Capela de mesmo nome. É considerado o mais antigo arraial de Porto Alegre, ou seja, tratou-se do primeiro território reconhecido enquanto agrupamento semi-independente que mantinha com o Centro relações comerciais e administrativas.

Já como bairro, o Menino Deus, nos anos de 1940, sofreu sua primeira grande modificação física e urbana, em decorrência da canalização do Arroio Dilúvio, que produzia graves enchentes. A realização do aterro (onde hoje se situa o Parque Marinha do Brasil), no final dos anos 50 e início dos anos 60, possibilitou o prolongamento da Av. Borges de Medeiros, que, por sua vez, providenciou melhor acesso e conseqüente expansão do bairro. A canalização nos anos 70 do Arroio Cascata, que formava sérios alagamentos na região, foi outro fator de valorização do bairro. Uma nova configuração aconteceu com o “Projeto Renascença”, que abriu a Av. Erico Verissimo e criou o Centro Municipal de Cultura, na área onde antigamente situava-se a Vila conhecida como “Ilhota”.

- Arraial de São Miguel (Bairro Santana)

Para Sanhudo (1961), o nome do bairro é uma homenagem à Sesmaria de Santa’Ana, área que Jerônimo de Ornellas ocupou quando veio para Porto Alegre. Posteriormente, a partir do século XVIII, o bairro passou a fazer parte do Arraial de São Miguel, área essa cortada pelo Arroio do Sabão. Por suas frequentes inundações, a ocupação do sítio era pouco atraente. Passaram a habitá-lo famílias negras de baixo poder aquisitivo, que, durante muitos anos, conviveram com a insalubridade ocasionada pelas cheias do Arroio. Naquela época, até final do século XIX, a rua principal do bairro possuía a denominação de Rua dos Pretos Forros, recebendo em 1871 o nome de 28 de setembro, em alusão à promulgação da Lei do Ventre Livre. Somente em 1885 veio a possuir a denominação de Santana.

O desenvolvimento começa a acontecer após a Guerra dos Farrapos, quando, em 1865, o então governador da província, Visconde da Boa Vista, abriu uma via pública com seu nome, transversal ao eixo principal do Bairro, o que possibilitou, em seguida, a instalação do Prado da Boa Vista nas proximidades dos Campos da Várzea.

O projeto valorizou a região e contribuiu para o aumento de sua população. Posteriormente, o Prado cedeu lugar ao time de futebol Sport Club Americano, que, por

muitos anos, foi o campeão da cidade. Com a construção de uma ponte e ampliação de ruas, a ocupação do bairro é acentuada a partir do final do século XIX, envolvendo o Santana no ritmo da urbanização da cidade. Nas primeiras décadas do século XX, os moradores passam a desfrutar de uma maior interação com outras regiões, através da circulação da Cia. de Bondes Carris. Em 1931 é erguida no bairro a Paróquia com o nome de seu padroeiro: São Francisco de Assis.

- Arraial da Baronesa do Gravataí

Para Sanhudo (1961), o também chamado Areal da Baronesa foi um dos mais antigos arraiais de Porto Alegre, que surgiu na região denominada na aceção popular de Cidade Baixa, localizada ao sul da Colina da Rua Duque de Caxias, e recebeu sua delimitação oficial somente em 1959. Inicialmente formada pela Rua do Arvoredo (atual Rua Fernando Machado), teve sua origem no século XVIII; posteriormente (início do século XIX), esse local ficou conhecido por Emboscadas. Recebeu essa denominação pois em territórios próximos havia propriedades rurais cuja base produtiva era a mão de obra do escravo. Quando esse fugia de seus senhores, escondia-se nos matos que faziam parte do Arraial, sendo designado de território das “Emboscadas”. Para Vieira (2017), a presença de moradores negros nessa região é constatada desde o ano de 1870 e a presença negra nesse espaço antecede o loteamento da área e a abolição da escravatura.

Em 1879, depois de um incêndio em sua propriedade, a Baronesa loteou e vendeu suas terras, que passaram a ser habitadas por negros libertos e famílias italianas. Desta forma, o território foi denominado, ironicamente, de Areal da Baronesa, em virtude da areia avermelhada existente no local. A espacialização desses arraiais pode ser visualizada na Figura 25.

Figura 25: Planta de Porto Alegre de 1888, com destaque para os Arraiais junto a Planície do Arroio



Fonte: Acervo do IHGRGS

Segundo Hausman (1963), em 1890 a cidade contava com 52.200 habitantes. Os arraiais citados, somados aos bairros Cidade Baixa e Azenha, são importantes áreas ocupadas e povoadas diretamente ou próximas à planície fluvial do Arroio Dilúvio até o fim do século XIX.

Sobre os bairros Cidade Baixa e Azenha.

Cidade Baixa

Para Franco (2006), em meados do século XIX, “Cidade Baixa” foi a designação utilizada para toda a região situada ao sul da colina da Rua Duque de Caxias. Entretanto, a região que hoje é conhecida como bairro Cidade Baixa possuiu vários nomes associados ao seu território: Arraial da Baronesa, Emboscadas, Areal da Baronesa e Ilhota

Até metade do século XX, a Cidade Baixa continuava sendo reduto dos italianos, que realizavam serviços especializados; e dos negros, que residiam na área correspondente ao Areal da Baronesa e à Ilhota, locais bastante insalubres, pois sistematicamente ocorriam inundações.

Essas áreas fazem parte da história de Porto Alegre enquanto espaços associados à cultura popular expressa através dos batuques, das danças, ritmos e festas organizadas pelos segmentos negros da população. Desses dois territórios saíram inúmeros músicos, compositores, solistas e jogadores de futebol que ficaram nacionalmente conhecidos, como Lupicínio Rodrigues e o jogador Tesourinha.

Uma instituição secular no bairro é o educandário e orfanato para crianças pobres, mantido pela organização religiosa católica “O Pão dos Pobres de Santo Antônio”, fundada em 1895 pelo cônego baiano José Marcelino de Souza Bittencourt.

Hoje uma Fundação, essa instituição se situa em um prédio que foi adquirido em 1900 e inaugurado em 1910. A partir da metade do século XX, a população da região aumenta significativamente em função do desaparecimento das últimas chácaras; as ruas Avaí e Sarmiento Leite passam a receber indústrias; instalam-se cinemas, como o Garibaldi e o Avenida, na Av. Venâncio Aires; e a Igreja da Sagrada Família. Na rua José do Patrocínio, torna-se sede paroquial. Além disso, o bairro passou por inúmeras intervenções de cunho urbanístico, na medida em que sua localização se tornou, com a expansão urbana, uma via de trânsito para inúmeros outros espaços da cidade.

Azenha

Para Franco (2006), o significado da palavra que deu origem à denominação do bairro Azenha – “moinho de roda movido à água; atafona” – vincula-se à atividade de moagem de trigo que foi iniciada na região em meados da metade do século XVIII, por iniciativa do açoriano Francisco Antônio da Silveira, que possuía extensas plantações junto aos altos do atual bairro. Conhecido popularmente como o “Chico da Azenha”, foi o primeiro plantador de trigo e fabricante de farinha de Porto Alegre e, para tanto, utilizou-se do trecho do Arroio Dilúvio, antigamente denominado como Arroio da Azenha, no represamento da água necessária para o funcionamento de seu moinho.

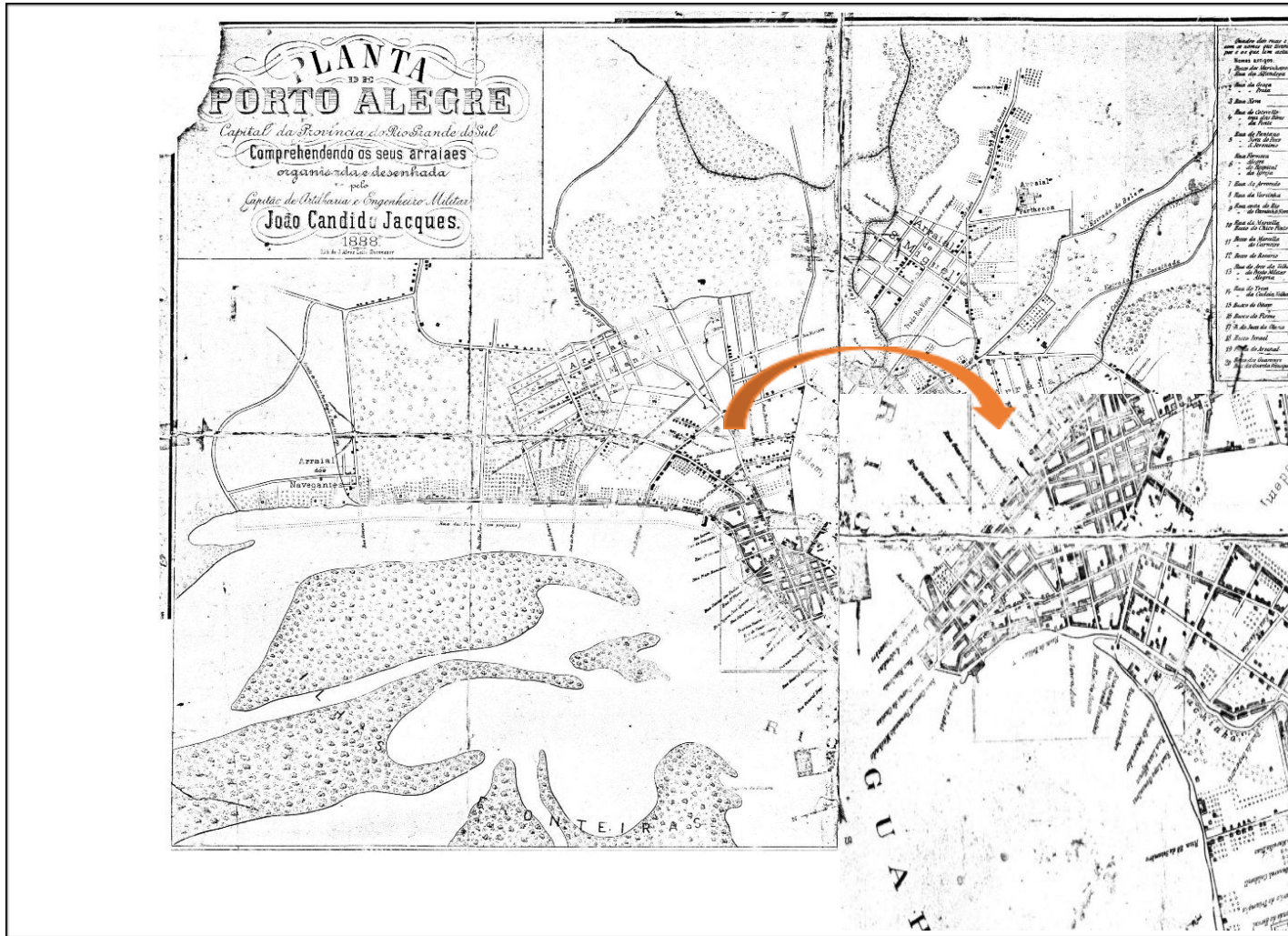
Contudo, o Arroio que beneficiava o moinho também colaborava para o isolamento de boa parte das regiões leste e sul da cidade. Assim, foi construída uma ponte de madeira que, até metade do século XX, passou por inúmeros reparos e substituições, em decorrência das enxurradas do Arroio. Apesar da precariedade de acesso ao bairro, a ponte era o modo de contato com a estrada do Mato Grosso, que, mais tarde, ficou conhecida como Caminho da Azenha. Além disso, também estabelecia o vínculo de Porto Alegre com a antiga capital, Viamão. A atual ponte, mais larga e mais sólida que as anteriores, foi iniciada em setembro de 1935 e concluída no ano seguinte pelo Intendente Alberto Bins.

Com o final da Guerra dos Farrapos, o bairro assume novas características, tendo em vista a transferência dos três cemitérios da Cidade para o alto de suas colinas, sendo o primeiro deles o da Santa Casa, em 1850. Assim, melhoramentos no bairro passaram a ocorrer, sobretudo quando se aproximava o Dia de Finados. No ano de 1864, a rua conheceu a “maxabomba”, um veículo de transporte coletivo que se dirigia ao Menino Deus através da Azenha. A Azenha foi criada pela Lei 2022 de 7/12/59, com limites alterados pela Lei 4685 de 21/12/79. Trata-se de um bairro que é uma das principais vias de passagem de Porto Alegre, possuindo um forte comércio, especialmente com relação às lojas de autopeças.

A partir da segunda metade do século XIX, para Burim (2008), a cidade recebe uma série de melhoramentos significativos, como a instalação de transportes coletivos. Para

Hausman (1963), os 40 anos entre 1890 e 1930 assinalam para a cidade o preenchimento das áreas vazias, motivado por um aumento demográfico significativo, resultante das injunções de caráter econômico. Na figura 26, representa a planta da cidade de Porto Alegre com destaque para o Arroio Dilúvio no ano de 1888.

Figura 26: Planta da cidade de Porto Alegre com destaque para o Arroio Dilúvio



Fonte: Acervo Moyses Valinho (1888)

Na planta de 1888, os arruamentos e lotes já prevalecem em maiores áreas da cidade, denotando a direção da expansão urbana no sentido leste, norte e sul. Essa expansão também é evidenciada contornando a extensão do arroio. Também é possível identificar pontes e entroncamentos sobre o canal fluvial do arroio.

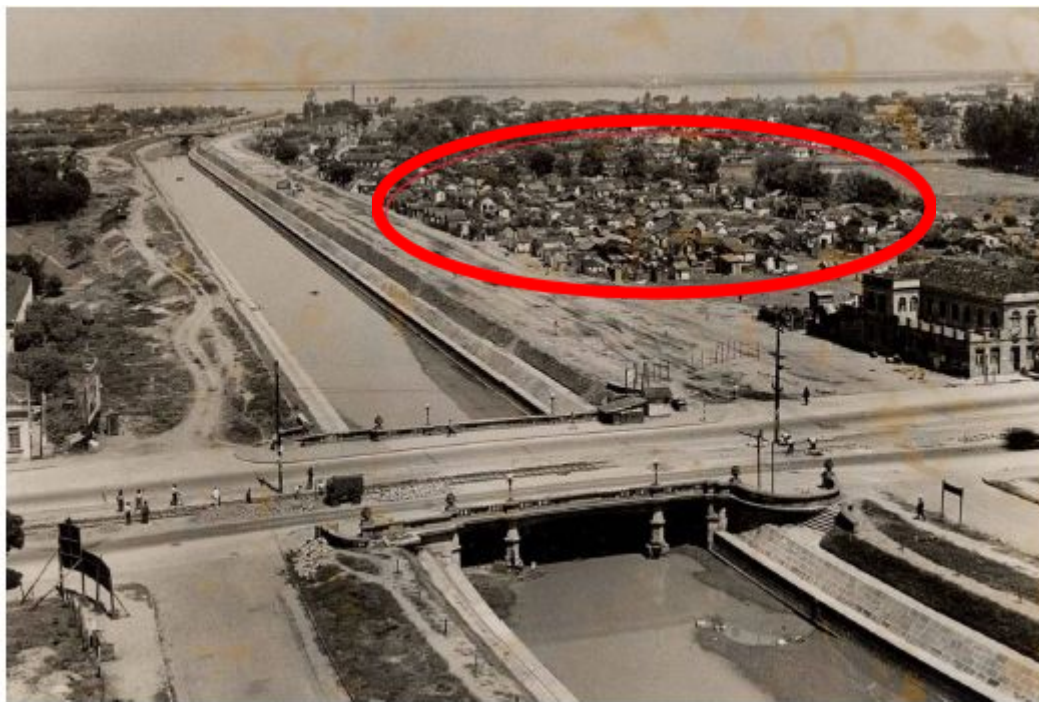
Em 1905, de acordo com Franco (2006), foi realizada uma retificação no canal fluvial do Arroio Dilúvio com vistas a diminuir a área ocupada pelo arroio, pois, devido as suas cheias,era comum a ocorrência de enchentes atingindo as residências da população que ali habitavam. Essa retificação deu origem ao território chamado Ilhota. Para Franco (2006, p. 56):

Os dois extremos do meandro do arroio Dilúvio foram unidos que acabou por abrir um canal, determinando a formação de uma pequena ilha. A área da Ilhota era uma zona baixa, parte da planície de alagamento do arroio Dilúvio e por isso sujeita a frequentes inundações.

De acordo com Vieira (2017), a Ilhota era circundada pelo arroio Dilúvio e tinha sua ligação com o entorno feita através de pontes de madeira. Era uma área totalmente circundada por uma das curvas do arroio Dilúvio, após seu encontro com o arroio Cascatinha. Localizava-se ao sul da Praça Garibaldi e da rua 13 de Maio (atual Getúlio Vargas).

No final da década de 1960, a Ilhota deixou de existir, tendo grande parte de seus moradores removidos para o bairro Restinga, localizado no extremo sul da cidade. As remoções iniciaram em 1967, sendo que, de 1969 a 1974, foram aproximadamente 11 mil moradias removidas. A Ilhota e a o Areal (Arraial) da Baronesa, de acordo com Vieira (2017), constituíram territórios negros da cidade de Porto Alegre. Na figura 27, é possível visualizar parte dessa área para o ano de 1939.

Figura 27: Área da antiga Ilhota com destaque em vermelho.



Fonte: Acervo da Fototeca Sioma Breitman (1939)

No século XX, para Burim (2008), a cidade já tinha problemas urbanos, como trânsito de pedestres, carroças, carros e bondes, mas também já apresentava cuidados com o asseio público e com a coleta de lixo e de materiais fecais. É desse período a Lei Orgânica do Município, que tinha como finalidades organizar o sistema viário e regular os serviços de higiene. Também é dessa fase a divisão da cidade em distritos. Essa reorganização deu maior conotação à espacialização de características urbanas, como as ruas, becos e avenidas. Sobre este período Hausman (1963, p. 18) cita que :

Caracterizava esse período por um crescimento desordenado da cidade, havendo uma grande dispersão em área. A população era muito pequena em relação a área ocupada. Os loteamentos com intuito especulativo aceleravam esse desenvolvimento inarmônico da cidade. O centro torna-se cada vez mais um núcleo de centralização comercial, provocando um afluxo maior da população com conseqüente congestionamento, devido principalmente a maior facilidade de comunicação entre ele e os bairros.

Em 1912, de acordo com Burim (2008), foi formada uma comissão com intuito de realizar estudos que visassem à promoção e à modernização da cidade, com a criação de políticas e reformas para seu melhoramento. O assim chamado Plano Geral de Melhoramentos (1914) foi idealizado pelo Intendente Montauray. O Plano tinha em sua comissão engenheiros, arquitetos e sanitaristas. De acordo com Burim (2008), os discursos higienistas marcavam

essa época e eram, portanto, refletidos nas obras que foram pensadas e edificadas no período. Durante as duas primeiras décadas do início do século XX, a falta de higiene e de saneamento eram os maiores causadores dos problemas sociais das cidades. Como reflexo de tal situação, o Plano de 1914 já contemplava a canalização do arroio, que acabou por ser iniciada somente no ano de 1939.

A canalização do leito do arroio pensada para o Plano de 1914 foi planejada sob a égide dos discursos higienistas e também devido às constantes enchentes que afetavam os habitantes de bairros junto ao arroio Dilúvio. Sobre as enchentes, de acordo com Burim (2008), a primeira registrada data do ano de 1824, com registro tendo sido realizado na Câmara Municipal. Em 1847, foi registrada mais uma ocorrência de enchente, que causou danos à ponte de madeira do arroio e também resultou na demolição de um trapiche que havia sido construído na embocadura da Rua da Bragança. Franco (2006) relata que, em 1873, uma enchente de grandes proporções alagou toda a Rua Voluntários da Pátria e adjacências. Outras de grandes proporções, segundo Burim (2008), datam de junho de 1897 e junho de 1898. Um relato sobre a enchente de 1898 do então Intendente José Montauray relata as ações providenciadas para serem realizadas no canal do arroio Dilúvio e Cascata.

As enchentes excepcionais ocorridas neste e no ano findo, cujos efeitos acentuaram-se tão desastrosamente em todo o Estado, provocaram da parte dos moradores nas margens e nas proximidades dos arroios Riacho e Cascata, reclamações que me sugeriram mandar estudar os meios de obstar ao extraordinário transbordamento desses arroios, e as causas que concorrem para elevar o nível das águas por ocasião das chuvas torrenciais ou das prolongadas durante o inverno. [...]. Pretendo como medidas preventivas e dentro das forças do orçamento, mandar desobstruir a barra do Riacho, aprofundando-o em alguns pontos, proibir as estacadas com o fim de conquistar terreno em prejuízo do escoamento das águas, bem como o lançamento do lixo no leito dos arroios e mandar proceder uma limpeza completa no arroio Cascata. (Relatório da Intendência Municipal (1898 *apud* BURIM 2008, p. 50)

Registros de enchentes com danos a estruturas e à população datam dos anos de 1905 (mesmo ano onde foi feito a junção dos meandros do arroio); 1912, em que, de acordo com Burim (2008), foram registradas três inundações em sequência nos meses de maio, agosto e setembro; e em 1914, atingindo a cidade com danos de grandes proporções.

Logo, no plano de 1914, a retificação e canalização do arroio Dilúvio estavam propostas com intuito de minimizar os danos decorrentes dos eventos de enchentes. Na figura 28, é possível visualizar as alterações na cidade que estavam previstas no plano.

Figura 28: Mapa do Plano de Melhoramentos 1914.



Fonte: IHGRGS – 1914

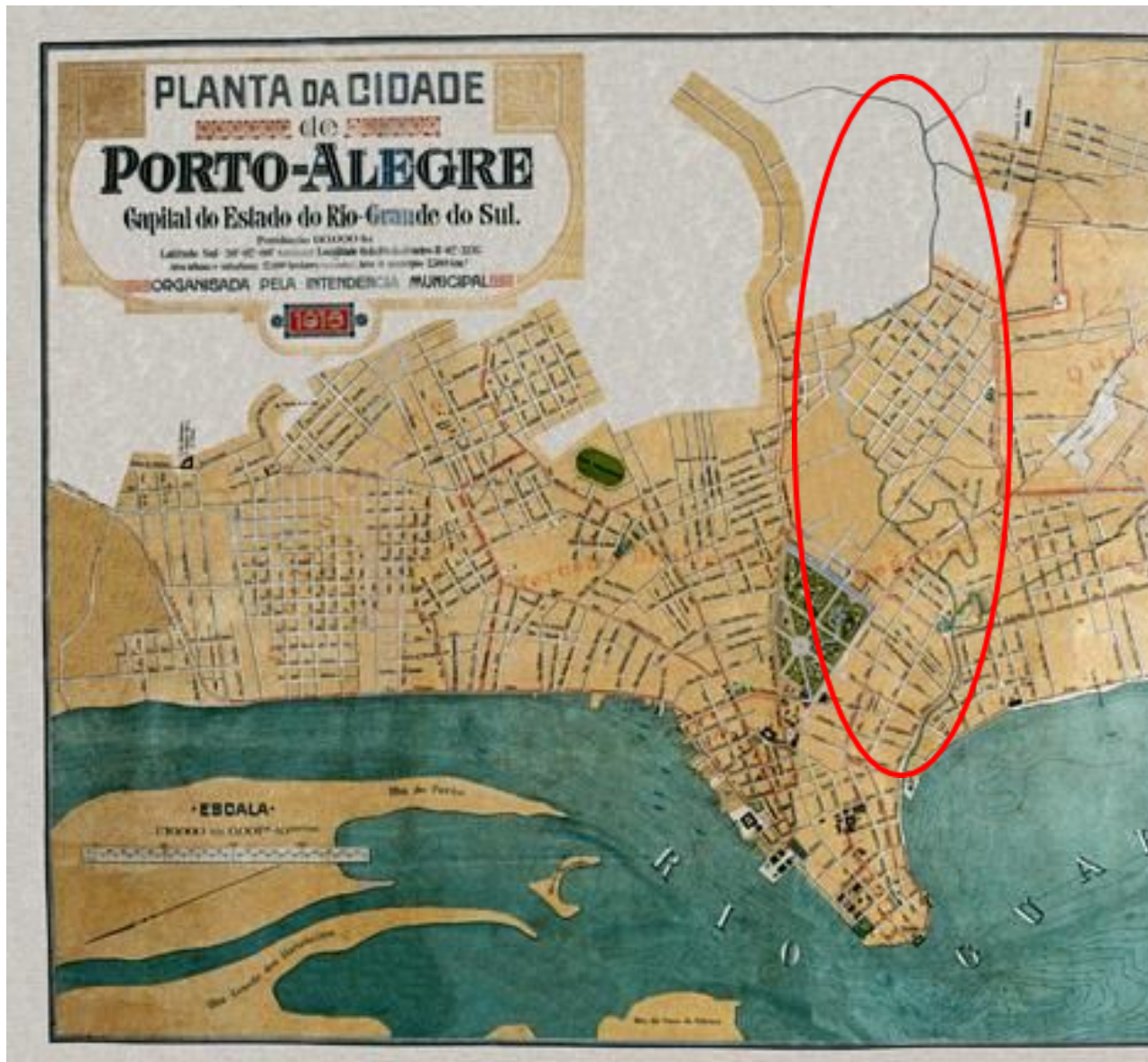
Embora o plano tenha sido um importante estudo realizado sobre a cidade para aquele período, muitas das ações pensadas não foram implementadas devido ao orçamento da cidade. De acordo com Monteiro (1995 *apud* BURIM ,2008, p 53), a insuficiente receita do município e a obediência total de José de Montaury ao mandamento do equilíbrio orçamentário de Comte inviabilizaram a realização do projeto, que necessitava de grandes recursos. Contudo, de acordo com Burim (2008), as ideias desse plano foram paulatinamente sendo realizadas na cidade ao longo de todo o século XX.

Outros três planos foram pensados para Porto Alegre, e todos continham em seus projetos a retificação e canalização do Arroio Dilúvio. Os planos elaborados e apresentados foram: em 1925 (Projeto Scheider), 1930 (Projeto Carlos Medáglio) e 1935 (Projeto Ary de Abreu e Lima).

Em 1910, de acordo com Hausman (1963), a população do município era de 110.000 habitantes, que ocupavam cada vez mais espaços mais distantes do centro da cidade. Na planta da figura 29, é possível identificar mais intervenções na planície fluvial para o ano de

1916. Nessa planta se tem uma dimensão maior da extensão do arroio e do entorno de sua planície. Cada vez mais a mancha urbana vai ocupando os espaços de planície fluvial e acompanhando o curso do arroio na direção leste da cidade.

Figura 29: Planta da cidade de Porto Alegre – 1916 com destaque para a planície fluvial do Arro



Fonte: IHGRGS - 1916

Já na década de 1920, para Burim (2008) foram significativas as transformações da estrutura social, política e econômica, o que exigiu modificações nas formas de pensar e de planejar a organização do espaço urbano. Em 1927 é idealizada a abertura de avenidas, o prolongamento/alargamento de várias ruas centrais e o ajardinamento de uma parcela do Campos da Redenção.

A partir de 1930, para Hausman (1963), iniciam-se modificações progressivas nas feições urbanas e funcionais da cidade, para as quais concorrem fatores de ordem econômica e política. O desenvolvimento industrial da cidade começou a se processar em ritmo cada vez mais acelerado, principalmente com a eclosão da segunda guerra mundial e, com ela, a mudança cada vez maior da paisagem urbana. O aumento industrial acarretou maior procura de mão-de-obra, com conseqüente maior afluxo de população para a Capital, que refletiu-se no aumento de áreas construídas.

Com relação aos projetos para a cidade, em 1937 foi lançado um outro Plano Geral de Melhoramentos, no qual estava prevista a criação de novos centros secundários com intuito de expandir a cidade, novas avenidas radiais e perimetrais. Também estava prevista a retificação e canalização do Arroio Dilúvio. De acordo com Paiva e Faria (1938 *apud* BURIM, p. 65):

Uma das causas de excessivo desenvolvimento em superfícies de nossa cidade é a existência de grandes áreas não saneadas próximas ao centro. A bacia do curso d'água chamado Riacho, está incluída nesta asserção, pois trata-se de uma área de cerca de 300 hectares de terra muito baixas, extremamente insalubres e flageladas por cheias periódicas. São imensos quarteirões em cujo interior se encontra denso mato e variadas espécies de animais daninhos. E isto a dois quilômetros do centro[...]. A necessidade da extirpação desse mal pelo saneamento e conseqüente higienização de toda a zona tem sido um dos problemas desses locais sem que qualquer medida prática tenha sido tomada. A conquista dessa enorme área para a cidade deve ser um dos pontos cardiais para qualquer plano de remodelação para Porto Alegre, pois com o saneamento dessa zona teremos dado um imenso passo no sentido de transformamos a nossa cidade.

Logo, é visto que a retificação e canalização do arroio eram vistas como algo fundamental para o progresso e desenvolvimento da cidade, pois a ideia da canalização é apresentada já desde o Plano de 1914. No projeto de Paiva e Faria (1938), a canalização é projetada desde a foz até a ponte da Azenha. Contudo, a foz seria alterada nesse projeto, com a desembocadura do arroio sendo direcionada para um novo bairro a ser criado, o Praia de Belas. Esse bairro foi criado através do aterramento de uma zona junto ao Lago Guaíba. No final da década de 1930, são iniciadas as obras de retificação e canalização do Arroio Dilúvio já na administração de José Loureiro da Silva.

Assim como em outros momentos em que estava sendo planejada, a canalização deveria atender às demandas da população local por melhorias frente ao saneamento e às constantes enchentes. Um remodelamento dessa área era esperado também por parte do poder público, que visava aumentar o número de residências e empreendimentos naquela área a ser saneada, aumentando, assim, a especulação imobiliária. Relato dessas alterações e futuras melhorias é destacado a seguir.

A área a ser beneficiada tem uma superfície de 140 hectares, hoje pobremente habitada, pois sua população pelas apurações do censo imobiliário, conta somente cerca de 50 habitantes por hectares. Depois de saneadas, poderão ser construídas as moradias para cada 300 habitantes por hectare, atendendo a uma população de 42.000 pessoas. Silva (1943 *apud* BURIM 2008, p. 81)

Para o início das obras, o documento intitulado *Um Plano de Urbanização*, sob orientação de Arnaldo Gladosch, tinha previsto duas hipóteses para canalização segundo Silva (1943 *apud* BURIM 2008, p. 76):

Existem dois métodos para concretizar a canalização do Riacho. No Primeiro, manteríamos o atual curso com as necessárias retificações, alargariamos as ruas de passagem, etc. Com isso, entretanto, só criaríamos vantagens monetárias para os proprietários dos imóveis lindeiros, que então gozariam de sua valorização. No segundo método, mais racional, retificaríamos todo o traçado do Riacho, sem levar em consideração o atual leito, procurando obter menor extensão do canal e, portanto, maior declive, maior capacidade de vazão e menores seções, o que representa maior economia.

Das duas hipóteses sugeridas, após análises e discussões por parte dos administradores da época, foi implementada a segunda opção e, assim, foram iniciadas as obras de canalização. Nota-se que em tais discussões não foram levantados questionamentos referentes à qualidade ambiental das águas do arroio, tampouco de como se comportaria o canal fluvial com a retificação.

Sobre os custos dessa obra, Burim (2008) relata que à época a única solução possível seria recuperar os investimentos da obra através da venda de terrenos para empreendimentos privados residenciais. A área aterrada junto ao rio serviria também para realizar permutas de terrenos com os antigos moradores de toda a região atingida. Seriam necessárias, assim, aproximadamente 7.000 desapropriações para a implantação da obra. Na figura 30, é possível visualizar parte da execução das obras.

Figura 30: Obra de canalização do Arroio Dilúvio na cidade de Porto Alegre.



Fonte: IGHRGS – 1940

De acordo com Nunes (2009), 70 metros de largura eram previstos no projeto. Desses, 50 destinavam-se ao espaço útil em suas margens, onde seriam construídas duas avenidas laterais sobre dois diques de pedra, com chapas de tráfego para veículos e passeios para pedestres. Os outros 20 metros centrais eram reservados para o leito do arroio. Vinte anos foram necessários para total canalização e retificação do arroio, mais a construção dos dois lados da Avenida Ipiranga. Para a realização das obras, aproximadamente 160 mil m³ de terra foram removidos

O canal do arroio alterado com a canalização, de acordo com Silveira *et al.* (2012), não possui revestimento na base, e a largura após a canalização varia, em alguns trechos, entre 15 e 25m. O trecho canalizado tem uma declividade aproximada de 3m, mas a montante chega a atingir 10m/km. Atualmente, o canal só é canalizado na cidade de Porto Alegre, iniciando-se na foz, nas proximidades do parque Marinha do Brasil, e contando com 10 km de extensão. O arroio ainda segue por mais 8 km até as nascentes no Parque Sant-Hilaire, em Viamão.

Com as obras de canalização já iniciadas, um outro fato marcante para a década de 1940 foi a enchente que atingiu e inundou a cidade por vários dias. Sobre essa enchente Monteiro (2006, p. 35) relata que:

Durante 22 dias, nos meses de abril e maio de 1941, as águas do Guaíba transbordaram sobre a cidade a uma altura que alcançou 4,76 metros. Além das chuvas incessantes, as cheias dos rios Jacuí, Taquari, Caí e dos Sinos se dirigiam à Capital em uma velocidade de 60 quilômetros por hora. Mesmo com o fim das chuvas, um vento sudoeste empurrou as

águas da Lagoa dos Patos de volta a Porto Alegre. No total, 70 mil pessoas – quase um quarto da população – ficaram desabrigadas, 600 empresas suspenderam suas atividades, e, pela primeira vez, as águas alcançaram a Rua da Praia.

Na Figura 31, é possível visualizar uma parte dessa enchente que afetou a cidade em 1941

Figura 31: Enchente de 1941 vista do Centro de Porto Alegre.



Fonte: IHGRGS – 1941

Para Rauber (1992), os bairros mais atingidos dessa enchente foram: Navegantes, Cidade Baixa, Menino Deus, Azenha e Santana. No Centro, as águas cobriram a Praça da Alfândega, as Avenidas Otávio Rocha, José Montauray e Farrapos e ocuparam a Rua da Praia. A Rua João Alfredo, que corria paralela ao Riacho, confundia-se, então, com o mesmo. Esta grande enchente trouxe ainda mais relevância para a necessidade de se acelerar o ritmo de implantação das obras de retificação do Riacho.

Outro marco desta década foi a construção da represa Lomba do Sabão. Com impactos diretos na planície fluvial do Arroio Dilúvio, a represa foi construída em áreas de nascente e, segundo Franco (2006), o local abriga mais de 50 nascentes, as mais distantes da foz do Arroio Dilúvio, possuindo papel fundamental na conservação da bacia hidrográfica. Ainda de acordo com Franco (2006), desde 1898, a antiga Companhia Hidráulica Porto Alegrense, proprietária de grande parte da área, captava água com fins de distribuição à população. Esse

reservatório possui capacidade para captação de água com 75 hectares de lâmina d'água. A água, captada e tratada, era bombeada para a Hidráulica Moinhos de Vento em Porto Alegre, para distribuição à população. O recalque da água utilizava a madeira para gerar energia, motivo pelo qual a Companhia plantou eucaliptos no local. A importância hídrica foi o motivo pelo qual a Prefeitura de Porto Alegre adquiriu a área em 1944, com fins de proteção da qualidade ambiental da bacia hidrográfica e de suas águas.

Já na década de 1950, segundo Dias (2011), o crescimento urbano assume um ritmo bastante acentuado. Esse período é marcado por uma organização sobre a expansão urbana, definida por meio de diversas políticas de melhoramento da cidade, com o objetivo de obter infraestruturas que permitissem o seu crescimento espacial sobre áreas anteriormente não ocupadas. A população do município no ano de 1950, de acordo com o IBGE, era de 390.451 habitantes.

Um outro fato de destaque para a década de 1950 foram os primeiros estudos para a construção da represa Mãe d'Água. De acordo com Fujimoto (2001), os estudos topográficos com perfurações para sondagem e a elaboração do projeto foram feitos em 1957, já a construção teve seu início na década de 1960. A construção dessa represa também implicou intervenções diretas na área da planície fluvial do arroio Dilúvio, pois a região ocupada pela barragem também registra focos de nascentes que fluem para o Arroio Dilúvio. Segundo Fujimoto (2001 *apud* DNOS 1962), a barragem Mãe d'Água foi construída pelo Distrito do Rio Grande do Sul do Departamento Nacional de Obras de Saneamento (DNOS) para o Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). O objetivo principal da construção foi proporcionar ao IPH o desenvolvimento de pesquisas hidráulicas, além de irrigar as granjas experimentais da Faculdade de Agronomia.

Dando seguimento à contextualização histórica, em 1970, de acordo com Dias (2011), ocorre a construção e reorganização de espaços na cidade. Com a abertura de vias e estradas, a comunicação com outros municípios vizinhos foi incrementada e novas relações comerciais foram estabelecidas. Em 1970, para a autora, a população da cidade é de 903.175 habitantes. É nessa década que é criada por Lei, no ano de 1973, a Região Metropolitana de Porto Alegre. De acordo com o Atlas Socioeconômico do RGS, é a área mais densamente povoada do Rio Grande do Sul, concentrando mais de 4 milhões de habitantes - 37,7% da população total do Estado. Dela fazem parte 9 dos 18 municípios do RGS com mais de 100 mil habitantes.

A RMPA foi criada por lei em 1973 e era composta, inicialmente, por 14 municípios. O crescimento demográfico, resultante principalmente das migrações internas, da interligação das malhas urbanas e das sucessivas emancipações, fez com que novas áreas fossem se integrando à região metropolitana, totalizando, então, os atuais 34 municípios em 2019. Na figura 32, é possível visualizar os municípios que integram a RMPA e demais informações.

Figura 32: Municípios da Região Metropolitana de Porto Alegre - 2010.

Ano de inclusão na RMPA	Municípios	2010						
		População (hab)			Taxa de Urbanização	Área	Densidade	Taxa de Crescimento
		Urbana	Rural	Total	(%)	(km ²)	(hab/km ²)	(% aa)
	Região Metropolitana de Porto Alegre	3.908.133	123.929	4.032.062	96,90	10.346,01	389,72	-
1973	Alvorada	195.673	0	195.673	100,00	71,31	2.743,94	0,62
1973	Cachoeirinha	118.278	0	118.278	100,00	44,02	2.687,04	0,95
1973	Campo Bom	57.338	2.736	60.074	95,45	60,51	992,79	1,07
1973	Canoas	323.827	0	323.827	100,00	131,10	2.470,15	0,56
1973	Estância Velha	41.484	1.090	42.574	97,44	52,15	816,42	1,94
1973	Esteio	80.643	112	80.755	99,86	27,68	2.917,87	0,09
1973	Gravataí	243.497	12.163	255.660	95,24	463,50	551,59	0,95
1973	Guaíba	93.064	2.140	95.204	97,75	376,95	252,57	0,09
1973	Novo Hamburgo	234.798	4.142	238.940	98,27	223,82	1.067,55	0,12
1973	Porto Alegre	1.409.351	0	1.409.351	100,00	496,68	2.837,53	0,35
1973	São Leopoldo	213.238	849	214.087	99,60	102,74	2.083,82	1,01
1973	Sapiranga	72.286	2.699	74.985	96,40	138,31	542,14	0,81
1973	Sapucaia do Sul	130.469	488	130.957	99,63	58,31	2.245,91	0,65
1973	Viamão	224.943	14.441	239.384	93,97	1.497,02	159,91	0,51
1989	Dois Irmãos	27.276	296	27.572	98,93	65,16	423,17	2,08
1989	Eldorado do Sul	30.800	3.543	34.343	89,68	509,73	67,38	2,33
1989	Glorinha	2.067	4.824	6.891	30,00	323,64	21,29	1,94
1989	Ivoti	18.062	1.812	19.874	90,88	63,15	314,71	2,64
1989	Nova Hartz	15.269	3.077	18.346	83,23	62,56	293,26	1,99
1989	Parobé	48.633	2.869	51.502	94,43	108,65	474,03	1,41
1989	Portão	25.276	5.644	30.920	81,75	159,89	193,38	2,29
1989	Triunfo	16.857	8.936	25.793	65,35	818,80	31,50	1,53
1994	Charqueadas	34.490	830	35.320	97,65	216,51	163,13	1,66
1998	Araricá	3.996	868	4.864	82,15	35,29	137,83	1,89
1998	Nova Santa Rita	19.475	3.241	22.716	85,73	217,87	104,26	3,73
1999	Montenegro	53.629	5.786	59.415	90,26	424,01	140,13	0,91
1999	São Jerônimo	17.055	5.079	22.134	77,05	936,38	23,64	0,88
1999	Taquara	45.266	9.377	54.643	82,84	457,86	119,35	0,34
2000	Arroio dos Ratos	12.956	650	13.606	95,22	425,93	31,94	0,20
2000	Santo Antônio da Patrulha	28.114	11.571	39.685	70,84	1.049,81	37,80	0,69
2001	Capela de Santana	6.915	4.697	11.612	59,55	183,76	63,19	1,47
2010	Rolante	15.310	4.175	19.485	78,57	295,64	65,91	0,88
2011	Igrejinha	30.190	1.470	31.660	95,36	135,86	233,03	1,69
2012	São Sebastião do Caí	17.608	4.324	21.932	80,28	111,44	196,81	1,08

Fonte: IBGE e Metroplan.

Com o processo de urbanização e o aumento populacional cada vez mais maior em Porto Alegre, as intervenções antrópicas na planície fluvial do Arroio Dilúvio já estavam consolidadas nesse período e mantiveram-se nas décadas de 1980 e 1990. As alterações antrópicas impostas à planície e ao curso fluvial do arroio alteraram significativamente o cenário ambiental das décadas anteriores. A ocupação e expansão urbana em Porto Alegre foi

seguindo o curso do arroio e, com isso, provocando alterações em suas feições fluviais. O aumento populacional implicou a retirada da vegetação e as construções de edificações na medida em que áreas da cidade foram sendo ocupadas. Sobre o aumento populacional da cidade pode ser visualizado no Quadro 5 a seguir.

Quadro 5: População por ano na cidade de Porto Alegre.

Ano	População
1872	43.998
1890	52.421
1900	73.674
1920	179.263
1940	272.232
1950	394.151
1960	641.173
1970	903.175
1980	1.158.709
1991	1.263.239
2003	1.360.033
2010	1.409.351

Fonte: IBGE

Atualmente, nota-se que a planície do arroio Dilúvio é cada vez mais tomada por empreendimentos, loteamentos e edificações. Essas construções e empreendimentos atendem e destinam-se a diversos fins, muitos desses empreendimentos avançam sob a planície fluvial, em especial, em área próxima do curso do arroio que não se encontra canalizado.

Assim, inserido em meio urbano, esse arroio passou por intensas intervenções ao longo dos anos, ocasionadas pelo adensamento populacional, crescente processo de urbanização em seu entorno, e também pelas obras de canalização que foram realizadas. Tais ações levaram, portanto, há uma transformação do cenário geomorfológico original do arroio.

4. CARACTERIZAÇÃO FÍSICA

4.1. Caracterização Geológica- Geomorfológica: A geologia da área de estudo

Para caracterizar a área de estudo sob o aspecto regional das unidades geológicas e geomorfológicas, recorre-se às unidades de morfoestruturas e morfoesculturas. Destaca-se aqui o trabalho de Suertegaray e Moura (2004), no qual ressaltam que o relevo é resultado da interação das forças endógenas e exógenas, sendo, portanto, formado a partir de combinações dessas forças. Para Suertegaray e Moura (2004, p. 11)

A ação predominante das forças endógenas forma os elementos morfoestruturais que, para serem interpretados, devem ser analisados a partir dos condicionantes tectônicos – estruturais. A noção de morfoestrutura está ligada está vinculada a influência da estrutura geológica na gênese do relevo. Já as morfoesculturas correspondem ao modelado de formas geradas sobre diferentes estruturas e sob a ação dos fatores exógenos.

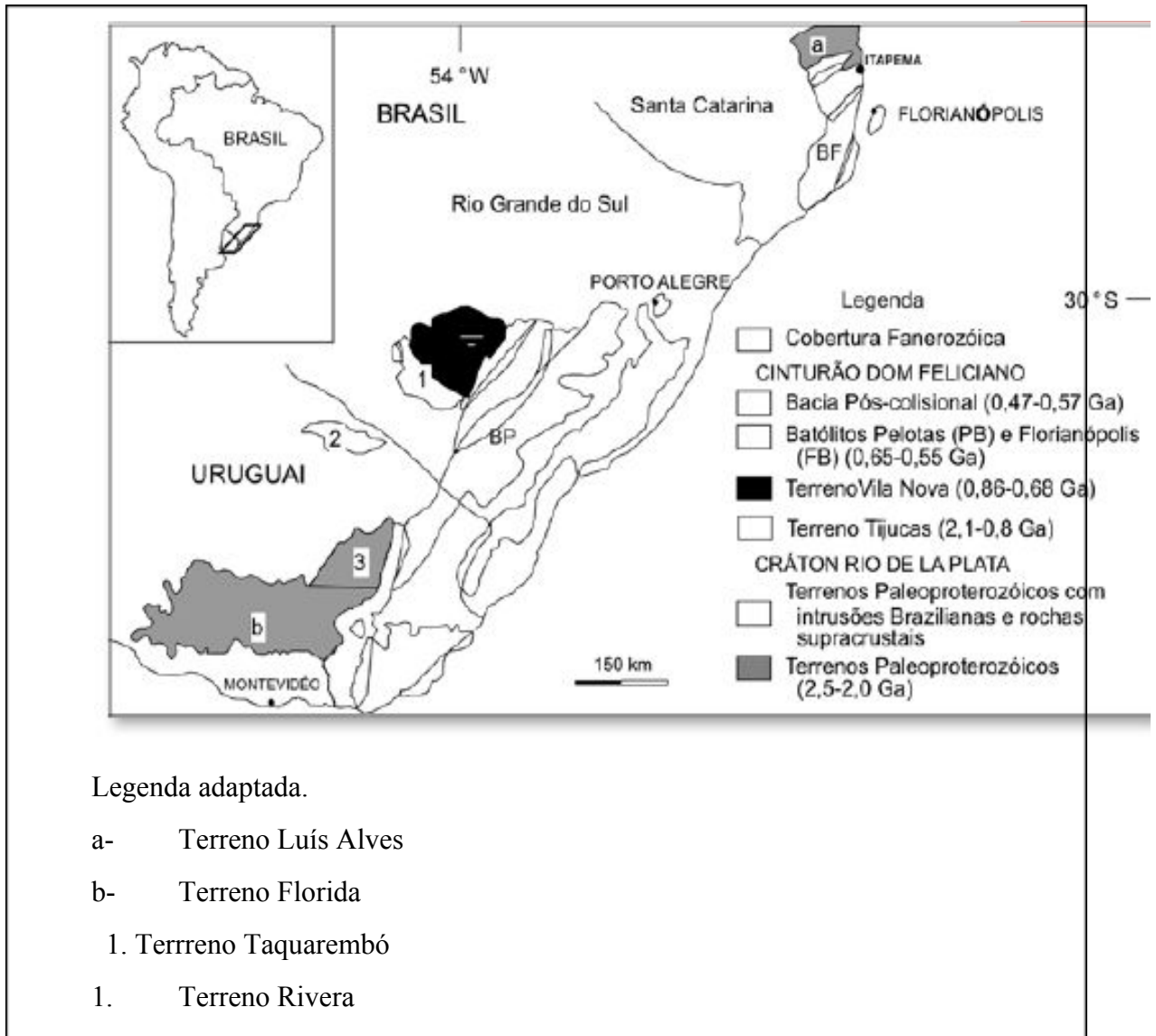
Partindo desses conceitos e analisando o mapa geológico do Rio Grande do Sul, é entendido que as morfoestruturas mais antigas do Estado, de acordo com Suertegaray e Moura (2004), são o Cráton Rio de La Prata e o Cinturão Dom Feliciano, cujas litologias são representadas por rochas ígneas e metamórficas; a Bacia sedimentar do Paraná, composta por rochas sedimentares e efusivas; e a Bacia sedimentar de Pelotas, que apresenta litologia do tipo sedimentar.

Das morfoestruturas citadas acima, são relevantes para a área da pesquisa as morfoestruturas do Cinturão Dom Feliciano e da Bacia Sedimentar de Pelotas.

As rochas que compõem o substrato de Porto Alegre fazem parte do denominado Batólito Pelotas, a principal unidade da antiga cadeia de montanhas conhecida como Cinturão Dom Feliciano (Hasenack. 2008).

A representação gráfica dessas unidades geológicas está representada na Figura 33:

Figura 33: Localização do Cinturão Dom Feliciano e do Batólito Pelotas no contexto geotectônico do Sul do Brasil e Uruguai:



Fonte: Hartmann (2007 *apud* Hasenack 2008)

O cinturão Dom Feliciano, de acordo com Fujimoto (2001), foi originado pela colisão entre dois antigos continentes - um sul-americano e outro africano. Os remanescentes desses antigos continentes são hoje representados pelos crátons Rio de La Plata, no Rio Grande do Sul e Uruguai, e Kalahari, na África do Sul.

A Bacia Sedimentar de Pelotas, segundo Villwock (1984) *apud* Fujimoto (2001), contém registros de todas as fases da abertura do Oceano Atlântico Sul produzidas pela fragmentação do Gondwana. A morfologia atual da costa foi modelada por sucessivos eventos

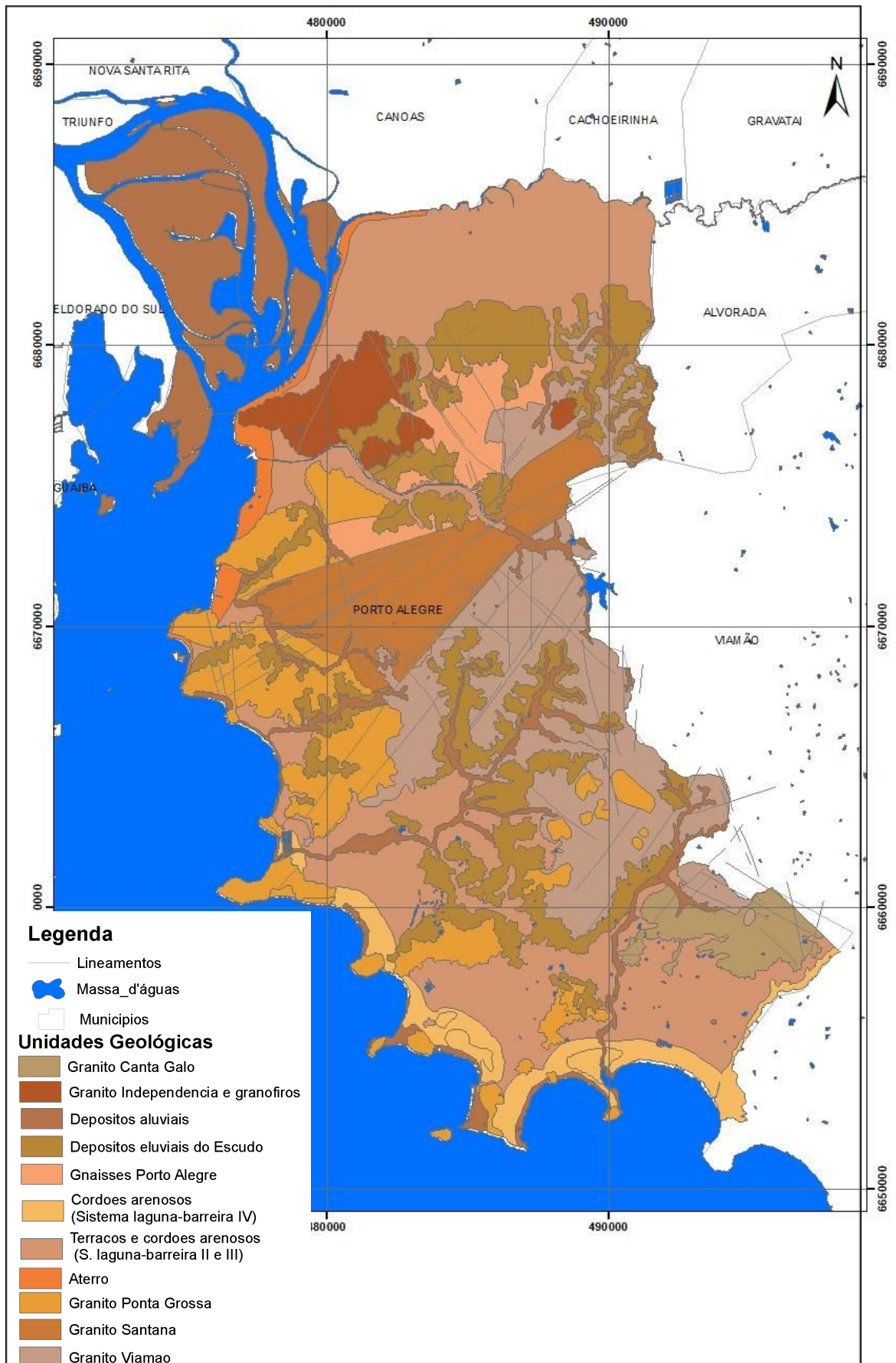
de subida e descida do nível do mar ocorridos desde 500 mil anos atrás. Para Fujimoto (2001.p. 68)

A variação do nível do mar tem, fundamental importância do estudo da Planície Costeira do Rio Grande do Sul, influenciando a formação do município de Porto Alegre e adjacentes, já que todo o seu desenvolvimento morfológico e geológico está diretamente influenciado pelas migrações da linha de praia durante as últimas épocas geológicas, determinando o aparecimento de ambientes costeiros de deposição.

Dentre as variações (transgressões marinhas) mais significativas abordando a área de estudo, segundo Fujimoto (2001), destaca-se a terceira transgressão marinha (120 mil anos atrás), pois nessa fase o Guaíba, que tinha ligação com o mar em estágio anterior (2ª transgressão marinha), transformou-se em um lago. Ocorreu o desenvolvimento de terraços fluviais onde situam-se os arroios e rios que compõem a rede hidrográfica atual, como a dos arroios Dilúvio e a do Salso e dos rios Gravataí, Jacuí e Caí.

A caracterização geológica nesta pesquisa abrangeu somente o município de Porto Alegre. As unidades geológicas do município de Porto Alegre podem ser visualizadas na Figura 34.

Figura 34: Unidades Geológicas do Município de Porto Alegre.



Fonte: Hasenak (2008). Adaptado por: SILVA, Katia Maria Pires da.

O conhecimento das unidades geológicas é imprescindível para identificar as morfologias do relevo terrestre como um todo. Para a presente pesquisa, optou-se por caracterizar somente a geologia da área de abrangência da bacia hidrográfica do Arroio Dilúvio. Na bacia hidrográfica do arroio Dilúvio em Porto Alegre são identificadas as seguintes unidades geológicas a partir do estudo feito por Hasenak (2008):

Gnaisses de Porto Alegre:

Estão representados por gnaisses tonalíticos e granodioríticos, com presença restrita de gnaisses dioríticos. Constituem uma área muito arrasada de relevo plano, localizando-se no extremo noroeste da folha de Porto Alegre (SH.22 – Y-B –III-2). Possuem região de contato com os Gnaisses de Porto Alegre os Granitos Viamão, Independência e Santana, locais esses em que estão quase totalmente encobertos pela urbanização.

Granito Viamão:

Corresponde à mais extensa unidade plutônica aflorante na região de Porto Alegre. Apresenta um relevo constituído por coxilhas, sem grande alongamento de vales ou áreas soerguidas. E podem ser descritos como migmatitos homogêneos. Os principais afloramentos desta unidade são pequenos campos de matacões, que apresentam, em geral, forma arredondada e podem ser visualizados em afloramentos encontrados na estrada da Lomba do Pinheiro e no campus da UFRGS, em Porto Alegre, e no distrito de Águas Claras, em Viamão.

Granito Ponta Grossa:

Aflora na porção oeste da Folha de Porto Alegre, na forma de pequenos corpos, contornando a margem do Guaíba, em bairros como Ipanema, Guarujá e Serraria. Sua mineralogia é composta por K- feldspato, plagioclásio e quartzo. Esse granito foi muito utilizado na construção civil como pedra de alicerce e de calçamento.

Granito Santana:

Possui forma alongada, constituindo a principal estrutura tectônica e feição geomorfológica de Porto Alegre, a denominada Crista de Porto Alegre (Atlas Amb. De Porto Alegre). Composicionalmente, o granito é um ortoclásio-microclinio granito. Composto por K- feldspato e quartzo. As maiores pedreiras para extração de brita foram feitas sobre o granito Santana.

Granito Independência:

Ocorre no extremo oeste da folha de Porto Alegre, tendo como principal exposição a antiga pedreira do Instituto Porto Alegre (IPA). Constitui-se de sienogranitos, com alguns termos monzograníticos. Sua mineralogia é composta por K- feldspato, quartzo e biotita.

Terraços e cordões arenosos (S. Laguna - barreira II e III)

Representados por sedimentos areno argilosos que ocorrem em banhados nas proximidades do Lami, na forma de aluviões ao longo dos arroios e na forma de feixes de restinga às margens do Guaíba.

Depósitos aluviais

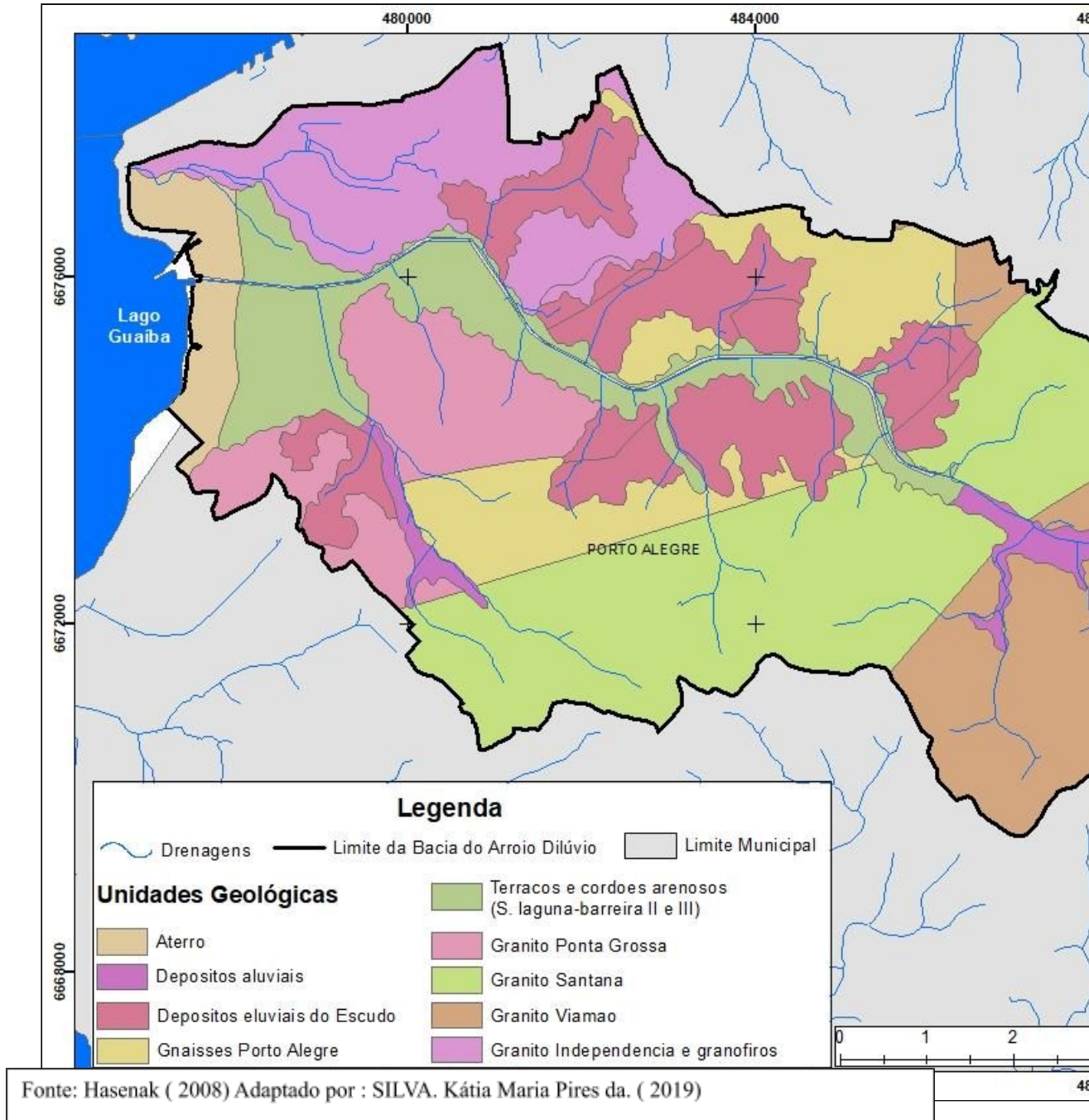
Estes depósitos representantes da formação Graxaim são sedimentos argilo-conglomeráticos e conglomeráticos. Localmente são recobertos por mantos coluviais e aluviais de paleossolos ferralíticos. São depósitos de fluxo de detritos.

Depósitos Eluviais do Escudo

Compostos por areias grossas, médias e finas, conglomerados ortoquartzíticos intercalados com lâmina areno-argilosas de tonalidade creme, castanho e cinza claro. Tais articulações se restringem às calhas aluvionares encaixadas em formações mais antigas. Depósitos como esses também são encontrados em trechos ao longo do Arroio Dilúvio.

A representação da distribuição das unidades geológicas na bacia hidrográfica do arroio Dilúvio pode ser visualizada na Figura 35.

Figura 35: Unidades geológicas da Bacia do Arroio Dilúvio

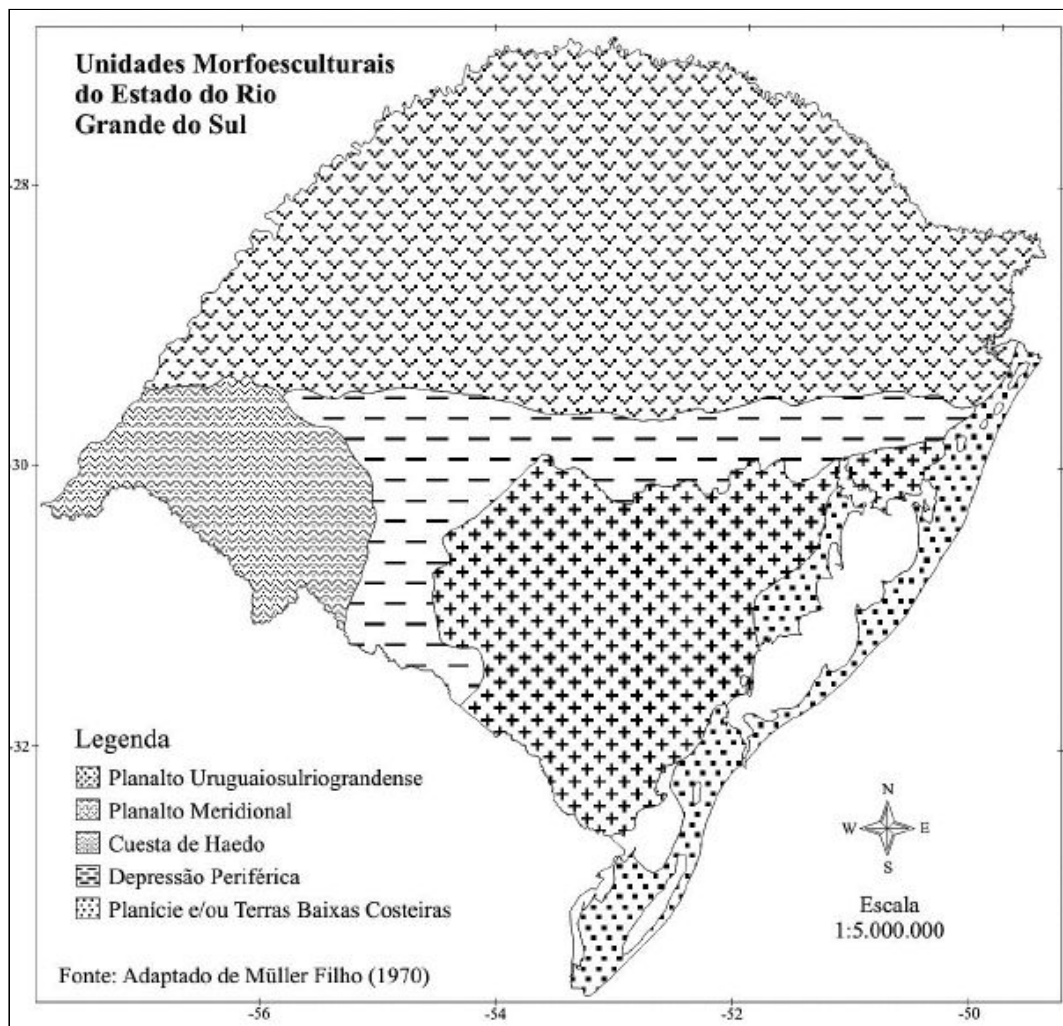


4.2. Geomorfologia da área de estudo

A compartimentação do relevo desta pesquisa é embasada no trabalho de Moura e Dias (2012), Dias (2011) e Fujimoto e Schmitz (2012), que seguem a proposta de mapeamento geomorfológico de Ross (1992).

Para Ross (1992), as morfoesculturas (2º Táxon) correspondem ao modelado de formas geradas sobre diferentes estruturas e sob a ação dos fatores exógenos, como a ação climática ao longo do tempo geológico. No Estado do Rio Grande do Sul, as cinco unidades morfoesculturais, de acordo com Moura e Dias (2012), são: Planalto Uruguaio Sul-Rio-Grandense, Planície e/ou Terras Baixas Costeiras, Cuesta de Haedo, Planalto Meridional e Depressão Periférica, de acordo com Suertegaray e Moura (2004). Na figura 36, é possível visualizar a distribuição das unidades morfoesculturais pelo estado do Rio Grande do Sul.

Figura 36 — Compartimentação geomorfológica do Rio Grande do Sul



Fonte: Adaptado por Suertegaray e Moura (2004) de Muller Filho (1970).

A escala da Figura 36, não permite visualizar com maiores detalhes as morfoestruturas presentes na área de estudo, contudo de acordo com a compartimentação do relevo proposta por Moura e Dias (2012) em Porto Alegre identificam-se as seguintes unidades morfoesculturais: Planalto Uruguaio Sul-rio-grandense, Planície e/ou Terras Baixas Costeiras e Depressão Periférica.

Para Moura e Dias (2012) e Fujimoto e Schmitz (2012), a cidade de Porto Alegre e Viamão está assentada nas morfoesculturas do Planalto Uruguaio Sul-rio-grandense, este representado, predominantemente, por rochas ígneas e metamórficas de idade Pré-cambriana sobre as morfoestruturas do Cráton Rio de La Plata e do Cinturão Orogênico Dom Feliciano, e da Planície e/ou Terras Baixas Costeiras, está assentada sob a morfoestrutura da bacia sedimentar de Pelotas.

O Planalto Uruguaio Sul-Rio-Grandense, de acordo com Moura e Dias (2012), destaca-se pelos caracteres tectônicos e litológicos de sua formação e por seus diferentes graus de dissecação, cujas altitudes médias, na região metropolitana de Porto Alegre, estão predominantemente em torno de 50m a 100m. Sua identificação morfológica está apresentada em formas de morros e colinas de dimensões variadas, situadas no centro do município. Para Dias (2011), de forma geral, os morros desse planalto possuem topos convexos, ocorrendo isoladamente morros de topos aguçados, configurando cristas. As vertentes são íngremes, apresentando manto de alteração pouco espesso e algumas áreas de rocha exposta.

A Planície e Terras Baixas Costeiras, segundo Moura e Dias (2012), estão representadas por padrões de formas semelhantes com disposição marinha e lagunar, configurando-se em uma área plana, homogênea, sem dissecação, onde dominam os modelados de acumulação representados predominantemente pelas planícies e terraços. Tais compartimentos possuem baixa altitude e pequena declividade e se localizam predominantemente nos limites norte, sul e oeste do município.

Em Porto Alegre e Viamão, a partir do recorte da Bacia Hidrográfica do arroio Dilúvio e da identificação das áreas do Planalto Sul-Rio-Grandense e Planície e Terras baixas costeiras, são identificados os seguintes padrões e formas de relevo (3º Táxon) estão representadas no Quadro 6:

- Padrão em Formas de Processos Atuais Tecnogênicos (Superfície plana tecnogênica)
- Padrão em Formas de Planícies Fluviais

- Padrão em Formas de Colinas com Topos Convexos
- Padrão em Formas de Colinas com Topos Planos e Convexos
- Padrão em Formas de Morros com Topos Convexos

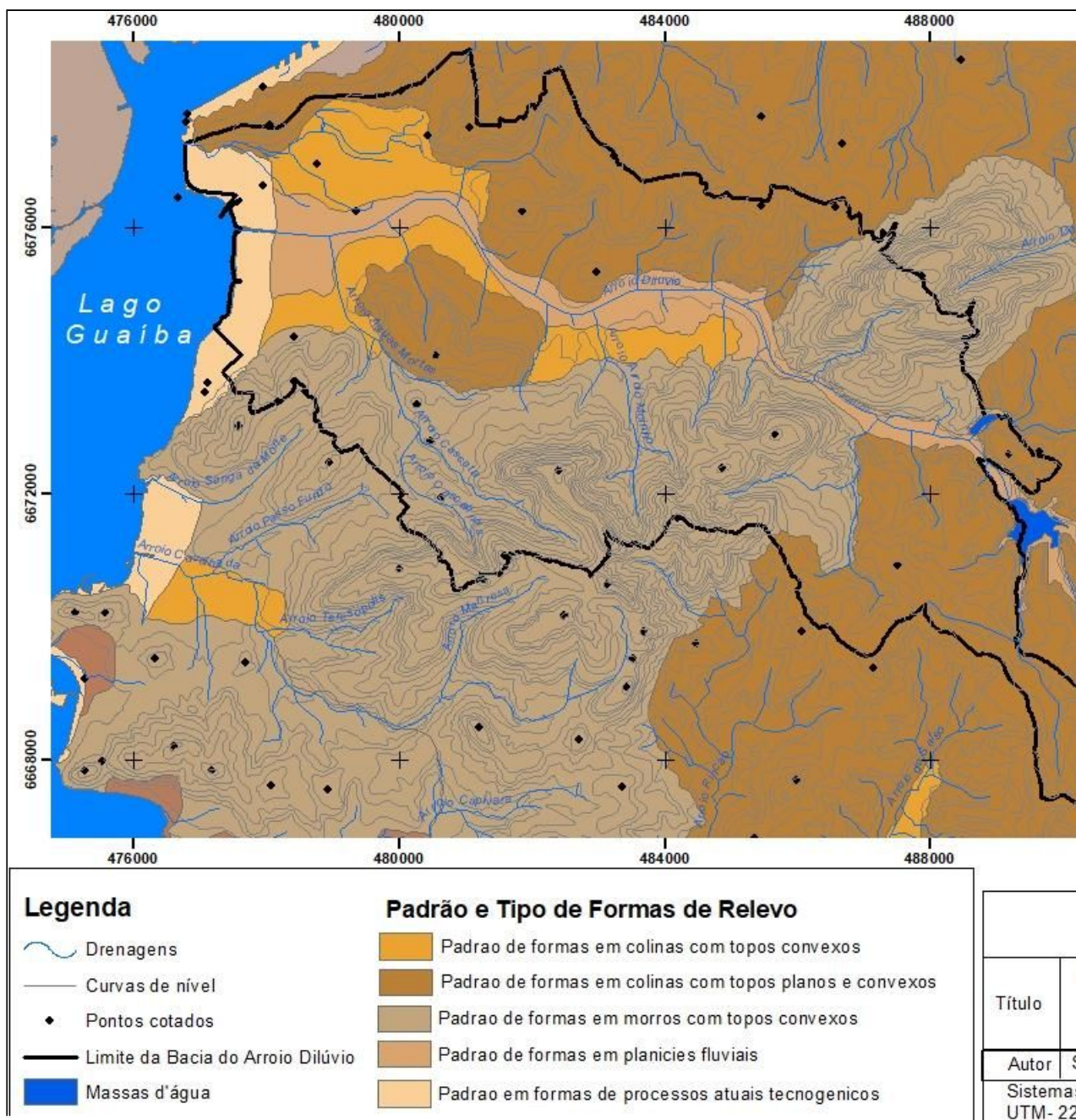
Quadro 6: Identificação das Morfoescultura e Padrões de Formas de Relevo

Morfoescultura	Padrões e Tipos de Formas de Relevo
Planalto sul Rio Grandense	<ul style="list-style-type: none"> ● Padrão em Formas de Processos Atuais Tecnogênicos (Superfície Plana tecnogênica) ● Padrão em formas de Planícies Fluviais
Planície e Terras baixas Costeiras	<ul style="list-style-type: none"> ● Padrão em formas de Colinas com Topos Convexos ● Padrão em Formas de Colinas com topos Planos e Convexos ● Padrão em Formas de Morros com Topos Convexos

Fonte: Moura e Dias (2012). Adaptado por: SILVA, Katia Maria Pires da.

A distribuição espacial destes padrões de formas semelhantes e tipos de formas de relevo podem ser visualizadas na Figura 37.

Figura 37: Mapa dos Padrões e Tipos de Formas de Relevo da Bacia Hidrográfica do Arroio Dilúvio



Fonte: Fonte: Moura e Dias (2012). Adaptado por: SILVA, Katia Maria Pires da.

- Padrão em Formas de Processos Atuais Tecnogênicos (Superfície plana tecnogênica):

O aterro de Porto Alegre foi construído pela deposição de material retirado de outras áreas e do remanejamento de material do próprio local. Esse padrão é composto por uma alongada faixa plana, criada à margem leste do Guaíba. É uma forma construída a partir do aterramento e retinização da orla. É uma superfície plana com declividade inferior a 2% e a altitudes de, no máximo, 30m representado na Figura 38:

Figura 38: Vista de parte do aterro em Porto Alegre, localizado em Padrão em Forma de Superfície Plana Tecnogênica, com destaque para foz do arroio Dilúvio.



Fonte: Jornal Zero Hora (2010)

- Padrão em formas de Planícies Fluviais:

Consiste em uma área plana de idade Holocênica, com declividades inferiores a 2%, situada ao longo de trechos de alguns arroios em Porto Alegre. São áreas com sedimentos da erosão e deposição fluvial que possuem predominantes inferiores a 20m. Constituído por areias grossas e conglomeráticas, decorrentes da ação fluvial.

- Padrão em formas de Colinas com Topos Convexos:

Esse compartimento compreende um conjunto de elevações com altitudes médias predominantes entre 50m a 80m. Formado por rochas graníticas com características texturais e estruturais que facilitam a percolação da água e, conseqüentemente, favorecem e intensificam a ação do intemperismo e de entalhamento fluvial. Em Viamão todo o padrão de colinas não ultrapassa a cota de 100m. Esse tipo de padrão corresponde ao mais antigo sistema deposicional do tipo laguna/barreira que se formou na planície costeira do RGS.

- Padrão em Formas de Colinas com topos Planos e Convexos:

A característica marcante desse compartimento é a configuração apresentada pelas formas de relevo em colinas de topos convexos e de topos planos e amplos com vales fechados (em V). Constituído por sedimentos procedentes dos granitos, em geral alterados com uma pequena cobertura de solo arenoso. Figura 39 a seguir:

Figura 39: Região Central de Porto Alegre sob o Padrão de Relevo em Forma de Colinas.



Fonte: Jornal Zero Hora (2015)

- Padrão em Formas de Morros com Topos Convexos:

Constituído por rochas graníticas, que formam um conjunto de morros com topos convexos e alguns aguçados, configurando cristas, com direção de NE- SW. Apresenta as maiores elevações do município em Porto Alegre com altitudes predominantes entre 210 a 240 m. O aspecto morfológico mais característico dos morros é apresentar topos convexizados e vertentes com segmentos predominantemente convexo retilíneo, cujas declividades médias são as mais elevadas.

Os topos e as altas vertentes dos morros em Porto Alegre, em sua maioria, são áreas pouco ocupadas pelas moradias urbanas e, de modo geral, apresentam vegetação exuberante na vertente voltada para o sul e cobertura vegetal de menor porte na vertente norte.

A representação desses modelados atualmente na cidade de Porto Alegre permite reconhecer parâmetros e analisar as feições do modelado a partir das intervenções antrópicas. Com a urbanização, os processos da morfodinâmica natural dos cenários ambientais são alterados e impera a velocidade com que são realizadas as intervenções antrópicas. Uma das primeiras ações para ocupação de territórios é a retirada de vegetação e, com isso, ao expor o solo, as taxas de infiltração diminuem e as de escoamento aumentam. Esse processo é ainda maior quando por ações antrópicas há a impermeabilização do solo.

Para Dias (2011) ainda, esses padrões de relevo podem ser divididos como modelados de dissecação (formas de morros e colinas) e de acumulação (formas de planícies e patamares planos). Os modelados de dissecação são aqueles nos quais predomina a morfodinâmica erosiva; já nos modelados de acumulação ocorre predominantemente a morfodinâmica de deposição de sedimentos. Para Fujimoto (2008), a morfodinâmica natural dos modelados de dissecação denota processos nos quais o escoamento superficial predomina em relação à infiltração.

Em Porto Alegre e Viamão, a identificação dos padrões e das formas de relevo semelhantes só é possível com apoio do mapa geomorfológico (Moura e Dias 2012), pois muitas das características ambientais dessas cidades já foram alteradas, em especial em Porto Alegre. Hoje, nota-se o reflexo das ações cumulativas humanas ao longo do tempo sobre o meio. A urbanização levou à ocupação de muitos locais, provocando alteração das características naturais, seja nos padrões de morros e colinas, seja no de planícies e patamares planos, que passam a apresentar feições exclusivas de ações antrópicas, como construção de pontes, aterros, cicatrizes de cortes, mudanças de drenagens, aterramento de arroio, entre outras.

- Clima

Os municípios de Porto Alegre e Viamão enquadram-se no clima subtropical úmido e apresentam as quatro estações do ano bem definidas. Porto Alegre está localizada nas seguintes coordenadas geográficas: Latitude 30° 1' 40" Sul, Longitude 51° 13' 43" Oeste. Sua altitude máxima chega aos 311m no Morro Santana. Já Viamão as coordenadas geográficas: Latitude 30° 5' 18" Sul, Longitude 51° 1' 26" Oeste, e situa-se a 89m de altitude. Essas duas cidades possuem a mesma classificação climática de Köppen (Cfa). O clima de Porto Alegre é controlado principalmente por massas de ar de origem tropical marítima (mt) e polar marítima (mp).

De acordo com o Grupo Executivo da Região Metropolitana (GERM) (1975), o vento predominante na região dos dois municípios é o nordeste, com velocidade média de aproximadamente 4,4 m/s. Durante o inverno, predominam os ventos do sul ou sudoeste, particularmente fortes, responsáveis pela correnteza lacustre costeira e, de forma direta, pela existência e evolução atual dos pontais arenosos costeiros que se desenvolvem para o leste, projetando-se para dentro da Laguna dos Patos.

- Vegetação

No Rio Grande do Sul estão presentes o Bioma Mata Atlântica e o Bioma Pampa, de acordo com Hasenack (2008). A vegetação de Porto Alegre tem características resultantes da integração de espécies que migraram de diferentes regiões da América do Sul, como a Amazônia, o Chaco, a Patagônia, o Pampa e a Mata Atlântica.

Para Menegat (1998), a vegetação natural de Porto Alegre está hoje preservada em áreas de maior dificuldade de ocupação urbana, como as encostas íngremes dos morros graníticos e as áreas úmidas do Delta do Jacuí e da porção sul do município. Os morros e o delta, graças a iniciativas de conservacionismo, permanecem com grandes áreas intocadas, mantendo os remanescentes da diversidade de flora e fauna existentes em todo o município.

Na figura 40, é possível visualizar o topo do morro Santana. Essa Unidade de Conservação Morro Santana é a sexta UC a abranger Porto Alegre foi criada no ano de 2004 e configura-se como área de refúgio para espécies ameaçadas de extinção.

Figura 40: Vista do topo do Morro Santana em Porto Alegre.



Fonte: Paulo Backes (2010)

Para Hasenack, predominam no município as áreas de Tensão Ecológica (54%), que correspondem à transição entre formações florestais, estres e pioneiras. As áreas das formações Pioneiras (45,06%) correspondem à vegetação que se estabeleceu sobre terrenos do quaternário, como campos e banhados e Floresta Estacional Semidecidual (0,4 %), denominada regionalmente de mata.

Da cobertura vegetal original, restam apenas 24, 1% de remanescentes, ainda que sob diferentes graus de antropismo; 10,2% de remanescentes campestres; e 13,2 % de remanescentes florestais. Praticamente em todo território municipal a vegetação natural foi substituída por algum uso antrópico (urbanização, mineração e agropecuária).

Quanto aos tipos de vegetação e sua distribuição na área de recorte da Bacia Hidrográfica do Arroio Dilúvio são identificados os seguintes tipos de vegetação a partir do trabalho de Hasenack (2008):

- Mata Nativa

É uma formação composta por espécies nativas, sem alteração significativa nos estratos inferiores e em bom estado de conservação. Ocorre principalmente ao longo dos morros e áreas inundáveis da margem do lago Guaíba e seus tributários.

- Mata nativa com vegetação Exótica

É uma formação arbórea composta predominantemente por espécies nativas, mas com presença de espécies exóticas (pinus, eucalipto, acácia, etc.) A presença destas espécies indica presença antrópica.

- Campo Nativo

Constitui uma formação de herbácea, composta por espécies nativas e com baixa pressão antrópica. Nas áreas bem drenadas destacam-se muitas espécies prostradas, que dão aspecto de gramados, com a superfície de solo bem coberto.

- Campo manejado

Formação herbácea submetida a pastejo ou a cortes periódicos, constituindo uma cobertura vegetal bastante homogênea. Típicas de áreas de criação de gado, áreas de lazer, gramados urbanos

- Bosque

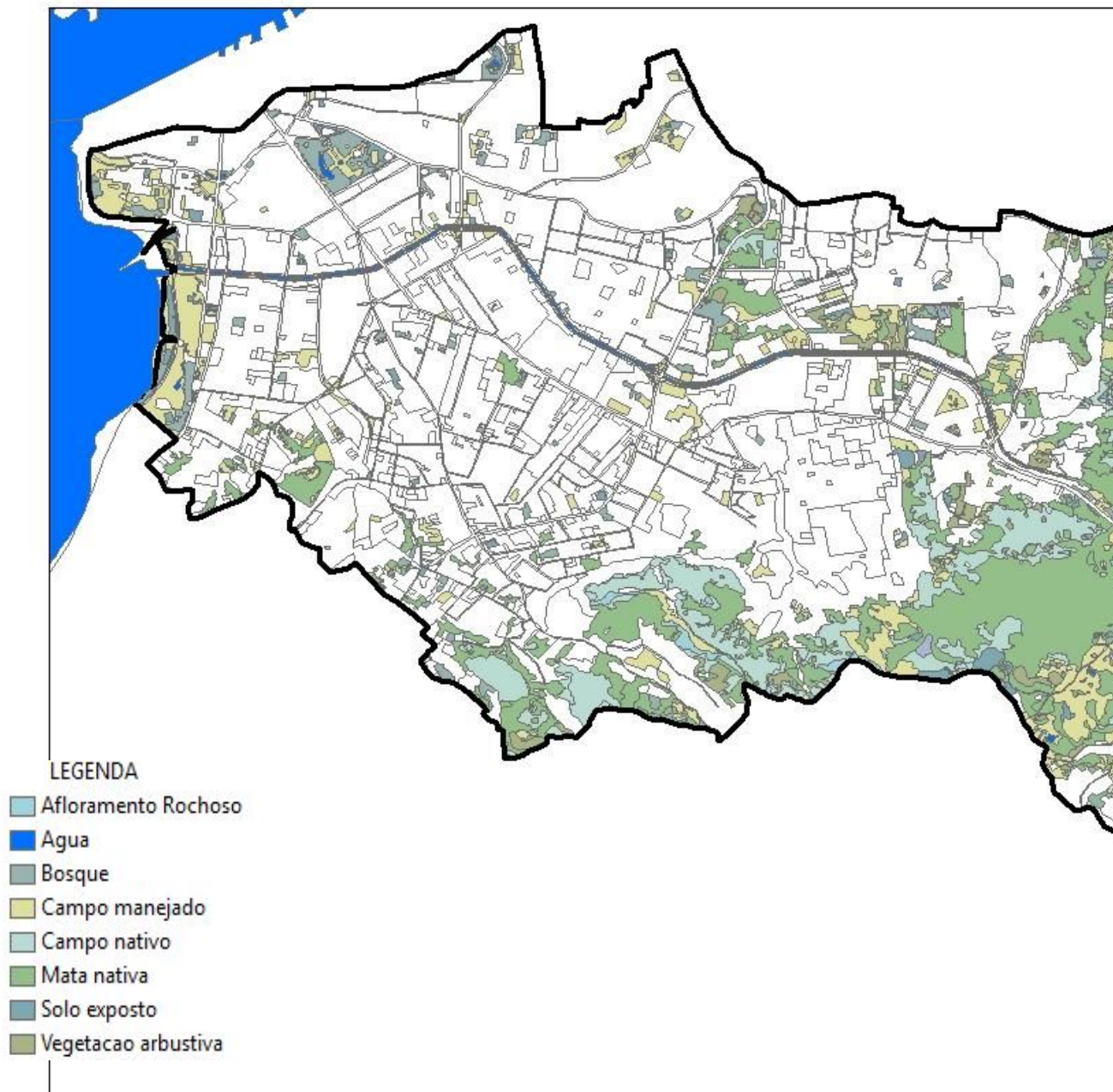
Formação arbórea tipo parque. Típica de áreas submetidas a pastejo ou utilizadas para lazer em parques e praças.

- Vegetação arbustiva

Formação arbórea- arbustiva, composta por mata em estágio intermediário de sucessão, com predomínio do estrato e presença de elementos arbóreos isolados. Ocorre em locais originalmente cobertos por mata que foram desmatados e posteriormente abandonado.

A distribuição espacial pode ser visualizada na Figura 41:

Figura 41: Distribuição dos tipos de Vegetação na Bacia Hidrográfica do Arroio Dilúvio



Fonte: Fonte: Moura e Dias (2012). Adaptado por: SILVA, Katia Maria Pires da.

5. RESULTADOS

Nesta etapa da pesquisa são apresentados os resultados levando em consideração os três períodos analisados e seus respectivos mapas.

Os mapas registram a projeção da área da planície fluvial para o ano de 1772, o curso original do arroio Dilúvio e os loteamentos já existentes para esse ano inicial de análise. Esse mapa representa o estágio pré-intervenção.

O mapa de 1956 representa o estágio de perturbação ativa, permitindo, através de cartas topográficas e fotografias aéreas, identificar a projeção da planície fluvial para o mesmo ano e parte do curso original do arroio Dilúvio, pois já haviam sido iniciadas as obras de canalização. Outras intervenções desse ano são o aumento da área de loteamentos na área da planície; terrenos aplainados, pontes e trapiches em toda a extensão do arroio também foram identificados.

Por fim, o mapa das intervenções antrópicas data do ano de 2010. Esse mapa representa o estágio de pós-perturbação. Entre as intervenções antrópicas identificadas estão: o trecho canalizado do arroio, a mancha urbana e loteamentos que ocupam parte considerável da planície fluvial, pontes, vias sob o curso original do arroio, entre outras. Entre as feições fluviais que foram possíveis identificar através das fotografias aéreas estão: bancos de sedimentos dispostos no leito do arroio, em especial no trecho canalizado, barras deposicionais de sedimentos nas duas margens do arroio em trechos em que não está canalizado e pontos de erosão.

5.1. Mapa da Morfologia Original da Planície Fluvial do Arroio Dilúvio

No mapa da morfologia original foi utilizado o limite da Bacia Hidrográfica do Arroio Dilúvio para auxiliar na abordagem. Ressalte-se que para elaboração desse mapa conservaram-se os demais tipos e padrões de formas de relevo extraídos do trabalho de Moura e Dias (2012), tendo sido inseridos no mapa de morfologia original para oferecer maior detalhamento da área de estudo. É importante também esclarecer que a área da planície fluvial do arroio Dilúvio para este estágio morfológico é uma projeção da possível área, uma vez que para o ano de 1772 não foram encontradas informações relevantes sobre a topografia, tampouco mapas temáticos sobre a planície. Para definir a área da planície fluvial foram

utilizados como critérios: a topografia e curvas de nível presentes na carta topográfica de 1939, a área constantemente inundada (com apoio de bibliografia específica) e a atual configuração das drenagens no limite da bacia hidrográfica do arroio.

Pelo contexto histórico analisado anteriormente, no ano de 1772 poucas intervenções antrópicas são identificadas na área da planície, pois neste período a ocupação do território era pífia e correspondia somente a áreas junto ao Lago Guaíba, na altura da desembocadura do arroio Dilúvio e estendendo-se em direção à Ponta da Cadeia. As edificações eram modestas e serviam, de modo geral, como residências.

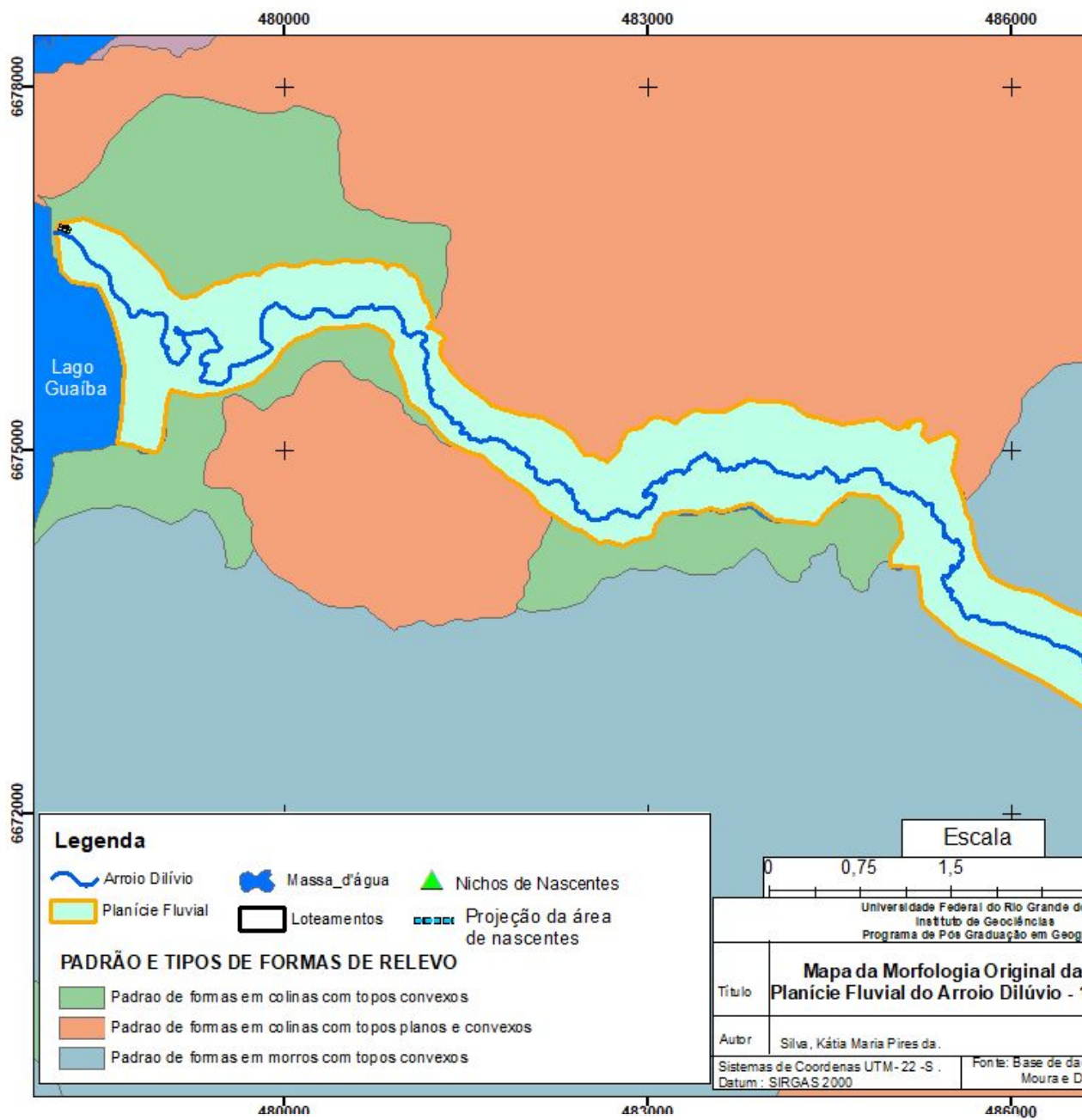
Quanto ao curso do arroio Dilúvio em meio à planície fluvial, esse apresentava canal do tipo meandrante - bastante sinuoso -, característica típica desse tipo de canal. Em especial próximo à foz suas curvas eram mais acentuadas.

Para Juvêncio (1958), a vegetação era do tipo arbustiva antes da ocupação humana e também devia ser densa, como o atestam Saint Hilaire em seus escritos e os moradores mais antigos. Com a ocupação humana, ela foi recuando mais e mais.

Nesse período, a mancha urbana é inexpressiva e só foi possível mapear os loteamentos com auxílio de fotografia da planta de 1772. Essa área de loteamentos/edificações localizava-se próximo ao curso original do arroio Dilúvio e representa, assim, o início da ocupação e posterior expansão urbana. Todavia, considera-se que a retirada de vegetação e a construção de uma ponte presente já na planta de 1772 são as intervenções antrópicas mais expressivas desse período. A população em 1740 era de 500 habitantes; em 1780, já registrava 1.500 habitantes, conforme bibliografia citada em capítulo anterior.

Quanto a áreas de nascentes, essas permaneciam preservadas. A figura 42, representa o mapa da morfologia original é apresentado na sequência.

Figura 42: Mapa da Morfologia Original da Planície Fluvial do Arroio Dilúvio 1772



Fonte: SILVA. Katia Maria Pires da.

5.2. Mapa da Morfologia e Intervenções Antrópicas na Planície Fluvial do Arroio Dilúvio – 1956

Para este mapa foram utilizadas as fotografias aéreas de 1956, a carta topográfica e, de maneira secundária, as imagens de satélite do Google Earth. Optou-se também por agrupar a representação da morfologia da planície fluvial e as intervenções antrópicas associadas. Com isso, no mapa elaborado em escala de detalhe foi possível espacializar e visualizar as feições identificadas por fotointerpretação. O mapa foi subdividido em dois, sendo identificado o trecho analisado de acordo com a leitura. No século XX, a planície fluvial do arroio Dilúvio já estava marcada com intervenções antrópicas expressivas em seu cenário ambiental.

A ocupação registrada ao longo dos anos foi se expandindo nas direções leste, norte e sul do território, ganhando maior expressão a partir da década de 1930. A cidade já apresentava infraestrutura consolidada e serviços como saneamento já eram implementados em muitos bairros. Os bairros Azenha, Cidade Baixa e Menino Deus eram os territórios mais ocupadas e próximos à planície fluvial do arroio Dilúvio. Nesses bairros era comum a ocorrência de enchentes - devido às cheias do arroio -, que causavam preocupação e danos à população local.

Em 1940, o município contava com cerca de 385 mil habitantes. Nesse período, a ligação rodoviária e aérea com o centro do Brasil foi incrementada, e a rede ferroviária para o interior do estado se expandia. Com relação à economia, seus índices de crescimento eram positivos para a indústria, a construção civil e as obras de urbanização. Nessa década, são iniciadas as obras de canalização do arroio Dilúvio, as quais foram sendo executadas a partir de área próxima à foz e constantemente inundada pelas águas do arroio. A canalização foi realizada no sentido da montante à jusante e seu ponto inicial foi feito a partir da Ponte da Azenha. A canalização sinalizava um incremento na modernização e urbanização da cidade, que já contava com bastante áreas construídas e impermeabilizadas. A pressão antrópica sobre as formas de relevo nesse período já avançava sobre o território da capital gaúcha, impulsionadas pelas obras de infraestrutura que estavam sendo realizadas.

Com as obras e vias sendo criadas, destacando-se a Avenida Ipiranga, via que margeia o arroio Dilúvio, cada vez mais lotes ao longo da planície foram sendo

demarcados. E antes das vias, esses locais eram impróprios à ocupação, pois não ofereciam estrutura, nem mesmo segurança para a população. Além da canalização, uma outra obra que afetou diretamente a dinâmica da planície fluvial foi a construção da represa Lomba do Sabão. Com as obras dessa represa, as áreas nascentes foram atingidas, e a área para represar a água antes ocupada por vegetação nativa foi submersa, alterando o cenário ambiental antes existente.

Em 1950, a população de Porto Alegre registrava 394.151 habitantes. A partir desse ano as atividades industriais ganham maior conotação na cidade, atraindo, dessa forma, maior contingente populacional em busca de trabalho. Consolidam-se, assim, as funções industrial e comercial do município. No ano de 1957 são realizados os trabalhos iniciais de uma outra grande obra à montante do curso fluvial do arroio Dilúvio: a construção da represa Mãe d'Água, que foi finalizada na década de 1960 e também impôs intervenções diretas nas áreas de nascentes do arroio.

O mapeamento da morfologia da planície fluvial para o estágio de perturbação ativa também é uma projeção e foi feita baseada em leitura específica e com auxílio das fotografias aéreas e cartas topográficas, ambas de 1956. A identificação das intervenções antrópicas e feições fluviais foi feita com a fotointerpretação das imagens de 1956. Ainda nesse mapeamento, subdividido em dois mapas, foi identificado que na área da antiga foz ainda havia fluxo de água; inclusive, nas fotografias eram vistas pequenas embarcações próximas à antiga foz, o que denota a dinâmica fluvial desse curso hídrico mesmo com a canalização já em andamento.

A planície fluvial do arroio já era bastante ocupada e povoada, pois foi uma área que abrigou os primeiros núcleos de povoamento. Além de edificações e loteamentos, havia também pontes e trapiches para passagem da população sob o arroio. Nestas imagens já é possível identificar a retificação do canal feito em 1905, que, segundo Franco (2006), tinha como objetivo aumentar o fluxo da água do arroio naquela área, uma vez que as constantes inundações eram motivo de preocupação e de muitos danos à população que residia naquele local.

Outro cenário que é possível identificar são as obras de canalização iniciadas em dezembro de 1939. A canalização já alcançava o Lago Guaíba e seguia no sentido da montante do arroio.

A mancha urbana no trecho A já ocupava mais da metade da extensão da planície e áreas de loteamentos/edificações predominavam com maior destaque nas áreas junto à foz e ao trecho do arroio já canalizado. No trecho A foi identificada a existência de 14 pontes/trapiches para passagem de pessoas. Foram identificadas também áreas aplainadas, indicando o preparo desses locais para a realização de obras. Vale destacar que tais áreas aplainadas foram identificadas em meio a espaços já bastante impermeabilizados.

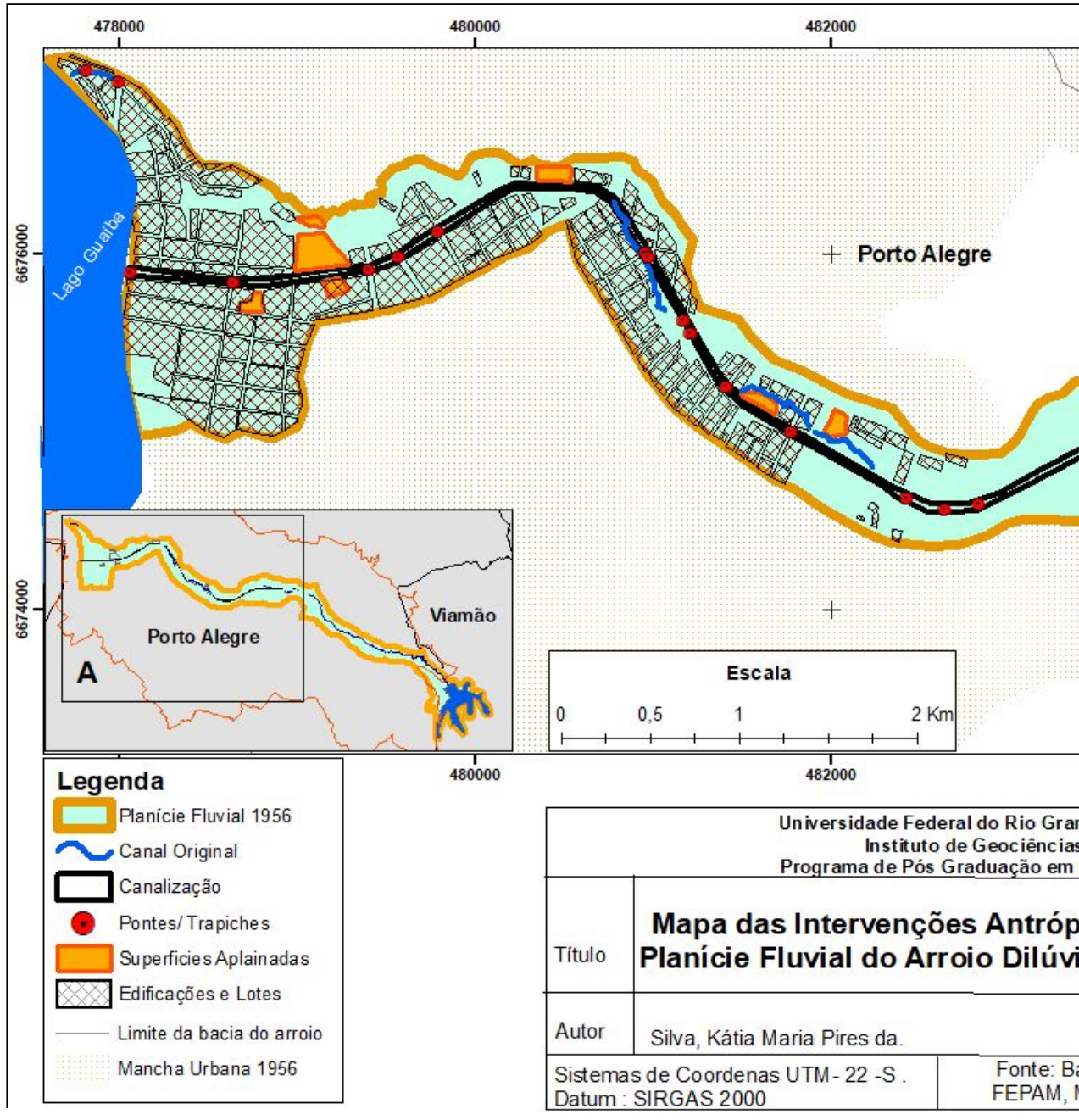
As feições fluviais nos mapas foram identificadas nos trechos A e B. No mapa de trecho A, há locais onde ainda havia fluxo de água do curso original do arroio, mesmo com a execução das obras de canalização. Foi possível visualizar, através das imagens inúmeras áreas com pontos de erosão, visto que a vegetação que ocupava as margens do arroio havia sido retirada para as obras de canalização e para a construção de edificações. No mapa de trecho B, através das fotografias aéreas, foi possível visualizar e mapear a área da represa Lomba do Sabão; além disso, pôde-se traçar o curso original do arroio Dilúvio que não foi canalizado. A obra de canalização para o ano de 1956 já alcançava a Avenida João Porto Vilanova. Tal obra alterou a curso fluvial original do arroio, aprofundou o canal e tornou-o retilíneo em boa parte de sua extensão.

Em todo o trecho já canalizado junto a planície fluvial a mancha urbana era identificada e constatando-se assim alterações significativas no cenário ambiental para aquele ano.

No mapa de trecho B, também foi identificada menor área ocupada por mancha urbana e menos loteamentos/edificações. As vias, pontes/trapiches, de mesmo modo, foram identificadas em menor número. Uma importante edificação já presente nesse período é a Escola de Agronomia pertencente à Universidade Federal do Rio Grande do Sul. A principal via de acesso à Escola de Agronomia e à represa Lomba do Sabão era pela então chamada Estrada do Mato Grosso, atualmente denominada de Avenida Bento Gonçalves.

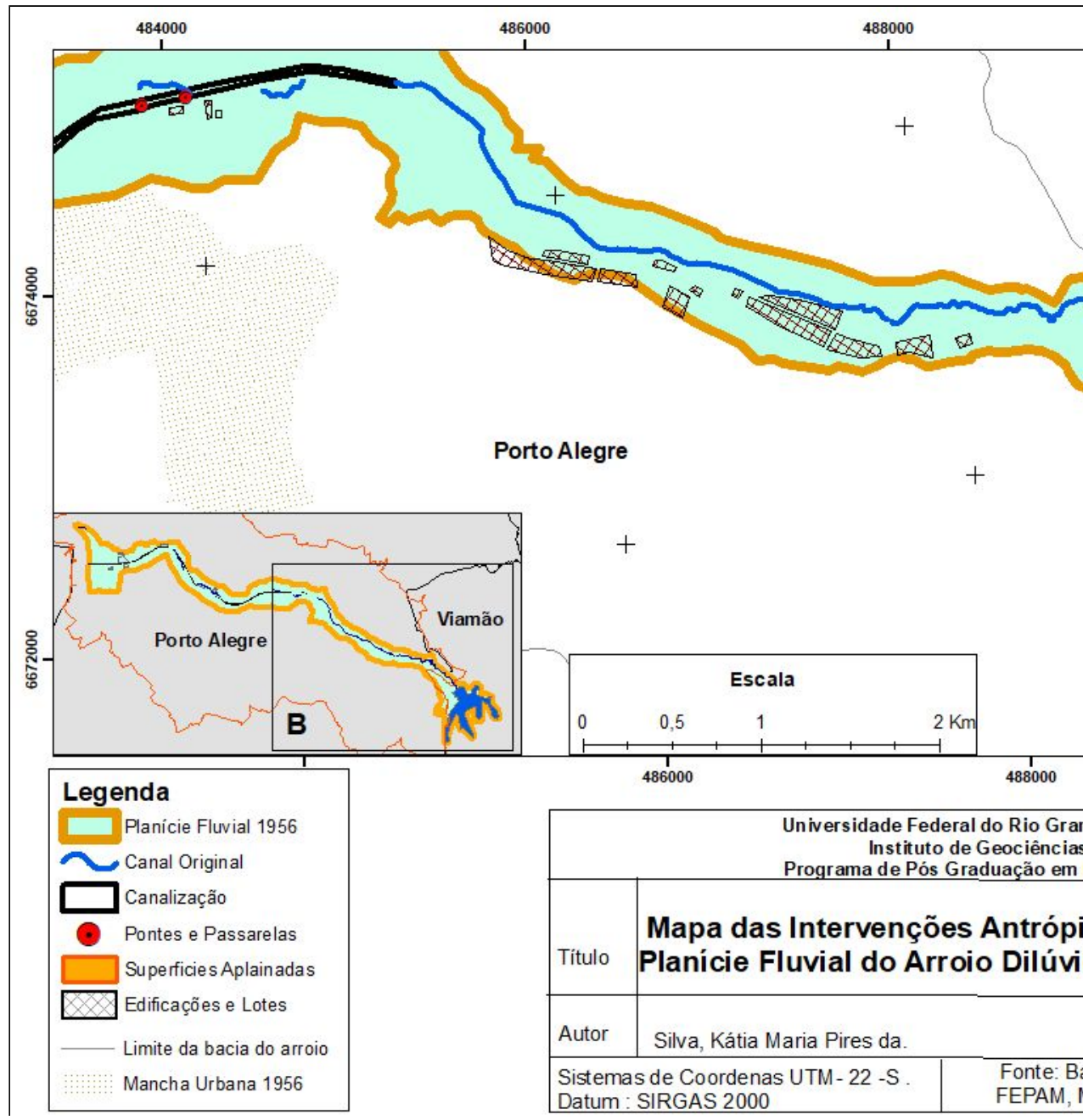
A figura 43, com o mapa da morfologia e intervenções antrópicas de 1956 com os trechos A e B é apresentada na sequência.

Figura 43: Mapa da Morfologia e Intervenções Antrópicas na Planície Fluvial do Arroio Dilúvio



Fonte: Produzido pela Autora

Figura 43: Mapa da Morfologia e Intervenções Antrópicas na Planície Fluvial do Arroio Dilúvio – 1



Fonte: Produzido pela Autora

5.3. Mapa das Intervenções Antrópicas na Planície Fluvial do Arroio Dilúvio – 2010

Este período representa o estágio de pós-perturbação na morfologia da planície fluvial. O mapeamento das intervenções antrópicas desse estágio de perturbação foi feito com apoio das fotografias aéreas do ano de 2010. Essas fotografias contam com alto nível de visualização e qualidade de imagem. Logo, foi possível mapear elementos adicionais aos já identificados na morfologia de 1956.

De 1956 a 2010 foram analisados 54 anos de história cumulativa das intervenções antrópicas na planície do arroio. Ainda na década de 1960, foram concluídas as obras da represa Mãe d'Água. As áreas de nascentes antes preservadas foram sendo pouco a pouco ocupadas pela população, motivada pela existência de vias e de espaços que foram desbravados por ocasião das obras de construção das duas represas.

Em 1955 é aprovado o projeto de construção de um grande aterro na área conhecida como Praia de Belas ou Caminho de Belas. Essa área já foi utilizada como cais entre a Ponte de Pedra e as imediações da Ponta da Cadeia. O aterro foi projetado com a justificativa de que a pouca profundidade do Guaíba naquela enseada aumentava o assoreamento. A morfologia atual do Aterro da Praia de Belas pode ser descrita como duas grandes áreas de parque divididas pela foz do arroio Dilúvio. A primeira, no sentido norte-sul, conforme a área do Parque Mauricio Sirotski Sobrinho, e a segunda já paralela à Av. Borges de Medeiros e limitada ao sul pelo Esporte Clube Internacional, que configura a área do Parque Marinha do Brasil. .

Em 1970, com o crescimento da cidade, foram criadas diversas vias e estradas na direção de outros municípios próximos à Porto Alegre. Um dos municípios beneficiados com a abertura dessas vias foi Viamão, que já no ano de 1970 apresentava população urbana em maior número do que a rural, de acordo com o IBGE. Esse município reúne em seu território as áreas de nascentes do arroio, integra a Região Metropolitana de Porto Alegre, que foi criada pela Lei Complementar Federal nº 14/1973 (BRASIL, 1973), e, segundo o último censo realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), de 2010, possui 4.032.062 habitantes. Pela sua proximidade com Porto Alegre, é comum o intenso fluxo pendular da população de Viamão à capital gaúcha. A ligação dessas duas cidades é feita pela RS 040, principal via entre os dois municípios, tendo seu

início localizado no limite entre os dois, em uma das pontes que cruzam o arroio Dilúvio. No Quadro 7, é possível verificar alguns dados estatísticos de ambas as cidades.

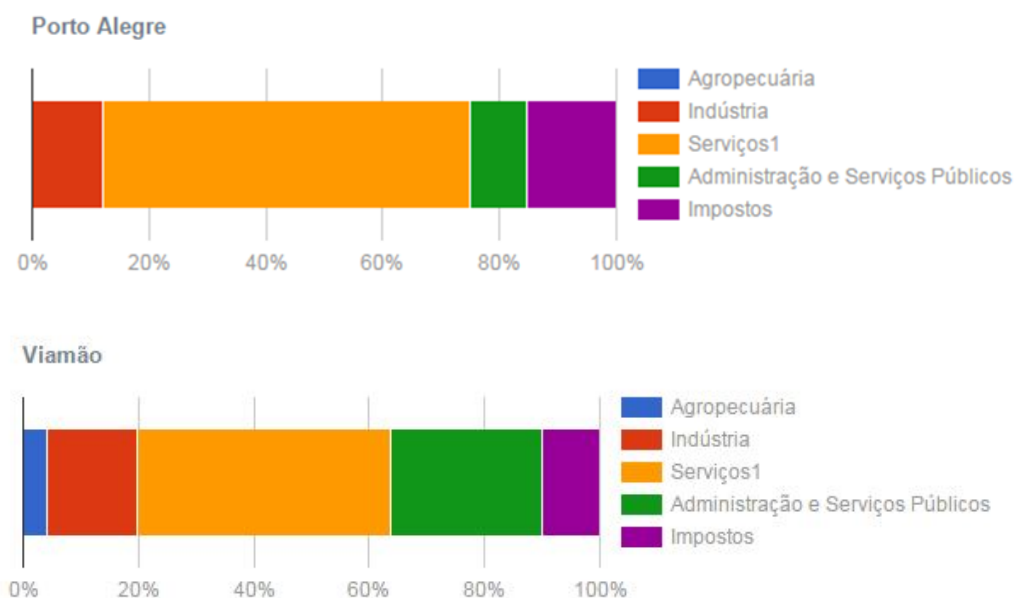
Quadro 7 – Dados de população, área territorial e densidade demográfica de Porto Alegre e Viamão

	População Censo 2010	Área da unidade territorial	Densidade demográfica 2010
Porto Alegre	1.409.351	496,682 km ²	2.837,53 hab/km ²
Viamão	239.384	1.497,094 km ²	159,91 hab/km ²

Fonte: Bases de dados IBGE.

Como pode ser verificado na tabela, o município de Porto Alegre possui uma população superior à de Viamão. Porto Alegre reúne em seu território as funções político-administrativas de capital do estado. Além disso, possui uma grande rede de serviços, bem como indústrias em seu perímetro urbano, situação que é refletida nos valores do Produto Interno Bruto (PIB). Nos gráficos a seguir, é possível verificar o valor do PIB para ambas as cidades.

Gráfico 1 – PIB de Porto Alegre e Viamão, 2013



Fonte: IBGE em parceria com os Órgãos Estaduais de Estatística, Secretarias Estaduais de Governo e Superintendência da Zona Franca de Manaus (SUFRAMA), 2013.

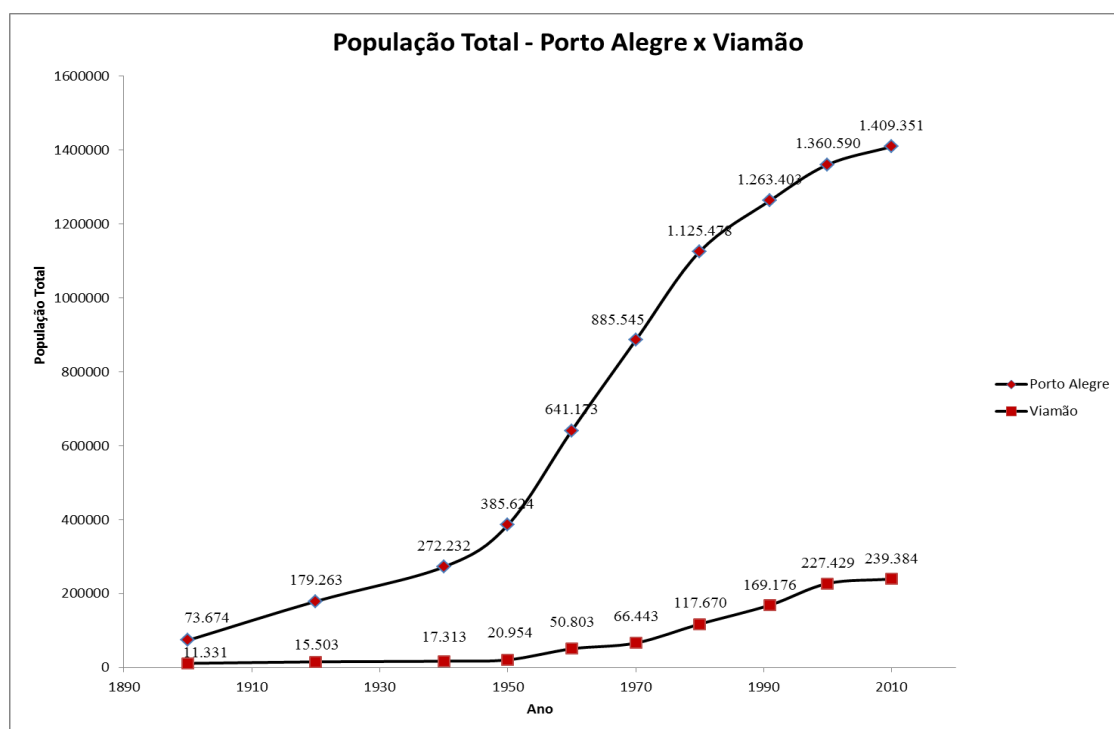
(1) Exclusive Administração e Serviços Públicos.

Nota 1: Os dados da série revisada (2010 a 2014) têm como referência o ano de 2010, seguindo a nova referência das Contas Nacionais.

As variáveis econômicas dos dois municípios apresentam características díspares em relação ao setor agrícola, pois, como é observado no gráfico 1, esse setor nem mesmo é integrado no quadro do PIB do município de Porto Alegre, diferentemente do que ocorre em Viamão. Em ambas as cidades, é destaque o setor de serviços como variável de maior participação no PIB municipal. Atualmente, o Estado do Rio Grande do Sul passa por uma série crise financeira, que afeta diretamente o PIB dos municípios, assim como o índice de empregabilidade da população.

Quanto aos índices populacionais, verifica-se a discrepância do número populacional entre os dois municípios no gráfico a seguir.

Gráfico 2 – População urbana de Porto Alegre e Viamão



Fonte: Base de dados IBGE.

Nas décadas de 1980 e 1990 há população urbana de Porto Alegre consolida-se e a mancha urbana passou a ocupar importantes áreas de relevo alterando significativamente o cenário ambiental de décadas anteriores. Data do fim da década de 1980, o fim da obra de canalização do arroio Dilúvio. Na figura 44, é possível visualizar o canal do arroio em sua parte canalizada.

Figura 44: Leito do arroio Dilúvio em trecho canalizado.



Fonte: SILVA. Katia Maria Pires da. (2019)

A Avenida Ipiranga via pensada e construída ao longo da construção do canal do Arroio Dilúvio tornou-se uma nova e importantíssima radial, que segue por 11 km ao longo do arroio, fazendo a conexão de dezenas de bairros, o que a torna quase equivalente a uma perimetral. Com sua construção, toda a área tornou-se valorizada, o que aumentou a especulação imobiliária. A avenida Ipiranga também é utilizada como tráfego de acesso do município de Viamão à Porto Alegre e, atualmente, estuda-se a possibilidade de extensão dessa avenida com vistas a reduzir os congestionamentos diários entre essas duas cidades. No entanto, além da dimensão dessa avenida estar ligada ao aumento da especulação imobiliária na região, sua possível ampliação deve causar ainda mais intervenções no arroio Dilúvio, em especial no curso ainda não canalizado. A Figura 45, é possível visualizar trecho do arroio.

Figura 45 — Parte de trecho canalizado do Arroio Dilúvio - Porto Alegre



Fonte: Jornal Zero Hora. (2018)

Em relação à fotointerpretação para o ano de 2010, por meio das fotografias aéreas foi possível identificar em toda extensão da planície fluvial do arroio Dilúvio a presença de loteamentos e diversos tipos de edificações, sejam edifícios de alto padrão, sejam casas de madeira. É válido destacar também que, com exceção das áreas de morros, a mancha urbana atinge quase todo o perímetro da bacia hidrográfica do arroio Dilúvio

Na medida em que o curso do arroio é analisado do sentido da montante à jusante, percebe-se o maior adensamento dessa mancha urbana, caracterizada também pela impermeabilização do solo. A ocupação da planície fluvial, como foi relatado ao longo deste trabalho, foi sendo realizada desde o estabelecimento dos primeiros núcleos de povoamento. As interferências sobre essa planície a alteraram e modificaram, de forma que é impossível uma reconfiguração.

Ainda com relação às interferências antrópicas identificadas no ano de 2010, foram também identificados maior número de pontes, trapiches e passarelas e trecho da via RS 040 sob o arroio Dilúvio.

Outra situação observada foi a deposição de resíduos de forma irregular em área da planície fluvial, em especial em locais pertos do canal do arroio próximo à represa da Lomba do Sabão. Foram identificados diversos pontos de disposição inadequada de resíduos. Essa situação se reflete em outros pontos ao longo do arroio, através das imagens. A disposição inadequada de resíduos é um dos maiores problemas ambientais, não apenas do arroio Dilúvio, mas também de muitos rios urbanos no Brasil. Frequentemente tubulações de esgotos irregulares despejam rejeitos diretamente no curso do arroio, provocando a poluição de suas águas. Atualmente, a água do arroio não é própria para consumo humano e a disposição de resíduos em seu canal fluvial é frequente.

Como uma maneira de conter os resíduos que atingem o lago Guaíba, foi estabelecida uma barreira ecológica no leito do arroio com vistas a barrar os resíduos. A figura 46, é possível visualizar a imagem do eco – barreira que atualmente é mantida por iniciativa privada.

Figura 46: Eco- barreira instalada no leito do arroio Dilúvio

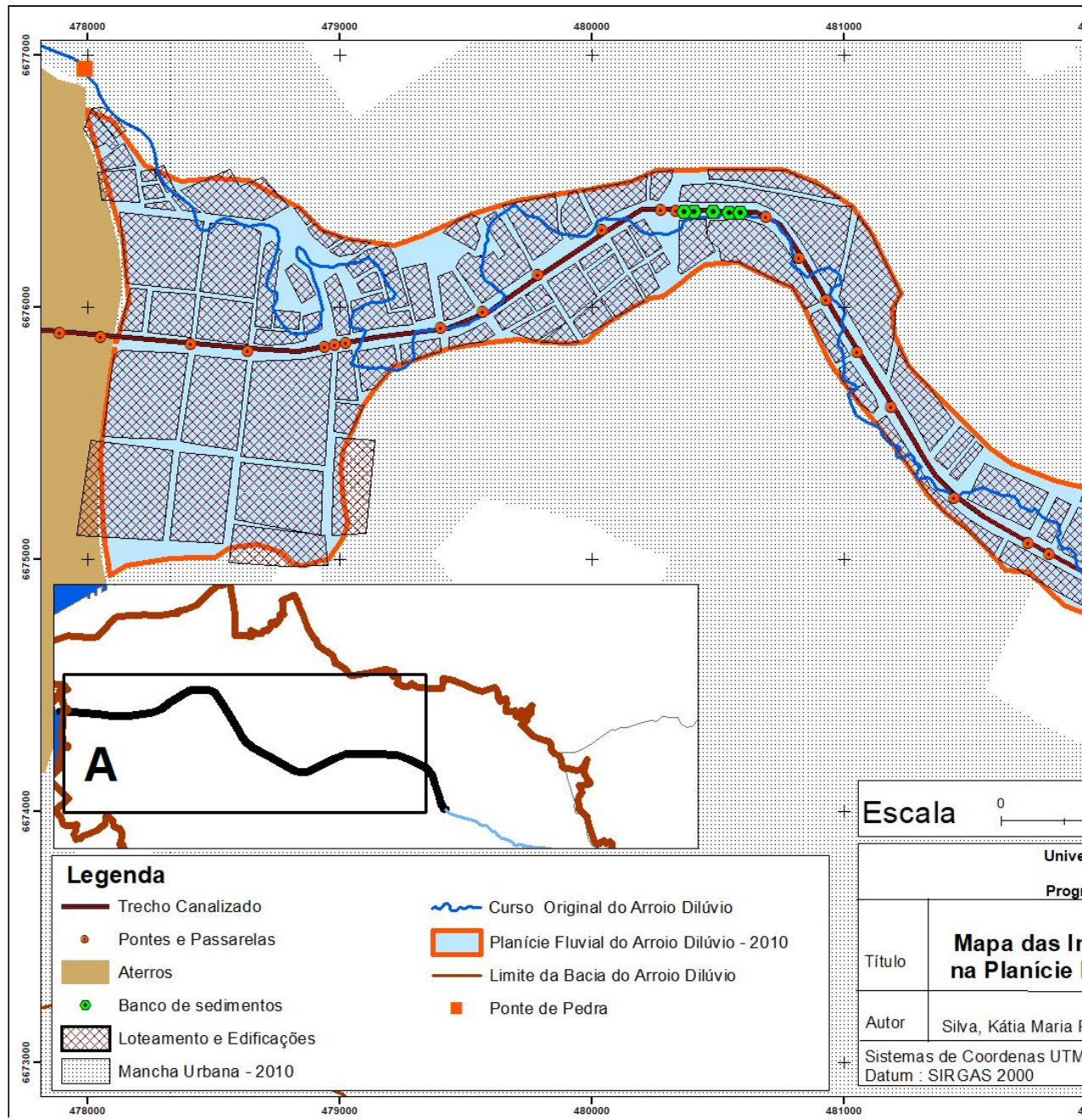


Fonte: Silva. Katia Maria P. da (2019)

Na fotointerpretação do ano de 2010, foi possível identificar feições típicas da dinâmica fluvial. Embora canalizado em quase toda a sua extensão, o arroio continua a desempenhar funções de transporte, erosão e deposição de sedimentos. A velocidade do escoamento, assim como as taxas de erosão e de deposição de sedimentos, é maior, uma vez que o canal foi retificado. Sobre as feições, foram identificados pontos de erosão, barras deposicionais e bancos de sedimentos no leito do arroio Dilúvio. O canal é do tipo retilíneo na sua parte canalizada. Já no trecho de sua morfologia original, apresenta-se com bastante irregularidade e perfil sinuoso. Os bancos de sedimentos muitas vezes encontram-se dispostos irregularmente pelo leito fluvial e, eventualmente, contam com presença de vegetação. Visando à melhoria dessa situação são feitas dragagens para retirar os sedimentos; contudo, esse serviço, que é desempenhado pela Prefeitura de Porto Alegre, muitas vezes não é realizado, até mesmo pelo fato de seu valor ser alto. É frequente ao longo do ano a identificação de muitos bancos de sedimentos, alguns desses foram pontuados no mapa das intervenções antrópicas para o ano de 2010.

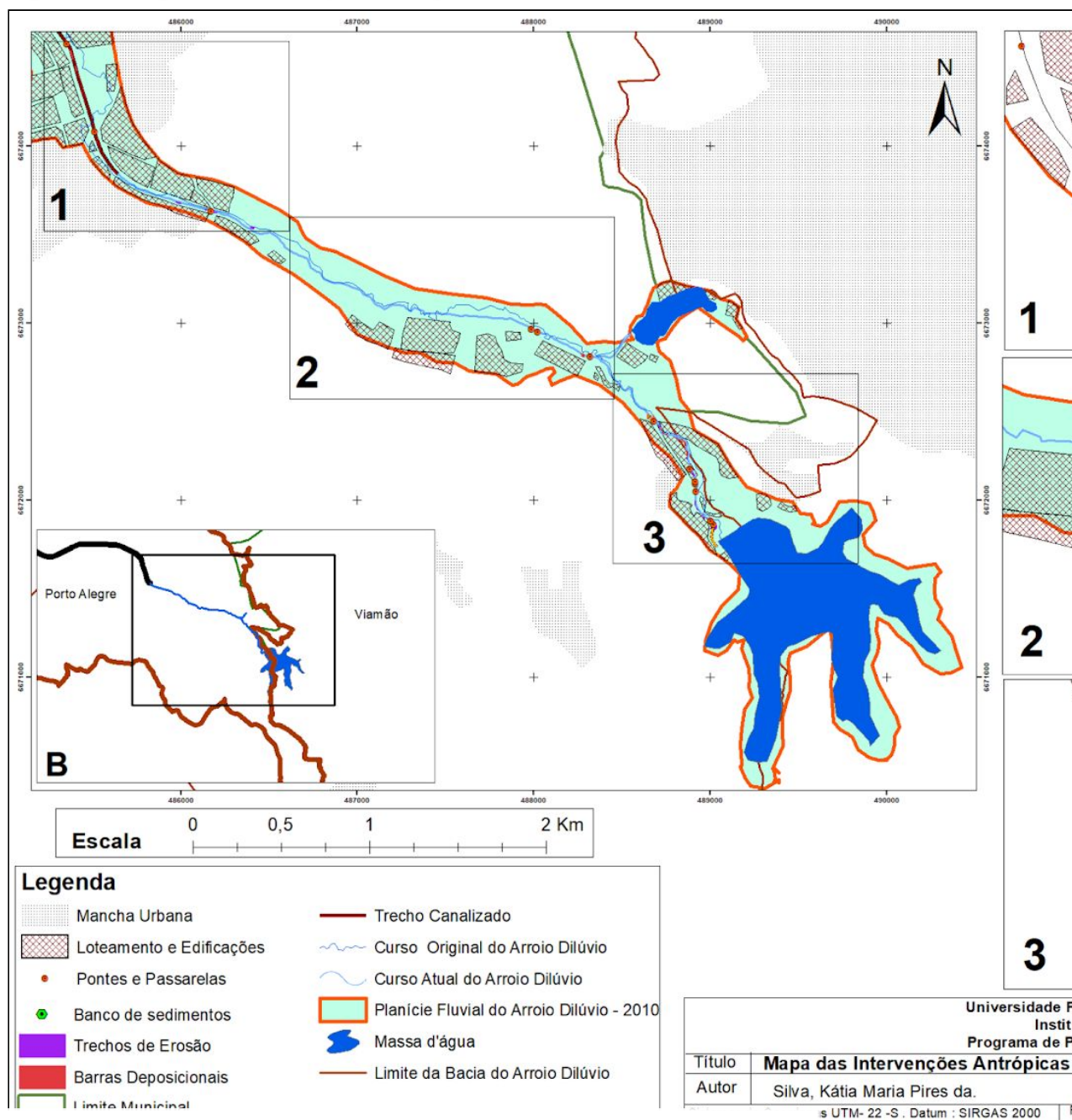
No ano de 2010, quatro obras de engenharia são identificadas junto à planície do arroio Dilúvio: as Represas Lomba do Sabão e Mãe d'Água, a canalização à qual foi submetido o arroio em 1940 e o aterro Praia de Belas. Quanto as obras para a construção de represas Christofolletti (2012) afirma que este tipo de obras rompe a sequência natural dos rios em três áreas distintas: a montante da barragem, o nível de base local transporte sólido, quando o assoreamento da desembocadura e no fundo do vale principal e afluentes. Quanto a canalização é uma obra realizada no sistema fluvial que envolve a direta modificação da calha do rio e desencadeia consideráveis impactos, no canal e na planície de inundação. A figura 47, registra o mapa das intervenções na planície fluvial do arroio Dilúvio é apresentado na sequência.

Figura 47: Mapa das intervenções antrópicas na Planície Fluvial do Arroio Dilúvio- 2010 – Trecho



Fonte: SILVA, Katia Maria P. da (2019)

Figura 47: Mapa das intervenções antrópicas na Planície Fluvial do Arroio Dilúvio- 2010 – Trecho



Fonte: SILVA. Katia Maria P. da (2019)

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho foi elaborado sob a égide de conhecimentos de cunho geomorfológico, com ênfase nos postulados da geomorfologia antropogênica e da cartografia geomorfológica retrospectiva. Com a interação dessas duas abordagens foram construídos os objetivos específicos da pesquisa, que primou por enfatizar a planície fluvial do arroio Dilúvio como área de estudo.

Com apoio de bibliografias específicas, foi realizada a caracterização do meio físico da área de estudo sob o contexto regional, através das análises geológica e geomorfológica, que serviram para identificar as principais feições morfológicas da área. A partir disso, foi realizada a contextualização histórica referente ao processo de ocupação e expansão urbana em Porto Alegre, com vistas a analisar as intervenções antrópicas na planície fluvial. Com esses estudos, foi possível demonstrar que a área da planície fluvial do arroio Dilúvio foi submetida à expansão da mancha urbana do município de Porto Alegre e, com essa expansão, a área da planície e o canal do arroio passaram por mudanças em suas morfologias e na dinâmica fluvial do arroio.

Para analisar essas transformações, novamente, foi fundamental contar com o registro de bibliografias e de fotografias aéreas. Esses recursos auxiliaram a dimensionar e mapear as alterações morfológicas e as intervenções antrópicas nos anos analisados. Logo, baseando-se em metodologia oriunda da geomorfologia antropogênica que investiga e analisa a morfologia original e antropogênica, elencaram-se períodos (estágios) de análises. Assim, buscou-se identificar os estágios de pré-perturbação, perturbação ativa e pós-perturbação.

Os resultados da pesquisa foram separados nesses estágios de análises: partiu-se do ano de 1772 como estágio de pré-perturbação, pois nesse ano não havia intervenções antrópicas significativas na área da planície. Em relação ao contexto histórico, era o período da ocupação por parte dos primeiros habitantes na cidade de Porto Alegre. O mapeamento foi feito baseado em Planta de 1772 da cidade.

Para o estágio de perturbação ativa, o ano de 1956 foi escolhido. Nesse ano, as intervenções antrópicas na planície eram intensas, com alteração nos processos e remoção de materiais. A planície e o arroio Dilúvio estavam sujeitos às obras de canalização que estavam em execução para aquele ano. A mancha de urbanização estendia-se por uma área bastante

considerável da cidade e também sobre a área da planície, quase acompanhando as obras de canalização, pois essa oferecia vias e novos territórios na cidade para serem ocupados e povoados. A área da planície já apresentava modificação diferente da área de 1772, pois, para o ano de 1956, foi registrada nas áreas de nascentes a construção da represa Lomba do Sabão, que afetou tais áreas. Outra mudança significativa diz respeito ao canal do arroio, pois o mesmo apresentava-se com meandros em 1772 e, em 1956, já possuía um trecho retificado.

O estágio de pós-perturbação é analisado para o ano de 2010, pois nesse período intervenções consideráveis na morfologia da planície estavam consolidadas e uma reconfiguração das feições antes existentes seria praticamente impossível, a julgar pelas características urbanas intensamente estabilizadas. Na área da planície fluvial foram identificadas novas intervenções, como a construção da represa Mãe d'Água e a finalização das obras de canalização. No ano de 2010, através de fotografias aéreas, também foram identificados loteamento/edificações no entorno das represas e do trecho do canal do arroio que não está canalizado.

No espaço de tempo dos anos analisados, foram identificadas também alterações nas feições fluviais. O arroio Dilúvio, que antes apresentava leito do tipo meandrante, passou a apresentar um trecho do tipo leito retificado a partir de 1956. Em 2010, por meio de fotografias aéreas, foram localizados trechos de erosão, bancos de sedimentos e barras deposicionais de sedimentos em leito. A ocorrência e disposição das feições citadas acima foi encontrada tanto em trechos do leito canalizado como nos trechos originais, que não estão canalizados.

A canalização do arroio Dilúvio, que alterou significativamente a morfologia de sua planície fluvial, revela também como planos urbanísticos e higienistas ao longo dos anos marcam a história da cidade. As intervenções foram pontuais e justificadas para implantação de estruturas para melhor ordenamento territorial, visando a regularizar o saneamento da cidade. Porto Alegre, em expansão, necessitava de obras e melhorias, que foram sendo planejadas e executadas com vistas a atender às demandas de agentes públicos e sociais. É importante salientar que durante todo o processo de expansão urbana a cidade de Porto Alegre registrou aumento de população urbana, a qual foi ocupando espaços na medida que vias eram abertas e novos territórios, ocupados.

É possível concluir, após a finalização da pesquisa, que pensar a cidade sob o ponto de vista ambiental não foi elencado, visto que os planos, projetos e as obras não levaram em consideração a preocupação com os cenários ambientais, gerando perdas ao ambiente, à flora

e à fauna. Assim, as intervenções antrópicas foram sendo impostas e sua magnitude e consequências devido à ocupação - em especial, com a expansão urbana - são representadas pelo avanço da urbanização junto à planície.

Cabe destacar aqui que as intervenções no arroio Dilúvio são amplas, permanecendo na atualidade seja com a ocupação das margens de seu canal, ainda não canalizado, seja com as propostas de expansão da Avenida Ipiranga, que, mesmo ainda em fase de discussões, já sofre especulação imobiliária

Outro entendimento possível de se inferir é o de que as questões históricas, morfológicas e espaciais que nortearam e configuraram esta pesquisa permitiram identificar a transformação do espaço urbano, atentando para a expansão da mancha urbana nas áreas da planície fluvial do Arroio Dilúvio. Essa expansão provocou alterações físico-espaciais de grandes conotações, impactando, assim, na transformação do cenário ambiental original.

Por fim, a análise geomorfológica orientada para a identificação das intervenções antrópicas em ambientes urbanos permite a compreensão das alterações ao longo dos anos e oferece conteúdo para estudos futuros sobre o arroio Dilúvio.

7. BIBLIOGRAFIA

AB´SÁBER, A. N. Um conceito de geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o Quaternário. **Geomorfologia**, São Paulo, n. 18, 1969. Disponível em: <<http://xa.yimg.com/kq/groups/14599993/294513207>>. Acesso em: 23 nov. 2016.

ANDERSON, P. S. **Fundamentos para fotointerpretação**. Rio de Janeiro: SBC, 1982

BIGARELLA, J. J. **Ambiente fluvial**. Curitiba: Editora Universidade Federal do Paraná, 1979. 189 p.

BERNARDES, J. A. Sociedade e Natureza. IN: **A questão Ambiental: Diferentes Abordagens**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005.

BERTRAND, G. Paysage et géographie physique globale: esquisse méthodologique. **Rev. Géograph. Pyrénées et du Sud-Ouest**, v. 39, n. 3, p. 249-272, 1968.

BOTELHO, R. G. M. Bacias hidrográficas urbanas. *In*: GUERRA, A. J. T. (Org.). **Geomorfologia urbana**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011. p. 71-110.

BURIM, C. W. **O caso da canalização do arroio Dilúvio em Porto Alegre: ambiente projetado x ambiente construído**. Disponível em < <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/17323>. Acesso em 25 jan. 2019

BRASIL. Lei complementar nº 14, de 8 de junho de 1973. Estabelece as regiões metropolitanas de São Paulo, Belo Horizonte, Porto Alegre, Recife, Salvador, Curitiba, Belém e Fortaleza. **Palácio do Planalto**, Brasília, DF, 8 jun. 1973. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LCP/Lcp14.htm>. Acesso em: 12 set. 2016.

_____. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Palácio do Planalto**, Brasília, DF, 28 maio 2012. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm>. Acesso em: 16 set. 2016.

_____. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da

Natureza e dá outras providências. **Palácio do Planalto**, Brasília, DF, 19 jul. 2000.
Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9985.htm>. Acesso em: 16 set. 2016.

MOG, W. ; ÁVILA, H. ; LÍVIA, C; PICCININI, S. **Análise morfológica de espaços urbanos em bacias hidrográficas: analisando o entorno do Rio Dilúvio em Porto Alegre. Cadernos Metrôpole**, v. 16, n. 31, p. 221-239, 2014. Disponível em <http://dx.doi.org/10.1590/2236-9996.2014-3110> . Acesso em : 12/12/2018.

CÂMARA, G.; DAVIS, C. (2000) Introdução ao Geoprocessamento. in: CÂMARA, G.; Davis, C.; Monteiro, A. M. V; Paiva, J. A.; D'Alge, J. C. L. (orgs.) **Geoprocessamento: teoria e aplicações**. Disponível em <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro>>. 5p.

CASSETI, Valter. Introdução à Geomorfologia. **Funape**, [2005]. Disponível em: <<http://www.funape.org.br/geomorfologia/cap1/>>. Acesso em: 18 nov. 2016.

CHRISTOFOLETTI, A. Aplicabilidade do conhecimento geomorfológico nos projetos de planejamento. *In*: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Org.). **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 7. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007. p. 415-437.

_____. **Geometria hidráulica**. São Paulo: [s.n.], 1976.

_____. **Geomorfologia fluvial**. São Paulo: Edgard Blucher/USP, 1980.

_____. Geomorfologia. *In*: VENTURI, L. A. B. (Org.). **Geografia: práticas de campo, laboratório e sala de aula**. São Paulo: Sarandi, 2011.

_____. **Geomorfologia**. São Paulo: EDUSP, 1974.

COELHO, Maria Célia Nunes. Impactos ambientais em áreas urbanas: teoria, conceitos e métodos de pesquisa. *In*: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Org.). **Impactos ambientais urbanos no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001.

CORRÊA, R. L. Espaço: um conceito-chave da geografia. *In*: CASTRO, I. E.; GOMES, P. C. C.; CORRÊA, R. L. (Org.). **Geografia: conceitos e temas**. Rio de Janeiro: Bertrand, 1995.

CUNHA, C. M. L. **A cartografia do relevo no contexto da gestão ambiental**. 2001. 128 f. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) — Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2001.

CUNHA, S. B. Canais fluviais e a questão ambiental. *In*: CUNHA, S. B.; GUERRA, J. T. (Org.). **A questão ambiental: diferentes abordagens**. 9. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2015.

CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. (Org.). **Geomorfologia do Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand-Brasil, 1998.

_____. Geomorfologia fluvial. *In*: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Org.) **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 10. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011. p. 211-252.

DIAS, T.S. **A expansão urbana sobre o relevo do município de Porto Alegre**. Porto Alegre: IGEO/UFRGS, 2011. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação). Disponível em <http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/32726>. Acesso em 09 de novembro. 2018

DEMEK, J. Generalization of geomorphological maps. *In*: DEMEK, J. (Org.) **Progress made in geomorphological mapping**. [S.l.:s.n.], 1967.

DIAS, T. S. **Análise das intervenções na morfologia original e na dinâmica geomorfológica em áreas alagáveis do município de Porto Alegre - RS**. 2014. 192 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) — Programa de Pós-Graduação em Geografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/95999>>. Acesso em: 14 out. 2018.

DIAS, T. S. **A Expansão da ocupação urbana sobre o relevo do município de Porto Alegre – RS**. 2011. 170f. Dissertação (Mestrado em Geografia) — Programa de Pós-Graduação em Geografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/95999>>. Acesso em: 18/12/18

DOUGLAS, I. **The urban environment**. London: Edward Arnold, 1983.

FELDS, E. Geomorfologia antropogenética. *In*: INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Boletim Geográfico**. Rio de Janeiro, 1957. p. 352-357.

FLORENZANO, T. G. Sensoriamento remoto para geomorfologia. *In*: FLORENZANO, T. G. (Org.). **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. p. 12-72.

FITZ, P. R. **Geoprocessamento sem complicação**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 160 p.

FRANCO, S. C. **Porto Alegre: guia histórico**. Porto Alegre: UFRGS, 2006.

FUJIMOTO, N. S. V. M. Considerações sobre o ambiente urbano: um estudo com ênfase na geomorfologia urbana. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, n. 16, p. 76-80, 2005. Disponível em: <http://www.geografia.fflch.usp.br/publicacoes/RDG/RDG_16/Nina_Simone_Vilaverde_Fujimoto.pdf>. Acesso em: 18 set. 2016.

FUJIMOTO, N. S. V. M. Implicações ambientais na área metropolitana de Porto Alegre - RS: um estudo geográfico com ênfase na geomorfologia urbana. **GEOUSP – Espaço e Tempo**, São Paulo, n. 12, 2002.

FUJIMOTO, N. S. V. M.; SCHMITZ, C. M. Mapeamento geomorfológico aplicado à análise ambiental do município de Viamão - RS. **Ciência e Natura**, v. 34, n. 2, p.113-138, 2012.

FUJIMOTO, N. S. V. M. **Análise ambiental urbana na área metropolitana de Porto Alegre –RS: Sub- bacia hidrográfica do Arroio Dilúvio**. Tese. Universidade de São Paulo. 2001

HAUSMAN, A. **Aspectos da Geografia Urbana de Porto Alegre: Crescimento Urbano**. In: Boletim Geográfico do Estado do Rio Grande do Sul. Ano VIII, nº 13 jan-dez, 1963

GONZÁLEZ, J. Projeto Rio la Piedad e Cidade Esportiva prometem devolver a Cidade do México sua relação com a água. **ArchDaily Brasil**, jan. 2014. Disponível em: <<http://www.archdaily.com.br/br/01-167419/projeto-rio-la-piedad-e-cidade-esportiva-prometem-devolver-a-cidade-do-mexico-sua-relacao-com-a-agua>>. Acesso em: 13 nov. 2016.

GOUVEIA, I. C. M. C. **Da originalidade do sítio urbano de São Paulo às formas antrópicas**: aplicação da abordagem da geomorfologia antropogênica na bacia hidrográfica do Rio Tamanduateí, na região metropolitana de São Paulo. 2010. 383 f. Tese (Doutorado em Geografia Física) — Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8135/tde-31012011-123012/pt-br.php>>. Acesso em: 17 nov. 2016.

GRUPO EXECUTIVO DA REGIÃO METROPOLITANA. **Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, 1975.

GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Org.). **Geomorfologia**: uma atualização de bases e conceitos. 2. ed. Rio de Janeiro: Bertrand-Brasil, 1994.

GUERRA, A. J. T.; MARÇAL, M. S. **Geomorfologia ambiental**: conceitos, temas e aplicações. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006.

GUERRA, A. T.; GUERRA, A. J. T. **Novo dicionário geológico-geomorfológico**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1997.

GUPTA, A. Geoindicators for tropical urbanization. **Anais da Regional Conference on Geomorphology**, Rio de Janeiro, 1999.

HASENACK, H.; WEBER, E.; MARCUZZO, S. (Org.). **Diagnóstico ambiental de Porto Alegre**: geologia, solos, drenagem, vegetação e ocupação. Porto Alegre: Secretaria Municipal do Meio Ambiente, 2008.

HAUSMAN, A. Aspectos da Geografia Urbana de Porto Alegre. **Boletim Geográfico do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, n. 13, p. 8-31, jan. /dez. 1963.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Áreas Urbanizadas**. IBGE, Rio de Janeiro, c2016. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geografia/geografia_urbana/areas_urbanizadas/default.shtm?c=8>. Acesso em: 12 dez. 2016.

INSTITUTO TRATA BRASIL. **Ranking do saneamento 2017**. São Paulo, 2017. Disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br/datafiles/estudos/ranking/2017/relatorio-completo.pdf>>. Acesso em: 5 mar. 2017.

_____. **Saneamento em áreas irregulares nas grandes cidades brasileiras**. São Paulo, 2016. Disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br/datafiles/estudos/areas-irregulares/volume2/book-areas-irregulares.pdf>>. Acesso em: 22 out. 2016.

JORGE, M. C. O. Geomorfologia urbana: conceitos, metodologias e teorias. *In*: GUERRA, A. J. T. (Org.). **Geomorfologia urbana**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011. p. 117-145.
JUVÊNCIO, Irmão. A Bacia Hidrográfica do Arroio Dilúvio. *Boletim Geográfico do Estado do Rio Grande do Sul*, Porto Alegre, v. 6, n. 6 e 7, pp. 87-95, jan.-jun. 1958.

JUVÊNCIO, I. A Bacia Hidrográfica do Arroio Dilúvio. **Boletim Geográfico do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, n. 6-7, p. 87-95, jan. /jun. 1958.

KAWAKUBO, Fernando Shinji; MORATO, Rúbia Gomes; MACHADO, Reinaldo Paul Pérez. Sistemas de informação geográfica. *In*: **Geografia: práticas de campo, laboratório e sala de aula**[S.l: s.n.], 2011.

LACERDA, H. **Contribuição ao conhecimento dos acidentes geológicos urbanos do estado de Goiás**. Submetido ao CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA, 11,2005, Florianópolis.

LIMA, C. R. **Urbanização e intervenções no meio- físico na borda da Bacia Sedimentar de São Paulo: uma abordagem geomorfológica**. Dissertação (Mestrado em Geografia Física). Departamento de Geografia – FFLCH- USP. São Paulo. 1990.

LOMBARDO, M. A. **Qualidade ambiental e planejamento urbano: considerações de método**. 1995. 530 f. Tese (Livre Docência) — Faculdade de Filosofia Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995.

LUZ, R. Alves. **Mudanças geomorfológicas na planície fluvial do rio Pinheiros, São Paulo, ao longo do processo de urbanização**. Tese (Doutorado em Geografia Física) — Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8135/tde-31012011-123012/pt-br.php>>. Acesso em: 23 fev. 2019.

MARQUES, J. S. Ciência geomorfológica. *In*: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Org.). **Geomorfologia: uma atualização de bases de conceitos**. 4. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.

MENEGAT, R. (Coord). **Atlas Ambiental de Porto Alegre**. Porto Alegre. ED. UFRGS. 2ªed. 1998

MOG, W.; CAMPOS, H. Á.; PICCININI, L. S. Análise morfológica de espaços urbanos em bacias hidrográficas: um olhar sobre o entorno do Arroio Dilúvio em Porto Alegre. **Cad. Metrop.**, São Paulo, v. 16, n. 31, p. 221-239, jun. 2014. Disponível em: <<http://revistas.pucsp.br/index.php/metropole/article/view/16691/14795>>. Acesso em: 11 out. 2016.

MONTEIRO, C. A. F. Clima. *In*: INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Geografia do Brasil**: grande Região Sul. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1968. v. IV, tomo I, p. 114-166.

MONTEIRO, Charles. **Porto Alegre e suas escritas**: histórias e memórias da cidade- Porto Alegre: EDIPUCRS, 2006.

MOURA, N. S. V. M.; DIAS, T. S. Elaboração do mapa geomorfológico do município de Porto Alegre - RS. **Ciência e Natura**, edição especial, v. 34, n. 2, 2012. Disponível em: <http://www.ecologia.ufrgs.br/labgeo/arquivos/downloads/dados/Geomorfologia_Porto_Alegre/Moura_&_Dias_2012_ciencia_e_natura.pdf>. Acesso em: 13 nov. 2016.

MOURA, N. V. S.; HASENACK, H.; SILVA, L. L. **Mapa geomorfológico dos municípios de Porto Alegre, Viamão e Alvorada - RS**. Porto alegre: UFRGS - IB - Centro de Ecologia, 2013. 1 mapa, color. Escala 1:150.000. Disponível em: <http://www.ecologia.ufrgs.br/labgeo/arquivos/downloads/dados/Geomorfologia_POA_Viamao_Alvorada/UTM/geomorfologia_POA_Viamao_Alvorada_150mil.pdf>. Acesso em: 14 out. 2016.

NIR, D. **Man, a geomorphological agent**: an introduction to anthropic geomorphology. Jerusalém: Ketem Pub House, 1983.

NUNES. Júlia Schiedeck, CÉ. Ana Rosa Sulzbach. **Avenida Ipiranga: Processo Evolutivo ao Longo do Século XX**. X Salão de Iniciação Científica PUCRS. Porto Alegre. 2009. Disponível em: http://www.pucrs.br/edipucrs/XSalaoIC/Ciencias_Sociais_Aplicadas/Arquitetura_e_Urbanismo/71395-JULIA_SCHIEDECK_NUNES.pdf . Acesso em: 19/11/2018

PARK, C. C. Man-induced changes in stream channel capacity. *In*: RIVER Channel Changes. John Wiley & Sons, 1977. p. 121-144.

PELOGGIA, A. U. G. **O homem e o ambiente geológico**: geologia, sociedade e ocupação urbana no município de São Paulo. São Paulo: Xamã, 1998.

RAUBER, V. José. **Prevenir é o melhor remédio: sistemas de proteção contra inundações e alagamentos de Porto Alegre**. Porto Alegre: Prefeitura Municipal, 1992.

RODRIGUES, C. A urbanização da metrópole sob a perspectiva da geomorfologia: tributo a leituras geográficas. *In*: CARLOS, A. F. A.; OLIVEIRA, A. U. (Org.). **Geografias de São Paulo**: representação e crise da metrópole. São Paulo: Contexto, 2004.

RODRIGUES, C. Avaliação do impacto humano da urbanização em sistemas hidrogeomorfológicos: desenvolvimento e aplicação de metodologia na Grande São Paulo.

Revista do Departamento de Geografia, São Paulo, n. 20, p. 111-125, 2010. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/47245/50981>>. Acesso em: 22 nov. 2016.

_____. **Geomorfologia aplicada**: avaliação de experiências e de instrumentos de planejamento físico-territorial e ambiental brasileiros. 1997. Tese (Doutorado) — Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

_____. Morfologia original e morfologia antropogênica na definição de unidades espaciais de planejamento urbano: exemplo na metrópole paulista. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, v. 17, p. 101-111, 2005. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/47278/51014>>. Acesso em: 12 dez. 2016.

RODRIGUES, C.; GOUVEIA, I. C. M. C. Importância do fator antrópico na redefinição de processos geomorfológicos e riscos associados em áreas urbanizadas do meio tropical úmido. Exemplos na Grande São Paulo. *In*: GUERRA, A. J. T.; JORGE, M. C. O. (Org.). **Processos erosivos e recuperação de áreas degradadas**. São Paulo: Oficina de textos, 2013.

RODRIGUES, S. C. **Análise empírico-experimental da fragilidade do relevo-solo no cristalino do Planalto Paulistano**: sub-bacia do Reservatório Billings. 1998. 267 f. Tese (Doutorado) — Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

ROSS, J. L. S. **Ecogeografia do Brasil**: subsídios para o planejamento ambiental. São Paulo: Oficina de textos, 2006.

ROSS, J. L. S. **Geomorfologia**: ambiente e planejamento. São Paulo: Contexto, 1990.

_____. **Geomorfologia**: ambiente e planejamento. 9. ed. São Paulo: Contexto, 2012.

_____. O registro cartográfico dos fatos geomorfológicos e a questão da taxonomia do relevo. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, v. 6, p. 17-29, 1992. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/47108/50829>>. Acesso em: 11 mar. 2016.

ROSSATO, M. S.; SUERTEGARAY, D. M. A. Repensando o tempo da natureza em transformação. **Ágora**, v. 6, n. 2, p. 93-98, 2000.

ROSSATO, M. S.; SILVA, D. L. M. A reconstrução da paisagem metropolitana de Porto Alegre: o tempo do homem e a degradação ambiental da cidade. *In*: VERDUM, R.; BASSO, L.; SUERTEGARAY, D. (Org.). **Rio Grande do Sul**: paisagens e territórios em transformação. Porto Alegre: UFRGS, 2004.

SANTOS, F. Antropogeomorfologia urbana. *In*: GUERRA, A. J. T. (Org.). **Geomorfologia urbana**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.

SANTOS, G. F.; PINHEIRO, A. Transformações geomorfológicas e fluviais decorrentes da canalização do Rio Itajaí-açu na divisa dos municípios de Blumenau e Gaspar (SC). **Revista Brasileira de Geomorfologia**, ano 3, n. 1, p. 1-9, 2002. Disponível em: <<http://www.lsie.unb.br/rbg/index.php/rbg/article/view/10/8>>. Acesso em: 13 nov. 2016.

SANTOS, M. **Técnica, espaço, tempo**: globalização e meio técnico-científico informacional. São Paulo: HUCITEC, 1994.

SANHUDO, A. Veiga. **Porto Alegre: crônicas da minha cidade**. V.2. Porto Alegre, Editora Movimento, 1961.

SCHIER, Raul Alfredo. Trajetórias do conceito de paisagem na geografia. **R. RA'E GA**, Curitiba, n. 7, p. 79-85, 2003. Disponível em:
<<http://revistas.ufpr.br/raega/article/viewFile/3353/2689>>. Acesso em: 28 nov. 2016.

SILVA, J. X. da. **Geoprocessamento e Análise Ambiental**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.

SILVEIRA, A. L. L. *et al.* (Org.). **Programa de revitalização da Bacia do Arroio Dilúvio**: plano de ação. Porto Alegre: [s.n], 2012. Disponível em:
<https://plone.ufrgs.br/arriodiluvio/plano-de-acao/at_download/file>. Acesso em: 23 out. 2016.

SOTCHAVA, V. B. **O estudo de geossistemas**: métodos em questão. São Paulo: USP, 1977.

SOUZA, C. F., MULLER, D. M. Porto Alegre e sua evolução urbana. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 2007

SOUZA, M. L. **ABC do desenvolvimento urbano**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005.

SUERTEGARAY, D. M. A. Espaço geográfico uno e múltiplo. **Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales**, Barcelona, n. 93, 15 jul. 2001. Disponível em:
<<http://www.ub.edu/geocrit/sn-93.htm>>. Acesso em: 18 nov. 2016.

_____. Geografia física e geografia humana: uma questão de método - um ensaio a partir da pesquisa sobre arenização. **GEOgraphia**, Niterói, v. 12, n. 23, 2010. Disponível em:
<<http://www.uff.br/geographia/ojs/index.php/geographia/article/view/337/280>>. Acesso em: 18 nov. 2016.

SUERTEGARAY, D. M. A.; FUJIMOTO, N. S. V. M. Morfogênese do relevo do Estado do Rio Grande do Sul. *In*: VERDUM, R.; BASSO, L. A.; SUERTEGARAY, D. M. A. (Org.). **Rio Grande do Sul**: paisagens e territórios em transformação. Porto Alegre: UFRGS, 2004. p. 11-26.

SUERTEGARAY, D. M. A.; NUNES, J. O. R. A natureza da Geografia Física na Geografia. **Terra Livre**, São Paulo, n. 17, p. 11-24, 2. sem. 2001. Disponível em:
<<https://web.ua.es/va/giecryal/documentos/documentos839/docs/a-natureza-da-g-f-na-geografia.pdf>>. Acesso em: 22 nov. 2016.

SUGUIO, K. 2003. **Geologia Sedimentar**. Edgard Blücher /EDUSP, São Paulo. 1973 400p.

TRICART, J. **Paléoclimats et terraces quaternaires**. Paris: CR-Sommaire des Séances, Société Géologique de France, 1966.

_____. **Précis de geomorphologie**: geomorphologie structurale. Paris: SEDES, 1968.

TUCCI, C. E. M. **Águas urbanas**. São Paulo, v. 22, n. 63, p. 97-112, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142008000200007>. Acesso em: 12 nov. 2016.

_____. **Hidrologia**: ciência e aplicação. Porto Alegre: ABRH/UFRGS, 1997.

VIEIRA, Daniele Machado. **Territórios negros em Porto Alegre (1800- 1970): geografia histórica da presença negra no espaço urbano**. 2017. Dissertação de mestrado. Disponível em <<https://lume.ufrgs.br/handle/10183/177570>>. Acesso em 25 jan. 2019.

VICENTINO, Cláudio. **História Geral**. São Paulo: Scipione, 1991.

XAVIER-DA-SILVA, J. Geomorfologia e geoprocessamento. *In*: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Org.). **Geomorfologia**: uma atualização de bases e conceitos. 7. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007. p. 393-413.