

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA

**MAPEAMENTO AMBIENTAL INTEGRADO:
MUNICÍPIO DE PORTO ALEGRE – RS**

Heloíse Canal

Porto Alegre
Dezembro de 2011

HELOISE CANAL

**MAPEAMENTO AMBIENTAL INTEGRADO:
MUNICÍPIO DE PORTO ALEGRE – RS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
como requisito parcial à obtenção do título de
Bacharel em Geografia pelo Curso de Geografia
da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Orientador:

Prof. Dr. Roberto Verdum

Comissão examinadora:

Prof. Dr. Álvaro Luiz Heidrich

Assist. Social Me. Marla Fernanda Kuhn

Porto Alegre

Dezembro de 2011

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

Reitor: Carlos Alexandre Netto

Vice-Reitor: Rui Vicente Oppermann

INSTITUTO DE GEOCÊNCIAS

Diretor: José Carlos Frantz

Vice-Diretor: André Sampaio Mexias

Heloise Canal

Mapeamento Ambiental Intregado: Município de Porto Alegre, RS. / Heloise Canal. - Porto Alegre: IGEO/UFRGS, 2011.
[89 f.] il.

Monografia (Graduação). - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Curso de Graduação em Geografia. Instituto de Geociências. Porto Alegre, RS - BR, 2011.

Orientador: Roberto Verdum

1. Mapeamento Integrado. 2. Ambiente. 3. Urbanização. 4. Porto Alegre.

Catálogo na Publicação
Biblioteca Instituto de Geociências - UFRGS
Alexandre Ribas Semeler CRB 10/1900

Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Campus do Vale Av. Bento Gonçalves, 9500 - Porto Alegre - RS - Brasil CEP: 91501-970 / Caixa Postal: 15001

Fone: +55 51 3308-6329

Fax: +55 51 3308-6337

E-mail: bibgeo@ufrgs.br

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais pela paciência, compreensão e incentivo ao longo desses cinco e tantos anos! Às minhas irmãs pelo também incentivo e, principalmente, paciência pelos tantos livros espalhados pela sala nesses últimos meses. É incrível como o desafio de uma pessoa da família, mobiliza a todos da casa! Ao meu grande companheiro e amigo Joaquim!

Aos amigos da UFRGS pelas ótimas companhias nas mais diversas saídas de campo, bate-papos no DAGE, congressos e discussões em sala de aula. À minha grande amiga Pâmela, companheira de estudos, conversas, barracas e, nos últimos tempos, de estágio e profissão. A todo pessoal do Observatório de Segurança Pública de Canoas pela paciência e apoio das últimas semanas e amizade nesses tempos de estágio.

À grande amiga Janaína, minha ex-companheira de “pisso”, pela amizade iniciada no intercâmbio a Madrid e que só tem se consolidado nos últimos tempos!

Ao orientador Prof. Roberto Verdum pelo apoio e acompanhamento do trabalho desde a disciplina probatória de estágio.

Ao pessoal da Equipe de Vigilância Ambiental e do Trabalhador, da SMS, em especial à Marla, Denise e Roberto pelo acolhimento e atenção que tiveram comigo e com a proposta de trabalho.

Aos meus professores da UFRGS e, em especial, aos professores da minha época de Ensino Fundamental e Médio. O empenho em dar aula semeou uma sementinha que não me fez parar de estudar e questionar o mundo em que vivemos! Em especial ao professor de história Leonardo Castelhana, de geografia Ivan Rocha, de matemática Luciano Centenaro, de biologia Silvia Otero, de português Nara Odi e de filosofia Daniel Picinini.

RESUMO

O principal objetivo foi associar as informações de diversas fontes e elaborar um mapa integrado de dados ambientais referentes ao município de Porto Alegre. Utilizou-se da proposta de cartografia ambiental do grupo de trabalho criado pela União Geográfica Internacional (IGU) e presidido pelo geógrafo francês André Journaux, no período de 1976 a 1984. Essa proposta surgiu com o principal objetivo de sensibilizar um público amplo sobre a situação ambiental de determinada área, assim como subsidiar a tomada de decisão através do planejamento integrado, o qual leve em conta os elementos naturais essenciais do ambiente (solo, água e ar) e a ação humana (passado e presente). No caso de Porto Alegre, foram compilados de diversas fontes os dados relativos ao relevo, à hidrografia, às condições climáticas, aos espaços construídos, cultivados e às áreas verdes, ademais dos estudos que abordassem a degradação das águas, do solo e do ar. O armazenamento, processamento e saída dos dados (mapa impresso) foram realizados através de aplicativo computacional específico de manipulação de informações geográficas (SIG). Como resultado, além do mapa ambiental integrado de Porto Alegre, é apresentado um memorial descritivo contendo as informações metodológicas de construção dos itens, assim como comentários e dados adicionais sobre os temas cartografados.

Palavras-chave: mapeamento integrado, ambiente, urbanização, Porto Alegre.

RESUMÉ

L'objectif principal de cette étude était de développer l'intégration des données des sources bibliographiques diverses et la carte intégrée des données environnementales concernant la ville de Porto Alegre – Brésil. Nous avons utilisé la cartographie de l'environnement proposée par le groupe de travail créé par l'Union Géographique Internationale (UGI) et présidé par le géographe français André Journaux dans la période de 1976 à 1984. Cette proposition a été l'objectif principal de sensibiliser sur la situation environnementale des zones spécifiques et soutenir la prise de décision grâce à une planification intégrée. La planification intégrée prend en compte les éléments essentiels de l'environnement naturel (sol, eau et air) et l'action humaine (passé et présent). Dans le cas de Porto Alegre, ont été compilées à partir de diverses sources des données sur la topographie, l'hydrographie, les conditions climatiques, l'espaces bâits, l'espaces verts, l'espaces cultivés et d'autres études sur la dégradation de l'eau, du sol et de l'air. La saisie, le traitement et la sortie des données ont été réalisées en utilisant un Système d'Information Géographique (SIG). Comme le résultat du travail, plus de la carte intégrée de l'environnement de Porto Alegre, est présenté un mémorial contenant les informations descriptives sur les éléments de la construction méthodologique, ainsi que, des commentaires et des données supplémentaires sur les sujets cartographiés.

Mots-clés: cartographie intégrée, environnement, urbanisation, Porto Alegre.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

DMAE – Departamento Municipal de Água e Esgoto

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental

CNAE – Classificação Nacional das Atividades Econômicas

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

DMLU – Departamento Municipal de Limpeza Urbana

ECCHA - Equipe de Combate e Controle de Poluição Hídrica e Atmosférica

ETA – Estação de Tratamento de Água

ETE – Estação de Tratamento de Esgoto

EVSAT – Equipe de Vigilância de Saúde Ambiental e do Trabalhador

FEE – Fundação Estadual de Estatística

FEPAM – Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IGU – União Geográfica Internacional

PDDUA – Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano Ambiental

PFMUA – Programa de Fiscalização e Monitoramento Urbano Ambiental

PISA – Programa Integrado Socioambiental

PMIPOA – Programa de Monitoramento das Indústrias, Comércio e Serviços no Município de Porto Alegre

SES – Sistema de Esgotamento Sanitário

SIG – Sistemas de Informações Geográficas

SMAM – Secretaria Municipal do Meio Ambiente de Porto Alegre

SMIC – Secretaria Municipal de Indústria e Comércio

SMS – Secretaria Municipal da Saúde de Porto Alegre

UC – Unidade de Conservação

UNESCO – Organização das Nações Unidas para Educação, Ciência e Cultura

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Três níveis de estudos e mapeamentos	21
Figura 2: Variáveis visuais de representação cartográfica.	29
Figura 3: Dados sobre os arroios principais do município de Porto Alegre	35
Figura 4: Diagrama de frequência e velocidade dos ventos atuantes na região de Porto Alegre no período entre março de 1996 a fevereiro de 1997.....	41
Figura 5: Evolução urbana de Porto Alegre	46
Figura 6: Mapa da qualidade das águas de Porto Alegre.....	72

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Número de indústrias com alto potencial poluidor por tipo de atividade	62
Gráfico 2: Variação da frota em circulação por ano em Porto Alegre.....	75

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Locais com risco de inundação	37
Tabela 2: Áreas que apresentam risco geológico	52
Tabela 3: Principais poluentes dos processos produtivos nocivos às águas	53
Tabela 4: Dados sobre a quantidade de esgoto(m ³) com e sem tratamento por sistema de esgotamento sanitário	55
Tabela 5: Total de indústrias com alto potencial poluidor por bacias hidrográficas	62
Tabela 6: Alguns poluentes atmosféricos e os impactos causados ao ambiente e à saúde humana.	73
Tabela 7: Principais fontes de metais pesados associados ao tráfego veicular	75
Tabela 8: Estações de Tratamento de Água de Porto Alegre.....	78
Tabela 9: ETEs	78
Tabela 10: Estações de monitoramento da qualidade do ar em Porto Alegre	79
Tabela 11: Unidades de Triagem conveniadas com o DMLU.....	80
Tabela 12: Referência dos dados utilizados como itens no mapa	88

SUMÁRIO

I. INTRODUÇÃO

1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS	12
2. OBJETIVO	13
3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13

II. ETAPAS DO MAPEAMENTO

4. SUBSÍDIOS TEÓRICO-METODOLÓGICOS PARA A CONSTRUÇÃO DO MAPA	14
4.1. APRESENTAÇÃO DA PROPOSTA DE CARTOGRAFIA AMBIENTAL.....	14
4.2. O CONCEITO DE AMBIENTE.....	16
4.3. DESCRIÇÃO METODOLÓGICA DA LEGENDA	21
5. LEVANTAMENTO DOS DADOS	25
6. TRATAMENTO DOS DADOS	26
7. LEGENDA APLICADA AO MUNICÍPIO DE PORTO ALEGRE	27
7.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE A LEGENDA DE PORTO ALEGRE.....	27
7.2. ITENS DA LEGENDA	30

III. RESULTADOS

8. MEMORIAL DESCRITIVO.....	33
8.1. TOPONÍMIA E TOPOGRAFIA	33
8.2. HIDROGRAFIA E HIDROLOGIA	35
8.3. CONDIÇÕES CLIMÁTICAS.....	39
8.4. ESPAÇOS CONSTRUÍDOS	43
8.4.1. <i>Evolução urbana da cidade</i>	43
8.4.2. <i>Densidade e usos</i>	45
8.4.3. <i>Equipamentos e demais elementos urbanos</i>	47
8.5. ESPAÇOS CULTIVADOS	47
8.6. ESPAÇOS VERDES.....	48
8.7. DEGRADAÇÃO DO SOLO	50
8.7.1. <i>Mineração</i>	50
8.7.2. <i>Movimentos de massa</i>	51
8.8. DEGRADAÇÃO DAS ÁGUAS.....	52
8.8.1. <i>Fontes poluidoras</i>	52
Esgotamento doméstico.....	54
Hospitais e laboratórios.....	57
Postos de abastecimento de combustíveis	58
Indústrias	60
8.8.4. <i>Qualidade das águas</i>	63

Bacia Hidrográfica Arroio da Areia	66
Bacia Hidrográfica Arroio do Salso	67
Bacia Hidrográfica do Arroio Dilúvio	67
Bacia Hidrográfica do Arroio Cavallhada	69
Bacia Hidrográfica do Arroio Capivara	70
Bacia Hidrográfica do Arroio Feijó.....	70
8.9. DEGRADAÇÃO DO AR	73
8.9.1. Fontes poluidoras e principais poluentes	73
8.9.2. Poluição atmosférica na cidade	74
8.10. TRABALHOS DE DEFESA E MELHORIA DO AMBIENTE	77
8.10.1. Defesa e melhoria das águas	77
8.10.2. Defesa e melhoria do ar	79
8.10.3. Defesa e melhoria do solo	79
IV. CONSIDERAÇÕES FINAIS	81
V. REFERÊNCIAS.....	83
VI. APÊNDICES	88

I. INTRODUÇÃO

1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Na perspectiva da Geografia, o estudo ambiental não considera apenas os elementos representativos do funcionamento dos sistemas naturais e da respectiva degradação causada pelo homem. O adjetivo *ambiental* leva em conta esses aspectos, mas também está carregado de técnicas, percepções e História construída pelo ser humano. Assim, o estudo do ambiente requer a busca de instrumentos capazes de integrar a face social dessa temática, caracterizada pelos *diferentes* e *desiguais* usos do solo, com as características físico-químicas e biológicas do meio.

A principal contribuição desse estudo refere-se à apresentação teórico-metodológica de uma proposta cartográfica específica de inter-relações entre o homem e seu ambiente aplicada ao município de Porto Alegre. Mas afinal, por que cartografar o ambiente? A importância não se dá apenas pelo aspecto locacional dos fenômenos, mas também pela captura de correlações entre os mesmos e de possíveis dinâmicas futuras. Conforme Martinelli (2008, p. 35), “os mapas podem mais que responder a questão “onde?”(...) eles podem dizer muito sobre os lugares, caracterizando-os”.

Dessa forma, propõe-se um nível mais complexo de leitura do mapa a partir da integração de diversos aspectos do ambiente. Além da simples decodificação dos símbolos, é possível atribuir novas informações tanto à problemática ambiental quanto a outros aspectos relacionados, como a saúde humana, riscos ambientais, dinâmicas e tendências de urbanização, destinação de recursos, etc.

Ademais, pesquisadores, gestores e a própria população, por meio da análise cartográfica, podem gerar hipóteses e associações de problemas ambientais específicos de determinada área. Dessa maneira, quanto maior a interação e integração desses agentes, maior a possibilidade de conhecer e melhorar as condições ambientais da cidade. É nessa perspectiva de integração (tanto dos

dados ambientais quanto dos agentes mencionados) que é proposta a elaboração de um mapa ambiental integrado aplicado ao município de Porto Alegre.

Na parte inicial de desenvolvimento do trabalho são abordados basicamente os aspectos teórico-metodológicos utilizados para a construção do mapa: a proposta de cartografia ambiental baseada na metodologia de Journaux (1985); a concepção de ambiente considerada no estudo; o levantamento e tratamento dos dados e a compatibilização dos itens da legenda com a realidade do município.

Ao final, é apresentado o memorial descritivo contendo as informações metodológicas de construção dos itens presentes no mapa, assim como comentários e dados adicionais sobre os dez temas analisados: *toponímia e topografia, hidrologia e hidrografia, condições climáticas, espaços construídos, espaços verdes, espaços cultivados, degradação da superfície terrestre, poluição das águas, poluição do ar e trabalhos de defesa e melhoria do ambiente.*

2. OBJETIVO

Elaborar um mapa integrado de dados ambientais referente ao município de Porto Alegre com base na metodologia cartográfica sugerida por Journaux (1985).

3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Fazer um levantamento histórico, teórico e metodológico da proposta de cartografia integrada do ambiente (JOURNAUX, 1985);
- Compilar dados gerais e mapeamentos relativos ao relevo, hidrografia, condições climáticas, espaços construídos, espaços cultivados e espaços verdes no município de Porto Alegre, assim como estudos que abordem a degradação das águas, do solo e do ar no município;
- Processar os dados em um Sistema de Informações Geográficas a fim de reunir e padronizá-los;
- Adequar a proposta metodológica e a respectiva simbologia aos dados de Porto Alegre;
- Elaborar um memorial descritivo metodológico e de interpretação do mapa.

II. ETAPAS DO MAPEAMENTO

4. SUBSÍDIOS TEÓRICO-METODOLÓGICOS PARA A CONSTRUÇÃO DO MAPA

4.1. Apresentação da proposta de Cartografia Ambiental

Atenta aos problemas e às discussões ambientais que estavam surgindo em meados dos anos 1970, a Organização das Nações Unidas para Educação, Ciência e Cultura (UNESCO) lança no início desse período o programa “The Man and the Biosphere” (MAB), um programa científico intergovernamental centrado na definição de bases científicas para a melhoria das relações entre a sociedade e o seu ambiente. Por meio de uma agenda de pesquisa interdisciplinar de ciências naturais e sociais, economia e educação, o MAB propõe abordagens para o desenvolvimento econômico que seja social e culturalmente adequado, assim como ambientalmente sustentável¹. Em 1985, lança uma coleção com uma série de dezesseis notas técnicas a respeito de temas internacionais que orientam a resolução de problemas práticos da gestão em diferentes tipos de ecossistemas.

Nessa coleção, é apresentada a Nota Técnica nº16 denominada *Cartographie intégrée de l'environnement: un outil pour la recherche et pour l'aménagement*² cujo conteúdo refere-se à reflexão do grupo de trabalho “Mapeando o ambiente e sua dinâmica” criado pela União Geográfica Internacional (IGU). Esse grupo indicou à presidência o professor e geógrafo André Journaux da Universidade de Caen, França, no período de 1976 a 1984. A proposta de trabalho surgiu após o reconhecimento dos estudos anteriores sobre o desenvolvimento de legendas testadas inicialmente na Normandia pela Comissão Nacional de Geógrafos Franceses.

Para melhor atender os objetivos da investigação - centrados na sensibilização da importância do mapeamento integrado do ambiente e sua metodologia para a pesquisa interdisciplinar, o planejamento e o desenvolvimento

¹ www.unesco.org/mab

² Cartografia integrada do ambiente: uma ferramenta para pesquisa e desenvolvimento [tradução livre].

integrados - a pesquisa metodológica foi realizada em vários países para desenvolver mapeamentos que levassem em conta os elementos naturais essenciais do ambiente (solo, água e ar) e a ação humana (passado e presente) (JOURNAUX, 1985).

Diversos simpósios foram então realizados para comparar a pesquisa nos diferentes países, discutir os resultados e desenvolver uma metodologia que poderia ser adotado internacionalmente. As reuniões foram realizadas em Moscou, Rússia, em 1976; em Lagos, Nigéria, em 1978; em Caen, França, em 1979; em Sendai, Japão, em 1980; no Rio de Janeiro e São Paulo, Brasil, em 1982; em Lubumbashi, Zaire (atual República Democrática do Congo), em 1983 e, novamente, em Caen, França, em 1984. Nas reuniões mais recentes, é estabelecido que a metodologia tivesse prioridade de aplicação nos países em desenvolvimento com o principal objetivo de subsidiar a realização de planejamentos mais integrados.

Alguns estudos no Brasil também utilizaram essa metodologia em destaque como forma de subsidiar o planejamento e a solução dos problemas ambientais. A Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB), órgão da Administração Pública responsável pelo gerenciamento de grande parte dos problemas ambientais do estado de São Paulo, propôs com essa metodologia um “diagnóstico global e integrado das condições ambientais” desse estado. Para tanto, foi elaborado um trabalho piloto em uma área com grandes problemas ambientais. A “Carta do Meio Ambiente e de sua Dinâmica - Baixada Santista” (CETESB, 1985), escala 1:50.000, contém um grande aporte de dados já que a própria CETESB realizou o levantamento dos mesmos. Archela e Rosolém (2009) adaptaram a legenda proposta por Journaux (1985) para representar a realidade ambiental específica do município de Londrina – PR. Como resultado inicial, foi obtida a “Legenda Geral do Mapa Ambiental de Londrina”. Já Dal Forno (2009) localizou as prováveis fontes de poluição hídrica e representou o alcance dos respectivos impactos através da proposta de simbologia direcionada às águas do Arroio Pessegueirinho, município de Santa Rosa – RS.

O estudo de Dagnino (2007) aplicou essa metodologia e adaptou sua legenda para a identificação dos riscos ambientais na Bacia Hidrográfica das Pedras, em Campinas-SP. O autor enaltece a aplicabilidade da elaboração dos três níveis de cartografia propostos por Journaux (cartas de análise, sistemas e síntese):

O foco nos riscos permitiu um salto qualitativo na identificação individualizada e pormenorizada de cada risco (Nível 1), na abordagem do problema da conexão de causa e efeito entre eles (Nível 2) e na representação gráfica limpa e sintética, favorecendo o fácil entendimento e a tomada de decisão (Nível 3). Assim, todas as tarefas derivadas do marco analítico conceitual foram adaptadas para se trabalhar com os riscos e não mais com a grande quantidade de informações (p.26).

Tal metodologia de cartografia ambiental pode ser aplicada para diversos tipos de análise (exemplificados nos casos citados acima) em função do caráter integrador da mesma, já que se entende o ambiente não só como os constituintes naturais do meio, mas também a ação do homem expressa principalmente nas formas e processos de uso e ocupação desse meio. Assim, diversos aspectos do ambiente e sua dinâmica – anteriormente dispersos em estudos específicos de geologia, pedologia, uso do solo, poluição das águas, urbanização, dentre outros – são compilados em um único mapa síntese de cores e símbolos padronizados para cada situação ambiental da área de estudo. Ademais, ressalta-se o caráter complementar entre a cartografia de análise, representada pelos estudos de elementos mais específicos e a cartografia de síntese, representada pela integração desses elementos.

4.2. O conceito de Ambiente

Termos como *ecologia*, *ambiente*, *natureza*, *degradação ambiental* podem ter vários significados dependendo da corrente de pesquisa de determinada área do conhecimento. O ambiente tratado na Biologia, muitas vezes, não é o mesmo tratado na Geografia, tampouco o mesmo na Sociologia. A chave para essas diferenciações está no papel que se dá ao homem no ambiente e a sua relação com a natureza. Assim, se faz necessária a discussão das principais concepções de ambiente existentes e qual delas utilizada para a elaboração cartográfica desse estudo.

As visões mais clássicas das áreas de Biologia e Geografia conseguem incluir o homem como parte da natureza, no entanto o colocam apenas como mais um dos componentes bióticos que constituem o ambiente. Tais visões acabam por naturalizar o homem a ponto de não considerá-lo como o principal agente de transformação da natureza. Para Gonçalves (2005), outra visão referente à relação homem e natureza e que constituiu o pensamento moderno (e ainda persiste no pensamento contemporâneo) é a dicotomia criada entre estes dois entes. O homem é justificado como superior e externo à natureza devido ao conhecimento e às técnicas adquiridas ao longo de milhares de anos (desde o período neolítico com a revolução da agricultura), assim como devido a sua capacidade de utilizar tais conhecimentos para dominar a natureza e fazer dela recurso. A própria expressão “dominar a natureza” já induz a um pensamento de que ela é exterior ao homem. Porém, somente nas últimas décadas o homem se deu conta em maior escala das consequências em considerar a natureza dessa forma:

A natureza é, em nossa sociedade, um objeto a ser dominado por um sujeito, o *homem*, muito embora saibam que nem todos os homens são proprietários da natureza. Assim, são alguns poucos homens que dela verdadeiramente se apropriam. A grande maioria dos outros homens não passa, ela também, de objeto que pode até ser descartado.³

A citação do autor é interessante para entender que não é a atividade humana em si causadora dos problemas de degradação⁴ dos sistemas naturais, mas sim as formas como se dão estas atividades: numa perspectiva de recurso para a produção, circulação e consumo de bens e gerenciadas por determinados agentes sociais - muitas vezes com a permissividade do Poder Público. Considerar a própria atividade humana como negativa à natureza e a sua manutenção é ratificar a visão do homem externalizado da mesma e, portanto, apto a ser superior e dominador dela. Entretanto, não se pode naturalizá-lo a ponto de não considerá-lo como o principal agente de *transfiguração da natureza*. Este termo é utilizado para caracterizar a passagem, através das atividades humanas, de uma dimensão de natureza para outra (SUERTEGARAY, 2000). Esta passagem também pode ser

³ Ibid. p. 26.

⁴ A “degradação” aqui é entendida diferentemente de “impacto”, já que toda degradação à natureza é negativa, enquanto o impacto não tem necessariamente essa conotação.

entendida como a transformação da *primeira natureza* para *segunda natureza* (SANTOS, 1985) ou como a transformação do *meio* em *ambiente* (JOURNAUX, 1985), ainda que a “segunda natureza” de Milton Santos não tenha a mesma conotação de “ambiente” de André Journaux.

Para Steinberger (2006) as frações do *espaço natural* ainda não mapeadas tampouco utilizadas e frações do território - aqui entendidas como frações do espaço não utilizadas, mas mapeadas pelo homem, como Unidades de Conservação e Áreas de Preservação - representariam o que Milton Santos denominou de primeira natureza. A modificação do meio natural pelo trabalho do homem propicia a transfiguração da primeira natureza, entendida como “primariamente natural, ou melhor, como decorrente de processos que advêm de sua auto-organização” (SUERTEGARAY, 2000, p.29) para a segunda natureza, caracterizada pelo acréscimo ao meio natural das obras do homem e transformada em meio ecológico, cuja constante ampliação das técnicas torna-o meio técnico e, num momento posterior, em meio técnico-científico-informacional (SANTOS, 1985).

Nos grandes espaços urbanos restam apenas alguns remanescentes representativos da primeira natureza. São estes pequenos núcleos que podem exemplificar a que referenciaria o termo *meio* (*milieu* no original) abordado por Journaux (1985). Todo espaço com modificação desta primeira natureza - o Meio - passa a ser considerado *ambiente*, entendido numa relação dialética de ações e reações entre seus dois constituintes: atividades humanas e os atributos naturais do espaço. Como, por exemplo, quando se faz referência à dinâmica de vazão e hierarquia de cursos d'água pertencentes à determinada bacia hidrográfica, se faz referência ao meio. Porém, quando esses mesmos cursos d'água são apresentados como problemática à população em função da degradação e possível contaminação não só para as pessoas em contato, mas para toda a rede de drenagem à jusante, ao solo e aos outros seres vivos que vivem nesses cursos, se faz referência ao termo ambiente.

Nas últimas décadas, principalmente a partir dos movimentos ecológicos surgidos no Brasil e no mundo nos anos de 1970, o homem passou a ganhar um

papel mais ativo não só pelo fato de utilizar a natureza como recurso, mas também por ser responsável de causar danos por vezes irreversíveis em função da concepção de superioridade e externalidade já mencionada. Contudo, ainda que seja trazida a perspectiva de insustentabilidade dos sistemas naturais em função do modelo predatório de desenvolvimento vigente, nem sempre a relação dialética presente no ambiente guia essa discussão. Os estudos que inserem o homem na perspectiva ambiental, muitas vezes, o incluem como sujeito-agressor, sendo a natureza o seu objeto de dominação. Gonçalves (2005) atenta para o conceito de sujeito, o qual pode tanto estar relacionado ao homem *ser* tal sujeito, quanto *estar* sujeito, ou seja, ao contrário de uma visão tradicional, cuja separação entre homem e natureza se dá em termos de sujeito e objeto, respectivamente, o homem submete a natureza como também é submetido por ela. Atenta-se também que a natureza como sujeito não remete a algo personificado, o que poderia acabar por fazer dela apenas uma caricatura.

Os *sistemas naturais* não podem ser considerados simplesmente como passivos às agressões do homem. Isso porque a degradação ambiental não é somente produto físico-biológico expresso no desmatamento das encostas, na contaminação dos rios e do ar. É também produto social, expresso nas famílias desabrigadas por inundações, pela racionalização do abastecimento de água ou pelo aumento dos casos de internação por problemas respiratórios. Assim, parte-se da ideia de que o homem agressor do meio passa a ser também vítima do ambiente.

A *questão ambiental* para o geógrafo é analisada para além da natureza na sua forma bruta e dos impactos causados pelo homem em busca de recursos naturais. O adjetivo “ambiental” carrega esses aspectos, mas também está carregado de técnicas, de transformações e de História construída pelo ser humano. Nesse sentido, não há como abordar a problemática ambiental sem abordar a problemática social (AJARA, 1993). Ademais, mesmo que o homem e suas relações sejam consideradas, é necessário ainda levar em conta que o homem presente no ambiente não é categoria genérica (GONÇALVES, 2005), e sim um homem qualificado pelas suas relações sociais.

As *desigualdades sociais* devem ser levadas em consideração nos estudos ambientais tanto por uma questão ética de comprometimento do estudo com subsídios para transformação da estrutura social, como também pelas próprias situações ambientais que tal organização da sociedade apresenta. Verdum (2010, p.37) relaciona as pessoas com menor poder aquisitivo como as “mais submetidas aos impactos das degradações ambientais e aos efeitos extremos das mudanças nas dinâmicas do meio”, justamente pela precarização das condições ambientais sofridas por essa grande parcela da sociedade.

Um dos exemplos de mobilização contra especificamente esse tipo de desigualdade é a Rede Brasileira de Justiça Ambiental (RBJA)⁵ criada, em 2002, com o principal objetivo de estabelecer discussões, denúncias e mobilizações entre movimentos da sociedade civil e instituições de pesquisa/ensino para o que denominam de *injustiça ambiental*, entendida como:

O mecanismo pelo qual sociedades desiguais, do ponto de vista econômico e social, destinam a maior carga dos danos ambientais do desenvolvimento às populações de baixa renda, aos grupos raciais discriminados, aos povos étnicos tradicionais, aos bairros operários, às populações marginalizadas e vulneráveis.⁶

Assim, propõe-se uma definição de ambiente relacionada à metodologia em destaque, sendo baseada nos seguintes aspectos:

1. O homem sofre no meio, mas ele influencia e muda seu ambiente (JOURNAUX, 1985, p. 12);
2. O ambiente, mais do que a relação homem-natureza é, antes de tudo, relação sociedade-natureza;
3. Geralmente, os maiores vitimados do ambiente não são os maiores agressores.

Após essa breve explanação do conceito de ambiente apresentado na metodologia, é possível dimensionar como se dá a visão geográfica sobre a questão

⁵ www.justicaambiental.org.br

⁶ Le Monde Diplomatique, Julho/2008. Definição retirada do site da RBJA.

ambiental. Para a Geografia, ao tratar dessa temática, é necessário entender e avaliar os problemas complexos de inter-relação entre sociedade e natureza através de um dos conectores principais desses elementos: o espaço geográfico. *Espaço* esse que não é entendido como expressão material de simples localizações de objetos naturais e artificiais, mas também um espaço repleto de subjetividades e de relações produzidas pela sociedade.

Comparte-se da argumentação de Suertegaray (2000) de que não é apenas o conceito de ambiente que pode ser explorado na temática da questão ambiental já que a Paisagem, o Território e o Lugar possibilitam uma leitura específica do Espaço Geográfico, sendo esse último o integrador destes conceitos e necessário para o entendimento das problemáticas ambientais na sua totalidade. Portanto, esse trabalho não objetiva traduzir o espaço geográfico pelo conceito e categoria de ambiente. Tampouco tratar objetivamente da questão ambiental, visto o grau de complexidade que se atribui a esse tema e a importância de considerar que nenhum conceito por si só dá conta de explicar a questão. Ele objetiva contribuir com instrumentos que disponibilizem informações do ambiente que possam subsidiar a posteriores estudos um maior entendimento do espaço porto-alegrense e de suas dinâmicas.

4.3. Descrição metodológica da Legenda

Journaux (1985), ao abordar a cartografia integrada do ambiente, propõe três níveis de estudos e cartografias a serem realizadas (Figura 1), desde o nível 1, correspondendo ao detalhes das informações, até o nível 3, o qual seria o de maior complexidade e poder de síntese. Cada nível possui um tipo de estudo e um mapeamento correspondente, sendo os dois primeiros referentes a mapeamentos mais tradicionais e utilizados como principal fonte de dados para o terceiro nível.

	ESTUDOS Tricart / Journaux	MAPEAMENTOS Journaux
Nível 1	Básicos	Análítico
Nível 2	Ecológicos	Sistêmico
Nível 3	de Planejamento	Sintético

Figura 1: Três níveis de estudos e mapeamentos
Fonte: Dagnino (2007)

O *mapeamento analítico* tem o objetivo de apresentar os elementos ou processos constituintes do ambiente como formações vegetais, tipos de construções urbanas, densidade da ocupação, áreas agrícolas, descargas de poluição, etc. Já o *mapeamento sistêmico* considera a associação entre os elementos acima citados com o objetivo de criar mapas relacionais entre os elementos, a exemplo dos mapas de aptidão e de vulnerabilidade. Os mapas de aptidão são ferramentas para orientar o trabalho do profissional na identificação de áreas aptas para determinados tipos de atividades, enquanto os mapas de vulnerabilidade atribuem graus de risco a determinados desastres naturais, como deslizamentos de solo e enchentes.

A partir do conhecimento que se tem do ambiente ao longo do mapeamento analítico e sistêmico, a equipe de trabalho determina quais elementos serão utilizados na legenda do *mapeamento sintético*. É nesse nível de mapeamento que está presente a proposta de mapa integrado do ambiente sugerido pelo geógrafo André Journaux e sua equipe. Como discutido, este último nível de cartografia apresenta elementos de mapas já existentes e integrados com o objetivo de sugerir causas e relações entre os mesmos.

Na síntese, não podemos mais ter os elementos em superposição em justaposição, e sim a fusão deles em *tipos*. Isso significa que, no caso dos mapas, deveremos identificar e delimitar agrupamentos de lugares caracterizados por agrupamentos de atributos (MARTINELLI, 2008, p. 90 *apud* BERTIN, 1973).

Concorda-se com Martinelli (2008) ao atentar que o mapeamento de síntese não se refere a uma simples justaposição de elementos, já que tal mapa seria apenas uma sobreposição de mapas analíticos. No caso da proposta de mapa integrado, os agrupamentos de atributos que caracterizariam os mapas de síntese estariam relacionados aos agrupamentos em cores de diferentes ambientes: os ambientes aquáticos representados pela cor azul e sua degradação em rosa, por exemplo. Da posse da construção metodológica das cores e itens da legenda, o leitor poderá facilmente reconhecer a que tipo de elemento do ambiente o mapa está se referindo e que problemas estariam relacionados ao uso e ocupação inadequados da área.

Para a elaboração do mapa em questão, são necessárias três etapas, sendo as duas primeiras relacionadas ao levantamento e à representação cartográfica dos dados e a terceira referente a um memorial descritivo que deve ser anexado ao mapa.

I. ELEMENTOS DO AMBIENTE: Seis tipos de elementos do ambiente representados em sete cores correspondentes.

1. Toponímia e Topografia (em cinza): Fornecer informações sobre referências toponímicas da área (nome de morros, bairros, avenidas principais, etc), assim como informações sobre o relevo e topografia, como curvas de nível e declividade.

2. Hidrologia e Hidrografia (em azul): Corpos d'água fluviais, lacustres e marinhos, podendo conter especificações de fluxos, profundidade, zonas de acumulação, etc.

3. Ar (em branco): Alguns elementos climáticos correspondentes a locais específicos no mapa, como ventos e ilhas de calor. Demais informações representadas em gráficos (precipitação mensal, temperaturas, dentre outras) são relatadas nos comentários que acompanham os mapas.

4. Espaços construídos (em laranja): Ocupação urbana e sua evolução, áreas industriais, zoneamento de ocupação, sistema viário, equipamentos urbanos, etc.

5. Espaços cultivados (em marrom): Áreas diferenciadas pelo tipo de cultivo.

6. Espaços verdes (em verde): Formações vegetais, matas degradadas, substituição de mata nativa, etc.

II. DADOS DA DEGRADAÇÃO E PRESERVAÇÃO DO AMBIENTE: Três cores (vermelho, rosa e violeta) são atribuídas aos fenômenos de mudança e de degradação ambiental (solo, água e ar), enquanto a cor preta é atribuída aos elementos de preservação e recuperação ambiental.

7. Degradação da superfície terrestre (em vermelho): Pode-se distinguir entre as mudanças e deteriorações naturais acentuadas pela ação humana (erosão costeira, aumento do escoamento superficial, deslizamentos, desmoronamentos, inundações, etc.) e os danos causados pelo homem (aterros sanitários, áreas contaminadas, pedreiras, corredores de linha de energia, habitações em lugar inadequado, etc.). As construções, a exemplo de linhas de alta tensão, são representadas em vermelho à medida em que degradam a paisagem natural ou oferecem riscos à população próxima (JOURNAUX, 1985). Podem ser reunidos também elementos com efeitos de ordem accidental, temporária ou estética.

8. Poluição das águas (em rosa): Diversos critérios podem ser estabelecidos para representar corpos d'água nessa cor, porém, o mais recomendado é que sejam utilizados os parâmetros específicos da legislação de monitoramento ambiental de cada país. As fontes de poluição da água também podem ser mapeadas, como resíduos de fábricas, pedreiras, efluentes urbanos, refinarias de petróleo, utilização de pesticidas e fertilizantes em áreas agrícolas bem como a poluição de águas subterrâneas.

9. Poluição do ar (em violeta): Formas de poluição do ar (poeira, fumaça, produtos químicos, odores, ruído) são representadas pela orientação dos ventos. Na mesma cor são mostradas as fontes de poluição do ar (indústrias, pedreiras, aterros sanitários, vias com grande quantidade de veículos em circulação, etc.).

10. Trabalhos de defesa e melhoria do ambiente (em preto): São mapeados nessa cor todos os trabalhos que visam à construção, regeneração ou preservação contra impactos negativos ao solo, à água e ao ar, seja natural ou artificial.

III. COMENTÁRIOS E NOTAS

O mapa deve ser acompanhado de comentários, apêndices, informações mais completas sobre determinada área, tabelas com parâmetros de monitoramento ambiental, etc. Além de complementar as informações, o texto desse documento deve justificar a escolha dos critérios específicos de mapeamento não previstos na metodologia original.

5. LEVANTAMENTO DOS DADOS

Mais do que o levantamento primário dos dados, o estudo objetiva integrar os dados já existentes de diversas fontes que tratem das características físico-biológicas do meio e a sua relação com o homem, principalmente representadas nas diferentes formas de uso e ocupação pelo mesmo. Alguns trabalhos tratam de determinados dados em escala municipal, o que facilita muito a integração e uma visão geral do ambiente da cidade, a exemplo do Atlas Ambiental de Porto Alegre (MENEGAT et al., 2006), do Diagnóstico Ambiental de Porto Alegre (HASENACK et al., 2008) e outros dados fornecidos pelas Secretarias e Departamentos municipais.

Dentre os locais selecionados para o levantamento dos elementos do ambiente relativos ao relevo, recursos hídricos, condições climáticas, espaços construídos, espaços cultivados e espaços verdes para o mapeamento básico e para posterior análise estão: Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler (FEPAM), Secretaria Municipal da Saúde de Porto Alegre (SMS), Secretaria Municipal do Meio Ambiente (SMAM).

Os trabalhos mais relacionados ao estudo científico nas universidades, como trabalhos de conclusão de curso, dissertações e teses, geralmente, apresentam áreas de estudo específicas de escala mais local, o que dificulta a integração, entretanto enriquece o mapa com dados mais característicos de determinada área e que podem ser utilizados pela gestão pública como melhor forma de identificação de locais para ação. Tais dados foram levantados, principalmente, no Instituto de Ecologia (UFRGS) e no Instituto de Geociências (UFRGS). Para facilitar a compreensão da origem dos dados, foi elaborada uma tabela contendo a fonte de cada item da legenda do mapa integrado (Apêndice 1).

6. TRATAMENTO DOS DADOS

O uso de aplicativos computacionais para a elaboração de mapas, exemplificado pelos Sistemas de Informações Geográficas (SIG), é indispensável atualmente não só pela rapidez de visualização e capacidade de reunir uma grande quantidade de dados, mas também pelas ferramentas de adequação e tratamento de informações advindas de diversas fontes. Não basta reunir os dados em uma única interface. É necessário integrá-los através da padronização de escalas e sistemas de projeção, já que há grande possibilidade de que os dados constantes no mapa apresentem deslocamento e distorção espacial significativos. Sem essa etapa, o trabalho realizado pode ter sua qualidade comprometida, assim como sua afirmação como fonte para outros estudos.

Três etapas foram seguidas para a integração dos dados:

I) Armazenamento dos dados

Essa etapa foi destinada aos dados advindos de estruturas analógicas, os quais sofreram um processo de digitalização e armazenamento em ambiente computacional.

II) Georreferenciamento dos dados

Essa etapa basicamente é entendida como a associação de referências espaciais (como coordenadas geográficas, endereçamento ou localização pontual) a dados tabulares ou em formato *raster*. Os dados tabulares foram essencialmente os referentes às indústrias e estabelecimentos de saúde, enquanto os dados em formato *raster* (imagens) foram mapas em formato analógico.

III) Conversão dos dados

Foi realizada a vetorização dos dados em formato *raster* e a conversão para o Sistema de Projeção UTM, Datum SAD-69, zona 22.

7. LEGENDA APLICADA AO MUNICÍPIO DE PORTO ALEGRE

7.1 Considerações gerais sobre a Legenda de Porto Alegre

Para Nogueira (2008), a seleção e a disposição dos símbolos utilizados na legenda de um mapa afetam de forma significativa a sua finalidade de visualização e comunicação. No caso dos mapas integrados, cujo conteúdo de itens advém de uma série de fontes, é necessária grande atenção para a escolha dos itens, visto que se pode gerar um documento cartográfico confuso de se visualizar e, consequentemente, de se comunicar.

Um dos fatores positivos de representação cartográfica presente nessa metodologia é a consideração das dinâmicas próprias de cada área de estudo, ou seja, ainda que a se proponha uma padronização no que se refere à simbologia de cores – com o principal objetivo de integrar leituras com outros mapas a nível internacional – há a particularidade de se atribuir quais itens (ou elementos) serão considerados, já que há inúmeras formas de ocupação e uso do meio pelo homem. Conforme o conhecimento que se tem do ambiente ao longo de cartografias e análises prévias dos dados ambientais, a equipe de trabalho determina quais elementos serão utilizados na legenda do mapa integrado.

Como já mencionado, a tentativa de integrar os diversos dados ambientais de Porto Alegre não é a ação de justapor todos os dados disponíveis em uma única representação cartográfica. Foi necessário especificar critérios para determinar quais elementos fariam parte da mesma. Na proposta metodológica da cartografia ambiental em destaque, sugere-se que a escolha da área a ser mapeada dependa da urgência dos problemas, assim como de áreas onde o equilíbrio está ameaçado.

Mesmo que a área do presente estudo não tenha sido determinada especificamente pelo critério da proposta original – e sim pelo critério político-administrativo do município de Porto Alegre – foi transferida tal sugestão, de urgência dos problemas e ameaça do equilíbrio, para os elementos pertencentes ao mapa. Assim, ao invés de espacializar todos os postos de combustíveis, por

exemplo, foram selecionados aqueles localizados em zonas altamente vulneráveis à contaminação do solo e das águas em caso de algum vazamento nos tanques.

É necessário ressaltar que os critérios de escolha dos itens estão diretamente relacionados ao acesso e às características dos dados. No caso dos postos, seria de grande interesse não só o critério de localização dos mesmos em zonas vulneráveis à contaminação, mas também o cruzamento com a informação do ano de implantação, já que a probabilidade de vazamentos de tanques em postos mais antigos é muito maior. Ainda que esse cruzamento tornasse a informação do mapa mais completa, não se teve acesso aos anos de implantação para tal mapeamento. Por isso, resalta-se a importância de um memorial descritivo anexado ao estudo contendo não só a interpretação e demais dados do mapa, mas também uma descrição metodológica de escolha dos itens. É a partir da leitura do memorial que o usuário poderá determinar se a informação contida satisfaz seus objetivos ou se será necessário complementá-la.

Além de estudar os parâmetros de escolha dos itens, é necessário também analisar as maneiras de expressá-los. Nogueira (2008) demonstra as variáveis gráficas possíveis e os diversos símbolos correspondentes, conforme figura abaixo:

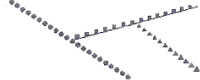

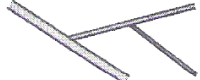
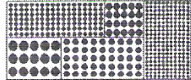

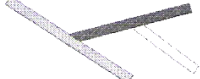


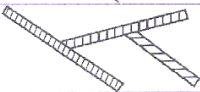
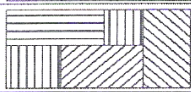

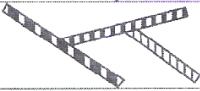
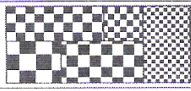

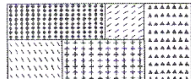
Implantação Símbolos			
Variáveis	Ponto	Linha	Área
Forma	▲ ● ★ ✚		
Tamanho			
Valor			
Cor	vermelho verde	Marrom Vermelho Azul	Am Ver Az Lil Lar
Croma	Verm. Claro Verm. Escuro	Verm Esc Verm Med Verm Cl	V E V M V+C V C V-M
Orientação			
Granulação ou Textura			
Arranjo ou Padrão			

Figura 2: Variáveis visuais de representação cartográfica.
Fonte: Nogueira (2008)

A legenda em questão enaltece a cor como a principal variável gráfica de seleção ou separação dos elementos. Outras variáveis, como forma e tamanho, tem um papel secundário já que buscam diferenciar os elementos pertencentes a cores iguais.

7.2. Itens da Legenda

1. TOPONÍMIA E TOPOGRAFIA



Curvas de nível
(equidistância de 100m)



Declividade acima de 30%



Outros municípios

2. HIDROGRAFIA E HIDROLOGIA



Canal de Navegação



Poço



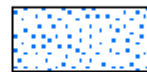
Ponto de captação de água



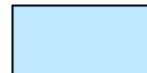
Reservatório de água potável



Anel de nascentes



Risco de Inundação



Área inundável não protegida



Corpos d'água

3. CONDIÇÕES CLIMÁTICAS



Efeito amenizador sobre o clima



Função defiltro



Drenagem de ar frio noturno



Coletor de ar frio

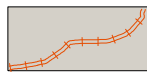
4. ESPAÇOS CONSTRUÍDOS



Vias com fluxo intenso de veículos



Linha de metrô (prevista)



Trem metropolitano (Trensurb)



Pavimentação



Alto grau de edificação



Ocupações informais (vilas)



Área de urbanização recente
(2002 a 2011)



Demais áreas urbanas

5. ESPAÇOS VERDES



Praças e Parques



Banhado



Mata Nativa



Mata Degradada



Bosque



Demais classes de vegetação



Afloramento rochoso

6. ESPAÇOS CULTIVADOS



Cultivo Temporário



Cultivo Permanente



Silvicultura



Solo exposto

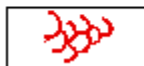
7. DEGRADAÇÃO DO SOLO



Pedreira ou saibreira desativadas



Lixão desativado



Risco de movimentos de massa

8. DEGRADAÇÃO DAS ÁGUAS



Posto de combustível em área com alta vulnerabilidade à contaminação



Hospitais e laboratórios



Indústria



Fenômeno de eutrofização

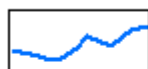


Processo de assoreamento

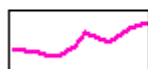


Emissário de efluente não tratado

CURSOS D'ÁGUA



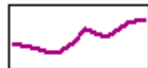
Águas não poluídas



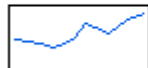
Águas potencialmente poluídas



Águas poluídas



Águas com qualidade crítica



Águas com qualidade não estabelecida

LAGO GUAÍBA



Águas não poluídas com condições de vida aquática



Águas não poluídas com condições de potabilização com tratamento convencional



Águas poluídas



Águas com qualidade crítica

9. DEGRADAÇÃO DO AR



Local com qualidade do ar comprometida



Condutor de ar comprometido



Emissão de ruído



Olaria



Forte acréscimo de calor

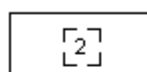


Indústrias



Pedreira em atividade

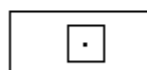
10. TRABALHOS DE DEFESA E MELHORIA DO AMBIENTE



Unidade de triagem de material reciclável



Estação de Tratamento de Esgoto



Estação de Tratamento de Esgoto (prevista)



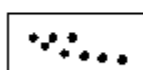
Estação de Tratamento de Água



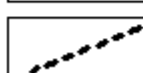
Unidade de Conservação



Área de Proteção Ambiental Natural



Emissário subaquático (previsto)



Emissário de efluente tratado (previsto)

III. RESULTADOS

8. MEMORIAL DESCRITIVO

Como já mencionado, o mapa deve ser acompanhado de um memorial descritivo contendo tanto informações metodológicas de construção dos itens quanto dados complementares. Para tal etapa, foi seguido o modelo de memorial apresentado por CETESB (1985), em que cada tema da legenda (Topografia, Hidrografia, etc.) apresenta os objetivos, metodologia de construção dos itens e comentários gerais sobre cada tema desenvolvido. Ainda que esse modelo ofereça alguma limitação quanto à integração e leitura contínua do texto, considerou-se tal estrutura como facilitadora da interpretação do mapa, visto que o leitor poderá buscar no memorial de maneira mais fácil e direta as considerações sobre cada assunto.

8.1. TOPONÍMIA E TOPOGRAFIA (em cinza)

O principal objetivo desse grupo de itens foi fornecer informações sobre a nomenclatura de bairros, arroios e lugares de referência para melhor orientação de quem lerá o mapa. Também foram inseridas informações topográficas importantes para posterior cruzamento com dados de ocupação.

As informações altimétricas foram obtidas a partir da Base Vetorial Contínua de Porto Alegre referente à escala 1:1000 (HASENACK et al., 2010), sendo o item **curvas de nível** replicado ao mapa. Também foram inseridas as áreas com **declividade maior que 30%**. A equidistância entre as curvas de nível foi de 100 metros. Os bairros da cidade foram identificados conforme a classificação utilizada pelo Orçamento Participativo, já que muitos órgãos públicos de Porto Alegre utilizam dessa nomenclatura para planejamento e gestão, a exemplo dos Distritos Sanitários da Secretaria Municipal de Saúde, ainda que muitos não sejam oficiais.

Geomorfologicamente, o município de Porto Alegre encontra-se em uma zona de contato entre relevos planos da Planície Costeira, sedimentos da Depressão

Periférica e os relevos mais elevados de morros característicos do Planalto Uruguaio Sul-Rio-Grandense, dentre os quais as altitudes variam de 0 a 311 metros, predominando os intervalos de pequena elevação de 1 a 30 metros (MOURA & DIAS, 2009). O conhecimento dos compartimentos geomorfológicos do município subsidia o planejamento do uso e da ocupação do solo, assim como aponta as áreas passíveis de riscos geológicos e hidrológicos. Devido em parte às características planas do relevo, as áreas localizadas no extremo norte e sul do município apresentam más condições de drenagem, assim como frequentes inundações. Já o compartimento central possui altitudes e declividades mais elevadas relacionadas aos morros cristalinos do município, tendo como o mais característico os incidentes de movimentos de massa.

É importante salientar que tanto as áreas mais planas do extremo sul, Ilhas do Delta do Jacuí, assim como as zonas mais elevadas dos morros apresentam o maior grau de conservação vegetacional do município, sendo importantes áreas de proteção ambiental já estabelecidas, - caso das ilhas e alguns morros - ou até mesmo áreas potenciais de proteção. O extremo norte, apesar de não possuir grande nível de urbanização como o resto da zona norte, apresenta práticas agrícolas de grande impacto caracterizadas pelas lavouras de arroz, restando ainda alguns remanescentes de banhados.

A Lei Federal número 6.766/79 proíbe o parcelamento do solo em terrenos com declividade igual ou superior a 30%, salvo se atendidas exigências específicas, visto a grande vulnerabilidade à ocupação. Percebe-se que na maioria das áreas que apresentam declividades maiores que 30% no município não houve ocupação. Entretanto, também é possível constatar que tais áreas sofrem com o processo de urbanização da cidade, visto que estão muito próximas ou até mesmo já têm uma pequena porção habitada, principalmente por ocupações espontâneas nos morros da Polícia e da Companhia. O estudo de Lindau (2000) aborda a ocupação noroeste do morro da Polícia, cuja topografia é caracterizada por altas declividades, destacando os diferentes tipos de riscos enfrentados pelos moradores da Vila Menina Alvira e Linha de Tiro: “risco de habitar em encosta íngreme do morro; o

risco de movimento de massa (escorregamento); o risco tipo queda (rolamento de matacões); e o risco de incêndios, estes muitos frequentes nas estiagens”⁷.

8.2. HIDROGRAFIA E HIDROLOGIA (em azul)

O objetivo desse tema foi fornecer as principais informações referentes tanto ao domínio das águas na cidade como informações sobre a utilização dos recursos hídricos.

A principal fonte quanto ao domínio das águas referiu-se ao Atlas Ambiental de Porto Alegre (MENEGAT et al., 2006), do qual foram vetorizadas as informações sobre **cursos e corpos d’água, anel de nascentes, áreas inundáveis não protegidas**. Já as informações sobre a utilização das águas teve como base o Plano Diretor das Águas (PORTO ALEGRE, 2010a) disponibilizado pelo Departamento Municipal de Água e Esgoto – DMAE. Foram destacados os **pontos de captação de água, reservatórios de água potável e poços**.

O município possui 18 arroios principais que desembocam no rio Gravataí e no Lago Guaíba (MENEGAT et al., 2006). Abaixo, são apresentados dados referentes à direção do fluxo, local de deságue e comprimento da calha principal.

Arroios que desembocam no Rio Gravataí, com fluxo de sul para norte (comprimento da calha em metros)	Arroios que desembocam no Lago Guaíba, com fluxo de leste para oeste (comprimento da calha em metros)	Arroios que desembocam no Lago Guaíba, com fluxo de norte para sudoeste-sul (comprimento da calha em metros)
1. Arroio Feijó 15.831 2. Arroio Passo das Pedras 12.085 3. Arroio Mangueira 9.277 4. Arroio da Areia 9.202 5. Arroio Santo Agostinho 7.919	6. Arroio Dilúvio 17.605 7. Arroio Cavallhada 10.426 8. Arroio Capivara 6.768 9. Arroio Sanga da Morte 3.335 10. Arroio Espírito Santo 2.490 11. Arroio Guarujá 1.973 12. Arroio do Osso 1.194	13. Arroio do Salso 16.774 14. Arroio Lami 16.768 15. Arroio Chico Barcelos 12.506 16. Arroio Manecão 6.535 17. Arroio Guabiroba 5.240 18. Arroio Belém Novo 3.060

Figura 3: Dados sobre os arroios principais do município de Porto Alegre
Fonte: Atlas Ambiental de Porto Alegre. Menegat et al. (2006).

O sistema de drenagem do município apresenta dois padrões. O padrão dendrítico (também conhecido como “arborescente” devido sua semelhança com galhos de árvores) está presente nas áreas com maiores declividades e de litologia de resistência (CUNHA, 2003) das rochas graníticas. O outro padrão está presente

⁷ Ibid. p.96

nos terrenos mais baixos onde esses canais encontram declividades mais suaves, ocorrendo “a diminuição na densidade da drenagem, bem como a mudança de padrão para subparalelo. A partir desse estágio, os canais adquirem largura máxima e tornam-se meandantes rumo à foz” (MENEGAT et al., 2006, p.41).

São nessas áreas baixas onde os terrenos estão mais propícios a inundações. Assim, ao longo do desenvolvimento urbano do município, várias obras de proteção contra inundações, a exemplo dos diques, muro da Avenida Mauá, canalizações de cursos d'água e casas de bombas foram estabelecidas com o objetivo de minimizar os impactos gerados por esses eventos, sendo localizadas nas zonas mais urbanizadas da cidade. Entretanto, são ressaltadas algumas limitações dessas medidas de controle referentes às canalizações dos arroios, as quais, juntamente com o incremento das áreas impermeabilizadas, intensificam o escoamento superficial e a velocidades das águas, evitando alagamentos nas zonas mais altas, porém contribuindo para as inundações nas partes mais baixas, como ressalta o Plano Diretor de Drenagem Urbana do município (PORTO ALEGRE, 2005, p. 17):

A canalização de arroios, rios urbanos ou uso de galerias para transportar rapidamente o escoamento para jusante, priorizando o aumento da capacidade de escoamento de algumas seções, não consideraram os impactos que são transferidos. Este processo produz a ampliação da vazão máxima com duplo prejuízo, fazendo com que haja necessidade de novas construções, que não resolvem o problema, apenas o transferem.

Apesar da área urbanizada do município já possuir algum tipo de proteção contra cheias, ainda existem áreas habitadas que não possuem tal sistema, sobretudo na zona sul, a exemplo da Praia do Lami, urbanização no bairro Belém Novo perto da Ponta da Cuíca, ao longo do curso inferior do Arroio do Salso, Praia de Ipanema, ao longo da Ponta do Dionísio (bairros Assunção e Tristeza). O Programa de Fiscalização e Monitoramento Urbano Ambiental (PFMUA) realizou, em janeiro de 2011, um levantamento de 40 áreas para o acompanhamento de situações de risco de desmoronamento, deslizamentos, queda de blocos e alagamentos (CODEC, 2011). A Tabela 1 apresenta os locais considerados com **risco de alagamento** na cidade.

Tabela 1: Locais com risco de inundação

LOCAL	REFERÊNCIA
Beco dos Herdeiros	Bairro Lomba do Pinheiro, divisa com Viamão
Vila dos Sargento	Bairro Serraria
Vila Leão	Dentro da Vila Dique, na zona Norte
Vila Nova Brasília	Zona Norte
Ilhas do Arquipélago*	
Túnel Verde*	Ponta Grossa
Arroio Salso	Rua Dorival Castilhos Marques
Vila Aza Branca	Zona Norte
Beco Tabajara	Av. Oscar Pereira, próximo ao hospital
Vila Laranjeiras	Próximo à avenida Protásio Alves
Vila São Borja	Av. Assis Brasil
Arroio Cavallhada	Rua Icaraí
Vila Arroio Capivara*	
Arroio Moinho	São José
Arroio das Pedras	Passo das Pedras
Nossa Senhora das Graças	Rua Angelo Corso
Recreio da Divisa	
Vila dos Coqueiros	
Vila Grécia	
Vila Ideal	
Vila Safira	

Fonte: Programa de Fiscalização e Monitoramento Urbano Ambiental (CODEC, 2011)

*Áreas representadas no mapa integrado com a simbologia do item “Áreas inundáveis não protegidas”.

No mapa principal, também é evidenciado um anel de nascentes na região leste, divisa com o município de Viamão. O estudo de Costa (2004) e Hasenack et al. (2008) evidenciam essa área como importante zona de recarga aquífera do município, visto que grande parte das áreas mais baixas já sofreu com o processo de impermeabilização do solo devido às edificações e pavimentações. Entretanto, Costa (2004) ressalta que a área está sofrendo com a contaminação subterrânea e também com a impermeabilização. Um dado interessante quanto à dinâmica de recarga aquífera do município apresentada por Hasenack et al. (2008) refere-se à recarga sofrida pelos aquíferos devido às prováveis perdas da rede de abastecimento do DMAE, o que evidencia os desafios desse órgão público não só nas intervenções relacionados à redução dos custos do tratamento da água, como também na maior eficiência do abastecimento à população sem grandes perdas.

Atualmente, Porto Alegre conta com sete sistemas de abastecimento de água: Moinhos de Vento, São João, Menino Deus, Belém Novo, Lomba do Sabão, Ilha da Pintada e Tristeza, os quais abastecem 99,5% da população do município com água regular (PORTO ALEGRE, 2010a). Algumas áreas são abastecidas por caminhões-pipa em função de problemas com regularização, áreas invadidas ou de risco, sendo a população abastecida pelo Sistema Belém Novo a que mais conta com esse tipo de serviço público.

O Sistema Belém Novo, localizado no extremo sul do município, é o que requer os maiores investimentos em relação à capacidade de abastecimento à população, visto as crescentes demandas devido aos novos loteamentos e condomínios na zona sul da cidade. Quanto à qualidade da água bruta captada, os maiores investimentos previstos pelo Plano Diretor de Água do DMAE (PORTO ALEGRE, 2010a) destinam-se a um novo canal de captação conjunto para o Sistema Moinhos de Vento e para o Sistema São João. Como apresenta o mesmo Plano, a captação atual de água bruta dos dois sistemas é realizada simultaneamente num ponto específico do Lago Guaíba:

O atual ponto de captação está exposto a uma série de riscos ambientais gerados pela expansão urbana da Região Norte da cidade, pelo aumento das atividades portuárias e pela intensificação dos pólos industriais, principalmente no vale do Rio Gravataí. São inúmeros os despejos lançados à montante. Alia-se a estes fatos, ser o Canal Navegantes a rota preferencial dos navios rumo ao Pólo Petroquímico⁸.

O Sistema Lomba do Sabão, assim como o Sistema Belém Novo, também poderá apresentar maiores demandas por abastecimento de água nos próximos anos, visto o crescimento populacional nos bairros Agronomia e Lomba do Pinheiro. Além disso, a Barragem Lomba do Sabão apresenta um processo de assoreamento e eutrofização acelerado nos últimos anos, o que prejudica o manancial e, conseqüentemente, a água captada para abastecimento. Assim, melhorias e obras de recuperação são urgentes, considerando que tal barragem é o “único sistema que possibilita abastecer Porto Alegre por outro manancial que não o Lago Guaíba (além

⁸ Ibid. p. 68

dos carros-pipa, em casos emergenciais). É uma reserva estratégica, mas sua capacidade de abastecimento é limitada” (PORTO ALEGRE, 2010a, p. 313).

Outro tipo de captação de água refere-se aos poços. O sistema aquífero localizado em rochas pré-cambrianas apresenta condições apropriadas de potabilidade das águas, tanto em rochas graníticas com fraturas quanto em rochas pré-cambrianas com cobertura de elúvios e colúvios. Entretanto, essas áreas são vulneráveis à contaminação por disposição inadequada de resíduos, mau funcionamento de fossas sépticas e vazamento de tanques de combustíveis em postos de serviços (MENEGAT et al., 2006). Apesar de ser mais difícil a captação das águas localizadas em rochas graníticas do que as rochas com presença de um manto de alteração (depósitos de elúvios e colúvios) pode-se ter sucesso nas zonas de fraturas, as quais são áreas de recarga do aquífero, porém mais vulneráveis à contaminação nesse tipo de rocha.

8.3. CONDIÇÕES CLIMÁTICAS (em cinza)

O principal objetivo dessa categoria foi identificar os dados e os elementos que caracterizem parte do clima da cidade, a exemplo da frequência anual das principais direções do vento para, assim, possibilitar correlações com as degradações do homem.

A principal fonte para a identificação desses elementos refere-se ao “Mapa do clima urbano”, escala 1:59.000, do Atlas Ambiental de Porto Alegre (MENEGAT et al., 2006). Foram selecionados tanto elementos climáticos característicos do ambiente urbano como **alteração do campo eólico, cânion urbano** (caracterizado pela ventilação excessiva em algumas avenidas da cidade em função da edificação), **forte acréscimo de calor** quanto elementos amenizadores das consequências dessa ocupação urbana nas grandes cidades como áreas com vegetação com **função de filtro** e com **efeito amenizador sobre o clima e drenagem de ar frio noturno**.

Conforme classificação de Köppen, o clima de Porto Alegre é considerado subtropical úmido (Cfa) com precipitação média mensal de 1400 mm. Quanto à situação sinótica, a área considerada sofre os efeitos da atuação de basicamente três massas de ar. No inverno, a Massa Polar Atlântica é predominante. Responsável pelas “ondas de frio”, essa massa de ar caracteriza-se pelas “quedas bruscas de temperatura (10°C em 24h), por mínimas entre 0 e 3 °C, em 48h, com duração de 3 a 9 dias. Elas são geradas pela penetração rápida dos anticiclones migratórios polares, causando modificações rápidas dos tipos de tempo meteorológico” (HASENACK, 1989, p.31).

O encontro entre a Massa Polar Atlântica e a Massa Tropical Atlântica forma o sistema frontal caracterizado pelas típicas chuvas prolongadas de inverno. No verão, a Massa Polar Atlântica perde força e dá maior espaço à Massa Tropical Atlântica e Massa Tropical Continental, gerando chuvas intensas e de curta duração. “As temperaturas e o teor elevado de umidade favorecem a ocorrência, ao contrário do inverno, de “ondas de calor” ou “mormaços”, caracterizados por períodos de 3 a 4 dias com temperaturas máximas superiores a 33° C” (HASENACK, 1989, p.31).

Além da variabilidade de temperatura ao longo do ano, é muito importante considerar a direção dos ventos predominante através da análise sazonal. Isso porque, é uma das principais variáveis climáticas que podem ser relacionadas às fontes poluidoras do ar, o que possibilita prever áreas com maior recebimento de poluentes por meio dos ventos. O estudo de Nicolodi (2007) apontou as direções Sudeste (SE) e Leste (E) como predominantes no município de Porto Alegre, tanto na média anual quanto sazonal. Os meses de inverno, apesar de apresentarem as mesmas predominâncias da média anual, tiveram uma maior contribuição das demais direções. A Figura 4 apresenta o diagrama de rosa dos ventos entre o mês de março de 1996 ao mês de fevereiro de 1997, onde a frequência das direções é representada pelo tamanho das retas e a frequência da velocidade pelas cores. Tal informação não chega a ser uma série histórica considerável para parâmetros climáticos, entretanto é indicativa do normal de ocorrência dos ventos, visto que não foram constatadas anomalias no período em comparação à série histórica (NICOLODI, 2007).

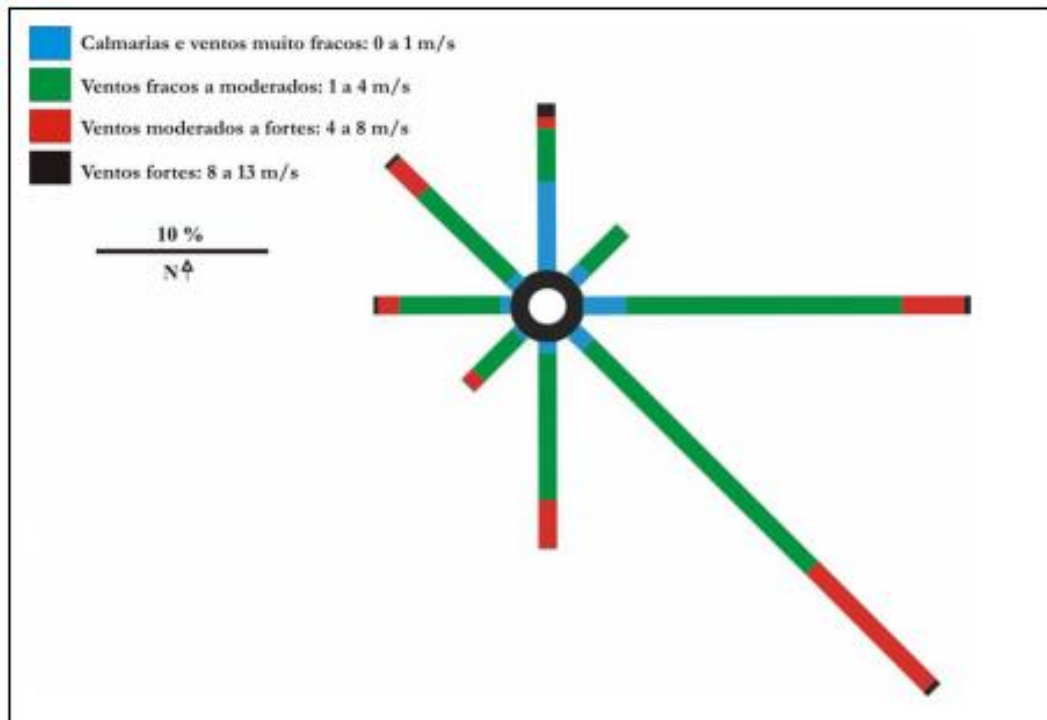


Figura 4: Diagrama de frequência e velocidade dos ventos atuantes na região de Porto Alegre no período entre março de 1996 a fevereiro de 1997. Fonte Nicolodi (2007)

O clima urbano é um sistema influenciado não só pelo macroclima (escala regional), como também pelas alterações de baixa superfície causadas pela densidade dos espaços construídos da cidade, sobre tudo alterações locais de variáveis climáticas pertinentes à temperatura, à umidade e aos ventos. Para Lombardo (1985), a intensidade da urbanização associada à concentração de poluentes altera significativamente o clima, já que ocorrem mudanças no balanço de energia (aumento das superfícies de absorção térmica), no direcionamento dos ventos (concentração de edifícios), na composição do ar, dentre outras.

No caso específico das condições atmosféricas, Porto Alegre apresenta características climáticas diferenciadas em determinadas regiões, principalmente baseadas na intensidade da urbanização, expressa na concentração de área construída, adensamento populacional, pavimentação asfáltica ou distribuição dos espaços verdes.

Um fenômeno característico das grandes cidades e que também ocorre em Porto Alegre refere-se ao forte acréscimo de calor na zona central, causando desconforto térmico, principalmente no início das tardes de verão. Tal fenômeno ultrapassa os limites do bairro Centro, chegando aos bairros Cidade baixa, Floresta, Independência, dentre outros próximos a essa região. Quanto maior a densidade de construções, tanto horizontal quanto verticalmente, maior a quantidade de superfície aquecida que irá interagir com o ar e formar as chamadas “ilhas de calor”, conceituadas por Lombardo (1985, p. 24) como:

[...] uma área na qual a temperatura da superfície é mais elevada que as áreas circunvizinhas, o que propicia surgimento de circulação local. O efeito da ilha de calor sobre as cidades ocorre devido à redução da evaporação, ao aumento da rugosidade e às propriedades térmicas dos edifícios e dos materiais pavimentados.

A conceituação da autora é interessante porque aborda como aspecto das ilhas de calor não só o aumento da temperatura local, mas também outras alterações no clima, como o surgimento de circulação de ventos específicos e a redução da evaporação. A diferenciação de temperatura entre áreas próximas associadas ao padrão de construção de prédio altos e contíguos dá condições para formar circulações de ar localizadas. O fato das construções agirem como barreiras acabam por canalizar tal circulação para ruas e avenidas, aumentando assim a velocidade dos ventos gerados. Esse fenômeno é apresentado por Hasenack (1989, p.98) como “cânion urbano”, “utilizado em climatologia para designar uma rua ou avenida cujas margens constituem-se de prédios altos e justapostos, assemelhando-se à feição geomorfológica que recebe a mesma designação”.

Em Porto Alegre, as principais avenidas com tais características referem-se à Avenida Azenha (bairro Azenha), Avenida Borges de Medeiros (bairro Centro), parte da Avenida Farrapos (bairro Floresta e São Geraldo), Avenida Assis Brasil (próximo ao Hospital Cristo Redentor) e Avenida Protásio Alves (bairros Santa Cecília e Rio Branco). O grande problema envolvendo tais cânions não é a aceleração dos ventos especificamente, mas a composição desse ar cuja qualidade pode estar comprometida pela poluição atmosférica.

As ilhas de calor também podem causar aumento da precipitação devido ao efeito de rugosidade das construções e do aumento de núcleos de condensação associados aos poluentes. A água precipitada, imediatamente escoada pelo esgoto pluvial para fora da área urbana, reduz a evaporação real e, em consequência, diminui a umidade absoluta do ar (HASENACK, 1989).

É interessante observar que as áreas que não apresentam o padrão de clima com grande grau de edificação – como encostas de morros bastante arborizadas, áreas de parques e áreas verdes ainda não urbanizadas – além de atuarem como testemunhos dos sistemas naturais na cidade, também agem como amenizadoras climáticas das alterações conseqüentes da ocupação urbana (MENEGAT et al., 2006).

As áreas verdes em maiores altitudes, localizadas nos morros, possuem função de filtro, além de possibilitar a drenagem de ar frio noturno proveniente das margens superiores dos arroios, o que ameniza o acréscimo de calor gerado nas áreas mais centrais. Já os parques localizados próximos à zona central, como o Parque Farroupilha, apesar de terem dimensões menores, também atuam como amenizadores (ilhas de frescor) nas imediações dos bairros Centro, Bom Fim, Santana e Cidade Baixa⁹.

8.4. ESPAÇOS CONSTRUÍDOS (em laranja)

O principal objetivo foi representar a dinâmica temporal e os diferentes tipos de ocupação, assim como os elementos mais significativos em termos de potencial poluidor das águas, do ar e do solo.

8.4.1. Evolução urbana da cidade

Muitos mapas integrados baseados na metodologia seguem uma tipificação quanto à densidade, ao uso e à evolução ao longo do tempo das áreas urbanas. Para os itens correspondentes ao tema “Espaços Construídos” também considerou-

⁹ Ibid. Menegat et al., 2006

se as tipificações de ocupação, porém, com o objetivo de tornar o mapa mais claro, atribui-se à tipificação de evolução urbana apenas as **áreas de ocupação recente**, visando indicar as possíveis direções de expansão urbana para os próximos anos ou décadas.

O mapeamento do ambiente deve ajudar a capturar os fenômenos de correlação e potencial entre os elementos, assim como deve dar pistas das dinâmicas dos mesmos. A partir disso, analisou-se espacialmente a evolução da ocupação urbana de Porto Alegre desde a década de 1950 até os dias atuais (Figura 5) tendo como principal objetivo indicar tendências de urbanização que possam subsidiar o planejamento, a exemplo de uma série de serviços demandados a partir dessa expansão urbana, como abastecimento de água, coleta de lixo domiciliar, esgotamento sanitário adequado, pavimentação, dentre outros.

Para a elaboração do item de áreas de ocupação recente foi utilizada a espacialização da evolução urbana pertencente ao Atlas Ambiental de Porto Alegre (MENEGAT et al., 2006), cujo período é de 1952 a 1994 e de imagens de satélite fornecidas pelo aplicativo *Google Earth* de dezembro de 2002 e março de 2011. Assim, foram consideradas como áreas recentes todas as ocupações na zona mais periférica da cidade que não existiam até o ano de 2002 e que foram identificadas nas imagens de satélite depois desse período, além de serem considerados aspectos de mapeamento como arruamento, densidade de construções e continuidade, conforme Dias (2011).

Analisando o mapa de “Evolução Urbana de Porto Alegre” (Figura 5), percebe-se que até os anos 1990 a expansão da cidade era condicionada radialmente do centro para as direções nordeste e sudeste. A partir dos anos 2000, houve uma mudança mais expressiva no padrão de ocupação da cidade, visto o adensamento horizontal de núcleos já existentes da zona sul, principalmente nos bairros Restinga e Belém Novo. Também é possível notar que grande parte da ocupação até o ano de 1994 já havia atingido o sopé dos morros Santana, da Companhia e da Polícia dificultando o tipo de expansão presente na cidade até então. Esse fator, aliado a outros como investimentos públicos em infraestrutura de

acesso viário e habitação, saturação da zona central e norte e valorização imobiliária contribuíram para a densificação recente da zona sul.

Salienta-se, portanto, a importância do planejamento por parte da gestão pública não só em termos de serviços básicos demandados, mas também no acompanhamento da ocupação dessas áreas, as quais são apresentadas por Dias (2011) como predominantemente planas e passíveis a inundações, sobre tudo quando o solo é densamente ocupado:

O crescente avanço da ocupação sobre os modelados de acumulação acentua as modificações nos processos morfodinâmicos naturais. O processo de ocupação, através das construções, compactação e consequente impermeabilização do solo dificultam a infiltração, aumentando o escoamento superficial.¹⁰

8.4.2. Densidade e usos

Para a tipificação quanto à densidade e ao uso, foram simbolizadas apenas as áreas com um **alto grau de edificação** e as **ocupações informais (vilas)**, em função de grandes problemas ambientais gerados e enfrentados a partir dessas situações.

Foram destacadas apenas as áreas com alto grau de edificação e as ocupações informais (vilas). De um lado, uma área com muitas edificações, geralmente a zona central e adjacências, com grande aumento localizado de temperatura, alta concentração de poluentes atmosféricos provindos dos meios de transporte terrestres, impermeabilização do solo e desconforto térmico. De outro, áreas às margens de córregos, encostas e rodovias que abrigam uma parte da sociedade que não possui condições de arcar com moradias estabelecidas conforme as leis de uso e ocupação do solo. Essas ocupações, além de intensificar os problemas de erosão, desmatamento e inundações da cidade, também são as áreas onde há a maior precarização (ou inexistência) de serviços urbanos de infraestrutura básica, como abastecimento de água e coleta domiciliar de lixo.

¹⁰ Ibid. p. 64

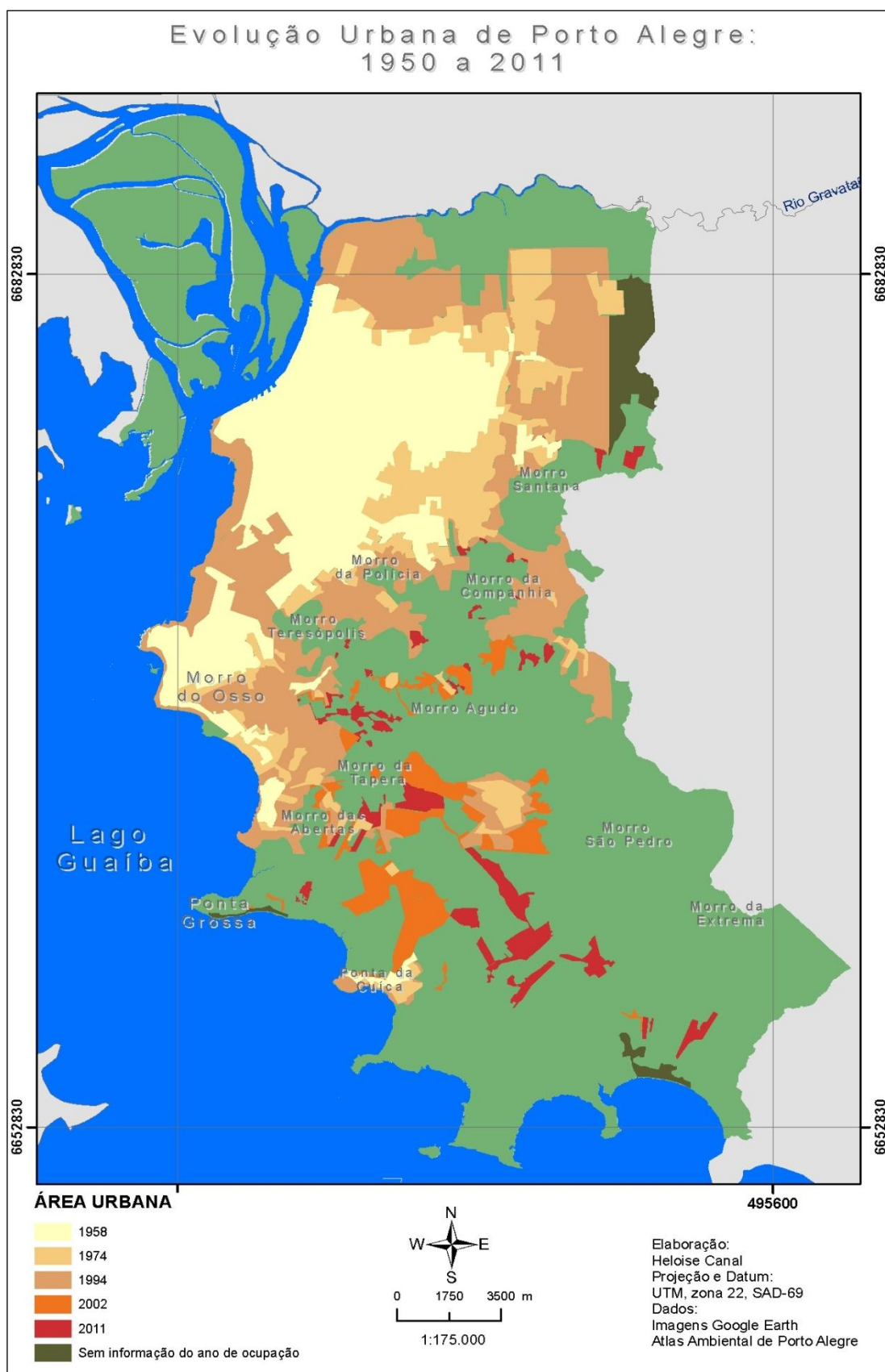


Figura 5: Evolução urbana de Porto Alegre

8.4.3. Equipamentos e demais elementos urbanos

Diversos equipamentos urbanos podem fazer parte do mapa ambiental integrado com o objetivo de auxiliar o planejamento de algumas ações como escolas, áreas de lazer e esporte, equipamentos de saúde e assistência social, associações comunitárias, etc. Entretanto, novamente pensando na leitura do mapa, foram considerados os equipamentos urbanos que trouxessem certo grau poluidor e risco ambiental. Os elementos urbanos presentes no mapa referem-se às indústrias, serviços de distribuição de combustíveis através de postos de abastecimento, hospitais e laboratórios, pedreiras, dentre outros. Como o destaque é relativo ao potencial poluidor, tais elementos foram dispostos conforme as categorias de degradação das águas, do solo ou do ar.

Quanto ao sistema viário, foram destacadas as **vias com fluxo intenso de veículos** devido à ocorrência de muitos acidentes de trânsito e às maiores concentrações de poluentes atmosféricos e sonoros causados por veículos. Também foram incluídas as linhas do **trem metropolitano (Trensurb)** e a primeira e segunda fase da **linha de metrô (prevista)**.

8.5. ESPAÇOS CULTIVADOS (em marrom)

Os espaços de cultivo da cidade foram analisados a partir do Diagnóstico Ambiental de Porto Alegre (HASENACK et al., 2008) e diferenciados entre **cultivo permanente**, **cultivo temporário** e **silvicultura**.

Apesar do município de Porto Alegre ser interpretado como totalmente urbano, considera-se que existem áreas com produção agropecuária típicas de zonas rurais. O Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano e Ambiental (PORTO ALEGRE, 1999) classifica essas áreas como pertencentes à macrozona denominada Cidade Rururbana, caracterizada pela presença de zonas de produção de alimentos e animais junto às áreas residenciais com baixo número de moradores, espalhadas pela região. Esse macrozoneamento compreende praticamente toda a zona sul da cidade, a exceção dos núcleos de ocupação intensiva, como Belém

Novo, Belém Velho e Lami. São pequenas propriedades de agricultura familiar com cultivos perenes, especialmente os pomares de ameixa, pêssego e parreiras, assim como outros alimentos também cultivados por meio da agroecologia.

As várzeas do Rio Gravataí, no extremo norte de Porto Alegre, também são destinadas ao uso agrícola, em especial às culturas de arroz irrigado, as quais são caracterizadas no mapa como cultivos temporários. As lavouras de arroz ocupam áreas extensas e suscetíveis à degradação, como várzeas de cursos de água, terrenos planos e alagadiços, com boa disponibilidade de água durante o período de preparo do solo e plantio das sementes. Estas lavouras estão muito próximas de faixas de matas ciliares e ecossistemas de banhados. Portanto, são necessários sistemas de obtenção e gerenciamento de dados que conduzam à adequação ambiental destas lavouras, com vistas à sustentabilidade do cultivo agrícola e à manutenção da biodiversidade (CANAL et al., 2009).

8.6. ESPAÇOS VERDES (em verde)

O principal objetivo foi registrar os diferentes tipos de vegetação existentes, analisando sua importância no contexto ambiental da cidade, assim como identificar os espaços já protegidos e os que estão potencialmente ameaçados.

Foram identificadas as áreas protegidas por legislação, a exemplo das **Unidades de Conservação (UC)**, **Áreas de Proteção Ambiental Natural**, **parques** e **praças**. Também foram indicados os espaços mais susceptíveis ao desmatamento, sendo zonas com mata degradada, próximas a ocupações urbanas ou áreas agrícolas. A vegetação também foi diferenciada nas seguintes classes: **mata nativa, mata degradada, banhado e demais**.

As Unidades de Conservação (UCs) correspondem a áreas instituídas pelo Poder Público com o principal objetivo de preservar características naturais importantes e representativas de determinado lugar. Atualmente, Porto Alegre conta com seis áreas de proteção instituídas:

- Área de Proteção Ambiental Delta do Jacuí (antigo Parque Estadual Delta do Jacuí);
- Parque Municipal Saint-Hilaire;
- Reserva Biológica do Lami;
- Reserva Ecológica do Morro Santana;
- Parque do Morro do Osso;
- Jardim Botânico.

As áreas de Proteção Ambiental Natural estão previstas no PDDUA (PORTO ALEGRE, 1999, p. 7) como “zonas que concentram espaços representativos do patrimônio natural e cuja ocupação deverá ser disciplinada com vistas à sua manutenção. Englobam os morros, as margens do Guaíba e os arroios”.

Apesar de essas áreas terem sido reconhecidas como importantes patrimônios ambientais, são constatados problemas relacionados à forma de ocupação urbana, o que é explicitado por Vieira (2007) sobre a ocupação da encosta oeste do Morro Santana; Lindau (2000) a respeito da ocupação no Morro da Polícia; Schneider (2010) sobre o Arroio Lami – cujo estudo constatou que 59% da área total da bacia possui características de fragilidade ambiental potencial entre média a alta; Guerra (2001) com relação ao comprometimento da qualidade das águas do Arroio Feijó em função do alto grau de desmatamento e intensa urbanização ao longo da bacia; Lima (2010) a respeito dos impactos na drenagem da bacia do Arroio do Salso devido à acelerada ocupação dos últimos anos. Além das contribuições específicas desses estudos, os mesmos tornam-se também argumentativos com relação à importância do planejamento integrado do Poder Público, visto a maior complexidade de gestão que se instala devido à descentralização da ocupação urbana para a zona sul.

Os espaços verdes desempenham um papel na cidade que está para além das funções ecológicas de proteção dos cursos d’água e nascentes, contenção da perda de solo e de erosão. As praças e parques, próximos aos espaços construídos,

atuam como equipamentos de recreação, lazer e sociabilidade entre as pessoas, preservação de espécies centenárias nativas e exóticas de todas as partes do mundo, além de amenizarem o forte acréscimo de calor provindo da zona central. Outras funções importantes nas áreas muito edificadas são apresentadas por Menegat et al. (2006), como a redução da poluição atmosférica e a melhora das condições de conforto acústico e de luminosidade. Os espaços verdes periféricos e de mais difícil acesso, localizados principalmente nas encostas e topos dos morros, também atuam como moderadores de temperatura ao possibilitar a drenagem de ar frio das encostas mais arborizadas para a área urbanizada. Também são importantes refúgios da biodiversidade, principalmente da fauna.

8.7. DEGRADAÇÃO DO SOLO (em vermelho)

8.7.1. Mineração

Os locais de uso do solo através da mineração foram vetorizados a partir do Atlas Ambiental de Porto Alegre (MENEGAT et al., 2006), sendo destacadas as **pedreiras** e **saibreiras** (ambas em atividade e desativadas), assim como as **olarias**. Os **depósitos de lixo irregulares (lixões)** e os **aterros sanitários** também foram retirados da fonte mencionada.

A mineração a céu aberto, a exemplo das **pedreiras** e **saibreiras**, costuma trazer uma série de impactos ambientais como comprometimento da estabilidade das encostas, fomento de sedimentos para rios, poluição atmosférica pela emissão de material particulado e poluição sonora. Essa atividade foi abundante desde os primeiros processos de urbanização de Porto Alegre como cidade, devido às demandas construtivas e à boa disponibilidade de materiais graníticos presentes nos morros. Segundo Menegat et al. (2006), apenas 4 pedreiras e 1 saibreira encontram-se em atividade atualmente.

Diante disso, diversas pedreiras desativadas passam a apresentar riscos, não mais referentes ao funcionamento das mesmas, mas sim quanto à ocupação inadequada, principalmente pela população de baixa renda. O estudo de Uszacki (2004) demonstra tal situação ao abordar o processo de ocupação na região das

nascentes do Arroio Moinho, entre o Morro da Cruz e o Morro Pelado. Uma antiga área de mineração das encostas do Morro Pelado foi ocupada, apresentando diversos riscos às pessoas que ali vivem, principalmente risco de queda de blocos rochosos. Outra ocupação importante refere-se à Vila Pedreira, localizada numa antiga área de mineração do Morro Santana, próxima à Avenida Protásio Alves. Tal situação deve ser monitorada, visto que a expansão urbana, principalmente a informal, possui um direcionamento aos morros.

As **olarias**, muitas vezes, também estão associadas à extração de material. Isso porque se pode realizá-la em corpos d'água próximos ao local de fabricação dos tijolos. Tal atividade, além dos impactos relacionados à extração de argila, colabora para a emissão de poluentes em função da queima de madeira e outros materiais para o cozimento dos tijolos. Boa parte das olarias do município está localizada na zona sul, e distante dos núcleos urbanos.

8.7.2. Movimentos de massa

Uma das graves consequências advindas da ocupação e uso inadequado dos solos são os movimentos de massa. Na cidade de Porto Alegre, esse tipo de degradação é expresso principalmente pelos riscos de **escorregamentos**, **deslizamentos** e **queda de blocos**. Os lugares em que há esses riscos têm como fonte o PFMUA (CODEC, 2011), Tabela 2.

Tabela 2: Áreas que apresentam risco geológico

LOCAL	REFERÊNCIA	RISCO GEOLÓGICO
Beco do Adelar	Próximo à avenida Juca Batista	Deslizamento
Beco Tabajara	Av. Oscar Pereira, próximo ao hospital	Deslizamento
Mestre Macedinho	Bairro Nonoai	Deslizamento e Queda de blocos
Morro da Cruz		Deslizamento
Morro da Embratel		Deslizamento
Morro da Glória		Deslizamento
Morro da Polícia		Deslizamento
Morro Santa Tereza		Deslizamento
Morro Santana		Deslizamento
Morro São José		Deslizamento
Morro Teresópolis	Construções irregulares	Deslizamento
Nossa Senhora das Graças	Rua Angelo Corso	Desmoronamento
Recreio da Divisa		Desmoronamento
Rua Dr. Cecílio Monza		Desmoronamento
Vila Aza Branca	Zona Norte	Desmoronamento
Vila Beriba	Bairro Agronomia	Deslizamento
Vila Colina Verde	Bairro Glória	Deslizamento
Vila dos Coqueiros		Desmoronamento
Vila dos Sargento	Bairro Serraria	Deslizamento
Vila Grécia		Deslizamento
Vila Ideal		Deslizamento
Vila Laranjeiras	Próximo à avenida Protásio Alves	Desmoronamento
Vila Monte Cristo	Av. Eduardo Prado, no número 1200	Deslizamento
Vila Orquídea	Colina do Padro, Protasio 10.200 e Cachoeiras	Deslizamento
Vila Patrimônio	Atrás do Presídio Central	Deslizamento
Vila Pedreira	Vila Cruzeiro	Deslizamento e Queda de blocos
Vila Safira		Desmoronamento
Vila Silva Paes	Loteamento Monte Cristo	Deslizamento

Fonte: Programa de Fiscalização e Monitoramento Urbano e Ambiental – PFMUA (CODEC, 2011).

8.8. DEGRADAÇÃO DAS ÁGUAS (em rosa)

O objetivo principal desse tema foi localizar as principais fontes poluidoras, assim como indicar o grau de comprometimento da qualidade das águas gerado pelo esgotamento doméstico.

8.8.1. Fontes poluidoras

Os estudos que caracterizam a poluição das águas devem considerar as principais fontes poluidoras da bacia hidrográfica, já que os efeitos resultantes da introdução de poluentes dependem, em grande parte, das características físicas e

químicas desses despejos. As principais contribuições de cargas poluidoras em Porto Alegre provêm do esgotamento doméstico de áreas residenciais, comerciais e de serviços e efluentes de indústrias. A partir dessa constatação, é possível inferir o tipo de poluente que mais contribui para a degradação das águas da cidade, assim como os principais problemas gerados.

Devido à composição dos despejos da cidade, em sua maioria, de grandes concentrações de matéria orgânica, os principais impactos estão relacionados à diminuição da concentração de oxigênio dissolvido disponível na água e o aumento da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)¹¹, “provocando o desaparecimento de peixes e outras formas de vida aquática, (...) além de produzir sabores e odores desagradáveis e, ainda, pode obstruir os filtros de areia utilizados nas estações de tratamento de água” (CETESB, 2009, p.12). O esgoto doméstico também pode conter organismos patogênicos e substâncias tóxicas. Organismos patogênicos são aqueles que transmitem doenças pela ingestão ou contato com a água contaminada, como bactérias, vírus, parasitas e protozoários. A maior parte dos resíduos orgânicos provêm das residências, comércio e serviços e das indústrias de alimentos e bebidas.

Em menor quantidade, mas não menos poluente, há os resíduos inorgânicos que compostos por metais, fenóis, óleos, dentre outras substâncias providas das indústrias, principalmente a química e a metalúrgica. Galvão (1990 apud ALMEIDA e RIBEIRO, 1993) aborda os principais impactos causados ao ambiente devido aos processos produtivos realizados nas indústrias, destacando os principais poluentes lançados no ar e nas águas. A Tabela 3 apresenta os principais poluentes de degradação das águas.

Tabela 3: Principais poluentes dos processos produtivos nocivos às águas

POLUENTES	PRINCIPAIS PROCESSOS PRODUTIVOS
-----------	---------------------------------

¹¹ A DBO de uma água é a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica por decomposição microbiana aeróbia para uma forma inorgânica estável (CETESB, 2009).

<p>a) Substâncias Tóxicas (ST): Substâncias que alteram parcialmente a composição dos corpos d'água, tornando-a imprópria para o consumo humano, animal e irrigação de vegetais. Compostos por ácidos, álcalis, metais pesados, fenóis, cianetos. Dependendo da quantidade, os efeitos nocivos podem ir da interdição para tratamento do corpo d'água, até seu bloqueio para sempre.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Indústrias Químicas - Siderúrgicas - Metalúrgicas - Curtumes - Indústrias de Papel e Papelão
<p>b) Óleos e Graxas (OG): Em contato com a água criam uma película bloqueadora à penetração da luz solar, impedindo as trocas gasosas nos corpos d'água, matando por asfixia os animais aquáticos e os pássaros que fazem das águas parte de seus habitats. As siderúrgicas e indústrias mecânicas de grande porte utilizam grandes quantidades de lubrificante, para os processos de usinagem de peças metálicas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Refinarias de Petróleo - Unidades fabris dos pólos petroquímicos - Siderúrgicas - Indústrias mecânicas de grande porte
<p>c) Material em suspensão (MS): Desagregação de materiais diversos tais como madeira, papel, borracha e plástico, materiais que são despejados ou levados pela ação dos ventos para as superfícies das águas, sendo, também, o resultado da decantação das partículas em suspensão (PS), diretamente nos espelhos d'água.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Fábrica de beneficiamento de borracha - Fábrica de explosivos - Reciclagem de papel e papelão

Fonte: Elaborado a partir de (GALVÃO, 1990 apud ALMEIDA e RIBEIRO, 1993).

Esgotamento doméstico

A atual estrutura do sistema de coleta de esgoto (cloacal e misto) da cidade atende 87,7% da população, sendo 60,3% da população atendida com separador absoluto e 27,4% com rede mista (DMAE, 2011). Entretanto, a ampla rede coletora instalada não quer dizer que a cidade tenha um sistema de tratamento de esgotos adequado e condizente com a demanda de despejos, já que apenas 27% do volume produzido recebem tratamento. Na Tabela 4 são apresentados os dados referentes à quantidade de esgoto lançado sem tratamento a partir de estimativas de contribuição *per capital* em litros por pessoa/dia segundo a divisão dos sistemas de esgotamento sanitário do Plano Diretor de Esgotos (PORTO ALEGRE, 2010b), população estimada para 2010 e capacidade de tratamento instalada (%) até 2010.

Tabela 4: Dados sobre a quantidade de esgoto(m³) com e sem tratamento por sistema de esgotamento sanitário

Sistema de Esgotamento Sanitário (SES)	Capacidade de tratamento instalada (%)	Esgoto tratado (m³/ dia)	Esgoto não tratado (m³/ dia)
BELÉM NOVO	1,85	30,6	1.621,1
CAVALHADA	-	0,0	20.051,9
LAMI	0,97	6,7	681,6
NAVEGANTES	14,42	5.657,3	33.575,3
PONTA DA CADEIA	0,19	177,6	93.275,9
RUBEM BERTA	1,38	91,2	6.518,5
SALSO-LOMBA	-	0,0	717,7
SALSO-RESTINGA	0,23	26,2	11.357,1
SARANDI	0,77	230,5	29.702,0
ZONA SUL	7,99	1.060,7	12.215,0
ILHAS	-	0,0	936,4
Total	27,81	7.280,7	210.652,3

Fonte: Elaborado a partir do Plano Diretor de Esgotos (PORTO ALEGRE, 2010b).

Com relação ao aporte de esgotos não tratados, o Sistema Ponta da Cadeia demonstra a situação mais preocupante, tanto do ponto de vista de volume não tratado (cerca de 93.300m³ por dia ou 99,81% do volume produzido), quanto da grande complexidade existente na Bacia do Arroio do Dilúvio, integrante desse sistema, caracterizada pelas maiores taxas de urbanização do município, pelos diversos tipos de atividades comerciais, de serviços e industriais, além dos problemas com ligações domiciliares ao esgoto sanitário, principalmente nas áreas mais recentes do curso superior.

Segundo o Plano Diretor de Esgotos¹², a rede de esgotos desse sistema abrange cerca de 70% dos logradouros, conduzindo todo o aporte de efluentes para coletores-tronco e interceptores, assim como para estações de bombeamento, até chegar à principal estação localizada próxima ao Gasômetro – EBE Ponta da Cadeia – sendo lançado através de um emissário subaquático para o canal de navegação

¹² Ibid.

do Lago Guaíba para que ocorra um maior processo de autodepuração das águas em direção à Laguna dos Patos.

É necessário ressaltar que existem núcleos isolados que não estão ligados de fato à rede, mas possuem tratamento primário dos efluentes de forma individual ou coletiva através de fossas sanitárias ou tanques sépticos. Assim, não parece condizente que os 30% dos logradouros sem rede coletora sejam os únicos responsáveis pela situação crítica em que se encontram as águas dos vários setores da sub-bacia do Arroio Dilúvio. Além desse tipo de contribuição de efluentes ao longo do arroio, o fato da bacia possuir a parcela mais significativa de redes coletoras do tipo separador absoluto, ou seja, uma rede diferenciada de esgoto pluvial e cloacal, reforça o aporte de efluentes ao longo do curso ao serem instaladas ligações inadequadas à rede pluvial. Esse tipo de rede, ao contrário do cloacal, não possui um ponto de emissão único, sendo integrada ao vários arroios já canalizados e que são conduzidos diretamente ao arroio principal da bacia.

Os sistemas que apresentam Estações de Tratamento de Esgoto (ETE) e que atendem ao planejamento previsto em Planos Diretores anteriores são: Navegantes (ETE São João-Navegantes), Zonal Sul (ETE Ipanema), Belém Novo (ETE Belém Novo) e Lami (ETE Lami). A exceção da ETE São João-Navegantes, todos esses sistemas estão localizados na zona sul da cidade e, embora apresentem boa cobertura da rede coletora, têm pouca contribuição nas ETEs devido ao grande número de ligações domiciliares que não estão conectadas à rede pública (PORTO ALEGRE, 2010b). Os demais sistemas apresentam estações com pouca contribuição de volume de esgoto tratado, a exemplo da ETE Esmeralda, integrante do sistema Ponta da Cadeia, ou não apresentam estações. O esgotos que não são levados às ETEs, recebem tratamento maneira primária (tanques sépticos, por exemplo) e, quando não há esse tipo de estrutura, os efluentes são lançados *in natura* para os corpos d'água receptores. O Programa Integrado Socioambiental prevê a mudança dessa situação ao executar obras que objetivam encaminhar o esgoto da rede coletora desses sistemas para ETE Serraria, que está em implantação. Maiores informações sobre como funcionará esse programa são

apresentadas no tema “TRABALHOS E MELHORIAS EM DEFESA DO AMBIENTE”, p. 68.

Hospitais e laboratórios

Os dados de localização e descrição dos **hospitais** foram disponibilizados pela Equipe de Vigilância Ambiental e do Trabalhador (EVSAT) da Secretaria Municipal da Saúde, enquanto os **laboratórios** foram selecionados a partir do banco de dados de alvarás da Secretaria Municipal de Indústria e Comércio (SMIC). Os dados complementares dos hospitais foram levantados a partir do Cadastro Nacional dos Estabelecimentos de Saúde (CNES) do Ministério da Saúde.

A importância de destacar os serviços hospitalares e laboratoriais de análises clínicas das áreas residenciais e das demais atividades terciárias geradoras de efluentes domésticos se deve à concentração de organismos patogênicos e compostos químicos presentes nesses despejos. O descarte sem tratamento adequado na rede coletora cloacal ou pluvial pode gerar sérios problemas à qualidade das águas para abastecimento da população. Conforme Silveira (2004, p.19):

Alguns resíduos farmacêuticos, um dos tipos gerados nas unidades hospitalares, contêm substâncias biologicamente ativas. Estas podem provocar modificações no meio ambiente, mesmo quando presentes em concentrações mínimas. Antibióticos, por exemplo, podem induzir ao fenômeno de seleção de bactérias resistentes [...]. Nos laboratórios de análises clínicas, quando ocorrem os descartes das amostras analisadas na rede coletora de esgotos, é notório que a carga orgânica desse efluente é considerável, em função da presença de sangue e hemo derivados, pedaços de tecidos, urina, secreções, entre outros.

O Decreto Municipal nº 12.961 de 2000¹³ estabeleceu uma série de parâmetros a serem considerados em relação ao controle de poluição hídrica. Destaca-se que “os efluentes de hospitais e outros estabelecimentos, nos quais haja despejos infectados por microorganismos patogênicos, deverão sofrer tratamentos especiais independente de seu número de coliformes”. Embora os hospitais e demais estabelecimento de saúde apresentem gestão de resíduos sólidos e líquidos,

¹³ Regulamenta a Lei Complementar nº 65, de 22.12.81, em relação ao controle de poluição hídrica no Município de Porto Alegre, revoga o Decreto nº 9331, de 07.12.88, entre outras providências.

a maioria deles não abrange o tratamento dos efluentes sanitários antes de serem descartados na rede pública coletora.

Porto Alegre possui 9.236 leitos¹⁴, sendo 4.821 referentes ao atendimento clínico e cirúrgico, cuja demanda de água para diversos procedimentos é grande, assim como o descarte de resíduos líquidos. Segundo no estudo de Bendati et al. (1996, p.8), cujo um dos objetivos foi quantificar o lançamento do esgoto hospitalar nas redes coletoras pluvial e cloacal da cidade, “a determinação da produção diária de esgoto por leito hospitalar foi estimada em 541,64 l/leito, sendo esses valores semelhantes ao descrito na literatura”. Assim, é possível estimar que o potencial de despejo na rede pública coletora, conforme atualização para os dados de 2011, é cerca de 137.906 m³ de esgoto por mês.

Postos de abastecimento de combustíveis

Para Kirchheim et al. (2000), a vulnerabilidade à contaminação do solo e dos aquíferos pelos **postos de abastecimento de combustíveis**, além das condições do sistema de armazenamento dos tanques, está relacionada também à susceptibilidade natural apresentada pela cobertura de solo e subsolo. Nas áreas onde predominam as rochas graníticas, o potencial de contaminação é maior nas zonas de fratura, enquanto áreas próximas aos arroios estão mais vulneráveis onde se encontram materiais arenosos menos consolidados. Entretanto, são nas regiões mais baixas da cidade onde há maior potencial de contaminação, como explicitado pelos autores:

Nas regiões topograficamente mais baixas da cidade, nas quais nos primeiros metros do subsolo predominam estratos argilosos, o lençol freático é bastante superficial. Portanto, todo e qualquer vazamento será automaticamente incorporado ao fluxo de água subterrânea dos aquíferos freáticos. Os eventuais pacotes argilosos com baixíssima permeabilidade hidráulica podem confinar o avanço da pluma dissolvida, bem como as piscinas de combustível sobrenadante (KIRCHHEIM et al., 2000, p.275).

Assim, levando em conta a importância de considerar esse tipo de serviço no presente estudo e da mesma forma a possibilidade de tornar a leitura do mapa mais difícil em função do grande número de postos existentes no município, optou-se por

¹⁴ Total geral de leitos. Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde (CNES, 2011).

especializar os postos localizados nas zonas mais vulneráveis para esse tipo de atividade, como mencionado anteriormente por Kirchheim et al. (2000). Para isso, foi realizado o cruzamento das informações de localização dos serviços de abastecimento com a classe “Inapta” do “Mapa de aptidão dos solos à disposição de resíduos sólidos”, escala 1:234.000, proveniente do Atlas Ambiental de Porto Alegre (MENEGAT et al., 2006). Esse mapa tem a “finalidade de estimar a adequação das unidades de solo quanto ao suporte de resíduos sólidos e líquidos. As principais características geotécnicas consideradas foram profundidade, permeabilidade e drenagem dos solos, profundidade do lençol freático e presença de aquíferos, além de outras prováveis situações de risco à contaminação do ecossistema”.¹⁵

Atualmente, Porto Alegre apresenta cerca de 300 serviços de distribuição de combustíveis através dos postos de abastecimento, conforme dados disponibilizados pela Equipe de Vigilância Ambiental e do Trabalhador (EVSAT) da Secretaria Municipal da Saúde. Os problemas ambientais provenientes desse tipo de serviço estão relacionados às atividades de abastecimento de combustíveis de hidrocarbonetos derivados do petróleo, como gasolina e diesel, assim como atividades de manutenção, a exemplo das lavagens e trocas de óleo. O vazamento dos tanques subterrâneos por corrosão ou instalação inadequada pode contaminar as águas subterrâneas e o solo, enquanto atividades cotidianas dos postos, como operações de descarga do combustível nos tanques e lavagens podem contribuir com lançamentos de resíduos oleosos para a rede de drenagem pluvial e, conseqüentemente, aos corpos d’água. Salienta-se também que os contaminantes podem se espalhar para o ar através do processo de volatilização, ou seja, quando há a transferência da fase líquida para a fase gasosa.

Dos 300 postos de combustíveis considerados no levantamento, cerca de 120 foram incluídos no mapa em função dos critérios acima estabelecidos. Portanto, quase a metade dos postos está instalada em áreas extremamente suscetíveis à poluição do subsolo. Isso porque eles estão localizados nas principais vias de deslocamento e acesso à cidade, como Avenida Farrapos, Avenida Assis Brasil e

¹⁵ Ibid. p. 155

Avenida Ipiranga, as quais estão construídas sobre terrenos mais baixos e praticamente planos. A partir da localização dos postos e o conhecimento das áreas de Porto Alegre em que há maior vulnerabilidade de poluição, os órgãos públicos podem dimensionar fiscalizações e pontos de amostragem a serem realizados na cidade.

Indústrias

Visto o grande número de indústrias de pequeno a médio porte concentradas em áreas específicas da cidade, optou-se por espacializar aquelas com maior potencial poluidor aos sistemas naturais, em especial às águas. O Programa de Monitoramento das Indústrias, Comércio e Serviços no Município de Porto Alegre (PMIPOA), através da Equipe de Combate e Controle de Poluição Hídrica e Atmosférica (ECCHA/SMAM), monitora cerca de 240 atividades industriais, comerciais e/ou serviços¹⁶, com geração de efluentes em seu processo produtivo, assim como caracterizados como resíduos perigosos de Classe I¹⁷, conforme a NBR 10004 (FRIEDRICH, 2010). Desse programa, foram inseridas no mapa as **indústrias** com a classificação segundo tipo e porte.

No ano de 2000, a FEPAM divulgou um diagnóstico sobre a poluição hídrica industrial da Região Hidrográfica do Guaíba¹⁸, destacando, com base na quantificação de cargas de matéria orgânica e de metais pesados, as principais indústrias com potencial poluidor hídrico dessa região. A análise das indústrias demonstrou que das principais cargas potenciais poluidoras da Bacia Hidrográfica do Lago Guaíba, o município participa em grande parte com as atividades relacionadas à vazão lançada de matéria orgânica, representada no estudo pela Demanda Bioquímica de Oxigênio. Da relação das 100 indústrias com maior

¹⁶ Até novembro de 2011, conforme a própria ECCPHA/SMAM.

¹⁷ Resíduos de Classe I ou perigosos, segundo a norma brasileira NBR 10.004, constituem-se por aqueles que, isoladamente ou por mistura, em função de suas características de toxicidade, inflamabilidade, corrosividade, reatividade, radioatividade e patogenicidade em geral, podem apresentar riscos à saúde pública (com aumento de mortalidade ou de morbidade) ou efeitos adversos ao meio ambiente, se manuseados ou dispostos sem os devidos cuidados.

¹⁸ FEPAM, 2001.

potencial poluidor de geração de carga orgânica, quatro estão localizadas em Porto Alegre, estando duas relacionadas à indústria de bebidas, uma à indústria alimentar e uma à indústria têxtil.

É necessário salientar que, segundo o mesmo diagnóstico, a maior parte de efluentes gerados nessas indústrias sofre algum processo de tratamento antes de ser lançada aos corpos d'água ou redes públicas coletoras. Tal fato deve-se a maior atuação dos órgãos públicos na implantação de programas de prevenção, controle e fiscalização de poluição, principalmente com relação às indústrias de grande porte.

Para o maior entendimento da geração de efluentes das demais indústrias do município, além da espacialização das indústrias monitoradas pela PMIPOA, foi realizado um levantamento de empresas, a partir do banco de dados de alvarás pertencente à SMIC, no qual foram selecionadas as atividades que foram classificadas com “potencial poluidor alto” pelo estudo em conjunto entre FEPAM e FEE (MARTINS et al., 2005). A partir da qualificação das atividades industriais conforme a Classificação Nacional das Atividades Econômicas (CNAE) do IBGE, adotou-se a “classificação de potencial poluidor das atividades econômicas utilizadas pela Fepam, no enquadramento dos empreendimentos para fins de licenciamento ambiental” (MARTINS et al., 2005, p.33 apud FEPAM, 2004)¹⁹. A utilização da “classificação de potencial poluidor de atividade não considera o porte do empreendimento, o grau de avanço tecnológico específico ou dos equipamentos de controle adotados”, refletindo apenas “o comportamento médio quanto ao risco de comprometimento no ambiente” ²⁰. Foram selecionadas 367 indústrias segundo esse critério.

Conforme o Gráfico 1, as atividades relacionadas à indústria metalúrgica, à indústria química e à indústria do mobiliário estão presentes em maior número no município. Geralmente, essas empresas são de pequeno a médio porte. A concentração na cidade se dá, principalmente, no distrito industrial da zona norte

¹⁹ A Tabela das atividades econômicas e o respectivo grau poluidor encontra-se disponível em: <<http://www.fee.tche.br/sitefee/download/ipp/metodologia.pdf>> Acesso em outubro 2011.

²⁰ Ibid. p.33

nos bairros Floresta, São Geraldo, Navegantes, Santa Maria Goretti, Sarandi e Anchieta.

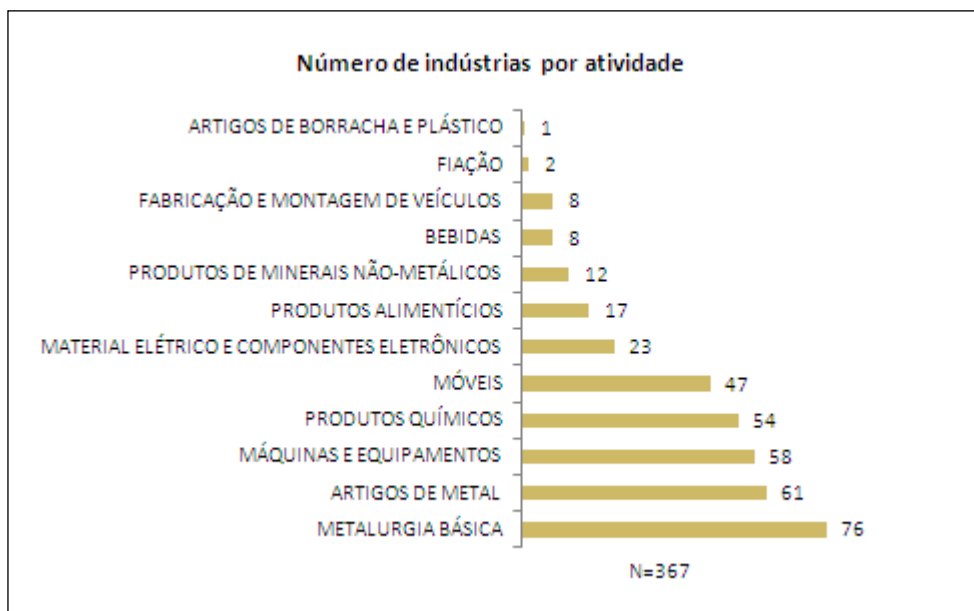


Gráfico 1: Número de indústrias com alto potencial poluidor por tipo de atividade
Fonte: Elaborado a partir de SMIC, 2011

Já na Tabela 5 é apresentado o número de indústrias por bacia e o tipo de efluente gerado em cada uma delas. O tipo de resíduo foi classificado, conforme Menegat et al. (2006), em resíduos orgânicos – setor de alimentos, bebidas e têxtil – e resíduos inorgânicos – setor metalúrgico, químico e demais.

Tabela 5: Total de indústrias com alto potencial poluidor por bacias hidrográficas

BACIA	Sistema de esgotamento sanitário	Resíduos inorgânicos	Resíduos orgânicos	Total
ALMIRANTE TAMANDARÉ	NAVEGANTES	116	4	120
PASSO DAS PEDRAS	GRAVATAÍ	60	5	65
ARROIO DA AREIA	NAVEGANTES	55	3	58
ARROIO SANTO AGOSTINHO	GRAVATAÍ	39	1	40
ARROIO DILÚVIO	PONTA DA CADEIA	25	5	30
ARROIO DO SALSO	RESTINGA	13	1	14
HUMAITÁ	NAVEGANTES	13	0	13
ARROIO CAVALHADA	CAVALHADA	13	0	13

ARROIO FEIJÓ	GRAVATAI	4	0	4
ARROIO CAPIVARA	ZONA SUL	4	0	4
BELÉM NOVO	BELÉM NOVO	1	1	2
ESPÍRITO SANTO	ZONA SUL	1	0	1
ASSUNÇÃO	ZONA SUL	1	0	1
ARROIO SANGA DA MORTE	CAVALHADA	1	0	1
ARROIO LAMI	LAMI	1	0	1
Total	-	347	20	367

Fonte: Elaborado a partir de SMIC (2011) e Martins et al. (2005).

As atividades que têm como efluentes industriais do tipo inorgânico são predominantes no município, conforme Tabela 5. Da mesma forma, como já comentado, essas indústrias estão concentradas nas bacias da região norte, as quais deságuam na grande maioria para o Rio Gravataí, como no Arroio Passo das Pedras, Arroio da Areia e Arroio Santo Agostinho. Tal fato é preocupante, visto que o Rio Gravataí já é impactado à montante por indústrias de outros municípios que também geram efluentes com resíduos inorgânicos. Diante disso, torna-se importante que as estações de tratamento de esgoto e de abastecimento de água da zona norte façam análises periódicas para substâncias químicas e metais pesados das águas captadas como forma de monitoramento da qualidade da água para o abastecimento à população.

8.8.4. Qualidade das águas

Existem vários índices e classificações que podem ser aplicados aos dados físicos, químicos e biológicos como forma de fornecer uma visão geral do grau de comprometimento da qualidade das águas, a exemplo do enquadramento estabelecido pela legislação brasileira na Resolução CONAMA nº 357 de 2005 e do Índice de Qualidade das Águas (IQA)²¹. Entretanto, o grande desafio para o estabelecimento da Legenda de classificação dessa qualidade está na indisponibilidade de dados sistemáticos sobre os arroios da cidade, como

²¹ O Índice de Qualidade da Água (IQA) que é utilizado pela CETESB foi obtido a partir de um estudo realizado na década de 70 pela National Sanitation Foundation (EUA), que adaptou e desenvolveu um índice de qualidade da água para facilitar a disseminação de informações de qualidade da água. (CUNHA e BIANCHINI, 2010, p. 142).

concentrações da Demanda Bioquímica de Oxigênio, Coliformes Termotolerantes, Sólidos Totais, dentre outros. Esses dados estão disponíveis somente para as principais bacias de Porto Alegre através das análises realizadas pelo DMAE e estudos acadêmicos.

Levando em conta que a poluição das águas ocorre quando há excesso de uma substância nesse meio, a classificação da qualidade dos arroios (Figura 6) teve como critério a presença de matéria orgânica em concentrações acima do esperado nas condições naturais dos corpos d'água do município. Tal situação é indicativa de alterações da qualidade das águas por disposição inadequada de esgotos domésticos. Foram estabelecidas cinco classes:

- **Águas não poluídas (em azul):** Devido à indisponibilidade de dados referentes às águas não poluídas da cidade, optou-se por avaliar as condições ambientais próximas a esses arroios, como preservação da vegetação nas nascentes e ao longo do curso e inexistência ou presença de baixa densidade de ocupação. A partir dessa avaliação, é possível inferir se o arroio pode ou não estar poluído. Entretanto, ressalta-se que há possibilidade de alterações da composição da água por algumas situações, como recarga aquífera contaminada, o que não foi considerado.
- **Águas potencialmente poluídas (em rosa claro):** Essa classe foi estabelecida para os arroios que apresentassem condições ambientais favoráveis para a poluição das águas, embora não houvesse dados disponíveis constatando tal situação. Foram consideradas as condições de densidade, tipo de ocupação e presença de rede coletora de esgotos.

O estudo de Bollmann (2003, p. 150) demonstrou para Porto Alegre a “boa correlação entre praticamente todas as variáveis da qualidade das águas com densidade populacional quando se consideram populações não atendidas com serviços de coleta e tratamento de seus resíduos sanitários”. Através do cruzamento das áreas onde não há redes coletoras de esgotos, do sistema de drenagem e das ocupações informais próximas aos corpos d'água, atribui-se aos arroios a classificação de “potencialmente poluídos”

pelo despejo de efluentes domésticos e problemas com a disposição inadequada de resíduos sólidos.

Apesar do esgotamento sanitário lançado à montante ter o potencial de comprometer certos arroios à jusante, não foi considerada tal situação para cursos principais com pequenos arroios comprometidos à montante em função da possibilidade de diluição dos esgotos e depuração das águas.

- **Águas poluídas (em rosa):** Águas em que fosse constatado o comprometimento da qualidade através de estudos anteriores qualitativos e/ou quantitativos.
- **Águas com qualidade crítica (em rosa escuro):** Águas em que, além de constatadas alterações da composição por despejos de efluentes domésticos, estivessem com qualidade crítica.
- **Águas com qualidade não estabelecida (em azul claro):** Águas em que não houve correspondência com as classes citadas acima, a exemplo das águas próximas às ocupações formais de alta densidade que apresentam rede coletora. Ainda que o esgotamento sanitário nessas localidades seja planejado para ser transportado para um ponto específico (estação de tratamento ou emissário da rede cloacal), não é possível afirmar que os arroios que passam ao longo dessas áreas não estejam sendo poluídos em função das ligações clandestinas sem tratamento prévio conectadas diretamente na rede pluvial. Ademais, as áreas com tratamento primário, como fossas sépticas, garantem apenas a redução de parte da matéria orgânica e dos organismos. Grande parte do que é tratado nesses tanques é lançado via rede pluvial para os corpos d'água. Assim, não foi possível estabelecer as condições ambientais e, conseqüentemente, a vulnerabilidade desses arroios, principalmente pela falta de informações sobre as conexões de esgoto bruto com a rede pluvial.

Bacia Hidrográfica Arroio da Areia

O estudo de Troleis (2003) avaliou a influência de dois tipos de uso do solo (Aterro Sanitário da Zona Norte e Vila Dique) sobre a qualidade das águas da Bacia do Arroio da Areia e Rio Gravataí, no extremo norte da cidade. Basicamente, três situações foram encontradas a partir da coleta e análise da qualidade das águas do arroio principal:

- I. No setor à montante da área de estudo, anterior à Vila Dique e o ASZN, as águas já possuem a qualidade comprometida pelo lançamento de esgoto doméstico;
- II. No setor à jusante da Vila Dique, houve um maior aporte de dejetos domésticos, contribuindo para o enquadramento das águas na classe IV, conforme Resolução nº 357 de 2005 do Conama, nos parâmetros DBO, DQO, OD, CF, CT, NA²² e fosfato.
- III. O ponto amostral localizado no canal que recebe os efluentes do aterro também foi enquadrado em Classe IV para os mesmo parâmetros do ponto anterior, entretanto, o autor verificou grande concentração de mercúrio (Hg), cujo enquadramento era de Classe I para os pontos à montante, enquanto nesse ponto passou a enquadrar-se na Classe III. Os níveis de nitrogênio amoniacal (NA) também apresentaram concentração preocupante:

O valor mais baixo encontrado de nitrogênio amoniacal foi 5 vezes maior que o limite permitido pela Resolução nº 20/1986 do Conama para classificar o corpo hídrico como de pior qualidade, a IV e o maior valor é 5.000 vezes maior para classificar o corpo como de melhor qualidade, classe I e II (TROLEIS, 2003, p.110).

Assim, de maneira geral, “pode-se dizer que a qualidade das águas na bacia do arroio da Areia é ruim, e que o mesmo interfere na qualidade das águas do rio Gravataí”²³.

²² Respectivamente: Demanda Bioquímica de Oxigênio, Demanda Química de Oxigênio, Oxigênio Dissolvido, Coliformes Fecais, Coliformes Totais e Nitrogênio Amoniacal.

²³ Ibid. p. 140.

Bacia Hidrográfica Arroio do Salso

A Bacia Hidrográfica do Arroio do Salso é uma das maiores do município e possui vários tipos de ocupações desde as nascentes até sua foz. Ao nordeste, estão destacados os núcleos densamente povoados, próximos às nascentes, no bairro Lomba do Pinheiro. No curso médio está localizado o bairro Restinga, enquanto, à jusante, as características de ambientes rurais são predominantes na paisagem. Os principais arroios referem-se ao Arroio Rincão e Arroio do Salso.

Pires (2000) e Costa (2004) analisaram especificamente a parte nordeste das nascentes do Arroio do Salso. Ambos constataram problemas decorrentes das ocupações informais às margens das nascentes, ocasionando impactos ambientais, conforme Pires (2000, p. 219), como:

Impactos ambientais identificados como erosão, poluição das águas e assoreamento dos canais estão sendo provocados pela falta de infraestrutura. São eles: esgoto sanitário, coleta e tratamento de lixo, que afetam profundamente os recursos hídricos na área em estudo e na bacia em geral.

Bacia Hidrográfica do Arroio Dilúvio

A bacia com maior densidade de ocupação é formada pelos arroios Taquara, Mato Grosso, Moinho, Águas Mortas, Cascata, Cascatinha, São Vicente, dentre outros, os quais convergem para o arroio principal, Arroio Dilúvio.

Através da disciplina “Ecologia Aplicada a Geociências”, ministrada no Instituto de Ecologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul pela professora Teresinha Guerra, no segundo semestre de 2011, foram realizadas coletas de amostras de água nos diferentes setores do arroio principal da bacia. Os objetivos foram conhecer os diversos parâmetros físico-químicos e biológicos referentes à análise da qualidade das águas, assim como discutir os resultados obtidos e estabelecer relações entre os parâmetros e as situações encontradas em campo.

Foram estabelecidos cinco pontos de coleta ao longo do curso do arroio. O ponto 1 foi localizado em uma das nascentes da bacia, no Parque Municipal Saint

Hilaire; ponto 2, nas proximidades da Avenida Antônio de Carvalho; ponto 3, próximo à Avenida Cristiano Fischer; ponto 4, na Avenida Vicente da Fontoura e o ponto 5, mais à jusante, na Avenida Silva Só. Os resultados demonstraram que, das diversas variáveis analisadas, as concentrações de DBO₅ (mg/lO₂) e Coliformes Termotolerantes (NMP/100ml) foram as mais altas. Com exceção da amostra da nascente, todos os pontos foram enquadrados na Classe IV para esses parâmetros, conforme Resolução nº 357 de 2005 do Conama. Tais resultados enaltecem a ocorrência de disposição de esgotos domésticos ao longo dos vários cursos d'água que desembocam no Dilúvio.

Um dos setores mais impactados e que contribui para a má qualidade das águas do arroio principal, devido à deficiência de redes coletoras de esgoto, refere-se às áreas próximas à barragem da Lomba do Sabão, limite com o município de Viamão. As nascentes do Dilúvio localizadas nesse município deságuam diretamente na barragem da Lomba do Sabão com certo comprometimento. Embora essa área esteja na unidade de conservação do Parque Municipal Saint-Hilaire, grande parte das nascentes não estão localizadas propriamente dentro do parque, o que compromete todos os cursos próximos à jusante.

Próxima a essa área, na sub-bacia do Arroio Mãe d'Água, encontram-se duas vilas caracterizadas pelo intenso processo de ocupação sem infraestrutura de saneamento. A Vila Santa Isabel e a Vila Jardim Universitário lançam seus efluentes sem tratamento prévio na represa Mãe d'Água, localizada no campus da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, de onde as águas são lançadas para o curso principal do arroio Dilúvio. Tanto a barragem da Lomba do Sabão quanto a represa Mãe d'Água (também conhecida como represa do IPH), além de apresentarem processos de assoreamento, também sofrem com a eutrofização²⁴ das águas, o que causa odor e gosto à água destinada ao abastecimento da população.

²⁴ Refere-se ao aumento excessivo na concentração nutrientes, geralmente fósforo e nitrogênio, gerando uma proliferação exagerada de algas.

O Arroio Moinho é um dos tributários da bacia do Arroio Dilúvio, apresentando grande densidade de ocupação. Guimarães (2004) identificou problemas relacionados principalmente à disposição de lixo nas cabeceiras do afluente leste desse arroio. Uszacki (2004) também aborda a questão do lixo na mesma área. Na base do Morro Pelado e início do afluente em questão, há um lixão clandestino que, além de poluir as águas desde as nascentes, contribui com grandes quantidades de lixo para as partes mais baixas do morro, principalmente em épocas de enxurradas. À jusante dessa área, quando o arroio ganha um maior grau de hierarquia, Bollmann (2003) constatou, por análises físico-químicas da água, concentrações de DBO₅ enquadradas na Classe IV da Resolução nº 357 de 2005 do Conama. Quanto aos demais arroios, Costa (2004) constatou que grande parte das nascentes do Arroio Taquara e Dilúvio já estão impactadas pelo processo acelerado de ocupação das áreas adjacentes.

Segundo Bollmann (2003), um dos poucos arroios dessa bacia ainda preservados em grande parte da sua extensão está localizado no setor leste, próximo à barragem Lomba do Sabão. O Arroio Condor é um dos tributários do Arroio Agronomia e possui área não urbanizada (densidade populacional estimada em 1,6h/ha), sendo considerado como referência regional para a qualidade das águas em função das condições naturais preservadas.

Bacia Hidrográfica do Arroio Cavalhada

O principal arroio dessa sub-bacia refere-se ao Arroio Cavalhada, cujos tributários principais são os arroios Teresópolis, Manresa e Passo Fundo. Teixeira (2010) aborda especificamente sobre a ocupação da Vila Mato Grosso às margens do Arroio Passo Fundo, entre os bairros Cristal e Nonoai. Quanto à situação do arroio, a autora destaca:

Apesar de não ter sido canalizado, o arroio encontra-se com um alto grau de poluição devido à grande carga de dejetos lançados sem tratamento em suas águas. (...) A maior parte da mata ciliar foi removida causando problemas de assoreamento, riscos de enchentes e de pequenos desmoronamentos que podem afetar as moradias próximas. A deterioração da qualidade das águas também acarreta em doenças que afetam a

população, causada pela grande quantidade de insetos e ratazanas que se proliferam no local.²⁵

A ocupação da Vila Parque Santa Anita também é apresentada por Lermen (2008) como impactante às águas do Arroio Passo Fundo. O estudo da autora abordou especificamente a percepção que os moradores da vila possuem sobre o ambiente onde vivem.

De maneira geral, essa bacia possui estrutura de esgotamento sanitário deficiente, já que o único tipo de tratamento para o esgoto é através de tanques sépticos individuais em alguns núcleos isolados, sendo o restante dos efluentes lançados à rede pluvial ou diretamente nos arroios, no caso das ocupações informais às margens dos mesmos (PORTO ALEGRE, 2010b).

Bacia Hidrográfica do Arroio Capivara

Segundo Bollmann (2003, p.45) a Bacia Hidrográfica do Arroio Capivara “apresenta, próximo às nascentes, uma ocupação menos densa com características suburbanas ou semi-rurais, enquanto que na sua porção mais próxima à foz, o uso do solo para fins urbanos é mais intenso”. Conforme estudo do mesmo autor, as duas amostras coletadas de água, uma na parte superior do arroio e outra próxima à foz, apresentaram comprometimento da qualidade da água nas variáveis referentes à concentração de matéria orgânica provinda de esgoto domiciliar.

Bacia Hidrográfica do Arroio Feijó

Os arroios principais dessa bacia correspondem ao Arroio Dorneles e o Arroio Feijó, propriamente dito. Conforme análise da qualidade da água realizada por Guerra et al. (2011, p.256), “o Índice de Qualidade de Água (IQA) utilizado neste estudo classificou este corpo hídrico com boa qualidade para abastecimento público apenas na nascente da face norte do Morro Santana, perdendo qualidade no seu percurso até a foz”. Ainda segundo os autores, tal resultado deve-se ao alto grau de desmatamento e urbanização da bacia.

²⁵ Ibid. p.34

Percebe-se que muitos dos estudos selecionados tratam da qualidade das águas, mas não realizam análises químicas e biológicas em laboratório para comprovar a condição das mesmas. Ao invés disso, são utilizados recursos qualitativos, como a percepção ambiental dos próprios moradores e de experiências em campo para caracterizar a situação de determinado arroio. Essa forma de análise é satisfatória do ponto de vista desse estudo, considerando que o principal parâmetro para definir a poluição das águas é referente à disposição inadequada de efluentes domésticos nos arroios, tanto através de ligações diretas como por meio de ligações irregulares à rede pluvial. Assim, os aspectos qualitativos baseados na percepção ambiental, assim como os aspectos quantitativos, baseados nas variáveis de Demanda Bioquímica de Oxigênio ou Coliformes Fecais, são utilizados nesse estudo para a classificação do grau de poluição das águas quanto à presença excessiva de matéria orgânica causada pelo esgotamento doméstico. O mapa “Qualidade das águas de Porto Alegre: drenagem superficial e Lago Guaíba” (Figura 6) apresenta os arroios da cidade e as respectivas classes de qualidade consideradas.

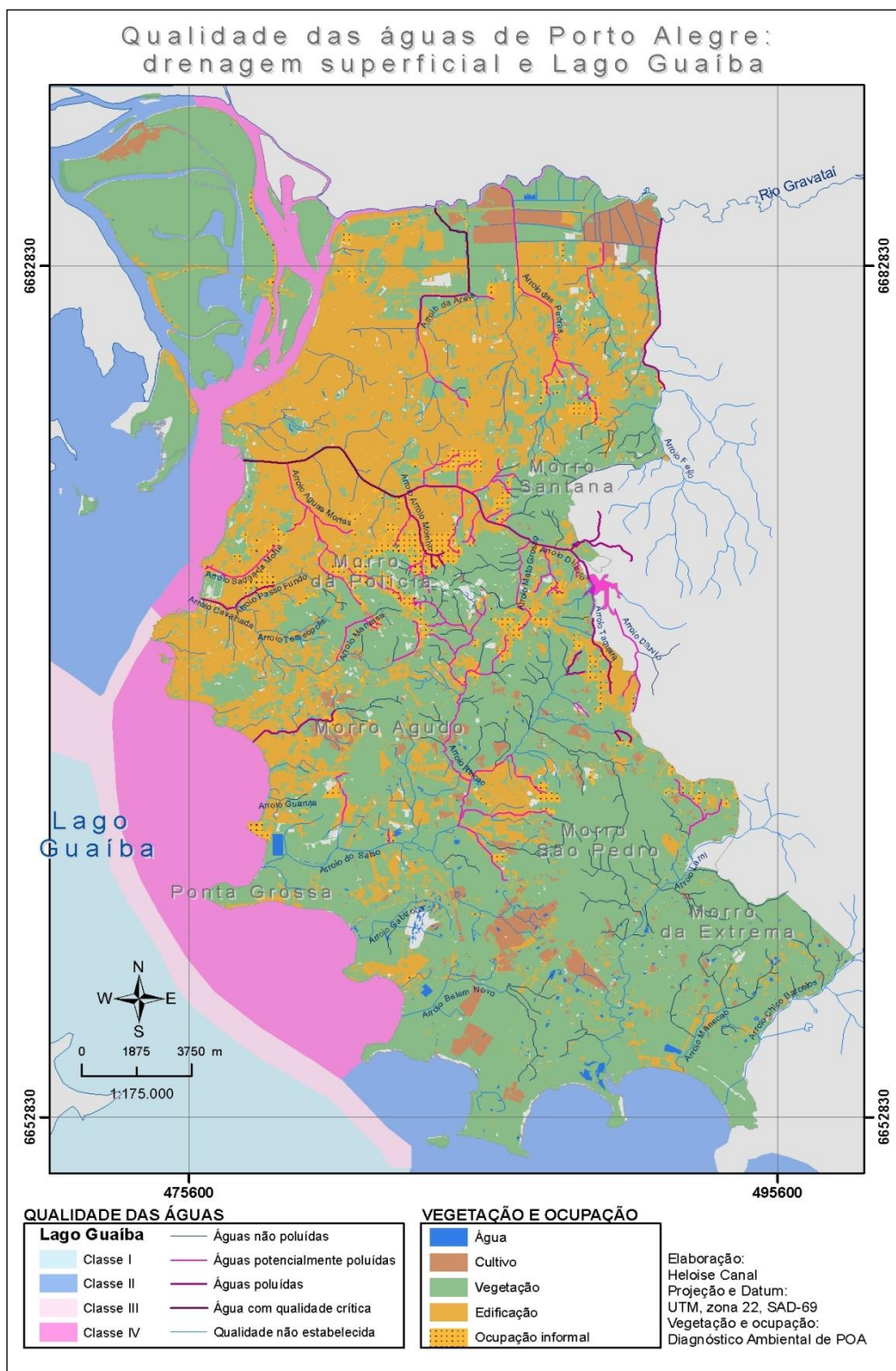


Figura 6: Mapa da qualidade das águas de Porto Alegre

8.9. DEGRADAÇÃO DO AR (em violeta)

O principal objetivo foi localizar as principais fontes poluidoras do ar na cidade, assim como indicar as áreas mais vulneráveis aos impactos gerados pela poluição atmosférica.

8.9.1. Fontes poluidoras e principais poluentes

A poluição do ar é composta pelos poluentes primários, os quais são liberados diretamente na atmosfera, e os poluentes secundários, formados por combinações físico-químicas entre diferentes elementos (GALVÃO, 1990 apud ALMEIDA e RIBEIRO, 1993). A Tabela 6 apresenta as principais vinculações existentes entre a emissão de alguns poluentes atmosféricos e os impactos sobre o ambiente e a saúde humana, assim como suas principais fontes de lançamento.

Tabela 6: Alguns poluentes atmosféricos e os impactos causados ao ambiente e à saúde humana.

POLUENTES	PRINCIPAIS FONTES
a) Dióxido de enxofre (SO₂): Provoca irritação das mucosas e vias respiratórias, altera o processo de fotossíntese nos vegetais e que, através das chuvas ácidas (reação entre SO ₂ e o vapor d'água das nuvens), contamina os corpos d'água, causando morte de animais aquáticos e terrestres.	<ul style="list-style-type: none">- Refinarias de petróleo- Fábricas de celulose- Fábricas de ácido sulfúrico- Fábricas de fertilizantes
b) Hidrocarbonetos (HC): Resultado da combustão incompleta de derivados do carbono como o etileno, benzeno, propileno, buteno, tolueno, naftaleno, que liberam gases tóxicos no processo. Provocam irritação das mucosas e atacam o sistema nervoso, causando alteração do sono.	<ul style="list-style-type: none">- Refinarias de petróleo- Depósitos de combustíveis derivados
c) Partículas em suspensão (PS): Resultam dos processos mecânicos que envolvem o fracionamento de minerais, metais e vegetais que, dependendo de seus tamanhos, ficam em suspensão na atmosfera e causam problemas diversos, em virtude da natureza do material que é fracionado.	<ul style="list-style-type: none">- Fábricas de cimento- Siderúrgicas- Tráfego de veículos- Construções

<p>d) Óxido de Nitrogênio (NO): As vias respiratórias em toda a sua extensão são o principal alvo desse poluente, além de ocasionar nevoeiros, quando da alta concentração na atmosfera.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Tráfego de veículos - Fornos industriais - Incineradores - Indústrias de cal - Queimadas
<p>e) Monóxido de Carbono (CO): Composto gerado nos processos de combustão incompleta de combustíveis fósseis e outros materiais que contenham carbono em sua composição.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Tráfego de veículos

Fonte: Adaptado de (GALVÃO, 1990 apud ALMEIDA e RIBEIRO, 1993, p. 50) e (BRAGA et al., 2002).

Com base na Tabela 6, percebe-se que os poluentes de SO₂, HC, PS e NO possuem grandes concentrações em determinadas áreas do município, conforme atividades predominantes e o tipo de lançamento (pontual ou difuso). O lançamento de SO₂ é pontual, principalmente, nas indústrias de fertilizantes no extremo norte do município. Os Hidrocarbonetos, apesar de advirem de fontes pontuais como postos de abastecimento, possuem comportamento parecido com as fontes difusas em função do grande número de postos existentes na cidade (aproximadamente 300). As Partículas em Suspensão podem se originar de várias fontes pontuais, como pedreiras, madeireiras e construções, assim como de fontes difusas relacionadas ao tráfego intenso de veículos. Os Óxidos de Nitrogênio e Monóxido de Carbono (CO) têm a maior contribuição na cidade também em função do tráfego.

O levantamento das indústrias foi realizado conforme integrantes do PMIPOA. As vias com fluxo intenso de veículos, incluídas no tema “Espaços Construídos”, também constam com a simbologia de cor violeta em função da emissão de poluentes veiculares.

8.9.2. Poluição atmosférica na cidade

A frota de veículos de Porto Alegre é maior fonte móvel de emissão de poluentes atmosféricos, visto que são mais de 700.000 veículos em circulação na cidade, conforme Gráfico 2.

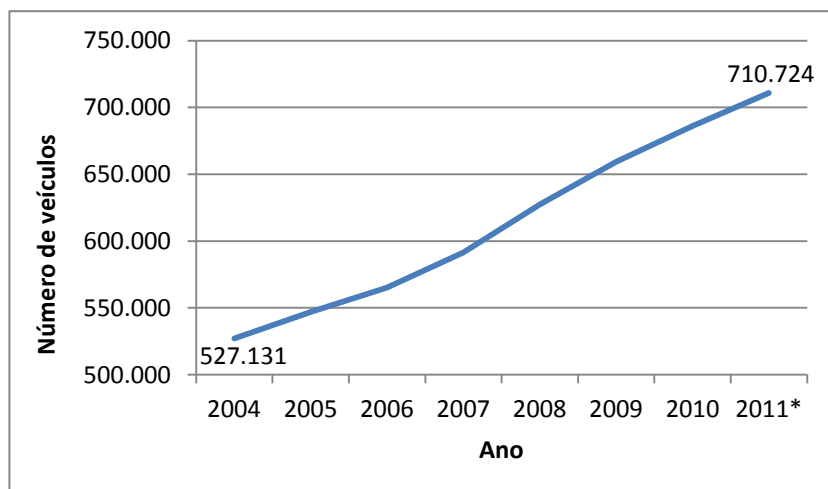


Gráfico 2: Variação da frota em circulação por ano em Porto Alegre
Fonte: DETRAN/RS
***Dados até out/2011**

Com uma frota cada ano crescente, a cidade sofre com diversos poluentes relacionados aos efeitos negativos à saúde humana, como dióxido de carbono, óxido de nitrogênio, partículas em suspensão, dentre outros. Martínez (2010, p. 37) aborda as principais fontes de metais pesados associados ao tráfego veicular em áreas urbanas na Tabela 7.

Tabela 7: Principais fontes de metais pesados associados ao tráfego veicular

METAL PESADO	PRINCIPAIS FONTES
Chumbo	Óleo lubrificante, gordura, peças soldadas, tintas
Zinco	Uso de pneus, óleo de motor, gordura, freios
Cobre	Galvanizado de metais, uso de pneus, peças de veículos, freios e inseticidas
Cádmio	Uso de pneus, escapamento de veículos, inseticidas
Ferro	Corrosão de veículos, estruturas de aço, partes do motor
Cromo	Galvanizado de metais, partes do motor e freios
Níquel	Combustível diesel, óleo lubrificante galvanizado de metais, freios e asfalto
Manganês	Pneus e freios

Fonte: Adaptado de Martínez (2010, p.37)

O tráfego de veículos apresenta alta produção de sedimentos advindos do desgaste dos pneus, freios, motor e peças. A autora constatou que a grande produção de sedimentos dessa natureza na área correspondente à Bacia Almirante Tamandaré, localizado no centro urbano de Porto Alegre, contribui para a acumulação de poluentes, mais especificamente os metais pesados. A alta taxa de impermeabilização do solo característica dessa bacia faz com que esses metais pesados sejam levados através do sistema de drenagem para o Lago Guaíba.

Outra verificação importante desse estudo é que enaltece o tráfego de veículos como potencial disseminador de metais pesados é que, embora essa bacia tenha a maior densidade de indústrias do município, a concentração de sedimentos associados a esse tipo de metal foi localizada, principalmente, nas áreas comerciais ao invés das industriais. Isso porque a atividade comercial possui intenso tráfego de veículos durante o dia.

Menegat et al. (2006) aborda alguns aspectos que devem ser considerados na avaliação da capacidade de dispersão na atmosfera dos poluentes advindos dos veículos, como identificação das vias com maior fluxo e das barreiras naturais (morros, depressões) e artificiais (alto grau de edificação). A partir desses critérios, os autores identificaram as áreas da cidade com maior potencial de acumulação de poluentes atmosféricos.

O *Centro Histórico*, o qual possui contrastes locais de velocidade dos ventos em função das edificações, está na trajetória dos condutores de poluição das avenidas, os chamados cânions urbanos. A *Região norte* tem seu potencial de acumulação aumentado devido à topografia plana e menor altitude das várzeas do Rio Gravataí, possibilitando a maior frequência de inversões térmicas. Por fim, a *Várzea do Arroio Dilúvio* também possui aspectos que dificultam a dispersão dos poluentes, tanto em função do grande fluxo de veículos, como das frequentes ocorrências de inversões térmicas no inverno.

Para o Plano Municipal de Saúde 2010-2013 (PORTO ALEGRE, 2010c), o fenômeno de inversão térmica agravado pela falta de chuvas pode ser “uma das

explicações para o aumento significativo das afecções respiratórias que lotam as emergências nessa época” (p.65).

Quando nos referimos à poluição do ar, normalmente, estamos fazendo referência às concentrações de substâncias químicas presentes na atmosfera. Entretanto, há parâmetros físicos que, em excesso, caracterizam poluição, a exemplo do som. Os estádios de futebol, o aeroporto, as pedreiras em atividade e as grandes avenidas são exemplos da cidade em relação à emissão de ruídos.

8.10. TRABALHOS DE DEFESA E MELHORIA DO AMBIENTE (em preto)

Foram levantadas informações de diversos órgãos públicos, a destacar a Secretaria Municipal de Saúde – Equipe de Vigilância Ambiental e do Trabalhador, Departamento Municipal de Água e Esgotos, Secretaria do Meio Ambiente, dentre outros. O Atlas Ambiental de Porto Alegre também foi importante fonte de informações, assim como o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano e Ambiental.

8.10.1. Defesa e melhoria das águas

Dentre as ações de defesa contra as degradações citadas ao longo desse estudo, o PISA é uma dos projetos de saneamento mais importantes realizados na cidade e que possibilitará uma melhor qualidade das águas do Lago Guaíba, assim como para maioria dos seus arroios tributários.

Através de obras de ampliação e integração das redes coletoras de esgoto do SES Ponta da Cadeia (em que faz parte a bacia do Arroio Dilúvio), SES Cavahada, SES Salso-Restinga e SES Zona Sul, o esgoto doméstico será conduzido através de coletores-tronco e interceptores para a ETE Serraria, que está em construção. Tais obras pretendem ampliar a capacidade de tratamento de esgoto de Porto Alegre de 27% para 77%, o que garantirá a balneabilidade das águas do Lago Guaíba, assim como reduções dos custos de tratamento da água (PORTO ALEGRE, 2010a).

Como medida compensatória para o deslocamento de esgoto, principalmente da zona central para zona sul, será criada uma unidade de conservação no Morro

São Pedro, o qual já é previsto pelo PDDUA como Área de Preservação Natural. Para Ribeiro (2010, p. 9), “a importância da implantação da unidade é a de preservar as nascentes dos Arroios Salso e Lami, além da presença dos campos rochosos e matas que preservam espécies endêmicas, raras, protegidas por lei e/ou ameaçadas de extinção”.

A Tabela 8 apresenta as oito Estações de Tratamento de Água (ETAs) presentes em Porto Alegre. Os números respectivos representam a identificação das estações no mapa integrado. O mesmo é apresentado na Tabela 9 para as Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs).

Tabela 8: Estações de Tratamento de Água de Porto Alegre

Nº no Mapa	Estação de Tratamento de Água
1	Menino Deus
2	São João
3	Moinhos de Vento
4	Tristeza
5	Belém Novo
6	Lami
7	Ilha da pintada
8	Lomba do Sabão

Fonte: Porto Alegre (2010a)

Tabela 9: ETEs

Nº no Mapa	Estação de Tratamento de Esgoto
1	Ipanema
2	Belém Novo
3	Lami
4	IAPC
5	São João-Navegantes
6	Parque do Arvoredo
7	Rubem Berta
8	Bosque Maias
9	Esmeralda
10	Distrito Industrial da Restinga
11	Serraria (prevista)
12	Nova Restinga (prevista)

Fonte: Porto Alegre (2010b)

8.10.2. Defesa e melhoria do ar

A Tabela 10 apresenta as estações de monitoramento da qualidade do ar, as quais a Secretaria de Municipal de Meio Ambiente coordena.

Tabela 10: Estações de monitoramento da qualidade do ar em Porto Alegre

Nº no mapa	Estação	Localização	Parâmetros de Monitoramento
1	Centro /Rodoviária	Largo Edgar Koëtz	PI10, SO2, H2S, CO, NOx, O3
2	Santa Cecília /Silva Só	Av. Silva Só, 340	PI10, SO2, CO, NOx, O3
3	Jardim Botânico /ESEF	Escola Superior de Educação Física da UFRGS, Rua Felizardo Furtado, 488.	PI10, SO2, CO, NOx, O3
4	Jardim Botânico / 8º DISME	Estação Meteorológica do 8º Distrito de Meteorologia do INMET	PI10, PTS, SO2
5	São João / Benjamin Constant	Na rótula das Av. Benjamin Constant com D. Pedro II	PTS, SO2
6	Anchieta / CEASA	Centrais de Abastecimentos do RS, Av. das Indústrias	PI10, PTS, SO2
7	Borges de Medeiros/Salgado Filho	Esquina das Av. Borges de Medeiros e Salgado Filho	SO2, NO2, CO, MP
8	Azenha	Av. Azenha	SO2, NO2, CO, MP

Fonte: Fepam e Smam

8.10.3. Defesa e melhoria do solo

Atualmente, os resíduos orgânicos domiciliares de Porto Alegre são levados até a Estação de Transbordo da Lomba do Pinheiro e de lá são transportados para o aterro sanitário localizado no município de Minas do Leão, a 113 km da capital. Já os resíduos secos recolhidos pela coleta seletiva do município são encaminhados para as 16 unidades de triagem de materiais recicláveis conveniadas com o Departamento Municipal de Limpeza Urbana – DMLU (Tabela 11) Recentemente, a Unidade de Triagem Santíssima Trindade da Vila Dique foi inaugurada no novo loteamento construído na Av. Bernardino Silveira Amorim, para onde foi a maior parte das famílias realocadas da vila de mesmo nome.

Tabela 11: Unidades de Triagem conveniadas com o DMLU

Nº no mapa	Nome	Localização	Bairro
1	Associação de Catadores de Materiais Recicláveis Santíssima Trindade	Loteamento Bernardino Silveira Amorim	
2	Associação Comunitária do Campo da Tuca	Rua D, 200	São José
3	Associação dos Recicladores do Loteamento Cavahada	Av. Projetada, 4523	Cavahada
4	Associação de Trabalhadores Urbanos pela Ação Ecológica	Av. João Antônio da Silveira, 3240	Restinga
5	Associação dos Catadores de Materiais de Porto Alegre	Rua Nossa Senhora Aparecida, 25	Arquipélago
6	Associação de Reciclagem Ecológica Rubem Berta	Rua Antônio Severino, 1317	Rubem Berta
7	Associação dos Recicladores de Resíduos da Zona Norte	Rua Sérgio Dietrich, s/n	São João
8	Centro de Educação Ambiental – Vila Pinto	Av. Projetada, s/n	Jardim Carvalho
9*	Associação Anjos da Ecologia		Floresta
10*	Associação dos Catadores de Materiais Recicláveis dos Movimento dos Moradores de Rua		Praia de Belas
11*	Associação Profetas da Ecologia		Navegantes
12*	Associação Devoção Nossa Senhora Aparecida		Floresta
13*	Associação de Catadoras de Materiais Recicláveis		São João
14*	Associação dos Trabalhadores da Unidade de Triagem do HPSP - ATUT		Partenon
15*	Associação Comunitária Trabalhadores de Recicláveis (UTH)		Lomba do Pinheiro
16*	Associação de Reciclagem Ecológica da Vila dos Papeleiros (Arevipa)		São Geraldo

Fonte: DMLU (2011). * A Unidade de Triagem não foi localizada no mapa por falta de endereço.

IV. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo, além da disponibilização de informações que possam subsidiar o planejamento e a solução dos problemas ambientais da cidade, buscou sensibilizar sobre a importância de superar a dicotomia *homem-natureza* presente em muitos trabalhos que tratam da questão ambiental. Ambos, apesar de possuírem dinâmicas próprias, se relacionam para além da simples funcionalidade de *sujeito-objeto*, já que o homem não é apenas o sujeito-agressor em busca de recursos, tampouco a natureza é passiva às degradações do homem.

Os problemas ambientais não estão expressos somente na degradação do meio. São, também, reflexos sociais das desigualdades caracterizadas pelos grandes espaços urbanos. Porto Alegre não é diferente se considerarmos os problemas enfrentados por parcela significativa dos habitantes do município com relação à deficiência de saneamento, aos movimentos de massa em áreas de risco e alagamentos.

A análise do mapa e as respectivas considerações do memorial descritivo indicaram, além dos problemas acima citados, dinâmicas relativamente recentes de evolução urbana. Há certa tendência à descentralização das novas urbanizações para a zona sul do município, visto a saturação das zonas central e norte e expansão de condomínios horizontais e conjuntos habitacionais financiados pelo poder público.

O eixo Lomba-Restinga (área intensiva potencial apresentada pelo PDDUA), bairros Belém Novo, Lajeado e Aberta dos Morros são as áreas com expansão mais recente da cidade. Tal fato indica a necessidade de um planejamento que disponibilize serviços compatíveis com o crescente adensamento desses bairros, como postos de saúde, escolas e ligações das residências com a rede pública de abastecimento de água e coleta de esgoto.

Também foi possível constatar a relevância que os morros preservados da cidade possuem não só para a manutenção dos espaços verdes, mas também para a qualidade das águas. O morro Santana apresenta boa preservação na parte leste,

cuja área possui nascentes importantes de diversas bacias, como Arroio Dilúvio e Feijó. Já o morro São Pedro possui a maior parte vegetacional e qualidade das águas preservadas, o que enaltece a potencialidade para torná-lo uma Unidade de Conservação.

Um dos principais problemas ambientais da cidade continua sendo a falta de tratamento de grande parte dos efluentes domésticos, aproximadamente 77%. Tal situação será resolvida, em grande parte, pelas obras estabelecidas pelo PISA. Quanto às possibilidades da cartografia apresentada, notou-se que ela pode servir tanto como primeira aproximação dos elementos e dinâmicas ambientais de determinada área, como utilizada para estudos mais específicos de planejamento e gestão desse município.

Ao final desse estudo, avalia-se a potencialidade de aplicação da metodologia e das técnicas utilizadas, em outros espaços geográficos. Primeiramente, onde se identifica a carência de dados primários e secundários, para que assim eles passem a ser gerados. Em seguida, para que sejam elaboradas sua sistematização e integração cartográfica como forma de leitura geográfica desses espaços.

V. REFERÊNCIAS

AJARA, César. A abordagem Geográfica: Suas possibilidades no tratamento da questão ambiental. In: INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Geografia e questão ambiental**. Rio de Janeiro: IBGE, 1993

ALMEIDA, Roberto S. e RIBEIRO, M. Algumas questões sobre a industrialização brasileira e seus impactos ambientais em dois espaços macrorregionais. In: INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Geografia e questão ambiental**. Rio de Janeiro: IBGE, 1993

ARCHELA, Rosely Sampaio; ROSALÉM, Nathália Prado. Legenda geral do mapa ambiental de Londrina: ensaio metodológico de cartografia, **Confins** [Online], 6 | 2009, Disponível em: <<http://confins.revues.org/590021>> Acesso setembro 2010.

BENDATI, Maria Mercedes de Almeida. NOGUEIRA, Luiz Antonio Dalacova. GOLDIM, José Roberto. **Diagnóstico do lançamento de resíduos líquidos hospitalares na rede de esgotos de Porto Alegre**. Porto Alegre : Dmae, 1996.15 p.(Dmae. publicacao tecnica ; n.57)

BENDATI, et. al. **Avaliação da qualidade da água do lago Guaíba (Rio Grande do Sul, Brasil) como suporte para a gestão da bacia hidrográfica**. XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental.Porto Alegre. 2000.

BERTIN, J. **Sémiologie graphique: les diagrammes, les réseaux, les cartes**. 2ª ed. Paris: Mouton, Gauthier-Villars, 1973.

CANAL, Heloíse; CUNHA, Laurie Fofonka; GUASSELLI, Laurindo Antônio. **Mapeamento e análise temporal das culturas de arroz no estado do Rio Grande do Sul** [recurso eletrônico]. In: Encontro Estadual de Geografia (29.: 2009 maio 21-23: Pelotas, RS). Fronteiras: Passagens e Rupturas: anais. Porto Alegre: AGB-PA, 2009.

CETESB. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Baixada santista: carta do meio ambiente e de sua dinâmica**. São Paulo: Cetesb, 1985.

CETESB. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas e de amostragem. In: CETESB. **Qualidade das águas interiores no estado de São Paulo**. Série Relatórios. São Paulo: CETESB, 2009.

CNES. **Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde**. Disponível em: < <http://cnes.datasus.gov.br>> Acesso em novembro de 2011.

CODEC. Coordenação da Defesa Civil. **Avanços no plano de ação para áreas de risco**. Agosto de 2011. Disponível em:

http://www2.portoalegre.rs.gov.br/codec/default.php?reg=3&p_secao=65

Acesso em novembro 2011.

COSTA, Rodrigo Tusi. **Caracterização hidrogeológica aplicada ao uso e ocupação do solo da Lomba do Pinheiro, Porto Alegre**. Porto Alegre: UFRGS, 2004. Trabalho de Conclusão do Curso de Geologia. Instituto de Geociências-UFRGS, 2004.

CUNHA, Sandra. Geomorfologia Fluvial. In: GUERRA, Antônio José T.; CUNHA, Sandra Baptista. **Geomorfologia**: uma atualização de bases e conceitos. 5ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

CUNHA, Marcelo B. S.; BIANCHINI, Irineu Júnior. **Ciências do Ambiente: conceitos básicos em ecologia e poluição**. São Carlos: EdUFSCar, 2010.

DAGNINO, Ricardo de Sampaio. **Riscos ambientais na Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Pedras, Campinas/ São Paulo**. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2007.

DAL FORNO, Marlise Amália Reinehr. **Os conflitos de uso da ocupação urbana em áreas de preservação permanente – APPs: Arroio Pessegueirinho, município de Santa Rosa, RS**. Tese (Doutorado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

DMAE. **Portal do Departamento Municipal de Água e Esgoto**. Disponível em: < <http://www2.portoalegre.rs.gov.br/dmae/> > Acesso em dezembro de 2011.

FEPAM. **Licenciamento Ambiental**. Disponível em:

http://www.fepam.rs.gov.br/central/tab_enquadramento/tab_enq.asp Acesso em: 01 nov. 2004.

FRIEDRICH, Jerônimo L. de M. et al. Programa de monitoramento das indústrias, comércio e serviços do Município de Porto Alegre –PMIPOA. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE QUALIDADE AMBIENTAL, 7, 2010, Porto Alegre. Anais. Porto Alegre: ABES/RS, 2010.

GALVÃO FILHO, J.B. Poluição do ar. In: MARGULIS, Sérgio (ed.). **Meio Ambiente: aspectos técnicos e econômicos**. Brasília: IPEA/PNUD. p. 35-55, 1990.

GONÇALVES, Carlos Walter Porto. **Os (Des)caminhos do meio ambiente**. 12ª ed. São Paulo: Contexto, 2005

GUERRA, Teresinha et al. Avaliação ambiental da bacia do arroio Feijó, tendo como base a qualidade das águas fluviais e o levantamento sócio-ambiental, Porto Alegre, RS. In: Congresso de Ecologia do Brasil (5. : 2001 : Porto Alegre, RS). **Ambiente x sociedade**. Porto Alegre: UFRGS. Centro de Ecologia, 2001. p.256, resumo 972

HASENACK, H.; WEBER, E.J.; LUCATELLI, L.M.L. Base altimétrica vetorial contínua do município de Porto Alegre-RS na escala 1:1.000 para uso em sistemas de informação geográfica. Porto Alegre, UFRGS-IB-Centro de Ecologia, 2010. **ISBN 978-85-63843-03-6**. Disponível em <http://www.ecologia.ufrgs.br/labgeo>. Acesso em novembro de 2011.

HASENACK, Heinrich., et al. **Diagnóstico Ambiental do Município de Porto Alegre – Relatório 6**. Porto Alegre: Fundação de Apoio da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Faurgs), 2004. Disponível em: <<http://www.ecologia.ufrgs.br/atlasdigital/>>. Acesso em outubro 2011.

HASENACK, Heinrich., et al. **Diagnóstico ambiental de Porto Alegre**: geologia, solos, drenagem, vegetação e ocupação, paisagem. Porto Alegre: Secretaria Municipal do Meio Ambiente, 2008.

JOURNAUX, André. Cartographie intégrée de l'environnement: un outil pour la recherche et pour l'aménagement. In: UNESCO. **Notes Techniques du MAB 16**. Paris, 1985.

KIRCHHEIM, Roberto. COTA, Stela, D.S., CAICEDO, Nelson O.L. Contaminação de águas subterrâneas por vazamento em tanques de combustíveis na cidade de POA – RS.: Diagnóstico Preliminar. In: TUCCI, Carlos. E.M; MARQUES, David, M.L. (Orgs.). **Avaliação e controle da drenagem urbana**. Porto Alegre: Ed. Da Universidade, UFRGS, 2000, p. 271-276.

LERMEN, Helena Salgueiro. **Percepção ambiental dos moradores da Vila Parque Santa Anita – Porto Alegre**. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Saúde Pública), Faculdade de Medicina, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

LIMA, Luís Marcelo Martins de. **Mapeamento da suscetibilidade à inundação na Bacia Hidrográfica do Arroio do Salso, Porto Alegre – RS**. Dissertação (Mestre em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

LINDAU, Heloisa G. L. Diagnóstico da ocupação da encosta noroeste do morro da Polícia, Porto Alegre – RS. In: SUERTEGARAY, Dirce Maria. A; BASSO. Luís Alberto. e VERDUM, Roberto (org). **Ambiente e lugar no urbano: A Grande Porto Alegre**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2000, p. 95-106.

MARTINELLI, Marcelo. **Mapas da geografia e cartografia temática**. 4ª ed. São Paulo: Contexto, 2008

MARTINS, Maria Lúcia B.C.S.; OLIVEIRA, Naia; BERNARDINI, Rafael. Indicadores do potencial poluidor das atividades industriais no Rio Grande do Sul: uma contribuição inicial. In: **Indicadores econômico-ambientais na perspectiva da sustentabilidade**. MARTINS, Maria Lúcia B.C.S.; OLIVEIRA, Naia (org.) Porto Alegre: FEE; FEPAM 2005. (Documentos FEE; n. 63) p. 31-94.

MENEGAT, Rualdo; PORTO, Maria Luiza; CARRAO, Clóvis Carlos (Org.). **Atlas Ambiental de Porto Alegre**. 3ª ed. Porto Alegre: Editora da Universidade/UFRGS, 2006.

MOURA, N. S. M.; DIAS, T. S. **Compartimentos de relevo do município de Porto Alegre, capital do estado do Rio Grande do Sul – Brasil**. In: 12º Encontro de Geógrafos da América Latina, 2009. 12º Encontro de Geógrafos da América Latina. Montevideo, 2009. Disponível em <http://www.ecologia.ufrgs.br/labgeo>

NOGUEIRA, Ruth Emília. **Cartografia: representação, comunicação e visualização de dados espaciais**. 2ª ed. Florianópolis: UFSC, 2008.

NICOLODI, João Luiz. **O padrão de ondas no Lago Guaíba e sua influência nos processos de sedimentação**. Tese (Doutorado em Geologia Marinha) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

PIRES, Impactos ambientais decorrentes de ocupação irregular nas nascentes da bacia hidrográfica do arroio do Salso: o caso da Lomba do Pinheiro – Porto Alegre/RS. In: SUERTEGARAY, Dirce Maria. A; BASSO. Luís Alberto. e VERDUM, Roberto (org). **Ambiente e lugar no urbano: A Grande Porto Alegre**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2000. p.205-220.

PORTO ALEGRE. Prefeitura Municipal. Secretaria do Planejamento Municipal. **Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano e Ambiental**. Lei Complementar n. 434. Porto Alegre: PMPA/SPM, 1999.

_____. Departamento de Esgotos Pluviais. **Plano Diretor de Drenagem Urbana: Manual de drenagem urbana**. Porto Alegre: UFRGS/IPH, vol. vi, 2005.

_____. Departamento de Água e Esgoto. **Plano Diretor de Água**. 4ª ed. Porto Alegre: PMPA/DMAE, 2010a.

_____. Departamento de Água e Esgoto. **Plano Diretor de Esgotos**. 5ª ed. Porto Alegre: PMPA/DMAE, 2010b.

_____. Prefeitura Municipal de Porto Alegre. Secretaria Municipal de Saúde. **Plano Municipal de Saúde de Porto Alegre, 2010-2013**. Porto Alegre: PMPA/SMS, 2010c.

RIBEIRO, Ana Paula. **Análise da percepção sócio-ambiental dos moradores do entorno quanto à criação do Parque Morro São Pedro**. Trabalho de Graduação

(Bacharelado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

SANTOS, Milton. **Espaço e método**. São Paulo: Nobel, 1985

SCHNEIDER, Michelli de Oliveira. **Análise das fragilidades ambientais da Bacia Hidrográfica do Arroio Lami, município de Porto Alegre e Viamão – RS**. Trabalho de Graduação (Bacharelado em Geografia) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

SILVEIRA, Isabel Cristina Telles Silveira. **Cloro e ozônio aplicados à desinfecção de efluente hospitalar tratado em contadores biológicos rotatórios, com avaliação de efeitos tóxicos em Daphnia similis**. Tese (Doutorado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) – Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

STEINBERGER, Marília. Território, ambiente e políticas públicas espaciais. In: STEINBERGER, Marília (org.). **Território, ambiente e políticas públicas espaciais**. Brasília, DF: Paralelo 15 e LGE, 2006.

SUERTEGARAY, Dirce Maria. A. Espaço Geográfico Uno e Múltiplo. In: SUERTEGARAY, Dirce Maria. A; BASSO. Luís Alberto. e VERDUM, Roberto (org). **Ambiente e lugar no urbano: A Grande Porto Alegre**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2000, p.13-34.

TEIXEIRA, Janaina Rodrigues. **Processo de favelização e impactos ambientais na zonal sul de Porto Alegre: caso da Vila Mato Grosso**. Trabalho de Graduação (Bacharelado em Geografia), Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

TROLEIS, Adriano Lima. **A influência do aterro sanitário da Zona Norte e da Vila Dique sobre a qualidade das águas do Arroio da Areia e do Rio Gravataí, Porto Alegre – RS**. Dissertação (Mestrado em Geografia), Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre: PPGG/UFRGS, 2003.

VERDUM, Roberto. A natureza, o meio e o despertar da questão ambiental. In: **Questão agrária e legislação ambiental**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2010.

VIEIRA, Senira Correa. Impactos ambientais urbanos em uma sub-bacia hidrográfica do Arroio Dilúvio: vertente oeste do Morro Santana - Porto Alegre. In: **Inova UFRGS: [Resumos]**. 2.: 2007 jun. 13-15. Porto Alegre: UFRGS, 2007. p.22-23.

VI. APÊNDICES

Tabela 12: Referência dos dados utilizados como itens no mapa

TEMA	ITENS DA LEGENDA	FONTE	REFERÊNCIA
1. TOPONÍMIA E TOPOGRAFIA	Curvas de nível (equidistância de 100m)	Base Vetorial Contínua de Porto Alegre	Hasenack et. al., 2010
	Declividade maior que 30%.	Mapa de áreas com risco geológico 1:78.000	Menegat et al., 2006
	Nome dos bairros conforme Orçamento Participativo	ObservaPOA	
2. HIDROGRAFIA E HIDROLOGIA	Cursos e corpos d'água	Base cartog. "drenagem superficial"(.shp)	Hasenack et. al., 2008
	Anel de nascentes	Mapa de drenagem	Menegat et al., 2006
	Áreas inundáveis não protegidas	Mapa de drenagem pluvial 1:100.000	Menegat et al., 2006
	Pontos de captação de água	Plano Diretor das Águas	Porto Alegre, 2010a
	Reservatórios de água potável	Mapa do sistema de abastecimento de água 1:100.000	Menegat et al., 2006
	Poços	Mapa do sistema de abastecimento de água 1:100.000	Menegat et al., 2006
	Risco de alagamentos	PFMUA	Codec, 2011
3. CONDIÇÕES CLIMÁTICAS	Alteração do campo eólico	Mapa de Clima Urbano 1:58.000	Menegat et al., 2006
	Cânion Urbano	Mapa de Clima Urbano 1:58.000	Menegat et al., 2006
	Função de filtro	Mapa de Clima Urbano 1:58.000	Menegat et al., 2006
	Efeito amenizador sobre o clima	Mapa de Clima Urbano 1:58.000	Menegat et al., 2006
	Drenagem de ar frio noturno	Mapa de Clima Urbano 1:58.000	Menegat et al., 2006
	Direção dos ventos		Nicolodi, 2007
4. ESPAÇOS CONSTRUÍDOS	Áreas de ocupação recente	Imagens de satélite 2002 e 2011	
	Alto grau de edificação	Base cartog. "veg e ocupação"(.shp)	Hasenack et. al., 2008
	Ocupações informais	Base cartog. "veg e ocupação"(.shp)	Hasenack et. al., 2008
	Vias com fluxo intenso de veículos	Mapa de potencial de poluição atmosférica 1:59.000	Menegat et al., 2006
	Linha de trem metropolitano (Trensurb)	Site do Trensurb	Trensurb, 2011
	Linha de metrô (prevista)	Site da PMPA	PMPA, 2011
5. ESPAÇOS CULTIVADOS	Cultivos permanente	Base cartog. "veg e ocupação"(.shp)	Hasenack et. al., 2008
	Cultivo temporário	Base cartog. "veg e ocupação"(.shp)	Hasenack et. al., 2008
	Silvicultura	Base cartog. "veg e ocupação"(.shp)	Hasenack et. al., 2008

6. ESPAÇOS VERDES	Parques e praças	Base cartog. "eixos"(.shp)	Hasenack et. al., 2008
	Mata Nativa	Base cartog. "veg e ocupação"(.shp)	Hasenack et. al., 2008
	Mata Degradada	Base cartog. "veg e ocupação"(.shp)	Hasenack et. al., 2008
	Banhado	Base cartog. "veg e ocupação"(.shp)	Hasenack et. al., 2008
	Demais classes de vegetação	Base cartog. "veg e ocupação"(.shp)	Hasenack et. al., 2008
7. DEGRADAÇÃO DO SOLO	Pedreiras, saibreiras e olarias	Mapa de áreas com risco geológico 1:78.000	Menegat et al., 2006
	Depósitos de lixo irregulares	Mapa do sistema de gerenciamento de resíduos sólido	Menegat et al., 2006
	Riscos de movimentos de massa	PFMUA	Codec, 2011
8. DEGRADAÇÃO DAS ÁGUAS	Postos de abastecimento de combustíveis	EVSAT/SMS	
	Hospitais	EVSAT/SMS	
	Laboratórios	Consulta de Alavarás Cadastrados	SMIC, 2011
	Indústrias	PMIPOA/SMAM	
	Emissário de efluente não tratado	Site do PISA	PMPA, 2011
	Qualidade das águas	Diversas	
	Qualidade das águas do guaíba		Bendati et al., 2000
9. DEGRADAÇÃO DO AR			
	Condutor de ar comprometido	Mapa de Clima Urbano 1:58.000	Menegat et al., 2006
10. TRABALHOS DE DEFESA E MELHORIA DO AMBIENTE	Local com qualidade do ar comprometida	Mapa de Clima Urbano 1:58.000	Menegat et al., 2006
	Forte acréscimo de calor	Mapa de Clima Urbano 1:58.000	Menegat et al., 2006
	ETEs	DMAE	DMAE, 2011
	ETAs	DMAE	DMAE, 2011
	Emissário subaquático	Site do PISA	PMPA, 2011
	Emissário de efluente tratado	Site do PISA	PMPA, 2011
	Áreas de Proteção Ambiental Natural	PDDUA	Porto Alegre, 1999
	Unidades de Conservação	Mapa das áreas verdes 1:100.000	Menegat et al., 2006
	Estações de monitoramento da qualidade do ar	Site FEPAM e SMAM	
	Unidades de Triagem	Site do DMLU	DMLU, 2011