

**UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS – UNISINOS
UNIDADE ACADÊMICA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA
NÍVEL MESTRADO**

LEANDRO BITTENCOURT ÁVILA

**INSTRUMENTO MULTICRITÉRIO DE ANÁLISE PARA
A IMPLANTAÇÃO DE ZONAS INDUSTRIAIS:
variáveis legais, antrópicas e naturais**

**São Leopoldo
2018**

LEANDRO BITTENCOURT ÁVILA

**INSTRUMENTO MULTICRITÉRIO DE ANÁLISE PARA
A IMPLANTAÇÃO DE ZONAS INDUSTRIAIS:
variáveis legais, antrópicas e naturais**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Arquitetura e Urbanismo, pelo Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS.

Orientador: Prof. Dr. André de Souza Silva

Co-orientador: Prof. Dr. Maurício Roberto Veronez

São Leopoldo

2018

A958i Ávila, Leandro Bittencourt.
Instrumento multicritério de análise para a implantação de zonas industriais: variáveis legais, antrópicas e naturais / Leandro Bittencourt Ávila. – 2018.
143 f. : il. color. ; 30 cm.

Dissertação (mestrado) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, São Leopoldo, 2018.

“Orientador: Prof. Dr. André de Souza Silva; Co-orientador: Prof. Dr. Maurício Roberto Veronez.”

1. Planejamento urbano – Viamão (RS). 2. Impacto ambiental - Avaliação. 3. Indústrias – Aspecto ambiental. 4. Indústrias - Localização. I. Título.

CDU 711.4

LEANDRO BITTENCOURT ÁVILA

**INSTRUMENTO MULTICRITÉRIO DE ANÁLISE PARA
A IMPLANTAÇÃO DE ZONAS INDUSTRIAIS:
variáveis legais, antrópicas e naturais**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Arquitetura e Urbanismo, pelo Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS.

Orientador: Prof. Dr. André de Souza Silva

Co-orientador: Prof. Dr. Maurício Roberto Veronez

Aprovado em ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Dra. Izabele Colusso – Universidade do Vale dos Sinos

Dra. Geisa Zanini Rorato – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Dr. André de Souza Silva – Universidade do Vale dos Sinos

Dedico este trabalho a minha esposa
Ângela, aos meus filhos Matheus e
Mariana e aos meus irmãos Luciano e
João Estevam.

Aos meus amados pais Ademar e Irone
in memoriam.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, a Deus por estar sempre à frente de tudo e de todos os momentos.

A meu orientador o prof. Dr. André de Souza Silva pela amizade e atenção, pelas discussões e um olhar diferenciado sobre o tema e pela excelente orientação.

Ao meu co-orientador Prof. Dr. Maurício Roberto Veronez pelo apoio antes de iniciar mestrado, pela amizade, confiança e dicas, bem como por me proporcionar à estrutura necessária ao desenvolvimento do trabalho e pela qualificada orientação.

As amigas da Secretaria do Meio Ambiente de Viamão – SMMA Liliani A. Cafruni e a Sandra Berto pela amizade e apoio para poder cursar o mestrado.

Ao incansável parceiro Diego Brum, aluno curso de Engenharia Cartografia e Agrimensura, que pacientemente me ensinou, auxiliou e repassou várias orientações sobre manuseio do SIG.

Ao sempre prestativo Evandro Kirsten, aluno curso de Engenharia Cartografia e Agrimensura, pela ajuda nas dúvidas.

Ao Geólogo Maurício Colombo da Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Viamão pela amizade, ensinamento e auxílio nas dúvidas.

A Dra. Priscila Meneghetti pelas dicas e discussões sempre providências.

A Prefeitura de Viamão pela confiança e por disponibilizar as informações necessárias à execução do trabalho.

Aos colegas e amigos do mestrado pelo carinho e parceria.

Aos meus ex-colegas e amigos da Secretaria de Meio Ambiente de Viamão pelo incentivo, parceria e confiança.

Ao Secretário Maurício Fernandes e ao Secretário Adjunto José Cogo da Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Sustentabilidade de Porto Alegre – SMAMS pelo apoio na finalização do mestrado.

RESUMO

Atualmente, percebe-se que a escolha de áreas adequadas à implantação de zonas industriais enfatiza a infraestrutura implantada, cujo imperativo é a visão econômica considerando a proximidade dos centros urbanos, a maximização dos lucros e a redução dos custos. Todavia, o processo de análise e seleção destas áreas é incompleto e impreciso, pois carece de estudo prévio que pondere as variáveis legais vigentes, as características do meio físico e biótico (potencialidades e fragilidades) na fase de planejamento territorial urbano. Por sua vez, os países em desenvolvimento enfrentam problemas ambientais diante da intensa e desordenada ocupação do território através do processo de urbanização. Os problemas ambientais e de ocupação desordenada dos espaços geram conflitos de uso do solo entre indústria, governo e sociedade. Esse processo causa degradação ambiental do espaço urbano e afeta a qualidade de vida da sociedade. O presente trabalho tem por objetivo avaliar as variáveis para definição das áreas aptas à instalação de zonas industriais no município de Viamão, a partir da estruturação de uma metodologia própria à proposta do estudo. O método consiste na análise das variáveis extraídas dos dados secundários existentes no Zoneamento Ambiental e Econômico do Município de Viamão – ZAE e seus produtos (hidrologia, áreas de preservação permanente, unidades de conservação, geologia, pedologia, principais rodovias, adensamento populacional, talvegue, declividade, etc.), da legislação vigente, da bibliografia sobre planejamento urbano e das variáveis estudadas através do SIG. A partir disso, aplicou-se a álgebra de mapas nas variáveis espacializadas que resultou no produto final chamado de Zona Multicritério de Alocação Industrial Sustentável – ZMAIS. Além disso, cruzou-se o ZMAIS com as principais rodovias estaduais, a rede hídrica, o adensamento populacional, o Plano Diretor e as Macrozonas do ZAE. Foram definidas as atividades, os empreendimentos e seus possíveis impactos ambientais na qualidade da água e do solo nos municípios limítrofes a Viamão. Verificou-se que o SIG é uma ferramenta de planejamento urbano eficiente, porém complementar que necessita ser agregado a outros instrumentos de planejamento (plano diretor, planos de saneamento, resíduos, mobilidade urbana, arborização urbana, etc.) e ao regramento do ambiental e urbanístico do espaço urbano e rural. A espacialização e análise das informações do território proporciona aos gestores e aos técnicos do planejamento urbano e ambiental uma visão ampla do território e auxilia a avaliação e liberação de licenças. Em suma, a definição das variáveis, das sobreposições seguidas da álgebra de mapas, dos critérios e dos pesos descritos no método de análise territorial poderá ser replicada em qualquer região, desde que respeitadas as características de cada localidade e ajudará também na produção de novos estudos auxiliando na interpretação espacializada da cidade.

Palavras-chave: Zona industrial. Planejamento territorial urbano. Sistema de informação geográfica. Análise ambiental.

ABSTRACT

Currently, it is perceived that a choice of areas suitable for the implantation of industrial zones emphasizes the existing infrastructure, which impact is an economic view considering only the proximity of urban centers, the profit maximization and the cost reduction. However, the analysis and selection process of such areas is incomplete and imprecise, because there is no previous study that considers the valid legal variables and the physical and biotic characteristics of the environment (potentials and fragilities) in the urban territorial planning. Also, developing countries face environmental problems resulting from the intense and disorderly occupation of the territory through the urbanization process. Environmental problems and disordered occupation of spaces generate conflicts of land use between industry, government and society. This process causes environmental degradation of urban space and affects the quality of life of society. The present study aims to evaluate the variables for the definition of areas suitable for the installation of industrial zones in Viamão city, based on the developing of a specific methodology to the study proposal. The proposed method consists of analyzing the variables extracted from secondary data existing in the Environmental and Economic Zoning of Viamão city (in Portuguese: *Zoneamento Ambiental e Econômico* – ZAE) and its products (hydrology, permanent preservation areas, conservation units, geology, pedology, highways, population density, thalweg, declivity, etc.), current legislation, bibliography on urban planning and variables studied through GIS. From the proposed methodology, the map algebra was applied to the spatialized variables that resulted in the final product called the Multicriteria Zone of Sustainable Industrial Allocation (in Portuguese: *Zona Multicritério de Alocação Industrial Sustentável* – ZMAIS). In addition, the ZMAIS was intergrated with the main state highways, the water network, the population density, the master plan and the macrozones of the ZAE. The activities, the ventures and their possible environmental impacts on water and soil quality were defined in the bordering of Viamão city. It has been verified that GIS is an efficient but only complementary urban planning tool that needs to be added to other planning instruments (master plan, sanitation, waste, urban mobility and urban afforestation plans, etc.) and the environmental and urbanistic rules of urban and rural space. The spatial information and analyze of the territory provides the managers and experts of urban and environmental planning with a broad view of the territory and helps the evaluation and release of licenses. Finally, the definition of the variables, the overlaps followed by map algebra, the criteria and weights described in the method of territorial analysis may be replicated in any region, as long as they respect the characteristics of each locality, and may also help in the production of new studies assisting in the spatial interpretation of the city.

Keywords: Industrial Zone. Urban Planning. Geographic Information System. Environmental Analysis.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Representação da Zona Industrial de Joinvile/SC	24
Figura 2 - Seleção Preliminar de Áreas em Nova Santa Rita/RS	25
Figura 3 - Ocupação na Planície de Inundação da RMPA	28
Figura 4 - Macrozona Urbana de Grandes Empreendimentos	33
Figura 5 - Imagem da 1º Zona Industrial de Farroupilha/RS	35
Figura 6 - Área de Proteção Legal no Entorno DISJB.....	37
Figura 7 - Estrutura das Camadas Sobrepostas dos Mapas Temáticos	41
Figura 8 - Arquitetura Interna do SIG	42
Figura 9 - Formas Básicas de Representação dos Objetos Espaciais	43
Figura 10 - Localização da Área de Estudo.....	47
Figura 11 - Fluxograma dos Critérios de Análise das Variáveis	49
Figura 12 - Fluxograma das Etapas das Análises Espaciais.....	53
Figura 13 - Imagens Sobrepostas na álgebra de mapas.....	84
Figura 14 - Estruturação do ZMAI (Carta Final).....	85
Figura 15 - Análise dos Principais Eixos Viários Estaduais	87
Figura 16 - Análise do ZMAI e a Disponibilidade de Rede Hídrica.....	88
Figura 17 - Análise do ZMAI Frente o Plano Diretor e o ZAE.....	90
Figura 18 - Avaliação das Características Físicas	91
Figura 19 – Análise da Densidade Demográfica das Áreas Aptas	92
Figura 20 - Ilustração do Macrozoneamento do ZAE (2016).....	94
Figura 21 - Regime de Ventos em Viamão/RS	105
Figura 22 - Análise de Alteração da Qualidade do Ar Dentro e Fora da RMPA	107
Figura 23 - Perfil do Solo e Sentido da Drenagem Superficial	109
Figura 24 - Orientação da Drenagem até o Lago Guaíba	110
Figura 25 - Orientação da Drenagem até o Lago Guaíba e Perfil do Solo	111
Figura 26 - Qualidade Ambiental Atual na Bacia do Lago Guaíba	113

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Tendências do processo de desenvolvimento e localização industrial.....	23
Quadro 2 - Sistema de classificação da cobertura e do uso da terra	27
Quadro 3 - Legislação aplicável ao estudo de zonas industriais	32
Quadro 4 - Critérios para análise de determinada área	50
Quadro 5 - Compilação das variáveis suas fontes e pesos.....	57
Quadro 6 - Definição dos valores de cada litologia.....	65
Quadro 7 - Definição da pedologia e seus valores	71
Quadro 8 - Valoração dos usos e ocupação do solo.....	72
Quadro 9 - Superfície das APP em Viamão/RS	75
Quadro 10 - Tipologia da infraestrutura viária	77
Quadro 11 - Lista exemplificativa da alocação de atividades nas áreas do ZMAI.....	96

LISTA DE SIGLAS

APA	Área de Proteção Ambiental
APL	Arranjos Produtivos Locais
APP	Área de Preservação Permanente
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
EIA	Estudo de Impacto Ambiental
FIEPR	Federação de Indústrias do Estado do Paraná
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Avançada
MMA	Ministério do Meio Ambiente
PIB	Produto Interno Bruto
PND	Plano Nacional de Desenvolvimento
PNMA	Política Nacional de Meio Ambiente
RIMA	Relatório de Impacto Ambiental
SEMA	Secretaria de Meio Ambiente do Rio Grande do Sul
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SSM	Soft Systems Methodology
SWOT	Strength, Weakness, Opportunities and Threats
VSM	Viable System Model
ZEE	Zoneamento Ecológico e Econômico
ZMAI	Zona Multicritério de Alocação Industrial
ZAE	Zoneamento Ambiental e Econômico

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
1.1 DEFINIÇÃO DO TEMA	13
1.2 OBJETIVOS	18
1.2.1 Objetivo Geral	18
1.2.2 Objetivos Específicos	18
1.3 Justificativa	18
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
2.1 Formas de Localização dos Zonas Industriais	19
2.2 A Relação Entre o Meio Ambiente Natural e Antrópico, Desenvolvimento Urbano e Política Urbana Brasileira	26
2.3 Legislação Aplicável ao Zoneamento Industrial	30
2.4 Impactos Ambientais	34
2.5 Sistema de Informação Geográfica - SIG	38
3 METODOLOGIA	45
3.1 Área de Estudo.....	45
3.2 Materiais e Método	47
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	83
4.1 Definição das Atividades Produtivas	95
4.2 Alteração da Qualidade do Ar e da Água	104
5 CONCLUSÕES	115
REFERÊNCIAS	119

1. INTRODUÇÃO

1.1 Definição do Tema

O tema versa sobre um instrumento multicritério de análise para implantar determinada zona industrial sustentável a partir de variáveis legais, antrópicas e naturais (meio físico e biótico), ordenadas e analisadas no sistema de informação geográfica. Dentro de cada variável considerou-se na legislação as normas federal, estadual e municipal; nas variáveis antrópicas, as áreas de adensamento populacional e os principais eixos viários; nas variáveis naturais observaram-se no meio físico a declividade, a geologia, a pedologia, a hidrologia e o talvegue e no biótico as áreas de preservação permanentes, cobertura vegetal e unidades de conservação.

A idealização do tema surge a partir da finalização do estudo do Zoneamento Ambiental e Econômico – ZAE (2016). O ZAE (2016) foi executado em parceria entre o corpo técnico da Prefeitura de Viamão e os técnicos da Universidade do Vale dos Sinos – UNISINOS orientado pelo Decreto Federal 4.297/2002 e outras normas, estudos e planos considerados no trabalho.

O ZAE iniciou na metade de 2015 e finalizou em 2016 mediante contrato de cooperação 262/2014. O objeto do trabalho foi a entrega de relatórios técnicos e *shapefiles* (ArcGIS) do meio físico, biótico, antrópico, legislação vigentes, infraestrutura e informações sociais e econômicas do Município.

Destaca-se que Portaria Municipal 1.691, de 27 de agosto de 2015, criou o grupo técnico de coordenação do ZAE, sendo um dos membros deste grupo. Diante disso, os relatórios e os *shapefiles* elaborados pela UNISINOS foram analisados e discutidos pelo corpo técnico da Prefeitura e as observações repassadas à UNISINOS e novamente discutidas, validadas e finalizadas.

Outro ponto importante e definidor do tema é que atualmente o processo de escolha de áreas aptas à implantação de zonas industriais contempla a infraestrutura existente e a questão econômica relativa à proximidade dos centros de consumo que visa maximizar lucros e reduzir custos. (BARETTA, 2007).

No entanto, o processo de seleção de áreas carece de estudo prévio que considere as variáveis da legislação vigente (restrições e autorizações), do meio físico e biótico (potencialidades e fragilidades).

Entre outros fatores, os países em desenvolvimento enfrentam problemas ambientais resultantes da intensa e desordenada ocupação industrial do solo, dos conflitos entre indústria, governo e sociedade. Nesse passo, o processo legislativo é importante na definição dos usos e ocupação do solo e na orientação do assentamento industrial. (IMPAGLIAZZO, 2010).

Assim sendo, uma das preocupações é que o processo de urbanização e industrialização tem causado degradação ambiental e problemas sociais. (BARBOSA; NASCIMENTO JÚNIOR, 2009). Tudo isso, somado ao crescimento da população e à expansão das cidades, potencializa a vulnerabilidade do meio ambiente. (FONTOURA, 2013).

Segundo Albano (1999), no início do século XIX, as cidades passaram por mudanças sem precedentes, em estreita relação com a elevada aceleração do processo de industrialização dos grandes centros urbanos no mundo.

No Brasil percebe-se que as zonas industriais são vetores de crescimento e ocupação territorial, pois fomenta o processo de urbanização no seu entorno e atraindo atividades de comércio e serviços. Logo, na década de 50 surgem novas economias de aglomeração decorrentes da difusão do conhecimento, do crescimento da população e renda, da expansão do mercado, da disponibilidade de recursos e da ampliação da infraestrutura (DINIZ, 1993), sendo um instrumento de interiorização do desenvolvimento econômico-social. (SOUZA, 2000).

De acordo com Silva e Werle (2007), o crescimento urbano no Brasil mais intensamente ocorrido nos anos 70, atraiu para os centros urbanos muitas pessoas em busca de emprego e melhores condições de vida. Atrelado a isso, o processo de mecanização e o desenvolvimento das agroindústrias no campo intensificaram o êxodo rural, deflagrando grandes conflitos e contrastes no território. Então, os autores depreenderam que o Poder Público não anteviu as consequências, resultando numa realidade de exclusão e segregação espacial e social nas cidades.

A intensificação do processo industrial trouxe os efeitos da poluição ambiental, e a Conferência das Nações Unidas, em 1972, suscitou o debate

acerca dessas questões, desencadeando o processo de estruturação institucional e de formulação de políticas ambientais. (FRAGOMENI, 2005).

Nesse período prevaleceram os instrumentos de comando e controle (leis e fiscalizações) e o atendimento aos padrões ambientais nas indústrias com o aumento dos custos operacionais. (FRAGOMENI, 2005).

Então, o II Plano Nacional de Desenvolvimento – PND (1974), estabeleceu objetivos e ações no sentido de acelerar o desenvolvimento de assentamentos industriais sem deteriorar a qualidade de vida e os recursos naturais.

A Política Nacional de Meio Ambiente (1980) no Brasil estruturou, em âmbito federal, a Secretaria de Meio Ambiente – SEMA. Publicou-se o Código de Águas (1934), a já extinta Lei 4.771/1965 (substituída pela Lei 12.651/2012 – Código Florestal), a Lei de Proteção da Fauna (1967) e a Lei de Parcelamento do Solo (1979). (MAGRINI, 2001).

Na década de 80, surgiu, no Brasil, segundo Magrini (2001, p. 5-6) instrumentos de gestão ambiental com estabelecimento

[...] de padrões de qualidade da água e de efluentes [...]: [...] a relativa à Avaliação de Impacto Ambiental (Resolução CONAMA 001/86). Por outro lado, [...] foi promulgada a regulamentação federal sobre Licenciamento Ambiental (Resolução CONAMA 237/97) [...] normas para controle de emissões gasosas e ruído dentro de uma ótica de política claramente corretiva.

As leis ambientais brasileiras regulamentaram muitos instrumentos de gestão ambiental pública como o zoneamento, a avaliação de impacto ambiental e o licenciamento, sendo de grande importância no planejamento territorial na orientação e restrição de locais para o assentamento industrial.

No contexto jurídico surge a Lei 7.347/1985 que disciplina a ação civil pública como instrumento de defesa do meio ambiente, fazendo com que os danos ao meio ambiente chegassem ao Poder Judiciário.

A Constituição Federal (1988), art. 182, §§ 1º e 2º, no trato da Política Urbana, orienta que o Poder Público Municipal, mediante o Plano Diretor, deve ordenar o desenvolvimento da cidade e garantir o bem-estar de seus habitantes. Portanto, o Plano Diretor é instrumento básico da política de planejamento e expansão urbana.

Portanto, a atuação do Poder Público no controle da qualidade ambiental era anteriormente de caráter corretivo, alcançando os grandes centros urbanizados e industriais, mas o Brasil assumiu o modelo preventivo de controle a partir da década de 80. (MMA, 2009).

Na década de 90, as políticas e diretrizes ambientais evidenciaram a visão integradora (holística), tornando a indústria uma ferramenta importante na gestão da qualidade do meio ambiente. (FRAGOMENI, 2005). No Brasil, incorporou-se o instrumento da auditoria ambiental de caráter compulsório e não vinculado ao sistema de gestão ambiental – SGA. (MAGRINI, 2001).

Nessa linha, o Estatuto das Cidades (2001) regulou os arts. 182 e 183 da Constituição Federal e criou orientações gerais à política urbana, ao uso da propriedade urbana e ao equilíbrio ambiental.

Diante desta estrutura institucional, aumentou a preocupação em organizar o planejamento territorial e seus usos e ocupações. Desta forma, para Da Silva et al. (2005), a decisão de implantar zonas industriais não pode passar somente pela análise econômica, deve considerar a questão ambiental e a influência direta do empreendimento no local, minimizando-se os riscos dessa decisão e com a conciliação das partes envolvidas (empreendimento, governo e sociedade), sem descuidar da sustentabilidade.

Baretta (2007) relata que uma nova concepção de desenvolvimento requer a reformulação de objetivos, princípios e procedimentos do planejamento pautados no desenvolvimento sustentável de atividades.

No entendimento de Da Silva et al. (2005), o objeto do planejamento é identificar a viabilidade ambiental considerando os recursos naturais como bens que devem ser apropriados pela sociedade na construção da dinâmica social e nos processos de organização territorial.

Na linha da viabilidade ambiental, a Resolução CONAMA 01/1986 define o impacto ambiental e determina que as atividades modificadoras do meio ambiente dependam de licenciamento ambiental, de elaboração de estudo de impacto ambiental – EIA, e de relatório de impacto ambiental – RIMA. Dentre as atividades modificadoras nessa resolução estão os “distritos industriais” (zonas industriais) e zonas estritamente industriais – ZEI.

Por sua vez, o EIA deve contemplar a recuperação das áreas degradadas, proteger a flora e a fauna silvestres, preservar a paisagem natural do patrimônio arqueológico, histórico e cultural. (TEIXEIRA, 2002).

A Constituição Federal, no art. 30, VII, determina que compete aos Municípios promoverem o adequado ordenamento territorial, mediante planejamento e controle do uso, do parcelamento e da ocupação do solo urbano. Logo, possibilita-se que a partir da “[...] elaboração ou revisão do seu Plano Diretor, cada município avaliasse a conveniência de introduzir na legislação os novos instrumentos urbanísticos criados pelo Estatuto da Cidade”. (FRAGOMENI, 2005, p. 18).

Na linha evolutiva da legislação, com vistas ao planejamento do território, surge o Estatuto da Metrópole (2015) que estabelece: a) diretrizes gerais ao planejamento das regiões; b) a gestão e a execução das funções públicas de interesse comum em regiões metropolitanas e em aglomerações urbanas instituídas pelos Estados; c) normas gerais sobre o plano de desenvolvimento urbano integrado e outros instrumentos e critérios de governança interfederativa no campo do desenvolvimento urbano.

Por sua vez, escolheu-se o Município de Viamão como objeto de estudo de caso por ser uma área inserida na Região Metropolitana de Porto Alegre, com grande extensão territorial, por possuir duas zonas industriais prestes a atingir a totalidade da taxa de ocupação, bem como por ter concluído o zoneamento ambiental e econômico (2016) que subsidiou os estudos necessários à execução dos objetivos deste trabalho e possuir Plano Diretor (2013).

Diante da necessidade de organizar o território de Viamão, o trabalho quis, mediante a definição das variáveis e da estruturação metodológica, identificar as áreas aptas à instalação de uma nova zona industrial utilizando-se o Sistema de Informação Geográfica - SIG. Além disso, visa mostrar a importância do SIG como ferramenta no planejamento urbano desde que seja agregado aos planos (diretor, saneamento básico, resíduos sólidos e mobilidade urbana) existentes que ajudarão a organizar o território.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

Determinar regiões propícias à implantação de zona industrial considerando os aspectos ambientais, antrópicos e legislação, a partir da estruturação e análise dos dados através do Sistema de Informação Geográfico no Município de Viamão/RS.

1.2.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos são identificar, a título de exemplificação, algumas atividades produtivas a partir do porte e o potencial poluidor, bem como a possibilidade de impactos ambientais na qualidade da água e no ar nos municípios liminhos ao Município de Viamão.

1.3 Justificativa

A importância do tema surge quando o Município estabelece o convênio com a Universidade do Vale dos Sinos – UNISINOS para elaborar o Zoneamento Ambiental e Econômico – ZAE (2016), participando do Grupo Técnico de Coordenação do ZAE, a partir da Portaria Municipal 1.691, de 27 de agosto de 2015, que acompanhou a UNISINOS na execução do ZAE (2016).

Nesse período de 18 (dezoito) meses de trabalho técnico de produção do ZAE (2016), pode-se observar as potencialidades (econômicas e ambientais) e fragilidades (áreas de preservação permanente, unidades de conservação, etc.) de Viamão, bem como sua necessidade de desenvolvimento econômico e de organização do meio físico, biótico e antrópico. Além do que se constatou que as duas zonas industriais existentes no município estão com a taxa de ocupação quase esgotada, havendo procura por áreas na cidade para instalação de empreendimentos imobiliários e de novas empresas.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O capítulo a seguir visa apresentar uma análise das experiências internacionais e brasileiras, reunindo-se informações de caráter descritivo sobre a forma de escolha das zonas industriais.

2.1 Formas de Localização dos Zonas Industriais

Inicialmente cabe destacar que a expressão zona industrial define-se por uma forma de aglomeração planejada com capacidade de compreender todo o tipo de atividade “[...] geograficamente concentradas e setorialmente especializadas não importando o tamanho das unidades produtivas, nem a natureza da atividade econômica desenvolvida, [...]” (GALVÃO, 2000, p. 6).

Historicamente, as mudanças promovidas pela Revolução Industrial na Europa foram significativas nas cidades, atraindo mão de obra e problemas urbanos de toda ordem nos núcleos operários decorrentes da especulação imobiliária com alojamentos de baixa qualidade e a marginalização em zonas carentes de saneamento básico. (MIRANDA, 2013). No entanto, segundo o autor, surgiram casos de assentamentos industriais isolados, como os núcleos ingleses de *Bromborough Pool* (1853), *Port Sulinght* (1888), *Bournville* (1894) e *New Earswick* (1902) na Bélgica, *Gand-Hornu* (1825) e os núcleos fabris na Alemanha (1863 e 1875), que possuíam habitação salubre, serviços de lazer, de saúde e organização da paisagem urbana e rural.

O século XIX possibilitou a construção de novos núcleos industriais e operários através da instalação da rede ferroviária determinando a ligação entre cidades, com reflexos diretos na produção e na economia da Europa e EUA. (MIRANDA, 2013).

A localização industrial pautou-se em dois vértices, na qual a segunda teoria (b) agregou à primeira (a) e acrescentou outras variáveis (PARAVIDINO et al., 2011):

- a) a *teoria clássica da localização*: busca minimizar os custos e maximizar as receitas, expõe que as diferenças dos custos associados (transporte, mão de obra e a força de aglomeração e desaglomeração) influenciam na escolha do local;

b) a *teoria contemporânea da localização*: visa valorizar as inovações, a flexibilidade, a competitividade do setor, o investimento em pesquisa e desenvolvimento e a busca pela mão de obra qualificada a partir dos anos 60. Na década de 80, surgiram ideias inovadoras sobre o desenvolvimento da escolha certa da localidade associada à criação de novas tecnologias e da construção de novos territórios. Criaram-se os conceitos de centralidade ou modelos gravitacionais (quanto mais próxima dos grandes centros de produção a região estiver, mais central será) e a concentração de indústrias em locais que tenham vantagens competitivas a partir da qualidade do ambiente.

Note-se que no Brasil, entre o final da década de 70 e início de 80, constatou-se que o processo de escolha dessas áreas baseou-se na teoria clássica e incluiu nos estudos dos fatores locacionais: a) o transporte; b) os aglomerativos e os desaglomerativos (no sentido de buscar uma maior eficiência produtiva, ganhos de escala e competitividade no mercado); c) o suprimento de matéria prima e transporte dos produtos; d) natureza e amplitude das instalações; e) prestabilidade e custo dos terrenos; f) disponibilidade de mão de obra; e g) requisitos sanitários e higiênicos. E, na década de 90, surgiu o fator ambiental para efeito de zoneamento industrial (FERREIRA, 2004).

Nesta linha econômica, os melhores sítios industriais são os próximos das grandes cidades (beneficiar o comércio e serviços) e das estradas, das áreas de baixa densidade, todavia afastados do congestionamento e do alto custo dos lotes, sem descuidar dos custos de produção, infraestrutura, recursos naturais e custo da poluição considerando os temas ambientais (ÁLVAREZ et al., 2009; LIBERATO, 2008; BARETTA, 2007; ALBANO, 1999; HOFFMANN et al., 2011).

E a título de exemplificação, destaca-se o 1º Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano – PDDU de Porto Alegre (1979), cidade lideira a Viamão, que inovou ao abordar as questões ambientais e a participação social e criou os conceitos de zoneamento de usos a residência, ao comércio e a indústria. A partir disso surge o zoneamento de atividades baseado no “critério funcional”, ou seja, a localização em função das atividades e seus incômodos aos munícipes. (ALBANO, 1999).

Conforme Baretta (2007), a definição dos padrões de localização industrial na área metropolitana abrange: a) tipologia da indústria e sua localização; b) o que torna uma área metropolitana uma localização preferencial? c) qual o comportamento locacional interno? e d) análise da distribuição espacial (escoamento do fluxo da matéria prima e da produção) dentro da área metropolitana.

Outro aspecto do padrão locacional das atividades urbanas de adensamento é a acessibilidade, pois influencia na administração dos custos operacionais (agiliza o recebimento e a expedição de mercadorias, resultando na redução dos custos e aumento da competitividade), inclusive à indústria. (ALBANO, 1999; ZANINI, 1995). Entende-se por adensamento ou densidade demográfica a relação entre o “número de habitantes e a área do território, [...] expressa em quilômetros quadrados ou habitantes por hectare”. (VIEGA; VIEGA; MATTA, 2015, p. 1-2). E acessibilidade refere-se às aberturas de espaços urbanos à circulação de pessoas e veículos, resultando na possibilidade de atingir um determinado lugar (AGUIAR, 2010), isto é, o acesso da população para realizar diariamente suas atividades. (ALMEIDA; GIACOMINI; BORTOLUZZI, 2013).

De acordo com as variáveis locacionais expostas, define-se que o adequado uso da terra passa pelo planejamento, não sendo diferente à localização de zonas industriais. Nesse sentido, define-se o planejamento urbano como uma forma de tentar prever “[...] a evolução de um fenômeno ou de um processo, e, a partir deste conhecimento, procurar se precaver contra problemas e dificuldades, ou ainda aproveitar melhor possíveis benefícios” (HOFFMANN et al., 2011, p. 3), pois deve o planejamento conter o máximo de informações possíveis sobre a área de estudo. Entretanto, o planejamento de uma cidade está longe de poder resolver todos os problemas do meio urbano e sua falta poderá ser ainda pior. (BARBOSA; NASCIMENTO JÚNIOR, 2009).

Na literatura há um cenário de dicotomia a respeito da definição de área ótima para implantar zonas industriais, mesmo existindo uma identidade de objetivos. Para Baretta (2007) a tendência é utilizar áreas físicas inferiores a 500 hectares. Todavia, a título de exceção identificou-se que o Distrito Industrial de Rio Grande possui uma área total de 2.500 hectares (MARTINS, 2014).

De forma geral, no Brasil, as indústrias localizavam-se na periferia dos centros urbanos, próximos às fontes de matéria prima com acesso a rodovias, a ferrovias e a portos, para facilitar o escoamento da produção e baixar o custo da logística. (GALVÃO, 2000; MIRANDA, 2013)¹. A política de implantação de zonas industriais bem-sucedidas passa pela integração das políticas urbana e de desenvolvimento econômico (BARETTA, 2007), bem como da política ambiental.

Acerca da importância da localização das empresas na zona industrial, registra-se que as empresas podem ter maior eficiência e competitividade se estiverem próximas e concentradas em determinadas localidades. (MARSHALL, 1996; GARCIA; ARAÚJO; MASCARINI, 2009).

Para Bulgacov et al. (2012), a dinâmica do desenvolvimento local, alicerçado na cooperação e proximidade das empresas nos “*Cluster*”, faz com que ganhem força, eficiência, intensifiquem o ritmo de introdução de inovações, reforcem o potencial e o desempenho competitivo das empresas inseridas. Em suma, concluíram que os principais fatores competitivos das redes de cooperação são: ganho de escala e poder de mercado, provisão de soluções, aprendizagem e inovação, redução de custos e riscos e o fator relações sociais (ampliação da confiança e acúmulo de capital social).

De acordo com Galvão (2000) o *Cluster* é a forma de aglomerar pequenas e médias empresas através da interdependência, da cooperação mútua e da criação organizada em redes (networks). Nesse sentido, Miranda (2013, p. 43) fala que o desenvolvimento da cidade passa pela “[...] formulação de um programa para a cidade, fundando evidentemente em uma orientação ou estratégica política”.

No Brasil, novos arranjos produtivos locais – APL (distrito industrial), têm sido objeto de interesse, estudos e discussões, cujas receitas, responsabilidades e atribuições político-administrativas foram repassadas pela União aos Municípios, e tornando-se, na esfera local, um dos principais agentes do desenvolvimento econômico. (CÂMARA, 2013).

Hoenicke (2007) e Fragomeni (2005) afirmam que nas décadas de 70 e 80 houve grande aumento no número de zonas industriais nos países em

¹ Marshall (p. 318, 1996) diz que na Inglaterra não foram diferentes os critérios de seleção de áreas: “São muitas as diversas causas que levaram à localização de indústrias, mas as principais foram as condições físicas, tais como a natureza do clima e do solo, a existência de minas e de pedreiras nas proximidades, ou um fácil acesso por terra ou mar. [...]”.

desenvolvimento e as questões ambientais afloraram. Nesse sentido, a implantação da zona industrial de Joinville/SC (1975) abordou o enfoque espacial e os aspectos orientadores da temática da localização, bem como os resultados desta implantação na tentativa de organizar a expansão industrial local. (HOENICKE, 2007).

Fragomeni (2005) sumariza as tendências no processo de localização industrial (Quadro 1).

Quadro 1 - Tendências do processo de desenvolvimento e localização industrial

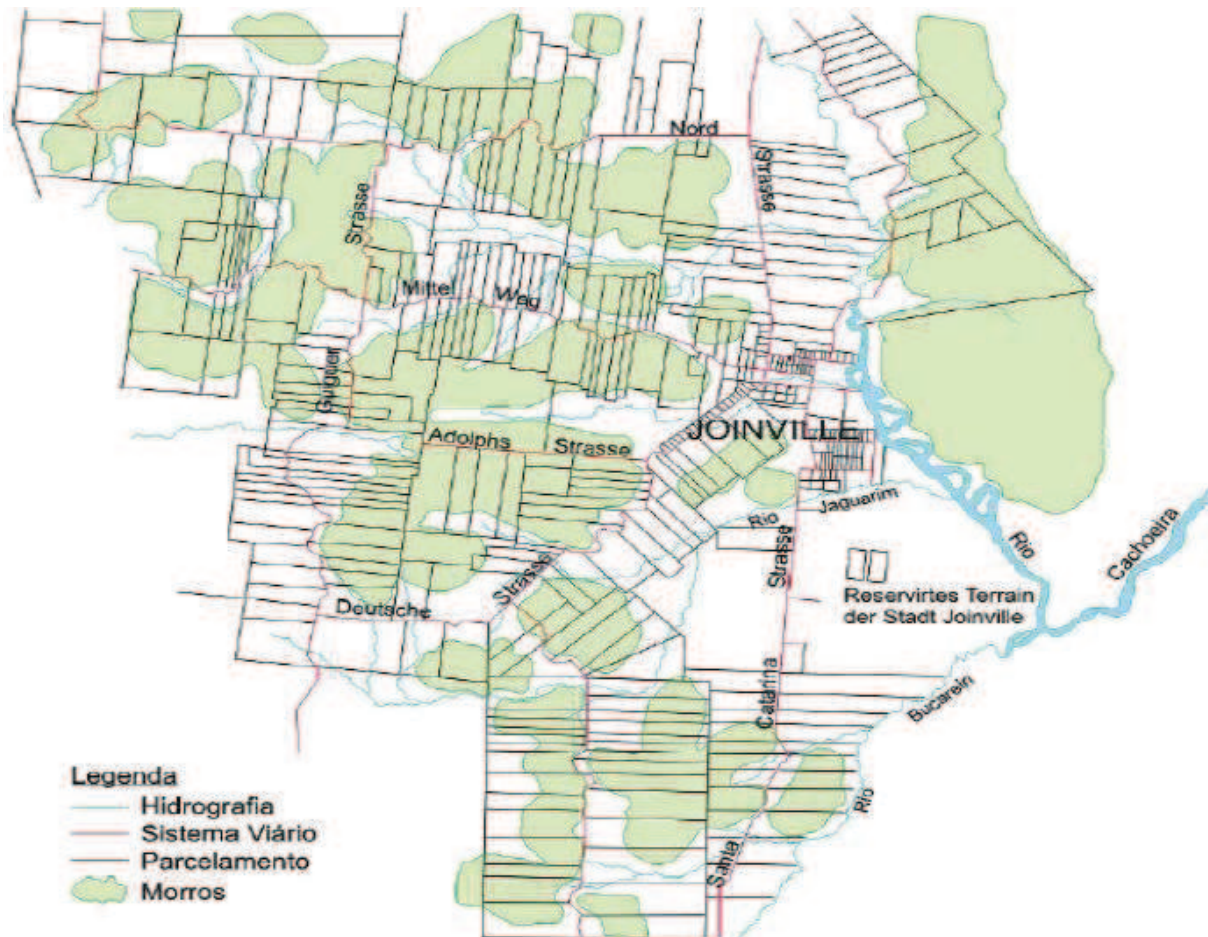
Fase I Revolução Industrial	Fase II 1950 – 1990	Fase III 1990 em diante
<i>Fatores primários</i>	<i>Fatores secundários</i>	<i>Fatores terciários</i>
Custos com transporte (matérias primas e produtos)	- Proximidade com mercados	- Influência do governo - Infraestrutura de telecomunicações, água, luz, energia, esgotamento sanitário etc.
Custos com mão-de-obra	- Proximidade com fornecedores e serviços - Outros benefícios econômicos oriundos de aglomerados industriais	- Mão de obra qualificada - Aspectos ambientais - Imagem do complexo industrial - Mentalidade das comunidades vizinhas - Condições de vida - Acessibilidade - Qualidade ambiental, Licença ambiental, etc.
Concentração regional	- Aglomeração urbana	- Difusão espacial

Fonte: Adaptado pelo autor de Fragomeni (2005, p. 47).

Nesta linha de análise, os fatores expostos no Quadro 1 visam evitar problemas identificados por Hoenicke (2007) na instalação do Distrito industrial de Joinville/SC que após 30 anos da instalação apresenta: a) subutilização da área, porque 20% da superfície de 2.993,80 ha encontra-se desocupada; b) ausência de infraestrutura básica (circulação viária); c) restrições ambientais à ocupação (extensas áreas de alta declividade que foram comercializadas para assentamento das plantas industriais); c) impropriedade do solo e do relevo

irregular que dificultou o assentamento das plantas industriais; d) desarticulação com a estrutura urbana central distante dos serviços de apoio (figura 1).

Figura 1 - Representação da zona industrial de Joinville/SC

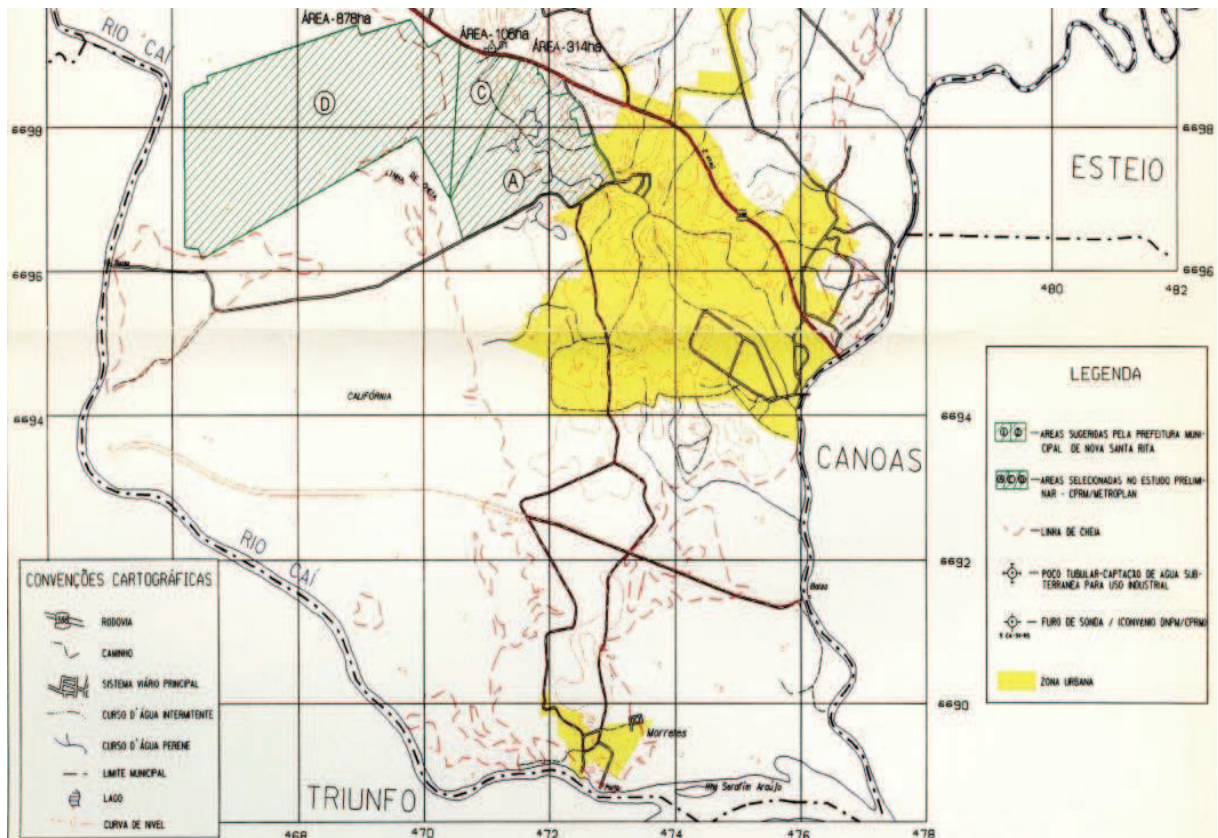


Fonte: Hoenicke (2007, p. 34).

Os problemas identificados após a instalação da zona industrial de Joinville/SC servem de exemplo a outros estudos que visem contemplar tais empreendimentos. No entanto, sublinha-se o exemplo positivo do Município de Santa Rita/RS que procedeu a seleção preliminar de áreas para instalação de uma zona industrial, situada na Região Metropolitana de Porto Alegre, elaborado pela Zanini (1995), no qual este estudo serviu de referência a esta dissertação. Segundo Zanini (1995), o trabalho técnico considerou as avaliações geológico-geotécnicas das áreas selecionadas à implantação da zona industrial. No estudo, incluem-se as áreas apontadas pela Prefeitura localizadas na planície aluvionar do Rio Caí. O autor mostra que na seleção das áreas considerou: a) imagens de fotografias aéreas (fotogrametria); b) imagens via satélite; c) furos de sondagem

e dois poços de água subterrânea com a integração dos resultados geológico-geotécnicos de trabalhos pré-existent; d) geologia; e) relevo; e) recursos hídricos (inclusive hidrogeologia); f) geotécnica; g) áreas de inundação; h) drenagem; i) direção dos ventos; j) densificação de propriedades; k) cobertura vegetal; l) distância em relação à sede municipal; m) vias de acesso a BR 386 e n) disponibilidade de energia elétrica. Os resultados proporcionaram definir a caracterização do meio físico em Nova Santa Rita e o apontamento de áreas adequadas ao assentamento territorial industrial ² (Figura 2).

Figura 2 - Seleção preliminar de áreas em Nova Santa Rita/RS



Fonte: Zanini (1995, p. 18).

Segundo Hoenicke (2007), Baretta (2007), Da Silva et al. (2005) e Fragomeni (2005), os estudos deverão considerar os aspectos econômicos, sociais e ambientais e seus possíveis problemas relativos à área de influência direta e indireta. Esses estudos são importantes para diagnosticar o meio

² O referido trabalho orientou-se nos critérios definidos pela Resolução CONAMA N. 001/1986 para elaboração do Estudo de Impacto Ambiental – EIA e o relatório de impacto ambiental – RIMA e Resolução CONAMA 237/1997 que trata dos critérios ao licenciamento ambiental.

ambiente natural e antrópico e pensar o desenvolvimento urbano tendo como premissa a sustentabilidade.

O presente estudo objetiva continuar a pesquisa de Baretta (2007), porém no Município de Viamão, consideraram-se as mesmas variáveis e preenchendo-se algumas lacunas com destaque a importância da legislação vigente que se apresenta com fortemente na definição dos pesos de algumas variáveis, o estabelecimento dos critérios de análise das possíveis atividades produtivas relacionadas as áreas aptas e relativamente aptas e a identificação de alguns impactos ambientais na qualidade da água e do ar nos municípios limdeiros a Viamão.

2.2 A Relação Entre o Meio Ambiente Natural e Antrópico, Desenvolvimento Urbano e Política Urbana Brasileira

As cidades passam por constante transformação, pois crescem e se modificam pela intervenção antrópica do meio natural. As intervenções acontecem sem controle e planejamento técnico, resultando em diversos problemas. (CASSILHA; CASSILHA, 2009). Os referidos problemas são mobilidade urbana, saneamento básico, estrutura viária, luz, segurança, saúde, educação dentre outros, causando impactos ambientais de forma difusa.

Gregotti (1975, p. 68), ao escrever sobre o Território e a Arquitetura, diz que:

A cidade representa o esforço mais notável, por parte da civilização humana, de uma transformação completa do ambiente natural, a passagem mais radical do estado de natureza ao estado de cultura com a criação de 'microclima' particularmente adequado para o desenvolvimento de algumas relações fundamentais para a vida do homem.

Portanto, a relação homem-ambiente na cidade modifica-se a partir da nova configuração do espaço (ruas, praças, avenidas, pontes, viadutos...) alterando-se o convívio social. (BARBOSA; NASCIMENTO JÚNIOR, 2009). A partir dessa relação homem-ambiente, o IBGE (2013) elaborou o sistema básico de classificação da cobertura e do uso da terra a partir do mapeamento da intervenção antrópica (Quadro 2) que favorece na unificação de termos no

momento da definição das nomenclaturas de zonas e de subzonas ou classes e subclasses nos planos diretores, decorrente da intervenção antrópica planejada do território através dos usos e ocupação do solo.

Quadro 2 - Sistema de classificação da cobertura e do uso da terra

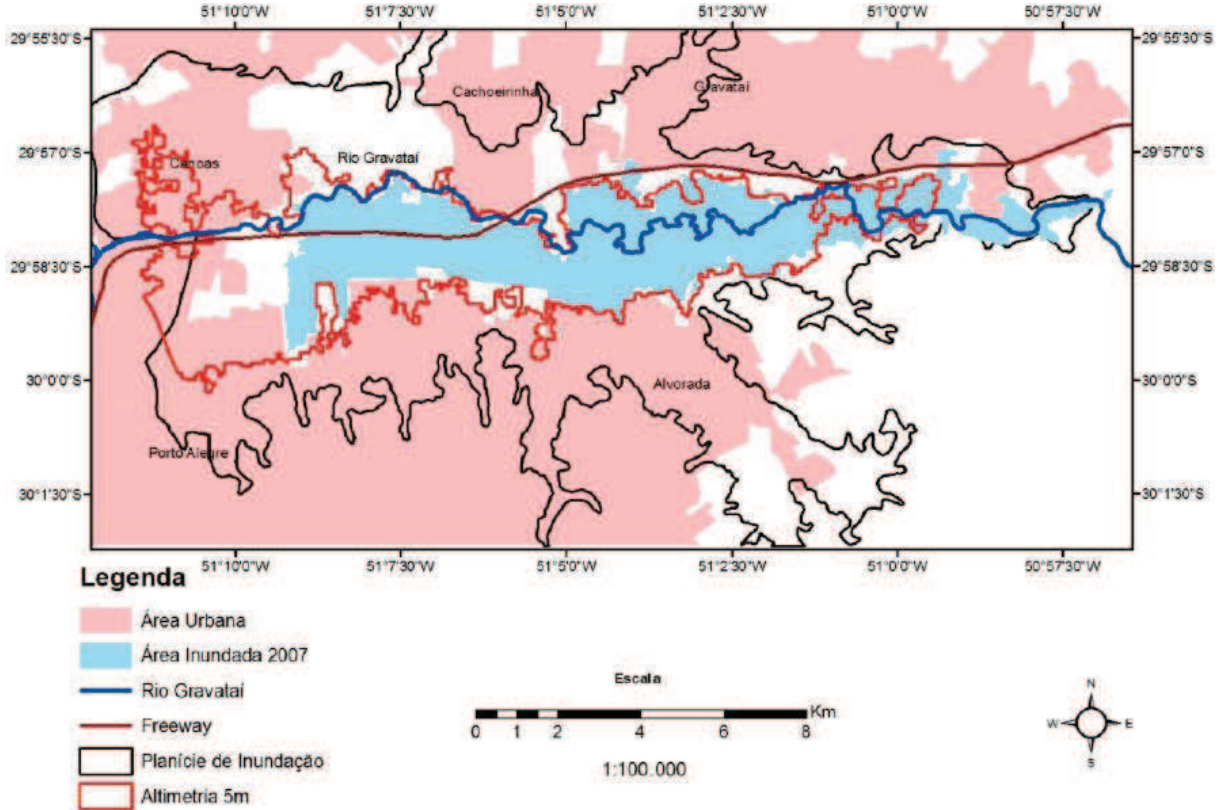
Nível I Classe	Nível Subclasse	Nível III Unidades
Áreas Antrópicas Não Agrícolas	Áreas Urbanas	- Vilas - Cidades - Complexos industriais - Áreas urbano-industrial - Outras áreas urbanizadas
	Áreas Mineração	- Minerais metálicos - Minerais não metálicos

Fonte: Adaptado pelo autor de IBGE (2013, p. 46).

De acordo com Barbosa e Nascimento Júnior (2009), o ambiente natural (físico e biótico) é transformado pela atividade produtiva, pelo consumo e pelos fluxos de pessoas, de energia, de recursos econômicos e das relações sociais (meio antrópico).

Na lógica da modificação do ambiente, um caso que retrata bem a ocupação de áreas de risco e que atualmente ainda resulta em inúmeros problemas a sociedade é a ocupação da planície de inundação do Arroio Gravataí. De acordo com Scheren (2014) a urbanização da planície de inundação na Região Metropolitana de Porto Alegre – RMPA demandou a execução de muitas obras civis decorrentes de políticas urbanas e das ocupações irregulares. E conclui que existiam zonas com configuração natural imprópria à habitação que receberam investimentos em obras de combate a cheias (diques) e saneamento básico, transformando áreas agrícolas em urbanas (figura 3).

Figura 3 - Ocupação na planície de inundação da RMPA



Fonte: Scheren (2014, p. 83).

A respeito do crescimento e do desenvolvimento, Vieira (2012) orienta que o crescimento é visto como algo passível de medição (quantitativo) ao longo do tempo. Por sua vez, o desenvolvimento é definido como a parte intencional do crescimento que estabelece critérios qualitativos a serem atingidos no âmbito sócio-econômico-ambiental. (HOENICK, 2007; VIEIRA, 2012).

O tema do crescimento e desenvolvimento urbano é relevante, pois retrata o desafio vivido por muitos municípios atualmente em atender as demandas provenientes do crescimento desordenado.

Nessa linha, ao analisar o crescimento da Região Metropolitana de Porto Alegre observou-se que o desenvolvimento urbano iniciou pela ocupação do território natural seguido da instalação de vias, ferrovia, comércio, indústrias, núcleos habitacionais e zonas industriais. (SCHEREN, 2014).

O desenvolvimento das cidades é desafiador na medida em que a malha urbana cresce de forma desordenada e intensa, aumentando-se a demanda por infraestrutura, cujo resultado é a maior preocupação na oferta de saneamento básico e nos efeitos ao ambiente natural. (CASSILHA; CASSILHA, 2009).

Logo, o crescimento e o desenvolvimento urbano sustentável passam necessariamente pelo planejamento apoiado em estudos técnicos, agregados a ferramentas tecnológicas e um banco de dados, construído ao longo do tempo, cujo objetivo é minimizar os problemas decorrentes de sua ausência.

Para Gregotti (1975, p. 87), o território é formado por diversos estratos complexos e integrantes que consistem em “modelos espaciais diferenciados (geográfico, administrativos, demográficos, econômicos ...), com realidades físicas que devem ser organizadas entre si com um objetivo comum que se concretizará numa nova ‘forma de território’; [...]”.

Ademais, reforça-se que o planejamento urbano é o conjunto de ferramentas que possibilita perceber a realidade local, integrar informações, diagnosticar ambientes, prever ações e normatizar seu uso, cujo objetivo é aprimorar a qualidade de vida da população (FONTOURA, 2013) e fomentar o crescimento econômico equilibrado através de políticas públicas.

Na década de 70 e início de 80, as Regiões Metropolitanas foram objeto de debate intenso sobre o planejamento regional para o ordenamento do território e expansão do desenvolvimento urbano brasileiro.

A Constituição Federal (1988) abriu espaço para o novo acordo político, mas não havia espaço para a figura jurídica da Região Metropolitana. (CLEMENTINO, 2008; BRASIL, 2015). No entanto, na década de 80 surge a expressão gestão sustentável e democrática da cidade através do Plano Diretor, instrumento básico da política municipal que foi regulamentado pelo Estatuto da Cidade (2001). Logo, os planos metropolitanos “[...] devem dialogar com os Planos Diretores municipais e é desejável que, em médio prazo, eles orientem os investimentos públicos nas áreas metropolitanas”. (CLEMENTINO, 2008, p. 11).

Recentemente, o planejamento das áreas metropolitanas tem sido objeto de preocupação dos governos em todos os níveis. Sendo assim, a política pública urbana leva à análise da ordem econômica e social que é fundamental para compreender o crescimento da cidade, do processo de urbanização e de industrialização. (BARBOSA; NASCIMENTO JÚNIOR, 2009).

As políticas públicas têm como foco a necessidade de uma região tornar-se competitiva e absorver maior número de mão de obra qualificada. Então, criou-se, nos últimos anos, a emergência de “[...] novas formas de coordenação regional, evidenciada pela literatura sobre os distritos industriais, APLs (arranjos

produtivos locais) e outras experiências de formações econômicas flexíveis [...]” (CÂMARA, 2013, p. 18).

Anteriormente, a adoção de zonas industriais (indústrias de pequeno e médio porte) era uma alternativa para superar a crise econômica brasileira. Entretanto, para muitos municípios a ideia de instalação destas zonas ainda não surtiu os seus resultados desejados. (CÂMARA, 2013).

Bulgacov et al. (2012) analisaram a dinâmica do desenvolvimento local e perceberam que a cooperação entre as indústrias é um elemento fundamental para que a zona industrial ganhe força e eficiência, intensifique o ritmo de introdução de inovações, reforce o potencial e o desempenho competitivo.

O estudo quer subsidiar a tomada de decisão futura do Poder Executivo Municipal, através de uma base de informações legais, físicas e antrópicas da cidade, que poderá orientar a relação entre o meio ambiente natural e construído, o desenvolvimento econômico e a política urbana de organização do crescimento territorial chegando na questão da zona industrial ou instalação de grandes empreendimentos urbanos (shopping center, rodoviárias, loteamentos e condomínios, hospitais dentre outros).

A política urbana como instrumento de fomento do crescimento e meio indutor da ordem econômica-social passa necessariamente pelo ordenamento jurídico que chancela a instalação de zonas industriais.

2.3 LEGISLAÇÃO APLICÁVEL AO ZONEAMENTO INDUSTRIAL

Não há como pensar o planejamento urbano, uso e ocupação do solo, bem com a instalação de zona industrial dissociada das normas vigentes. Torna-se importante entender que a escolha de áreas aptas à implantação de zonas industriais passa também pela legislação.

Em continuidade ao estudo de Baretta (2007), porém voltado a Viamão, nas circunstâncias atuais, pode-se afirmar que o tipo de estudo multicritério garante o fornecimento de informações para auxiliar o atual plano diretor do município e a gestão ambiental em nível local, segundo definição da Lei Municipal 4.154/2013; a conciliação do desenvolvimento econômico com a preservação ambiental; a preservação de áreas úmidas, que são frequentemente aterradas ou drenadas; a preservação de áreas de uso especial, como prevê o

Código Estadual de Meio Ambiente do Rio Grande do Sul (2000) e o Código Florestal (2012). Estas áreas de preservação são:

- a) as de formação vegetais defensivas à erosão de encostas ou de ambientes de grande circulação biológica;
- b) as de preservação permanente e as de vegetação nativa;
- c) as situadas ao longo dos rios ou de qualquer curso d'água e ao redor das lagoas, lagos e de reservatórios naturais ou artificiais;
- d) as localizadas ao redor das nascentes, incluindo os olhos d'água, qualquer que seja a sua situação topográfica;
- e) as do topo de morros;
- f) as de encostas ou parte destas cujas inclinações sejam superiores a 45° (quarenta e cinco) graus;
- g) as nascentes e os banhados.

O Estado entende que os assentamentos industriais, sua localização e interação com as demais atividades, suas dimensões e processos produtivos correspondentes, atenderão às seguintes diretrizes (RIO GRANDE DO SUL, 2000):

- a) os aspectos ambientais da área;
- b) os impactos significativos;
- c) as condições, critérios, padrões e parâmetros definidos no planejamento e zoneamento ambientais;
- d) a organização espacial local e regional;
- c) os limites de saturação ambiental;
- d) os efluentes gerados;
- e) a capacidade de corpo receptor;
- f) a disposição dos resíduos industriais;
- g) a infraestrutura urbana.

Nesse sentido, são criados os parâmetros juntamente com suas variáveis, que deverão ser vistos e ponderados a partir da legislação que define restrições e orienta os estudos básicos que necessitarão ser executados.

Segue abaixo, de forma sintética, o resumo da legislação aplicável ao tema do estudo (Quadro 3):

Quadro 3 - Legislação aplicável ao estudo de zonas industriais

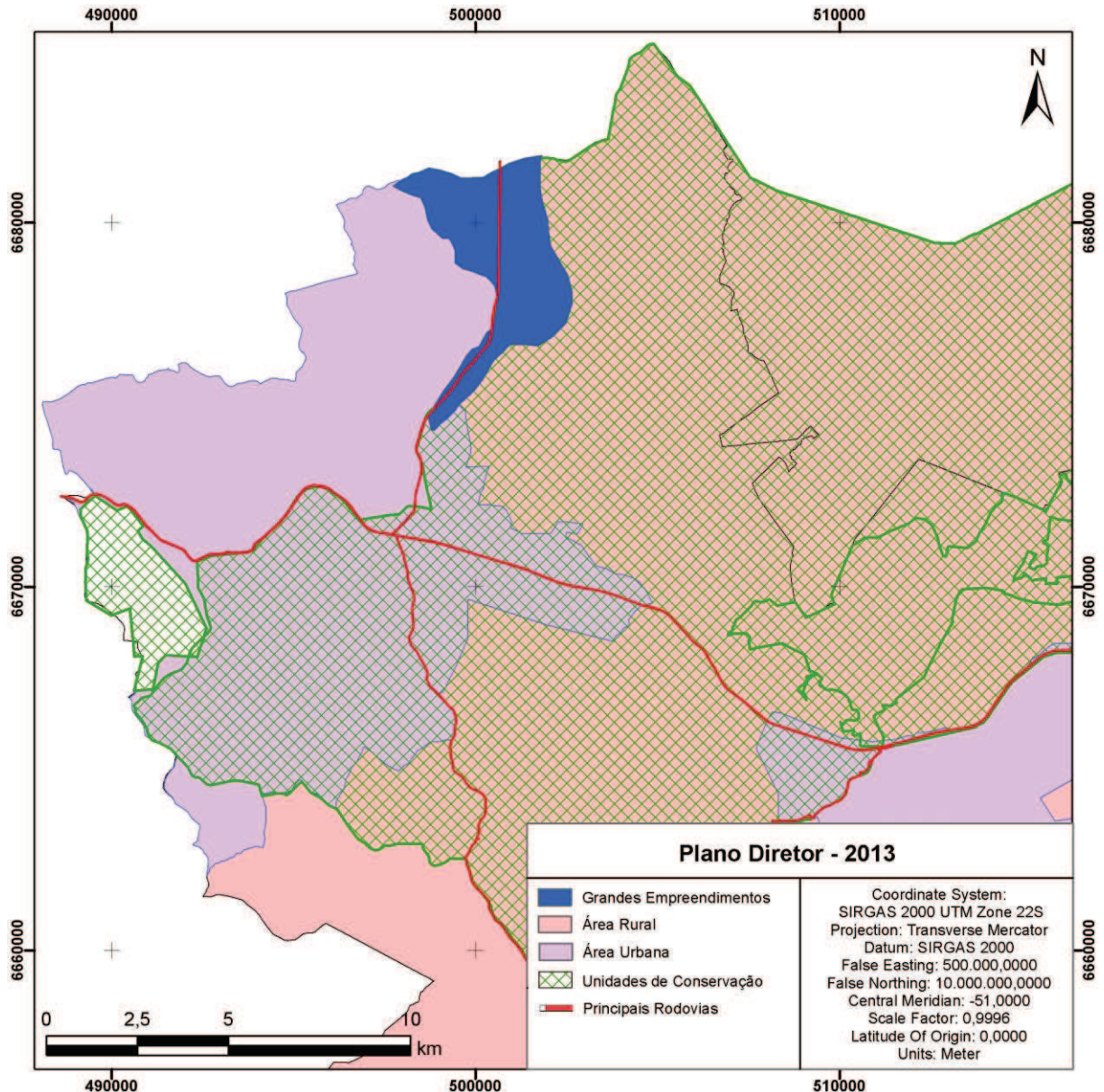
LEGISLAÇÃO BRASILEIRA APLICÁVEL	
Lei Federal 6.938/1981, art.9º, II a IV	Instrumentos ao planejamento urbano: avaliação impacto ambiental e licenciamento e o Zoneamento Ecológico e Econômico – ZEE
Constituição Federal/1988 art. 182, § 1º	O plano diretor obrigatório para cidades com mais de 20 mil habitantes é o instrumento básico da política de desenvolvimento e de expansão urbana.
Resolução CONAMA 01/1986, arts. 1º, 2º	Define impacto ambiental e estabelece EIA/RIMA zonas industriais e zonas estritamente industriais – ZEI.
Lei Estadual 11.520/2000, art 195, I a IX	Regra o parcelamento do solo e a implantação de assentamentos industriais: análise dos aspectos ambientais da área, os impactos significativos, a organização espacial local etc.
Lei Estadual 11.520/2000, art 155, IV	Descreve as áreas de preservação permanente - APP's e sua delimitação.
Lei Federal 10.527/2001, art. 4º, II e III	Trata do planejamento das regiões metropolitanas, planejamento municipal: plano diretor, zoneamento ambiental EIA e EIV.
Decreto Federal 4.297/2002, art. 11 a 13	Regulamentação do ZEE e estabelece critérios: divisão do território em zonas e diagnóstico.
Lei Federal 12.651/2012, art. 4º, I a VI	Define as áreas de preservação permanentes - APP's e define suas delimitações.
Lei Municipal 4.154/2013, art. 115, X	Define o Macrozoneamento: Macrozona Urbana de Grandes Empreendimentos

Fonte: Elaborado pelo autor.

No art. 134 do Plano Diretor de Viamão (2013) existe a macrozona zona urbana de grandes empreendimentos, caracterizada pela logística apropriada e a incorporação da atual zona industrial. E no art. 135 mostram-se os objetivos da macrozona urbana de grandes empreendimentos no sentido de (figura 4):

- I - orientar a ocupação e qualificação de infraestrutura e serviços para empreendimentos de grande porte;
- II - garantir o desenvolvimento industrial de grandes empreendimentos por meio da determinação de condições e restrições que garantam a mitigação, recuperação e/ou compensação ambiental em relação à correta inserção no entorno imediato.

Figura 4 - Macrozona urbana de grandes empreendimentos



Fonte: Elaborado pelo autor.

A figura 4 mostra que a área de Grandes Empreendimentos se localiza dentro da poligonal ao lado da poligonal da Unidade de Conservação da Área de Proteção Ambiental do Banhado Grande – APABG e que grande parte da área urbana e a totalidade da área rural permanentemente seca situam-se dentro da APABG.

A compilação das normas identificadas no Quadro 3 orienta que toda a atividade produtiva é causadora de impactos ambientais. Desta forma, uma zona industrial potencializa os impactos, tornando importante conhecer as características físicas e biológicas das áreas em estudo.

2.4 IMPACTOS AMBIENTAIS

Todas as atividades humanas são causadoras de impacto ambiental (benéfico ou adverso). Logo, a ocupação dos espaços através do planejamento urbano com a definição das zonas aptas à instalação e operação de uma zona industrial interfere direta e indiretamente no meio físico (antrópico e natural) e biótico.

Amaral (2014, p. 17) descreve que:

Ao longo do século XX, a construção de grandes obras que causaram impactos negativos, assim como os novos modelos de desenvolvimento voltados ao consumo, fez com que começassem a surgir debates sobre a qualidade de vida e a necessidade de proteção aos recursos naturais.

Diante dessa assertiva, a Lei 6.938/1981 definiu os principais instrumentos de controle no Brasil: os Padrões de Qualidade Ambiental; o Zoneamento Ecológico-econômico; a Avaliação de Impactos Ambientais; o Licenciamento e Revisão de Atividades Efetiva ou Potencialmente Poluidoras; o Sistema Nacional de Informações Ambientais; e o Sistema de Unidades de Conservação. (MAGRINI, 2001).

O artigo 1º da Resolução CONAMA 01/1986 descreve o impacto ambiental como “qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente”, causem dano: a) à saúde, à segurança e o bem-estar da população; b) às atividades sociais e econômicas; c) à biota; d) às condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; e e) à qualidade dos recursos ambientais.

Assim sendo, Vieira (2012) analisou as repercussões socioambientais da instalação da 1ª Zona Industrial de Farroupilha/RS (1969), onde várias indústrias se instalaram sem licenciamento ambiental antes da Lei Federal 6.938/1981. O autor destaca que nesta área instalou-se a indústria fabril sem nenhum estudo ambiental (Figura 5). Existia, também, uma indústria de galvanoplastia que lançava seu efluente no arroio próximo à zona industrial alterando a qualidade de água, bem como houve a supressão da vegetação sem qualquer compensação florestal, cujo resultado foi a redução da fauna e flora no local da instalação da

zona industrial. Entretanto, a criação desta zona fomentou o desenvolvimento econômico e o aumento populacional na cidade no entorno da zona industrial.

Figura 5 - Imagem da 1ª Zona Industrial de Farroupilha/RS



Fonte: Vieira (2012, p. 36).

Quanto ao impacto ambiental das atividades antrópicas, Fontoura (2013) sublinha que o uso e a ocupação do solo resultam no adensamento demográfico e o processo de urbanização modifica o meio físico, a paisagem, o ciclo hidrológico através deste processo. O autor relata que a urbanização causa problemas ambientais urbanos que fazem os estudiosos considerarem: a) localização; b) distância; c) relevo (forma da superfície); d) características

geológicas; e) características morfológicas; f) distribuição da terra; g) crescimento populacional; h) estruturação social do espaço urbano e i) processos de seletividade suburbana ou segregação espacial.

Na regra do artigo 2º, XII da Resolução CONAMA 01/1986, as atividades de significativo impacto ambiental dependerão de elaboração de estudo de impacto ambiental – EIA e respectivo relatório de impacto ambiental - RIMA, a serem submetidos à aprovação do órgão ambiental estadual no licenciamento de zonas industriais e zonas estritamente industriais – ZEI. Este estudo auxilia na análise de viabilidade ambiental a investimentos futuros (alternativas tecnológicas e locacionais, medidas mitigadoras e de controle ambiental), com vistas a reduzir aos impactos ambientais adversos. (SÁNCHEZ, 2006).

O diagnóstico do EIA é importante no estudo dos diversos aspectos da atividade ou empreendimento abrangendo o meio físico, biótico e antrópico. No diagnóstico define-se a delimitação da área de influência (direta e/ou indireta) e descrevem-se tecnicamente as características da área em estudo. Estas informações técnicas balizarão a licença prévia, além do que orientarão o projeto, as intervenções propostas na licença de instalação e as medidas mitigatórias. (METAENVIRON, 2013).

A Política Nacional de Meio Ambiente (1980) estabelece as diretrizes básicas para o zoneamento industrial nas áreas críticas de poluição. E o art. 225, IV, § 1º, da Constituição da República Federativa do Brasil (1988), obrigou o EIA para a instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação ambiental.

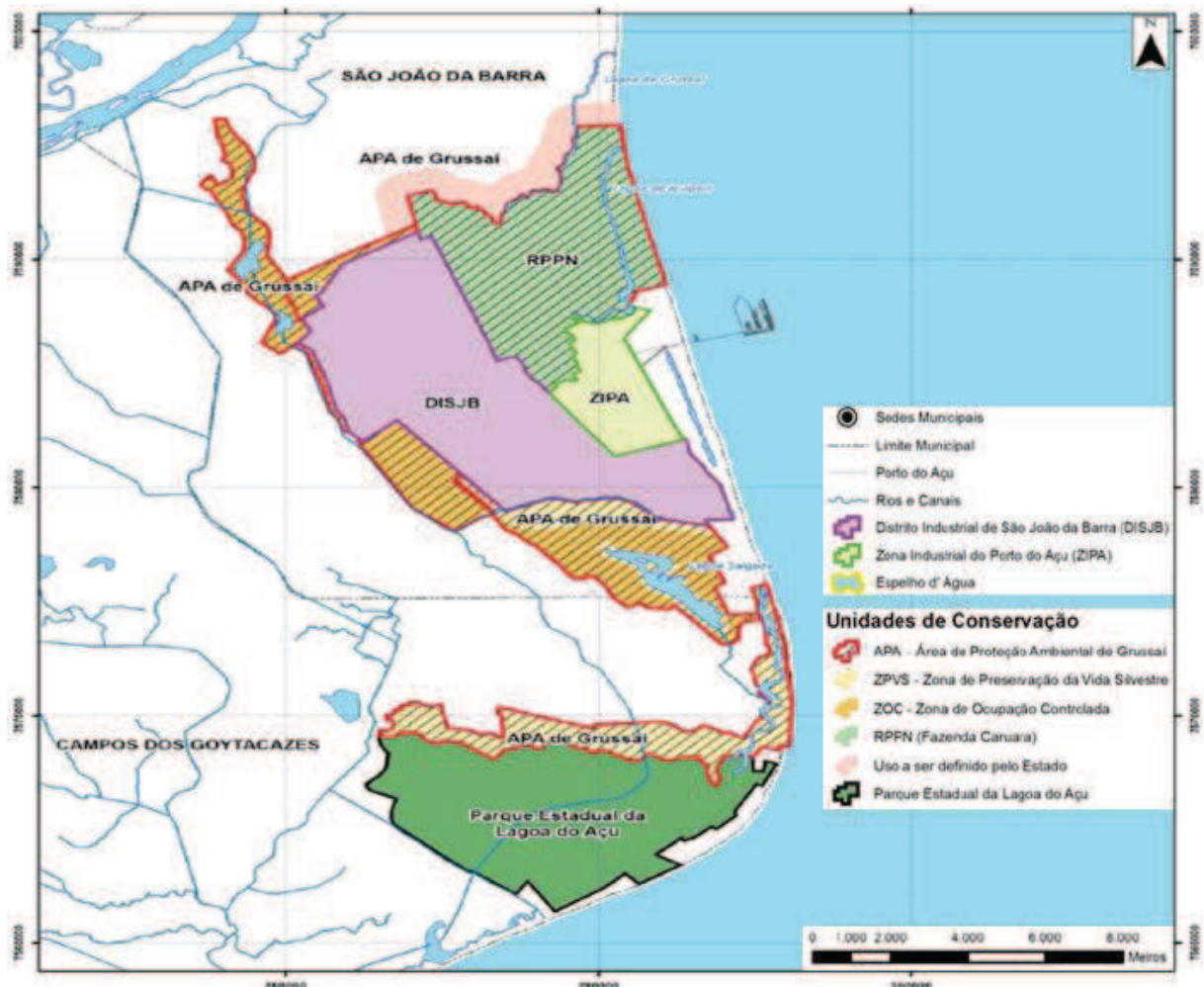
A partir do diagnóstico ambiental, pode-se ordenar e gerir o território, estabelecer critérios concretos de uso e implantação, monitoramento e controle definidos no planejamento ambiental. (RIBEIRO, 2004).

Para Sánchez (2008) o impacto ambiental resulta na interação do projeto com o meio ambiente e a compreensão objetiva dos impactos significativos. O autor conceitua o EIA como o documento mais importante do processo de avaliação de impacto ambiental, sendo a base às tomadas das principais decisões referentes à viabilidade ambiental de um projeto, às medidas mitigadoras ou compensatórias e seu alcance.

Os estudos prévios de impactos ambientais caracterizados no EIA/RIMA à instalação de empreendimento de significativo impacto ambiental é de suma

importância. A título de ilustração, antes da instalação do Distrito Industrial de São João da Barra (DISJB), o RIMA contemplou a descrição (ECOLOGUS, 2011): a) do projeto; b) da caracterização das áreas que poderão ser afetadas pelos impactos do empreendimento sobre a qualidade do ar, solo, água (meio físico), animais e vegetais (meio biótico); c) das atividades sociais e econômicas (meio socioeconômico); d) da identificação e da avaliação dos impactos decorrentes da construção e da operação do empreendimento; e) das ações propostas à minimização e controle dos impactos (Figura 6).

Figura 6 - Área de proteção legal no entorno DISJB



Fonte: Adaptado pelo autor de Ecologus (2011, p. 26).

Outro ponto importante é que os estudos prévios feitos pelo poder público para localizar zonas industriais tem por objetivos minimizar os impactos ambientais e as incomodidades geradas pelo uso e ocupação do solo de forma desordenada.

Em face da complexidade do tema e das possíveis variáveis a serem consideradas, torna-se importante à construção da metodologia de análise ambiental para implantar zonas industriais, utilizando-se o Sistema de Informações Geográficas – SIG a qualquer região que pretenda contemplar tais empreendimentos.

2.5 SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA - SIG

Contemporaneamente, não há como pensar o espaço territorial (urbano e rural) sem informações do meio físico (antrópico e natural) e biótico inseridos num banco de dados que possa ser lido e interpretado por diversas áreas do conhecimento, capaz de produzir resultados técnicos que segundo Alvarez (2009) auxiliem a tomada de decisão. Quanto ao planejamento do espaço geográfico, essas informações são necessárias à indução do crescimento e do desenvolvimento regional, bem como a proteção ambiental. Além do que, serve para o conhecimento das potencialidades (recursos naturais, matriz econômica, infraestrutura dentre outros temas) e fragilidades (áreas de preservação permanente, Unidades de Conservação, Reservas Privadas de Proteção Natural, áreas de conflito de uso, etc) da área em estudo.

Diante disso, pode-se dizer que o SIG é uma ferramenta que permite guardar, manipular, analisar e exibir os dados espacialmente georreferenciados em uma base cartográfica digital e sobrepor mapas temáticos. (SÁNCHEZ, 2008).

Neste sentido, Erba et al. (2005, p. 29) relatam que o SIG tem a capacidade de trabalhar as “[...] relações espaciais entre objetos geográficos, [...]. Armazenar a topologia dos elementos que constam em um mapa é o que diferencia um SIG [...]”.

Complementa-se que o SIG torna o planejamento eficaz com avaliação mais ampla e menos empírica do espaço geográfico em estudo mediante avaliação multidisciplinar abrangente, interativa e flexível resultando na modelagem de dados especializados. (BARETA, 2007). O sistema geográfico é aplicado em estudos dos aspectos do meio físico, social e econômico, planos ou planejamentos ambientais, zoneamentos e diagnósticos ambientais. (RANIERI et al., 2005; RISK; PULIDO, 2011). Logo, o SIG na gestão do território é um

instrumento de suporte ao gerenciamento e avaliação de riscos na instalação de indústrias e outros empreendimentos. Além disso, é um instrumento de auxílio ao planejamento e de definição de políticas públicas (JUNIOR, 2008).

De acordo com Erba et al. (2005, p. 29), as principais funções do SIG são

[...] integrar informações espaciais de dados cartográficos, censitários e de cadastro, de imagens de satélite, redes de pontos e modelos numéricos do terreno, utilizando uma base única de dados; cruzar informações através de algoritmos de manuseio para gerar mapeamentos derivados; consultar, recuperar, visualizar e permitir saídas gráficas da base de dados. Dentro da estrutura [...] relacionar dados provenientes de diferentes fontes, bem como para gerenciá-las por meio de camadas (layers) de dados, facilitando a organização e distribuição. [...].

A armazenagem das informações geográficas gera um banco de dados no SIG constituído de numerosos dados alfanuméricos e outros cartográficos (plantas, fotografias ou imagens) (DALOTTO, 2000; OSPINA, 2015). Define-se que o banco de dados alfanumérico é um conjunto organizado de dados relacionados a tópicos ou assuntos específicos, cujos aspectos considerados são os econômicos, os geométricos (como a localização, forma e dimensões da parcela), os jurídicos (que determinam as condições e restrições), os sociais (que permitem delinear o perfil do proprietário ou possuidor) e ambientais. (ERBA et al., 2005).

O diagnóstico do meio físico e biótico agregado a critérios objetivos no SIG possibilita que a análise das aptidões, fragilidades e possíveis impactos sejam mensurados com maior precisão. E no entender de Goetze (2009) permite analisar muitos dados de forma rápida, objetiva, útil e eficiente. Porém, quando a avaliação de uma determinada área geográfica carece de ferramenta adequada ao estudo espacializado do território, inexistindo banco de dados (composto de dados gráficos/entidades espaciais e seus atributos), geralmente adotam-se critérios mais rígidos à seleção de uma determinada área (BARETA, 2007; JUNIOR, 2008) baseado nas incertezas das informações. Relata-se que o processo de avaliação traz dois princípios do Direito Ambiental que devem ser lembrados. O primeiro refere-se ao Princípio da Prevenção, quando se tem conhecimento dos possíveis impactos ambientais daquele empreendimento ou

atividade. O último, o Princípio da Precaução, decorre do desconhecimento dos supostos resultados danosos da intervenção humana no meio ambiente, mas existindo a possibilidade do risco, deve a administração pública considerá-lo. (MACHADO, 2009).

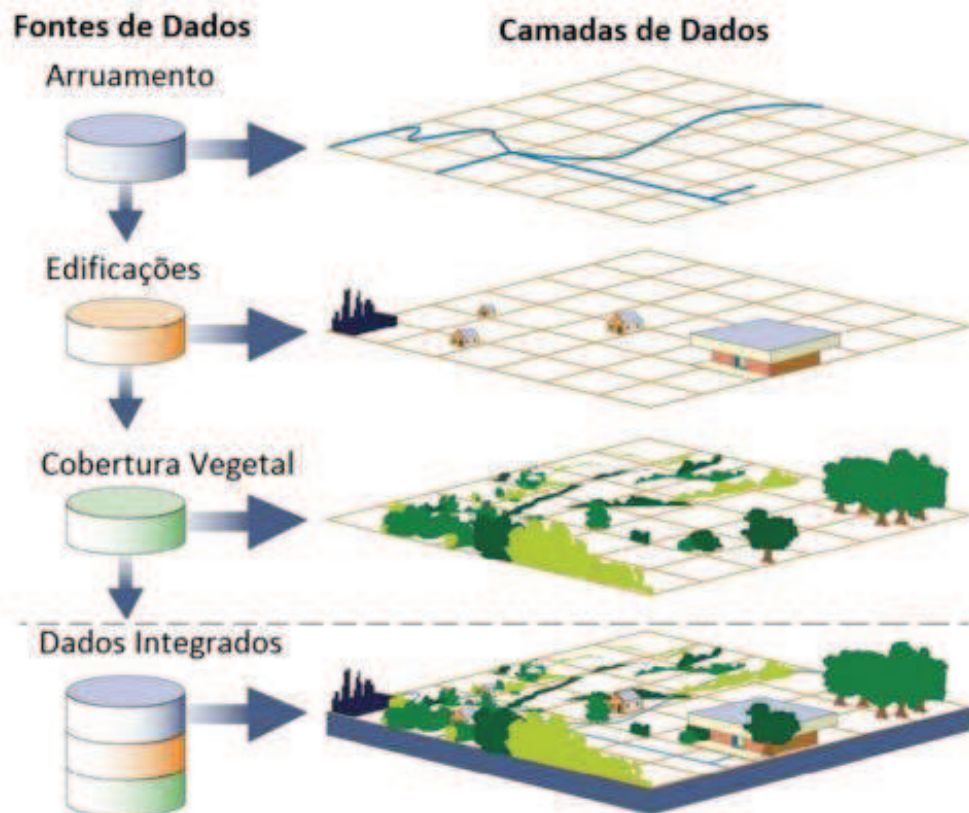
Nesse sentido, Da Silva et al. (2005) definiram locais com maior viabilidade ambiental para instalar uma zona industrial na Barragem do Lobo, na Área de Proteção Ambiental – APA de Corumbataí, no município de Ititapina/SP, através do SIG, considerando a altimetria, a geologia, a pedologia, a infraestrutura urbana (acesso das rodovias), a hidrologia, o uso do solo e as áreas de preservação permanente.

De acordo com Medeiros (2003), há muitas variáveis complexas que interferem no espaço urbano e, por isso, a necessidade de usar o SIG para integrar dados de diversas fontes, gerando informações adicionais pelo cruzamento desses dados.

O SIG é considerado uma ferramenta geotécnica indispensável à organização, integração, visualização e análise de grandes conjuntos de dados, cujo objetivo é descrever objetos espacializados existentes. Essa ferramenta geotécnica classifica-se em sistema de informações geográficas (SIGs), sensoriamento remoto (SR) e sistema de posicionamento global (GPS). (MAIA; COUTO, 2010; BARACUHY; FURTADO; FRANCISCO, 2015; LADWIG, 2004).

Portanto, os dados do SIG são representados por *layers* (camadas) com temas específicos (vegetação, hidrologia, declividade, geologia, pedologia, estrutura viária etc.), através de formas geométricas, resultando em mapas temáticos. (MACAÉ, 2016; RAMOS, 2000). Esses temas, segundo Júnior (2008), representam a forma e a posição dos elementos de uma determinada superfície em estudo (Figura 7).

Figura 7 - Estrutura das camadas sobrepostas dos mapas temáticos



Fonte: Macaé (2016, p. 1 apud EUA, 2015).

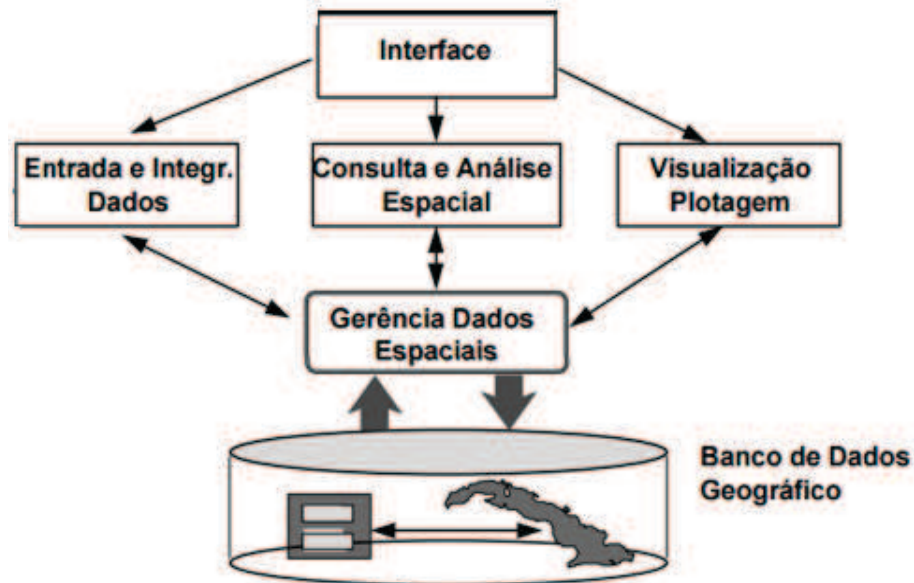
O número de trabalhos aplicados ao planejamento urbano com análise espacializada e produção cartográfica cresce no Brasil, permitindo maior entendimento das variáveis do espaço geográfico. No mesmo sentido, recentemente o SIG é utilizado em análises relacionadas a empreendimentos causadores de significativo impacto ambiental (BARETTA, 2007).

Nota-se que a multiplicidade de critérios requer a aplicação de técnicas de avaliação multicritério para a escolha de áreas aptas às novas urbanizações e à instalação de áreas industriais e comerciais. (ALVAREZ, 2009; BARETTA, 2007; BARETTA; VERONEZ; REINHARDT, 2008). Assim sendo, o SIG possibilita localizar áreas aptas à implantação de zonas industriais e preservar locais com valor ambiental e seus ecossistemas (BARETTA, 2007) com intuito de minimizar os impactos ambientais e viabilizar sua instalação e operação.

Dessa forma, segundo Câmara e Ortiz (1998), o SIG dispõe de uma arquitetura interna composta de interface com usuário, entrada e integração de dados, funções de processamento gráfico e de imagens, visualização e plotagem e banco de dados geográficos, no qual há a interrelação dos componentes e o

processamento dos dados e informações de uma determinada região geográfica (figura 8). Dito de outra forma, o sistema é automatizado e divide-se em entrada, gerenciamento, manipulação e análise, e saída. (PÉRICO; CEMIN, 2006; CÂMARA; ORTIZ, 1998).

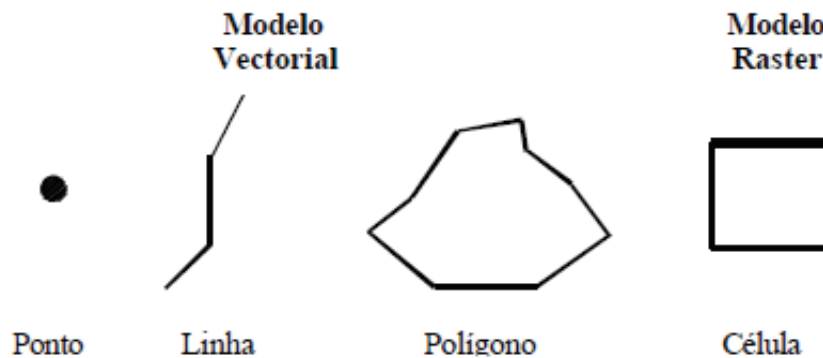
Figura 8 - Arquitetura interna do SIG



Fonte: Câmara e Ortiz (1998, p. 3).

Para Ramos (2000), a representação simplificada da realidade através da estrutura de dados espaciais do SIG ocorre pela vetorização e pela imagem *raster*. Segundo o autor, a *vetorização* (modelo vetorial) representa as entidades (meio físico, biótico e antrópico) e suas propriedades por meio de objetos georreferenciados (polígonos, linhas e pontos), tais como: adensamento florestal nativo ou exótico, corpo hídrico, estrutura viária etc. As entidades podem ser materiais ou imateriais. As imateriais são representadas pela divisão territorial entre municípios, curvas de nível e o *buffer* das áreas de preservação permanente, e os materiais são os corpos hídricos, estrutura viárias, unidade de conservação, etc. (FERREIRA, 2006; RAMOS, 2000). Assim, a representação de uma entidade deriva da análise proposta (RAMOS, 2000), isto é, uma casa pode ser representada por um ponto, um rio por linhas e o uso e ocupação do solo por um polígono (Figura 9).

Figura 9 - Formas básicas de representação dos objetos espaciais



Fonte: Ramos (2000, p. 88).

Na imagem *raster* (modelo *raster*) a realidade é representada por uma malha sobreposta no mundo real e pela definição de atributos a cada célula na malha, cuja forma geométrica da célula é regular no processo de análise. (RAMOS, 2000). Porém, uma mesma área pode requerer a criação de várias malhas, as quais conterão, em cada malha, uma entidade e os seus atributos que representarão porções do espaço real através de células.

Diante disso, o planejamento de instalação de atividades pode ser considerado como um processo sistemático que envolve a coleta, a organização e a análise de informações, com a utilização de métodos e técnicas conhecidos.

A partir disso, a busca das melhores alternativas para o aproveitamento dos recursos disponíveis e a instalação de atividades têm como premissa o desenvolvimento harmônico da região e a manutenção da qualidade dos ambientes físico, biológico e social. (GARCIA et al., 2010).

Não obstante, a seleção de locais adequados para instalar zonas industriais deve ser criteriosa a fim de preservar os recursos naturais e estabelecer o uso e ocupação racional do solo, em virtude da diminuição do espaço físico disponível nos centros urbanos. E ao espacializar informações ambientais estabelecem-se critérios técnicos para a execução de atividades que não comprometam o meio ambiente e preservem locais de grande valor ambiental. Essas áreas são estratégicas para conservação e importantes ao controle dos ecossistemas por ocasiões de enchentes, secas, filtro biológico e proteção de bacias hidrográficas. (BARETTA, 2007).

A espacialização das informações passa pelas técnicas de geoprocessamento, que constituem importante ferramenta de diagnóstico,

planejamento e gestão ambiental, visto que permite analisar grande número de dados de forma rápida e mais objetiva, orientando a tomada de decisão. (GOETZE, 2009).

Logo, optou-se pela utilização do SIG para espacializar as informações em Viamão apoiando-se nos trabalhos já realizados, que mostraram a eficiência da ferramenta em aplicações práticas. Portanto, este sistema é uma ferramenta ideal que possibilita analisar e solucionar problemas com múltiplos critérios, (DALOTTO, 2000), a partir:

- a) da capacidade de combinar bases de dados alfanuméricos com informações especializadas;
- b) capacidade de visualizar e obter soluções;
- c) possibilidade de modificar resultados frente à análise de sensibilidades, pela facilidade de efetuar medições de áreas, distâncias, simular corredores e sobrepor camadas de informação.

Diante disso, organizar os desequilíbrios ocorridos nas cidades em seus vários processos (ecológicos, políticos, econômicos e ambientais) é a meta da qualidade de vida a ser atingida na sociedade por meio do planejamento urbano. (BARBOSA; NASCIMENTO JÚNIOR, 2009; SILVA; WERLE, 2007).

Do ponto de vista econômico-social, o Estatuto da Cidade (2001) determina e obriga que o planejamento do desenvolvimento das cidades, da distribuição espacial da população e das atividades econômicas do Município, evite e corrija as distorções do crescimento urbano e seus efeitos negativos sobre o meio ambiente. Portanto, não há como se falar em desenvolvimento econômico e social dissociado do diagnóstico e planejamento ambiental.

Nesse sentido, as decisões políticas devem observar que o planejamento ambiental se torna importante na construção sustentável da sociedade podendo minimizar a interferência antrópica no espaço urbano. (FONTOURA, 2013).

Logo, no método as ferramentas escolhidas foram o SIG e Google Earth e os materiais basearam-se na legislação, nos produtos do ZAE (2016) e na literatura técnica definindo-se as variáveis e pesos e conceitos.

A partir desta revisão bibliográfica, dá-se início à construção metodológica deste trabalho a fim de atingir os resultados pretendidos. área de estudo.

3 METODOLOGIA

O método baseia-se no estudo de dados secundários extraídos do Zoneamento Ambiental e Econômico de Viamão – ZAE (2016) e seus produtos, bem como a legislação vigente e a bibliografia sobre as variáveis e as etapas das análises espaciais estudadas neste trabalho.

3.1 Área de Estudo

A história de Viamão inicia-se em 1741, quando Francisco Carvalho da Cunha ergueu a capela Nossa Senhora da Conceição. Elevada à categoria de freguesia em 1747, por ocasião da invasão castelhana (1766), se instalava nela a sede do governo da capitania. E em 1880 desmembra-se de Porto Alegre para tornar-se vila e sede do município. A importância histórica e social de Viamão iniciou quando foi sede das primeiras estâncias de criação de gado. Os grandes rebanhos de gado e cavalos transitavam por Viamão para serem comercializados em Laguna (SC). A cidade foi um dos primeiros núcleos de povoamento do Estado, formado por lagunenses, paulistas, escravos e portugueses. A partir de 1752 chegaram os primeiros casais de imigrantes açorianos, que desembarcaram na região de Itapuã e colonizaram a região do Porto dos Casais, atual capital do Estado. Em 1763, a cidade recebeu o governo do RS, que tinha a sede na Vila do Rio Grande e que se transferiu devido à invasão dos espanhóis. Viamão se conservou sede do governo até 1773. Nesta época, a sede foi transferida para Porto dos Casais (atual Porto Alegre). Viamão também foi palco de operações militares na época farroupilha. (VIAMÃO, 2013). E na formação administrativa do município (1895), Viamão iniciou com 03 (três) distritos e atualmente existem 08 (oito). (IBGE, 2011).

A cidade possui área de 1.497,017 km² estando localizada na Região Metropolitana de Porto Alegre, a 20,61 km ao leste da capital gaúcha, fazendo divisa com os municípios de Porto Alegre, Alvorada, Gravataí, Glorinha, Santo Antônio da Patrulha e Capivari do Sul (Figura 10). A cidade situa-se entre as bacias hidrográficas do Guaíba, Gravataí e Litoral Médio (SEMA, 2010), e sua localização geográfica é latitude 30°04'52" Sul e longitude 51°01'23" Oeste. (MAIA, 2013).

Segundo os dados preliminares do censo do IBGE (2010) o município possui a população de 239.384 habitantes, sendo 224.943 habitantes na área urbana e 14.441 habitantes na área rural, possuindo 159,91 (hab/Km²) com baixa densidade demográfica e 93% da população concentrada na área urbana. Logo, a economia é baseada na agricultura e serviços (IBGE, 2010) e mineração. Viamão atingiu o PIB (2013) de R\$ 2.680.846 e o PIB *per capita* R\$ 10.722,18. (FEE, 2014).

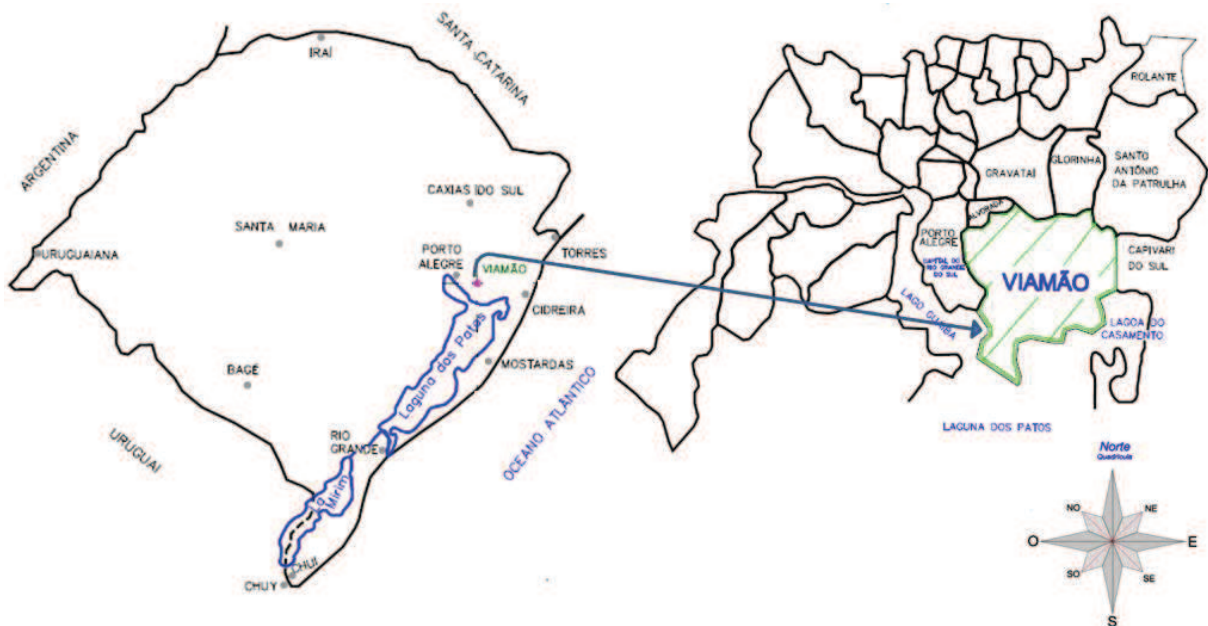
Viamão possui legislação ambiental, saneamento, resíduos sólidos, limpeza urbana, obras e postura, mas necessita atualizar e harmonizar algumas leis municipais ora vigentes. O município se ajusta às determinações dos Estatutos da Cidade (2000) e da Metrópole (2015) por estar incluso na Região Metropolitana de Porto Alegre, interagindo na dinâmica geográfica, ambiental, política e socioeconômica da região.

A cidade tem estrutura viária e conexão direta com os municípios limieiros. Existem duas zonas industriais, cujas taxas de ocupação encontram-se quase esgotadas, e novas empresas e empreendimentos imobiliários procuram se instalar no município.

Viamão elaborou os Planos Municipais de Saneamento Básico e Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, conveniou com a CORSAN a instalação de uma Estação de Tratamento de Água que tornará o município autossuficiente em 04 anos e asfaltou mais 40 km de vias públicas em 2016. Está previsto instalar o *Bus Rapid Transit - BRT*, a construção do novo terminal de ônibus (transporte municipal e interurbano) e a revitalização do Centro de Viamão através do projeto MASTERPLAN I. O município está entre os 100 municípios mais pobres do Brasil, mas foi ganhador do prêmio de Prefeito Empreendedor junto ao SEBRAE. (VIAMÃO, 2016).

Existe no município a Secretaria Municipal de Meio Ambiente, por força da Lei Complementar 140/2011 e a Resolução CONSEMA 372/2018, com competência para licenciar, autorizar e fiscalizar as atividades e empreendimentos de impacto local, bem como possui os Conselhos Municipais de Meio Ambiente – COVIMA, de Desenvolvimento Viamonense – CODEVI e da Cidade de Viamão - CONCIVI.

Figura 10 - Localização da área de estudo



Fonte: Adaptado pelo autor de Viamão (2014).

Na linha do crescimento do município, a Lei 2.978/2001 autorizou construir o Distrito Industrial Alvorada-Viamão (DIAV) licenciado pelo Estado. E, posteriormente, essa zona industrial foi incluída no Plano Diretor da Cidade através da Lei 3.530/2006, definida como Macrozona Urbana de Grandes Empreendimentos, que possui a área total de 258,78ha. (RIO GRANDE DOS SUL, 2013). A infraestrutura do DIAV é composta de arruamento, esgoto pluvial, energia elétrica AT 13,8 kV, telefonia e rede de água, localizado a leste da RMPA com 32 (trinta e duas) unidades implantadas e 07 (sete) em fase final de implantação. De outra parte, o município licenciou o Berçário Industrial, localizado no Parque do Cocão, em 2004 (distrito industrial do Cocão), segundo a licença de instalação – FEPAM 578/2004-DL. Este Berçário Industrial contém 12 (doze) lotes com 02 (duas) vias urbanas asfaltadas, rede elétrica, abastecimento de água e telefonia.

3.2 Materiais e Método

Para a realização deste trabalho foi utilizado a espacialização de informações, através do Sistema de Informação Geográfico - SIG, conjuntamente

com a legislação em vigor. A área de estudo abrange o Município de Viamão sendo utilizado os seguintes materiais e ferramentas:

- Ferramentas:

- a) Sistema de Informação Geográfica – ArcGIS;
- b) Google Earth

- Materiais:

- a) Código Estadual do meio Ambiente do RS (Lei 11.520/200)
- b) Código Florestal (Lei 12.651/2012);
- c) Plano diretor do município de Viamão (Lei 4.154/2013);
- d) Imagens do Satélite *PLÉIADES*.
- e) Produtos cartográficos Zoneamento Ambiental e Econômico de Viamão (ZAE, 2016):
 - *geomorfológico*: curvas de nível, topos de moro e linhas de talvegue;
 - *geologia*: formação rochosa;
 - *uso do solo*: ocupação urbana, vegetação nativa e exótica e agricultura;
 - *pedologia*: tipos de solos;
 - *hidrografia*: cursos d'água, reservatórios artificiais, lagos e nascentes;
 - *infraestrutura*: pavimentado ou não pavimentado;
 - *Áreas de Preservação Permanente – APP*: cursos d'água, topos de morros, restinga, lagos e nascentes;
 - *áreas úmidas*;
 - *unidades de conservação*: 03 de uso integral e 04 de uso sustentável.

Para elaboração da metodologia consideraram-se as restrições e demais orientações impostas extraídas do(a)(s):

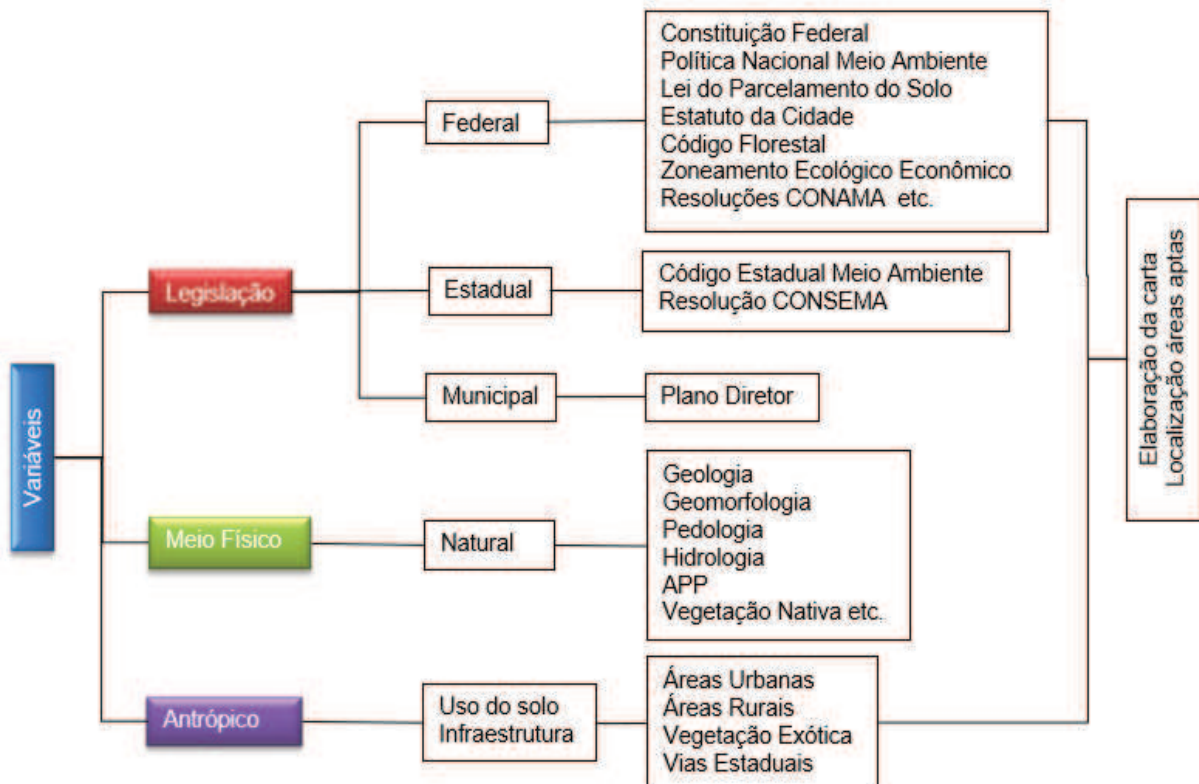
- a) Código Estadual do Meio Ambiente do Rio Grande do Sul (2000);
- b) Código Florestal (2012);
- c) Plano Diretor do Município de Viamão (2013);
- d) Zoneamento Ambiental e Econômico – ZAE de Viamão (2016);

- e) Bibliografias atinentes as variáveis;
- f) Demais normas vigentes.

A partir disso, foram realizadas análises espaciais com o intuito de estabelecer critérios técnicos ao processo de escolha de áreas aptas para alocação de zonas industriais.

Para melhor desenvolver o trabalho, estruturaram-se os critérios de análise das variáveis, que estão inseridos nas etapas da avaliação espacial (figuras 11 e 12).

Figura 11 - Fluxograma dos critérios de análise das variáveis



Fonte: Elaborado pelo autor.

Nesse sentido, enfatiza-se que a determinação de multicritérios objetivos apoiados no SIG facilita a análise geográfica de cada variável e seu julgamento. Por sua vez, permite-se o manejo das informações georreferenciadas e a versatilidade para análise das coberturas espaciais (*shapefile*), a fim de obter resultados precisos na sobreposição das diversas coberturas espaciais. (BARETTA, 2007).

Logo, determinaram-se os critérios de análise considerando as informações no meio físico, biótico e antrópico (ZAE, 2016; CONAMA, 1986), a legislação (BRASIL, 2002 e 2012; RIO GRANDE DO SUL, 2000) e os estudos ambientais prévios a instalação de grandes empreendimentos demonstrados na literatura (ZANINI, 1995; DA SILVA et al., 2005; RAMOS, 2000; PÉRICO; CEMIM, 2006; BARETTA, 2007). Assim sendo, a tabela de critérios contempla os itens *bloqueador*, *restritivo* ou *liberado*, todavia um mesmo critério pode figurar em outra coluna (Quadro 4).

Quadro 4 - Critérios para análise de determinada área

Bloqueador	Restritivo	Liberado
Unidade conservação uso integral	Unidade conservação de uso sustentável	X
Áreas preservação permanente (cursos d'água, nascentes e lagoas com <i>buffer</i>)	X	X
Declividade (0 a 5%)	Declividade (>5% a 20%)	Declividade (> 20%)
Ocupação urbana alta densidade	X	Ocupação urbana média e baixa densidade
Geologia (litologia)	Geologia (litologia)	Geologia (litologia)
X	Vegetação nativa	Vegetação exótica
Pedologia	Pedologia	Pedologia
Área de cultivo temporariamente alagada	X	Áreas de cultivo permanentemente seca
X	X	Hidrologia (açudes sem <i>buffer</i>)
X	Infraestrutura (não pavimentada)	Infraestrutura (pavimentada)
X	Talvegue	X

Fonte: Elaborado pelo autor

O *critério bloqueador (preto)* é aquele cuja proibição está descrita na legislação vigente e/ou exista restrição técnica com vedação ao meio físico. Ex. O Novo Código Florestal (Lei Federal 12.651/2012) define área de preservação permanente, os respectivos *buffer's* e demais vedações, a Lei das Unidades de Conservação de proteção integral (Lei Federal 9.985/2000 e o Decreto Federal 4.519/2002) instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SINUC e o Código Estadual de Meio Ambiente do Rio Grande do Sul (Lei 11.520/2000) regrou o banhado como área de preservação permanente.

Friza-se que as áreas indígenas (Constituição Federal/1988, Lei 6.001/73 – Estatuto do Índio e Decreto 1.775/96) e quilombolas são protegidas por lei (Constituição Federal/1988 e Decreto Federal 4.887/2003) existentes em Viamão, consideradas bloqueadoras à implantação de zonas industriais. Entretanto, não serão analisadas em virtude de a União não ter delimitado as respectivas áreas (poligonais), pois compete exclusivamente a ela demarcar estas áreas.

A título de exemplificação, a declividade é fator importante na implantação de zonas industriais. Logo, definiu-se as limitações através do Novo Código Florestal (2012) que veda o uso de área com declividade superior a 45° ou 100% (APP), do Código Estadual do Rio Grande do Sul (2000) com vedação ao parcelamento do solo em áreas com declividade igual ou superior a 30% e da literatura técnica que determinou a melhor declividade (PÉRICO e CEMIM, 2006; BARETTA, 2007). Há também formações rochosas e tipos de solo que impedem instalar uma zona industrial. (RAMOS, 2000; MEDEIROS, 2003; DA SILVA et al., 2005; ZANINI, 1995; ZAE, 2016).

O *critério restritivo (cinza)* fundamentou-se na legislação vigente que orienta o uso com restrições na instalação de empreendimentos ou atividades, como o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (BRASIL, 2000), o Código Florestal (BRASIL, 2012) e o Código Estadual (RIO GRANDE DO SUL, 2000).

Outro ponto são os fatores do meio físico da área, que mereceram ser olhados com maior atenção, identificados na literatura. (RAMOS, 2000; MEDEIROS, 2003; DA SILVA et al., 2005; ZANINI, 1995; ZAE, 2016). E, por fim, o possível conflito de uso decorrente da ocupação territorial descrito no Plano Diretor. (VIAMÃO, 2013). Ex.: A declividade abaixo 45° definido no Código Florestal (BRASIL, 2012) e inferior a 30%, destacada no Código Ambiental Estadual (RIO GRANDE DO SUL, 2000); a intervenção em área de preservação permanente decorrente de utilidade pública ou de interesse social, descrita no Código Florestal (BRASIL, 2012); e a utilização de área de proteção ambiental – APA de uso sustentável dependerá do plano de manejo da unidade que contemplará os objetivos da unidade e seus possíveis usos. (BRASIL, 2000).

O *critério liberado (branco)* considerou a legislação vigente e as características físicas (geologia, pedologia dentre outras) e antrópicas

(ocupações) da cidade em estudo, que não restringem e não bloqueiam a instalação de zona industrial, mas orientam a análise de todos os critérios (Figura 7 e Quadro 4) de forma conjunta.

O estabelecimento de critérios requer a aplicação de técnicas de avaliação multicritério, mediante ponderação dos fatores favoráveis e desfavoráveis, para valorizar a capacidade da área vocacionada a novas urbanizações e a instalação de grandes áreas industriais e comerciais. (ALVAREZ, 2009; BARETTA, 2007; BARETTA, VERONEZ; REINHARDT, 2008).

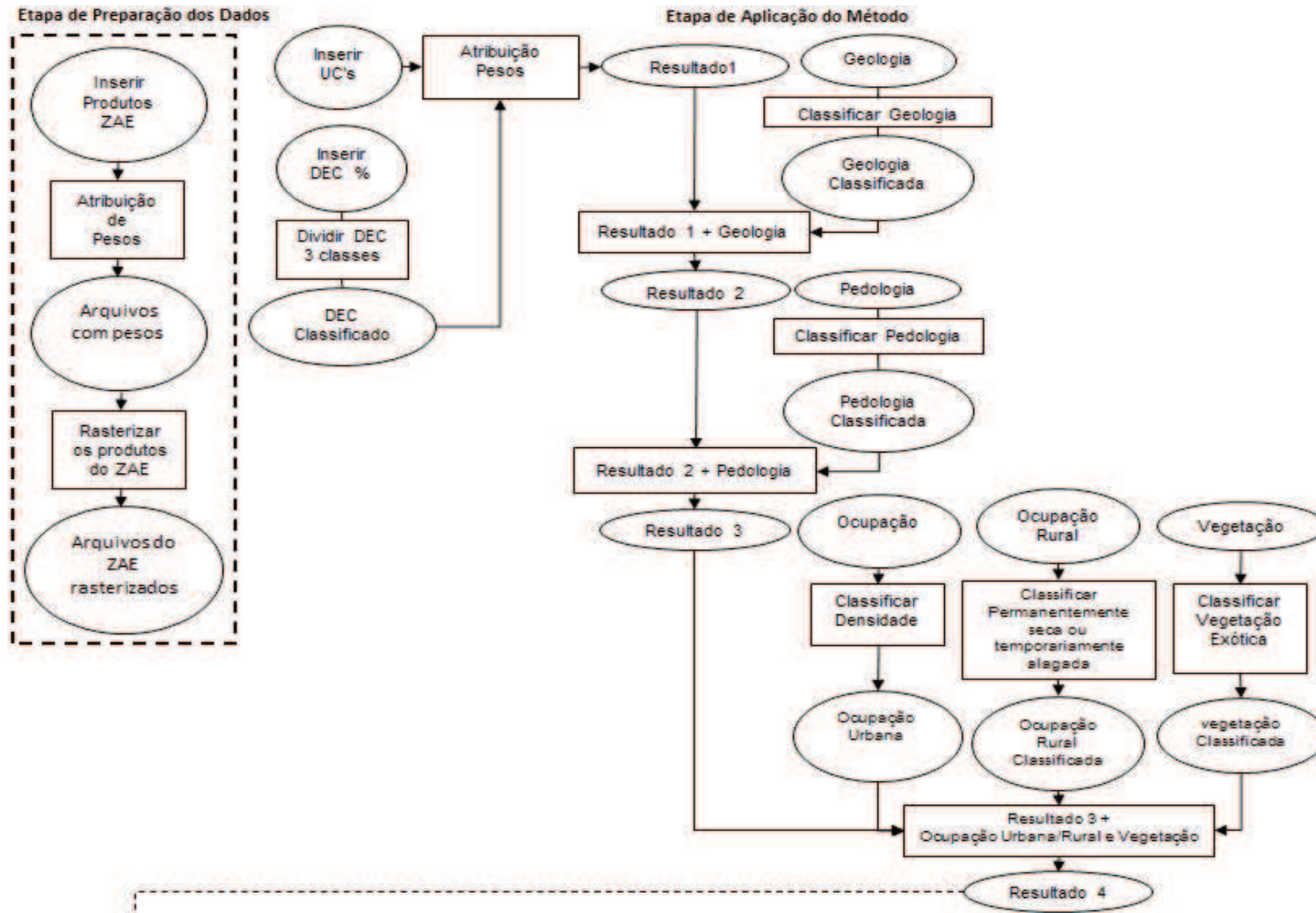
Para auxiliar na análise comparativa do resultado do final do ZMAI que identificou as zonas aptas e relativamente aptas com o as macrozonas do Plano Diretor de Viamão (2013), procedeu-se a vetorização das macrozonas do Plano Diretor sobrepondo-o no ZMAI a fim de verificar a compatibilidade entre os zoneamentos de ambos os produtos. A estruturação do *shapefile* das macrozonas do Plano Diretor (2013) segue as seguintes etapas abaixo:

- a) transformou-se o macrozoneamento do Plano Diretor de Viamão de Pdf em JPEG;
- b) georreferenciou-se a imagem no ArcGis;
- c) vetorizaram-se as macrozonas e setores, sendo preenchida a tabela de atributos no ArcGis;
- d) classificaram-se os polígonos das macrozonas e dos setores preenchendo-se a tabela de atributos (*open attribute table*) no ArcGis;
- e) ao final, o Macrozoneamento do Plano Diretor resultou em forma de *shapefile*.

As análises das etapas passíveis de serem realizadas no processo de localização de zonas industriais foram adaptadas a partir da Resolução CONAMA 01/1986, dos autores Zanini (1995), Baretta (2007), Da Silva et al. (2005) e no estudo do ZAE (2016) que se pode visualizar na figura 12.

Figura 12 - Fluxograma das etapas das análises espaciais

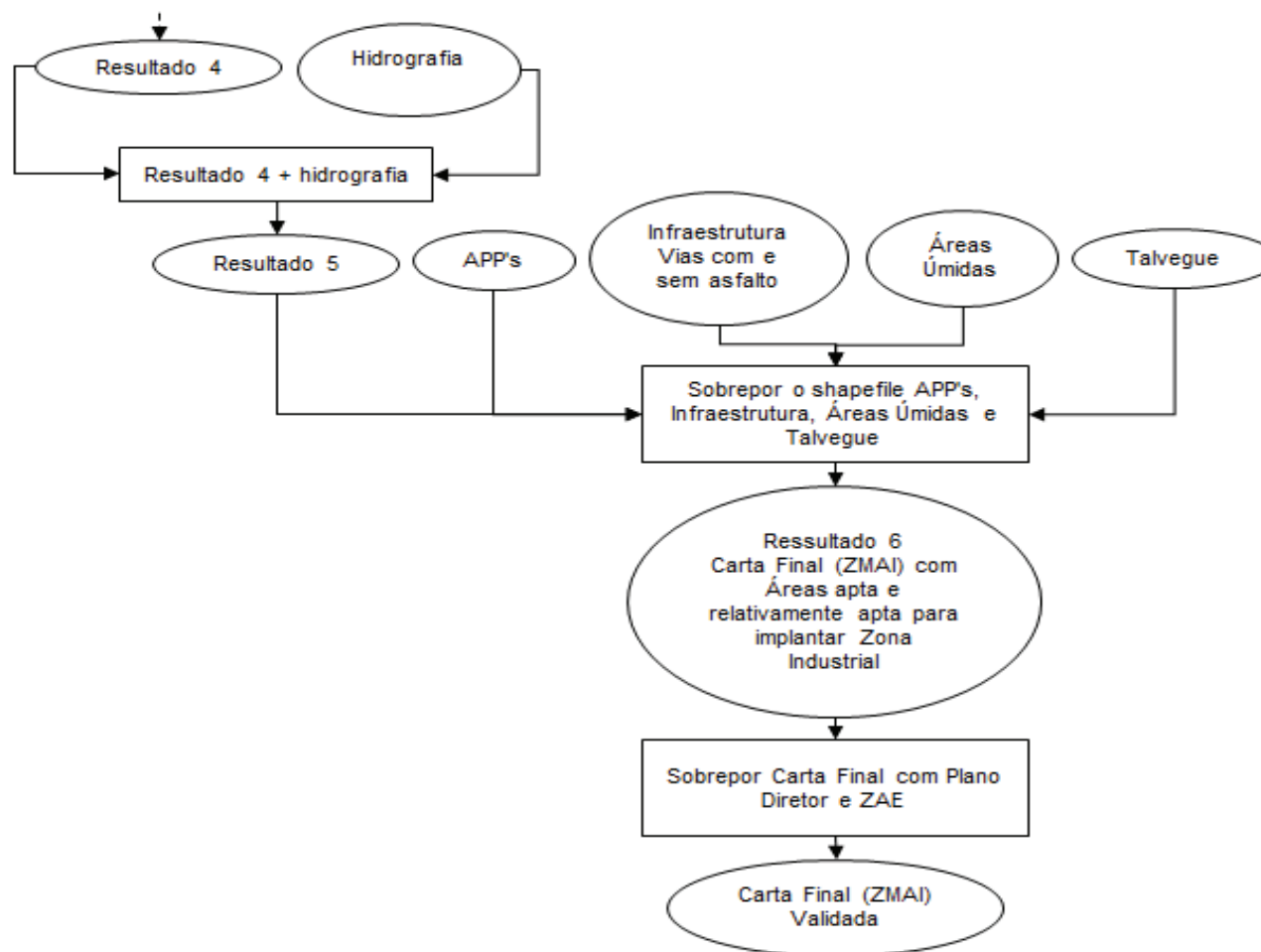
(Continua)



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 12 - Fluxograma das etapas das análises espaciais

(Continua)



Fonte: Elaborado pelo autor.

A metodologia seguiu a sequência definida no fluxograma (figura 12) através da sobreposição dos *shapefile*, bem como a lógica descrita no quadro 4, sendo que preto = bloqueador, cinza = restritivo e branco = liberado.

Neste trabalho, existe a relação direta entre a variável, o peso e o critério. Cada variável tem seus pesos ajustados a partir da adaptação metodológica de:

- a) Baretta (2007) e Baretta, Veronez e Reinhardt (2008), que estabeleceram valores entre 0 a 5 cuja classificação dos critérios ficou ótimo, bom, regular, ruim, péssimo e inadequado;
- b) Périco e Cemim (2006) definiram o intervalo de pontuação entre 0 e 1 com a classificação de aptidão de restritiva (nula), baixa, média e alta;
- c) Alvarez (2009) utilizou o somatório linear ponderado dos valores e dos fatores obtendo um mapa final de aptidão de uso do solo de 0 e 1, no qual a aptidão encontra-se no somatório dos maiores valores;
- d) Medeiros (2003), que utilizou 0 = inapto e 1 = apto, tendo como aptidão os maiores valores.

Portanto, a partir das bibliografias citadas considerou-se o 0 (zero) como valor mínimo e o 1 (um) como valor máximo, pensando-se na premissa do 0 (zero) para área inapta e 1 (um) para área apta. Para se definir o valor intermediário relacionado à área relativamente apta efetuou-se a média aritmética obtendo-se o valor de 0,5 (zero vírgula cinco), no qual este valor equivale a 50% do valor máximo. Logo, considera-se, salvo melhor juízo, que este o valor médio de 0,5 (zero vírgula cinco) facilita a análise multicritério sem descuidar do equilíbrio entre os valores mínimo e máximo. Assim sendo, cada critério tem o seguinte valor:

- a) 0 (zero) = inapto;
- b) 0,5 (zero vírgula cinco) = relativamente apto;
- c) 1 (um) = apto.

Portanto, as áreas aptas localizadas no estudo para instalar futuras zonas industriais são aquelas que possuem maior pontuação. Através dessa lógica, visa-se aprimorar a técnica de análise locacional, na qual estas áreas aptas serão sobrepostas no *shapefile* do Plano Diretor (VIAMÃO, 2013) e no ZAE

(2016) a fim de verificar a compatibilidade ou não com os macrozoneamentos existentes.

Nesse método de trabalho, observa-se a compilação das variáveis, das fontes bibliográficas e de seus respectivos pesos para obtenção dos resultados esperados (Quadro 5).

Quadro 5 - Compilação das variáveis suas fontes e pesos

(continua)

VARIÁVEIS	CLASSES	FONTE	Peso
	1. UNIDADES CONSERVAÇÃO		
	Uso integral	ZAE (2016), SNUC (BRASIL, 2000 e 2002), SEUC (RIO GRANDE DO SUL, 1992 e 1998)	0
	Uso sustentável (APA e RPPN)	ZAE (2016), SNUC (BRASIL, 2000 e 2002), SEUC (RIO GRANDE DO SUL, 1992 e 1998)	0,5
2. ÁREA PRESERVAÇÃO PERMANENTE			
	2.1 Áreas úmidas (*)	Código Estadual (RIO GRANDE DO SUL, 2000); ZAE, 2016	0,5
	2.2 Curso d'água com <i>buffer</i> (30m)	Código Florestal (BRASIL, 2012)	0
	2.3 Topos de morros		
	Encostas ou partes destas c/ declividade > 45° (100%)	Código Florestal (BRASIL, 2012)	0
	2.4 Restinga		
	Linha de costa e com <i>buffer</i> 100m	Código Florestal (BRASIL, 2012)	0
	Dunas (cordões arenosos)	Código Florestal (BRASIL, 2012)	0
	2.5 Lagos e lagoas naturais	Código Florestal (BRASIL, 2012) e Código Estadual (RIO GRANDE DO SUL, 2000)	0
	2.6 Nascentes e olhos d'água	Código Florestal (BRASIL, 2012) e Código Estadual (RIO GRANDE DO SUL, 2000)	0
3. GEOMORFOLOGIA			
	Talvegue	ZAE, 2016	0,5
	Plano e suave ondulado (0 a 5%)	RAMOS, 2000; ZANINI, 1995; HOENICKE, 2007; PÉRICO e CEMIM, 2006; BARETA, 2007	1
	Ondulado (> 5% a 20%)	RAMOS, 2000; ZANINI, 1995; HOENICKE, 2007; BARETA, 2007; MEDEIROS, 2003	0,5
	Fortemente, montanho e escarpado (> 20%)	RAMOS, 2000; Código Florestal (BRASIL, 2012); MEDEIROS, 2003 e BARETA, 2007; PÉRICO e CEMIM (2006)	0

(*) As áreas úmidas serão objeto de estudo futuro para determinar a existência de Banhado (ZAE, 2016).

Quadro 5 - Compilação das variáveis suas fontes e pesos

(continuação)

VARIÁVEIS	CLASSES	FONTE	Peso	
	4. HIDROLOGIA			
	Corpos d'água (açudes artificiais)	Código Florestal (BRASIL, 2012)	1	
	5. GEOLOGIA – Litologia			
	Depósitos Aluvionares Atuais (Q1)	ZAE (2016); BARETA (2007)	0	
	Depósitos fluviolacustres e eólico (Q2)	ZAE (2016); MOURA, HASENACK e SILVA (2012)	0	
	Depósitos lacustres e paludais (Q3)	ZAE (2016); MMA (2006)	0	
	Depósitos lagunas e barreiras marinhas (Q4)	ZAE (2016); (MOURA e DIAS, 2012)	0	
	Depósitos lagunas e barreiras marinhas (Q5)	ZAE (2016); (MOURA e DIAS, 2012)	0	
	Depósitos lagunas e barreiras marinhas (Q6)	ZAE (2016); (MOURA e DIAS, 2012)	0	
	Depósitos lagunas e barreiras marinhas (Q7)	ZAE (2016)	0,5	
	Depósitos lagunas e barreiras marinhas (Q8)	ZAE (2016); FUJIMOTO e SCHIMTZ (2004); MOURA, HASENACK e SILVA (2012); FREITAS et al. (2004)	0,5	
	Depósitos de leques aliviais (TQ)	ZAE (2016); MMA (2006)	1	
	Grupo São Bento (Ksg)	ZAE (2016)	1	
	Grupo Passa Dois (Pi)	ZAE (2016)	1	
Grupo Guatá (Pp)	ZAE (2016)	1		
Grupo Guatá (Prb)	ZAE (2016)	1		
Suite Granítica Dom Feliciano (Nm)	ZAE (2016); MOURA e DIAS (2012)	1		

Quadro 5 - Compilação das variáveis suas fontes e pesos

(continuação)

VARIÁVEIS	CLASSES	FONTE	Peso	
	5. GEOLOGIA – Litologia			
	Complexo Granito-Gnáissico Dom Feliciano (Npmp)	ZAE (2016); MOURA, HASENACK e SILVA (2012)	1	
	Complexo Granito-Gnáissico Dom Feliciano (Npmi)	ZAE (2016)	1	
	6. PEDOLOGIA			
	Argissolo Bruno-Acinzentado Alítico	EMBRAPA, 2006; OLIVEIRA, 2012; RIO GRANDE DO SUL, 2000; MEDEIROS, 2014	0,5	
	Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico	GOMES et al., 2002; RAMOS, 2000; BARETA, 2007; ZANINI, 1995; ZAE, 2016	1	
	Gleissolo Háptico Tb Eutrófico Típico	GOMES et al., 2002; BASTOS e DIAS, 1995; SPVS, 2012; RIO GRANDE DO SUL, 2000, BARETA, 2007; ZAE, 2016	0	
	Neossolo Flúvico Ta ou Tb Distrófico	SPVS, 2012; SCHEREN, 2014; RIO GRANDE DO SUL, 2000; ZAE, 2016	0	
	Planosso Háptico Eutrófico Arênico	GOMES et al., 2002; BASTOS e DIAS, 1995; SPVS, 2012; RIO GRANDE DO SUL, 2000; BARETA, 2007; ZAE, 2016	0	
Planossolo Háptico Eutrófico Solódico	GOMES et al., 2002; BASTOS e DIAS, 1995; SPVS, 2012; RIO GRANDE DO SUL, 2000 BARETA, 2007; ZAE, 2016	0		
7. INFRAESTRUTURA				
Sistema viário com pavimentação	BARETA, VERONEZ e REINHARDT, 2008; SOUZA e MUNIZ, 2010; VIEIRA, 2012; RAMOS, 2000	1		
Sistema viário sem pavimentação	BARETA, VERONEZ e REINHARDT, 2008; SOUZA e MUNIZ, 2010; VIEIRA, 2012; RAMOS, 2000	0,5		

Quadro 5 - Compilação das variáveis suas fontes e pesos

(conclusão)

VARIÁVEIS	CLASSES	FONTE	Peso
	8. USO E OCUPAÇÃO DO SOLO		
	Ocupação urbana alta densidade	ZAE, 2016	0
	Ocupação urbana média densidade	ZAE, 2016	1
	Ocupação urbana baixa densidade	ZAE, 2016	1
	Área rural temporariamente alagada	ZAE, 2016	0
	Área rural permanentemente seca	ZAE, 2016	1
	Vegetação nativa	ZAE, 2016; Código Florestal (2012)	0,5
	Vegetação exótica	ZAE, 2016	1

Fonte: Elabora pelo autor

No Quadro 5 enfatiza-se que as variáveis na sua maioria são embasadas em critérios ambientais, sendo apontadas na infraestrutura o sistema viário com e sem pavimentação e os usos e ocupação do solo. No transcorrer do trabalho a explicação sobre a infraestrutura de Viamão será melhor abordada.

A estrutura metodológica das análises espacializadas segue a seguinte ordem:

a) Unidades de conservação:

O resultado considera as unidades de conservação – UC de proteção integral e de uso sustentável. As UC de proteção integral são bloqueadas, mas as UC de uso sustentável são restritas em virtude da Lei Estadual 11.520/2000, da Lei Federal 9.985/2000, do Decreto Federal 4.340/2002 e dos Decretos Estaduais 34.256/1992 e 38.814/1998 (Quadro 4 e Figura 8).

As UC de proteção integral são bloqueadas através das restrições legais possuindo valor = 0 (inapto) e a UC de uso sustentável é restrita com valor = 0,5 (relativamente apto).

b) Resultado 1:

Na análise geomorfológica, considera-se a altimetria composta do modelo digital de terreno – MDT e das curvas de nível que resultam na declividade (ZAE, 2016). Logo, para elaborar o resultado referente à declividade, adaptaram-se os critérios estabelecidos no trabalho de Baretta (2007), Ramos (2000) e Medeiros (2003), agrupando-se em três variáveis com seus respectivos pesos (inapto = 0, relativamente apto = 0,5 e apto = 1):

- declividade 1 (DEC 1) plano e suavemente ondulado (0 a 5%): valor = 1:

No entendimento de Baretta (2007) e Ramos (2000), a classe de relevo plano e suave com declividade até 2% é excelente, mas há alguns cuidados na resolução do problema da drenagem. Segundo os autores é ótima a inclinação entre 2% e 5%, pois são áreas aptas para instalação de zona industrial. Neste sentido, de acordo com Da Silva et al. (2005), as zonas industriais com baixa declividade podem facilitar o transporte e o custo na construção de edifícios definidos.

Zanini (1995) relata em seu estudo que a declividade é satisfatória até o limite de 5%, desde que não esteja em planície de inundação. Para Hoenick (2007), 5% é a inclinação recomendável, pois evita elevar o custo com movimentação de solo e exposição do solo com a retirada da vegetação. Portanto, nestes locais existem poucos ou quase são nulos os riscos de erosão. (PÉRICO; CEMIM, 2006).

- declividade 2 (DEC 2) ondulado (acima de 5 a 20%): valor = 0,5

De acordo com Ramos (2000), este relevo é bom à instalação de zonas industriais, mas demanda um pouco mais de investimentos nas obras de engenharia.

Nesse sentido, Hoenicke (2007) relata que esse tipo de inclinação exige investimentos em terraplanagem. Todavia, Medeiros (2003) entende que as declividades entre 5% a 10% não são suscetíveis à erosão, e entre 10% a 20% possuem baixa ou média suscetibilidade. Para Baretta (2007), esta declividade demonstra algumas limitações construtivas na implantação de edifícios e infraestrutura sanitária causando problemas de localização às unidades industriais.

- declividade 3 (DEC 3) fortemente montanhoso e escarpado (acima de 20%): valor = 0

As classes de relevo fortemente ondulado e montanhoso são ruins, com risco de erosão de elevado a extremamente elevado. (BARETTA, 2007, MEDEIROS, 2003, PÉRICO; CEMIM, 2006; RAMOS, 2000).

De acordo com a Lei 6.766/1979 é vedado o parcelamento do solo urbano em áreas com declividade igual ou superior a 30% e localizado em áreas alagadiças e sujeita a inundações, conforme a Lei 11.520/2000. (RIO GRANDE DO SUL, 2000). Outra vedação são as áreas de encostas ou partes destas com declividade superior a 45° (BRASIL, 2012), consideradas áreas de preservação permanente.

Separou-se a declividade em 3 (três) partes de acordo com a literatura que trata da análise sobre a aptidão das áreas. Diante desta

lógica, o resultado 1 (R1) é obtido através do somatório dos *shapefiles* da seguinte forma:

$$R1 = \frac{(UC + DEC1)}{R1.1} + \frac{(UC + DEC2)}{R1.1} + \frac{(UC + DEC3)}{R1.3}$$

c) *Resultado 2:*

A estrutura geológica (litologia) do município constitui-se de rochas de idade Permiana, cujos tipos de formação são (ZAE, 2016, p.97-98):

– Formação Rio Bonito (Eopermiano):

“Possui no máximo 120m de espessura, formada por rochas sedimentares depositadas a partir de sistemas fluviais, lagunares, correntes de ventos e ilha de barreiras. São encontradas na formação: rochas com predominância de silte e argila, por vezes siltitos carbonosos e camadas de carvão”.

– Formação Palermo (Neopermiano):

“Esta formação foi depositada em ambiente marinho e é constituída na base por siltitos intercalados com arenitos finos. Em direção ao topo da Formação, as intercalações arenosas diminuem e predominam siltitos arenosos com traços de locomoção de organismos”.

– Formação Irati:

“Que vem logo a cima, é brusca. Há evidências que indicam que eventos geológicos alteraram as características de relevo dos arredores da bacia, esses eventos limitaram a circulação de correntes marinhas em seu interior. A partir dessas mudanças ocorreu a deposição dessa nova formação. A Formação Irati, também depositada em ambiente marinho, se formou abaixo do nível da ação das ondas, é possível essa verificação por texturas encontradas nas próprias rochas. A formação inicia com siltitos e argilitos em direção ao topo da formação, é possível verificar a ocorrência de folhelhos e camadas carbonáticas”.

– Formações da Bacia de Pelotas:

“De idade terciária e quaternária, também estão presentes na geologia do município. Sua origem está relacionada à divisão dos continentes

Africano e Americano. Essas formações consistem em depósitos de sedimentos inconsolidados transportados pelos rios e depositados nas lagoas costeiras, como por exemplo, Lagoa dos Patos e Lagoa Mirim. A deposição dos sedimentos também está relacionada com o sistema laguna-barreiras e com a dinâmica costeira. Na Bacia ocorrem também sedimentos já consolidados, formando rochas sedimentares. Essas formações da Bacia de Pelotas que os sedimentos não estão consolidados são compostas de areias, areias siltico-argilosas, turfa, siltes e argilas. Já as formações onde os sedimentos estão consolidados, constituem-se de conglomerados e arenitos”.

O município de Viamão situa-se na unidade geomorfológica Planície Costeira do Rio Grande do Sul, cuja região é caracterizada por uma extensa área de terrenos sedimentares relativamente recentes no tempo geológico com barreiras litorâneas e lagoas costeiras. Portanto, a geologia do município constitui-se predominantemente por depósitos sedimentares inconsolidados. (ZAE, 2016).

Nessa estrutura geológica destacaram-se várias unidades existentes, cujos valores são: 0 = inapto, 0,5 = relativamente apto e 1= apto.

Assim sendo, seguem as litologias (Quadro 6) com as respectivas características físicas que justificam os valores (pesos) para a escolha das áreas aptas a uma nova zona industrial.

Quadro 6 - Definição dos valores de cada litologia

(continua)

Unidades Litológicas		Peso
(Q1)	<p>Depósitos Aluvionares Atuais: Areias e cascalhos imaturos e mal classificados, localmente areias, siltes e argilas orgânicas de canais e planícies aluviais e lagunares. Suas rochas são: areias, siltes e argilas. (ZAE, 2016).</p> <p>São depósitos holocênicos encontrado na calha dos rios ou em planícies de inundação e constituídos de sedimentos variáveis em sua espessura, sendo áreas de boa permeabilidade com função dreno da água superficial (chuvas e/ou extravasamento do rio) (BARETTA, 2007). A autora destaca a possível sedimentação de matéria orgânica em áreas de banhados e nos meandros dos rios e arroios com a existência de densa em área de preservação permanente. Em suma, trata-se área sensível por existir APP e ser de risco a inundação.</p>	0
(Q2)	<p>Depósitos Fluviolacustres e Eólicos: Depósitos inconsolidados de areias e argilas relacionadas aos sistemas deltaico e fluviolacustres estabelecidos sobre os depósitos de planícies lagunares. Suas rochas são: areias e argilas. (ZAE, 2016).</p> <p>De acordo com Moura, Hasenack e Silva (2012) é uma área composta de linha de praia, cordão arenoso, patamar deposicional por colmatção e duna estável. Localizado em de área de preservação permanente.</p>	0
(Q3)	<p>Depósitos Lacustres e Paludiais: Depósitos orgânicos lacustres e paludiais; material turfáceo heterogêneo com areias, siltes e argilas plásticas.</p> <p>Suas rochas são: areias, argilas e turfas. (ZAE, 2016).</p> <p>Conforme o MMA (2006, p. 25) o “Sistema Lagunar I (Sistema Lagunar Guaíba-Gravataí) reflete estes diferentes eventos envolvendo depósitos aluviais, lagunares, lacustres e paludiais de diversas idades. Em boa parte da região a sucessão vertical de fácies encerra com espessas camadas de turfa, de idade holocênica, [...]”.</p>	0
(Q4)	<p>Depósitos de Lagunas e Barreiras Marinhas: Depósitos de planície lagunar, representado por sequência mista compreendendo areias finas e médias, imaturas e mal classificadas, depósitos siltico-argilosas e intercalações de argilas plásticas, formados a montade da última linha de costa desenvolvida no Quaternário. (ZAE, 2016).</p> <p>Estão localizados na Planície Costeira do Rio Grande do Sul em ampla área de terras baixas (terraço), ocupada por um grande sistema lagunar. Os solos existentes nesta planície são os Planossolos Hidromórficos, os Gleissolos Háplicos e os Plintossolos Argilúvicos que resultam em solos mal drenados, localizados em várzea, com um relevo plano a suavemente ondulado. (MOURA; DIAS, 2012).</p>	0

Quadro 6 - Definição dos valores de cada litologia

(continuação)

Unidades Litológicas		Peso
(Q5)	<p>Depósitos de planície lagunar: representado por sequência mista compreendendo areias finas e médias, imaturas e mal classificadas, depósitos siltico-argilosas e intercalações de argilas plásticas, formados a montade da penúltima linha de costa desenvolvida no Quaternário. (ZAE, 2016).</p> <p>Estão localizados na Planície Costeira do Rio Grande do Sul em ampla área de terras baixas (terraço), ocupada por um grande sistema lagunar.</p> <p>Os solos existentes nesta planície são os Planossolos Hidromórficos, os Gleissolos Háplicos e os Plintossolos Argilúvicos que resultam em solos mal drenados, localizados em várzea, com um relevo plano a suavemente ondulado. (MOURA; DIAS, 2012).</p>	0
(Q6)	<p>Depósitos de planície lagunar: representado por sequência mista compreendendo areias finas e médias, imaturas e mal classificadas, depósitos siltico-argilosas e intercalações de argilas plásticas, formados a montade da segunda linha de costa desenvolvida no Quaternário. (ZAE, 2016).</p> <p>Estão localizados na Planície Costeira do Rio Grande do Sul em ampla área de terras baixas (terraço), ocupada por um grande sistema lagunar.</p> <p>Os solos existentes nesta planície são os Planossolos Hidromórficos, os Gleissolos Háplicos e os Plintossolos Argilúvicos que resultam em solos mal drenados, localizados em várzea, com um relevo plano a suavemente ondulado. (MOURA; DIAS, 2012).</p>	0
(Q7)	<p>Depósitos de planície lagunar: representado por sequência mista compreendendo areias finas e médias, imaturas e mal classificadas, depósitos siltico-argilosas e intercalações de argilas plásticas, formados a montade da primeira linha de costa desenvolvida no Quaternário. (ZAE, 2016).</p>	0,5
(Q8)	<p>Depósitos de barreira marinha: constituídos por areias quartzosas finas a médias, bem selecionadas, semiconsolidadas, relacionadas à primeira linha de costa originada pelas variações glácio-eustáticas no início do Quaternário Suas rochas são: areias siltico-argilosas. (ZAE, 2016).</p> <p>O sistema laguna/barreira representado pelo padrão de forma de Colinas correspondendo no mais antigo sistema deposicional que se formou na Planície Costeira do Rio Grande do Sul. Esta depressão formou pelos rios num ambiente de sedimentação fluvial, lagunar e paludal e em importantes depósitos de trufa. (FUJIMOTO; SCHIMTZ, 2004).</p> <p>Segundo Moura, Hasenack e Silva (2012) por sua longa extensão abrange a planície fluvial, padrão de forma de Colinas com topos convexos (colinas com interflúvio médio, patamar deposicional flúvio-coluvionar) e padrão de forma de morros com topos convexos.</p> <p>Freitas et al. (2004, p. 3-4) relata seu “comportamento hidrogeológico é bastante diferenciado dos terraços lagunares, pois a presença de litologias de origem eólica, associada à topografia elevada e levemente ondulada, proporciona fluxos subterrâneos rápidos, com reflexos diretos na qualidade da água subterrânea. As litologias são inconsolidadas e predominantemente arenosas, com algumas intercalações locais de argilas”.</p>	0,5

Quadro 6 - Definição dos valores de cada litologia

(continuação)

Unidades Litológicas		Peso
(TQ)	<p>Depósitos de Leques Aluviais: Depósitos continentais de encosta e leques aluviais constituídos por arenitos arcoseanos, conglomerados e arenitos conglomeráticos, imaturos, fracamente consolidados, areias e argilas, com cores que variam entre vermelho, amarelo e cinza. Suas rochas são: conglomerados e arenitos. (ZAE, 2016).</p> <p>De acordo com MMA (2006, p. 25) esta litologia agrega “o conjunto de fácies sedimentares resultantes de processos de transporte associados aos ambientes de encosta das terras altas. Elas incluem, na sua parte mais proximal, depósitos resultantes de processos predominantemente gravitacionais como a queda livre de blocos, o rastejo e o fluxo de detritos (talus, eluviões e coluviões) e que graduam, na sua porção distal, para depósitos transportados e depositados em meio aquoso (aluviões)”.</p>	1
(Ksg)	<p>Grupo São Bento: Formação Serra Geral – rochas vulcânicas básicas e intermediárias, cinza a cinza escuras, finas a afaníticas, frequentemente com textura amigdalóide. Constituem derrames principalmente de basalto e diques de diabásio relacionados ao magmatismo toleítico das Bacias do Paraná. Suas rochas são: Efusivas toleíticas. (ZAE, 2016).</p>	1
(Pi)	<p>Grupo Passa Dois: Formação Irati-argilitos e folhelhos, cinza-escuros a pretos, pirobotuminosos, intercalando lentes de margas. Suas rochas são: Folhelhos pirobotuminosos. (ZAE, 2016).</p>	1
(Pp)	<p>Grupo Guatá: Formação Palermo – siltitos arenosos, cinza a amarelo-esverdeados, quando alterados. Arenitos finos na base e na parte superior, intensa bioturbação, laminações cruzada e lenticular, ondulação “flaser” e cimento calcítico. Suas rochas são: siltitos cinza esverdeados. (ZAE, 2016).</p>	1
(Prb)	<p>Formação Rio Bonito: siltitos cinza e folhelhos escuros, carbonosos, com leitos e camadas de carvão. Associações de arenitos cinza-esbranquiçados, finos a grosseiros, localmente conglomeráticos. Estratificações paralelas, cruzada e acanalada. Suas rochas são: arenitos, siltitos e carvão. (ZAE, 2016).</p>	1
(Nm)	<p>Suíte Granítica Dom Feliciano: Tipo Morrinhos – plútons e intrusões de sienogranitos vermelhos, isotrópicos, de granulação média a grossa, ocasionalmente porfiríticos com fenocristais de feldspatos e praticamente isentos de máficos. Suas rochas são: sienogranitos vermelhos. (ZAE, 2016).</p> <p>O padrão em forma de morros e colinas constituídos por rochas graníticas geradas durante os estágios de evolução do Cinturão Orogênico Dom Feliciano. (MOURA; DIAS, 2012).</p>	1

Quadro 6 - Definição dos valores de cada litologia

(conclusão)

Unidades Litológicas		Peso
(Npmp)	Complexo Granito-Gnáissico Pinheiro Machado: Fáceis Porfírica – caracterizada por metagranitóides porfíricos, mesocráticos cinza, com foliação marcada pelo alinhamento dos porfiroclastos de feldspato e filossilicatos e, estiramento dos minerais matriz. Suas rochas são: Gnaiss Granodioríticos a monzonitos. (ZAE, 2016). A morfoescultura desta área localiza-se no Planalto Sul-Rio-Grandense composto de morros, colinas e planícies. (MOURA; HASENACK; SILVA, 2012).	1
(Npmi)	Indiferenciado: granodioritos a monzogranitos com estrutura gnáissica contendo enclaves de dioritos e tonalitos deformados. Suas rochas são: Gnaiss Granodioríticos. (ZAE, 2016).	1

Fonte: Elaborado pelo autor.

Na elaboração do resultado 2 será efetuada a sobreposição do R1 com a carta de geologia, que seguirá a lógica:

$$R2 = \frac{(R1.1 + \text{geologia})}{R2.1} + \frac{(R1.2 + \text{geologia})}{R2.2} + \frac{(R1.3 + \text{geologia})}{R2.3}$$

d) Resultado 3:

Constata-se que no mapa pedológico há seis tipos diferentes de solos denominados unidades pedológicas (ZAE, 2016), que de acordo com o sistema brasileiro de classificação de solos (EMBRAPA, 2006, p. 114-115), são: a) Argissolo: Argissolo Bruno-Acinzentado Alítico, Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico; b) Gleissolo Háplico Tb Eutrófico Típico; c) Neossolo Flúvico Ta ou Tb Distrófico; d) Planossolo: Planossolo Háplico Eutrófico Arênico e Planossolo Háplico Eutrófico Solódico.

De acordo com Périgo e Cemim (2006) os solos que apresentam maior resistência à erosão possuem aptidão à instalação de zona industrial, e os solos menos permeáveis são mais adequados por conterem a contaminação do solo. Segundo os autores, quanto maior o teor de argila, menor é a permeabilidade e maior a resistência à erosão do solo.

As classes dos Gleissolos e dos Planossolos são consideradas inadequadas por apresentarem péssima drenagem, estarem em áreas inundáveis e caracterizando-se como um solo frágil. (GOMES et al., 2002; ZAE, 2016). Isto é, são solos hidromórficos (BARETTA, 2007; BASTOS; DIAS, 1995) inaptos a atividades e de significativo impacto ambiental. (BRASIL, 1981). De acordo com o ZAE (2016) o Planossolo Háplico Eutrófico Arênico possui alta saturação por bases e de textura areia. O Planossolo Háplico Eutrófico Solódico tem saturação por sódio menor que 15% e alta saturação por base. E segundo a Política Estadual de Meio Ambiente (RIO GRANDE DO SUL, 2000) fica vedado o parcelamento do solo em área sujeita a inundação. A classe Gleissolo Háplico Tb localiza-se em terreno plano e campo de várzea, ou seja, em áreas aplainadas que sofrem inundações frequentes, com lençol freático elevado e permanente ou periodicamente saturado por água (BARETTA, 2007; SPVS, 2012), logo todos têm valor = 0.

Os Argissolos Amarelos e Vermelhos Distróficos são solos de “coloração vermelho amarelada e apresenta nos primeiros 100 cm solo distrófico, ou seja, baixa saturação por bases (abaixo de 50%)”. (ZAE, 2016, p. 39). Essa classe demonstra maior teor de argila, superior a 30%, cuja característica lhes confere baixa permeabilidade. (GOMES et al., 2002). Esse fator, conjugado com uma declividade próxima a 5%, diminui o risco de erosão, de investimentos em engenharia (RAMOS, 2000; ZANINI, 1995), bem como menor propensão a contaminação do solo e da água subterrânea (BARETTA, 2007), estabelecendo-se o valor = 1.

Quanto à classe Argilossolo Bruno-acinzentado, segundo a EMBRAPA (2006), de forma geral, os argissolos são constituídos por material mineral, com horizonte B textural imediatamente abaixo do A ou E, com argila de atividade baixa ou com argila de atividade alta com saturação por bases baixa e/ou caráter alítico na maior parte do horizonte B. Nesse tipo de solo existe a presença de alta concentração de alumínio trocável (Alíticos). De acordo com Oliveira (2012), os solos bruno-acinzentados indicam solos com problemas de drenagem, se mantendo assim saturados por determinados períodos do ano. O autor esclarece que estas limitações são normais em decorrência das características do perfil do solo através do incremento de argila e da redução da porosidade em subsuperfície, dificultando drenar o excesso de umidade. Dessa forma, conclui-se que este solo pode ser urbanizado, desde que haja investimentos em engenharia para melhorar a drenagem superficial e minimizar os impactos ambientais. (RIO GRANDE DO SUL, 2000). Outro ponto é que a média de argila no horizonte B é menor em relação à classe dos Argissolos Amarelos e Vermelhos. (MEDEIROS, 2014). Portanto, o valor = 0,5.

A classe Neossolo Flúvico Ta ou Tb Distrófico (Solos Aluviais) são solos derivados de sedimentos aluviais, sendo representada por Neossolos Flúvicos Distróficos e Neossolos Flúvicos Sódicos. Segundo o ZAE (2016, p. 40), são solos “pouco espessos por material mineral ou orgânico que não apresentam alterações em relação ao material de origem”. Essa classe localiza-se em planície de inundação, apresenta relevante presença de matéria orgânica no solo, mesmo em áreas aluviais, e caracteriza-se por ser área de drenagem deficiente. Devem ser destinados exclusivamente à preservação da flora e fauna (SPVS, 2012). Por estar em planície de inundação (área de várzea/úmida) é

própria para o cultivo de arroz. (SCHEREN, 2014). A Política Estadual de Meio Ambiente (RIO GRANDE DO SUL, 2000) veda o parcelamento do solo em áreas com essas características físicas, sendo necessário fixar o valor = 0.

Para Baretta (2007), o critério considerado passa pela preocupação com a contaminação do lençol freático, bem como se levando em conta as orientações definidas pela EMBRAPA (2006). Portanto, define-se a valoração dos tipos de solos (Quadro 7) aplicados na adição dos resultados quando sobreposto ao *shapefile* R3.

Quadro 7 - Definição da pedologia e seus valores

Pedologia	Valores
Argissolo Bruno-Acinzentado Alítico	0,5
Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico	1
Gleissolo Háptico Tb Eutrófico Típico	0
Neossolo Flúvico Ta ou Tb Distrófico	0
Planossolo Háptico Eutrófico Arênico	0
Planossolo Háptico Eutrófico Solódico	0

Fonte: Elaborado pelo autor

Sendo assim, a construção do resultado 3 (R3) considera os valores: 0 = inapto, 0,5 = relativamente apto e 1 = apto somado ao *shapefile* do R2:

$$R3 = \frac{(R2.1 + \text{pedologia})}{R3.1} + \frac{(R2.2 + \text{pedologia})}{R3.2} + \frac{(R2.3 + \text{pedologia})}{R3.3}$$

e) *Resultado 4:*

A estruturação do *shapefile* do resultado 4 (R4) compreende a adição dos usos e ocupação do solo identificados em suas várias formas de utilização do território a partir da imagem espacializada. (ZAE, 2016).

Deste modo, consideram-se na carta de uso e ocupação do solo somente as tipologias definidas no ZAE (2016), bem como parte da metodologia descrita por Baretta (2007). Portanto, o valor da pontuação de cada classe segue a lógica de valor = 0 (inapto), valor = 0,5 (relativamente apto) e valor = 1 (apto) (Quadro 8).

Quadro 8 - Valoração dos usos e ocupação do solo

Uso e ocupação do solo	Valores
Microzona urbana alta densidade – MUAD	0
Microzona urbana média densidade – MUMD	1
Microzona urbana baixa densidade – MUBD	1
Cobertura vegetal nativa – CVN	0,5
Cobertura vegetal exótica – CVE	1
Microzona rural permanente seca – MRPS	1
Microzona rural temporariamente alagada – MRTA	0

Fonte: Elaborado pelo autor

Giza-se que a Microzona urbana com média densidade – MUMD obteve valor 1 (um), pois o Plano Diretor (2013) orienta que esta zona se mantenha com esta densidade e a zona industrial vem a auxiliar neste sentido. Impõe-se dizer que a microzona rural permanentemente seca possui o valor 1 (um), porque as condições físicas da área são favoráveis a instalar uma zona industrial. Em ambas as áreas há estrutura viária, rede hídrica disponível e com intervenção antrópica.

Valoraram-se as microzonas urbanas e microzonas rurais a partir dos critérios técnicos e legais estabelecidos na elaboração do ZAE (2016), segundo a anuência prévia das Secretarias Municipais de Planejamento, Agricultura, Gestão Institucional e Meio Ambiente. Baseado nos produtos cartográficos e teóricos do ZAE (2016) pode-se observar que:

- Na MUAD não pode ser instalada nenhuma zona industrial, em virtude da alta densidade populacional, das possíveis incomodidades e dos conflitos de uso e ocupação do solo;
- Nas MUMD e MUBD pode-se evitar ou minimizar os problemas do item anterior em função da disponibilidade de espaço físico mediante o planejamento urbano feito pelo Poder Público Municipal;
- A MRTA não autoriza a instalação de zonas industriais, pois é a área destinada à rizicultura, mineração e aos parques eólicos, bem como as condições do meio físico são impróprias;
- Na MRPS há a possibilidade de instalar uma zona industrial por estarem contempladas as subzonas para agroindústria e indústria de

beneficiamento, não impedindo que outros tipos de indústrias possam se alocar nesta microregião, mediante o devido processo de licenciamento ambiental e por possuir o meio físico apropriado;

- Sobre a supressão da CVE, não há restrição legal quanto ao corte, segundo a Lei Municipal 4.415 (VIAMÃO, 2015), necessitando-se compensar na relação 1:1, ou seja, o corte de um indivíduo arbóreo exótico necessitará o plantio de um espécime nativo e compensado concomitantemente de outras formas;

- Quanto à CVN, existe restrição na Lei Municipal 4.415 (VIAMÃO, 2015), sendo obrigatória a compensação vegetal na relação 1:8 no qual a supressão de uma nativa equivale à compensação de 8 (oito) espécimes nativos.

O resultado 4 (R4) originou-se da adição individualizada do R3 com as variáveis do Quadro 8 a seguir:

$$R4 = \frac{(R3.1+usos/ocupação\ do\ solo)}{R4.1} + \frac{(R3.2+usos/ocupação\ do\ solo)}{R4.2} + \frac{(R3.3+usos/ocupação\ do\ solo)}{R4.3}$$

f) *Resultado 5:*

A construção do resultado 5 (R5) considerou o *shapefile* açude que no ZAE (2016) não é de origem natural e possui valor = 1, não sendo área de preservação permanente.

Destaca-se que a CVE e a CVN não foram consideradas no somatório por não haver sobreposição matricial com os açudes, mas na elaboração da carta final considerou-se para preenchimento do território urbano.

No resultado 5, levou-se em conta o resultado individualizado R4.1, R4.2 e R4.3. Nesse sentido, o R5 tem a seguinte estrutura:

$$R5 = \frac{(R4.1 + açudes)}{R5.1} + \frac{(R4.2 + açudes)}{R5.2} + \frac{(R4.3 + açudes)}{R5.3}$$

g) *Resultado 6: Zona Multicritério de Alocação Industrial – ZMAI (Carta Final)*

Para elaborar a ZONA MULTICRITÉRIO DE ALOCAÇÃO INDUSTRIAL – ZMAI consideram-se todos os resultados produzidos anteriormente. Diante disso, sabe-se que cada variável tem peso com valor = 0 (inapto/preto), 0,5 (relativamente apto/cinza) e 1 (apto/branco). Importante destacar que todos os valores acima de zero foram considerados, ou seja, a soma matricial entre *shapefiles* com valores iguais a zero não foi considerada. Logo, a sobreposição dos resultados dos *shapefile* (camadas de informação) anteriormente produzidos tem a seguinte composição:

$$\text{Resultado 6 (ZMAI)} = (UC + R1 + R2 + R3 + R4 + R5)$$

O ZMAI foi gerado a partir da padronização de todas as cartas processadas em ArcGis 10.3. As cartas temáticas (*shapefile*) foram transformadas em imagens-*raster* (BARETTA, 2007; PÉRICO; CEMIN, 2006), no qual cada pixel da carta numérica possui valores definidos entre 0 (zero), 0,5 (zero vírgula cinco) e 1 (um).

Dessa forma, os valores das cartas numéricas atendem o intervalo [0 – 1] no qual a escala ficou distribuída pelo valor mínimo de 0 (zero), intermediário de 0,5 (zero vírgula cinco) e máximo de 1 (um). A disposição de três valores facilita a análise multicritérios. Esta análise se embasa na fundamentação teórica exposta no Quadro 5 e na construção dos resultados (R1, R2, R3, R4, R5 e R6).

Portanto, posteriormente ao processo de transformação de cada carta, efetuou-se a soma de todas as cartas seguindo-se a lógica do item álgebra de mapas. Cada soma resultou num *shapefile* que ao final foi habilitado no ArcGIS, gerando-se uma única carta com áreas aptas à implantação de zonas industriais.

Salienta-se que as variáveis do Quadro 9 não são somadas, mas serviram de ocupação dos espaços em branco do território urbano após a álgebra de mapas. Utilizou-se a álgebra por ser o método adequado, pois cada produto raster intermediário possui em seus pixels um determinado valor entre 0 (zero), 0,5 (zero vírgula cinco) e 1 (um), facilitando a soma das imagens raster na obtenção dos resultados intermediários. Nesse sentido, o ArcGIS atribuiu uma cor (branco = área apta = 1, cinza = área relativamente apta = 0,5 e preto = área inapta = 0) a cada valor. Nesse sentido, preenche-se o território com as variáveis:

As áreas de preservação permanente - APP identificadas no ZAE (2016) abrangem os cursos d'água com *buffer* de 30m, os topos de morros, a restinga (linha de costa com *buffer* 100m e as dunas), as lagoas e lagos naturais com *buffer* e as nascentes com *buffer* (afloreamento do lençol freático), valor = 0

Os topos de morros com inclinação de 45° são áreas protegidas por lei, conforme o Código Florestal (BRASIL, 2012) e o Código Estadual de Meio Ambiente (RIO GRANDE DO SUL, 2000) e neles não pode haver intervenção, valor = 0

Os *buffer's* sem ou com vegetação existente em APP denominada de mata ciliar deve ser preservada, pois é importante à manutenção dos corpos hídricos e sua qualidade. (BRASIL, 2012; RIO GRANDE DO SUL, 2000). A vegetação existente no entorno dos corpos hídricos foi bloqueada com o valor = 0.

Quanto às APP de restinga e todos os elementos físicos que as compõem o valor = 0, pois decorre da vedação imposta pelo Código Florestal. (BRASIL, 2012).

O ZAE (2016) calculou que o município de Viamão/RS tem uma área total de APP de 178,24 km² dividido seguinte forma (Quadro 9):

Quadro 9 - Superfície das APP em Viamão/RS

Nº da Classe	APP	Área (%)
1	Áreas Úmidas	8,81
2	Cursos d'água	35,37
3	Topos de Morro	7,46
4	Restinga	42,69
5	Lagos e lagoas	2,83
6	Nascentes	2,84

Fonte: ZAE (2016, p. 174).

O talvegue (ZAE, 2016) trata da macrodrenagem e não veda a instalação de zonas industriais, tampouco a construção em sua proximidade, mas exige-se cuidados de não interferência nesta variável com valor = 0,5.

A carta hidrológica é um recurso natural de suma importância às zonas industriais, porque serve de suporte aos processos produtivos na captação da água ou na liberação do efluente tratado. Entende-se que a legislação vigente

proíbe intervir no *buffer* dos cursos d'água perenes e intermitentes num raio de 30m (BRASIL, 2012), com largura inferior a 10m, por serem consideradas APP, e esses são bloqueados na elaboração do resultado final. Mas, em face da necessidade de captação da água e da liberação do efluente tratado, o uso deve ser restrito com valor = 0,5.

As áreas úmidas foram identificadas no ZAE (2016) como áreas que necessitarão de estudos futuros para definir a existência ou não de banhados (RIO GRANDE DO SUL, 2000), segundo os critérios descritos no Decreto Estadual nº 52.431/2015 ou concluídos através do licenciamento ambiental da zona industrial cujo Princípio da Prevenção leva a considerar: valor = 0,5.

Giza-se que a questão da infraestrutura está preocupada em minimizar os custos de transporte e localizar-se o mais próximo dos mercados (matéria prima, insumos e consumo) na busca de reduzir as despesas de transporte do local de origem ao local de transformação e deste para o consumo. (RAMOS, 2000).

As empresas, para desenvolverem suas atividades produtivas, necessitam de infraestrutura básica (RAMOS, 2000; BARETTA, 2007; SOUZA; MUNIZ, 2010) referente: a) à acessibilidade (proximidade de autoestradas, eixos viários principais, terminais rodoviários e ferroviários de carga, portos marítimo e fluvial, e aeroportos com terminal de cargas); b) ao abastecimento de água; c) à drenagem de águas residuais; d) à distribuição de energia elétrica; e) à comunicação; f) ao sistema de coleta de resíduos sólidos; g) aos equipamentos e serviços de apoio à atividade industrial e h) à mão de obra.

Porém, o estudo avaliou somente na infraestrutura o acesso ou a proximidade com as estradas federal, estadual e municipal que facilitem o escoamento da produção, o recebimento de matéria prima e insumos e o deslocamento da mão de obra. Adaptando-se à literatura, consideram-se os locais constituídos de vias com asfalto e vias sem asfalto para melhor definir as áreas aptas. (BARETTA; VERONEZ; REINHARDT, 2008; SOUZA; MUNIZ, 2010; VIEIRA, 2012; RAMOS, 2000). O Plano Diretor de Viamão propõe “promover a fluidez no transporte de cargas e mercadorias priorizando melhorias e investimento [...]” nos seguintes eixos viários (VIAMÃO, 2013, p. 16): ERS – 118; Estrada das Lombas; Estrada Boa Vista; Estrada da Pimenta; Estrada Acrísio

Prates; ERS – 040; Estrada do Espigão; Estrada Caminho do Meio; e Estrada Assis Brasil (do Cocão) considerados os principais eixos viários da cidade.

Essa decisão baseia-se no cenário atual de não existência de rede de abastecimento de água potável em todo o Município, principalmente na área rural que utiliza água de poços tubulares. (ZAE, 2016). Outro ponto de descarte foi o abastecimento de energia elétrica que abrange todo o território. No entanto, para a instalação de zonas industriais deverão ser analisadas aquelas áreas apontadas como aptas mediante estudo de viabilidade de aumento de carga. A mesma lógica aplica-se à rede de telefonia fixa que, em muitos casos no interior do Estado, é suprida pela telefonia móvel a empresas instaladas na área rural ou, em médio prazo, na medida em que a taxa de ocupação da zona industrial aumentar, pode haver a necessidade de construir rede de telefonia. A questão do transporte coletivo não foi colocada na análise, por ser resolvida através da contratação de empresas de transporte privado para atender a demanda da mão de obra. Por fim, definem-se os tipos de vias existentes na infraestrutura municipal e seus pesos (Quadro 10).

Quadro 10 - Tipologia da infraestrutura viária

Infraestrutura Viária	Valor
Via com asfalto	1
Via sem asfalto	0,5

Fonte: Elaborado pelo autor

h) Resultado 8: Análise qualitativa entre a ZMAI (CF) e o Plano Diretor:

Procedeu-se a sobreposição dos *shapefile* Plano Diretor e suas zonas (VIAMÃO, 2013) com o *shapefile* ZMAI com a localização das possíveis áreas aptas à instalação de uma zona industrial, cujo objetivo é analisar se as áreas aptas estão de acordo ou não com Plano Diretor.

i) Etapa metodológica de elaboração dos resultados:

A elaboração dos resultados teve como início a escolha dos *shapefile* do ZAE (2016), descritos no fluxograma (Figura 13) com as seguintes etapas:

- Organizou-se o projeto.mxd (ArcGis) hierarquizando, no sentido vertical, de cima para baixo, os *shapefile* ponto, linhas e polígonos;

- Procedeu-se ao preenchimento da tabela de atributos (*open attribute table* → *add field* → *table options* → *field calculator*) que acompanha cada *shapefile* com a inserção dos pesos (Quadro 5);
- Fez-se a conversão do *shapefile* com os pesos (Quadro 5) para *raster* (imagem em pixel), utilizando-se o *arc tool box* → *conversion tools* → *to raster* → *polygon to raster*;
- Converteu-se a declividade (MDT) *raster* de graus para percentual. Posteriormente, o *raster* foi convertido para *shapefile* com inclusão dos pesos - reclassificar os dados - na tabela de atributos e depois de *shapefile* para *raster* (*arc toolbox*. → *from raster* → *raster to raster* → *point to raster*);
- Efetuou-se a álgebra de mapas (*spatial analyst tools* → *map álgebra* → *raster calculator*), conforme visto no item j.

j) *Estruturação das etapas da álgebra de mapas:*

A fim de sintetizar o método, estruturou-se a álgebra de mapas a partir das seguintes etapas:

- Sobrepor as variáveis (arquivos.tif) com maior abrangência geográfica para possibilitar o maior número de somas, ou seja, maior aproveitamento da área física em estudo, por exemplo, unidades de conservação, declividade, geologia, pedologia e usos e ocupação do solo;
- As áreas que forem excluídas por ausência de sobreposição são consideradas na análise e elaboração final do ZMAI. E onde haja sobreposição e os valores forem iguais a 0 (zero) resultará na formação de vazios. Em ambos os casos, os arquivos tif das variáveis estudadas são habilitados preenchendo-se os espaços vazios do território, pois estes espaços possuem a relação valor e cor. Logo, o arquivo tif com cor branca equivale ao valor 1 (um), a cor cinza com valor 0,5 (zero virgula cinco) e cor preta igual a 0 (zero);
- As variáveis infraestrutura (rede viária), APP's e linha de talvegue serão consideradas no final para análise do ZMAI em virtude de ocuparem menor área física, mas serem de relevante importância na carta final (conforme item 2);

- A álgebra de mapas, no primeiro resultado parcial, considera onde há sobreposição de pixels partindo do zero até um número total desconhecido.

A partir da segunda soma (resultado parcial), o menor número será acima de zero onde haja sobreposição.

Diante destas premissas, as combinações de variáveis (arquivos.tif - *Tagged Image File Format*)³ seguiram a seguinte lógica:

– Unidades de conservação (UC)

– R1: R1.1= UC+ Dec 1

R1.2 = UC + Dec 2

R1.3 = UC + Dec 3

– R2: R2.1 = R1.1 + geologia (litologia)

R2.2 = R1.2 + geologia

R2.3 = R1.3 + geologia

– R3: R3.1 = R2.1 + pedologia

R3.2 = R2. 2 + pedologia

R3.3 = R2.3 + pedologia

– R4: R4.1 = R3.1 + ocupação urb. alta densidade

R3.1 + ocupação urb. média densidade

R3.1 + ocupação urb. baixa densidade

R3.1 + área rural temporariamente alagada

R3.1 + área rural permanentemente seca

R3.1 + vegetação nativa

R3.1 + vegetação exótica

R4.2 = R3.2 + ocupação urb. alta densidade

R3.2 + ocupação urb. média densidade

R3.2 + ocupação urb. baixa densidade

R3.2 + área rural temporariamente alagada

R3.2 + área rural permanentemente seca

R3.2 + vegetação nativa

R3.2 + vegetação exótica

³ Formato arquivo de imagem com balizas ou arquivos gráficos bitmap (imagem *raster*). A expressão bitmap é um “conjunto de pontos (pixéis) contidos num quadro, cada um destes pontos possuindo um ou vários valores que descrevem a sua cor” (imagem pixelizada) (CCM, 2016).

R4.3 = R3.3 + ocupação urb. alta densidade

R3.3 + ocupação urb. média densidade

R3.3 + ocupação urb. baixa densidade

R3.3 + área rural temporariamente alagada

R3.3 + área rural permanentemente seca

R3.3 + vegetação nativa

R3.3 + vegetação exótica

– R5: R5.1 = (R4.1 + ocupação urb. alta densidade) + açudes

(R4.1 + ocupação urb. média densidade) + açudes

(R4.1 + ocupação urb. baixa densidade) + açudes

(R4.1 + área rural temporariamente alagada) + açudes

(R4.1 + área rural permanentemente seca) + açudes

R5.2 = (R4.2 + ocupação urb. alta densidade) + açudes

(R4.2 + ocupação urb. média densidade) + açudes

(R4.2 + ocupação urb. baixa densidade) + açudes

(R4.2 + área rural temporariamente alagada) + açudes

(R4.2 + área rural permanentemente seca) + açudes

R5.3 = (R4.3 + ocupação urb. alta densidade) + açudes

(R4.3 + ocupação urb. média densidade) + açudes

(R4.3 + ocupação urb. baixa densidade) + açudes

(R4.3 + área rural temporariamente alagada) + açudes

(R4.3 + área rural permanentemente seca) + açudes

Os arquivos.tif da vegetação nativa e exótica não foram considerados nesta soma com os açudes, porque se houver sobreposição entre a vegetação e os açudes, nunca haverá soma em virtude de fisicamente não ocuparem o mesmo lugar no espaço geográfico, ou seja, não pôde ocorrer sobreposição matricial.

A rede viária não foi inserida na adição por ser uma variável analisada pontualmente no final pelos motivos já expostos.

– R7 (ZMAI ou Carta Final):

$$\text{Resultado 6 (ZMAI)} = \sum (UC + R1.1 + R1.2 + R1.3 + R2.1 + R2.2 + R2.3 + R3.1 + R3.2 + R3.3 + R4.1 + R4.2 + R4.3 + R5.1 + R5.2 + R5.3 + R6.1 + R6.2 + R6.3)$$

Onde existir áreas em branco no ZMAI é necessário considerar os arquivos.tif mais relevantes para ocupação dos vazios no território, bem com a inclusão das APP's (dunas, linhas de costa, corpos d'água, topos de morro, nascentes e cursos d'água), lagos artificiais, linhas de talvegue, rede viária e áreas úmidas etc.

A análise de cada resultado parcial (arquivo.tif) é feita individualmente para verificar a coerência destes resultados, além dos valores mínimo e máximo e suas respectivas cores (branca, cinza e preto).

Para definir a escala de valores resultante da álgebra de mapas que gerou o ZMAI, considerou-se a soma de todos os pesos mínimos e máximos dos resultados parciais dos arquivos.tif procedendo à média aritmética. O valor mínimo da escala partiu do 0 (zero). O menor valor dos resultados parciais foi obtido pela média aritmética que classificou a área inapta (cor preta). A diferença de valor entre o menor e o maior valor foi dividida em 2 (dois), ou seja, a primeira metade resultou num valor intermediário dito como área relativamente apta (cor cinza) e a segunda metade até o valor máximo da média aritmética resultou na área apta (cor branca).

k) *Definição das atividades produtivas:*

Diante da definição das áreas aptas e relativamente aptas, iniciou-se o procedimento de escolha de algumas atividades produtivas a estas áreas, de forma exemplificativa, a partir da análise do:

- potencial poluidor e porte (m²) das espécies de empreendimentos descritos na Resolução CONSEMA 372/2018 para atividade de impacto local;
- potencial poluidor das espécies de atividades produtivas, descritos no estudo dos critérios ambientais ao zoneamento industrial (RIO GRANDE DO SUL, 1981), cujos itens contemplados neste estudo foram a poluição atmosférica (material particulado, dióxido de enxofre, odores, óxido de nitrogênio e hidrocarboneto) e a poluição hídrica (demanda bioquímica de oxigênio, substâncias tóxicas, solúveis de éter, sólidos suspensos e temperatura).
- considerou-se na escolha das atividades a Lei 6.938/1981, mesmo que de forma genérica, a título de comparação, pois este instrumento

legal em que pese considerar o potencial poluidor (alto, médio e baixo) e o grau de utilização dos recursos naturais, classifica os ramos de atividades pelo gênero. Sabe-se que no processo de licenciamento ambiental as atividades e empreendimentos são analisados na espécie e na particularidade do processo produtivo.

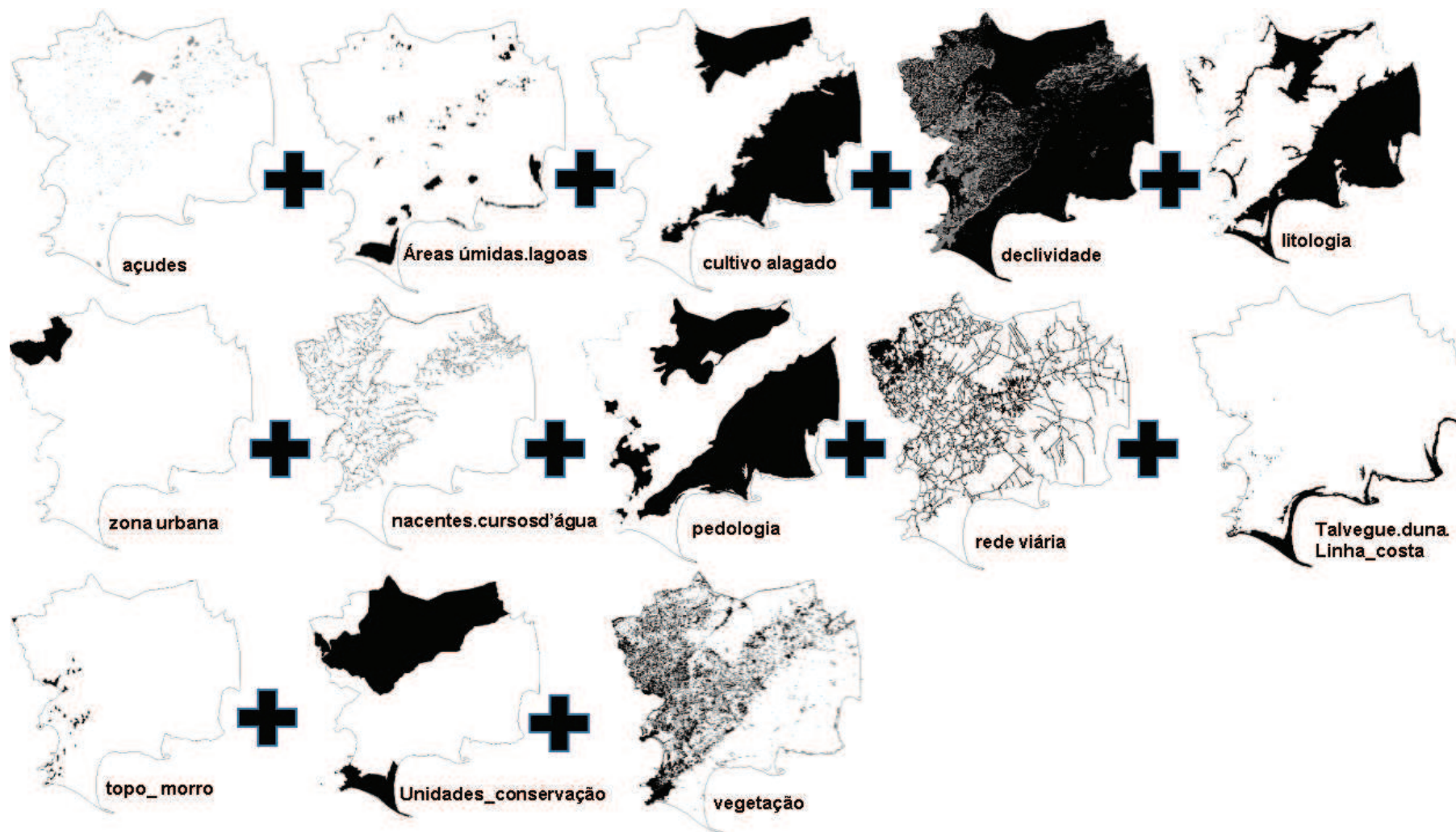
Cabe destacar que a Lei Complementar 140/2011 define as competências dos entes federados para licenciar e fiscalizar através do órgão competente. Além disso, o Decreto 8.437/2015 lista as tipologias dos empreendimentos e atividades passíveis de licenciamento ambiental pela União. Portanto, neste estudo as circunstâncias para licenciar as tipologias são de competência do Estado ou do Município, segundo a Resolução CONAMA 237/1997 c/c Lei Complementar 140/2011. E os critérios como potencial poluidor e porte do empreendimento e/ou atividade são definidos pelo Estado que transfere, mediante Resolução, a competência aos Municípios.

Além da legislação, a sugestão locacional das atividades considerou a forma mais restritiva dos resultados qualitativos apresentados nos itens anteriormente, pautado no princípio da prevenção no art. 225 da Constituição Federal. (BRASIL, 1988).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A construção dos 54 resultados parciais decorrentes da álgebra de mapas demandou a sobreposição das seguintes imagens (arquivo.tif) (Figura 13):

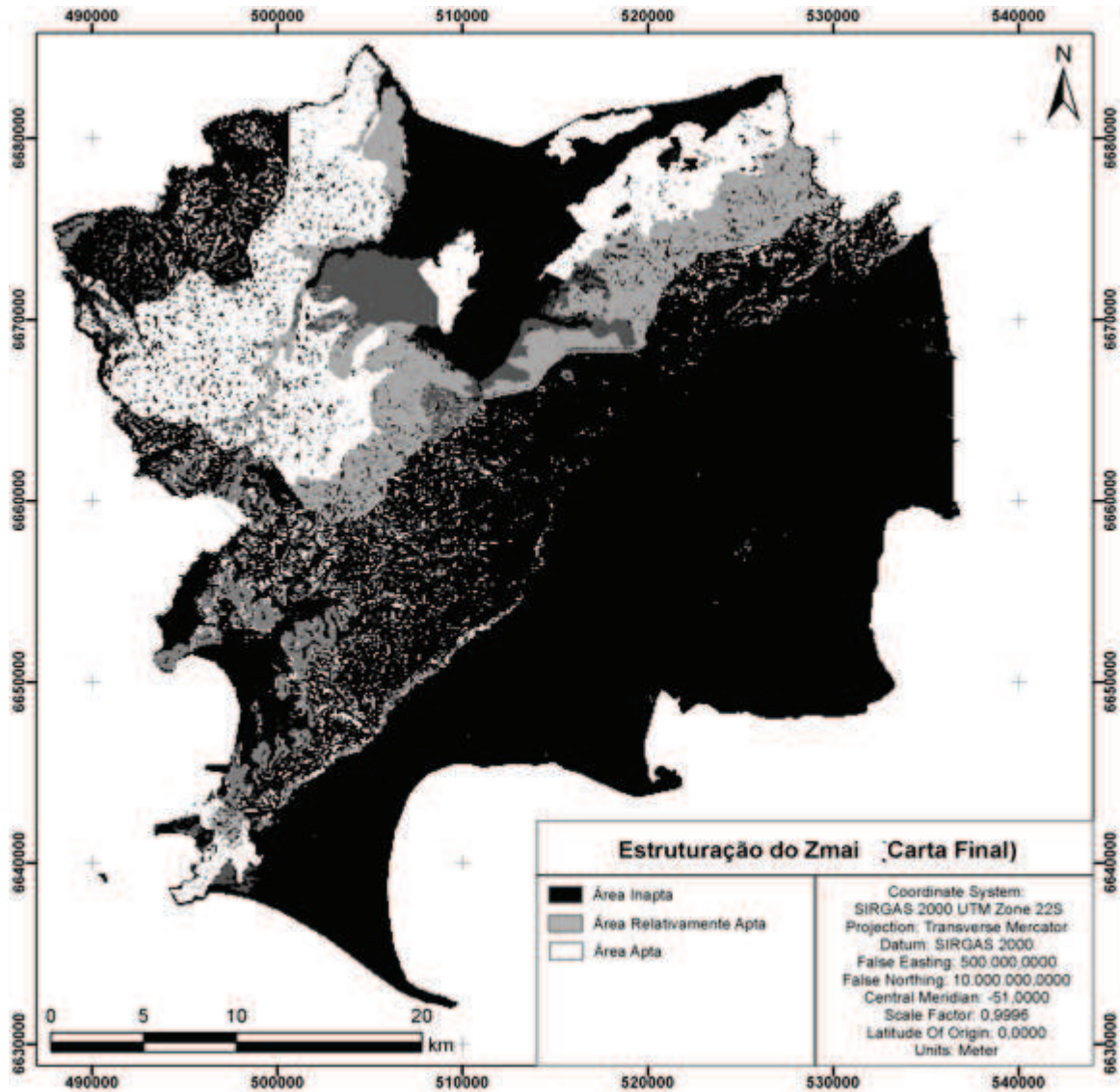
Figura 13 - Imagens sobrepostas na álgebra de mapas



Fonte: Elaborado pelo autor.

A operação de álgebra com sobreposição dos arquivos tif resultou no R7 ou Zona Multicritério de Alocação Industrial – ZMAI, com escala 1:300.000 (Figura 14).

Figura 14 - Estruturação do ZMAI (Carta Final)



Fonte: Elaborado pelo autor.

No processo de análise e escolha de áreas apropriadas à alocação de zonas industriais evidenciou-se que as áreas em preto são zonas inaptas, as áreas em cinza são relativamente representam zonas aptas, conforme representação da escala (Figura 14):

Avaliando-se os eixos principais viários da cidade conhecidos como ERS 118 (sentido N-S) e ERS 040 (sentido L-O), verifica-se que a área em branco,

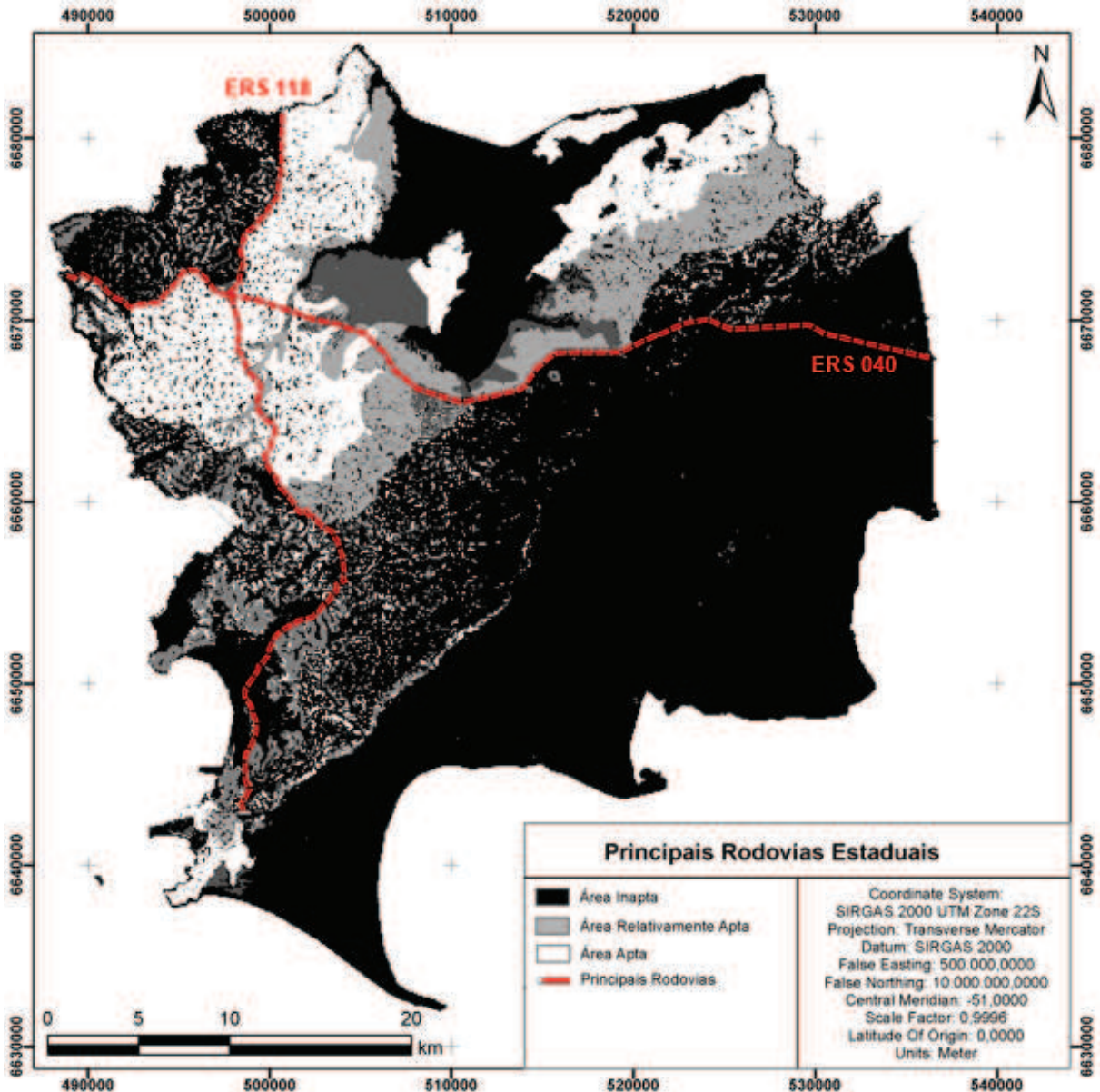
mais a oeste da cidade, próxima destes dois eixos viários, é adequada à alocação de uma futura zona industrial (Figura 15).

Justifica-se a escolha, porque a ERS 118 propicia a entrada de matéria prima e insumos, bem com a saída de produtos à Região Metropolitana da Grande Porto Alegre, ao interior e fora do Estado através da BR 290, BR 116 (Canoas) e BR 101 (Santa Catarina).

A ERS 040 facilita o acesso à cidade de Porto Alegre tanto para a entrega de mercadorias, quanto para o recebimento de mão de obra e prestação de serviços. Nesse o eixo viário, localiza-se o Instituto Federal e TECNOPUC em Viamão e esta via, na divisa com Porto Alegre, liga-se à via municipal com acesso à Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS e a Pontifícia Universidade Católica - PUC/RS.

Em que pese o ZMAI apontar a área a nordeste como apta (branco), cabe destacar que não há eixo viário próximo. Por sua vez, segundo o ZAE (2013) a área está inserida na APA do Banhado Grande e na macrozona rural, em específico na subzona de cultivo temporariamente alagado. Além do que, por ser uma área de banhado é considerada importante à recarga do lençol freático e à manutenção da bacia do Gravataí, com o uso e ocupação do solo controlado.

Figura 15 - Análise dos principais eixos viários estaduais

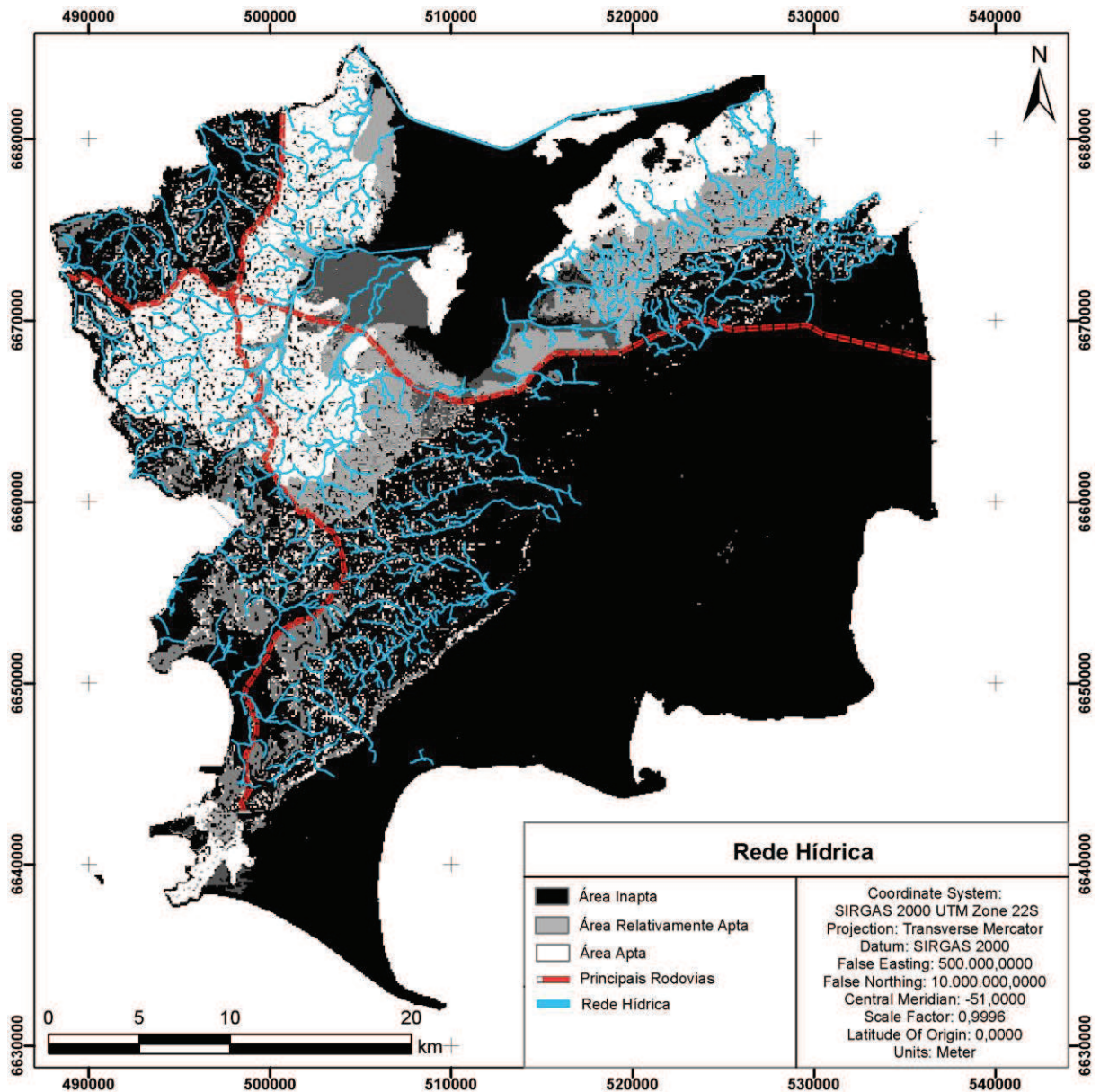


Fonte: Elaborado pelo autor.

Outro ponto a ser considerado é a localização da rede hídrica (arroyos em azul), que é importante, de um modo geral, à captação de água a determinados processos produtivos, bem como para a liberação de efluente tratado (Figura 16). É sabido que o porte e o potencial poluidor serão analisados no licenciamento ambiental (BRASIL, 1981; CONSEMA, 2018), restando ao órgão ambiental competente exigir o estudo hidrológico específico para fins de análise da capacidade de suporte do corpo hídrico. (CONAMA, 1997; CONSEMA 2017; VIAMÃO, 2015).

Denota-se na figura 16 que a área em branco possui boa rede hídrica necessária à instalação de possíveis atividades produtivas.

Figura 16 - Análise do ZMAI e a disponibilidade de rede hídrica



Fonte: Elaborado pelo autor.

Considerou-se no ZMAI a área urbana de média densidade (hachurada verde, contorno azul e fundo branco) identificada no ZAE (2016) e no Plano Diretor (2013). A partir disso, constatou-se no Plano Diretor que a referida área (contorno azul) é composta pelas macrozonas urbanas de ocupação orientada 1, 2 e 3. No entanto, na macrozona urbana orientada 1, num pequeno trecho

paralelo à ERS 040 até o cruzamento da ERS 118, há maior adensamento populacional (Figura 17).

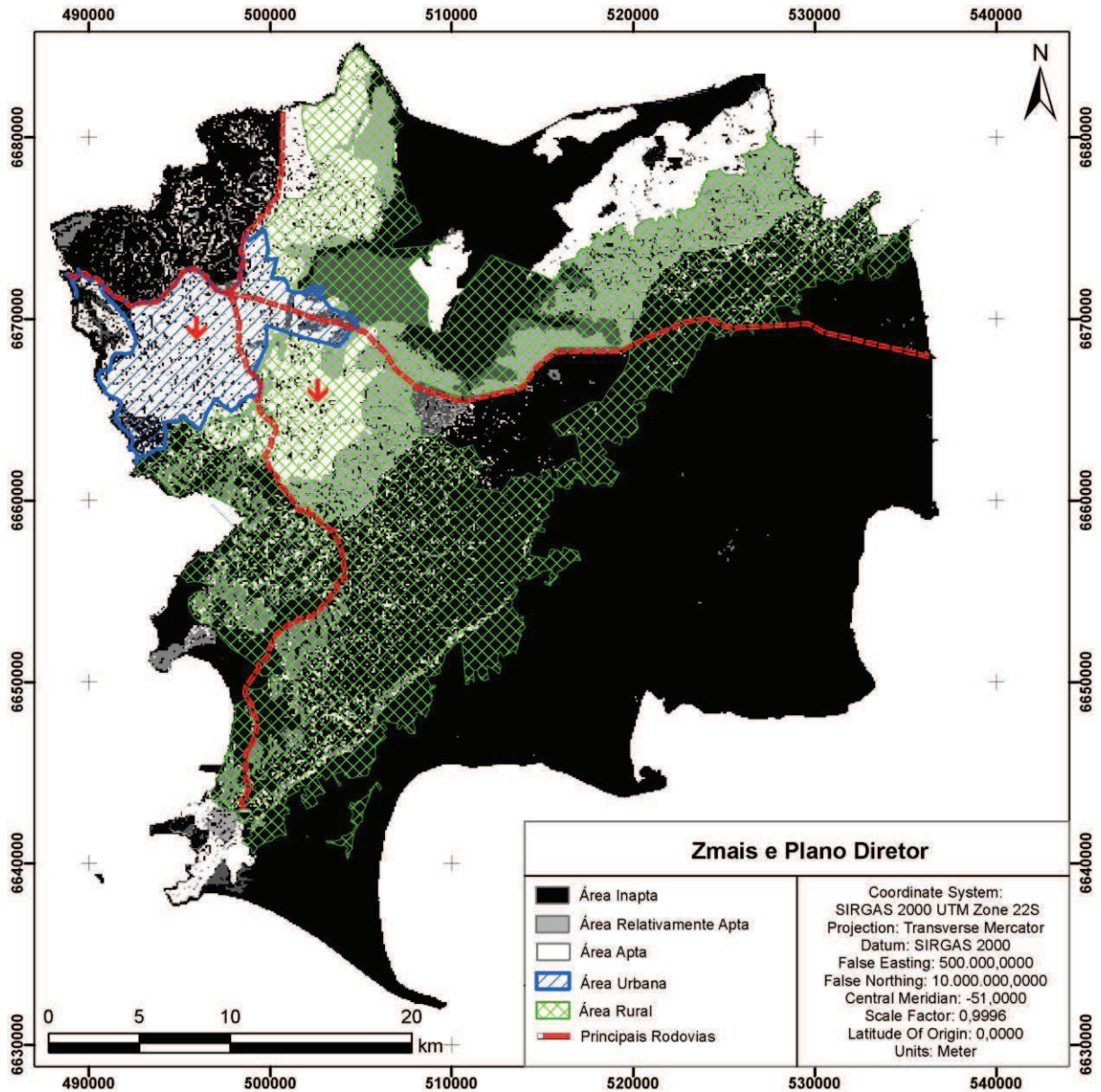
No Plano Diretor (2013), arts. 128 e 129, as macrozonas orientadas 2 e 3, inseridas na Área de Proteção do Banhado Grande de uso sustentável (sentido ERS 040 ao Sul), são zonas cujo Plano Diretor (2013) define objetiva dirigir a ocupação do território para:

- a) orientar a ocupação com baixa densidade populacional objetivando a compatibilização com as áreas de interesse ambiental;
- b) reverter a atual tendência de aumento da densidade; integrar os parcelamentos existentes; realizar a regularização fundiária;
- c) conservar e recuperar o patrimônio histórico e natural; qualificar a mobilidade; ampliar e qualificar as áreas públicas de convívio, esporte, lazer, cultura e áreas verdes; ampliar equipamentos públicos (escolas, saúde, assistência social);
- d) equalizar as divergências demográficas em áreas de conurbação com Porto Alegre.

De acordo com o Plano Diretor (2013) as macrozona são áreas do território municipal que, em virtude de suas especificidades, definem prioridades, objetivos e estratégias para políticas públicas de desenvolvimento socioeconômico e territorial, podendo apresentar parâmetros reguladores diferenciados de usos e ocupação do solo.

Logo, o Poder Público poderá verificar o Plano Diretor (2013) e ponderar os resultados extraídos do ZMAI. Dessa forma, pode-se notar que parte da área rural permanentemente seca (hachurado verde, fundo branco com seta vermelha e lindeira a zona cinza clara) ao lado da área urbana (hachurado azul, contorno azul e seta vermelha), ambas cortadas pela ERS 040 e ERS 118, são aptas à instalação de zona industrial por serem áreas de baixa e média densidade populacional (Figura 17). Diante disso, destaca-se que o atual Plano Diretor poderá ser revisto, objetivando instalar nova zona industrial, caso haja interesse da cidade.

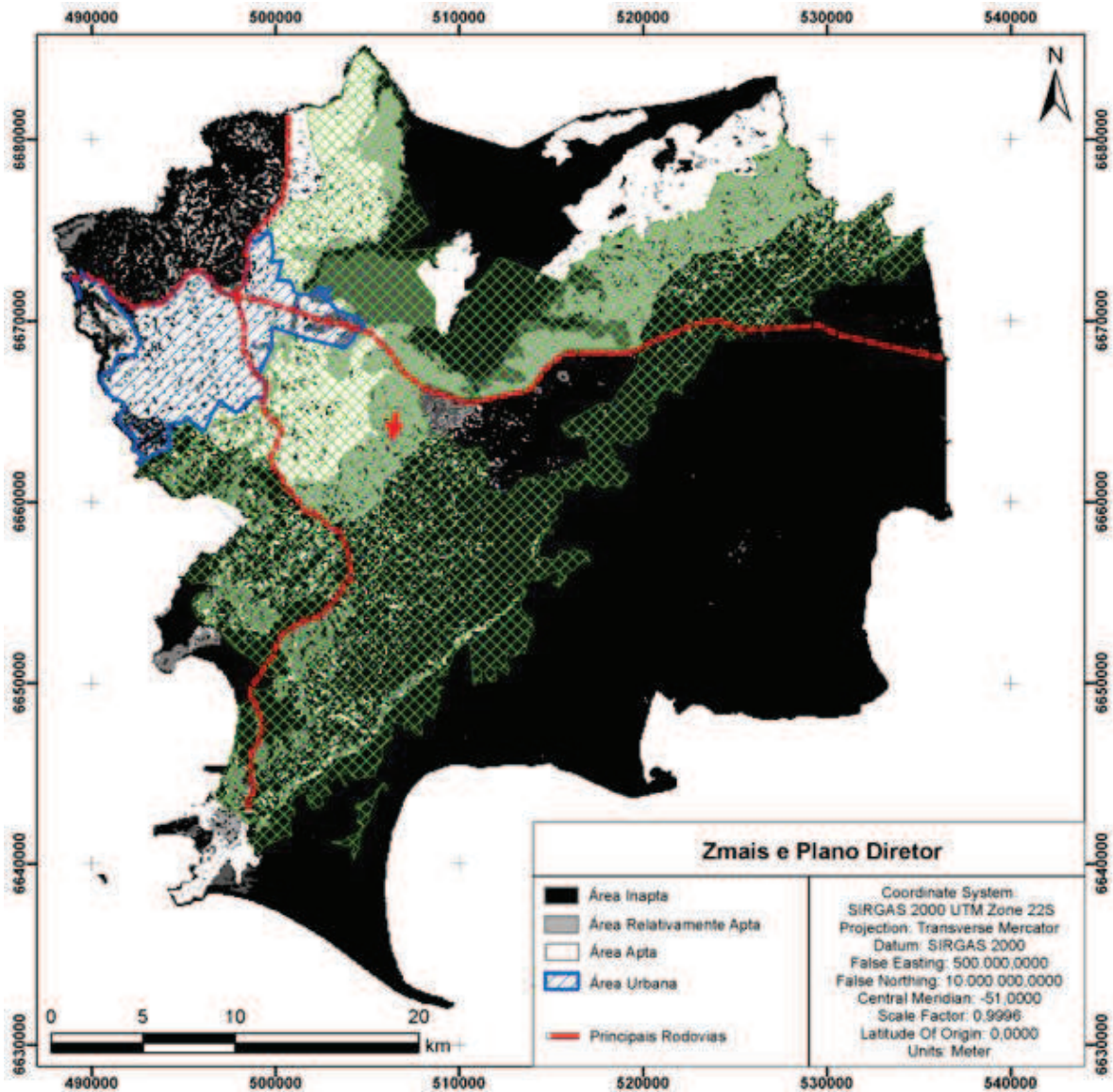
Figura 17 - Análise do ZMAI frente o Plano Diretor eo ZAE



Fonte: Elaborado pelo autor.

A área rural em cinza (hachurado em verde e seta vermelha), entre a ERS 040 e a ERS 118, próximo do Distrito de Águas Claras, é relativamente apta em face das características físicas da área (litologia, declividade e pedologia) (Figura 18). A área rural (VIAMÃO, 2013) achuranda em verde abrange a área permanentemente seca (ZAE, 2016). Entretanto, nessa área sugere-se receber atividades e/ou empreendimentos de impacto local, segundo orientação do CONSEMA (2018) que define as atividades passíveis de licenciamento em âmbito municipal.

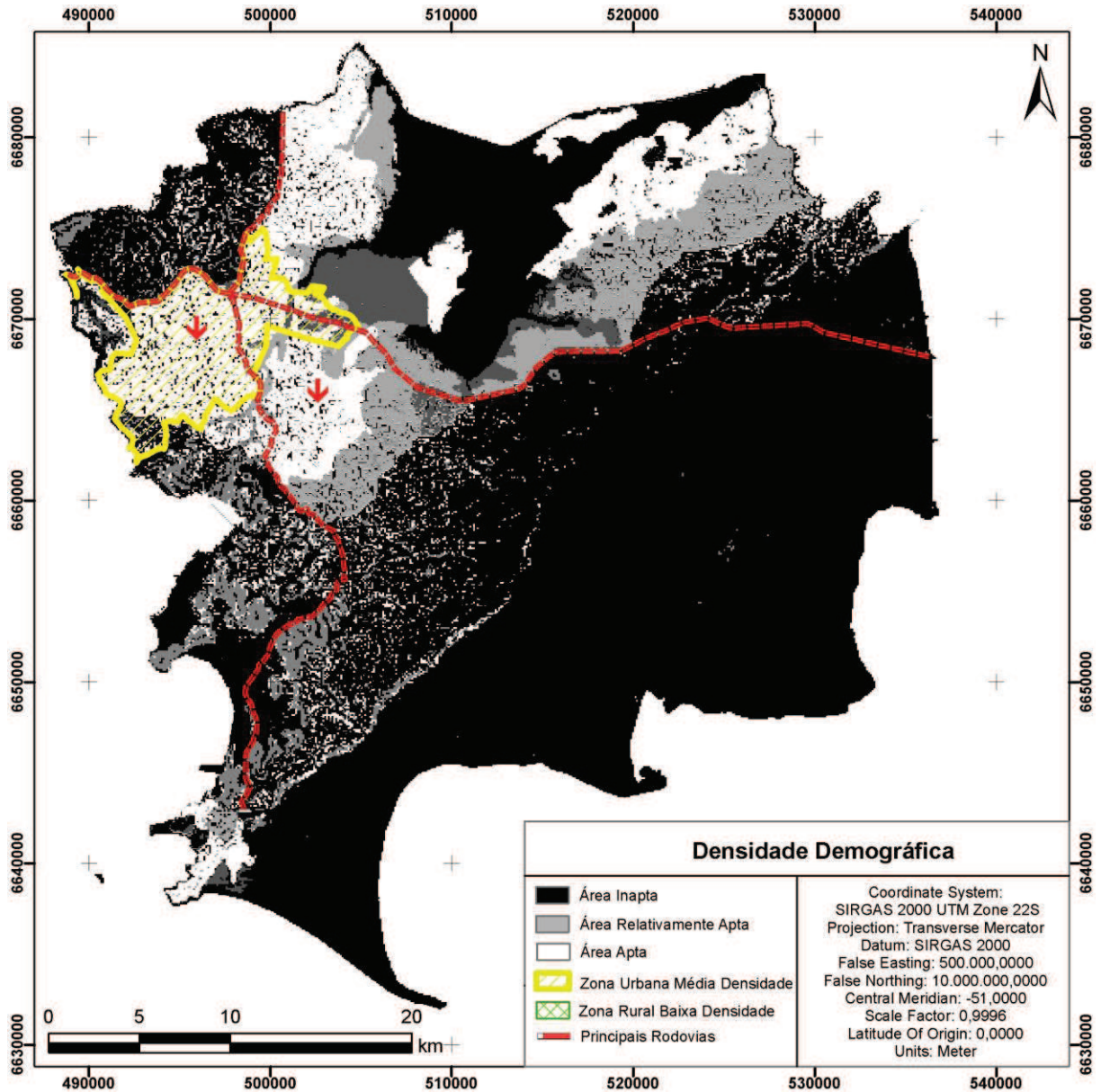
Figura 18 - Avaliação das características físicas



Fonte: Elaborado pelo autor.

O ZMAI definiu as áreas aptas (branco), relativamente aptas (cinza) e inaptas (preto) para instalação de futura zona industrial. A figura 19 indica que a aptidão está na zona urbana de média densidade populacional (amarela com seta vermelha) e na zona rural com baixa densidade populacional permanentemente seca (fundo branco com seta vermelha).

Figura 19 - Análise da densidade demográfica das áreas aptas



Fonte: Elaborado pelo autor.

No processo de avaliação de aptidão de uma possível área destinada à zona industrial, consideraram-se as informações extraídas do macrozoneamento do ZAE (2016), do Plano Diretor (VIAMÃO, 2013) e do ZMAI. Sublinha-se que a elaboração do ZAE (2016) definiu a Macrozona Rural (rosa), Macrozona de Grandes Empreendimentos (azul escuro), Macrozona Urbana (lilas) e Macrozona Especial (verde hachurado) com os possíveis grupos de atividades econômicas (Figura 20).

A figura 20 aponta que a aptidão para alocar uma zona industrial localiza-se tanto na Macrozona Urbana – MU (lilas), na subdivisão da Microzona de

Média Densidade, quanto na Macrozona Rural – MR (rosa), na Microzona Permanentemente Seca, ambas com hachurado verde a partir do eixo viário da ERS 040 (sentido Leste-Oeste), seguindo a orientação da ERS 118 (sentido Sul). O mesmo aconteceu com o ZMAI que apontou as áreas em branco tanto na área urbana de média densidade quanto rural permanentemente seca como área apta a alocar uma zona industrial.

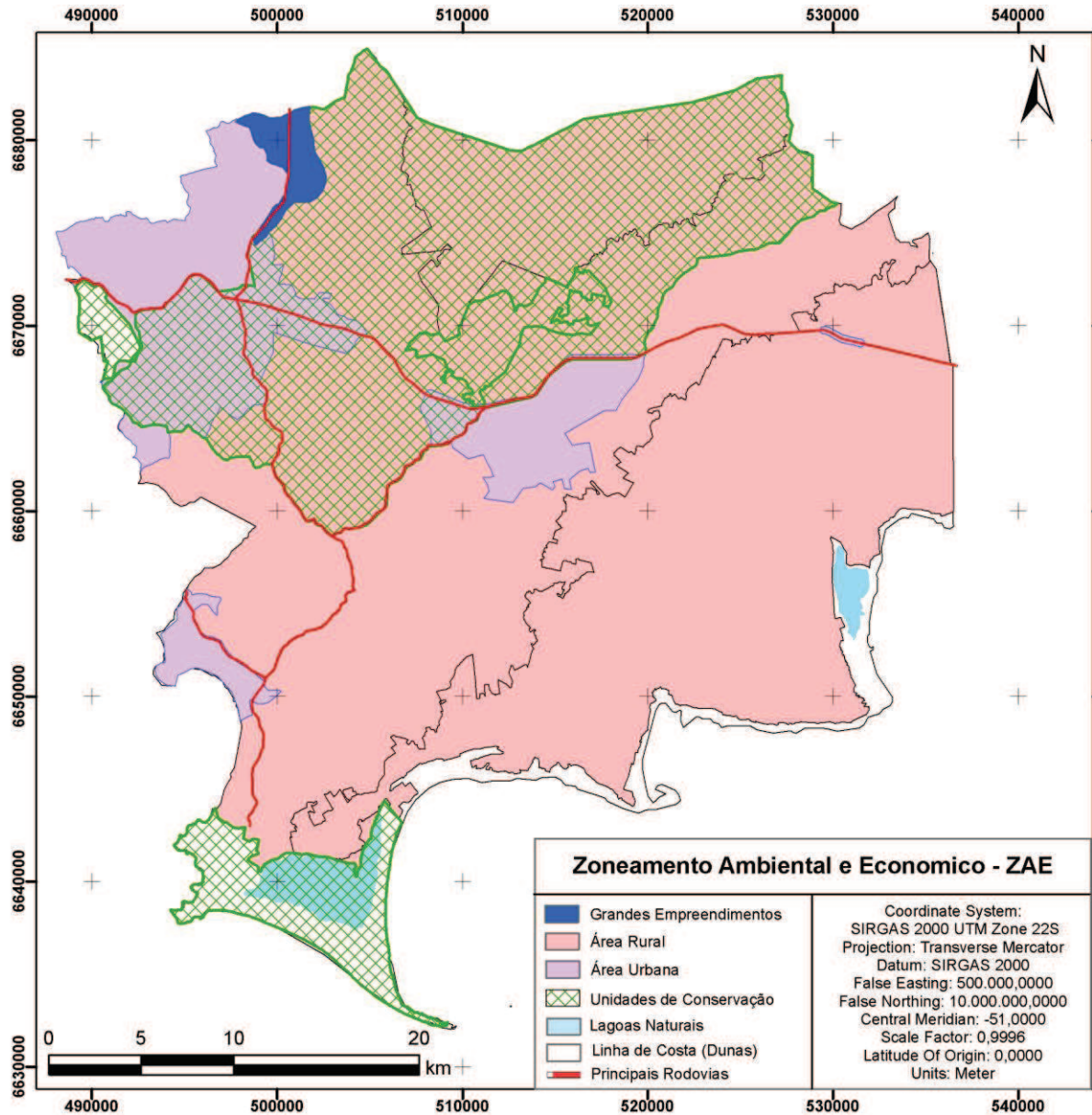
O ZAE (2016) na descrição das potencialidades econômicas previu na MU, dentre as várias atividades produtivas, a criação de subzona de agroindústria e na MR subzonas de agroindústria e indústria de beneficiamento.

A MU está caracterizada por áreas cobertas ou não com vegetação primária e/ou secundária (Figura 34). Segundo o ZAE (2016, p. 276) a área é favorável

À realização de atividades diversas e implantação de empreendimentos de caráter temporário ou permanente, promovidos por agentes públicos ou privados. A ocupação e uso destas áreas devem ser compatíveis com as diferentes capacidades de suporte ambiental e estar em conformidade com a legislação vigente. Além disto, a MU apresenta a maior parte dos componentes dos ecossistemas primitivos degradados ou suprimidos e organização funcional eliminada devido ao desenvolvimento e crescimento urbano contínuo, bem como atividades industriais, de apoio e terminais (variando de pequeno a grande porte consolidados e articulados).

A MR descrita no ZAE (2016, p. 275) trata de um ambiente que apresenta alterações na vegetação nativa mediante a supressão, “inserção ou retirada de nutrientes do solo, alterações nas características superficiais do mesmo e aumento da oferta hídrica” (Figura 20). Esta macrozona possui “ecossistemas primitivos parcialmente modificados, com dificuldades de regeneração natural devido à exploração, supressão ou substituição de alguns de seus componentes pelas culturas com fins produtivos (cultivos)”. (ZAE, 2016, p. 276).

Figura 20 - Ilustração do macrozonamento do ZAE (2016)



Fonte: Elaborado pelo autor.

Por fim, após analisar a relação entre o Plano Diretor (2013), o ZAE (2016) e o ZMAI, sugerindo-se futuras mudanças no primeiro, é relevante identificar possíveis atividades capazes de ocupar as áreas aptas e relativamente aptas.

Deixa-se claro que o estudo de identificação do ótimo locacional a instalação de uma zona industrial através do ArcGis não é a única ferramenta de análise e planejamento do território. Torna-se necessário conciliar esta ferramenta com os instrumentos do plano diretor, o zoneamento ambiental e econômico ou zoneamento ecológico econômico, a legislação vigente, o

licenciamento ambiental, o estudo de impacto ambiental das atividades quando couber, o estudo de impacto de vizinhança, etc.

Dito isso, cabe observar primeiramente que o ZAE (2016, p. 277-278) nas suas diretrizes orientou que:

- [...] c) O ZAE e as macrozonas de potencialidades ecológicas e econômicas servirão como vetor de consulta e orientação e não eximirão a elaboração do licenciamento de ambiental e Estudo de Impacto de Vizinhança quando a legislação vigente determinar e outros instrumentos definidos pelo Poder Público;
- d) As Potencialidades poderão ser alteradas total ou parcialmente naquilo que não conflitar com as condições e restrições da legislação vigente e/ou das orientações das políticas públicas;
- e) As características do meio físico, biótico, antrópico, legislação vigente e potencialidades ecológicas e econômicas (...) e suas respectivas macrozonas serão objeto de observação para escolha de áreas aptas a instalação de novas atividades e/ou a expansão das existentes no território do Município, buscando evitar o conflito de uso territorial e/ou sua harmonização como as potencialidades e fragilidades do meio físico e biótico; [...].

4.1 Definição das Atividades Produtivas

A definição de possíveis atividades produtivas nas áreas aptas e relativamente aptas à implantação de zona industrial parte inicialmente da premissa da legislação em vigor.

Portanto, elaborou-se um quadro exemplificativo de atividades cujos critérios são (Quadro 11):

- a) o porte e o potencial poluidor do empreendimento ou atividade definido na legislação (BRASIL, 1981; CONSEMA, 2018);
- b) o princípio constitucional da prevenção (BRASIL, 1988); e
- c) o estudo técnico elaborado pelo Rio Grande do Sul (1981).

Quadro 11 - Lista exemplificativa da alocação de atividades nas áreas do ZMAI

(continua)

Atividade (Lei 6.938/1981; Resolução CONSEMA 372/2018)	RES.CONSEMA 372/2018		RIO GRANDE DO SUL/1981	LOCALIZAÇÃO	
	PP	PO	PP (água/ar)	AA	ARA
Indústria Produtos Minerais Não Metálicos (1)			NA*		X
Indústria Metalúrgica (2)			NA	X	
Indústria Mecânica (3)			NA		X
Indústria material Elétrico, Eletrônico e Comunicações (4)			NA		X
Indústria de Material de Transporte (5)			NA		X
Indústria de Madeira (6)			NA		X
Indústria de Borracha (7)			NA		X
Indústria Têxtil, de Vestuário, Calçados e Artefatos de Tecidos (8)			NA		X
Indústria de Produtos de Matéria Plástica (9)			NA		X
Indústria Química (10)			NA	X	
Indústria de Produtos Alimentares e Bebidas (11)			NA		X
Fabricação Cal Virgem/ Hidratada ou Extinta	Médio	0 a 2000 m ²	Médio		X
Fabricação Telhas/Tijolos/Outros Artigos de Barro Cozido sem Tingimento	Médio	0 a 10000 m ²	Médio		X
Fabricação de Material Cerâmico em Geral	Médio	0 a 2000 m ²	Médio		X
Fabricação de Artefatos de Porcelana	Médio	0 a 2000 m ²	Alto/Médio	X	
Fabricação de Material Refratário	Médio	0 a 2000 m ²	Alto/Baixo	X	
Fabricação de Peças/Ornatos/Estruturas/Pré-Moldados Cimento, Concreto e Gesso	Baixo	0 a 40000 m ²	Baixo		X
Fabricação de Argamassa	Médio	0 a 10000 m ²	Médio/Baixo		X
Usina de Produção de Concreto	Médio	0 a 10000 m ²	Médio/Baixo		X

Quadro 11 - Lista exemplificativa da alocação de atividades nas áreas do ZMAI

(continuação)

Atividades (Resolução CONSEMA 372/2018)	RES.CONSEMA 372/2018		RIO GRANDE DO SUL/1981	LOCALIZAÇÃO	
	PP	PO	PP (água/ar)	AA	ARA
Fabricação de Artefatos de Vidro e Cristal	Médio	0 a 2000 m ²	Médio		X
Fabricação de Lã de Vidro e Assemelhados	Alto	0 a 250 m ²	NA	X	
Fabricação de Artefatos de Fibra de Vidro	Alto	0 a 2000 m ²	NA	X	
Fabricação de Espelhos	Alto	0 a 2000 m ²	Alto/Baixo	X	
Metalúrgica de Metais Preciosos	Médio	0 a 250 m ²	Alto/Baixo		X
Produção de Fundidos de Ferro e Aço/Forjados/Arames/Relaminados	Alto	0 a 250 m ²	Alto/Médio	X	
Produção de Fundidos de Alumínio	Alto	0 a 250 m ²	Alto	X	
Produção de Fundidos de Chumbo	Alto	0 a 250 m ²	Alto	X	
Fabricação Estruturas/Artefatos/Recipientes/Outros Metálicos, sem Tratamento Superfície e com Pintura (Exceto a pincel)	Médio	0 a 2000 m ²	Médio/Baixo		X
Fabricação Estruturas/Artefatos/Recipientes/Outros Metálicos, sem Tratamento de Superfície e com Pintura a Pincel	Médio	0 a 2000 m ²	Médio/Baixo		X
Fabricação Estruturas/Artefatos/Recipientes/Outros Metálicos, sem Tratamento de Superfície e sem Pintura	Médio	0 a 10000 m ²	Médio/Baixo		X
Fabricação Telas de Arame e Artefatos de Aramados, com Tratamento de Superfície e com ou sem Pintura	Alto	0 a 250 m ²	Alto/Médio	X	X
Fabricação Telas de Arame e Artigos de Aramados, sem Tratamento de Superfície e com Pintura (Exceto a Pincel).	Médio	0 a 2000 m ²	NA*		X
Fabricação Telas de Arame e Artefatos de Aramados, sem Tratamento de Superfície e sem Pintura	Médio	0 a 10000 m ²	NA		X
Fabricação Artigos de Cutelaria e Ferramentas Manuais, com Tratamento de Superfície e com ou sem Pintura	Alto	0 a 250 m ²	NA	X	

Quadro 11 - Lista exemplificativa da alocação de atividades nas áreas do ZMAI

(continuação)

Atividades (Resolução CONSEMA 372/2018)	RES.CONSEMA 372/2018		RIO GRANDE DO SUL/1981	LOCALIZAÇÃO	
	PP	PO	PP (água/ar)	AA	ARA
Fabricação Artigos de Cutelaria e Ferramentas Manuais, sem Tratamento de Superfície e com Pintura (Exceto a pincel)	Médio	0 a 2000 m ²	NA		X
Fabricação Artigos de Cutelaria e Ferramentas Manuais, sem Tratamento de Superfície e sem Pintura	Médio	0 a 10000 m ²	NA		X
Fabricação Maquinas e Aparelhos, com Tratamento Superfície Inclusive Tratamento Térmico, com Fundição e com Pintura	Alto	0 a 2000 m ²	NA	X	
Fabricação Maquinas e Aparelhos, com Tratamento Superfície Inclusive Tratamento Térmico, sem Fundição e sem Pintura	Alto	0 a 250 m ²	NA	X	
Fabricação Maquinas e Aparelhos, com Tratamento Superfície Inclusive Tratamento Térmico, sem Fundição e com Pintura	Alto	0 a 250 m ²	NA	X	
Fabricação Maquinas e Aparelhos, sem Tratamento Superfície Inclusive Tratamento Térmico, com Fundição e com Pintura	Alto	0 a 250 m ²	NA	X	
Fabricação Maquinas e Aparelhos, sem Tratamento Superfície Inclusive Tratamento Térmico, sem Fundição com pintura	Médio	0 a 2000 m ²	NA		X
Fabricação Maquinas e Aparelhos, sem Tratamento Superfície Inclusive Tratamento Térmico, com Fundição e sem Pintura	Alto	0 a 250 m ²	NA	X	
Fabricação Utensílios, Peças e Acessórios, com Tratamento Superfície Inclusive Tratamento Térmico, com Fundição e com Pintura	Alto	0 a 250 m ²	NA*	X	
Fabricação de Utensílios, Peças e Acessórios, com Tratamento Superfície Inclusive Tratamento Térmico, com Fundição e sem Pintura	Alto	0 a 250 m ²	NA	X	
Fabricação Utensílios, Peças e Acessórios, com Tratamento Superfície Inclusive Tratamento Térmico, sem Fundição e sem Pintura	Alto	0 a 250 m ²	NA	X	

Quadro 11 - Lista exemplificativa da alocação de atividades nas áreas do ZMAI

(continuação)

Atividades (Resolução CONSEMA 372/2018)	RES.CONSEMA 372/2018		RIO GRANDE DO SUL/1981	LOCALIZAÇÃO	
	PP	PO	PP (água/ar)	AA	ARA
Fabricação de Utensílios, Peças e Acessórios, com Tratamento Superfície Inclusive Tratamento Térmico, sem Fundição e com Pintura	Alto	0 a 250 m ²	NA	X	
Fabricação Utensílios, Peças e Acessórios, sem Tratamento Superfície Inclusive Tratamento Térmico, com Fundição e com Pintura	Alto	0 a 250 m ²	NA	X	
Fabricação Utensílios, Peças e Acessórios, sem Tratamento Superfície Inclusive Tratamento Térmico, sem Fundição e com Pintura	Médio	0 a 2000 m ²	NA		X
Fabricação Utensílios, Peças e Acessórios, sem Tratamento Superfície Inclusive Tratamento Térmico, com Fundição e sem Pintura	Alto	0 a 250 m ²	NA	X	
Fabricação Utensílios, Peças e Acessórios, sem Tratamento Superfície Inclusive Tratamento Térmico, sem Fundição e sem Pintura	Médio	0 a 10000 m ²	NA		X
Fabricação Utensílios, Peças e Acessórios, com Microfusão	Médio	0 a 250 m ²	NA		X
Fabricação Autopeças/Motopeças, com Tratamento Superfície Inclusive Tratamento Térmico, com Fundição e com Pintura	Alto	0 a 250 m ²	NA	X	
Fabricação Autopeças/Motopeças, com Tratamento Superfície Inclusive Tratamento Térmico, com Fundição e sem Pintura	Alto	0 a 250 m ²	NA	X	
Fabricação Autopeças/Motopeças, com Tratamento Superfície Inclusive Tratamento Térmico, sem Fundição e sem Pintura	Alto	0 a 250 m ²	NA	X	
Fabricação Autopeças/Motopeças, com Tratamento Superfície Inclusive Tratamento Térmico, sem Fundição e com Pintura	Alto	0 a 250 m ²	NA	X	
Fabricação Autopeças/Motopeças, sem Tratamento Superfície Inclusive Tratamento Térmico, com Fundição e com Pintura	Alto	0 a 250 m ²	NA	X	
Fabricação Autopeças/Motopeças, sem Tratamento Superfície e Inclusive Tratamento Térmico, sem Fundição e com Pintura	Médio	0 a 2000 m ²	NA		X

Quadro 11 - Lista exemplificativa da alocação de atividades nas áreas do ZMAI

(continuação)

Atividades (Resolução CONSEMA 372/2018)	RES.CONSEMA 372/2018		RIO GRANDE DO SUL/1981	LOCALIZAÇÃO	
	PP	PO	PP (água/ar)	AA	ARA
Fabricação Autopeças/Motopeças, sem Tratamento Superfície Inclusive Tratamento Térmico, sem Fundição e sem Pintura	Médio	0 a 10000 m ²	NA*		X
Fabricação Material Elétrico-Eletrônico/Equipamentos para Comunicação/Informática, com Tratamento Superfície	Alto	0 a 250 m ²	NA	X	
Fabricação Material Elétrico-Eletrônico/Equipamentos para Comunicação/Informática, sem Tratamento Superfície	Médio	0 a 2000 m ²	NA		X
Fabricação Aparelhos Elétricos e Eletrodomésticos, com Tratamento de Superfície	Alto	0 a 250 m ²	NA	X	
Fabricação Aparelhos Elétricos e Eletrodomésticos, sem Tratamento de Superfície	Médio	0 a 2000 m ²	NA		X
Fabricação, Montagem e Reparação de Automóveis/Camionetes (Inclusive Cabine Dupla)	Alto	0 a 2000 m ²	Alto/Baixo	X	
Fabricação, Montagem e Reparação de Caminhões, Ônibus	Alto	0 a 2000 m ²	Alto/Baixo	X	
Fabricação, Montagem e Reparação de Motos, Bicicletas, Triciclos etc	Alto	0 a 2000 m ²	Alto/Médio	X	
Fabricação, Montagem e Reparação de Reboques e/ou Trailers	Alto	0 a 2000 m ²	NA	X	
Fabricação, Montagem e Reparação de Trens, Locomotivas e Vagões	Alto	0 a 2000 m ²	Alto/Médio	X	
Fabricação, Montagem e Reparação de Aeronaves	Alto	0 a 2000 m ²	Médio/Médio	X	
Fabricação, Montagem e Reparação de Embarcações/Estruturas Flutuantes	Alto	0 a 2000 m ²	Médio/Médio	X	
Fabricação, Montagem e Reparação de Barcos de Fibra de Vidro	Alto	0 a 2000 m ²	NA	X	
Fabricação, Montagem e Reparação de Tratores e Maquinas de Terraplanagem	Alto	0 a 2000 m ²	NA	X	
Serraria e Desdobramento com Tratamento de Madeira	Alto	0 a 2000 m ²	Médio/Médio	X	

Quadro 11 - Lista exemplificativa da alocação de atividades nas áreas do ZMAI

(continuação)

Atividades (Resolução CONSEMA 372/2018)	RES.CONSEMA 372/2018		RIO GRANDE DO SUL/1981	LOCALIZAÇÃO	
	PP	PO	PP (água/ar)	AA	ARA
Serraria e Desdobramento sem Tratamento de Madeira	Médio	0 a 10000 m ²	Médio/Médio		X
Secagem de Madeira	Médio	0 a 10000 m ²	Médio/Médio		X
Fabricação de Placas/Chapas Madeira Aglomerada/Presadas/Compensada com Utilização de Resinas (MDF, MDP e Outras)	Alto	0 a 2000 m ²	Médio/Alto	X	
Fabricação de Placas/Chapas Madeira Aglomerada/Prensada/Compensada sem Utilização de Resinas	Médio	0 a 2000 m ²	NA		X
Fabricação de Artefatos/Estruturas de Madeira (Exceto Móveis)	Médio	0 a 2000 m ²	Médio/Médio		X
Fabricação de Móveis de Madeira/Bambu/Vive/Junco, com Acessórios de Metal, sem Tratamento de Superfície e com Pintura (Exceto a Pincel)	Médio	0 a 2000 m ²	NA		X
Fabricação de Móveis de Metal, com Tratamento de Superfície e sem Pintura	Alto	0 a 250 m ²	NA*	X	
Fabricação de Móveis de Metal, sem Tratamento de Superfície e com Pintura	Médio	0 a 2000 m ²	NA		X
Fabricação de Móveis Moldados de Material Plástico, sem Tratamento de Superfície	Médio	0 a 10000 m ²	NA		X
Fabricação de Colchões	Médio	0 a 2000 m ²	NA		X
Fabricação de Estofados	Baixo	0 a 10000 m ²	NA		X
Fabricação de Artefatos de Papel/Papelão/Cartolina/Cartão, com Operações Molhadas; e, com Operações Secas, com Impressão Gráfica	Médio	0 a 2000 m ²	NA		X
Fabricação de Artigos/Artefatos Diversos de Borracha	Médio	0 a 2000 m ²	NA		X
Recuperação de Sucata de Borracha	Alto	0 a 2000 m ²	NA	X	
Curtimento de Peles Bovinas/Suínas/Caprinas e Equinas - Curtume Completo	Alto	0 a 2000 m ²	Alto/Médio	X	
Fabricação de Cola Animal	Alto	0 a 2000 m ²	NA	X	

Quadro 11 - Lista exemplificativa da alocação de atividades nas áreas do ZMAI

(conclusão)

Atividades (Resolução CONSEMA 372/2018)	RES.CONSEMA 372/2018		RIO GRANDE DO SUL/1981	LOCALIZAÇÃO	
	PP	PO	PP (água/ar)	AA	ARA
Fabricação de Ossos para Cães	Alto	0 a 2000 m ²	NA	X	
Produção de Substâncias e/ou Produtos Químicos	Alto	0 a 2000 m ²	Médio/Alto	X	
Fabricação de Produtos de Limpeza/Polimento/Desinfetante	Médio	0 a 2000 m ²	Médio		X
Fracionamento de Produtos Químicos	Médio	0 a 2000 m ²	NA		X
Usina de Asfalto e Concreto Asfáltico a Quente	Alto	0 a 500 m ²	NA	X	
Usina de Asfalto e Concreto Asfáltico a Frio	Médio	0 a 99999 m ²	NA		X
Produção de Óleo/Gordura/Cera Vegetal/Animal/Essencial e Outro Produto da Destilação da Madeira	Alto	0 a 2000 m ²	Alto/Médio	X	
Fabricação de Resinas/Adesivos/Fibras/Fios Artificiais e Sintéticos	Alto	0 a 2000 m ²	NA	X	
Fabricação de Tinta Esmalte/Laca/Verniz/Impermeabilizante/Solvente/Secante	Alto	0 a 2000 m ²	Alto/Médio	X	
Fabricação de Produtos Farmacêuticos	Alto	0 a 2000 m ²	NA	X	
Fabricação de Produtos de Higiene Pessoal Descartáveis	Médio	0 a 2000 m ²	NA		X

(*) NA – Não aplicável

AA – Área apta

ARA – Área relativamente apta

(01 a 11) – Lei 6.938/1981 - utilizou-se o potencial poluidor de cada ramo de atividade para fins de comparação com as normas mais atualizadas, a fim de conhecer as variações de cada gênero produtivo.

PP – Pontencial poluidor

PO – Porte do empreendimento ou atividade

Fonte: Elaborado pelo autor.

Indica-se que as atividades de impacto local licenciadas pelo município, segundo a Resolução CONSEMA 372/2018 com potencial alto, médio e baixo poderão ocupar as áreas aptas. Entretanto, sugere-se que as atividades de impacto local com potencial poluidor alto e porte pequeno não se instalem nas áreas relativamente aptas.

A atividade considerada de impacto local que exceder o porte em relação da área útil (m²), que não altera o potencial poluidor, definido na Resolução CONSEMA (2018), deverá ser licenciada pela Fundação Estadual de Proteção ao Meio Ambiente – FEPAM/RS (CONAMA, 1997) e seguirá a mesma lógica definida no Quadro 11.

O Poder Público, para o êxito na implantação da zona industrial, é importante que considere a instalação de fornecedores, de componentes, maquinário, serviços e uma infraestrutura adequada. (PORTER, 1998).

Destaca-se que as atividades estejam relacionadas ao atendimento a setores produtivos afins, visando à cooperação, o desenvolvimento tecnológico e o fomento da competitividade, especializando-se nas diversas etapas do processo. (LEITE; AWAD, 2012).

Para Leite e Awad (2012) uma política de incentivos e o planejamento podem melhorar as condições de determinada região e induzir seu desenvolvimento. Os autores alinham alguns pontos estratégicos do planejamento:

- a) identificar zonas industriais com potencial existentes;
- b) analisar o território;
- c) estudar as vocações da região e suas potencialidades locais.

Todavia, nada impede que o Poder Público queira instalar indústrias e outras atividades produtivas que atendam demandas da Região Metropolitana de Porto Alegre. Desta forma, reprisa-se que o Quadro 11 procura atender a matriz econômica do município e as demandas por produtos desta Região Metropolitana.

Entretanto, o estudo refere-se à instalação de uma zona industrial e, neste empreendimento, haverá o adensamento de atividades que será licenciada pela FEPAM/RS. (CONAMA, 1997). Os motivos são que os impactos ambientais, baseado no Princípio da Prevenção, podem ultrapassar os limites territoriais do

Município de Viamão. Dentre esses impactos, tem-se a alteração da qualidade do ar e da água.

4.2 Alteração da Qualidade do Ar e da Água

Neste caso, a Resolução CONAMA 01 de 1986 determina que dependerá de elaboração de Estudo de Impacto Ambiental – EIA e o respectivo Relatório de Impacto Ambiental - RIMA, a serem submetidos à aprovação do órgão estadual competente, o licenciamento de atividades modificadoras do meio ambiente, referente à zonas industriais e Zonas Estritamente Industriais – ZEI.

O Código Estadual de Meio Ambiente (RIO GRANDE DO SUL, 2000) trata da utilização e da conservação do ar, estabelece as classes de uso no Estado, e da deterioração significativa da qualidade do ar em Zonas Industriais criadas por lei.

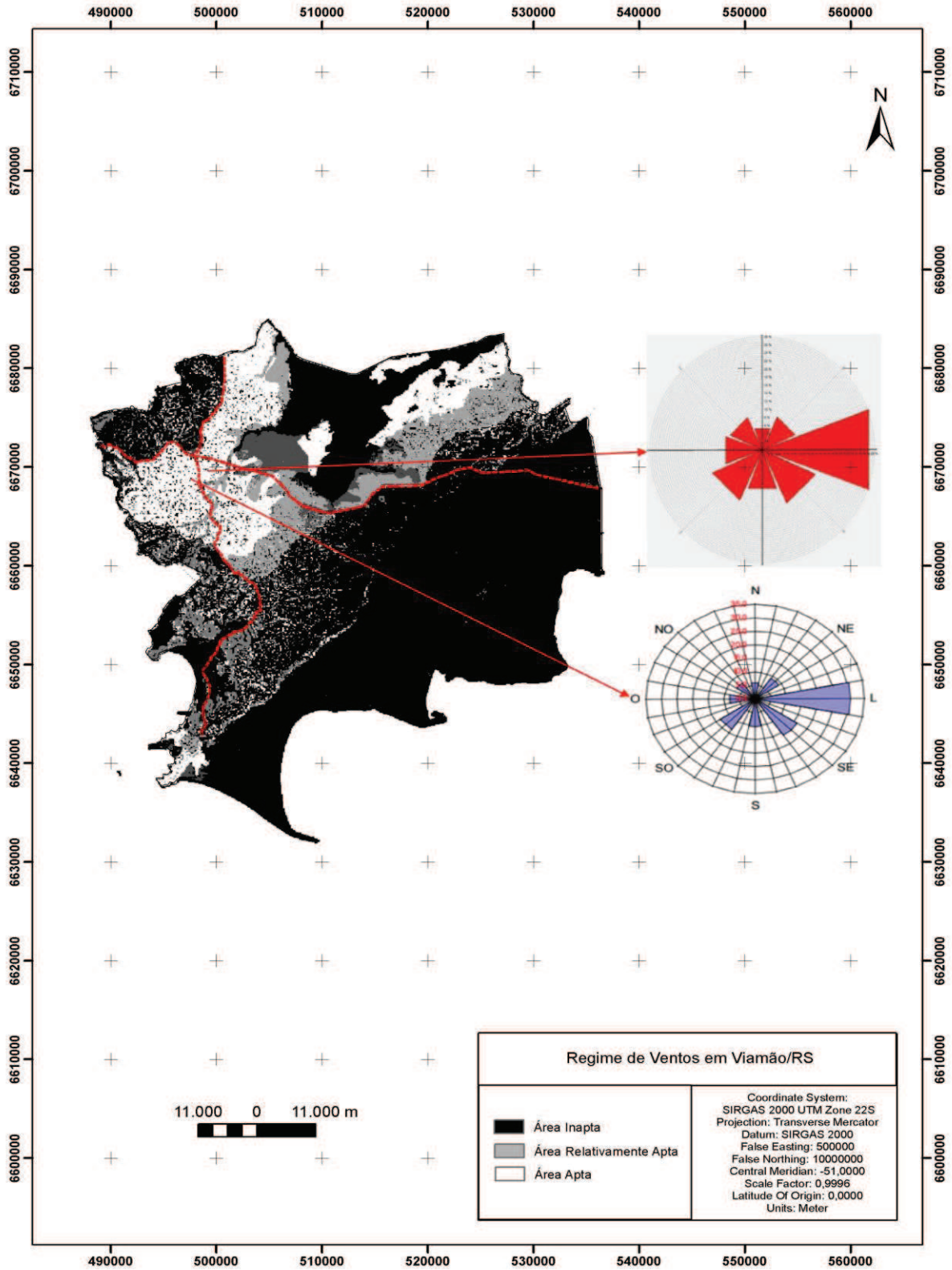
Na linha de prevenção, de desenvolvimento econômico-social e de possíveis impactos ambientais nos municípios vizinhos, a partir da localização de uma zona industrial, deve-se considerar a alteração da qualidade do ar e da água.

De forma exemplificativa nominou-se algumas atividades produtivas em Viamão que poderão ser instaladas nas áreas apta e/ou relativamente apta, diretamente relacionada ao potencial poluidor.

Diante dessa premissa, se na área apta houver a instalação de várias fontes fixas de poluição, haverá maior volume de emissão de poluentes e ocorrerá a alteração da qualidade do ar mediante a dispersão de poluentes considerada nos licenciamentos ambientais dos empreendimentos.

Logo, torna-se relevante a análise sistêmica para definir o regime de ventos no município e as principais direções de dispersão dos poluentes nos municípios vizinhos. Seguindo-se esta lógica, pode-se observar que a direção predominante do vento é L (leste), seguida de SE (sudeste) e SO (sudoeste), definido por Machado (2008) e no Atlas Eólica do Rio Grande do Sul (2014), segundo a Figura 21.

Figura 21 - Regime de ventos em Viamão/RS



Fonte: Adaptado pelo autor de Rio Grande do Sul (2014, p. 68) e Machado (2008, p. 121).

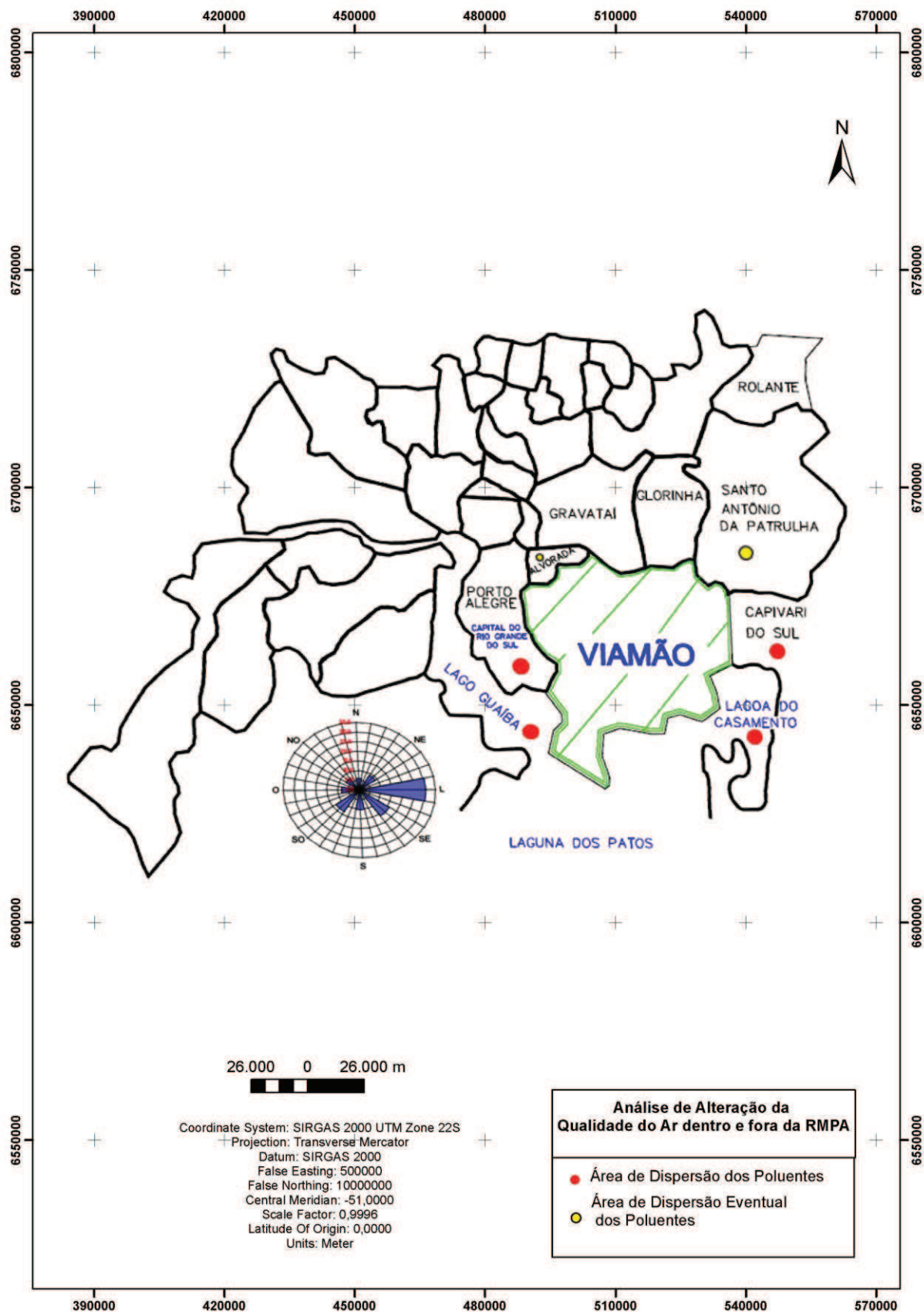
Portanto, de forma geral a predominância de dispersão dos poluentes atingiria as cidades de Porto Alegre e Capivari do Sul, o Lago Guaíba e a Lagoa do Casamento, que desaguam na Lagoa dos Patos (pontos vermelhos). Eventualmente, dispersará na cidade de Alvorada e Santo Antônio da Patrulha em determinados períodos do ano (pontos amarelos) (Figura 22).

Entretanto, especificamente o licenciamento ambiental dos futuros empreendimentos definirá os pontos de dispersão da pluma no solo através do modelo Gaussiano. Este modelo considerará:

- a) a vazão média das emissões;
- b) a altura e diâmetro da chaminé;
- c) a temperatura;
- d) a pressão atmosférica;
- e) a velocidade dos ventos.

A partir dessas informações, será definida a área de monitoramento dos possíveis impactos ambientais na economia local, na sociedade (saúde pública etc.), no meio físico e biótico.

Figura 22 - Análise de alteração da qualidade do ar dentro e fora da RMPA



Fonte: Adaptado pelo autor de Vião (2013) e Machado (2008, p. 121).

Sobre a qualidade da água é natural que a descarga de efluentes líquidos tratados (águas residuais), mesmo atendendo aos padrões estabelecidos na norma vigente, altere a qualidade dos corpos hídricos, principalmente nos pontos de lançamento. (CONSEMA, 2017).

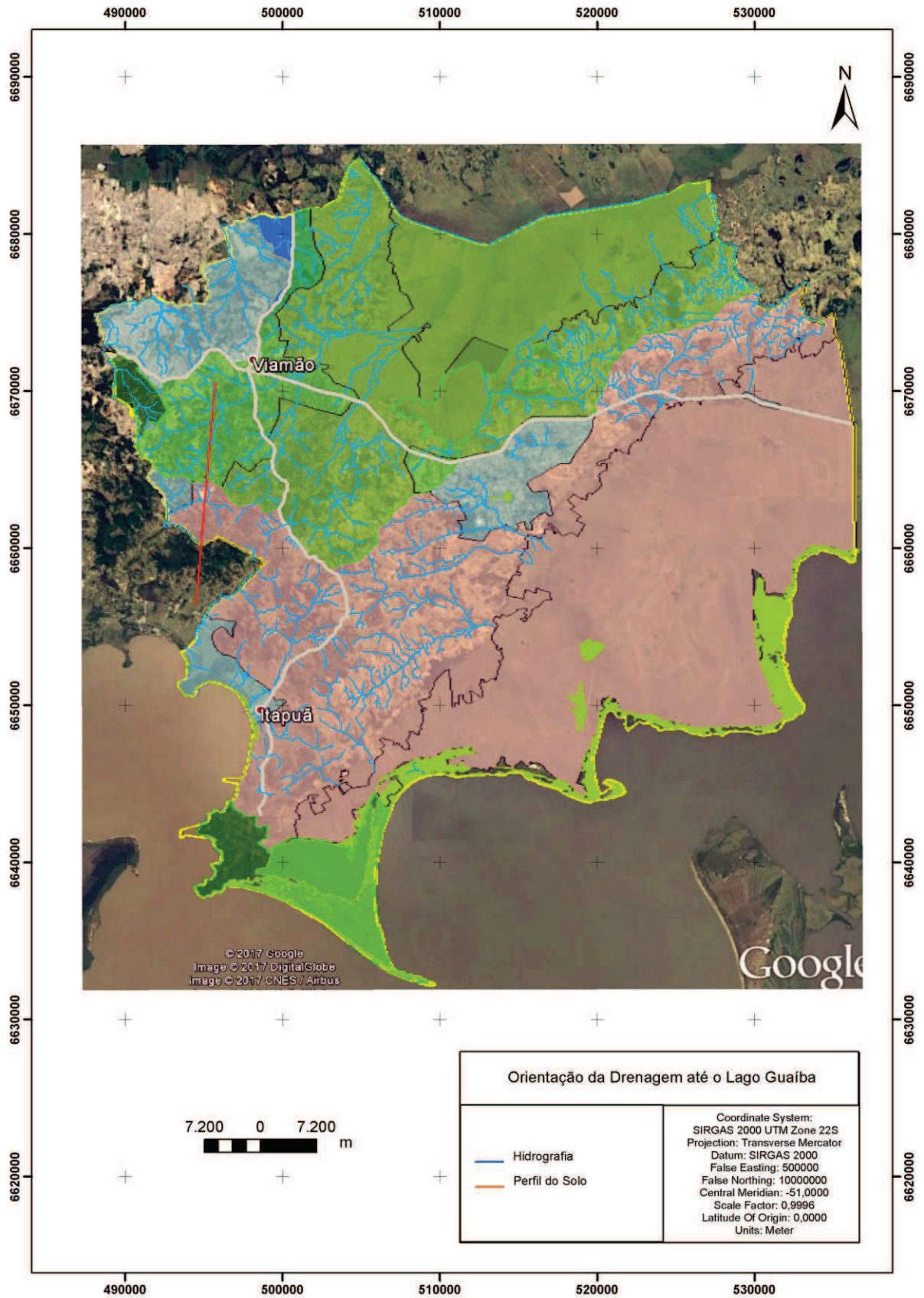
Entretanto, onde se mantém a função ambiental dos corpos hídricos, ao longo destes traçados, a qualidade tende a melhorar em virtude do processo de autodepuração da carga poluidora residual do efluente tratado (capacidade suporte do corpo receptor). Segundo Braga et al. (2005, p. 73), a qualidade hídrica está diretamente relacionada com a “quantidade água existente para dissolver, diluir e transportar as substâncias benéficas e malélicas para os seres que compõem as cadeias alimentares”.

Logo, a área apta sugerida abaixo da ERS 040 e nas proximidades da ERS 118 tem a declividade diminuída à medida que se aproxima no sentido Sul de Viamão até Porto Alegre. No sentido Norte a Sul, a altitude do ponto na linha 1 é 90m, no ponto 2 da intersecção na linha 2 é 72m, e no ponto 3 da intersecção na linha 3 é 64m (Figura 23).

Conclui-se que a drenagem superficial dos corpos hídricos sempre deságua em outro de maior vazão, portanto sucessivamente atravessando os municípios de Viamão e Porto Alegre até chegar ao Lago Guaíba (Figura 24). Esta constatação é demonstrada a partir da linha vermelha posta, no sentido Norte-Sul, decorrente do perfil do solo que mostra nas proximidades de ERS 040 a altura de 100m e na planície litorânea do Lago Guaíba 13m (Figura 25).

A drenagem aproveita a declividade e a gravidade seguindo o sentido das cotas mais baixas até acessar o corpo hídrico mais próximo, formando a rede hídrica, que, no caso em estudo, deságua no Lago Guaíba (Figuras 23 a 25) e fica também demonstrado através orientação da drenagem (Figura 24) e do perfil do solo (Figura 25). Portanto, com a instalação de um nova Zona Industrial na área apta ou relativamente apta os efluentes tratados necessariamente seguiriam a cidade Porto Alegre e atravessando-a até chegar ao Lago Guaíba.

Figura 24 - Orientação da drenagem até o Lago Guaíba



Fonte: Elaborado pelo autor de Google Earth (2017).

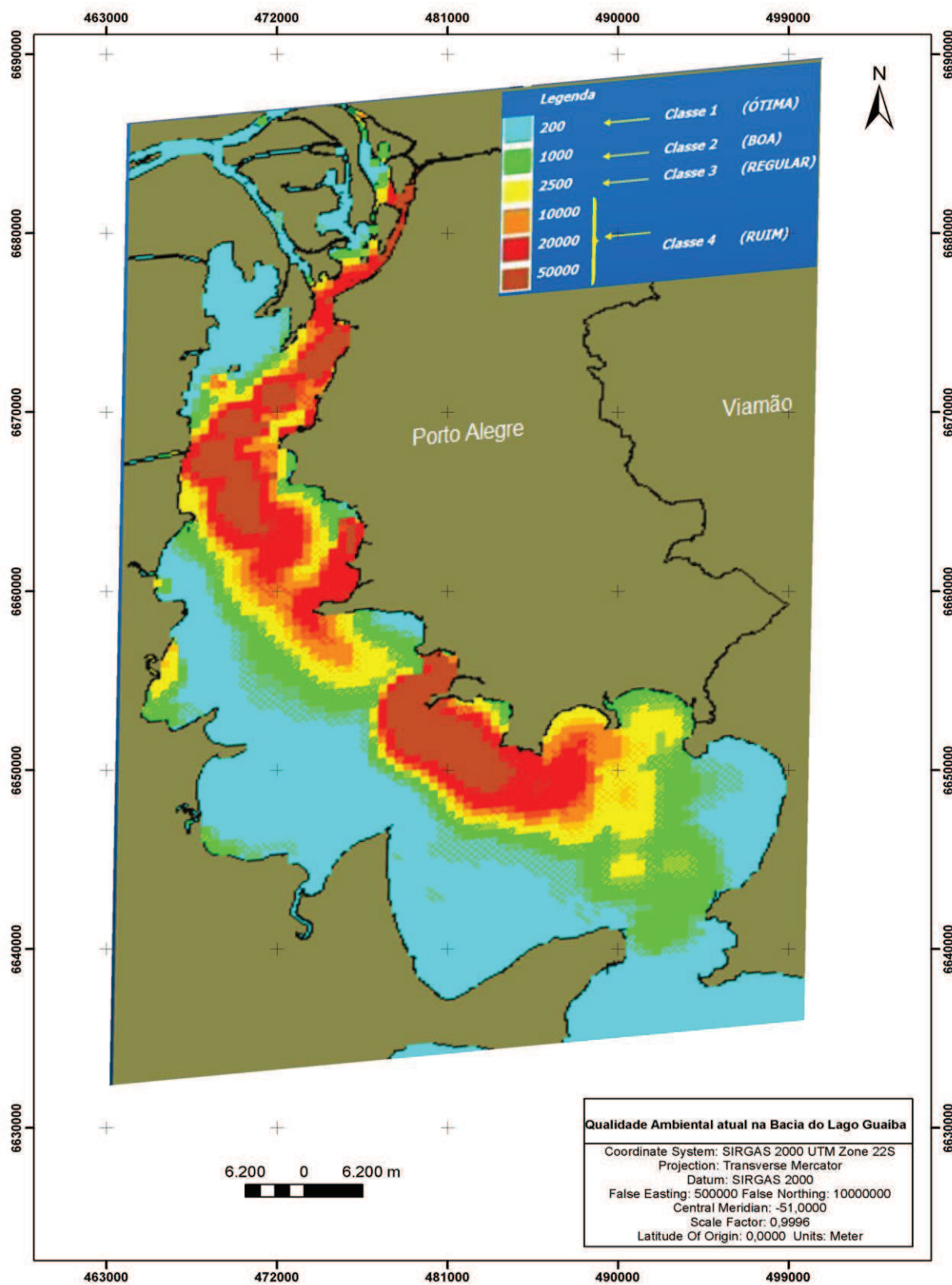
Figura 25 - Orientação da drenagem até o Lago Guaíba e perfil do solo



Fonte: Elaborado pelo autor de Google Earth (2017).

Logo, a área de maior concentração da carga poluidora é nas proximidades da costa litorânea do Lago Guaíba e o trecho de autodepuração é ao longo deste Lago passando pela Lagoa dos Patos (Figura 26). Segundo Andrade (2010, p. 16), a autodepuração é “um processo natural, no qual cargas poluidoras, de origem orgânica, lançadas em um corpo d’água são neutralizadas”. De acordo com Fraga (2015, p. 8), este fenômeno é “realizado por meio de processos físicos (diluição, sedimentação), químicos (oxidação) e biológicos (decomposição da matéria orgânica por microrganismos heterotróficos)”. Portanto, pode-se observar que a carga poluidora despejada no Lago Guaíba, mais especificamente na costa de Porto Alegre, tende diminuir à medida que avança no sentido da Lagoa dos Patos em função do processo de autodepuração, salvo se no curso desta trajetória entre a Lago Guaíba e a Lagoa dos Patos houver fontes de poluição difusa.

Figura 26 - Qualidade ambiental atual na Bacia do Lago Guaíba



Fonte: Adaptado pelo autor de CORSAN (2017).

Reprisa-se que a figura 26 mostra que em virtude da declividade a drenagem superficial transporta as águas contaminadas ao Lago Guaíba, onde a

maior concentração de poluição ocorre nas proximidades da costa litorânea tornando a qualidade da água classe 4. Na medida em que a água afasta da costa e segue seu curso em sentido à Lagoa dos Patos, sofre autodepuração, passando a qualidade ótima, chamada de classe 1, segundo a Resolução CONAMA 357/2005 e a CORSAN (2017).

5 CONCLUSÕES

O presente trabalho propôs uma análise ambiental com a utilização do SIG para implantação de zona industrial, considerando nos resultados os locais aptos, relativamente aptos e inaptos. Essa situação não considerada na maioria dos trabalhos técnicos que tratam do assunto (BARETTA, 2007), bem como na elaboração dos zoneamentos inseridos nos planos diretores municipais.

A motivação da análise ambiental prévia à futura instalação de uma zona industrial, como forma de auxílio no planejamento do território urbano, baseia-se na Constituição Federal (BRASIL, 1988) na obrigatoriedade do plano diretor, no Estatuto da Cidade (BRASIL, 2001) que trata do planejamento municipal e regulamenta dispositivos constitucionais e na Política Nacional de Meio Ambiente (BRASIL, 1981) que estabelece alguns instrumentos de planejamento urbano como avaliação de impacto ambiental e zoneamento ecológico.

O método de trabalho considerou variáveis do meio físico (declividade, geologia, pedologia etc), legislação e antrópico (usos do solo e infraestrutura) e seus respectivos pesos. Este estudo se desenvolveu mediante o uso de técnicas de geoprocessamento no SIG que proporcionou trabalhar com informações complexas de forma mais ágil, precisa e segura, facilitando analisar vários dados de entrada e saída pertinentes ao território de forma integrada.

Na construção dos resultados para obter a Zona Multicritério de Alocação Industrial – ZMAI (Carta Final) pode-se constatar sua importância, mas deve ser interpretado conjuntamente, se existente, com o plano diretor, o zoneamento ambiental/ecológico e econômico, o licenciamento ambiental, o estudo de impacto de vizinhança, o estudo de viabilidade urbanística, plano de saneamento básico e demais planos para um bom planejamento territorial.

Nota-se que no ZMAI a área apta a implantar a zona industrial é pequena em relação à área física da cidade de Viamão. Ademais o município possui fragilidades no meio físico (geologia, pedologia, declividade superior a 20% e outros) e no meio antrópico (alta adensamento populacional e estrutura viária), mas tem em seu espaço geográfico variáveis favoráveis (declividade entre 0 a 20%, pedologia com argila, áreas de baixa e média densidade populacional etc). Diante disso, ao avaliar a área apta constata-se que ela está inserida na unidade de conservação de uso sustentável do Banhado Grande. Porém, o fato da área

apta estar localizada em unidade de conservação de uso sustentável não inviabiliza a instalação de nova zona industrial, pois as condições do meio físico, legais e antrópicas autorizam sua implantação (Quadro 5, Figuras 14 a 16, 22 a 25). Nesse mesmo sentido, o estudo de Da Silva et al (2005) definiu variáveis do meio físico, biótico e infraestrutura na unidade de conservação de uso sustentável do Corumbataí em Itirapina/SP identificando uma área apta à instalação de zona industrial.

Observa-se que o fato de a área estar na APA do Banhado Grande não é motivo para negar a instalação de uma futura zona industrial, pois o presente estudo autoriza (Figuras 19 e 20). No entanto, o empreendimento (zona industrial) deverá passar pelo processo de licenciamento ambiental junto a FEPAM/RS, detalhando-se os estudos para obtenção da licença prévia. A área apta compreende parte da Macrozona Urbana e Rural (Figuras 15 e 20) e a relativamente apta localiza-se na Macrozona Rural.

Reconhece-se a necessidade de estudos geotécnicos e geofísicos para definir a profundidade do lençol freático e seu fluxo e as zonas de fratura rochosa (BARETTA, 2007) que se não forem executados numa visão macro de conhecimento do território, deverão ser executados no licenciamento ambiental.

Além disso, recomenda-se que este estudo seja discutido conjuntamente entre os Poderes Executivo e Legislativo Municipal, vislumbrando uma possível alteração do Plano Diretor (VIAMÃO, 2013), caso haja necessidade, para melhorar gestão ambiental do território. Não menos importante, giza-se que as secretarias de planejamento urbano e meio ambiente atuem conjuntamente, construindo seu raciocínio técnico de gestão ambiental do território a partir do ZAE (2016) para o Plano Diretor (2013) e não ao contrário.

Os trabalhos que tratam da identificação de áreas aptas à instalação de zonas industriais não listam atividades produtivas, contudo este trabalho criou um método próprio para listar as atividades produtivas relacionadas à aptidão da área em estudo, baseada no porte e potencial poluidor descrito na legislação vigente (CONSEMA, 2018) e no estudo técnico produzido no Estado. (RIO GRANDE DO SUL, 1981).

Tão importante quanto à localização da aptidão e das atividades produtivas nessas áreas é a análise dos possíveis impactos ambientais na Região Metropolitana de Porto Alegre, com alteração da qualidade do ar e da

água, nos municípios limieiros a Viamão. Nesta linha de estudo, considerou-se a combinação de dados secundários e primários, produzidos no SIG e no Google Earth sobre a qualidade do ar e os pontos de possível dispersão dos poluentes nos municípios vizinhos (RIO GRANDE DO SUL, 2014; MACHADO, 2008). E em relação à possibilidade de alterar a qualidade da água, viu-se que a carga dos efluentes tratados, em virtude da rede hídrica existente e sua dinâmica natural no meio ambiente, respeitando a legislação (CONSEMA, 2017), mostra que esta carga terá pontos de concentração (maior impacto) e no trajeto da rede hídrica sofrerá o efeito da autodepuração (diminuição do impacto) (CORSAN, 2017). Além disso, o presente estudo mostra que se houver na zona industrial efluente gerado, tratado e possivelmente liderado na rede hídrica, necessariamente será direcionado a cidade de Porto Alegre e desaguará no Lago Guaíba que, por sua vez, seguirá até a Lagoa dos Patos (Figuras 23 a 25). No que diz respeito a melhora ou piora da classe da água, essa mudança de classe 4 para classe 1 ocorre na medida que o efluente se afasta da costa de Porto Alegre (ponto crítico) e se dirige a Lagoa dos Patos (Figura 26), exceto se nesse percurso houver pontos difusos de carga poluidora de outros municípios (esgoto sanitário, água com agrotóxico e/ou efluente industrial).

O presente método de trabalho poderá ser utilizado para a análise prévia de empreendimentos de grande porte tais como shopping center, aeroporto, centro de distribuição de cargas, loteamentos verticais e/ou horizontais, polo petroquímico, distribuidora de combustível e gás dentre outros. No entanto, deve-se adequar as variáveis ao contexto do meio físico, legal e antrópico a ser estudado e caso não haja dados secundários disponíveis nos órgãos oficiais e instituições de ensino superior da região, será necessário despender recursos financeiros para a elaboração ou aquisição de dados primários. Outro ponto a ser considerado diz respeito as informações mínimas para obter a localização de áreas aptas que dependerá da definição do tipo de empreendimento que se pretende instalar, o conhecimento do processo produtivo ou operacional, dimensão da área estimada, recursos naturais a serem utilizados, infraestrutura necessária e na operação do empreendimento seus impactos ambientais.

Reitera-se que os estudos ambientais prevaleçam sobre o planejamento urbano empírico e político. Não há como planejar o território se não houver conhecimento detalhado do meio físico, antrópico e legal. A ausência desses

estudos pode resultar em elevado custo socio-econômico-ambiental a ser suportado pela sociedade. Em suma, planejamento urbano requer gestão ambiental do território.

Por fim, orienta-se que SIG é uma ferramenta de geoprocessamento cujos resultados são confiáveis, pois possui um método claro de análise. Com o SIG destaca-se que em termos de *aplicabilidade*, as vantagens são a organização dos dados de entrada e o seu rápido processamento, a inclusão de valores nos atributos das variáveis em estudo, a análise dos resultados intermediários e final(is), a facilidade de correção dos resultados, a interpretação sistematizada dos resultados e a possibilidade de uma visão mais abrangente do território em estudo.

O SIG no que tange as algumas *limitações*, pode-se constatar na álgebra de mapas que as variáveis que ocupam grande extensão territorial devem ser somadas entre si. Estas não puderam ser somadas com variáveis que ocupam pequena extensão, pois acusam erro na sobreposição, sendo necessário inseri-las ao final para preenchimento do território. Onde não houve soma, ocorreu a redução do espaço territorial nas combinações, por este motivo, usaram-se os resultados intermediários em raster com os pesos e a respectiva coloração (preta, cinza e branca) para preenchimento dos espaços da área de Viamão.

E por fim o presente trabalho *possibilita a continuidade da pesquisa e sugestões para futuros estudos*, pois o sistema proporciona que novos produtos poderão ser elaborados na medida em que se conclui a pesquisa, tais como: um *shapefile* de análise da qualidade dos corpos hídricos definição das classes, outro de banhados a partir da localização das áreas úmidas, infraestrutura e mobilidade urbana, identificação de áreas aptas à expansão urbana de novos empreendimentos imobiliários e aprimoramento deste método multicritério de escolha de áreas a novas zonas industriais.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, F. de O. **Acesibilidade Relativa dos espaços urbanos para pedestres com restrições de mobilidade**. 2010. 190 p. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 2010. Disponível em: <file:///C:/Users/leandro.avila/Downloads/tese.pdf>. Acesso em: 07 jan. 2017.

ALBANO, M. T. F. **Processo de formulação do 2º plano diretor de desenvolvimento urbano ambiental de Porto Alegre**. 1999. 187 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 1999. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/2307/000272245.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 07 set. 2015.

ALMEIDA, E. P.; GIACOMINI, L. B.; BORTOLUZZI, M. G. **Mobilidade e Acessibilidade Urbana**. In: SEMINÁRIO DE CONSTRUÇÕES URBANAS SUSTENTÁVEIS, 2., 2013, Passo Fundo, RS, IMED, 2013. 7 p. Disponível em: <<https://www.imed.edu.br/Uploads/Mobilidade%20e%20Acessibilidade%20Urbana.pdf>>. Acesso em: 07 jan. 2017.

ÁLVAREZ, Rodríguez et al. **Herramienta para la asignación óptima de usos del suelo**. In: Congreso Internacional de Medida y Modelización de la Sostenibilidad, 2., Terrassa, España, 2009.

_____ et al. **Herramienta para la asignación óptima de usos del suelo**. In: CONGRESO INTERNACIONAL DE MEDIDA Y MODELIZACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD, 2., Terrassa, España, 2009. 13 p. Disponível em: <http://www.geogra.uah.es/simurban1/docs_publicaciones/herr_asig_BuildSceneries.pdf>. Acesso em: 01 jun. 2017.

ANDRADE, L. N. de. **Autodepuração dos Corpos Hídricos**. *Revista Biológica*, v. 5, p. 16-19, dez. 2010. Disponível em: <file:///C:/Users/leandro.avila/Downloads/004%20AUTODEPURA%C3%87%C3%83O%20DOS%20CORPOS%20D'%C3%81GUA%20Larice%20Nogueira%20de%20Andrade.pdf>. Acesso em: 06 ago. 2017.

BARACUHY, J. G de V.; FURTADO, D. A.; FRANCISCO, P. R. M. **Unidade de tecnologias integradas para conservação de recursos hídricos**. Campina Grande: Epgarf, 2015. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAgoncAA/unidade-tecnologias-integradas-conservacao-recursos-hidricos?part=2>>. Acesso em: 05 jan. 2017.

BARBOSA, V. L.; NASCIMENTO JÚNIOR, A. F. **Paisagem, ecologia urbana e planejamento ambiental**, Londrina, PR, v. 18, n. 2, 2009. Disponível em: <file:///C:/Documents%20and%20Settings/Leandro%20Avila/Meus%20documentos/Downloads/3286-13690-1-PB.pdf>. Acesso em: 18 jul. 2015.

BARETTA, Luciane. **Análise ambiental para implantação de distritos industriais com o uso de geoprocessamento no município de São Leopoldo RS**. 2007. 86 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade do Vale dos Sinos, São Leopoldo, RS, 2007.

_____; VERONEZ, Maurício R.; REINHARDT, Alessandro O. **Qualitative environmental analysis for industrial districts implantation using geoprocessing techniques**. International Journal of Environmental Research and Public Health, p. 457-463, 2008.

BASTOS, C. A. B.; DIAS, R. D. **Unidades geotécnicas do solo de Porto Alegre**. Rev. Instituto Geológico, São Paulo, v. esp., p. 85-89, 1995. Disponível em: <<http://www.ppegeo.igc.usp.br/index.php/rig/article/download/8850/8116>>. Acesso em: 05 abr. 2017.

BEUF, Alice. **Concepción de centralidades urbanas y planeación del crecimiento urbano en la Bogotá do siglo XX**. In: COLOQUIO INTERNACIONAL DE GEOCRÍTICA, 12., 2012. Anais... [S.l.]: Instituto Francés de Estudios Andinos IFEA, 2012.

BRAGA, B. et al. **Introdução à engenharia ambiental: o desafio do desenvolvimento sustentável**. 2. ed. São Paulo: Earson Prentice Hall, 2005.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**: texto constitucional promulgado em 5 de outubro de 1988, com alterações determinadas pela Emendas Constitucionais de Revisão nº 1 a 6/94, pelas Emendas Constitucionais nº 1/92 a 82/2014 e pelo Decreto Legislativo nº 186/2008. Brasília: Senado Federal, Coordenação de Edições Técnicas, 2014.

_____. **Decreto n. 4.519, de 13 de dezembro de 2002**. Dispõe sobre o serviço voluntário em unidades de conservação federais, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/D4519.htm>. Acesso em: 03 jul. 2016.

_____. **Decreto n. 6.047, de 22 de fevereiro de 2007**. Institui a Política de Desenvolvimento Regional – PNDR e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2007/Decreto/D6047.htm>. Acesso em: 15 jul. 2017.

_____. **Decreto n. 8.437, de 22 de abril de 2015**. Regulamenta o disposto no art. 7º, caput, inciso XIV, alínea “h”, e parágrafo único, da Lei Complementar nº 140, de 8 de dezembro de 2011, para estabelecer as tipologias de empreendimentos e atividades cujo licenciamento ambiental será de competência da União. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/decreto/d8437.htm>. Acesso em: 02 jun. 2017.

_____. **II Plano Nacional de Desenvolvimento (1975 – 1979)**. Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA. Resolução nº 001, de 23 de janeiro de 1986. 118 p., 1974. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>>. Acesso em: 08 set. 2015.

_____. **Lei n. 10.257, de 10 de Julho de 2001**. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LEIS_2001/L10257.htm>. Acesso em: 08 set. 2015.

_____. **Lei n. 6.803, de 2 de julho de 1980**. Dispõe sobre as diretrizes básicas para o zoneamento industrial nas áreas críticas de poluição, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6803.htm>. Acesso em: 08 fev. 2016.

_____. **Lei n. 13.809, de 12 de janeiro de 2015**. Institui o Estatuto da Metrópole, altera a Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001, e dá outras providências. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13089.htm. Acesso em: 31 mar. 2018

_____. **Lei 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6938compilada.htm. Aceso em: 08/09/2015

_____. **Lei n. 7.347, de 24 de julho de 1985**. Disciplina a ação civil pública de responsabilidade por danos causados ao meio-ambiente, ao consumidor, a bens e direitos de valor artístico, estético, histórico, turístico e paisagístico e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L7347orig.htm>. Acesso em: 08 fev. 2015.

_____. **Lei n. 9.985, de 18 de julho de 2000**. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9985.htm>. Acesso em: 03 jul. 2016.

_____. **Lei Complementar n. 140, de 8 de dezembro de 2011**. Fixa normas, nos termos dos incisos III, VI e VII do caput e do parágrafo único do art. 23 da Constituição Federal, para a cooperação entre a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios nas ações administrativas decorrentes do exercício da competência comum relativas à proteção das paisagens naturais notáveis, à proteção do meio ambiente, ao combate à poluição em qualquer de suas formas e à preservação das florestas, da fauna e da flora; e altera a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LCP/Lcp140.htm>. Acesso em: 26 abr. 2016.

BULGACOV, S. et al. **Internacionalização de empresas participantes de clusters: condicionantes e práticas** relacionais. REDES - Revista Hispana para el Análisis de Redes Sociales, v. 23, n. 7, p. 202-232, 2012.

CÂMARA, Gilberto; ORTIZ, Manoel J. **Sistema de informação geográfica para aplicações ambientais e cadastrais**: uma visão geral. Divisão de Processamento de Imagens – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, 1998. 18 p. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/geopro/trabalhos/analise.pdf>>. Acesso em: 02 set. 2016.

CÂMARA, Richardson L. M. da. **Governos locais e políticas de promoção econômica**: uma análise da promoção econômica nos municípios brasileiros com população acima de 50 mil habitantes. 2013. 98 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2013.

CASSILHA, G. A.; CASSILHA, S. A. **Planejamento urbano e meio ambiente**. Curitiba/PR: IESDEBrasil, 2009.

CCM BENCKMARK GROUP. **Imagens bitmap e vectoriais**. Disponível em: <<http://br.ccm.net/contents/737-imagens-bitmap-e-vectoriais>>. Acesso em: 06 abr. 2017.

CLEMENTINO, Maria do L. M. **Ordenamento e planejamento territorial**: a falta que faz o plano metropolitano. In: COLOQUIO INTERNACIONAL DE GEOGRAFIA, 10., Barcelona, Espanha: Universidad Barcelona, 2008.

COMPANHIA RIOGRANDENSE DE SANEAMENTO – CORSAN. Palestrante José Homero Finamor. In: REUNIÃO ORDINÁRIA DO COMITÊ DE GERENCIAMENTO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO LAGO GUAÍBA, 108., 2017, Porto Alegre/RS, Palestra, 2017.

CONSELHO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE – CONSEMA. **Resolução n. 372, de 22 de fevereiro de 2018**. Dispõe sobre os empreendimentos e atividades utilizadores de recursos ambientais, efetiva ou potencialmente poluidores ou capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental, passíveis de licenciamento ambiental no Estado do Rio Grande do Sul, destacando os de impacto de âmbito local para o exercício da competência municipal no licenciamento ambiental. Disponível em: <<http://www.sema.rs.gov.br/resolucoes>>. Acesso em: 06 março 2018.

_____. **Resolução n. 355, de 13 de julho de 2017**. Dispõe sobre os critérios e padrões de emissão de efluentes líquidos para as fontes geradoras que lancem seus efluentes em águas superficiais no Estado do Rio Grande do Sul. Disponível em: <<http://www.sema.rs.gov.br/upload/arquivos/201707/19110149-355-2017-criterios-e-padroes-de-emissao-de-efluentes-liquidos.pdf>>. Acesso em: 31 jul. 2017.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE – CONAMA. **Resolução n. 01, de 23 de janeiro de 1986**. Estabelece as definições, as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>>. Acesso em: 11 maio 2016.

_____. **Resolução n. 237, de 19 de dezembro de 1997**. Institui regras ao licenciamento ambiental e definiu as atividades e empreendimentos sujeitos a licenciamento ambiental. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res97/res23797.html>>. Acesso em: 12 maio 2016.

_____. **Resolução n. 357, 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>>. Acesso em: 25 ago. 2017.

DA SILVA, R. M.; VERONEZ M. R.; THUM A. B.; DO CARMO C. F. **Analysis from viability for industrial district implantation inside the environmental protection area using GIS**. CIPA 2005, XX, International Symposium, Torino, Italy, pp. 742-745. 2005.

DALOTTO, R. A. S. **Aplicação de modelos cartográficos para simplificação, prognose e decisão nos estudos ambientais da bacia carbonífera catarinense**. 2000. 149 p. Dissertação (Mestrado) - Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), SC, 2000.

DINIZ, Clélio C. **Desenvolvimento poligonal no Brasil: nem desconcentração, nem contínua polarização**. Nova Economia, Belo Horizonte, v. 3, n. 1, p. 35-64, 1993. Disponível em: <<file:///C:/Users/pmvw/Downloads/2306-7467-1-PB.pdf>>. Acesso em: 30 ago. 2016.

ECOLOGUS Engenharia Consultiva Ltda. **Infraestrutura do Distrito Industrial de São João da Barra – DISJB**. Relatório de Impacto Ambiental – RIMA, Rio de Janeiro, 124 p. 2011. Disponível em: <<http://ceivap.org.br/downloads/eia-rima-distrito-industrial-de-sao-joao-da-barra.pdf>>. Acesso em: 06 jul. 2017.

EMPRESA BRASILEIRA D PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Argilossolos bruno-acinzentados**. Agência Embrapa de Informação Tecnológica. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos_tropicais/arvore/CONT000gmzisqcs02wx5ok0liq1mqzgi5tjo.html>. Acesso em: 19 ago. 2016.

_____. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 2006.

ERBA, Diogo A.; OLIVEIRA, F. L. de; JUNIOR, P. de N. L. (Org.). **Cadastro multifinalitário como instrumento da política fiscal e urbana**. Rio de Janeiro, 2005. 144 p. Disponível em: <<http://www.bibliotecacpa.org.ar/greenstone/collect/libagr/index/assoc/HASHe961.dir/doc.pdf>>. Acesso em: 03 nov. 2016.

FERREIRA, N. C. **Apostila de sistema de informações geográficas**. Centro Federal de Educação Tecnológica, Goiânia, 2006. 113 p. Disponível em: <<file:///C:/Documents%20and%20Settings/Leandro%20Avila/Meus%20documentos/Downloads/FERREIRA,%202006%20-%20Apostila%20do%20SIG.pdf>>. Acesso em: 20 jan. 2016.

FONTOURA, Leandro N. J. Planejamento urbano-ambiental: o uso e ocupação do solo no Distrito Federal. **Revista On Line Especialize**, Goiânia, v. 1, n. 5, 13 p., jun. 2013.

FRAGA, M. de S. **Modelagem da qualidade de água do rio piracicaba visando a avaliação de sua capacidade de autodepuração**. 2015. 90 p. Dissertação (mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2015. Disponível em: <<http://www.locus.ufv.br/bitstream/handle/123456789/7356/texto%20completo.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 06 jul. 2017.

FRAGOMENI, A. L. M. **Parques industriais ecológicos como instrumento de planejamento e gestão ambiental cooperativa**. 2005. 111 p. Dissertação (Mestrado) - COOPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, 2005. Disponível em: <http://objdig.ufrj.br/60/teses/coppe_m/AnaLuizaMouraFragomeni.pdf>. Acesso em: 07 set. 2015.

FREITAS, M. A. de et al. **Estudo do comportamento e potencialidade do aquífero relacionado à barreira marinha em Viamão -RS Utilizando modelagem computacional**. *Revista Pesquisas em Geociências*, v. 31, n. 2, p. 79-94, 17 p., 2004. Disponível em: <<https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/download/22321/14665>>. Acesso em: 09 abr. 2017.

FUJIMOTO, N. S. V. M.; SCHIMTZ, C. M. **Mapeamento geomorfológico aplicado a análise ambiental do município de Viamão**. *Revista Ciência e Natura*, ed. esp., p. 219-233, ago. 2004. Disponível em: <http://www.ecologia.ufrgs.br/labgeo/arquivos/downloads/dados/Geomorfologia_POA_Viamao_Alvorada/Fujimoto_&_Schmitz_2004_ciencia_e_natura.pdf>. Acesso em: 05 abr. 2017.

GALVÃO, O. J. de A. **“Clusters” e distritos industriais: estudos de casos em países selecionados e implicações de política**. *Planejamento e Políticas Públicas*, n. 21, 2000.

GARCIA, G. J. et al. **O uso de geotecnologias no planejamento ambiental: o plano diretor municipal de Tambaú – SP.** Eng. Agríc., Jaboticabal, v. 30, n. 6, p. 1178-1190, nov./dez. 2010.

GARCIA, R.; ARAÚJO, V. de C.; MARCARINI, S. **Espacialização e diversificação de aglomerações industriais: uma análise empírica aplicada às microrregiões do estado de São Paulo.** In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 29., 2009, As Ilvador, BA, 2009.

GOETZE, Camila. **Análise do Cenários para o Gerenciamento de Resíduos Domésticos Resíduos Recicláveis no Horizonte do Plano de Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos.** Universidade do Vale dos Sinos – UNISINOS, Dissertação, São Leopoldo/RS, 87 p., 2009.

GREGOTTI, Vittorio. **Território da arquitetura.** São Paulo, SP: Perspectiva, 191 p, 1975.

HOFFMANN, R. C.; MIGUEL, R. A.; PEDROSO, D. C. **A importância do planejamento urbano e da gestão ambiental para o crescimento ordenado das cidades.** Revista Engenharia e Tecnologia, v. 3, n. 3, 2011.

IMPAGLIAZZO, Marianina. **Programa Rio Eco Polo: Instrumento de planejamento e gestão ambiental cooperativa.** Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais – IBEAS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 1., Baurú, SP, 2010. Disponível em: <<http://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2010/I-014.pdf>>. Acesso em: 30 ago. 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Cidades @.** Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=432300>>. Acesso em: 01 fev. 2016..

_____. **Cidades @: Histórico do Município.** 2011. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/painel/historico.php?lang=&codmun=432300&search=rio-grande-do-sul|viamao|infograficos:-historico>>. Acesso em: 09 jun. 2016.

_____. **Estimativas de população para 1º de julho de 2015.** 127 p. Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Estimativas_de_Populacao/Estimativas_2015/estimativa_dou_20150915_decisao_judicial.pdf>. Acesso em: 01 fev. 2016.

_____. **Manuais Técnicos em Geociências, nº 7: Manual Técnico de Uso da Terra.** 3. ed. Rio de Janeiro, 2013. 171 p. Disponível em: <ftp://geoftp.ibge.gov.br/documentos/recursos_naturais/manuais_tecnicos/manua_l_uso_da_terra.pdf>. Acesso em: 21 abr. 2016.

_____. **Manuais Técnicos de Geociências, nº 4: Manual Técnico de Pedologia.** 2. ed. Rio de Janeiro, 2007. 316 p. Disponível em:

<<http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv37318.pdf>>. Acesso em: 19 ago. 2016.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA - IPEA. **Governança metropolitana no Brasil**: Caracterização e Quadros de Análise Comparativa da Governança Metropolitana no Brasil: arranjos institucionais da gestão metropolitana. 2013. Disponível em: <http://ipea.gov.br/redeipea/images/pdfs/governanca_metropolitana/rel1_1_rmpa.pdf>. Acesso em: 09 jun. 2016.

JUNIOR, Antônio R. O. **Geoprocessamento com ferramenta de análise integrada de riscos de acidentes industriais**. Disponível em: <<file:///C:/Documents%20and%20Settings/Leandro%20Avila/Meus%20documentos/Downloads/MarcoAntonio.pdf>>. Acesso em: 05 dez. 2016.

LADWIG, N. I. **Uma metodologia de inventário cadastral e SIG no planejamento do espaço turístico regional**. Criciúma: Tecnologia e Ambiente, Universidade do Extremo Sul Catarinense – UNESC, 2004.

LIBERATO, Rita de Cássia. **Revisando os modelos e as teorias da análise regional**. Caderno de Geografia, Belo Horizonte, v. 18, n. 29, p. 127-136, 2008.

MACHADO, R. R. **Estudo do potencial eólico do Pontal do Abreu – Município de Viamão – RS**. 2008. 140 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade do Rio Grande – FURG, Rio Grande, RS, 2008. Disponível em: <<http://www.engenhariaoceanica.furg.br/arquivos/machado,r.r.pdf>>. Acesso em: 26 jun. 2016.

MAGRINI, A. **Política e gestão ambiental: conceitos e instrumentos**. Revista Brasileira de Energia, n. 8, p. 135-147, 2001. Disponível em: <file:///C:/Documents%20and%20Settings/Leandro%20Avila/Meus%20documentos/Downloads/v08n02_politica-e-gestao-ambiental-conceitos-e-instrumentos.pdf>. Acesso em: 07 set. 2015.

MAIA, Joseli A. A evolução da área rururbana de Viamão/RS a partir do asfaltamento da rodovia 040 (1970-210). In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOGRAFIA URBANA, 13., 2013, Rio de Janeiro, RS: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, p. 1-14, 2013.

MAIA, L. M. da S.; COUTO, L. F. N. do. **Identificação do Uso e Cobertura do Solo da Área de Expansão do Distrito Industrial de Manaus Através de Classificação Automática de Imagem de Satélite com Emprego de SIG**. In: Simpósio Internacional de Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia, 1., 2010, Manaus/AM, 2010. Disponível em: <<http://seminariodoambiente.ufam.edu.br/2010/anais/rn31.pdf>>. Acesso em: 20 dez. 2016.

MARSHALL, Alfred. **Os economistas**: princípios de economia tratado introdutório. Tradução revista de Rômulo Almeida e Ottolmy Strauch. São Paulo: Nova Cultura. 1996. v. 1.

MARTINS, Cristiane A. B. **O Desenvolvimento da Cidade de Rio Grande ao Longo de sua História**. Universidade de Vale dos Sinos – UNISINOS, dissertação de mestrado, São Leopoldo/RS, 2014. Disponível em: <http://www.repositorio.jesuita.org.br/bitstream/handle/UNISINOS/3951/Cristiane%20Alves%20B.Martins.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 12 mar.2017.

MEDEIROS, Alessandra C. **Análise ambiental do processo de urbanização em Americana, SP**: diretrizes para elaboração da gestão ambiental, através da técnica do geoprocessamento. Santa Bárbara D'Oeste: Universidade Metodista de Piracicaba, 2003.

MEDEIROS, P. S. C de. **Pedogênese em topossequências graníticas no município de Porto Alegre**. 2014. 135 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2014. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/130572/000978625.pdf?sequence=1>. Acesso em: 05 abr. 2017.

MENA, Fernando C.; VALLEJO, Rene. **La planificación de Quito: del plan director a la ciudad democrática**. Selectd Works, p. 141-169, 1992.

METAENVIRON Engenharia Ltda. **Relatório de Impacto Ambiental**. Distrito Industrial do Município de Piraisópolis/Minas Gerais. Contrato n. 215/2013, 2013.

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. **Plano Nacional de Desenvolvimento Regional**, 2011, 32 p. Disponível: http://www.mi.gov.br/c/document_library/get_file?uuid=240b7eb3-af5d-458a-ad65-1e9f4d5e9095&groupId=24915. Acesso em: 20 maio 2017.

_____. **Premissas**. 2015. Disponível: <http://www.mi.gov.br/premissas>. Acesso em: 20 maio 2017.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Programa Nacional de Capacitação de Gestores Ambientais**: Caderno de Licenciamento Ambiental. Brasília, Distrito Federal, 2009, 90 p. Disponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/dai_pnc/_arquivos/pnc_caderno_licenciamento_ambiental_01_76.pdf. Acesso em: 30 ago. 2016.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA. **Biodiversidade**: regiões da Lagoa do Casamento e dos Butiazais de Tapes, planície costeira do Rio Grande do Sul. 2006, 388 p. Disponível em: <http://www.terrabrasil.org.br/ecotecadigital/pdf/serie-biodiversidade--25-regioes-da-lagoa-do-casamento-e-dos-butiazais-de-tapes-planicie-costeira-do-rio-grande-do-sul.pdf>. Acesso em: 05 abr. 2017.

MIRANDA, Adriana Eckert. **Planos e projetos de expansão urbana, industriais e operários em Porto Alegre (1935-1961)**. 2013. 372 p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

MOURA, N. S. V.; DIAS, T. S. **Elaboração do mapa geomorfológico do município de Porto Alegre**. *Ciência e Natura*, p. 113-138, 2012. Disponível em: <http://www.ecologia.ufrgs.br/labgeo/arquivos/downloads/dados/Geomorfologia_Porto_Alegre/Moura_&_Dias_2012_ciencia_e_natura.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2017.

MOURA, N. S. V.; HASENACK, H.; SILVA, L. de L. **Mapa geomorfológico dos municípios de Porto Alegre, Viamão e Alvorada - RS**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS, 2012. Disponível em: <http://www.ecologia.ufrgs.br/labgeo/arquivos/downloads/dados/Geomorfologia_POA_Viamao_Alvorada/UTM/geomorfologia_POA_Viamao_Alvorada_75mil.pdf>. Acesso em: 07 abr. 2017.

OLIVEIRA, R. B de. **Identificação dos limites entre solo e saprolito em argiloso bruno-acinzentado derivados de rochas sedimentares**. 2012. 74 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal e Santa Maria, 2012. Disponível em: <<http://w3.ufsm.br/ppgcs/images/Dissertacoes/RODRIGO-B-DE-OLIVEIRA.pdf>>. Acesso em: 03 abr. 2017.

PARAVIDINO, Thomaz Crespo et al. **Localização industrial: um estudo de caso para locação espacial de uma unidade de envasamento de água de coco**. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 31., Belo Horizonte, MG, 2011.

PÉRICO, Eduardo; CEMIM, Gisele. **Planejamento do uso do solo em ambiente SIG: alocação de um Distrito Industrial no Município de Lajeado, RS, Brasil**. *Estudos Geográficos*, Rio Claro, p. 41-52, 2006. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/228620725>>. Acesso em: 01 maio 2016.

PREFEITURA DE MACAÉ. **Portal de Dados GeoMacaé**. Disponível em: <<http://www.macaerj.gov.br/geomacaer/conteudo/titulo/o-que-e-georreferenciar>>. Acesso em: 12 set. 2016.

PREFEITURA DE VIAMÃO. **História da cidade**. Disponível em: <http://www.viamao.rs.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=4&Itemid=3>. Acesso em: 07 jun. 2016.

_____. **Lei n. 2.978, de 23 de julho de 2001**. Autoriza o Poder Executivo Municipal a Conceder Parcelamento das Taxas de Licença para Execução de Obra às Empresas que Instalarem-se no Distrito Industrial de Alvarada - Viamão (DIAV). 2001. Disponível em: <leismunicipais.com.br>. Acesso em: 09 jun. 2016.

_____. **Lei n. 3.530, de 29 de dezembro de 2006.** Institui o Plano Diretor, Definem Princípios, Políticas, Estratégias e Instrumentos para o Desenvolvimento Municipal e para o Cumprimento da Função Social da Propriedade no Município de Viamão e dá outras Providências. 2006. Disponível em: <leismunicipais.com.br>. Acesso em: 09 jun. 2016.

_____. **Lei n. 4.154, 25 de novembro de 2013.** Institui o Plano Diretor, define princípios, políticas e estratégias e instrumentos para o desenvolvimento municipal e para o cumprimento da função social da propriedade no município de Viamão e dá outras providências. 2013.

PREFEITURA DE VIAMÃO. **Lei n. 4.415, de 19 de outubro de 2015.** Dispõe sobre o licenciamento ambiental no Município de Viamão, cria a taxa de licenciamento ambiental e dá outras providências. 2015.

_____. **Viamão conquista Prêmio SEBRAE Prefeito Empreendedor: Viamão conquista Prêmio SEBRAE Prefeito Empreendedor.** Disponível em: <http://www.viamao.rs.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=1840:2016-04-07-18-05-27&catid=2:noticias&Itemid=14>. Acesso em: 26 maio 2016.

RAMOS, R. A. R. **Localização industrial:** um modelo para o noroeste de Portugal. 2000. 323 p. Tese (Doutorado) - Universidade do Minho, Braga, 2000. Disponível em: < <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/184>>. Acesso em: 12 março 2017

RANIERI, Victor L. et al. **O zoneamento ambiental como instrumento de política e gestão ambiental.** PARTE II Trabalhos Apresentados no X Simpósio do PPG-SEA, 2005. p. 109-136.

RIBEIRO, H. **Curso de gestão ambiental:** estudo de impacto ambiental como instrumento de planejamento. Barueri: Malone, 2004.

RIO GRANDE DO SUL. **Atlas Eólico:** Rio Grande do Sul. Elaborado Camargo Schubert Engenheiros Associados, Eletrosul Centrais Elétricas S.A. e AWS True Power, Porto Alegre/RS, 2016. Disponível em: <<http://minasenergia.rs.gov.br/atlas-eolico-2016-03>>. Acesso em: 10 maio 2016.

_____. Fundação de Economia e Estatística – FEE. **Perfil Socioeconômico/Municípios/Viamão.** 2014. Disponível em: <<http://www.fee.rs.gov.br/perfil-socioeconomico/municipios/detalhe/?municipio=Viam%E3o>>. Acesso em: 19 maio 2016.

_____. **Lei n. 11.520, de 3 de agosto de 2000.** Institui o Código Estadual do Meio Ambiente do Estado do Rio Grande do Sul e dá outras providências. Lex: Secretária Estadual do Meio Ambiente – SEMA. Legislação. Disponível em: <<http://www.sema.rs.gov.br/sema/html/lcodma.htm>>. Acesso em: 13 mar. 2015.

_____. Secretaria da Saúde. Departamento do Meio Ambiente. **Critérios ambientais para o zoneamento industrial**. Porto Alegre: Fundação de Economia e Estatística, 1981.

_____. Secretaria de Desenvolvimento Econômico, Ciência e Tecnologia – SCT. **Prefeituras podem inscrever projetos de infraestrutura de áreas industriais municipais**. 2013. Disponível em: <www.sct.rs.gov.br/?model=conteudo&menu=149>. Acesso em: 09 jun. 2016.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria Estadual de Meio Ambiente – SEMA. **Bacias hidrográficas do RS**. 2010. Disponível em: <<http://www.sema.rs.gov.br/>>. Acesso em: 03 mar. 2016.

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos**. São Paulo: Oficina do Texto, 2008.

_____. **Modelos e ferramentas de gestão ambiental: desafios e perspectivas para as organizações**. 2. ed. rev. e ampl. São Paulo: Senac, 2006.

SCHEREN, Rudimar S. **Urbanização da planície de inundação do Rio Gravataí – RS**. Porto Alegre: IGEO/UFRGS, 2014. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/87987/000912042.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 02 janeiro 2017

SILVA, Geovany Jessé Alexandre da; WERLE, Hugo José Scheuer. **Planejamento urbano e ambiental nas municipalidades: da cidade à sustentabilidade, da lei à realidade**. Paisagem em Debate - Revista Eletrônica da Área Paisagem e Ambiente, n. 5, dez. 2007.

SOCIEDADE DE PESQUISA EM VIDA SELVAGEM E EDUCAÇÃO AMBIENTAL – SPVS. **Plano de manejo: reserva particular do patrimônio natural Morro da Mina e Santa Maria**. 2012. 175 p. Disponível em: <http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/RPPN/Planos_de_Manejo/RPPN_Morro_da_Mina_e_Santa_Maria/PLANO_MANEJO_RESERVA_NATURAL_MORRO_DA_MINA_E_SANTA_MARIA_SPVS_iap1.pdf>. Acesso em: 01 abr. 2017.

SOUZA, Distrito Industrial de Corumbá: **Considerações preliminares acerca dos seus propósitos e “des”caminhos**. In: SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS E SÓCIO-ECONÔMICOS DO PANTANAL: OS DESAFIOS DO MILÊNIO, 3., 2000, Corumbá. Corumbá, MS, 2000. Disponível em: <<http://www.cpap.embrapa.br/agencia/congresso/Socio/SOUZA-035.pdf>>. Acesso em: 30 ago. 2016.

TEIXEIRA, M.B. 2002. **Plano Ambiental de São Leopoldo: o estudo de caso de São Leopoldo – RS**. **Divulgações do Museu de Ciências e Tecnologia**, Porto Alegre, RS, v. 8, p. 3-14, 2003. Disponível:

<http://cursos.ead.pucrs.br/Biblioteca/direitoambiental/Textos/pdf/dudaa_planejamento_ambiental_municipal.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2016.

TOMLIN, C. D. Cartographic modelling. In: MAGUIRE, D. J.; GOODCHILD, M. F.; RHIND, D. W. (Ed.). **Geographical information systems: principles and applications**. Harlow: Longman, 1991. p. 361-374.

VEIGA, A. J. P.; VIEGA, D. A. M.; MATTA, J. M. B. da. **Densidade demográfica como instrumento de planejamento urbano**: um estudo de caso sobre Vitória da Conquista – BA. In: SIMPÓSIO CIDADES DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA, 2015. 2015. Disponível em: <http://www.uesb.br/eventos/simposio_cidades/anais/artigos/eixo5/5h.pdf>. Acesso em: 07 jan. 2017.

ZANINI, L. F. P. **Seleção preliminar de áreas para o futuro distrito industrial do município de Nova Santa Rita – RS**: estudo Geológico-Geotécnico (PROTEGER). Porto Alegre: CPRM/ METROPLAN, 1995.