

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA
MESTRADO EM GESTÃO DO TERRITÓRIO

ALEX CAETANO DA SILVA

IDENTIFICAÇÃO DAS ÁREAS DE VULNERABILIDADE
SOCIOAMBIENTAL MEDIANTE LÓGICA *FUZZY* – ESTUDO NO
MUNICÍPIO DE PONTA GROSSA, PR

PONTA GROSSA
2013

ALEX CAETANO DA SILVA

IDENTIFICAÇÃO DAS ÁREAS DE VULNERABILIDADE
SOCIOAMBIENTAL MEDIANTE LÓGICA *FUZZY* – ESTUDO NO
MUNICÍPIO DE PONTA GROSSA, PR

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Geografia, pelo Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Estadual de Ponta Grossa.

Orientadora: Profa. Dra. Selma Regina Aranha Ribeiro

PONTA GROSSA

2013

Ficha Catalográfica elaborada pelo Setor de Tratamento da Informação BICEN/UEPG

S586 Silva, Alex Caetano da
Identificação das áreas de vulnerabilidade socioambiental mediante lógica fuzzy
– estudo no município de Ponta Grossa, PR/ Alex Caetano da Silva,
Ponta Grossa, 2013.
151f.

Dissertação (Mestrado em Gestão do Território – Área de Concentração: Gestão
do Território), Universidade Estadual de Ponta Grossa.
Orientadora: Profa. Dra. Selma Regina Aranha Ribeiro.

1. Vulnerabilidade socioambiental. 2. Lógica fuzzy. 3. Espaço urbano. I. Ribeiro,
Selma Regina Aranha. II. Universidade Estadual de Ponta Grossa. Mestrado em
Geografia. III. T.

CDD: 307.76

TERMO DE APROVAÇÃO

Alex Caetano da Silva

IDENTIFICAÇÃO DAS ÁREAS DE VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL MEDIANTE LÓGICA FUZZY - ESTUDOS NO MUNICÍPIO DE PONTA GROSSA/PR

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre no Curso de Pós-Graduação em Geografia – Mestrado em Gestão do Território, Setor de Ciências Exatas e Naturais da Universidade Estadual de Ponta Grossa, pela seguinte banca examinadora:

Orientador:


Prof.ª Dr.ª Selma Regina Aranha Ribeiro
UEPG


Prof. Dr. Marcelo Paiva da Motta
IBGE


Prof. Dr. Luis Alexandre Gonçalves Cunha
UEPG

Ponta Grossa, 19 de junho de 2013.

Você avança por horas e não sabe com certeza se já está no meio da cidade ou se permanece do lado de fora. Como um lago de margens baixas que se perde em lodaçais, Pentesiléia expande-se por diversas milhas ao seu redor numa sopa de cidade diluída no planalto: edifícios pálidos que dão as costas para prados insípidos, entre paliçadas de varas e telhados de zinco. De vez em quando, às margens da estrada, uma concentração de construções de fachadas áridas, altas altas ou baixas baixas como um pente desdentado, parece indicar que a partir dali as malhas da cidade se restringem. Em vez disso, prosseguindo você encontra outros terrenos baldios, depois um subúrbio com oficinas e depósitos enferrujados, um cemitério, uma feira com parque de diversões, um matadouro; você se afasta por uma rua de lojas macilentas que se perde em manchas de campo pelado ... vem a noite; iluminam-se as janelas, ora mais ralas, ora mais densas. Se escondida em algum bolso ou ruga dessa circunscrição transbordante existe uma Pentesiléia reconhecível ou recordável por quem ali esteve...

Italo Calvino – As Cidades invisíveis

*Este trabalho é dedicado aos meus
grandes Heróis, Verdadeiros Mestres,
Professores da vida, Atores que me
ensinaram os verdadeiros valores e
princípios da vida, eternos motivadores
dos meus sonhos, Minha mãe e meu Pai.*

AGRADECIMENTOS

Entre sonhos e objetivos jogados ao destino, rezas e promessas ao pé da cama, entre uma conversa e outra, ao som da sinfonia das cornetas invisíveis, de realidade muitas vezes duvidosa, mas de importância única para aqueles que acreditam, meus agradecimentos iniciais vão a Deus.

Agradeço aos meus pais, minha referência, em quem eu me espelho, eternos incentivadores, sempre me dando força para lutar e correr atrás dos objetivos e sonhos. Ao meu Irmão, Cristiano, Engenheiro Cartografo, mestre na arte das geotecnologias que muito me auxilio nas horas de dificuldades bem como na aplicação dos questionários e nas caminhadas por Ponta Grossa. E no contexto da minha família, não poderia esquecer de uma das mulheres que fazem parte da minha vida, Francielle, mulher decidida, de garra, que sempre me apoiou a continuar e trouxe alegria em diversos momentos difíceis da caminhada acadêmica.

À professora Dra. Selma Regina Aranha Ribeiro, por acreditar e possibilitar o desenvolvimento da pesquisa, por abraçar uma ideia, um sonho, modelando, pincelando e como uma verdadeira artista contribuindo para a construção de um sonho em realidade. Agradeço a paciência, as ótimas conversas, orientações, risadas, puxões de orelha, a todos os subsídios que foram necessários para realização desta dissertação, agradeço por contribuir com o meu crescimento intelectual e pessoal.

Ao meu grande amigo Renato irmão de longa data, das jornadas acadêmicas e profissionais, de visão muito além de estatura e idade, agradeço pelas suas críticas construtivas ao trabalho, pela motivação nos momentos difíceis, pela parceria nas horas mais inusitadas da vida. Não poderia esquecer e citar o Arnaldo, parceiro do Instituto Trilobita, amigo das horas vagas e que teve contribuição ímpar em diversos momentos da construção deste material e ao Daniel Sedorko que sempre esteve disposto e pronto para o que fosse preciso.

A todos os amigos e amigas integrantes do laboratório de geotecnologias e da Pós Graduação em Gestão do Território pelos momentos de descontração, amizade e troca de experiências, sem deixar de esquecer os meus grandes amigos do Polo UAB e do Colégio Estadual Genésio Moreschi em Colombo.

Aos professores do programa de Mestrado em Gestão do Território, que sempre me acolherão e fazem parte de minha historia acadêmica. Ao professor Dr. Luiz Alexandre Goncalves e o Dr. Marcelo Paiva da Motta pelas contribuições ao trabalho. Enfim agradeço a todos que de uma maneira ou de outra contribuíram ao longo desta caminhada.

RESUMO

A presente pesquisa identifica os diferentes índices de vulnerabilidade socioambiental a partir da lógica *Fuzzy* na área urbana de Ponta Grossa, Paraná. Destaca-se o emprego das geotecnologias, na confecção e representação dos cartogramas e mapas bem como no cruzamento e análise da temática. A pesquisa levanta o perfil socioambiental do espaço urbano do município, por meio dos dados coletados pelo CENSO IBGE 2010 e da declividade do município. Emprega-se a metodologia *Fuzzy* para criação de índices, caracterizando os dados em (5) grupos de análise, condições de moradia, condições quanto ao acesso a educação e das condições econômicas, aglomerados subnormais e condições do relevo com índices variando entre 1 melhores condições e 0 as piores condições do fenômeno estudado. Mediante os operadores *Fuzzy AND*, *OR*, *PRODUCT*, *SUM* e *GAMMA*, cruzam-se os grupos de vulnerabilidade representando os diferentes níveis de vulnerabilidade nos diferentes operadores *Fuzzy*, representando a vulnerabilidade socioeconômica. O índice de vulnerabilidade socioambiental é o resultado final, resulta da sobreposição difusa com todos os grupos que compõem o índice de vulnerabilidade socioeconômica agregado ao grupo índice de declividade mediante os operadores *AND* e *GAMMA*. Os operadores apresentaram bons resultados, identificando os diferentes níveis de vulnerabilidade e os setores menos vulneráveis estão presentes no Bairro Centro e nas suas proximidades, nos bairros mais distantes em sua maioria encontram-se as vulnerabilidades mais altas.

Palavras-chave: Vulnerabilidade socioambiental; Lógica *Fuzzy*; Espaço urbano.

ABSTRACT

This research identifies the different environmental vulnerability indices from fuzzy logic in urban area of Ponta Grossa, Paraná. Noteworthy is the use of geotechnology, and representation in the making cartograms and maps as well as in intersection and thematic analysis. The research raises the environmental profile of urban space of the city, through the data collected by IBGE Census 2010 and the steepness of the municipality. Employs the methodology for creating fuzzy indices, characterizing the data in (5) analysis groups, housing conditions, conditions as to access to education and economic conditions, subnormal agglomerates and relief conditions with rates ranging from 1 better and 0 the worst conditions of the studied phenomenon. By Fuzzy operators AND, OR, PRODUCT, SUM and GAMMA, intersect the vulnerability groups representing different levels of vulnerability in different fuzzy operators, representing the socioeconomic vulnerability. The environmental vulnerability index is the end result, results from overlapping fuzzy with all the groups that make up the index of socioeconomic vulnerability added to the group index slope by AND and GAMMA. The operators performed well, identifying the different levels of vulnerability and the least vulnerable sectors are present in the district center and in its vicinity, in more distant neighborhoods mostly vulnerabilities are higher.

Keywords: Environmental vulnerability; Fuzzy Logic; urban space.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

1 INTRODUÇÃO	14
2 PRODUÇÃO DOS ESPAÇOS, PLANEJAMENTO E GESTÃO URBANOS	18
Figura 1 – Cartograma de localização do Município e da área urbana de Ponta Grossa, Estado do Paraná	29
Figura 2 – Evolução demográfica do Município de Ponta Grossa (1940-2010).	30
Figura 3 – Número de habitantes por bairro (Ponta Grossa, Paraná).....	31
Figura 4 – Densidade demográfica por setor censitário	32
Figura 5 – Número de crianças até 4 anos de idade por setor censitário	33
Figura 6 – Número pessoas residentes com 60 anos ou mais de idade por setor censitário	34
Figura 7 – Cartograma com a razão entre o número de homens e o número de mulheres em Ponta Grossa - PR.....	35
Figura 8 – Pirâmide etária da população urbana.....	36
3 CARTOGRAFIA E OS SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA (SIG)	37
Figura 9 – Variáveis visuais: ‘tamanho’ (a) e ‘tom de cor’ (b)	40
Figura 10 – Representações <i>raster</i> em tons de cinza (a). Representação vetorial (b). Sobreposição das apresentações <i>raster</i> e vetorial (c).....	43
Figura 11 – Base Cartográfica com os Setores Censitários	46
Figura 12 – Base Cartográfica com os Setores Censitários	47
Figura 13 – Sobreposições por adição	48
Figura 14 – Funções de Sobreposição (<i>Overlay</i>)	49
4 ÍNDICE DE VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL: APLICAÇÃO DA METODOLOGIA FUZZY PARA CARACTERIZAR O ESPAÇO URBANO PONTAGROSSENSE	50
Quadro 1 – Indicadores de Vulnerabilidade Socioambiental	54
Figura 15 – Exemplo de objeto <i>Fuzzy</i> (a) e lógica clássica (b).....	63
Quadro 2 – Padronização <i>Fuzzy</i> linear para as Categorias Hierárquicas de Graus de vulnerabilidade	68
Quadro 3 – Técnica, função de pertinência e características do operador <i>Fuzzy</i>	70
5 ÍNDICES FUZZY DE VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL.....	72
Figura 16 – Cartograma com os domicílios particulares permanentes sem abastecimento de água da rede geral	74

Gráfico 1 – Domicílios particulares permanentes sem abastecimento de água da rede geral.....	75
Figura 17 – Cartograma com os domicílios particulares permanentes sem energia elétrica	76
Gráfico 2 – Índices dos domicílios particulares permanentes sem energia elétrica	77
Figura 18 – Cartograma com os domicílios particulares permanentes sem esgotamento sanitário via rede geral de esgoto ou pluvial	78
Gráfico 3 – Domicílios particulares permanentes sem esgotamento sanitário via rede geral de esgoto ou pluvial	79
Figura 19 – Cartograma com os domicílios particulares permanentes do tipo casa sem lixo coletado	80
Gráfico 4 – Domicílios particulares permanentes do tipo casa sem lixo coletado	81
Figura 20 – Cartograma com os domicílios particulares permanentes sem banheiro de uso exclusivo dos Moradores	82
Gráfico 5 – Domicílios particulares permanentes sem banheiro de uso exclusivo dos Moradores.....	83
Figura 21 – Cartograma com as pessoas responsáveis pelos domicílios não alfabetizadas.....	84
Gráfico 6 – Pessoas responsáveis pelos domicílios não alfabetizadas	85
Figura 22 – Cartograma com as pessoas não alfabetizadas com 10 ou mais anos de idade	86
Gráfico 7 – Pessoas não alfabetizadas com 10 ou mais anos de idade	87
Figura 23 – Cartograma com os domicílios particulares com rendimento nominal mensal domiciliar <i>per capita</i> de até meio salário mínimo.	88
Gráfico 8 – Domicílios particulares com rendimento nominal mensal domiciliar <i>per capita</i> de até meio salário mínimo	89
Figura 24 – Cartograma com as pessoas com rendimento nominal mensal de até 1 salário mínimo.....	90
Gráfico 9 – Pessoas com rendimento nominal mensal de até 1 salário mínimo	91
Figura 25 – Cartograma com as pessoas responsáveis sem rendimento nominal mensal	92
Gráfico 10 – Pessoas responsáveis sem rendimento nominal mensal	93
Figura 26 – Cartograma com os aglomerados subnormais	94
Figura 27 – Cartograma representando o índice <i>Fuzzy</i> da declividade do relevo.....	95

6 VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL E A SOBREPOSIÇÃO DIFUSA 97

Figura 28 – Sobreposição difusa das condições de moradia. Operador <i>Fuzzy AND</i>	98
Figura 29 – Sobreposição difusa das condições de moradia. Operador <i>Fuzzy OR</i>	99
Figura 30 – Sobreposição difusa das condições de moradia. Operador <i>Fuzzy SUM</i> ..	100
Figura 31 – Sobreposição difusa das condições de moradia. Operador <i>Fuzzy PRODUCT</i>	101

Figura 32 – Sobreposição difusa das condições de moradia. Operador <i>Fuzzy GAMMA</i>	102
Figura 33 – Sobreposição difusa das condições no acesso a educação. Operador <i>Fuzzy AND</i>	103
Figura 34 – Sobreposição difusa das condições no acesso a educação. Operador <i>Fuzzy OR</i>	104
Figura 35 – Sobreposição difusa das condições no acesso a educação. Operador <i>Fuzzy SUM</i>	105
Figura 36 – Sobreposição difusa das condições no acesso a educação. Operador <i>Fuzzy PRODUCT</i>	106
Figura 37 – Sobreposição difusa das condições no acesso a educação. Operador <i>Fuzzy GAMMA</i>	107
Figura 38 – Sobreposição difusa das condições de rendimento. Operador <i>Fuzzy AND</i>	109
Figura 39 – Sobreposição difusa das condições de rendimento. Operador <i>Fuzzy OR</i>	110
Figura 40 – Sobreposição difusa das condições de rendimento. Operador <i>Fuzzy SUM</i>	111
Figura 41 – Sobreposição difusa das condições de rendimento. Operador <i>Fuzzy AND</i>	112
Figura 42 – Sobreposição difusa das condições de rendimento. Operador <i>Fuzzy GAMMA</i>	113

7 ÍNDICES FUZZY DE VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL..... 114

Figura 43 – Diagrama de blocos com as etapas para o desenvolvimento de cartograma de vulnerabilidade socioeconômica	115
Figura 44 – Índice de vulnerabilidade socioeconômico– Operador <i>Fuzzy AND</i>	116
Figura 45 – Índice de vulnerabilidade socioeconômico – Operador <i>Fuzzy GAMMA</i>	117
Figura 46 – Diagrama de bloco – Índice <i>Fuzzy</i> socioambiental	119
Figura 47 – Índice de vulnerabilidade socioambiental – Operador <i>Fuzzy AND</i>	120
Figura 48 – Índice de vulnerabilidade socioambiental – Operador <i>Fuzzy Gamma</i>	121
Gráfico 11 – Principais carências de infraestrutura próximas à residência da população entrevistada	123
Figura 49 – Falta de manutenção das ruas	123
Gráfico 12 – Principais carências de infraestrutura no bairro da população entrevistada	124
Gráfico 13 – Principais carências de infraestrutura em Ponta Grossa segundo a população entrevistada	125
Gráfico 14 – Três elementos importantes segundo a população entrevistada	125
Gráfico 15 – Destino do lixo	126
Gráfico 16 – Destino do escoadouro do banheiro ou sanitário	127
Gráfico 17 – Renda familiar média mensal	127
Gráfico 18 – Situação trabalhista do responsável pelo domicílio	128

Gráfico 19 – Relação entre renda total da família e as condições de vida.....	129
Gráfico 20 – Grau de instrução dos residentes no domicílio.....	129
Gráfico 21 – Problemas ambientais	130
Figura 50 – Lixo nos arroios	131
Gráfico 22 – Avaliação da população pesquisada sobre suas condições de Vida	131
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS	133
9 RECOMENDAÇÕES.....	137

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 PRODUÇÃO DOS ESPAÇOS, PLANEJAMENTO E GESTÃO URBANOS	18
2.1 PRODUÇÃO DOS ESPAÇOS URBANOS.....	19
2.2 PLANEJAMENTO E GESTÃO URBANA	25
2.3 O ESPAÇO URBANO PONTAGROSSENSE E A SUA CONFIGURAÇÃO DEMOGRÁFICA.....	27
3 CARTOGRAFIA E OS SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA (SIG)	37
3.1 A ASSOCIAÇÃO ENTRE A CARTOGRAFIA E A GEOGRAFIA	37
3.1.1 Aplicações das Geotecnologias em Estudos Urbanos.....	40
3.2 BANCO DE DADOS E A FORMAÇÃO DA BASE CARTOGRÁFICA.....	44
3.3 SOBREPOSIÇÃO E CRUZAMENTO DAS INFORMAÇÕES	48
4 ÍNDICE DE VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL: APLICAÇÃO DA METODOLOGIA FUZZY PARA CARACTERIZAR O ESPAÇO URBANO PONTAGROSSENSE	50
4.1 ÍNDICE DE VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL	53
4.2 A LÓGICA FUZZY NO CONTEXTO DA VULNERABILIDADE	61
4.3 CONSTRUÇÃO DOS ÍNDICES FUZZY	65
4.3.1 Processo de Fuzzificação.....	65
4.3.2 Variáveis Linguísticas.....	67
4.3.3 Sobreposição Difusa	68
5 ÍNDICES FUZZY DE VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL.....	72
5.1 ÍNDICES FUZZY - CONDIÇÕES DE MORADIA	73
5.2 ÍNDICES FUZZY – CONDIÇÕES NO ACESSO A EDUCAÇÃO	83
5.3 ÍNDICES FUZZY – E CONDIÇÕES DE RENDIMENTO DA POPULAÇÃO	87
5.4 ÍNDICES FUZZY – AGLOMERADOS SUBNORMAIS.....	93
5.5 ÍNDICES FUZZY – CONDIÇÕES DO RELEVO	94
6 VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL E A SOBREPOSIÇÃO DIFUSA	97
6.1 SOBREPOSIÇÃO DIFUSA – CONDIÇÕES DE MORADIA.....	97

6.2 SOBREPOSIÇÃO DIFUSA – CONDIÇÕES NO ACESSO A EDUCAÇÃO ..	103
6.3 SOBREPOSIÇÃO DIFUSA – CONDIÇÕES DE RENDIMENTO	108
7 ÍNDICES <i>FUZZY</i> DE VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL	114
7.1 ÍNDICES <i>FUZZY</i> DE VULNERABILIDADE SOCIOECONÔMICO	114
7.2 ÍNDICES <i>FUZZY</i> DE VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL	118
7.3 CONDIÇÕES SOCIOAMBIENTAIS DA POPULAÇÃO PONTAGROSSENSE	122
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS	133
9 RECOMENDAÇÕES	137
REFERÊNCIAS	138
APÊNDICES	145
APÊNDICE A – Questionário aplicado aos moradores residentes nos setores censitários que apresentaram maiores vulnerabilidades socioambientais .	146
APÊNDICE B – Mapa de Índice de Vulnerabilidade Socioambiental com operador <i>AND</i>	148
APÊNDICE C – Mapa de Índice de Vulnerabilidade Socioambiental com operador <i>GAMMA</i>	150

1 INTRODUÇÃO

Basta caminhar pela cidade princesina, apelido carinhoso do Município de Ponta Grossa – PR, para perceber a precariedade na infraestrutura de carências urbanas básicas e essenciais para o dia a dia. Em sobe “morro” desse “morro” encontramos uma população que em meio a diversos problemas solta um sorriso quando indagadas sobre a sua qualidade de vida, acreditando que é possível uma cidade mais justa.

Da fachada de madeira envelhecida sem tinta ao mármore, das ruas de asfalto ao carreiro que liga as famílias, das casas com quatro banheiros a casas sem banheiro... tudo em questão de minutos, tudo ao piscar dos olhos, reflexo da mais pura segregação social. Mas Ponta Grossa não para por aí, olhamos para o lado encontramos um conjunto de casas, no outro, chácaras, fazendas, matadouros, avenidas, carros e no desvio de olhar, deparamos com um cavalo em meio à selva de concreto.

Carros importados desfilando seus motores pesados, vão dividindo espaço com os carros menores, estes puxados pelas mãos, ao som da moda de viola vinda do meio dos papelões, provavelmente do rádio de pilhas. Uma conversa com um morador e o desabafo, queremos saúde, não é fácil enfrentar horas e horas de filas para ter o atendimento médico, a população está solicitando creches e mais respeito.

A noite vai chegando, crianças jogando bola, mulheres caminhando com bacias de água para o banho diário, luzes se apagando, o “gato” da rede elétrica aparecendo iluminando àqueles que por motivos econômicos, sociais, ambientais e outros, estão mais vulneráveis, mas mesmo assim acreditam que suas condições de vida são boas.

Conhecer, desmitificar, categorizar, fuzzificar, cartografar... são tantas as maneiras, ferramentas e ações necessárias para melhor conhecer e representar as características da população pontagrossense, que tal premissa é um grande desafio.

Encontramos diversos estudos e pesquisas referentes à cidade princesinha e ainda assim temos muito para apreender e compreender.

Ponta Grossa localizada no segundo planalto do Estado do Paraná é uma cidade de médio porte, em constantes transformações, sociais, econômicas e/ou ambientais. Compreender como acontece a interseção dos processos socioeconômicos e ambientais no espaço urbano, é peça fundamental para gestão do território, e a identificação das áreas de vulnerabilidade sejam elas sociais e/ou ambientais carecem de pesquisas e são importantes no contexto do planejamento e identificação dos grupos vulneráveis.

O conhecimento detalhado dos espaços de vulnerabilidade contribui com técnicos, gestores e pesquisadores interessados nas temáticas urbanas, sendo fundamental a inserção de novas técnicas e metodologias para o desenvolvimento de ações com a premissa de reduzir as desigualdades presentes.

Durante as duas últimas décadas, diversas inovações computacionais têm sido apresentadas para o desenvolvimento de estudos no campo das pesquisas urbanas, destacando-se as geotecnologias, que possuem diversas ferramentas que permitem a modelagem, simulação e representação das características urbanas nas diversas perspectivas sejam elas da vulnerabilidade ou não.

Entre as geotecnologias, destacam-se os Sistemas de Informação Geográfica (SIG), que amparados da lógica *Fuzzy* permitem representar, analisar, visualizar e cruzar diversas informações que estão atreladas e permitem a representação da população nas mais diversas situações sejam econômicas, sociais, ambientais, ou todas agrupadas, representando as características socioambientais.

De porte das geotecnologias, busca-se entender como está configurada a população, sua distribuição ao longo do território, bem como os espaços de vulnerabilidade, acreditando que são subsídios importantes para o planejamento e gestão territorial. É com o intuito de representar cartograficamente os diferentes índices de vulnerabilidade socioambiental que o presente trabalho enfrenta o desafio inicial.

O objetivo geral da presente pesquisa é identificar como estão apresentados os diferentes índices de vulnerabilidade socioambiental a partir da lógica *Fuzzy* na área urbana de Ponta Grossa, Paraná. Para concretizar o objetivo proposto,

organizasse a base de dados com as informações censitárias partir dos dados do Censo Demográfico (IBGE, 2010) no menor nível de desagregação possível, os setores censitários e do modelo digital do terreno como representante do relevo para o cálculo da declividade presente no município, o perfil do relevo foi realizado mediante curvas de nível equidistante de cinco (5) e cinco (5) metros.

Emprega-se a metodologia *Fuzzy* para criação de índices, caracterizando os dados em (5) grupos de análise, condições de moradia, condições quanto ao acesso a educação e das condições econômicas, aglomerados subnormais e condições do relevo, possibilitando a identificação dos grupos populacionais mais vulneráveis quanto aos requisitos selecionados.

Mediante os operadores *Fuzzy AND, OR, PRODUCT, SUM* e *GAMMA*, cruzam-se os grupos de vulnerabilidade representando os diferentes níveis de vulnerabilidade nos diferentes operadores *Fuzzy*, afim de melhor representar a vulnerabilidade socioambiental.

O estudo está estruturado em nove seções, o primeiro apresenta a introdução. A seção dois “*Produção dos espaços, planejamento e gestão urbanos*”, apresenta a discussão teórica e reflexão sobre os conceitos de espaço, reflexão sobre o planejamento e gestão urbana, e as características demográficas da população urbana de Ponta Grossa, por meio dos dados do censo IBGE 2010.

A terceira seção “*Cartografia e o Sistemas de Informação Geográfica*” apresenta breve histórico sobre a cartografia, as formas de representação, elementos que contribuem com a representação e expressão dos cartogramas gerados. Tem-se também, discussão sobre as geotecnologias, suas funcionalidades e contribuições para o processo de análise, armazenamento, manipulação e confecção dos cartogramas. Apresenta-se o modelo de banco de dados confeccionado bem como sua formulação, a unidade de mapeamento e o processo de cruzamento “*overlay*”.

Na sessão quatro, “*Índice de vulnerabilidade socioambiental: aplicação da metodologia Fuzzy para caracterizar o espaço urbano pontagrossense*” é realizada a discussão sobre o termo vulnerabilidade socioambiental com autores que abordam a temática nas suas diferentes interpretações. É apresentada a metodologia realizada para criar o índice de vulnerabilidade socioambiental e as variáveis que compõem cada grupo de análise realizada na pesquisa. Apresenta-se a discussão sobre a

lógica *Crisp*, suas possibilidades e limitações bem assim como a lógica *Fuzzy*, suas características e potencialidades para estudos urbanos no contexto da vulnerabilidade. O capítulo também apresenta o processo de fuzzificação realizado com as variáveis censitárias, a padronização *Fuzzy* para categorizar as hierarquias de graus de vulnerabilidade e as características na sobreposição difusa com os operadores *Fuzzy AND, OR, SUM, PRODUCT E GAMMA*.

A quinta seção “*Índices Fuzzy de vulnerabilidade socioambiental*” apresenta os índices *Fuzzy* com as variáveis que compõem o índice socioambiental, além dos índices em formato de cartogramas, também se apresenta gráficos individuais com o número de ocorrência dos fenômenos de cada variável que compõem o índice *Fuzzy*. O capítulo também apresenta a discussão das variáveis agrupadas em cinco grupos, condições de moradia, condições quanto ao acesso a educação, das condições econômicas, dos aglomerados subnormais e as condições do relevo que juntas vão compor o índice de vulnerabilidade sociambiental.

Na seção seis, “*Vulnerabilidade socioambiental e a sobreposição difusa*” apresenta a vulnerabilidade mediante a sobreposição difusa com os operadores *AND, OR, SUM, PRODUCT e GAMMA*. O capítulo descreve a sobreposição dos índices *Fuzzy* que compõem cada grupo de análise (condições de moradia, condições no acesso a educação e condições de rendimento), nas cinco operações *Fuzzy: AND, OR, SUM, PRODUCT e GAMMA*, com índices apresentando intervalos entre 1 (não vulnerável) e 0 (alta vulnerabilidade).

A sétima seção, “*Índices Fuzzy de vulnerabilidade socioambiental*” exhibe o índice de vulnerabilidade socioeconômico e o socioambiental mediante os operadores *AND e GAMMA*. O cruzamento dos grupos de análise, das condições socioeconômicas, contem os grupos citados no capítulo anterior, com a exceção das condições do relevo. Concluindo os cartogramas, apresenta-se o índice de vulnerabilidade socioambiental com todos os grupos de análise que nortearam a pesquisa.

Ao final são apresentadas as considerações finais da pesquisa realizada, as recomendações e as referências que foram utilizadas no estudo.

2 PRODUÇÃO DOS ESPAÇOS, PLANEJAMENTO E GESTÃO URBANOS

Entender a configuração espacial da população, como está distribuída no espaço permeado por lutas, conflitos e poderes, é condição inicial para se planejar e gerir uma cidade.

Buscando reverter às desigualdades socioeconômicas acredita-se na contribuição do planejamento urbano, já que no espaço urbano ocorrem múltiplos fenômenos que contribuem para o aumento das desigualdades sociais, o que pode ser traduzido e representado nos espaços de vulnerabilidade. Estes espaços uma vez compreendidos e visualizados podem traduzir, e possibilitar a realização de ações concretas e intervenções nas diversas escalas, maximizando o poder de ação sobre os fenômenos.

A possibilidade de constatar, visualizar e conhecer as áreas que apresentam os maiores índices de vulnerabilidade torna possível repensar os fenômenos com maior velocidade de reação, possibilitando o planejamento e gestão que busquem reduzir as desigualdades. Sendo assim, a necessidade de abordagens que considere os vários níveis de organização social, econômico e cultural, levou a análise das conceituações a partir da articulação sociedade, espaço, planejamento e gestão, fundamentada em autores como Corrêa (1995), Gottdiener (1997), Souza (2001) e Villaça (1998).

Nesta seção apresentam-se os conceitos de espaço urbano, planejamento e gestão, uma vez que, tais conceitos são elementos importantes para o processo de retomada para consciência coletiva da organização das cidades. Além de compreender a intersecção dos processos econômicos no espaço urbano, investigam-se as contribuições do planejamento urbano na construção de possibilidades para o desenvolvimento, rompendo com acepção de desenvolvimento tradicional, onde os aspectos físicos da paisagem sobressaem.

2.1 PRODUÇÃO DOS ESPAÇOS URBANOS

Diversas pesquisas são realizadas envolvendo as mais distintas abordagens para o planejamento de ações no espaço urbano, estas por sua vez, contribuem com decisões a serem realizadas a partir dos gestores, planejadores e demais interessados na temática.

O gerenciamento e planejamento das ações no espaço urbano constituem-se em tarefas cotidianas, uma vez que o espaço urbano é dinâmico em constantes transformações, afinal, não se vive se atua ou se trabalha 'no' espaço, mas se produz espaço, vivendo, atuando e trabalhando (SMITH, 1988), tal contexto, apresenta a necessidade constante de novas abordagens para o planejamento de ações (GOTTDIENER, 1997).

O espaço é visto como uma criação humana realizada por meio do movimento da sociedade sobre a natureza, transformada pela ação do homem, destacando-se os espaços urbanos, estes concentrando na atualidade a maior parcela da população.

A partir do questionamento a respeito de quem produz o espaço urbano, é relevante ressaltar a contribuição de Corrêa (1995) que apresenta o espaço urbano capitalista como produto social, resultado de ações acumuladas através do tempo, e concebidas por agentes sociais concretos que produzem e consomem espaço.

O espaço urbano é analisado como conjunto de pontos, linhas e áreas, neste espaço da cidade capitalista, definido como conjunto de diferentes usos da terra justapostos entre si que se encontram os principais conflitos sociais. Corrêa (1995, p. 8) ainda argumenta que “o espaço urbano é um reflexo tanto de ações que se realizam no presente como também daquelas que se realizaram no passado e que deixaram suas marcas impressas nas formas espaciais do presente”.

É no espaço urbano, organizado e vivenciado pelas sociedades que estão os principais contrastes econômicos e sociais. Diversas situações envolvem os espaços urbanos, dentre eles, a alta densidade populacional, infraestrutura urbana precária e a presença de *nichos* populacionais instalados em localidades impróprias. O espaço urbano pontagrossense é também reflexo de um sistema desigual. Nesse sentido, se encontram grupos populacionais que permanecem à margem dos bens

básicos, como água de boa qualidade, coleta de lixo, energia elétrica, rede de esgoto, acesso a educação, dentre outros.

É na sociedade de classes que o acesso aos bens de serviços apresenta-se de ordem diferenciada, estando presentes de maneira adversa de acordo com os padrões econômicos. O espaço urbano, reflexo e condicionante (CORRÊA, 1995) torna-se o palco das principais desigualdades vivenciadas pelas sociedades, sendo apresentada pelos principais contrastes econômicos e sociais presentes na sociedade. Correia argumenta que “espaço urbano, especialmente o da cidade capitalista, é profundamente desigual: a desigualdade constitui-se em característica própria do espaço urbano capitalista” (CORRÊA, 1995, p. 8).

O espaço urbano também é o cenário e o objeto dos conflitos sociais, estes buscando exercer o seu direito de cidadania plena, por meio do direito a cidade para todos, “eis o que é o espaço urbano fragmentado e articulado, reflexo e condicionante social, um conjunto de símbolos e campo de lutas” (CORRÊA, 1995, p. 9).

Villaça (1998, p. 20) apresenta o espaço urbano conduzido por meio da localização,

estruturado fundamentalmente pelas condições de deslocamento do ser humano, seja enquanto portador da mercadoria força de trabalho - como no deslocamento casa-trabalho -, seja enquanto consumidor - reprodução da força de trabalho, deslocamento casa-compras, casa-lazer, escola, etc.

A localização vai determinar a mobilidade, bem como a coesão e a segregação das classes sociais, reestruturando os espaços internos, “o urbano passa então a ser definido em termos dos efeitos particulares da intensidade das interações entre o social e o espacial, provocadas pela forma específica de articulação espacial da produção, da circulação do consumo, na formação social” (BODDY *apud* VILLAÇA, 1998, p. 22).

O espaço urbano, como uma criação humana, aperfeiçoada pelo movimento da sociedade, é produto social em constante processo de reprodução, em determinados momentos da sociedade devido às transformações ocorridas, passa a ser um produto histórico. Carlos (2001, p. 32) argumenta que o homem é “um ser social agente da vida econômica e da produção do espaço, que tendo por base as

relações sociais, realiza profundas modificações no quadro econômico-político e social”. Assim, as transformações e o desenvolvimento vão ocorrendo por meio do processo de produção, medidos a partir do trabalho e apresentados como condição inicial, sem a qual não se pode entender esse movimento (CARLOS, 2001).

Parte-se da premissa que o espaço urbano deva cumprir duas funções: 1) suprir as necessidades de seus habitantes por meio do acesso aos seus equipamentos e funções; 2) imprimir modificações aos habitantes, uma vez que a vida no ambiente urbano pressupõe certos tipos de relações sociais (CORRÊA, 1995). Desta forma, o espaço urbano interage com a sociedade, e conforme as necessidades e ideologias sociais ele é transformado, resultando um processo de produção desse espaço (BEAUJEU-GARNIER, 1980; CORRÊA, 1995).

No sistema capitalista, o espaço urbano é ocupado e utilizado de diferentes formas pelos diferentes grupos sociais, sendo que o direito de propriedade privada é concedido aos detentores de renda, ou seja, àqueles que podem pagar pelo direito da terra, já que esta é uma mercadoria que possui além do seu valor de uso um valor de troca, que vai ser maior ou menor devido sua localização e infraestrutura urbana.

Vários são os elementos que (re)produzem o espaço urbano, como os próprios proprietários dos meios de produção, os proprietários fundiários, os promotores imobiliários, o estado e não menos importante, os grupos sociais excluídos (CORRÊA, 1995). Esses agentes desempenham ações e estratégias que vão modelando a cidade, ditando ao mercado o valor dos principais instrumentos da produção, a terra. De acordo com Corrêa (1995), os agentes produtores do espaço urbano agem de diferentes formas, podendo até ser em conjunto, mas possuem objetivos distintos.

A análise urbana se realiza dentro de tal contexto como um entendimento generalizado dos processos que produzem, mantêm e reproduzem os espaços urbanos, envolvendo diversos atores na sua configuração, elevando o elemento espaço urbano como principal objeto de análise junto com as atividades do Estado (GOTTDIENER, 1997).

Uma observação importante refere-se ao fato de o Estado atuar diretamente como grande consumidor de espaço e de localizações específicas, proprietário fundiário e promotor imobiliário, sem deixar de ser também um agente de regulação

do uso do solo e o alvo dos chamados movimentos sociais urbanos (CORRÊA, 1995).

É na produção dos agrupamentos subnormais, em terrenos públicos ou privados invadidos, que os grupos sociais excluídos tornam-se, efetivamente, agentes modeladores, produzindo seu próprio espaço mesmo que estejam marginalizados, a produção deste espaço é, antes de tudo, uma forma de resistência e, ao mesmo tempo, uma estratégia de sobrevivência (CORRÊA, 1995).

A aquisição da terra para a parcela da população mais desprovida financeiramente, vai tornando-se distante, uma vez que os grandes agentes do setor imobiliário podem estar integrados direta e indiretamente, em grandes corporações que, além de outras atividades, compram, especulam, financiam, administram e produzem espaço urbano modelando a cidade, produzindo seu próprio espaço e interferindo decisivamente na localização de outros usos da terra (CORRÊA, 1995).

A desigualdade econômica se apresenta de forma clara no espaço urbano, onde as pessoas ocupam áreas condizentes com os seus rendimentos. Quem possui melhor renda, conseqüentemente, possui melhor localização em relação ao contexto geral da cidade, e quem apresenta rendimentos menores ocupa localidades que apresentam as mais variadas deficiências em infraestrutura urbana.

Mesmo não possuindo grande contingente populacional, alguns espaços não oferecem as mesmas oportunidades e benefícios a todos os seus moradores, a área central apresenta-se como principal palco das atividades comerciais, de serviços, da gestão pública e privada, destacando-se as paisagens verticalizadas, tais áreas apresentam vantagens locacionais e imóveis apresentando elevados preços para sua aquisição, entretanto Corrêa (1995, p. 68) argumenta que a “elite, a partir do momento em que se inicia o processo de centralização, começa progressivamente a abandonar suas residências centralmente localizadas, indo residir na periferia” definindo uma divisão social do espaço.

As produção e reprodução do espaço urbano acontecem no geral, devido à presença de diversos fatores e não apenas carecido dos processos econômicos. Entretanto, mais especificamente, ocorre “por causa de uma articulação conjunta - Estado e setor imobiliário, que forma a vanguarda das transformações espaciais” (GOTTDIENER, 1997, p. 241) configurando e modelando as cidades.

Os proprietários latifundiários e os agentes imobiliários contribuem para o aumento da segregação, já que eles promovem o acesso diferenciado ao solo para o uso da moradia. Para Carlos (2004, p. 121), “a segregação é a negação do urbano e da vida urbana. Esta segregação assume, no entanto, várias facetas indicando processos diferenciados, apesar de justapostos”.

A desigualdade espacial da infraestrutura e serviços pode ser explicada por Santos (2000), onde este coloca que o lugar socioeconômico determina o acesso efetivo aos bens e serviços que também são distribuídos conforme a hierarquia urbana.

De acordo com Singer (1982, p. 33) a “cidade capitalista não tem lugar para os pobres”, logo, o lugar dos menos favorecidos economicamente na cidade é aquela com grandes deficiências em benefícios urbanos, geralmente longe da área central, já que na grande maioria das cidades os pobres moram na periferia, mesmo existindo inúmeros casos onde a população menos favorecida habita nas áreas centrais. Têm-se casos em que a população de melhor renda habita áreas longínquas, porém em conjuntos fechados e gozando de toda infraestrutura encontrada nos centros urbanos.

Gottdiener (1997) demonstra que a forma de espaço urbano não só é um produto social, mas é também seu valor. Em suma, o espaço urbano é uma construção social em todas as suas dimensões apresentando diversos valores de acordo com localização e infraestrutura presente, “assim, a transformação da sociedade deve ser feita por meio da criação consciente de novas relações sócioespaciais que vinculem a transformação da obra à transformação da vida da comunidade” (GOTTDIENER, 1997, p. 28) rompendo com o espaço urbano apenas estético.

O estudo do espaço torna-se essencial, e com processos distintos que o estruturam, destacando os conflitos de classes e a lógica da acumulação de capital (GOTTDIENER, 1997). A desigualdade econômica é encontrada de forma clara no espaço urbano, onde as pessoas ocupam áreas condizentes com os seus rendimentos, onde quem possui melhor renda, conseqüentemente, possui melhor localização em relação ao contexto geral da cidade, e quem tem renda baixa ocupa localidades que apresentam as mais variadas deficiências.

Mesmo as cidades que não apresentam grande contingente populacional, apresentam dificuldades no oferecimento das mesmas oportunidades e benefícios a todos os seus moradores, gerando disputas e concorrências internas, principalmente de empregos. Logo, a sociedade capitalista torna-se o lugar de ocorrência dos principais conflitos sociais (CORRÊA, 1995) tornando-se necessárias intervenções que amortize tais conflitos e contribua com o desenvolvimento.

2.2 PLANEJAMENTO E GESTÃO URBANA

Várias são as formas de intervenção no espaço urbano, esta por sua vez pode ser oriunda da postura ditatorial ou de postura democrática e racional. A forma de intervir democraticamente e racionalmente sobre a realidade pode ser alcançada com a gestão e o planejamento urbano.

O conceito de gestão encontra-se presente em diversos ambientes profissionais, principalmente ligados à administração de empresas (gestão empresarial), entretanto na atualidade, está sendo intensificado o uso de sua expressão, no atual contexto encontramos os termos gestão educacional, gestão ambiental, gestão urbana, gestão territorial, dentre outras (SOUZA, 2010).

Para Souza (2010), o termo gestão é corretamente empregado, uma vez que o conceito de planejamento foi vastamente desacreditado e diversas vezes associado com as práticas nocivas e autoritárias da crise do planejamento urbano e regional. O autor ainda argumenta que para alguns analistas influenciados pelas críticas marxistas dos anos 70, o termo planejamento deveria ser substituído por outro termo, inclusive o de gestão, entretanto,

a substituição de planejamento por gestão baseia-se em uma incompreensão da natureza dos termos envolvidos. Planejamento e gestão não são termos intercambiáveis, por possuírem referenciais temporais distintos e, por tabela, por se referirem a diferentes tipos de atividade. (SOUZA, 2010 p. 47).

O planejamento é artifício que nos possibilita elaborar conjuntos de ações orientadas sobre uma estrutura espacial em diversas escalas, regional, municipal, nacional e internacional, tendo como objetivo alcançar um cenário desejável. No contexto de planejamento urbano destaca-se Souza, (2001, 2003, 2006, 2008) com diversas discussões envolvendo o planejamento. Para o Souza (2010, p. 46),

planejar sempre remete ao futuro: planejar significa tentar prever a evolução de um fenômeno ou, para dizê-lo de modo menos comprometido com o pensamento convencional, tentar simular os desdobramentos de um processo, com o objetivo de melhor precaver-se contra prováveis problemas ou, inversamente, com o fito de melhor tirar partido de prováveis benefícios.

O Planejamento urbano é apresentado por Ferrari (1986, p. 3) como,

um método de aplicação contínuo e permanente, destinado a resolver racionalmente os problemas que afetam uma sociedade situada em determinado espaço, em determinada época, através de uma previsão ordenada capaz de antecipar suas ulteriores consequências.

Analisando esses dois conceitos, percebe-se que ambos têm a preocupação com o futuro, seja antecipando ou prevendo ações para alcançar um intuito, este que pode ser de uma cidade mais justa e mais organizada. O planejamento deve ser pensado e repensado de maneira contínua, buscando atender as ações necessárias para o futuro, atualizando e reelaborando suas ações. O planejamento é algo que não pode ser abandonado, não utilizar seria incompatível com a vida social organizada e negligenciar a importância do planejamento alegando que é impossível prever o futuro, configura-se como irresponsabilidade e falta de comprometimento dos atores envolvidos com as ações transformadoras (SOUZA, 2010).

O conceito de gestão por sua vez, possui referenciais temporais distintos e refere-se a diferentes tipos de atividades. Souza (2001, p. 46) argumenta que “gestão remete ao presente: gerir significa administrar uma situação dentro dos marcos dos recursos presentemente disponíveis e tendo em vista as necessidades imediatas”.

Gestão aparece descrito por Buarque (1999, p. 60) como,

sistema institucional e a arquitetura organizacional adequada e necessária para implementar a estratégia e plano de desenvolvimento local e municipal, mobilizando e articulando os atores e agentes, com seus diversos instrumentos, e assegurando a participação da sociedade no processo.

A gestão deve ser compatível com a concepção e os princípios de planejamento apresentando opções estratégicas que ressalte a participação da sociedade descentralizando o processo de decisão e execução das diversas ações (BUARQUE, 1999).

Analisando o conceito de gestão e planejamento, encontra-se nítida diferença entre os conceitos, Silva (2001) argumenta que o planejamento é a

preparação para a gestão futura, buscando-se evitar ou minimizar problemas e ampliar margens de manobra e gestão configura-se na efetivação, ao menos em parte (pois o imprevisível e o indeterminado estão sempre presentes), das condições que o planejamento feito no passado ajudou a construir.

Souza (2001, p. 46) ainda ressalta que, “longe de serem concorrentes ou intercambiáveis planejamento e gestão são distintos e complementares”. Sendo assim, planejamento e gestão são dois conceitos diferentes, mas não indissociáveis, e sim complementares, tornando-se essenciais para adequação dos espaços urbanos, bem como para redução das desigualdades sociais. Neste sentido, deve haver maior comprometimento do Estado com as classes sociais menos favorecidas, para que suas ações estejam pautadas no planejamento e gestão que almeje a promoção do desenvolvimento com transformação social, não baseada apenas na racionalidade técnica guiada por critérios econômicos (VASCONCELLOS, 2001).

A superação de problemas ligados a fatores da injustiça social e melhoria das qualidades de vida, são alvos do planejamento e da gestão e ambos deveriam ser visualizados como pertencentes das estratégias de desenvolvimento nacional e regional (SOUZA, 2010).

O planejamento e gestão que não contempla as questões sociais aprofundam ainda mais as desigualdades, gerando o que Villaça (1998) interpretou como a existência de duas cidades no mesmo espaço: a dos segregados involuntariamente e a dos auto-segregados, ou seja, uma desigualdade social e espacial presente ao mesmo tempo.

A questão estudada envolve a necessidade de ir além das armadilhas ideológicas de equiparar a análise urbana a investigações econômicas detalhadas, ao especificar, de um lado, a articulação entre o sistema de organização social em sua totalidade e, de outro, a organização do espaço (GOTTDIENER, 1997) representada pelos espaços de vulnerabilidade presentes no urbano.

2.3 O ESPAÇO URBANO PONTAGROSSENSE E A SUA CONFIGURAÇÃO DEMOGRÁFICA

O espaço urbano de Ponta Grossa, compreendido como resultado das determinações do momento histórico, refletido na organização da sociedade,

mutável, é elemento importante para compreender as dinâmicas do espaço. Como elemento historicamente construído, relaciona-se ao desenvolvimento geral das relações sociais, de forças produtivas e de cultura vigentes numa determinada época (CARLOS, 2001).

Para compreender o espaço atual, necessário se faz traçar um paralelo com a ocupação e fundação do município. A partir do século XVI que Ponta Grossa teve seu território percorrido, sendo cruzada por expedições espanholas que saíam do litoral catarinense com destino a cidade de Assunção, no Paraguai. Sua ocupação e posse ocorreram a partir de 1800, tendo como primeiros povoadores fazendeiros de São Paulo integrantes da família de Pedro Taques de Almeida, que se beneficiaram da doação das sesmarias na região dos Campos Gerais (CHAMMA, 1998).

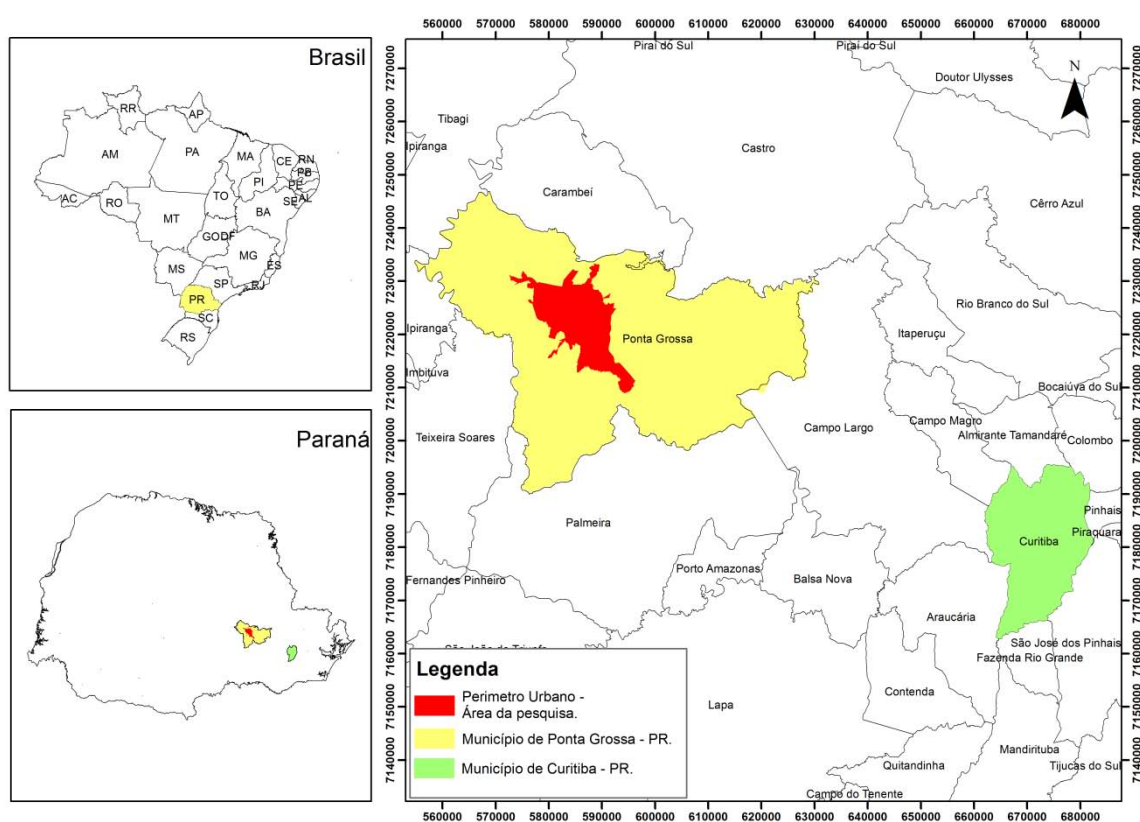
Outras famílias paulistas também se interessaram em adquirir essas terras principalmente devido à presença, na região, de campos naturais adequados para uso como pastagens e por suas belezas intrínsecas. Outros contribuintes na ocupação de Ponta Grossa foram os tropeiros, já que estes aos poucos foram formando vilas ao redor do chamado Caminho das Tropas, percurso que se iniciava no Rio Grande do Sul, passava por São Paulo e terminava em Minas Gerais (FERREIRA, 1996; LÖWEN, 1990). Pode-se dizer que as características atuais do espaço urbano do município estão atreladas a esse processo aleatório de ocupação desse território.

Já no final do século XIX, Ponta Grossa apresentava comércio desenvolvido e boa infraestrutura, porém, desde o início, seu planejamento urbano e uso da terra foram inadequados e apenas com o advento da ferrovia é que houve a articulação do traçado urbano, antes disso, o traçado das ruas da cidade era baseado em seus lugares de chegada, e foi entre 1930 e 1950, a partir das reformas urbanas, que Ponta Grossa ganhou aparência de cidade moderna (CHAVES et al., 2001).

Mesmo com as reformas e as tentativas de melhorias do século XX, a cidade continua com muitos problemas já que o processo de urbanização no espaço pontagrossense não ocorre de forma organizada e consciente, e seu processo de planejamento não leva em consideração o interesse da maior parcela da população (LÖWEN, 1990). Mas este não é problema atual, e sim produto social resultante de ações que foram acumuladas com o tempo, engendradas por agentes que produzem e consomem o espaço (CORRÊA, 1995).

Atualmente, Ponta Grossa, representada pela figura 1, é considerada cidade de médio porte, exercendo grande influência no Estado do Paraná. Tem características de cidade moderna, apresentando economia em expansão e a oferta de serviços diversificados, exibindo complexidade política e social crescente e atrativa (PRANDEL, 2001). A figura 1 apresenta o município de Ponta Grossa, em relação aos seus municípios vizinhos, ao Estado do Paraná e ao Brasil.

Figura 1 – Cartograma de localização do Município e da área urbana de Ponta Grossa, Estado do Paraná

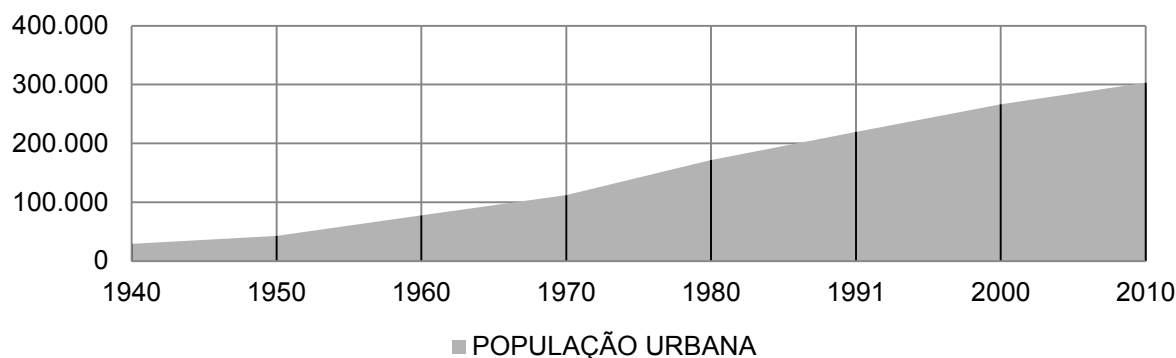


Fonte: IBGE (2010). Org.: SILVA, A. C. (2012).

O município de Ponta Grossa apresenta área territorial de 2.026 km². Segundo o censo IBGE 2010, possui população de 311.611 habitantes, apresentando densidade demográfica de 153,8 habitantes/km² e taxa de crescimento de 1,31%, elementos que destacam como a principal cidade dos Campos Gerais e entre os principais municípios do Estado do Paraná. A figura 2

apresenta a evolução demográfica de Ponta Grossa (1940-2010) sendo que no eixo vertical exhibe-se o número de habitantes e no eixo horizontal os respectivos anos.

Figura 2 – Evolução demográfica do Município de Ponta Grossa (1940-2010)

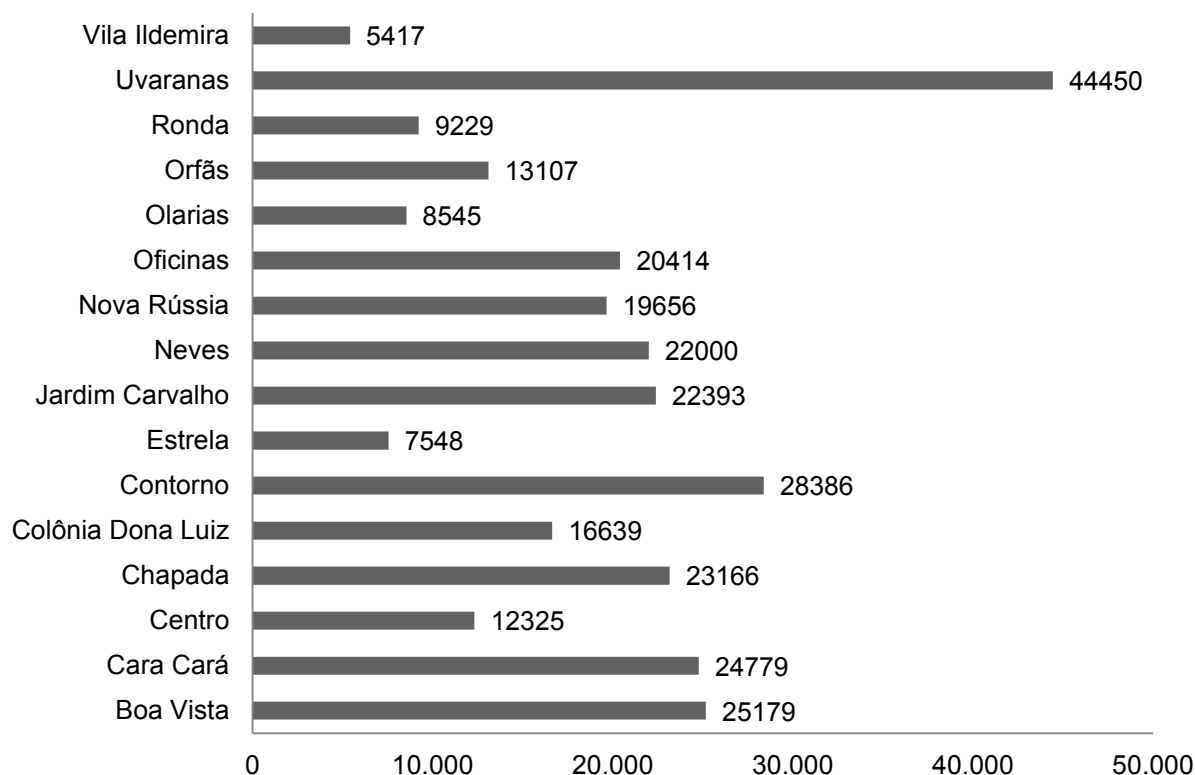


Fonte: Ditzel e Sahr (2001); IBGE (2010). Org.: SILVA, A. C. (2012).

Como visto na figura 2, a série de Censos realizados pelo IBGE mostra que, a população pontagrossense teve sucessivos aumentos em seu contingente populacional, com crescimento substancial, quando comparada aos dados de 1940, onde apresentava aproximadamente 29 mil habitantes em seu espaço urbano. O grande salto populacional acontece no período compreendido entre 1970 a 1991, onde a população duplica-se, chegando à marca de 200 mil habitantes. Entre 1991 e 2010 o crescimento é expressivo, ultrapassando a marca de 300 mil habitantes.

Entre o número de habitantes do espaço urbano, destacam-se os bairros de Uvaranas e Contorno, os quais apresentam o maior número de habitantes, cerca de 44.450 e 28.435, respectivamente. Já Vila Ildemira e Estrela, contém os menores valores, 5.417 e 7.548 concomitantemente. A figura 3 apresenta como está distribuído o número de habitantes presentes nos bairros de Ponta Grossa de acordo com os dados do censo IBGE 2010. No eixo vertical estão apresentados os números de habitantes e na horizontal o nome dos bairros.

Figura 3 – Número de habitantes por bairro (Ponta Grossa, Paraná).



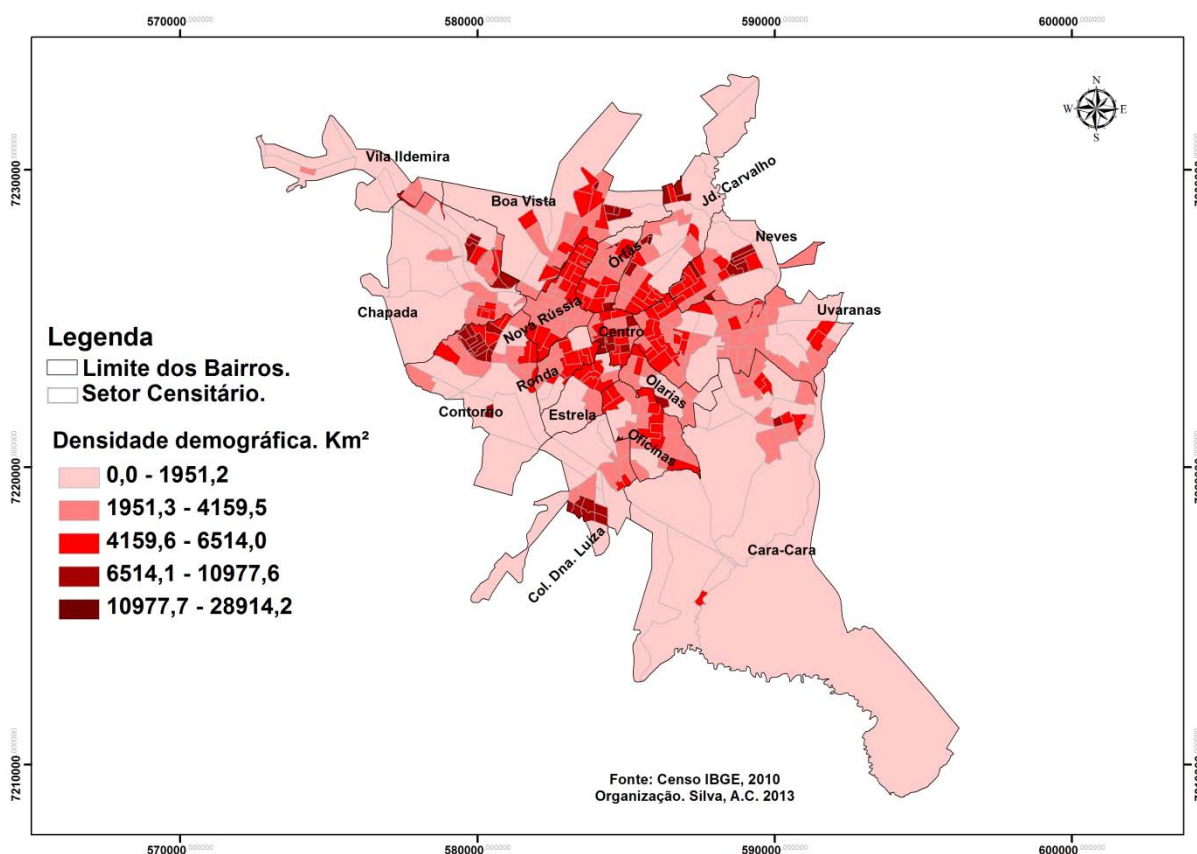
Fonte: IBGE (2010). Org.: SILVA, A. C. (2012).

A população pontagrossense encontra-se distribuída de forma irregular no espaço urbano, apresentando áreas com alta densidade demográfica e outras com baixas densidades que vão influenciar diretamente nas condições de vida da população, uma vez que quanto mais densa a área, maior as dificuldades para acessibilidade urbana, circulação do ar e acesso aos pontos de insolação (IBGE, 2010).

A figura 4 apresenta como se encontra distribuída a densidade demográfica da população urbana de Ponta Grossa. As maiores densidades representadas pelo tom vermelho escuro na estão presentes principalmente nos setores censitários do bairro Centro e suas intermediações. Encontramos setores nos bairros Contorno, Neves e Colônia Dona Luiza que estão afastados do Centro e apresentam as maiores densidades demográficas, estas, fazem parte em sua maioria das novas residências populares e de novos loteamentos que apresentam preço mais acessível para sua aquisição, entretanto a instalação de novos núcleos urbanos em áreas longínquas encarece a chegada da infraestrutura urbana. Nas proximidades do

bairro Centro também encontramos setores com baixas densidades demográficas, estes espaços aptos e próximos à infraestrutura urbana em muitos momentos estão serviço da especulação imobiliária. Os bairros Chapada e Cará-Cará apresentam as menores densidades demográficas na maioria dos setores censitários, assim como o grande número de setores que estão distantes do bairro Centro.

Figura 4 – Densidade demográfica por setor censitário

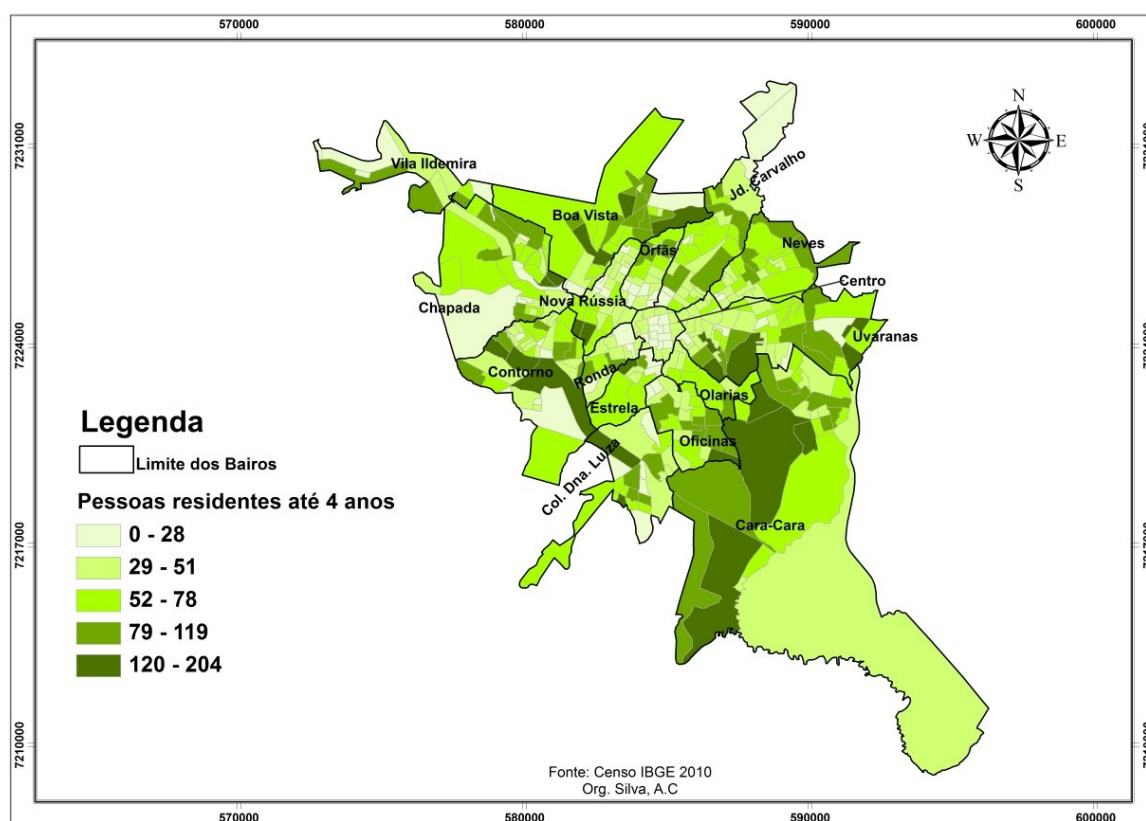


Fonte: Censo IBGE (2010); Org.: SILVA, A. C. (2013).

A distribuição das crianças no espaço urbano, não ocorre de maneira uniforme, e apresenta a característica marcante da ausência de crianças no bairro Centro e o número crescente de crianças ao distanciar-se do bairro Centro. A figura 5 apresenta o número de crianças residentes em idade entre 0 e 4 anos por setor censitário no espaço urbano pontagrossense. Analisando o cartograma, percebe-se que, os setores do bairro Centro, apresenta pequeno número de crianças residentes, todos os setores do bairro apresentam menos que 52 crianças, estão representadas pela cor verde de menor intensidade. Os bairros Jardim Carvalho, Boa Vista e

Contorno nos setores mais longínquos da área central apresentam setores com elevada quantidade de crianças entre 0 e 4 anos, estes representados pela cor verde de maior intensidade.

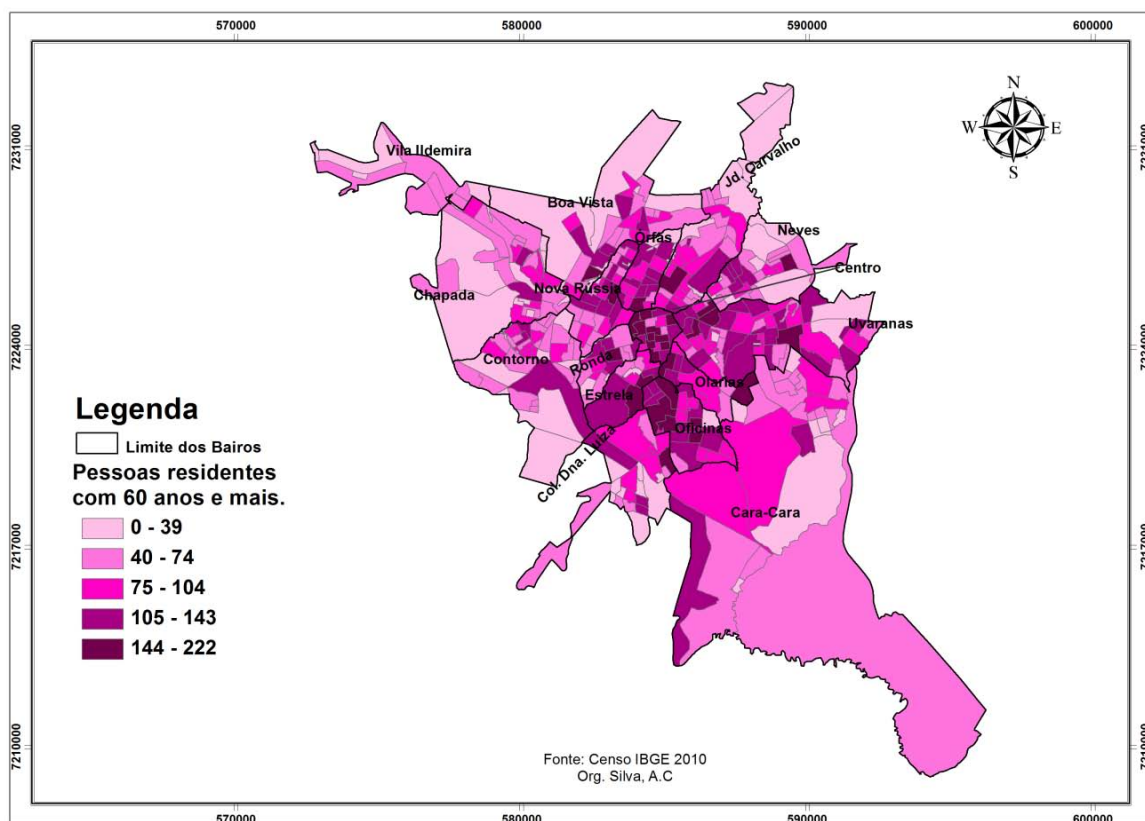
Figura 5 – Número de crianças até 4 anos de idade por setor censitário



Fonte: Censo IBGE (2010); Org.: SILVA, A. C. (2013).

Seguindo a tendência nacional, a população idosa pontagrossense vem aumentando significativamente, e não pode deixar de ser incluída nas principais ações quando envolve o pensamento do espaço urbano. A distribuição da população com 60 anos ou mais de idade, representada na figura 6 mostra que os idosos se concentram principalmente no bairro Centro e ao seu entorno diferenciando-se das características da espacialização das crianças, visto anteriormente. O Centro apresenta o segundo maior número de idosos contando com mais de 2.648 residentes acima de 60 anos representando 21 % do total da população do bairro, perdendo apenas para o bairro Uvaranas, que se encontra 4.904 idosos, representando 11% do total da população presente.

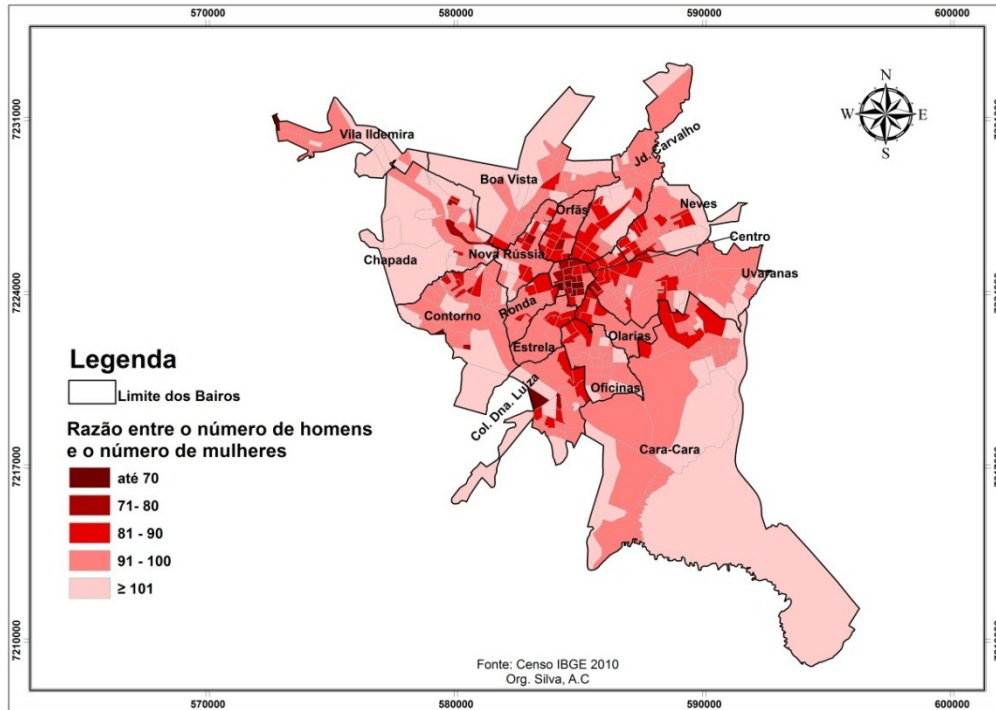
Figura 6 – Número pessoas residentes com 60 anos ou mais de idade por setor censitário



Fonte: Censo IBGE (2010); Org.: SILVA, A. C. (2013).

Exibindo a estrutura populacional mediante cartograma, a figura 7 apresenta como está distribuída a razão entre o número de homens e o número de mulheres de Ponta Grossa – PR. O cartograma apresenta o número superior de setores censitários com maior número de mulheres em relação ao número de homens. Em todos os setores do bairro Centro, Órfãs e Estrela apresentam como característica o número superior de mulheres em relação ao número de homens. Destaca-se o bairro Centro, com expressivo número de setores apresentando menos de 70 homens para cada 100 mulheres, representado na tonalidade vermelha mais escura na figura 7. Também se encontra a superioridade da razão entre o número de homens em relação ao de mulheres nos setores mais distantes do bairro Centro, estes representados pela cor rosa claro.

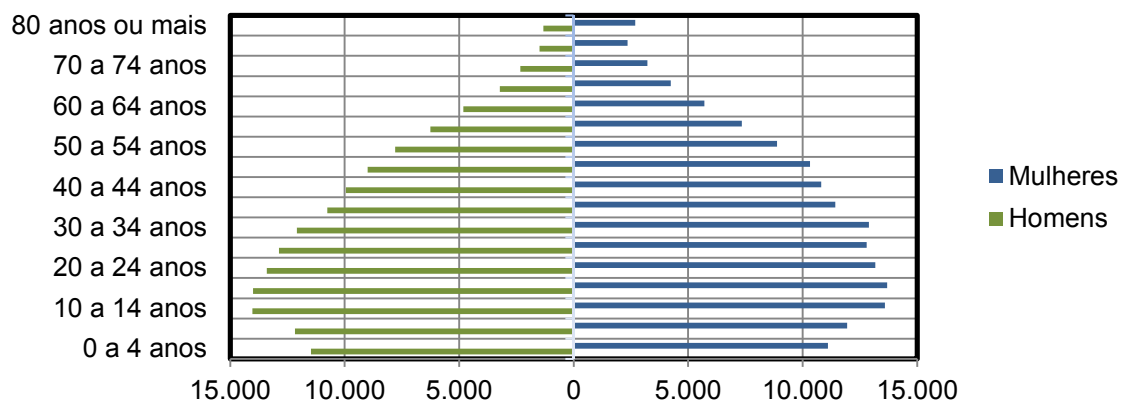
Figura 7 – Cartograma com a razão entre o número de homens e o número de mulheres em Ponta Grossa – PR



Fonte: Censo IBGE (2010); Org.: SILVA, A. C. (2010).

Por meio da pirâmide etária (figura 8), observa-se o predomínio crescente das mulheres em relação ao número de homens de 30 anos ou mais. A base da pirâmide constituída por crianças e adolescentes (0 a 14 anos), apresenta número reduzido comparado com o número de jovens e adultos, mostrando o novo contexto apresentado pela população pontagrossense.

Figura 8 – Pirâmide etária da população urbana



Fonte: Censo, IBGE 2010. Org.: SILVA, A. C. (2012).

Também se observa na figura 8, que a pirâmide etária apresenta significativo número de mulheres idosas em relação ao número de homens idosos, seguindo a tendência nacional do número superior de mulheres adultas em relação ao número de homens adultos.

3 CARTOGRAFIA E OS SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA (SIG)

3.1 A ASSOCIAÇÃO ENTRE A CARTOGRAFIA E A GEOGRAFIA

Desde os tempos mais antigos da civilização é possível encontrar a representação do espaço geográfico e provavelmente, a relação entre Cartografia e geografia tem existência anterior a 2.500 anos a.C. com os mapas babilônicos (RAISZ, 1969). O autor ainda complementa que a confecção de mapas precede a escrita, devido à necessidade dos homens primitivos, constantemente deslocarem, adotando novos rumos e direções em busca de alimentos e para própria sobrevivência.

A cartografia, com finalidade estratégica, veio acompanhando este processo de sobrevivência ao passar dos séculos e esteve presente nas grandes conquistas realizadas no século XV pelos europeus e também está presente nas guerras atuais, onde existe a implementação de grandes artefatos tecnológicos e a representação gráfica na forma de mapas. A Ciência Cartográfica sempre teve lugar de destaque desde os seus primórdios (MATIAS, 2001).

A cartografia atualmente é compreendida “como a representação geométrica plana, simplificada e convencional, do todo ou de parte da superfície terrestre, apresentada através de mapas, cartas ou plantas” (IBGE, 2012, p. 1). A Associação Cartográfica Internacional (ACI) define a cartografia como:

O conjunto de estudos e operações científicas, artísticas e técnicas que intervêm a partir de resultados de observação direta ou da exploração de uma documentação existente, tendo em vista a elaboração e a preparação de plantas, mapas e outras formas de expressão, assim como sua utilização. (ARCHELA; ARCHELA, 2002, p. 162).

A cartografia com seus mapas é um importante método para estudar os diversos fenômenos geográficos, sintetizando soluções e apresentando resultados

(ROBBI, 2001). É necessário saber pensar o espaço, para saber nele se organizar, para saber ali combater, tornando os mapas instrumentos fundamentais do raciocínio geográfico (LACOSTE 1989).

Buscando melhor entender o espaço, a cartografia se destaca. Fitz (2000) comenta que a associação entre Cartografia e Geografia acontece de forma bastante direta, sendo a cartografia ciência essencial para os estudos geográficos. Logo a cartografia com seus gráficos, mapas e técnicas tornam-se importantes para reflexão, representação e descoberta do real conteúdo da informação (MARTINELLI, 1998).

A cartografia temática contribuiu significativamente, uma vez que ela aborda a Cartografia como método de expressão dos resultados adquiridos pela Geografia e pelas demais ciências que têm necessidade de se expressar na forma gráfica. A cartografia temática preocupa-se com elaboração e o uso dos mapeamentos temáticos, compreende a coleta, a análise, a interpretação e a representação de informações de uma carta base, considerando mais o conteúdo representado no mapa do que com a precisão dos contornos ou da rede de paralelos e meridianos (ARCHELA, 2006).

A cartografia temática utiliza-se de linguagem cartográfica para a expressão dos resultados adquiridos pelos estudos geográficos, configurando-se como técnica aplicada na projeção e representação de qualquer dado e/ou informação espacial (SANN, 2005).

As primeiras tentativas de automatizar o processamento de dados no processo cartográfico aconteceram na Inglaterra e nos Estados Unidos, nos anos 1950, apresentando como objetivo a redução dos custos da produção e manutenção dos mapas (CÂMARA; DAVIS; MONTEIRO, 2001). O avanço tecnológico incrementado após o período da segunda Guerra Mundial permitiu grande progresso e maior precisão na elaboração de mapas, incorporando o uso de aviões para tomadas fotográficas aéreas, imagens de satélites artificiais e de computadores. Matias (2001, p. 67) complementa que

a introdução de sistemas computadorizados, por seu turno permite obter maior rapidez na execução das atividades, melhor consistência na execução de cálculos diversos, aumentando a precisão e acurácia técnica, maior uniformidade nos procedimentos operacionais e, no

seu conjunto, maior integração entre as diferentes etapas da atividade cartográfica.

Na Geografia tem-se a aplicação em grande escala de cartogramas temáticos. Neste contexto Gerardi et al. (1991, p. 40) argumenta que “... para a elaboração do mapa temático, utiliza-se normalmente o cartograma, que é um tipo de mapa temático baseado no tratamento comunicativo de qualidades absolutas para dados gerais”. Segundo Sanchez (1973), cartograma é a representação que se preocupa menos com as coordenadas geográficas e com os limites exatos e precisos, sua preocupação maior é representar as informações. O Glossário Cartográfico do IBGE (2010, p. 1) classifica cartograma como, “esquema representativo de uma superfície ou parte dela, sobre a qual são apresentadas informações quantitativas e qualitativas, de eventos geográficos, cartográficos e socioeconômicos”.

O cartograma configura-se como uma forma adequada para o emprego das técnicas de análise e representação de dados socioeconômicos em SIG's, pois ele possibilita a construção de uma base, sobre a qual os dados censitários serão mapeados (GERARDI et al., 1991).

Para a obtenção de resultados pertinentes é necessária a representação adequada dos fenômenos. A comunicação cartográfica, neste contexto, é fundamental para o entendimento do trabalho proposto, uma vez que, a simbologia gráfica utilizada incoerentemente pode gerar dúvidas ou até mesmo análises equivocadas sobre os dados representados.

É possível utilizar várias formas de representação visual, alterando sua forma, tamanho, cor, valor e textura. Destaca-se neste trabalho, o autor francês Jaques Bertin, que sistematizou o uso de variáveis visuais em mapas temáticos (ROBBI, 2000).

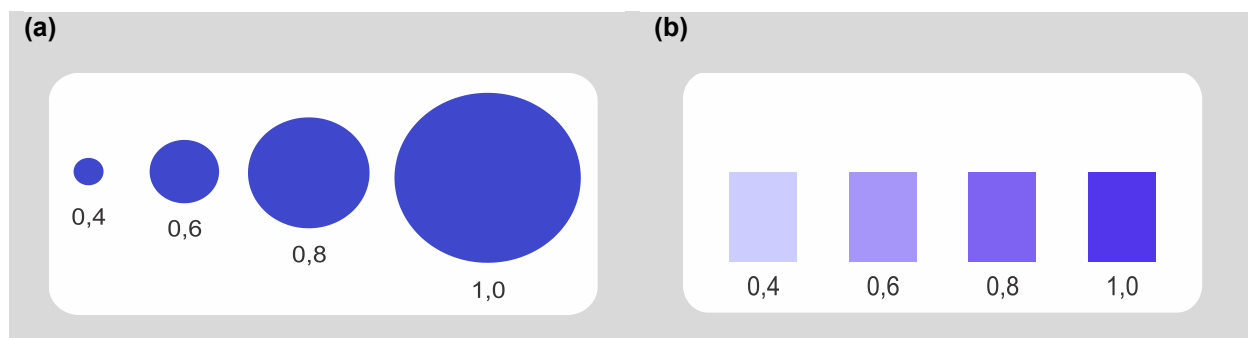
Um exemplo de variável visual é o tamanho. A variável ‘tamanho’ pode ser representada por símbolos proporcionais, utilizando-se figuras geométricas, como círculos, variando na proporção da quantidade que se pretende representar. Tem-se, assim, uma proporção entre duas ou mais grandezas. Dentre as vantagens desse método está a nítida diferenciação da magnitude do fenômeno em cada área.

Outra variável visual é a ‘cor’, que se refere à claridade ou escuridão do sinal. Nela é empregado o método coroplético. O método coroplético utiliza a

variável gráfica intensidade da cor para mostrar diferenças nas amplitudes do fenômeno. Delazari (2004) argumenta que a variável 'cor' é considerada boa alternativa para distinguir os diferentes tipos de feições. Tem-se, assim, variações das cores de tons mais francos aos tons mais fortes, onde a cor mais escura vai indicar o fenômeno de maior magnitude e as cores mais claras vão se referir aos fenômenos de menores quantidades. Desta forma, é possível a construção da ideia de proporção com as cores, do mais claro ao mais escuro, do menor fenômeno para o maior fenômeno explorado no cartograma.

Na figura 9, apresenta-se o exemplo da variável visual tamanho e tom de cor. Com a variável visual 'tamanho', as diferenças do menor para o maior (fenômeno estudado) são representadas pelo tamanho do círculo, não alterando variação de cor. A variável visual 'tom de cor' utiliza-se da intensidade da cor para representar a diferença de valor, do menor para o maior fenômeno estudado.

Figura 9 – Variáveis visuais: 'tamanho' (a) e 'tom de cor' (b)



Org.: SILVA, A. C. (2012).

3.1.1 Aplicações das Geotecnologias em Estudos Urbanos

As geotecnologias como Sistemas de Informação Geográfica, Sensoriamento Remoto, Processamento de Imagem Digital e os Sistema de Posicionamento Global, apresentam-se como técnicas implementadas para o desenvolvimento de estudos no espaço urbano, contribuindo com a manipulação e visualização de diversas fontes de informações, possibilitando a simulação de

modelos que apoiam no entendimento do espaço e com o desenvolvimento de ações de planejamento e gestão das cidades de maneira pontual.

No contexto desta pesquisa, as geotecnologias apresentam-se em destaque, uma vez que vão permitir o processamento e a manipulação dos dados e informações provenientes do Censo IBGE. Também será possível interligar e cruzar as variáveis do censo com as características do relevo, possibilitando diversas situações de cruzamento e análise em formato digital ou impresso.

Rosa (2005) argumenta que, as geotecnologias são compostas por soluções em *hardware*, *software*, métodos e *peopleware* que juntos constituem técnicas matemáticas e computacionais para tomada de decisões. Dentre as geotecnologias, merecem destaque neste trabalho, os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) que cada vez mais, são utilizados como importantes técnicas para o auxílio da tomada de decisão (JIANG; EASTMAN, 2010).

As técnicas empregadas no SIG são procedimentos que apresentam papel importante para desempenhar análise de decisão de problemas. O SIG é frequentemente reconhecido “como sistema de suporte à decisão envolvendo a integração de dados espacialmente referenciados em um ambiente de resolução de problemas” (COWEN apud PICK, 1996, p. 1).

O uso dos SIGs é necessário para a representação de seu objeto e o domínio no manuseio das informações, seja para armazenamento, recuperação ou manipulação dos dados. Rocha (2000) define SIG como sistema com capacidade para aquisição, armazenamento, tratamento, integração, processamento, recuperação, transformação, manipulação, modelagem, atualização, análise e exibição de informações digitais georreferenciadas, associadas ou não ao banco de dados alfanuméricos. Silva et al. (2008, p. 18) complementa que os SIG “apresentam como característica comum a capacidade de tratar e armazenar as relações topológicas entre os objetos, permitindo sua apresentação em diferentes sistemas de coordenadas”.

Como característica básica o SIG deve apresentar,

[...] facilidade de armazenar, recuperar e analisar mapas num ambiente computacional. Um mapa é a representação gráfica de fenômenos geográficos, geralmente em uma superfície plana. Num ambiente computacional, a noção de mapa deve ser estendida para incluir diferentes tipos de dados geográficos, como imagens de

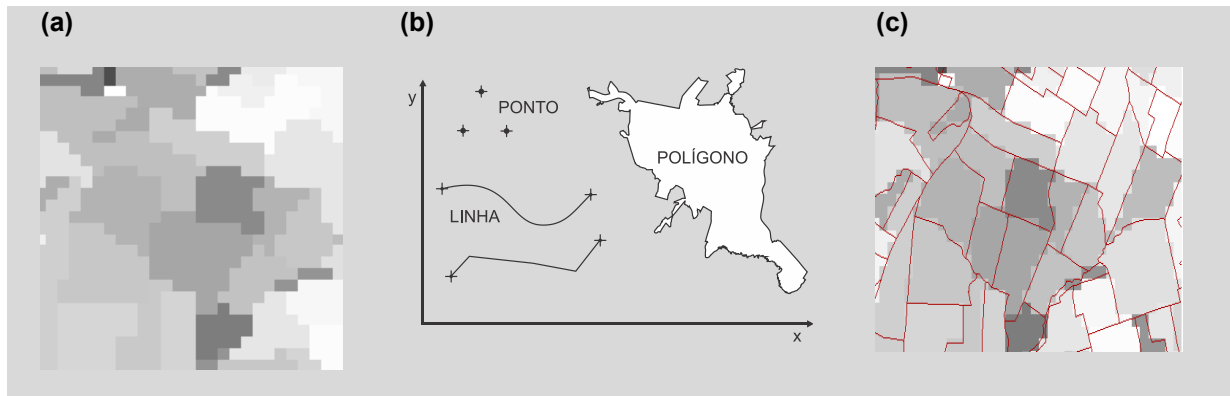
satélite e modelos numéricos de terrenos (MNTs). (CÂMARA, 1993, p. 15).

Câmara (1993) ainda argumenta que, uma das características básicas e gerais do SIG é sua capacidade para tratar as relações espaciais entre os objetos geográficos, onde as “ligações entre os dados geográficos e as funções de processamento do SIG são realizadas por mecanismos de seleção e consulta que definem restrições sobre o conjunto de dados” (op cit., p. 3). Com as técnicas de SIG, são possíveis inúmeros cruzamentos de informações e diversas visualizações de tabelas e mapas, além de contribuir para reduzir o tempo para desenvolvimento de ações, seja no âmbito público ou privado facilitando a análise, gestão ou representação do espaço.

São duas as formas para representar dados espaciais em SIG, a forma *raster* e a forma vetorial. *Raster* é a forma de representação de dados espaciais na forma de imagens e seus valores estão associados a determinado número digital, as células retangulares (matriz de números digitais), também são conhecidas como *pixels*. Burrough e McDonnell (1998) argumentam que o termo *raster* designa células retangulares, mas é comumente usado como termo genérico para a representação matricial.

A representação vetorial é aquela na qual as entidades espaciais estão representadas por traços, pontos, linhas e polígonos. No “modelo vetorial, a localização e a aparência gráfica de cada objeto são representadas por um ou mais pares de coordenada” (CÂMARA, 2004, p. 18). A figura 10(a) apresenta a representação *raster* em arranjo bidimensional de linhas e colunas onde em cada célula tem-se o elemento mínimo de imagem, o *pixel*. Já figura 10(b) tem-se a representação de vetores, ponto linha e polígono ou área, necessitando de terno de coordenadas e a figura 10(c) encontramos a sobreposição entre arquivos *raster* (tons de cinza) e vetorial (polígonos em tom vermelho).

Figura 10 – Representações *raster* em tons de cinza (a). Representação vetorial (b). Sobreposição das apresentações *raster* e vetorial (c)



Org.: SILVA, A. C. (2012).

Os SIGs, destacam-se ainda pela sua estrutura de visualização, na utilização de diferentes cores e signos e pelas diversas perspectivas de resultado. Bonham-Carter (2002) argumenta que os seres humanos apresentam uma extraordinária habilidade para entender visualmente relações espaciais complexas, entretanto, quando elas estão apresentadas apenas em tabela ou texto, podem se tornar ininteligíveis e bastante incompreensíveis, portanto, o SIG com a possibilidade de espacialização de dados tabulares otimiza a interpretação e análises dos dados espaciais.

É importante salientar que, o SIG se diferente de outros sistemas, devido sua possibilidade de análise espacial utilizando-se de dados espaciais e não espaciais, graças ao seu armazenamento em banco de dados no Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados Espacial (SGBD) da simulação dos fenômenos do mundo real.

Uma das vantagens de SIG é a realização de modelagem das mais diversas, uma ampla aplicação na caracterização e no reconhecimento do espaço físico territorial é a modelagem digital do terreno. O modelo digital do terreno, (do inglês “Digital Terrain Model” “ou DTM”) é uma representação matemática da distribuição espacial de determinada característica (no caso mais comum altitude ou cota) vinculada a superfície real apresentando entre as características o armazenamento de dados de altimetria possibilitando a confecção de mapas topográficos e a elaboração de mapas de declividade (BURROUGH e MCDONNELL 1998)

O MDT possibilita a representação da superfície real no computador por meio de modelos matemáticos, Felgueiras (2001, p. 1) argumenta que;

Para a representação de uma superfície real no computador é indispensável a elaboração e criação de um modelo digital, que pode estar representado por equações analíticas ou um rede (grade) de pontos, de modo a transmitir ao usuário as características espaciais do terreno.

O MDT pode ser considerado como qualquer representação digital de uma variação contínua do relevo no espaço. Modelar uma superfície digitalmente significa representá-la por meio de um método ou modelo matemático a partir de dados de altitude (CHAVES, 2002). É importante salientar que o MDT pode ainda gerar no formato digital, classes de declive, sendo ambos de suma importância tanto na análise visual do terreno em 3D, quanto na análise quantitativa, no que tange aos valores de altitudes associados à declividade em ângulos ou percentuais, o que pode contribuir para identificar moradias em condições de vulnerabilidade dentre outras aplicações.

3.2 BANCO DE DADOS E A FORMAÇÃO DA BASE CARTOGRÁFICA

Repositórios de dados independente de sua natureza, são considerados bancos de dados e podem estar relacionados a dados estatísticos, topográficos, geoquímicos, dentre outros, associados ou não a uma localização, na forma de papel ou digital, representado por imagens, tabelas, mapas ou grades (BARBOSA, 1997).

No atual contexto, com manipulação de diversas informações a confecção de bancos de dados em ambiente computacional, se faz necessário, devido às limitações presente nas atividades humanas. Segundo Burrough (1987) a mente humana trabalha com 7 e 10 informações diferentes de maneira simultânea, quando este número é extrapolado, uma nova associação de dados deve acontecer, para que as novas informações possam ser manipuladas pelo cérebro.

Como já mencionado, o SIG é vantajoso quanto a sua topologia, possibilitando análises espaciais atreladas ao Sistema Gerenciador de Banco de

Dados (SGBD) relacional, ou seja, estão guardados em tabelas. Segundo Câmara et al. (2006, p. 28) o SGBD,

é um sistema de banco de dados que funciona independentemente do sistema aplicativo, armazenando os dados em arquivos no disco rígido e carregando-os em memória para sua manipulação. Assegura três requisitos importantes na operação de dados: integridade - controle de acesso por vários usuários; eficiência - acesso e modificações de grande volume de dados e persistência - manutenção de dados por longo tempo, independente dos aplicativos que dão acesso ao dado.

Para Aronoff (1995, p. 151), uma base de dados é a “coleção da informação sobre objetos e suas relações com cada outro objeto”. A base de dados em SIG apresenta dados tabulares, relacionadas às feições espaciais mediante a topologia. Os dados georreferenciados armazenados, apresentam atributos agrupados em tabelas e podem ser consultados, extraídos ou modificados de maneira rápida por meio da linguagem de consulta. Meirelles (1997, p. 162) ainda complementa que “as bases de dados relacionais possuem a vantagem de serem muito flexíveis e poderem responder às demandas de todas as consultas que podem ser formuladas utilizando-se as regras da lógica Booleana e operações matemáticas” permitindo ainda que diversos dados possam ser analisados, comparados, recuperados ou manipulados para chegar ao resultado final.

A base de dados gerada em ambiente SIG, além de ser georreferenciada, permite que novos dados sejam agregados, cruzados e manipulados possibilitando fácil acesso a todas as informações contidas. É importante salientar que,

uma base de dados geográfica, no entanto, não se restringe ao mero armazenamento e representação de todas as variações de uma certa classe de fenômeno mas, principalmente, objetiva organizar o conhecimento de tal forma que informações mais complexas possam ser agregadas e derivadas das unidades básicas de informação nela contidas. (MEIRELES; CAMARA; ALMEIDA, 2007, p. 107).

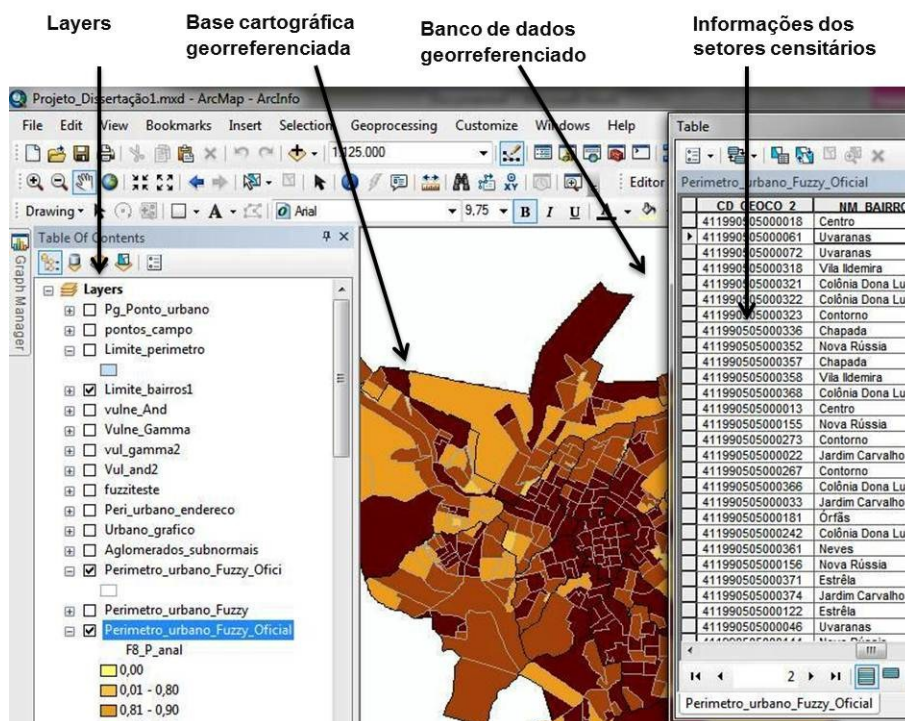
Criada em ambiente SIG, a base de dados georreferenciada possibilita a manipulação, organização, generalizações, análises espaciais, e diversas agregações, permitindo ao usuário acesso e manipulação a todos os dados

presentes, além de permitir a alocação de novos usuários e a modificações dos dados presentes (MEIRELES; CAMARA; ALMEIDA, 2007).

Para a construção do banco de dados relacional foi utilizado o *software* ARCGIS® da empresa ESRI, de Redlands, Califórnia/EUA, para agregar os setores censitários com as variáveis do censo IBGE 2010. Os dados do IBGE são de suma importância neste contexto de SIG, pois eles estão adequados à entrada da estrutura vetorial e com formato compatível de vários *softwares* e, ainda, possibilitam a geração de cartogramas e cruzamentos de dados, gerando informações pertinentes na análise de estudos urbanos.

Ao organizar o sistema de banco de dados relacional, cada setor censitário foi vinculado as variáveis de interesse. A figura 11 exibe o modelo do SGBD relacional com a base digital georreferenciada, sendo possível visualizar a disposição dos *layers*¹, da base cartográfica, o banco de dados e a tabela, bem como sua conexão com os setores.

Figura 11 – Base Cartográfica com os Setores Censitários



Org.: SILVA, A. C. (2012).

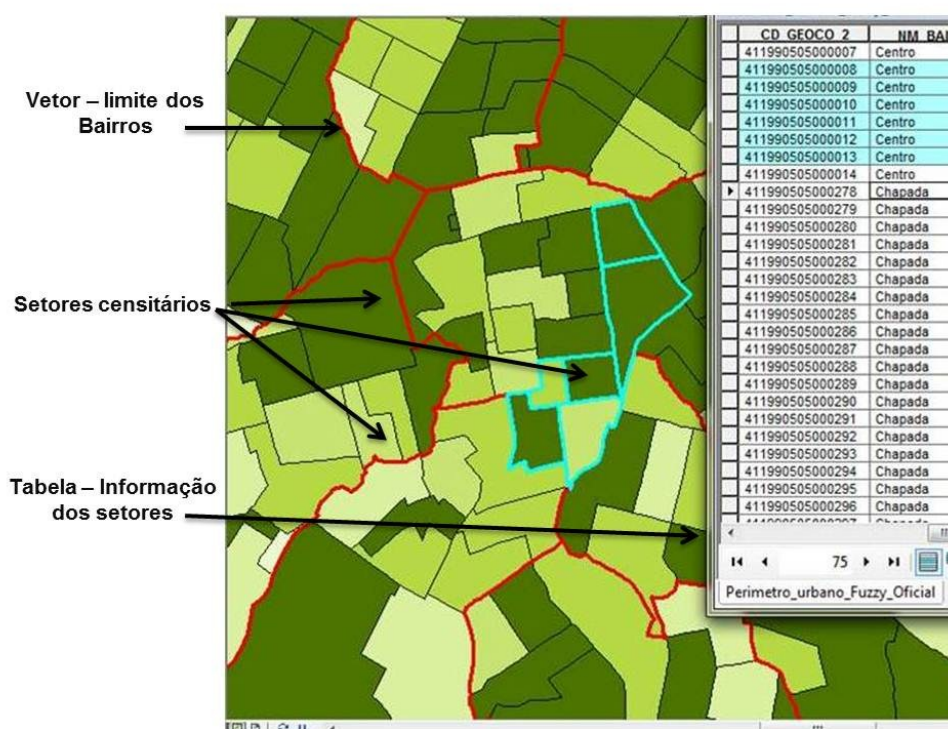
¹ Com sinônimos: Camadas e planos de informação.

A unidade geográfica de mapeamento nesta pesquisa são os setores censitários, definidos pelo CENSO IBGE (2012, p. 1) como,

a unidade territorial de controle cadastral da coleta, constituída por áreas contíguas, respeitando-se os limites da divisão político-administrativa, do quadro urbano e rural legal e de outras estruturas territoriais de interesse, além dos parâmetros de dimensão mais adequados à operação de coleta.

A figura 12 exemplifica os dados das unidades dos setores censitários na porção do espaço central pontagrossense. Os dados originais desta figura estão na estrutura vetorial, e cada polígono representa um setor censitário. Cada setor contém um identificador o qual mediante a topologia permite a busca nos dados semânticos no SGBD relacional.

Figura 12 – Base Cartográfica com os Setores Censitários



Org.: SILVA, A.C. (2011).

3.3 SOBREPOSIÇÃO E CRUZAMENTO DAS INFORMAÇÕES

Os SIGs apresentam diversas possibilidades de visualização e manuseio de diferentes informações (número de habitantes, declividade do relevo, número de banheiro, dentre outros) de maneira instantânea, isolada e/ou combinada mediante disposição e/ou cruzamento de “*layers*”. Câmara et al. (2001, p. 1), argumenta que,

na maioria dos projetos desenvolvidos em SIG a principal proposta é a combinação de dados espaciais, com o objetivo de descrever e analisar interações, para fazer previsões através de modelos, e fornecer apoio nas decisões tomadas por especialistas.

A sobreposição de *layers* possibilita aos usuários a manipulação de maneira individual ou agrupada de diversos dados e/ou informações sobrepostas, contribuindo para diversas análises espaciais com diferentes informações de maneira individual ou combinados simultaneamente relacionando ou combinando duas ou mais informações em um mesmo plano. A figura 13 apresenta o sobreposição por adição, duas entradas (input 1 e input 2) são adicionadas em conjunto para criar uma quadrícula de saída (output).

Figura 13 – Sobreposições por adição

INPUT 1				INPUT 2		
3	3	1	+	11	12	10
4	2	2		12	12	10
3	1	1		14	12	11
				OUTPUT		
				14	15	11
				16	14	12
				17	13	12

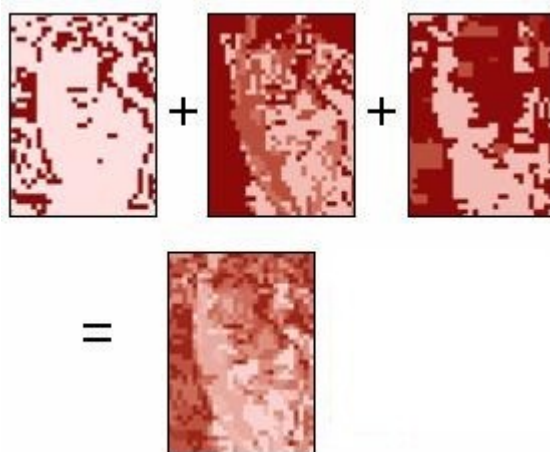
Fonte: Arcgis 10. Org.: SILVA, A. C. (2013).

A combinação entre as diversas informações podem ser por meio do método Booleano, gerando dados em formato temático expressos espacialmente em forma de polígonos representando classes (vulneráveis e não vulneráveis), ou mediante outros métodos, como a Média Ponderada, *Fuzzy*, Redes Neurais Artificiais, dentre outros, expresso na forma numérica com diferentes variações entre o vulnerável e não vulnerável (Câmara et al.I, 2001).

A sobreposição pode ocorrer de maneira simples, para completar uma informação, como também pode ser utilizada para gerar novas informações, mediante operadores lógicos ou difusos, bem como operações aritméticas envolvendo a soma, subtração, divisão, dentre outros.

A sobreposição é necessária no presente estudo, devido o número de informações que serão cruzadas e combinadas, bem como para aplicação dos operadores da lógica *Crisp* e *Fuzzy* nos arquivos de cruzamento entre as variáveis que compõem o índice socioambiental abordada posteriormente. A figura 14 apresenta o esquema de sobreposição de *layers* no formato *raster*. São três camadas *raster* que vão resultar na camada contendo todos os elementos cruzados.

Figura 14 – Funções de Sobreposição (*Overlay*)



Fonte: Arcgis 10. Org.: SILVA, A. C. (2013).

4 ÍNDICE DE VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL: APLICAÇÃO DA METODOLOGIA *FUZZY* PARA CARACTERIZAR O ESPAÇO URBANO PONTAGROSSENSE

O termo vulnerabilidade é objeto de investigação presente em diversas ciências como a Geografia, a Demografia, a Economia, dentre outras. Ancorado em pesquisadores como Vignolli, Deschamps, Marandola, Hogan e Busso, apresentam-se abordagens, definições e características da vulnerabilidade. As abordagens mais tradicionais sobre vulnerabilidade envolvem as questões atreladas aos aspectos econômicos, ambientais, desastres naturais e na área da saúde (BUSSO, 2001). Além disso, atualmente encontram-se pesquisas que abordam a vulnerabilidade social, jurídica, cultural, demográficas, entre outras.

Os primeiros estudos que envolvem o contexto da vulnerabilidade na ciência geográfica estão associados aos *natural hazards* (desastres naturais). Neste momento a vulnerabilidade não era tratada como conceito, mas associada à capacidade de resposta, ocorrendo na interface entre sociedade e natureza (MARANDOLA JR.; HOGAN, 2004; 2005).

A vulnerabilidade é definida como grau de perda para determinados elementos, grupos ou comunidades presentes em determinadas áreas passíveis de serem afetados por algum fenômeno ou processo (Brasil, 2007). É necessário analisar a vulnerabilidade mediante a lógica multidimensional, “à medida que afeta indivíduos, grupos e comunidade em planos distintos de seu bem estar, de diferentes formas e intensidade” (COSTA; DANTAS, p. 145).

Para Vignolli (2006, p. 95), vulnerabilidade configura-se como

uma condição dos atores em face de eventos adversos de várias naturezas (ambientais, econômicas, fisiológicas, psicológicas, legais e sociais) como um enfoque para o exame de diferentes tipos de riscos e de respostas, ou opções de assistência, existentes diante de sua materialização.

A vulnerabilidade apresenta-se como exposição aos riscos e a incapacidade de resposta para lidar com os problemas, um risco que é maximizado quando não se tem a estrutura, oportunidades e formas de ativos sociais para conter os danos (VIGNOLLI, 2006). Neste contexto os grupos sociais mais desprovidos economicamente ficam mais vulneráveis as ações, uma vez que apresentam mais limitações no acesso aos elementos básicos.

Aplica-se o termo vulnerabilidade quando a população encontra-se exposta ao risco, ausente da capacidade de reação, apresentando a possibilidade de elevado grau na consolidação do risco, tal materialização ocorre normalmente devido suas condições sociais, econômicas, culturais e a vinculação direta de parcela significativa da sociedade a pobreza (MARANDOLA JR.; HOGAN, 2004; 2005).

Segundo Deschamps (2003, p. 81) os usos mais correntes para a noção de vulnerabilidade refere-se:

a grupos específicos de população, sendo utilizado para identificar grupos que se encontram em situação de risco social, ou seja, compostos por indivíduos que, devido a fatores próprios de seu ambiente doméstico ou comunitário, são mais propensos a enfrentar circunstâncias adversas para sua inserção social e desenvolvimento pessoal ou que exercem alguma conduta que os leva a maior exposição ao risco.

No cotidiano o termo vulnerabilidade significa risco, fragilidade ou dano. Os grupos vulneráveis estão mais propensos a dar resposta negativa diante dos problemas adversos, seja de ordem ambiental ou social (DESCHAMPS, 2003).

O termo vulnerabilidade socioambiental pode ser definida como “a coexistência ou sobreposição espacial entre grupos populacionais muito pobres e com alta privação (vulnerabilidade social) e áreas de risco ou degradação ambiental (vulnerabilidade ambiental)” (ALVES, 2006, p. 1). Entretanto, identificar os grupos vulneráveis não é tarefa simples, pois diversos fatores podem estar correlacionados, ligados aos riscos naturais e/ou sociais. Os recursos e estratégias disponíveis para os indivíduos, famílias e comunidade em geral também podem acarretar em maior ou menor vulnerabilidade, uma vez que eles podem contribuir na prevenção ou redução de choques externos (BUSSO, 2001).

Mesmo apresentando diversas abordagens o conceito de vulnerabilidade expõe o consenso, o caráter multifacetado, que abrange várias dimensões, possibilitando à identificação das diferentes situações em que se configura a vulnerabilidade de todos os envolvidos, abarcando todos que fazem parte da comunidade, por meio das dimensões que estão ligadas as características dos indivíduos, das características sociodemográficas, e do meio social inseridos (CUNHA, 2005). O autor ainda completa que a vulnerabilidade

resultaria de um agregado de condições e ou características, em várias dimensões, que, acionadas em conjunto, ou mesmo de maneira individual, podem tornar-se elementos capazes de aumentar a capacidade de resposta aos efeitos de ocorrências (estruturais ou conjunturais) que afetam as condições de bem estar. (CUNHA, 2005, p. 345).

Segundo Veyret (2007) a intersecção dos processos socioeconômicos, demográficos e a espacialização da infraestrutura urbana desigual dos serviços urbanos são importantes componentes da vulnerabilidade socioambiental. A maioria das vezes, os grupos mais pobres presente na sociedade, além carecerem das condições econômicas e sociais, apresentam dificuldades na capacidade de respostas aos possíveis eventos ambientais, apresentando-se como os mais vulneráveis e precisando do Estado como fonte de apoio (ESTEVES, 2011).

As precárias condições socioeconômicas e ambientais estão atreladas em diversos momentos, afetando parcela considerável da população. Costa e Correia (2009, p. 9) destacam que a desigualdade “socioeconômica também se expressa em desigualdade ambiental, haja vista notar-se ocupação de áreas expostas à situação de insalubridade e sujeitas a riscos naturais e ambientais por grupos mais carentes”. Neste contexto, Cunha (2004) argumenta sobre a segregação da população mais carente frente à infraestrutura das áreas centrais, tornando o conceito de vulnerabilidade uma alternativa para análise das desigualdades urbanas.

Assim, como se não bastassem as condições precárias da moradia, em termos de infraestrutura, ambientais e de propriedade, o estigma e as grandes chances de desagregação social impõem aos “periferizados” um ônus ainda maior. É nesse sentido que a abordagem da vulnerabilidade, apesar da íntima relação com o progresso de segmentação (ou segregação) socioespacial, cria

novas alternativas na identificação e análise das estratégias utilizadas pela população para dirimir ou mitigar a acumulação de carência urbana. (op cit., p. 344).

Determinados grupos sociais presentes no espaço urbano pontagrossense encontram-se com alta privação socioeconômica, ou seja, apresentam deficiências aos bens básicos nas condições de moradia (ausência de banheiros, de água encanada, energia elétrica, rede de esgoto e coleta de lixo), excluídos da educação (analfabetos) e apresentando complexa situação econômica (sem rendimentos) ou na linha da pobreza. Agrupadas as questões socioeconômicas encontramos a presença, de parte da população, em áreas que apresentam grande periculosidade, ocasionadas pelo grau de inclinação do relevo, que somada às questões sociais, vão potencializar e permitir a configuração dos espaços de vulnerabilidade socioambiental.

4.1 ÍNDICE DE VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL

O índice de vulnerabilidade socioambiental é analisado e representado por setores censitários utilizando como fonte de dados o censo IBGE, 2010. O índice é composto por informações socioeconômicas e das características do relevo (ambientais) agrupadas e representadas de maneira unificada.

Para a composição do índice de vulnerabilidade socioambiental, foram selecionadas vinte e sete variáveis do censo IBGE 2010. As variáveis do censo foram processadas mediante a subtração, adição ou utilizadas na sua íntegra, resultando em onze variáveis que possibilitam expressar o grau de vulnerabilidade. Juntamente com as variáveis do censo, foi confeccionada a variável condição do relevo representada em classes de declive.

As doze variáveis processadas foram distribuídas em cinco grupos de análise representando as condições de moradia, acesso a educação, rendimentos da população, da presença de aglomerados subnormais e das condições do relevo, provenientes do processamento das curvas de nível disponibilizadas pela Prefeitura de Ponta Grossa (PMPG). O quadro 1 apresenta os grupos de análise e a descrição das variáveis selecionadas do CENSO IBGE 2010, bem como as ações realizadas

para chegar no resultado final, para serem vinculadas a base cartográfica do município.

Quadro 1 – Indicadores de Vulnerabilidade Socioambiental

INDICADORES DE VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL				
Cód. Grupo	Grupo de análise	Cód. Variável	Descrição	Ação
1	CONDIÇÕES DE MORADIA	V1	Domicílios particulares permanentes sem abastecimento de água da rede geral é composta pelas variáveis: - Domicílios particulares permanentes com abastecimento de água de poço ou nascente na propriedade. - Domicílios particulares permanentes com abastecimento de água da chuva armazenada em cisterna. - Domicílios particulares permanentes com outra forma de abastecimento de água.	Soma entre as variáveis.
		V2	Domicílios particulares permanentes sem energia elétrica é composta pela variável: Domicílios particulares permanentes sem energia elétrica	Disponível na íntegra.
		V3	Domicílios particulares permanentes sem esgotamento sanitário via rede geral de esgoto, pluvial ou fossa séptica é composta pelas variáveis: - Domicílios particulares permanentes com banheiro de uso exclusivo dos moradores ou sanitário e esgotamento sanitário via fossa rudimentar. - Domicílios particulares permanentes com banheiro de uso exclusivo dos moradores ou sanitário e esgotamento sanitário via vala. - Domicílios particulares permanentes, com banheiro de uso exclusivo dos moradores ou sanitário e esgotamento sanitário via rio, lago ou mar. - Domicílios particulares permanentes com banheiro de uso exclusivo dos moradores ou sanitário e esgotamento sanitário via outro escoadouro.	Soma entre as variáveis.
		V4	Domicílios particulares permanentes do tipo casa sem lixo coletado é composta pelas variáveis: - Domicílios particulares permanentes com lixo queimado na propriedade. - Domicílios particulares permanentes com lixo enterrado na propriedade. - Domicílios particulares permanentes com lixo jogado em terreno baldio ou logradouro. - Domicílios particulares permanentes com lixo	Soma entre as variáveis.

INDICADORES DE VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL				
Cód. Grupo	Grupo de análise	Cód. Variável	Descrição	Ação
			jogado em rio, lago ou mar. Domicílios particulares permanentes com outro destino do lixo.	
		V5	Domicílios particulares permanentes sem banheiro de uso exclusivo dos Moradores é composta pelas variáveis: Domicílios particulares permanentes sem banheiro de uso exclusivo dos moradores e nem sanitário.	
2	CONDIÇÕES NO ACESSO A EDUCAÇÃO	V6	Pessoas Responsáveis pelos domicílios particulares permanentes não alfabetizadas é composta pelas variáveis: - Pessoas Responsáveis alfabetizados - Pessoas responsáveis	Subtração entre as duas variáveis.
		V7	Pessoas não alfabetizadas com 10 ou mais anos de idade é composta pelas variáveis: - Pessoas Residentes com 10 anos ou mais de idade. - Pessoas alfabetizadas com 10 anos ou mais anos de idade.	Subtração entre as duas variáveis.
3	CONDIÇÕES DE RENDIMENTO	V8	Domicílios particulares com rendimento nominal mensal domiciliar per capita de até 1/2 salário mínimo é composta pelas variáveis: - Domicílios particulares com rendimento nominal mensal domiciliar per capita de até 1/8 salário mínimo. - Domicílios particulares com rendimento nominal mensal domiciliar per capita de mais de 1/8 a 1/4 salário mínimo. - Domicílios particulares com rendimento nominal mensal domiciliar per capita de mais de 1/4 a 1/2 salário mínimo.	Soma entre as variáveis.
		V9	Pessoas responsáveis sem rendimento nominal mensal é composta pela variável: Pessoas responsáveis sem rendimento nominal mensal	Disponível na integra.
		V10	Pessoas responsáveis com rendimento nominal mensal até 1 salário mínimo é composta pelas variáveis: - V001 Pessoas responsáveis com rendimento nominal mensal de até 1/2 salário mínimo - V002 Pessoas responsáveis com rendimento nominal mensal de mais de 1/2 a 1 salário mínimo	Soma entre as variáveis.

INDICADORES DE VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL				
Cód. Grupo	Grupo de análise	Cód. Variável	Descrição	Ação
4	AGLOMERADOS SUBNORMAIS	V11	Aglomerados subnormais é composta pela variável: • Presença de aglomerados subnormais no setor censitário.	Nenhuma
5	CONDIÇÕES DO RELEVO	V12	Declividade do perímetro urbano de Ponta Grossa. • Confecção do cartograma com as curvas de nível de 5 em 5 metros.	Nenhuma

Org.: SILVA, A. C. (2013).

Todos os elementos que compõem os grupos de análise, presente no quadro um, apresentam significativa importância para o dia a dia da população. A condição de moradia, primeiro grupo de análise, está representada mediante os elementos básicos para o bem estar da população, as variáveis selecionadas para compor o grupo, se embasam da Lei Número 11.445, (05/01/2007) da Política Nacional de Saneamento Básico, que aborda como princípio a universalidade do acesso aos serviços de saneamento e a integralidade. O artigo 3º determina que o saneamento básico baseia-se num conjunto de serviços de infraestrutura e instalações operacionais de:

- a) abastecimento de água potável: constituído pelas atividades, infraestruturas e instalações necessárias ao abastecimento público de água potável, desde a captação até as ligações prediais e respectivos instrumentos de medição;
- b) esgotamento sanitário: constituído pelas atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, tratamento e disposição final adequados dos esgotos sanitários, desde as ligações prediais até o seu lançamento final no meio ambiente;
- c) limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos: conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destino final do lixo doméstico e do lixo originário da varrição e limpeza de logradouros e vias públicas.

Os serviços que estão focados no artigo 3º da Política Nacional de Saneamento Básico configuram-se como infraestrutura mínima, todos os serviços são condicionantes de saúde para população e importantes para geração e manutenção das condições saudáveis do meio. O documento ainda ressalta a importância da universalidade do saneamento básico apontando que, “proporcionar a todos, o acesso universal ao saneamento básico com qualidade, equidade e continuidade pode ser considerada como uma das questões fundamentais do momento atual, postas como desafio para as políticas sociais” (BRASIL, 2011, p. 2).

As condições da população quanto à educação presentes no grupo dois, está condicionada à pessoa responsável pelo domicílio e ao contexto geral da população. A educação é fundamental para o exercício da cidadania na sociedade, possibilitando ao indivíduo jovem e adulto retomar seu potencial, desenvolver suas habilidades, confirmar competências adquiridas e possibilitar um nível técnico e profissional mais qualificado (BRASIL, 2010).

A legislação brasileira apresenta de maneira clara a obrigatoriedade do oferecimento a toda população o direito a educação básica de forma gratuita e laica, dos quatro aos 17 anos de idade, assegurando a oferta inclusive para todos que não tiveram acesso ao ensino na idade própria.

Todos os cidadãos têm direito à educação. Com ela, o brasileiro pode vislumbrar uma vida livre da pobreza e ter mais participação na sociedade, por meio da qualificação para o trabalho. Quem não tem nenhum acesso à educação não é capaz de exigir e exercer direitos civis, políticos, econômicos e sociais, o que prejudica sua inclusão na sociedade moderna. (BRASIL, 2012, p. 17).

O Decreto 6.094 de 24/04/2007 define no inciso II do Art. 2º, a responsabilidade dos entes governamentais de "alfabetizar as crianças até, no máximo, os oito anos de idade, aferindo os resultados por exame periódico específico" garantindo a todas as crianças o direito ao acesso para alfabetização.

A educação é vista como uma das maneiras do indivíduo vivenciar a vida livre da pobreza e com participação ativa da sociedade. A ausência da população ao acesso a educação proporciona a perpetuação do ciclo de pobreza entre as gerações, uma vez que os países com baixa escolaridade apresentam as maiores

dificuldades para garantir maior nível de escolaridade para seus filhos e filhas (GOMES; PEREIRA, 2004).

A população que não tem acesso à educação e sua alfabetização compromete a cidadania em sua plenitude, da qual depende a possibilidade de conquistar todos os demais direitos que são definidos na Constituição Federal, ficando excluída do desenvolvimento de diversas ações básicas no dia a dia, como por exemplo, a simples leitura de uma carta (BRASIL, 2010).

O grupo três (3) com as condições de rendimento auferidas por famílias ou individualmente é o indicador mais utilizado na operacionalização do conceito de pobreza, uma vez que a mesma é responsável pelo padrão de consumo alimentar adequado à sobrevivência dos indivíduos, além de garantir outras necessidades básicas, como habitação, vestuário, e outros bens de consumo (FERREIRA; DINI; FERREIRA, 2006).

Os níveis de pobreza que afligem a sociedade refletem a perversa desigualdade da distribuição de renda e conseqüentemente da exclusão ao acesso de bens básicos para o dia a dia. Gomes e Pereira (2005, p. 360) afirmam que “a situação de vulnerabilidade social da família pobre se encontra diretamente ligada à miséria estrutural, agravada pela crise econômica que lança o homem ou a mulher ao desemprego ou subemprego”.

Analisar a vulnerabilidade a partir da distribuição de renda não é tarefa simples, devido às diversas metodologias aplicadas e utilizadas pelos mais distintos pesquisadores. Definir se um indivíduo é ou não pobre também implica em diversas situações, uma vez que

a pobreza de uma pessoa não se deve unicamente ao estado de indigência no qual ela se encontra efetivamente, mas também à falta de oportunidades reais – por razões sociais ou circunstâncias individuais – de usufruir de uma vida que valha a pena e que seja considerada em sua justa medida. (SALAMA; DESTREMAU, 1999 p. 82).

O IBGE apresenta o comparativo entre as definições apresentadas pela Comissão Econômica para a América Latina (Cepal), Governo Brasileiro e o Banco Mundial sobre o conceituar a linha de pobreza, estas nem sempre são comparáveis,

apresentando variações conforme os objetivos que compreendem as pesquisas. Segundo o IBGE (2012, p. 5), o Cepal, Governo Brasileiro e o Banco Mundial

adotam em seus estudos referências diferentes para traçar o limite abaixo do qual uma pessoa deve ser considerada pobre ou indigente (pobreza extrema). A Cepal utiliza o custo de uma cesta de alimentos que, geograficamente definida, contemple as necessidades de consumo calórico mínimo de uma pessoa (linha de pobreza); o Banco Mundial, por sua vez, utiliza o dólar PPC (paridade do poder de compra) que elimina as diferenças de custo de vida entre os países; no Brasil, a metodologia oficial usa como referência o Salário Mínimo, isto é, 1/4 do salário mínimo familiar per capita e 1/2 do salário mínimo familiar per capita, limites abaixo dos quais se define uma família extremamente pobre (indigente) e pobre, respectivamente.

O salário mínimo brasileiro é definido pela Lei 185, de 14/01/1936, como a “remuneração mínima devida ao trabalhador, sem distinção de sexo – capaz de satisfazer suas necessidades normais de alimentação, vestuário, habitação, higiene e transporte” (DIEESE, 2005 p. 2). A constituição federal de 1988, no capítulo dos direitos sociais, Art. 7º acrescenta que o salário mínimo, fixado em lei, deve ser capaz de atender a suas necessidades vitais básicas das famílias com moradia, transporte e previdência social, com reajustes periódicos que lhe preservem o poder aquisitivo (DIEESE, 2005, p. 3).

As condições de rendimento do presente estudo são analisadas pelas variáveis que exibem os domicílios extremamente pobres. De acordo o IBGE (2012), o termo “pobre” designa a população que não apresenta rendimento ou que apresenta rendimentos inferiores a um salário mínimo. Tal contexto apresenta a população mais desprovida economicamente presente no espaço urbano.

O quarto grupo, é composto pelos aglomerados subnormais. Segundo o IBGE (2010) o conceito de aglomerado subnormal foi utilizado pela primeira vez no Censo Demográfico 1991. Apresenta certo grau de generalização e abrange a diversidade de assentamentos irregulares existentes no Brasil, popularmente conhecidos como favela, invasão, grota, baixada, comunidade, vila, ressaca, mocambo, palafita, entre outros (IBGE, 2010).

Identificar os aglomerados subnormais é importante no contexto da vulnerabilidade, uma vez que, possibilita a identificação dos setores que em sua

maioria são carentes na maior parte dos serviços públicos essenciais para o dia a dia. Os aglomerados subnormais são compostos por no mínimo 51 unidades habitacionais e segundo o IBGE (2010) a identificação dos aglomerados é feita com base nos seguintes critérios,

Ocupação ilegal da terra, ou seja, construção em terrenos de propriedade alheia (pública ou particular) no momento atual ou em período recente (obtenção do título de propriedade do terreno há 10 anos ou menos);

Possuírem pelo menos uma das seguintes características:

- urbanização fora dos padrões vigentes - refletido por vias de circulação estreitas e de alinhamento irregular, lotes de tamanhos e formas desiguais e construções não regularizadas por órgãos públicos; ou
- precariedade de serviços públicos essenciais.

Os aglomerados subnormais são enquadrados a partir da observação de critérios definidos, acerca dos padrões de urbanização e/ou da precariedade dos serviços públicos essenciais para o dia a dia, estando nas categorias de invasão e loteamentos ou áreas que se encontram irregulares ou clandestinas (IBGE, 2010). Entretanto é importante salientar que, os aglomerados subnormais estão localizados “em municípios mais ricos e estruturados, enquanto no conjunto de municípios sem aglomerados subnormais muitas vezes predominavam áreas mais pobres e com infraestrutura mais precária” (IBGE, 2010, p. 47).

O quinto (5) grupo apresenta as condições do relevo como indicador ambiental. Considera-se a vulnerabilidade socioeconômica das moradias quanto às condições do relevo. Segundo a Lei N° 6.766 de dezembro de 1979, não será permitido o parcelamento do solo: em terreno com declividade igual ou superior a 30% (trinta por cento), salvo se atendidas exigências específicas das autoridades competentes.

O mapa de declividade é confeccionado com as curvas de nível equidistantes de cinco e cinco metros, classifica-se o relevo em cinco faixas de inclinação: até 6% entre 6% e 12%, entre 12% e 20%, entre 20% e 30% e acima de 30%. As áreas que apresentam inclinação até 10% foram consideradas como muito baixa vulnerabilidade e aquelas com declividade superior a 30% consideradas com vulnerabilidade muito alta. As classes da declividade foram inspiradas no trabalho de

Rossi (1994), que analisou a fragilidade empírica dos ambientes naturais e antropizados.

A presente metodologia visa identificar os domicílios que apresentam em maior ou menor grau a vulnerabilidade socioambiental presente no espaço urbano de Ponta Grossa, exibindo de maneira individual as características estudadas e também a partir da cruzamento de todos os elementos selecionados para compor o índice de vulnerabilidade.

4.2 A LÓGICA *FUZZY* NO CONTEXTO DA VULNERABILIDADE

Em se tratando de planejamento urbano, para se analisar os conflitos sociais e propor soluções, a utilização das geotecnologias mediante técnicas matemáticas são adequadas, pois o contexto urbano é complexo e somente análises visuais não refletem a realidade. Neste contexto, destacam-se a lógica clássica e a lógica *Fuzzy*.

A lógica clássica também conhecida como *Crisp* ou binária, foi desenvolvida por Aristóteles estabelecendo um conjunto de regras rígidas. A lógica binária hoje aplicada amplamente na área de tecnologia e foi desenvolvida por Boole (lógica booleana) e apenas utiliza dois valores 0 ou 1, sim ou não apresentando a possibilidade de resposta o talvez (MORAES, 2009).

Para a lógica *Crisp* um elemento pertence ou não pertence a determinado fenômeno estudado, ou seja, apresenta uma resposta fechada de sim ou não a uma pergunta. Tomemos como exemplo, o caso da vulnerabilidade socioambiental de Ponta Grossa, pela lógica clássica, é possível representar se ela pertence ou não pertence, se apresenta ou não a vulnerabilidade socioambiental, sem possibilidades de analisar as situações que são intermediárias, que estão próximas ou distantes da vulnerabilidade.

A lógica binária, por apresentar valores fechados, 0 ou 1, sim ou não, pode limitar diversos estudos, e apresentar resultados que não condizem com a realidade, segundo Meirelles é difícil a determinação dos valores de uma determinada área de forma exata ou precisa, uma vez que as fronteiras tendem a ter características semelhantes e não refletir a existência de mudanças muito significativas com quebras abruptas. A quebra ou separação provocada pelo sim ou não em uma superfície contínua torna pequenos nuances em grandes diferenças, induzindo para

resultados que não refletem a realidade estudada, comprometendo por fim sua aplicação em determinados estudos.

No mundo real, nem sempre os problemas podem ser modelados de acordo com a lógica *Crisp*, “sim”, “não”, “falso” ou “verdadeiro”, tornando a lógica clássica em diversos momentos inadequada para resolução de problemas incertos, uma vez que a mesma não trata as incertezas, entretanto não pode ser considerada inútil ou de impossível aplicação, vai depender do contexto e das ações que o pesquisador busca realizar. No presente trabalho são apresentados os aglomerados subnormais, estes se encaixam adequadamente na lógica *Crisp*, uma vez que o setor é ou não é um aglomerado subnormal. O CENSO IBGE 2010 não classifica um aglomerado subnormal como talvez, ou quase é um aglomerado subnormal. Sendo assim, a lógica *Crisp* neste contexto é pertinente.

Diferente da lógica *Crisp*, a lógica Nebulosa – do inglês *Fuzzy Logic*, desenvolvida por Jan Lukasiewicz em 1920, rompe com o sim ou não, estabelecendo conjuntos de graus com pertinência de 0, $\frac{1}{2}$ e 1 e, posteriormente, um número infinito de valores entre 0 e 1 (TAVARES; PORTO JUNIOR, 2010).

A teoria dos conjuntos *Fuzzy*, conhecida como lógica nebulosa ou difusa, foi apresentada por Zadeh (1965). Esta teoria busca apresentar modelos matemáticos para fornecimento de referencial teórico no tratamento das informações que apresentam caráter impreciso ou vago.

Por meio da lógica *Fuzzy*, encontram-se diversas possibilidades para manipulação de dados e informações que se apresentam como incertas ou duvidosas. A lógica *Fuzzy* não classifica apenas como verdadeiras ou falsas, sim ou não, branco ou preto, mas apresenta possibilidades de situações intermediárias, o oposto ao sim e ao não, rompendo com as suposições fechadas abordadas pela lógica clássica.

A lógica *Fuzzy* pode ser definida como a parte da lógica matemática dedicada aos princípios formais do raciocínio incerto ou aproximado, portanto mais próxima do pensamento humano e da linguagem natural (PAULA; SOUZA, 2010). Com a lógica *Fuzzy* é possível trabalhar com a verdade parcial, ou seja, com valores de verdade que poderão estar entre o completamente verdadeiro e o completamente falso. Sobre a temática, Vega (2002, p. 1) complementa que,

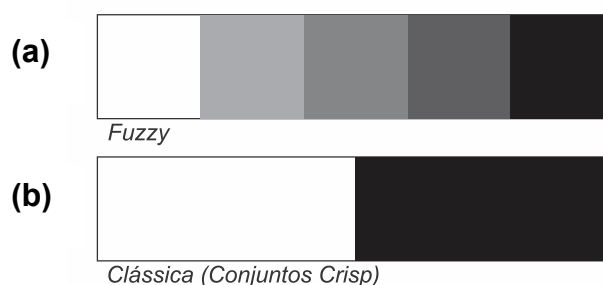
a Lógica *Fuzzy* é basicamente uma lógica de valores múltiplos que permite que os valores intermédios sejam definidos entre as avaliações convencionais como sim / não, verdadeiro / falso, preto / branco, etc. Noção de gosto bastante quente ou muito fria pode ser formulada matematicamente e processados por computadores. Desta forma é feita uma tentativa de aplicar uma forma mais semelhante à humana de pensar na programação de computadores

A lógica *Fuzzy* permite descrever determinada situação com muito mais detalhes e de maneira gradual, reduzindo a perda de informações e consequentemente mais próximas à realidade estudada (MALUTTA, 2004).

Burrough (1992) demonstra como as incertezas nos valores dos atributos dos mapas causam erros nos resultados das inferências espaciais efetuadas segundo modelamentos booleanos e *Fuzzy*. Os resultados obtidos por esse autor sugere que os métodos booleanos estão muito mais sujeitos à propagação de erros do que os equivalentes *Fuzzy*, e que a utilização da técnica *Fuzzy* pode reduzir drasticamente a propagação de erros mediante modelos lógicos, munindo-o informações mais confiáveis.

A figura 15 que apresenta de maneira simplificada a diferença entre a lógica *Crisp* e a lógica *Fuzzy*. Visualizando a figura, nota-se que a lógica *Crisp*, distingue apenas o preto e o branco, a lógica *Fuzzy*, além do preto e o branco, apresenta também vários tons de cinza que definem as situações intermediárias entre o sim e o não. A lógica *Fuzzy* introduz modelos que tornam mais suave a transição entre os conceitos sendo possível trabalhar com as expressões; “totalmente”, “quase”, “médio”, “pouco” ou nenhuma”. Estes elementos de imprecisão destacam-se no modelo *Fuzzy*, uma vez que tais aspectos não são tratados na lógica *Crisp*.

Figura 15 – Exemplo de objeto *Fuzzy* (a) e lógica clássica (b)



Org.: SILVA, A. C. (2012).

A lógica *Crisp* apresenta função definida como verdadeira ou falsa, ou seja, 1 ou 0, e o grau de pertinência dos conjuntos *Fuzzy*, é apresentado em escala eliminando a rigidez, variando de maneira continua entre 0 e 1, onde os fenômenos mais próximos ao conceito central (ausência da vulnerabilidade) tem valores próximos de 1, e os que estão distantes recebem valores menores, próximos de 0 indicando maior presença da vulnerabilidade.

Burrough e Mcdonnell (1998) argumentam que a função de pertinência para conjuntos *Fuzzy* deve assegurar que o grau de pertinência seja 1 no centro do conjunto, reduzindo as regiões de fronteira onde estas apresentam a pertinência 0 e o ponto intermediário também conhecido como *crossover* (cruzamento) apresenta grau de pertinência 0,5. Portanto tem como características a identificação de fronteiras ou limiares entre as classes.

Atualmente a lógica *Fuzzy* está implementada nas diversas ciências, especialmente por sua eficiência na modelagem de problemas em que as variáveis apresentam parâmetros subjetivos e apresenta como objetivo “modelar o modo aproximado o raciocínio humano, visando criar métodos computacionais capazes de tomar decisões racionais em ambientes de incerteza, subjetividade e imprecisão” (GOLDSCHMIDT, 2010, p. 9), e seu uso vêm sendo potencializado com o uso dos *softwares* computacionais como MATLAB®, IDRISI®, ARCGIS® dentre outros.

No contexto de vulnerabilidade Paula e Souza (2010, p. 2903) argumentam que

O resultado alcançado com a Lógica *Fuzzy* constitui-se uma superfície de aptidão continua à qual pode se aplicada um limiar, para a seleção de áreas mais vulneráveis ou menos vulneráveis a determinados usos e ocupações da terra. Proporcionando ao especialista uma maior flexibilidade na tomada de decisão.

O diagnóstico das áreas de vulnerabilidade envolve vários níveis de imprecisão e incerteza, já que as causas podem se manifestar de forma totalmente diferente em diferentes setores e com vários graus de vulnerabilidade.

No presente trabalho a Lógica de *Fuzzy*, tem como propósito a contribuição para identificar e classificar unidades em grupos distintos, de acordo com determinadas características de vulnerabilidades, a partir de indicadores de semelhança. Entretanto, como já mencionado nesta seção, a lógica *Crisp* é

adequada para o tratamento do grupo cinco (5), aglomerados subnormais, devido a sua natureza rígida indicando sim ou não, é ou não um aglomerado subnormal.

4.3 CONSTRUÇÃO DOS ÍNDICES *FUZZY*

O índice *Fuzzy* apresentado é relativo, uma vez que o indicador depende dos valores dos outros setores censitários em relação ao mesmo indicador.

Calculam-se as proporções de cada variável selecionada por setor censitário. Chega-se ao resultado por meio de uma regra de três simples. A equação 1 demonstra como é calculado o percentual de cada setor quanto a situação das condições de moradia, do acesso a educação e das condições de rendimento, referente aos grupos 1, 2 e 3.

$$y = \frac{100 \cdot x}{X_t} \quad (1)$$

Onde:

y = Proporção (%) de cada variável por setor censitário.

x = valor observado (número de domicílios ou pessoas com a carência selecionada) da série do indicador.

X_t = valor máximo (número de domicílios ou pessoas) da série do indicador.

4.3.1 Processo de Fuzzificação

A metodologia realizada para transformar os valores de entrada originais para a escala de 0 a 1 é chamado de fuzzificação. Cada variável presente nos cinco (5) grupos (condições de moradia, condições no acesso a educação e condições de rendimento, aglomerados subnormais e condições do relevo) que compõem a vulnerabilidade é fuzzificada. Portanto todos os dados estão na mesma escala variando de zero a um.

A fuzzificação utiliza-se da fórmula descrita por Pacheco, Del-Vecchio e Kerstenetzky (2010), os quais apresentam a Pobreza *Fuzzy* Multidimensional no

Estado do Rio de Janeiro, mediante a lógica *Fuzzy* e as variáveis do CENSO IBGE 2010.

A partir da equação 2, calcula-se o índice *Fuzzy* para cada variável individualmente.

$$x_{i,j} = \frac{\text{Max}_j - N_j}{\text{Max}_j - \text{Min}_j} \quad (2)$$

Onde:

$x_{i,j}$ = valor do índice *Fuzzy* para o indicador j calculado para o setor censitário i

N_j = valor observado da série do indicador j para o setor censitário i

Min_j = valor mínimo da série do indicador j.

Max_j = valor máximo da série do indicador j

Optou-se por não estabelecer pesos para as variáveis, escolhendo o máximo e o mínimo entre os valores apresentados para cada setor censitário em função de todos, uma vez que todas as variáveis selecionadas apresentam elementos essenciais para condições dignas de vida. Os elementos máximos e mínimos são definidos após o cálculo da equação um (1) que apresenta a proporção (%) de cada variável por setor censitário. Realizada esta proporção realizou-se uma tabela e nesta selecionou os elementos máximos e mínimo que compõem os índices de estudo para ser aplicado a questão dois e serem fuzzificados e apresentarem intervalos entre 0 e 1.

O índice *Fuzzy* apresentado é relativo, uma vez que o indicador depende dos valores dos outros setores em relação ao mesmo indicador mostrado na equação 1. Em outras palavras, apresenta-se a posição relativa da variável selecionada em determinado setor censitário com respeito aos outros setores do perímetro urbano de Ponta Grossa. Assim, estabelece uma hierarquia entre os setores, apresentando variação entre a presença ou ausência do fenômeno estudado e representado na variável selecionada em relação ao todo.

Com a definição das variáveis de relevância quanto as condições de moradias e a fuzzificação das mesmas, define-se os valores que variam de 0 (zero) a 1 (um), onde 0 (zero) corresponde ao índice do setor que apresenta as maiores porcentagem de carência da variável selecionada e 1 (um) corresponde ao setor censitário que apresenta a melhores condição para a variável selecionada. Logo,

quanto mais próximo do 0 (zero) maior a ausência da infraestrutura pesquisada e quanto mais distante maior a disponibilidade de infraestrutura, portanto próximo a 1.

Após a fuzzificação para verificar a vulnerabilidade é necessário que as variáveis sejam associadas, mediante a sobreposição difusa que consiste no cruzamento dos diversos índices gerados por meio das variáveis que compõem o índice de vulnerabilidade.

4.3.2 Variáveis Linguísticas

Após a fuzzificação (índice *Fuzzy* de 0 a 1) é necessário a padronização linear *Fuzzy* (0, 0,25, 0,5, 0,75 e 1) e definir a importância relativa de cada variável, elencando as variáveis linguísticas para cada grau de pertinência *Fuzzy* para o entendimento humano. As variáveis linguísticas refletem as imprecisões da linguagem humana, rompendo com o sim ou não, qualificando em níveis de ponderação. Para o presente trabalho, os níveis de ponderação utilizados são: “Muito Baixa”, “Baixa”, “Média”, “Alta” e “Muito Alta” (ALVES, 2006) descrito no quadro 2 com suas características, bem como o método coroplético para representar as diferenças entre os índices de vulnerabilidade pelas cores, variando do tom mais escuro com índice *Fuzzy* 0 (muito alta vulnerabilidade) ao tom mais claro (muito baixa vulnerabilidade) de índice *Fuzzy* 1.

Quadro 2 – Padronização *Fuzzy* linear para as Categorias Hierárquicas de Graus de vulnerabilidade

Categoria <i>Fuzzy</i>	Características da Vulnerabilidade apresentada	Índice <i>Fuzzy</i>
Muito Alta	Os setores apresentam os maiores índices de ausência ou carência das variáveis socioambientais. Representando pelo tom de cor mais forte da legenda.	0
Alta	Os setores apresentam altos índices de ausência ou carência das variáveis socioambientais. Representando pelo tom de cor forte legenda	0,25
Média	Os setores apresentam médios índices de ausência ou carência das variáveis socioambientais. Representando pelo tom de cor intermediário da legenda.	0,5
Baixa	Os setores apresentam baixa concentração das variáveis que compõem a vulnerabilidade socioambiental. Representando pelo tom de cor claro de cor legenda.	0,75
Muito Baixa	Apresenta os menores índices de vulnerabilidade. Com índice variando entre 0,74 e 1 representando pelo tom de cor mais clara da legenda.	1
Índice <i>Fuzzy</i> – Método coroplético de representação		
 0 0,25 0,5 0,75 1 Alta << < vulnerabilidade > >> Baixa		

Org.: SILVA, A. C. (2012).

4.3.3 Sobreposição Difusa

Cada variável com seus respectivos índices *Fuzzy* estão inicialmente em formato vetorial (*shapefile*). Os índices são transformados em arquivo *raster* e posteriormente manipulados e representados em layers no software ARCGIS®, possibilitando análise individual de cada elemento que compõem a vulnerabilidade.

A transformação das variáveis no formato vetor para formato *raster* é uma necessidade para realização da sobreposição difusa, uma vez que a sobreposição entre as variáveis que compõem a vulnerabilidade é otimizada mediante a álgebra de matrizes e o *software* ARCGIS® utiliza adequadamente os arquivos em formato *raster*.

Após o processo de classificação de cada variável com os índices fuzzificados variando entre 0 e 1 no formato *raster*, é possível iniciar a sobreposição difusa, que consiste no cruzamento das variáveis que foram transformadas em índices.

A sobreposição difusa é realizada mediante a sobreposição de diversos *layers* possibilitando o cruzamento de diversas informações e a visualização de determinadas áreas ou setores que apresentam todos os critérios de vulnerabilidade, isto é, têm alta pertinência de participação em todos os *layers* ou da ausência da vulnerabilidade, ou seja, não apresenta participação em todos os *layers*.

Quando se combina múltiplos critérios, a sobreposição difusa procura a pertinência de a célula ser um membro de cada conjunto definido por critérios lógicos e matemáticos. Segundo Meirelles (1997, p. 59), “sobreposição de vários planos de informação *Fuzzy*, pode ser obtido através da utilização de operadores, ou seja, vários operadores podem ser aplicados para combinar os valores das funções de pertinência de dois ou mais mapas”.

Para realização da Sobreposição difusa destacam-se as operações *Fuzzy AND*, *Fuzzy OR*, *Fuzzy SUM*, *Fuzzy PRODUCT* e *Fuzzy GAMMA*. Cada operação apresenta uma característica e melhor representa determinados fenômenos sendo possível intercalar diversas operações para chegar ao resultado final. Segundo Meireles, Câmara e Almeida (2007, p. 63),

é possível que seja necessário ou útil a utilização de uma variedade de operadores *Fuzzy* em um mesmo problema. O operador *AND Fuzzy* e *OR Fuzzy* podem ser mais apropriados que o operador *GAMMA*, em algumas situações, não sendo apropriado, no entanto, em outras.

As operações *Fuzzy* permitem diversas manipulações de maneira simultânea por meio da sobreposição com mais de um indicador *Fuzzy*, permitindo a manipulação precisa, classificando a vulnerabilidade em intervalos, que variam do

mais vulnerável ao menos vulnerável, mostrando-se como técnica mais eficiente do que as convencionais proporcionadas pela lógica *Crisp* (vulnerável e não vulnerável) como já apresentado no capítulo três.

Com base no trabalho de Meireles, Câmara e Almeida (2007, p. 147-153) e com as funções disponíveis no manual do ARCGIS® 10, foi confeccionado o quadro 3 que apresenta as cinco técnicas de operação *Fuzzy*, a função de pertinência de cada operador *Fuzzy* e as características para cada operação *Fuzzy*.

Quadro 3 – Técnica, função de pertinência e características do operador *Fuzzy*

TÉCNICA	FUNÇÃO DE PERTINÊNCIA	CARACTERÍSTICAS DO OPERADOR <i>Fuzzy</i>
AND	$\mu = \text{MIN} (\mu_a, \mu_b, \mu_c, \dots)$ onde μ_a, μ_b, e μ_c são valores de pertinência dos mapas A, B e C, para uma dada localização.	O operador <i>Fuzzy</i> AND resulta em uma estimativa conservadora, e apropriada nos casos em que duas ou mais evidências sejam correlacionadas ou seja um fenômeno tem que estar presentes de forma conjunta para que a hipótese seja considerada verdadeira. A função AND acaba sendo empregada principalmente no caso em que duas evidências (ou parâmetros) necessitem ocorrer simultaneamente, para que uma dada região seja considerada favorável e satisfaça uma certa hipótese de pesquisa.
OR	$\mu = \text{MAX} (\mu_a, \mu_b, \mu_c, \dots)$ onde μ_a, μ_b, e μ_c são valores de pertinência dos mapas A, B e C, para uma dada localização.	Para o <i>Fuzzy</i> OR o valor de pertinência de saída é controlado pelos valores máximos de qualquer mapa de entrada, para qualquer localização particular. Torna-se mais adequado a utilização do <i>Fuzzy</i> OR, nos casos em que a presença em grande quantidade de um determinado parâmetro seja um fator suficiente para considerar a hipótese pesquisada válida, mesmo que outros parâmetros não sejam encontrados em abundância (por exemplo: na avaliação de depósitos minerais), o uso do operador OR <i>Fuzzy</i> na combinação de Planos de Informação <i>Fuzzy</i> pode ser mais adequado. Utiliza-se a combinação <i>Fuzzy</i> OR, quando a presença de qualquer ocorrência já satisfaz, ou seja, é significativo para o fenômeno avaliado, mesmo que outros elementos não ocorram.

TÉCNICA	FUNÇÃO DE PERTINÊNCIA	CARACTERÍSTICAS DO OPERADOR <i>Fuzzy</i>
PRODUTO (PRODUCT) ALGÉBRICO <i>Fuzzy</i>	$\mu = \prod \mu_i$ Onde μ_i é o valor de pertinência <i>Fuzzy</i> para o i-ésimo mapa e $i = 1, 2, \dots, n$,	Os mapas são combinados e os valores de pertinência tendem a ser muito pequenos quando se utiliza este operador, uma vez que se multiplica diversos números menores do que 1. O produto resultante na operação Product vai ser menor do que os valores de entradas. Segundo manual ARC GIS 10 a opção Sum <i>Fuzzy</i> não é usado com frequência.
SOMA (SUM) ALGÉBRICA <i>Fuzzy</i>	$\mu = 1 - \prod (1 - \mu_i)$ Este operador é complementar ao produto Algébrico <i>Fuzzy</i>.	O resultado desta operação é sempre um valor maior ou igual ao maior valor de pertinência <i>Fuzzy</i> de entrada. O efeito desta operação é, portanto, de aumentar o valor de pertinência ao máximo de 1. A soma resultante é uma combinação linear de aumento da função que se baseia no número de critérios inseridos na análise. Segundo manual ARC GIS 10 a opção Sum <i>Fuzzy</i> não é usado com frequência.
GAMMA	$\mu = (\text{Soma Algébrica } Fuzzy)^\gamma * (\text{Produto Algébrico } Fuzzy)^{1-\gamma}$ No <i>Fuzzy gamma</i> o γ é um parâmetro escolhido entre [0,1]. Quando γ é igual a 1, a combinação é a mesma que a soma algébrica <i>Fuzzy</i>, quando γ é igual a 0, a combinação equivale ao produto algébrico <i>Fuzzy</i>.	Este operador é complementar do Produto Algébrico <i>Fuzzy</i> . Dependendo do valor do γ utilizado pode-se produzir valores de saída que garantem uma certa flexibilidade entre a tendência de maximização da soma algébrica <i>Fuzzy</i> e de minimização do produto algébrico <i>Fuzzy</i> . Em alguns casos, é interessante combinar todos os mapas em uma única operação, por exemplo, utilizando-se o operador Gamma. Operador <i>Fuzzy Gamma</i> é indicado quando se pretende valores maiores do que o product difusa, mas menor que a sum <i>Fuzzy</i> .

Fonte: MEIRELES; CAMARA; ALMEIDA, (2007, p. 147-153) e manual do ARCGIS® 10.
Org.: SILVA, A. C. (2013).

Como visualizado no quadro 3, cada operador apresenta uma característica e para chegar aos melhores resultados o presente trabalho realiza testes com a sobreposição difusa utilizando os operadores *Fuzzy AND*, *Fuzzy OR*, *Fuzzy SUM*, *Fuzzy PRODUCT* e *Fuzzy GAMMA* na próxima seção.

5 ÍNDICES FUZZY DE VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL

Calculados os índices *Fuzzy*, realizou-se cartogramas temáticos, representando as condições de moradia, condições ao acesso a educação e condições de rendimento da população pontagrossense.

Para melhor visualizar as disparidades presentes no espaço urbano, além dos cartogramas, também se apresenta gráficos de cada grupo com o número de ocorrência das classes de cada variável que compõem o índice *Fuzzy*.

Nos cartogramas utilizou-se do método coroplético, para representar os índices *Fuzzy*, as legendas estão representadas mediante a variável visual tom de cor marrom passando para o rosa claro, onde a intensidade da cor representa a diferença de valor, das maiores carências do fenômeno estudado para as menores carências. Os índices vão variando entre (0,0; 0,17) de cor marrom representam as maiores carências, passando por nuances avermelhadas (0,34; 0,50) de índice intermediário e finalizando com tom rosa claro (0,84; 1,00), representando os melhores índices *Fuzzy* consequentemente as menores carências da variável estudada.

Os gráficos apresentam como se encontram distribuídos os índices dos 404 setores por variável *Fuzzy*. O gráfico está representado por eixo X e Y, no eixo X encontram-se os índices *Fuzzy* e no eixo Y a quantidade de cada índice por setor da variável que compõem o índice *Fuzzy*, o que possibilita a visualização quantitativa dos índices bem como sua expressão no contexto abordado.

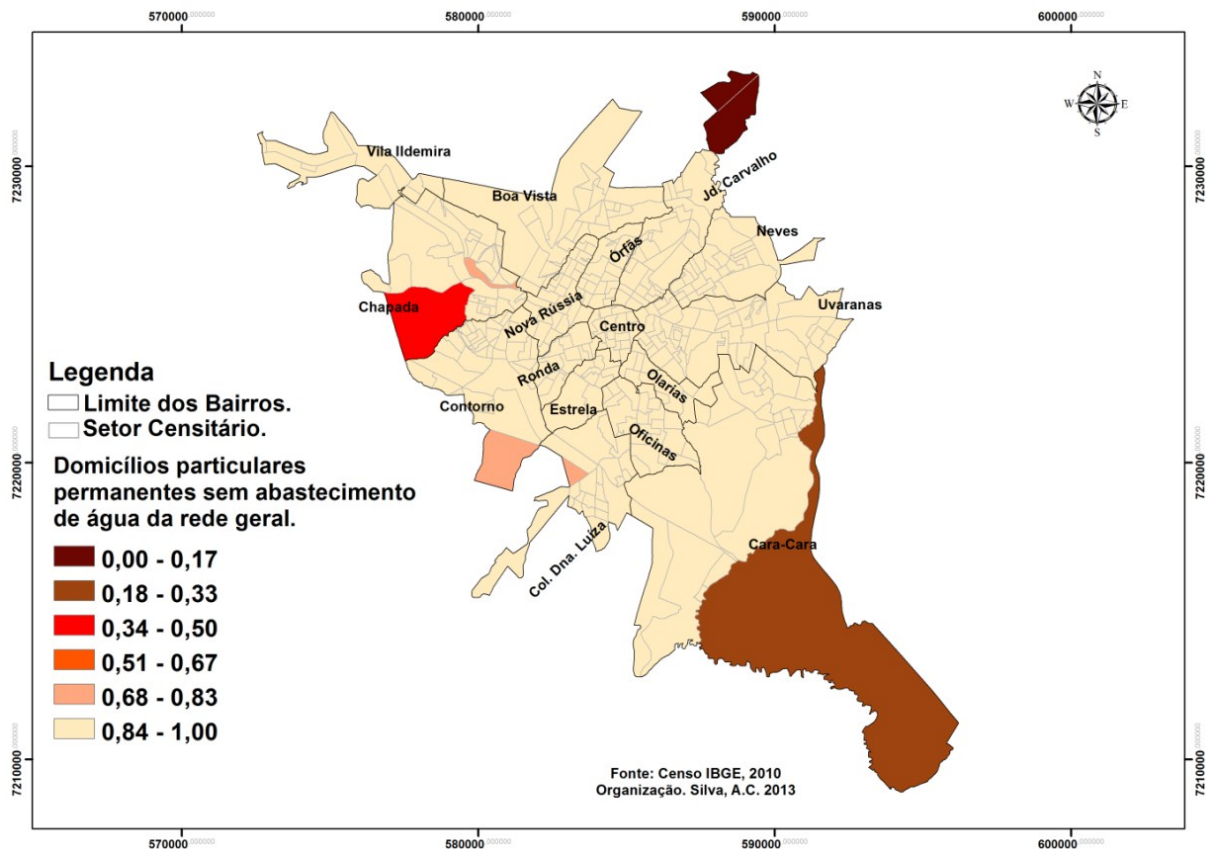
5.1 ÍNDICES *FUZZY* - CONDIÇÕES DE MORADIA

Nesta seção apresentam-se de maneira individual os cartogramas e gráficos com índices *Fuzzy* das condições de moradia da população. As variáveis que compõem as condições de moradia neste estudo são:

- Domicílios particulares permanentes sem abastecimento de água da rede geral;
- Domicílios particulares permanentes sem energia elétrica;
- Domicílios particulares permanentes sem esgotamento sanitário via rede geral de esgoto, pluvial ou fossa séptica;
- Domicílios particulares permanentes do tipo casa sem lixo coletado;
- Domicílios particulares permanentes sem banheiro de uso exclusivo dos moradores.

A figura 16 apresenta o cartograma com índice *Fuzzy* da variável domicílios particulares permanentes sem abastecimento de água da rede geral. Poucos são os setores que apresentam índices abaixo de 0,50 mostrando que a cidade tem acesso ao abastecimento de água, entretanto três setores (bairros do Jardim Carvalho, Cará-Cará e Chapada) no entorno do bairro Centro, apresentam elevados índices (entre 0 e 0,5) representando os setores com maior carência no abastecimento de água pela rede geral, expostos pela transição entre tons fortes do marrom e do vermelho. Os tons de rosa claro com índices variando entre 0,84 e 1 predominam no cartograma, e representa os setores com as menores carências no acesso ao abastecimento de água pela rede geral.

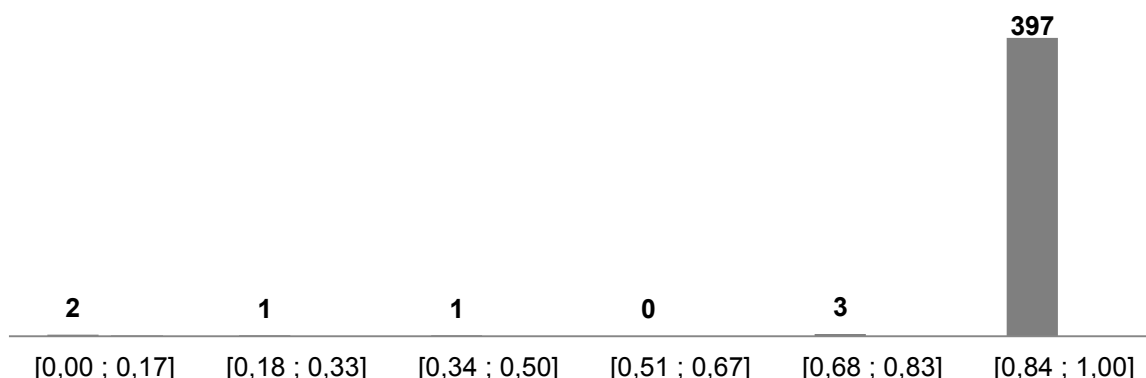
Figura 16 – Cartograma com os domicílios particulares permanentes sem abastecimento de água da rede geral



Fonte: Censo IBGE. Org.: SILVA, A. C. (2013).

O gráfico 1 apresenta o número total de setores sem abastecimento de água da rede geral nos respectivos índices *Fuzzy*, possibilitando a visualização quantitativa dos índices. São trezentos e noventa e sete (397) setores com os melhores índices 0,84 e 1. Apenas sete setores (7) estão abaixo das melhores condições, destes quatro apresenta índices abaixo de 0,5 e os demais estão entre os índices de 0,68 e 0,83. O gráfico reafirma o predomínio dos setores censitários com as melhores condições ao acesso ao abastecimento de água via rede geral citadas no cartograma anterior.

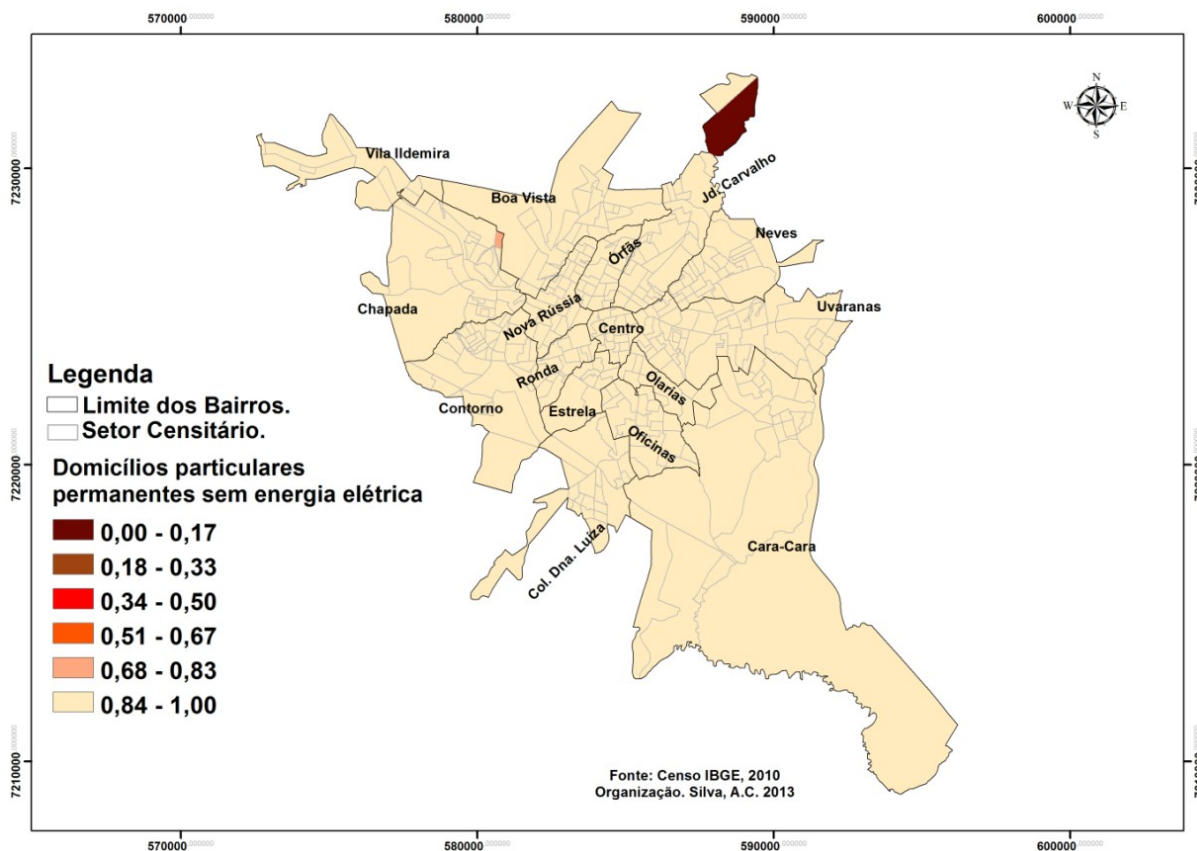
Gráfico 1 – Domicílios particulares permanentes sem abastecimento de água da rede geral



Fonte: Censo IBGE. Org.: SILVA, A. C. (2013).

O índice *Fuzzy* para os domicílios particulares permanentes sem energia elétrica é apresentado no cartograma da figura 17. Os maiores índices compreendido entre 0 e 0,33 (tons fortes da legenda) encontra-se presente em apenas um (1) setor, localizado no bairro Jardim Carvalho. A grande maioria dos setores apresentam índices variando entre 0,84 e 1 (tons mais claros) representando as melhores condições no acesso a rede elétrica. Cabe destacar ainda que, no bairro Chapada encontramos um setor isolado com pequena área territorial com variação do índice entre 0,68 e 0,83.

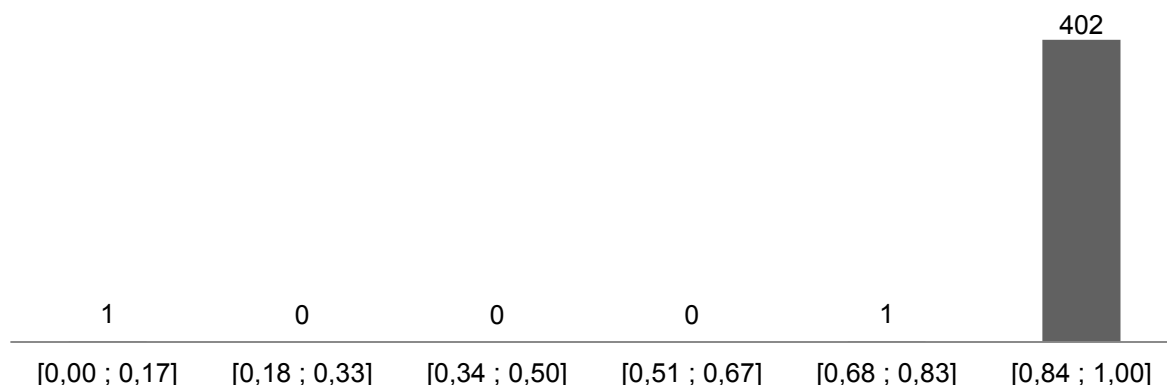
Figura 17 – Cartograma com os domicílios particulares permanentes sem energia elétrica



Fonte: Censo IBGE. Org.: SILVA, A. C. (2013).

O gráfico 2 apresenta como está distribuído os índices dos domicílios particulares permanentes sem energia elétrica. São quatrocentos e dois (402) setores com os melhores índices 0,84 e 1 e um (1) setor com índice de 0,68 e 0,83. Apresentando as piores condições, um (1) setor está presente entre 0 e 0,17. Os demais índices não apresentam setores. O acesso à energia elétrica no espaço urbano pontagrossense atende adequadamente a quase todos os habitantes e configura-se como a infraestrutura com melhor acesso.

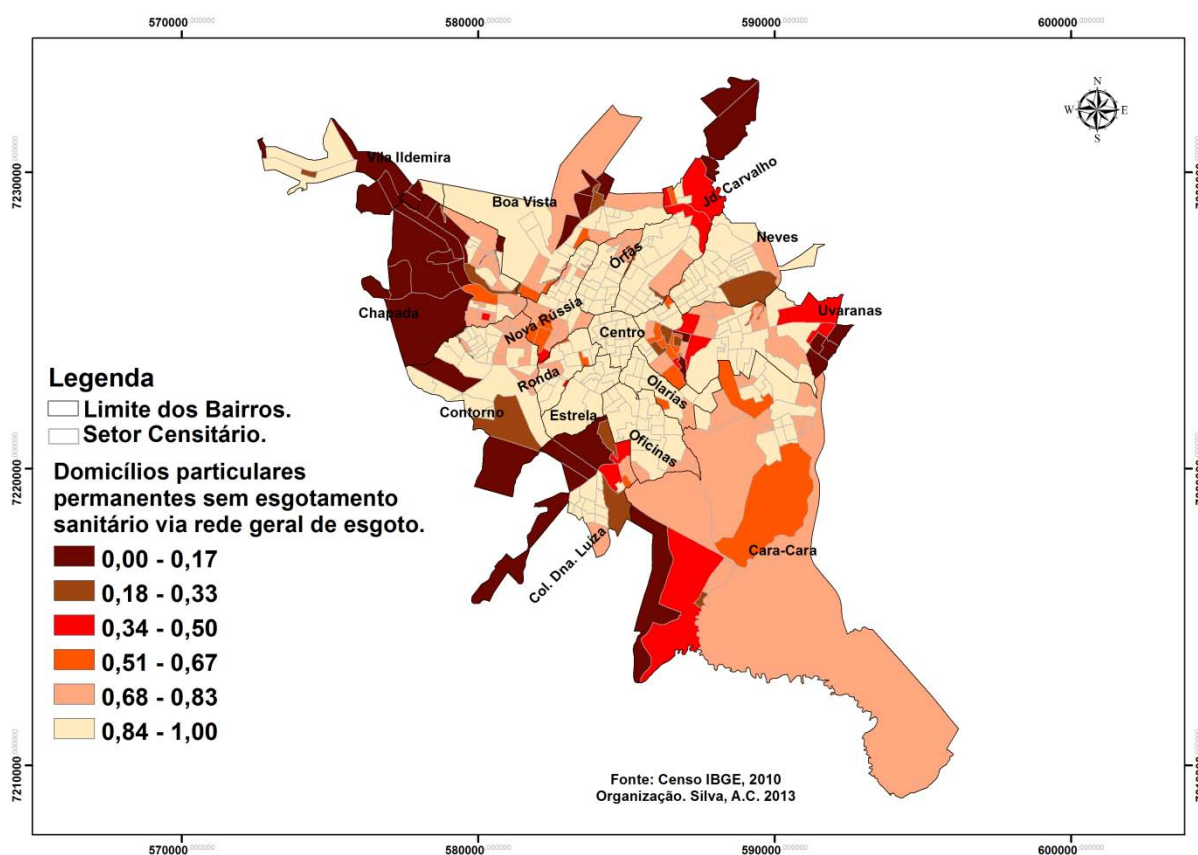
Gráfico 2 – Índices dos domicílios particulares permanentes sem energia elétrica



Fonte: Censo IBGE. Org.: SILVA, A. C. (2013).

O cartograma com o índice *Fuzzy* dos domicílios particulares permanentes, sem esgotamento sanitário via rede geral de esgoto ou pluvial está representado na figura 18. Os índices que apresentam as maiores ausência de ligação à rede de esgotos estão entre 0 e 0,33 representados com os tons mais fortes, e estão localizados principalmente nos setores das áreas longínquas do bairro Centro, destacando-se os setores dos bairros Chapada, Colônia Dona Luiza, Boa Vista, Uvaranas e Jardim Carvalho. Os índices com valores intermediários 0,34 e 0,67 estão presentes em diversos setores ao longo do espaço urbano, os setores do bairro do Cará-Cará tem a maioria dos índices entre 0,68 e 0,83. As melhores condições índices entre 0,84 e 1 estão presentes principalmente nos setores dos bairros Centro, Estrela, Olarias, Neves e Oficinas, entretanto, em todos os bairros apresentam-se setores com os respectivos índices em menores proporções, estes representados pelos tons mais claros da legenda.

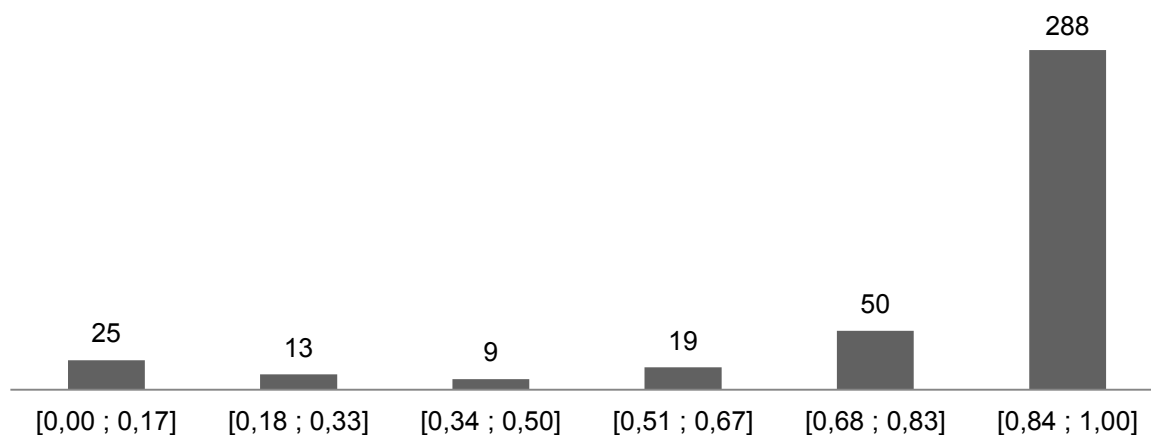
Figura 18 – Cartograma com os domicílios particulares permanentes sem esgotamento sanitário via rede geral de esgoto ou pluvial



Fonte: Censo IBGE. Org.: SILVA, A. C. (2013).

O número de setores que não apresentam o esgotamento sanitário via rede geral de esgoto ou pluvial em seus respectivos índices está representando no gráfico 3. São trinta e oito (38) setores ao longo do espaço urbano com índices abaixo de 0,33, destes vinte e cinco estão com os piores índices, entre 0 ao 0,17. Nas condições intermediárias, são vinte e oito (28) setores variando entre 0,34 e 0,67. O maior número de setores, trezentos e trinta e oito, (338) apresentam índices acima de 0,68, onde duzentos e oitenta e oito (288) encontram-se com os melhores índices, variando entre 0,84 e 1.

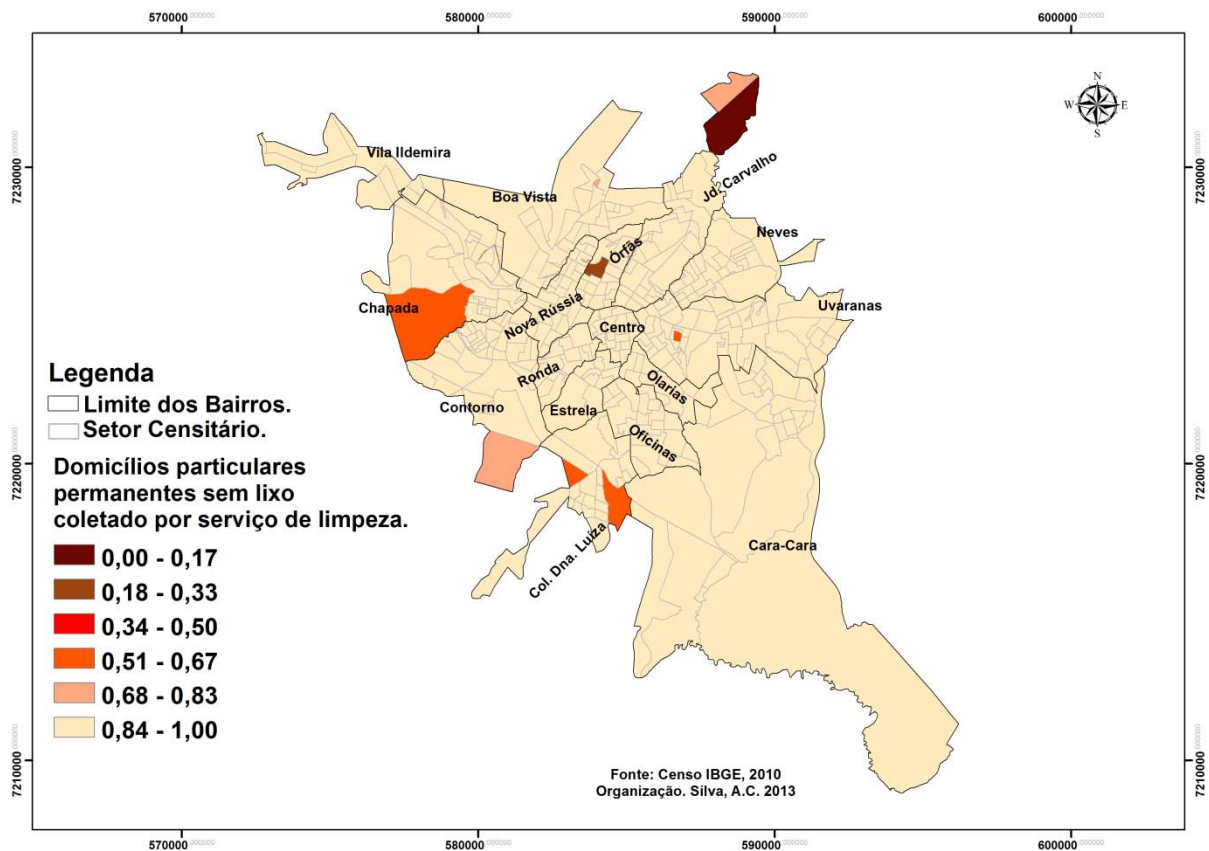
Gráfico 3 – Domicílios particulares permanentes sem esgotamento sanitário via rede geral de esgoto ou pluvial



Fonte: Censo IBGE. Org.: SILVA, A. C. (2013).

Os domicílios particulares permanentes do tipo casa sem lixo coletado estão representados no cartograma da figura 19. Apenas dois (2) setores representados pelos tons mais escuro, exibem índices abaixo de 0,33 estando presentes nos bairros Jardim Carvalho e Órfãs. Apenas os bairros Uvaranas, Chapada e Colônia Dona Luiza apresentam índices intermediários, com tons alaranjados. A maioria dos setores apresenta índice entre 0,84 e 1, apresentados pelas cores de tons claros, retratando o acesso da maior parcela da população a coleta de lixo.

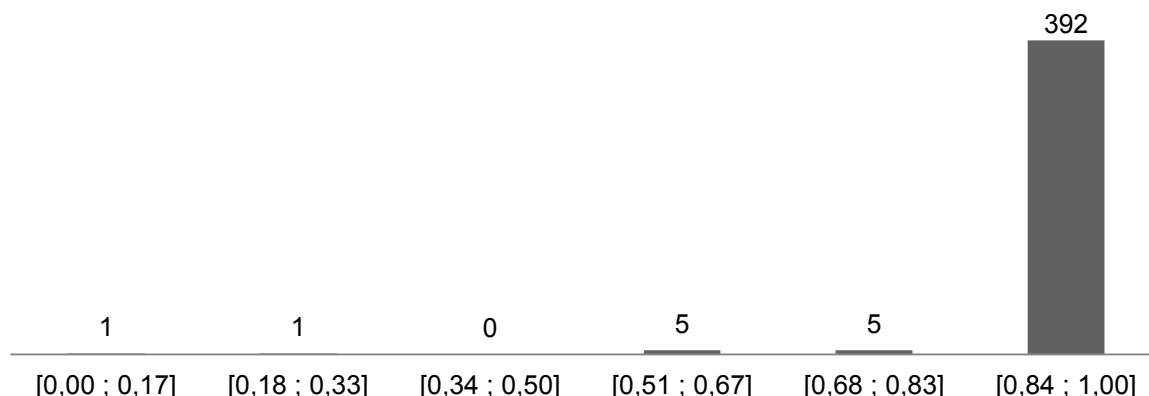
Figura 19 – Cartograma com os domicílios particulares permanentes do tipo casa sem lixo coletado



Fonte: Censo IBGE. Org.: SILVA, A. C. (2013).

O gráfico 4 exibe o número de setores com os domicílio que não apresentam o lixo coletado. Com índices que variando entre 0,0 ao 0,33 encontram-se apenas dois (2) setores. São cinco (5) setores com índices entre 0,51 e 0,67 e entre os índices de 0,68 e 0,83. O maior número de setores, trezentos e noventa e dois (392), apresentam índices acima de 0,84, representando as melhores condições da população ao acesso a coleta de lixo.

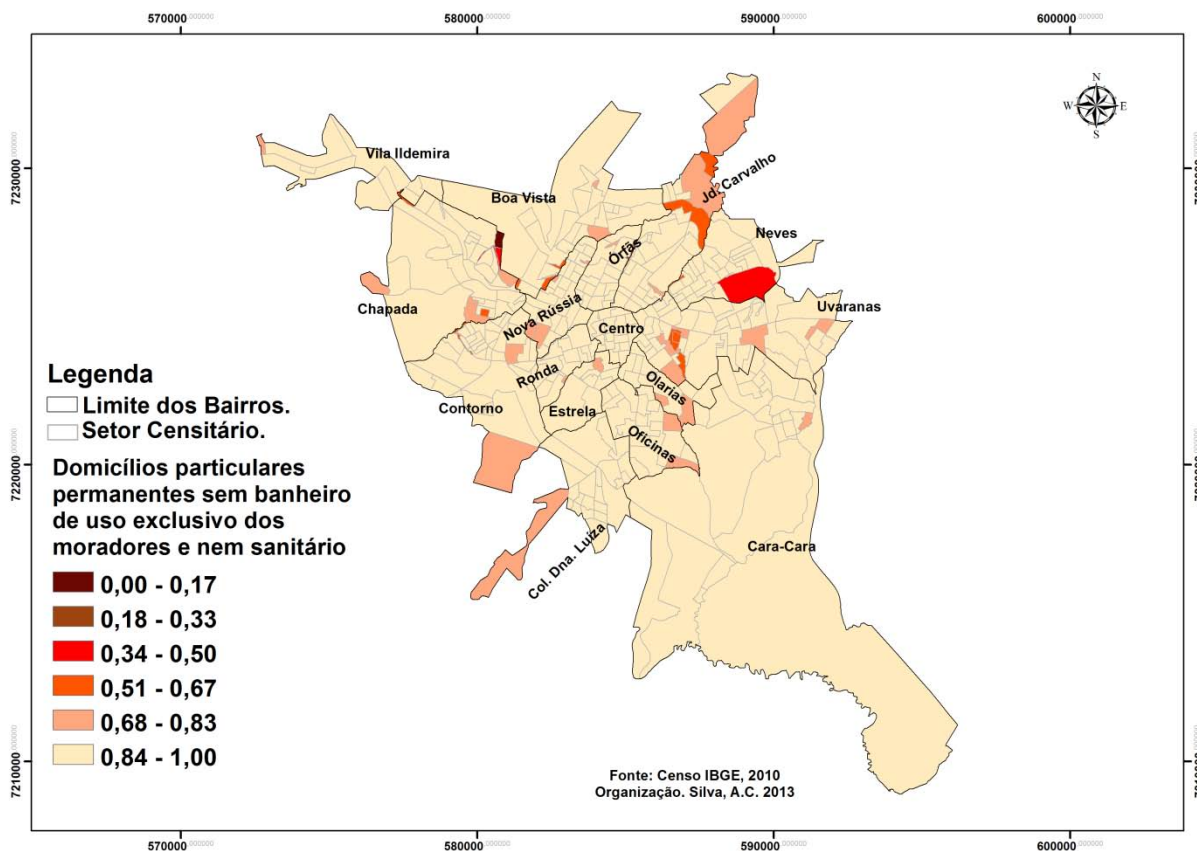
Gráfico 4 – Domicílios particulares permanentes do tipo casa sem lixo coletado



Fonte: Censo IBGE. Org.: SILVA, A. C. (2013).

O último índice *Fuzzy* representado no cartograma da figura 20, apresenta os domicílios particulares permanentes sem banheiro de uso exclusivo dos moradores e nem sanitário. Apenas um setor de pequena área territorial no bairro Chapada, apresenta o menor índice compreendido entre 0,0 e 0,17 com o tom marrom. São poucos os setores que apresentam índices abaixo de 0,5 variando o tom do marrom ao vermelho, distribuídos nos bairros Neves, Uvaranas, Jardim Carvalho, Chapada e Boa Vista. Os setores com índices de 0,68 e 0,83 estão distribuídos em todos os bairros ao longo do espaço urbano com tons claros. Os índices com as melhores condições 0,84 e 1, estão presentes na maior parte dos setores representados pelas cores de tom mais claros do cartograma.

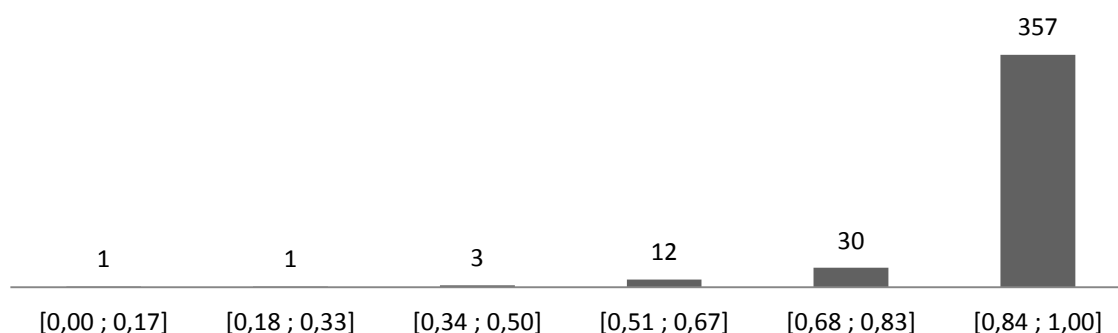
Figura 20 – Cartograma com os domicílios particulares permanentes sem banheiro de uso exclusivo dos Moradores



Fonte: Censo IBGE. Org.: SILVA, A. C. (2013).

O número de domicílios permanentes sem banheiro de uso exclusivo dos Moradores está presente no gráfico 5, e apenas cinco (5) setores variando entre os índices de 0 e 0,5, sendo que destes apenas dois estão entre 0 e 0,33. São doze (12) setores com índices entre 0,51 e 0,67 e trinta setores com índices de 0,68 e 0,83. O maior número de setores, trezentos e cinquenta e sete (357), apresentam índices acima de 0,84, representando as melhores condições da população ao acesso a banheiro de uso exclusivo pelo morador.

Gráfico 5 – Domicílios particulares permanentes sem banheiro de uso exclusivo dos Moradores



Fonte: Censo IBGE. Org.: SILVA, A. C. (2013).

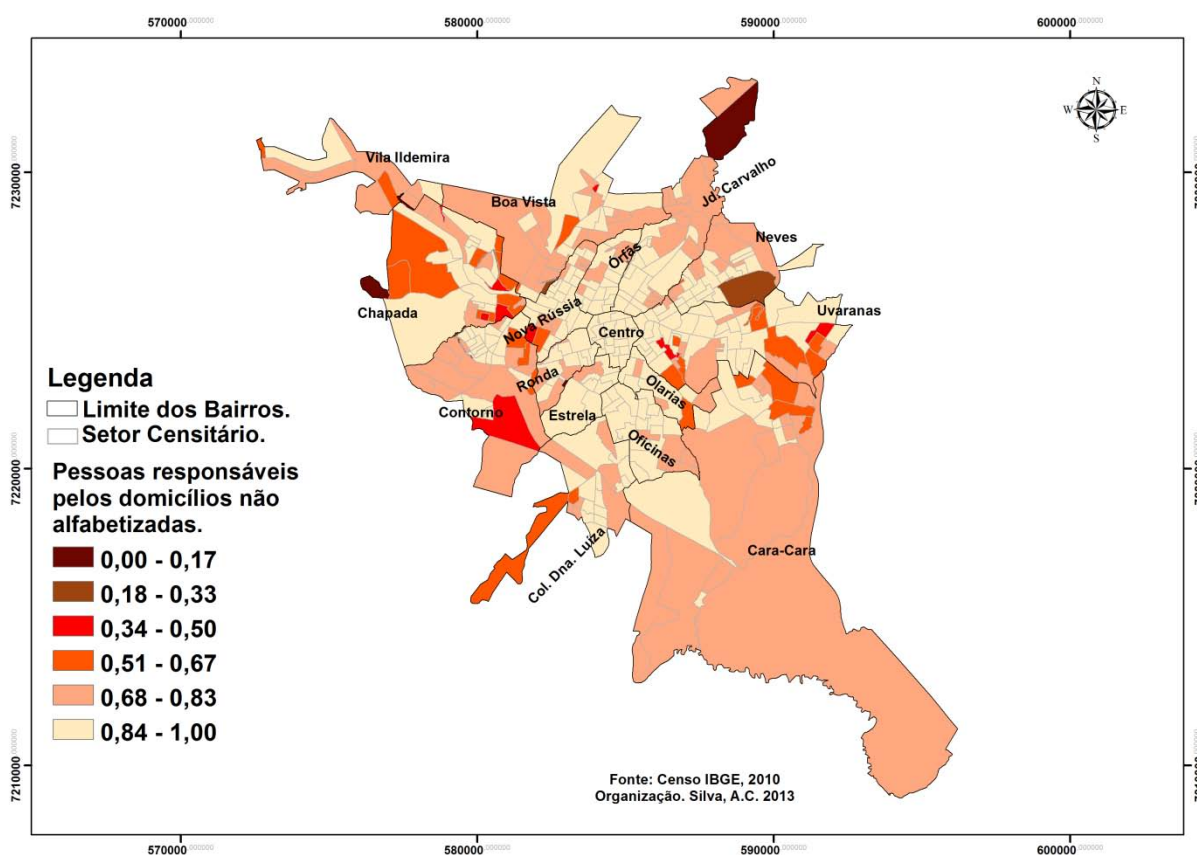
5.2 ÍNDICES *FUZZY* – CONDIÇÕES NO ACESSO A EDUCAÇÃO

Nesta sessão são apresentados de maneira individual os cartogramas com índices *Fuzzy* das condições de acesso a educação da população urbana pontagrossense. As variáveis que compõem as condições de acesso à educação são:

- Pessoas Responsáveis pelos domicílios particulares permanentes não alfabetizadas
- Pessoas não alfabetizadas com 10 ou mais anos de idade

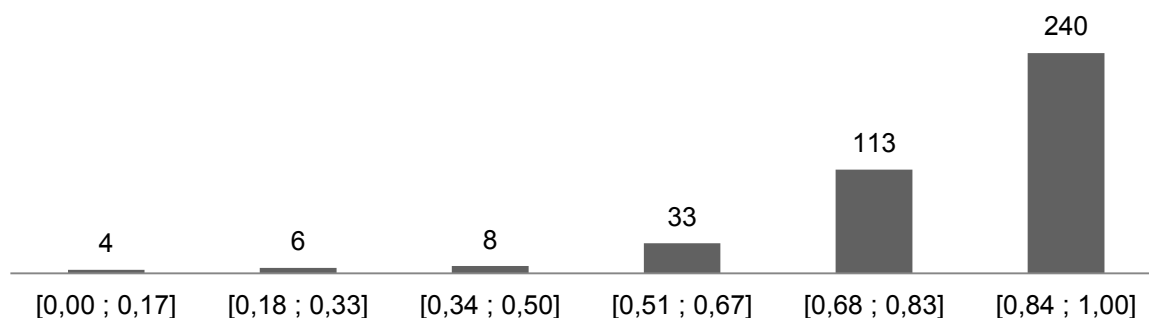
A figura 21 apresenta as pessoas responsáveis pelos domicílios particulares permanentes não alfabetizadas. Encontram-se diversos setores nas bordas do perímetro urbano com índices abaixo de 0,33, configurando-se como os setores com o maior número de pessoas responsáveis pelos domicílios analfabetos. Os índices intermediários, 0,34 até 0,67 estão presentes ao longo de toda periferia do perímetro urbano, representados pelos tons alaranjados. Os bairros Estrela, Órfãs e Oficinas também se destacam apresentando bons resultados todos acima de 0,68. Os menores índices representados pelos tons mais claros estão presentes em todo o bairro Centro e ainda ressalta-se que, o único bairro que apresenta todos os setores com índices acima de 0,84 e consequentemente os menores índices de analfabetismo.

Figura 21 – Cartograma com as pessoas responsáveis pelos domicílios não alfabetizadas



Fonte: Censo IBGE. Org.: SILVA, A. C. (2013).

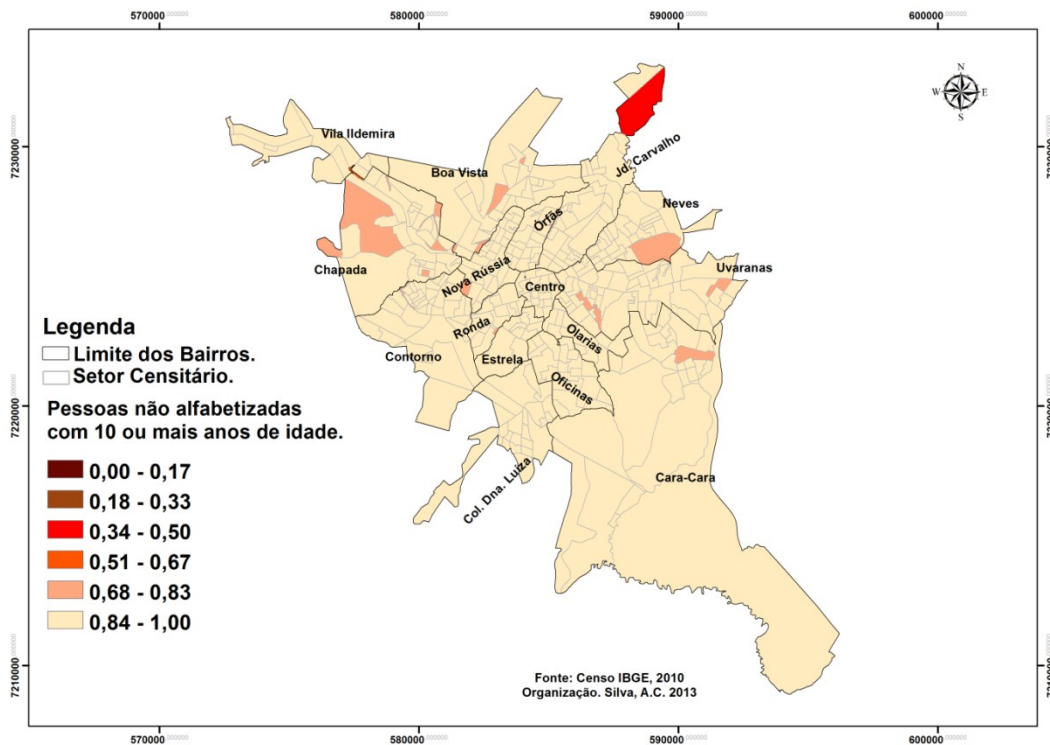
O gráfico seis (6) apresenta como está distribuído os índices das pessoas responsáveis pelos domicílios não alfabetizadas. Apresentando as piores condições, quatro (4) setores apresentam índices entre 0 e 0,17 e seis (6) setores encontram-se entre o índice de 0,18 e 0,33, totalizando, encontramos dez (10) setores entre 0 e 0,33. Com os índices intermediários 0,34 e 0,67 são quarenta e um (41) setores, sendo que oito (8) estão entre 0,34 e 0,5. Os melhores índices, 0,68 e 1 são trezentos e cinquenta e três setores, onde a maioria, duzentos e quarente (240) estão com índices entre 0,84 e 1.

Gráfico 6 – Pessoas responsáveis pelos domicílios não alfabetizadas

Fonte: Censo IBGE. Org.: SILVA, A. C. (2013).

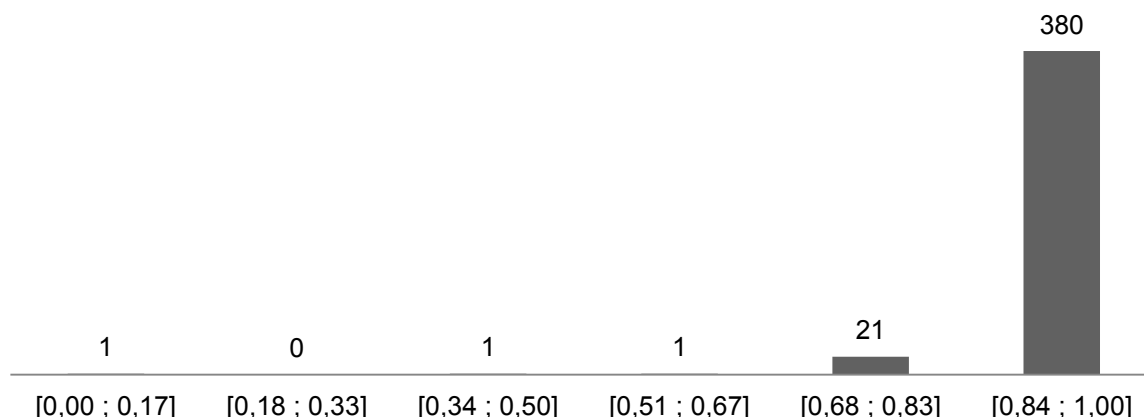
O índice com as pessoas não alfabetizadas com 10 ou mais anos de idade está presente na figura 22. Visualizando-a, encontram-se apenas dois (2) setores censitários apresentando índices abaixo de 0,5 que estão nos bairros Centro (marrom escuro) e no bairro Jardim Carvalho (em tom vermelho), entretanto no setor censitário do bairro Centro não aparece visualmente, devido à escala de representação em relação ao tamanho de sua área territorial. Os índices compreendidos entre 0,84 e 1 (setores com tons mais claros), estão presentes na maioria dos setores censitários, mostrando que no geral o número de pessoas analfabetas com 10 ou mais anos de idade é reduzido.

Figura 22 – Cartograma com as pessoas não alfabetizadas com 10 ou mais anos de idade



Fonte: Censo IBGE. Org.: SILVA, A. C. (2013).

O número de pessoas não alfabetizadas com 10 ou mais anos de idade está presente no gráfico 7, apenas dois (2) setores variando entre os índices de 0 e 0,5, sendo que destes apenas um (1) está entre 0 e 0,33. São vinte e um (21) setores com índices entre 0,68 e 0,83 e o maior número de setores, trezentos e oitenta (380), apresentam índices acima de 0,84, representando as melhores condições da população ao acesso da alfabetização.

Gráfico 7 – Pessoas não alfabetizadas com 10 ou mais anos de idade

Fonte: Censo IBGE. Org.: SILVA, A. C. (2013).

5.3 ÍNDICES *FUZZY* – E CONDIÇÕES DE RENDIMENTO DA POPULAÇÃO

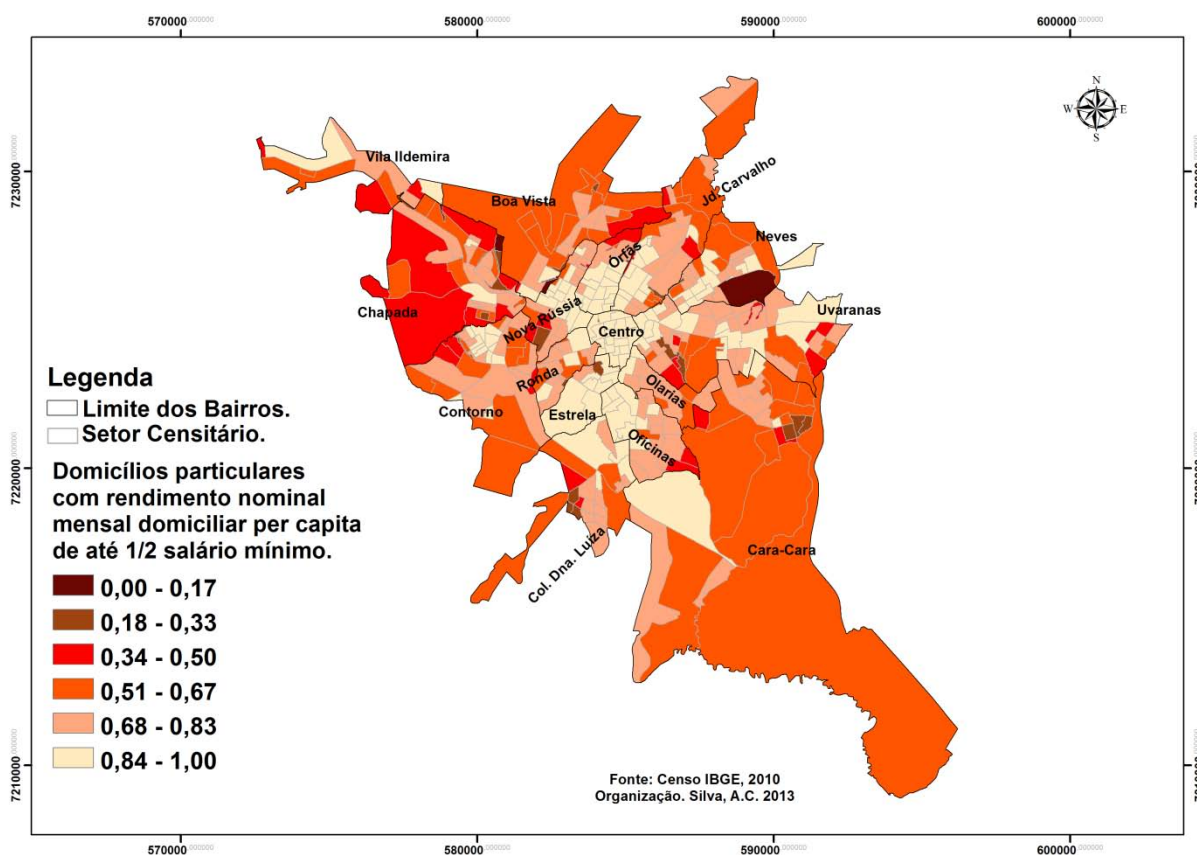
A presente seção apresenta de maneira individual os cartogramas com índices *Fuzzy* com as condições de rendimento da população. As variáveis que compõem as condições de rendimento da população são:

- Domicílios particulares com rendimento nominal mensal domiciliar per capita de até 1/2 salário mínimo.
- Pessoas responsáveis com rendimento nominal mensal até 1 salário mínimo.
- Pessoas responsáveis sem rendimento nominal mensal

Apresentando o índice *Fuzzy* com os domicílios particulares com rendimento nominal mensal domiciliar per capita de até 1/2 salário mínimo, o cartograma da figura 22 expõe como se encontra a variável supracitada. Os bairros Neves, Chapada e Nova Rússia apresentam os setores com índices entre 0 e 0,17 representados pelo tom de cor marrom forte. Verifica-se a presença de diversos setores com índices abaixo de 0,5 na maioria dos bairros, a única exceção é para o bairro Centro. Os índices abaixo de 0,5 estão preferencialmente nos setores mais distantes do bairro Centro, representando os domicílios que apresentam os menores rendimentos domiciliares per capita do espaço urbano.

O tom de cor alaranjado, dos índices entre 0,51 e 0,67 é expressivo, ausente apenas nos setores dos bairros, Centro, Estrela e Oficinas. Em todos os bairros, encontramos setores com índices entre 0,68 e 0,83, entretanto, encontra-se o predomínio no bairro Olarias. O bairro Centro e Estrela contêm os setores que apresentam os domicílios em sua maioria com índices entre 0,84 e 1 (tons claros) e configuram-se como os setores com maior número de domicílios com renda superior a $\frac{1}{2}$ salário mínimo. O tom mais claro que representa os índices próximos a 1, está presente de maneira predominante nos setores do bairro Centro e nas suas mediações, apresentando aspecto marcante em comparação aos outros índices presente nos demais bairros de Ponta Grossa – PR.

Figura 23 – Cartograma com os domicílios particulares com rendimento nominal mensal domiciliar *per capita* de até meio salário mínimo

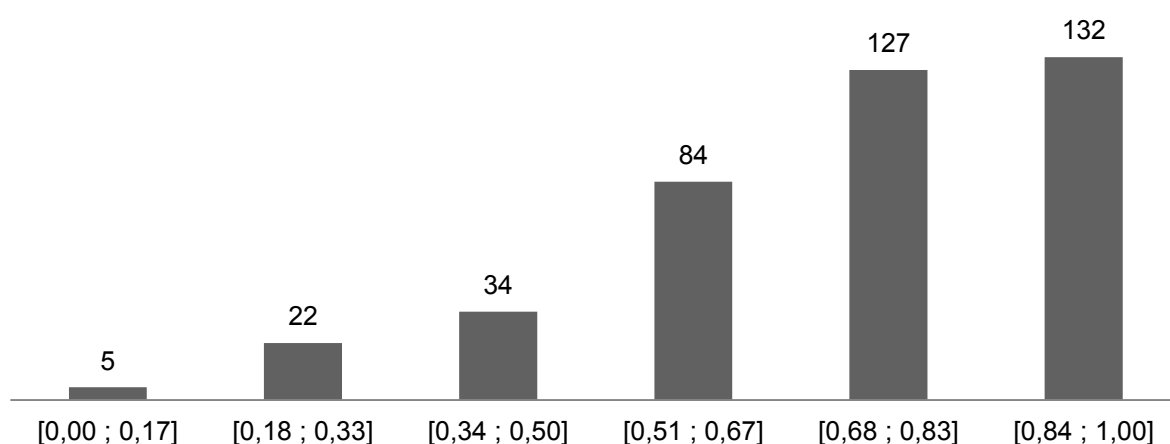


Fonte: Censo IBGE. Org.: SILVA, A. C. (2013).

O gráfico 8 apresenta como está distribuído os índices com os domicílios particulares com rendimento nominal mensal domiciliar per capita de até $\frac{1}{2}$ salário

mínimo. Apresentando as piores condições, cinco (5) setores apresentam índices entre 0 e 0,17 e vinte e dois (22) setores encontram-se entre o índice de 0,18 e 0,33. Com os índices intermediários 0,34 e 0,67 são cento e dezoito (118) setores, sendo que trinta e quatro (34) estão entre 0,34 e 0,5. Com os melhores índices, 0,68 e 1 encontra-se duzentos e cinquenta e nove setores, onde a maioria, cento e trinta e dois (132) estão com índices entre 0,84 e 1.

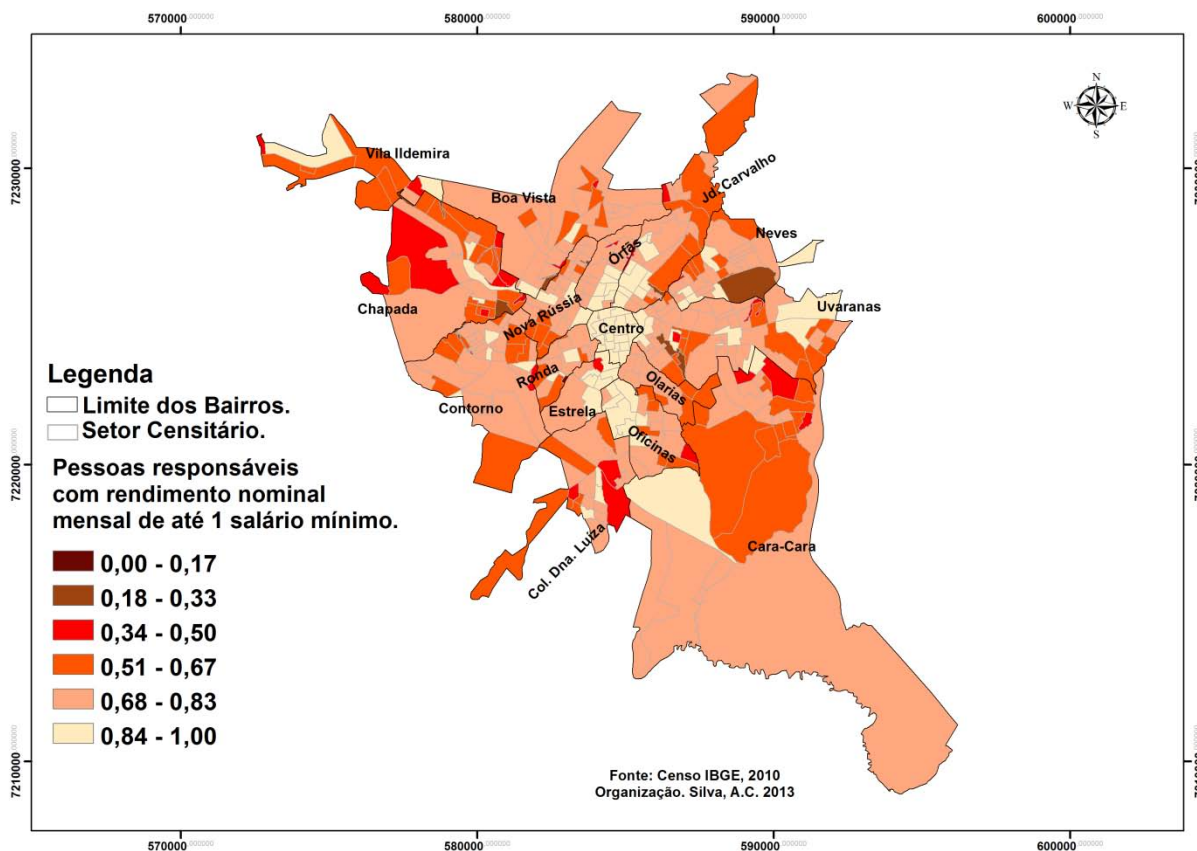
Gráfico 8 – Domicílios particulares com rendimento nominal mensal domiciliar *per capita* de até meio salário mínimo



Fonte: Censo IBGE. Org.: SILVA, A. C. (2013).

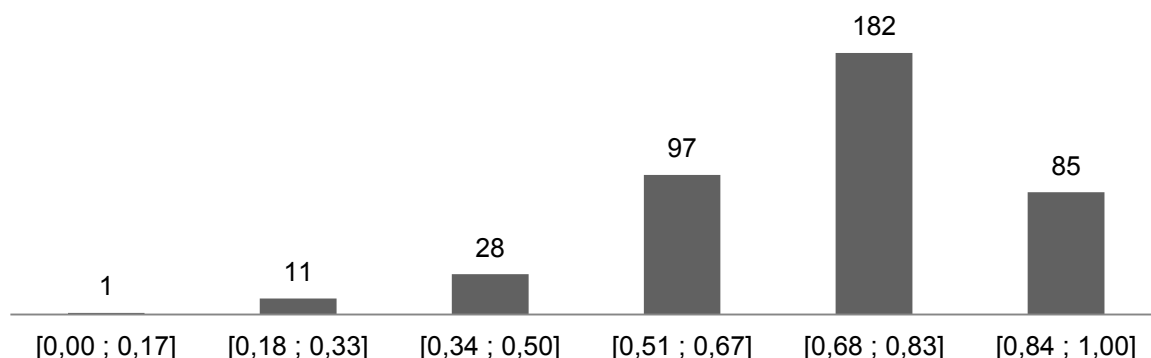
O índice *Fuzzy* das pessoas responsáveis com rendimento nominal mensal até 1 salário mínimo estão apresentados no cartograma da figura 24 e possibilita a visualização das condições dos setores da variável supracitada. Apenas o bairro Ronda apresenta um (1) setor de pequena área territorial e índice entre 0 e 0,17. Os setores com índices entre 0,18 e 0,5 estão distribuídos ao longo dos bairros, a única exceção fica para o bairro Centro, destaca-se o bairro Chapada com o maior número de setores com os respectivos índices. Há o predomínio dos setores com índices entre 0,51 e 0,83, representado pelos tons alaranjados e rosa, presentes em todo o espaço urbano, inclusive no bairro Centro, com um (1) setor de pequena área territorial. Os setores com os melhores índices, compreendidos entre 0,84 e 1 (tons mais claros) estão preferencialmente no bairro Centro e nas suas proximidades.

Figura 24 – Cartograma com as pessoas com rendimento nominal mensal de até 1 salário mínimo



Fonte: Censo IBGE. Org.: SILVA, A. C. (2013).

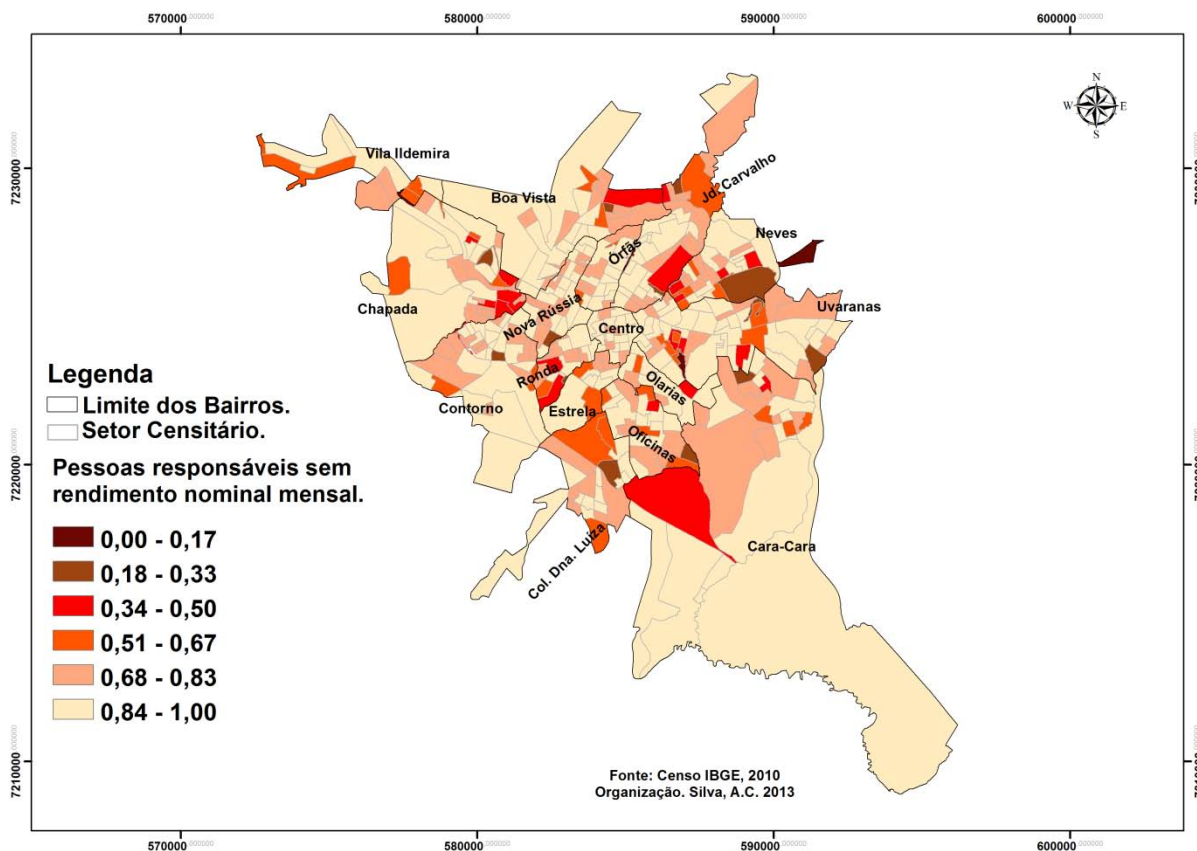
O número de pessoas com rendimento nominal mensal de até 1 salário mínimo está presente no gráfico 9. Apenas um (1) setor apresenta o menor índice que está entre 0 e 0,17. Encontram-se trinta e nove (39) setores variando entre os índices de 0,18 e 0,5, sendo que destes apenas onze (11) está entre 0 e 0,33. São noventa e sete (97) setores com índices entre 0,51 e 0,67 e a maioria dos setores, cento e oitenta e dois (182) está entre os índices 0,68 e 0,83. Oitenta e cinco (85) setores apresentam os melhores índices 0,84 e 1 ao longo do espaço urbano.

Gráfico 9 – Pessoas com rendimento nominal mensal de até 1 salário mínimo

Fonte: Censo IBGE. Org.: SILVA, A. C. (2013).

O último cartograma da sessão, figura 25 apresenta o índice *Fuzzy* com as pessoas responsáveis sem rendimento nominal mensal per capita. Apenas um (1) setor nos bairros Neves, Uvaranas, Chapada e Jardim Carvalho apresentam os maiores índices variando entre 0 e 0,17 mediante o tom marrom escuro. A maioria dos bairros apresenta setores com índices abaixo de 0,5 à exceção é para o Centro, Estrela e Oficinas que não apresentam nenhum setor com os índices citados. Os melhores índices entre 0,68 e 1 estão distribuídos de maneira heterogênea, presente em todos os bairros. Entretanto é importante salientar que, mesmo apresentando poucos setores com índices abaixo de 0,34, especializaram-se as pessoas responsáveis pelos domicílios sem rendimento nominal.

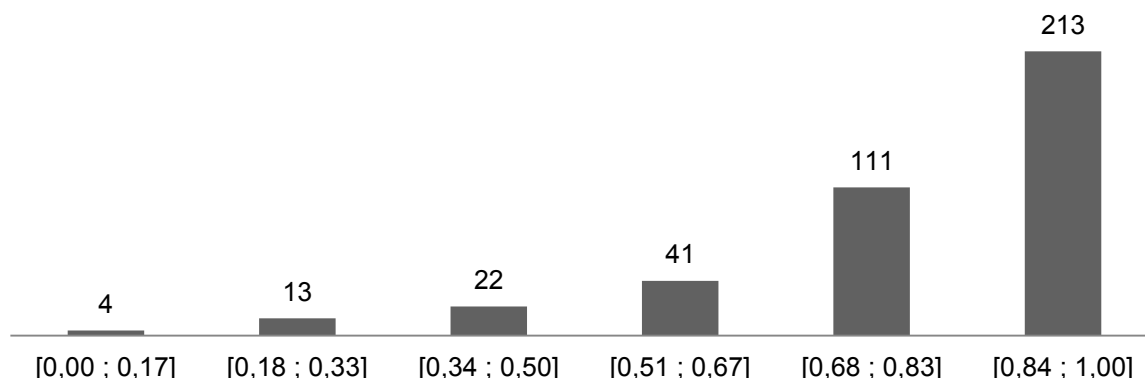
Figura 25 – Cartograma com as pessoas responsáveis sem rendimento nominal mensal



Fonte: Censo IBGE. Org.: SILVA, A. C. (2013).

O gráfico 10 apresenta como está distribuído os índices com as pessoas responsáveis sem rendimento nominal mensal. Apresentando as piores condições, quatro setores apresentam índices entre 0 e 0,17 e treze (13) setores encontram-se entre o índice de 0,18 e 0,33. Com os índices intermediários 0,34 e 0,67 são sessenta e três (63) setores, sendo que vinte e dois (22) estão entre 0,34 e 0,5. Encontram-se trezentos e vinte e quatro (324) setores com os melhores índices 0,68 e 1, sendo que a maioria, duzentos e treze está com índices variando entre 0,84 e 1.

Gráfico 10 – Pessoas responsáveis sem rendimento nominal mensal



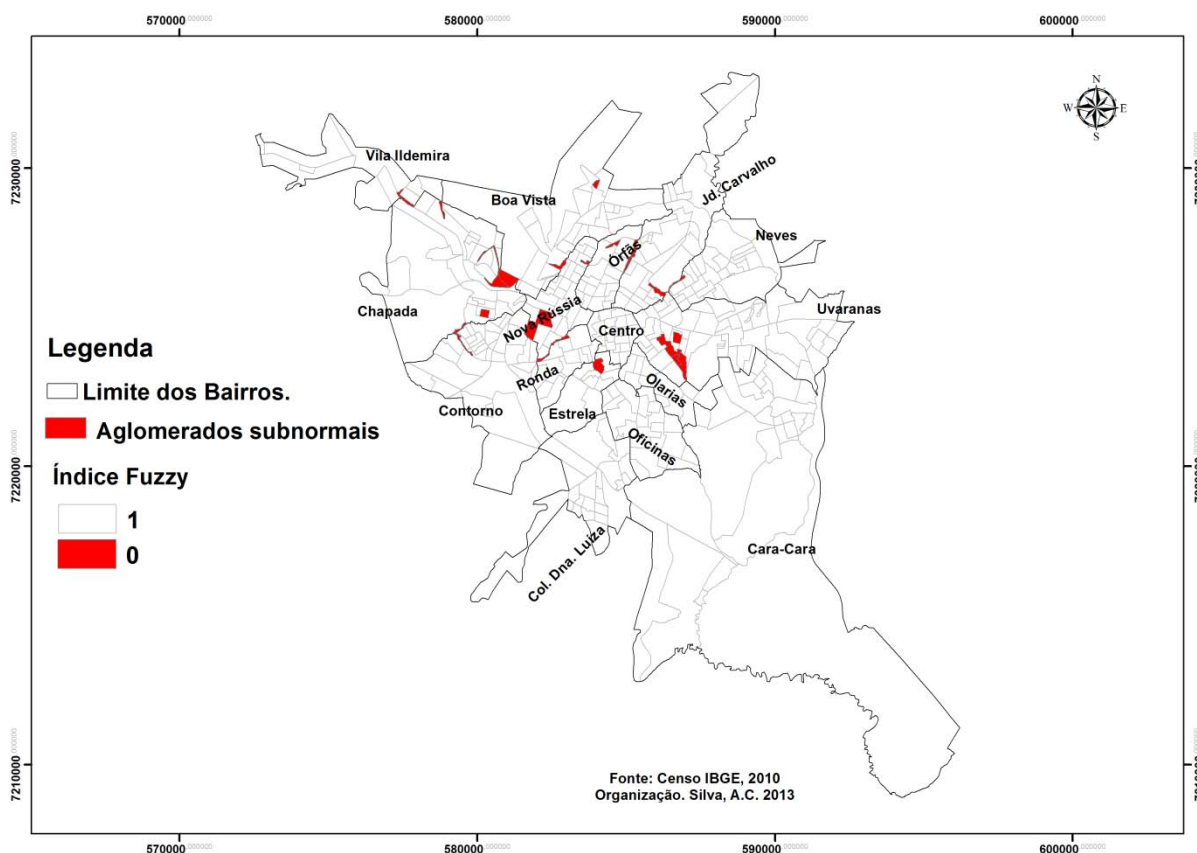
Fonte: Censo IBGE. Org.: SILVA, A. C. (2013).

5.4 ÍNDICES *FUZZY* – AGLOMERADOS SUBNORMAIS

O índice *Fuzzy* dos setores que apresentam aglomerados subnormais é representando de maneira diferenciada dos demais índices, uma vez que os setores não estão variando a intensidade ou valor de cada aglomerado subnormal, ou seja, o índice *Fuzzy* dos aglomerados subnormais, apresenta apenas o sim ou não, é ou não é aglomerado subnormal, seguindo as características da lógica Clássica ou *Crisp*.

A figura 26 apresenta o cartograma com os setores que apresentam os aglomerados subnormais, classificados pelo IBGE, 2010 a partir da observação de critérios definidos, acerca dos padrões de urbanização e/ou da precariedade dos serviços públicos essenciais para o dia a dia. Os setores com os aglomerados subnormais estão representados pelo tom de vermelho no cartograma da figura 26.

Figura 26 – Cartograma com os aglomerados subnormais



Fonte: Censo IBGE. Org.: SILVA, A. C. (2013).

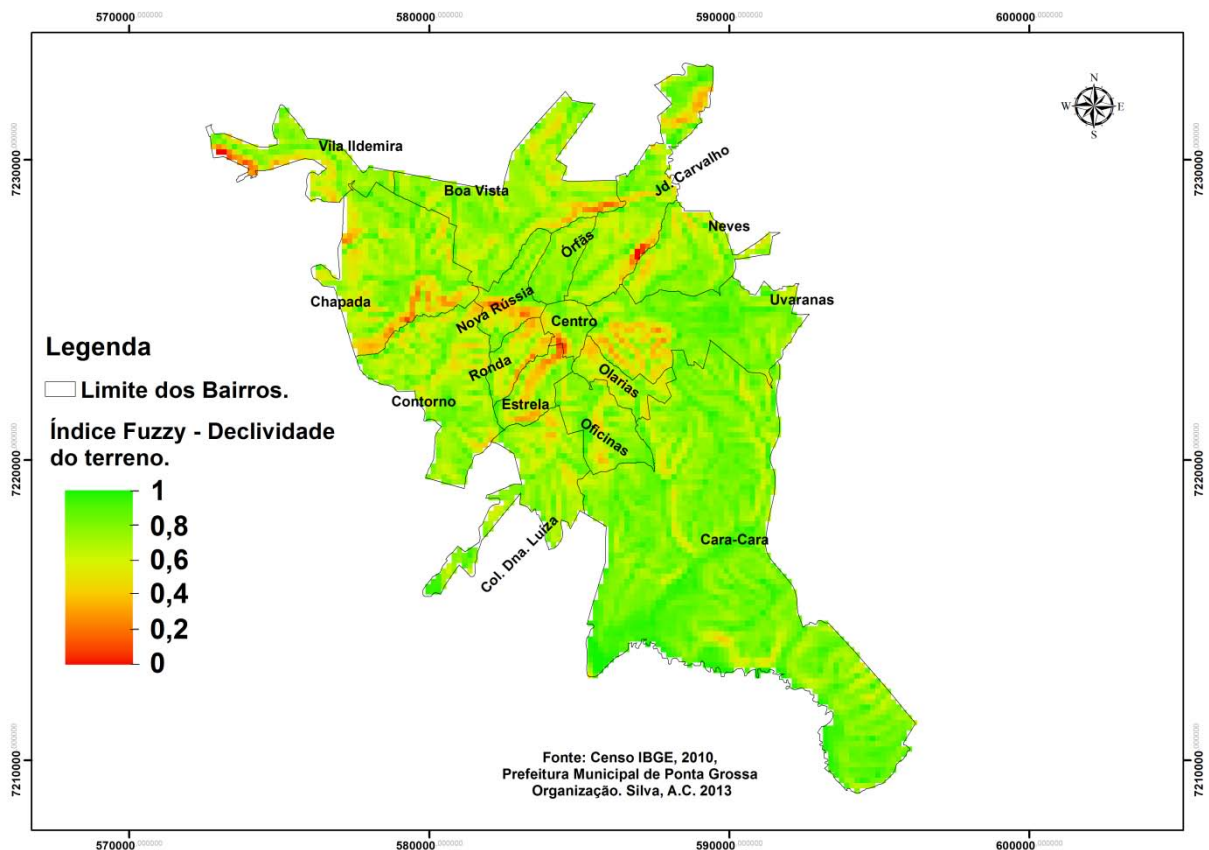
Encontra-se 404 setores presentes no espaço urbano, sendo que vinte e três (23) setores são avaliados como aglomerados subnormais segundo o IBGE. Todos os setores apresentam pequena área territorial, estando dispostos em quase todos os bairros de Ponta Grossa, a exceção fica para os bairros Centro, Olarias, Oficinas, Cará-Cará.

5.5 ÍNDICES *FUZZY* – CONDIÇÕES DO RELEVO

A ocupação das moradias urbanas em áreas com alta declividade (acima de 30%) compromete a segurança dos moradores, inclinações maiores ou menores do relevo podem influenciar a ocupação do espaço, conduzindo parte da população a locais impróprios ou de alto risco.

A declividade no espaço urbano de Ponta Grossa foi fuzzificada, gerando índices com variação entre 1 e 0, seguindo o princípio dos cartogramas anteriores, ou seja, áreas com índices próximos a um (1) estão representando as menores declividades, menor vulnerabilidade. Os índices com 30% ou mais de inclinação estão classificados com índices zero (0) ou seja muito alta vulnerabilidade. O índice *Fuzzy* da declividade do relevo está presente no cartograma da figura 27.

Figura 27 – Cartograma representando o índice *Fuzzy* da declividade do relevo



Fonte: Censo IBGE. Org.: SILVA, A. C. (2013).

Pouco são as áreas com índices de alta declividade, no geral encontramos declividades entre 0,6 e 1, baixos índices, correspondendo a áreas de baixa vulnerabilidade. Os índices médios 0,6 e 0,4 estão distribuídos ao longo de todo o espaço urbano, todos em pequenas áreas e os índices maiores com intervalos de 0,2 e 0 estão em poucas áreas, entretanto presentes em todos os bairros, com maior

ou menor representação. O bairro Centro, Nova Rússia, Ronda, Estrela, Jardim Carvalho, Chapada, Uvaranas e Boa Vista apresentam número significativo de áreas com índices entre 0,4 e 0, declividade mais acentuada.

6 VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL E A SOBREPOSIÇÃO DIFUSA

A representação da vulnerabilidade socioambiental na cidade de Ponta Grossa é representada mediante o índice de vulnerabilidade, entretanto para a geração do índice final de vulnerabilidade socioambiental realizou-se diversas sobreposições difusas. A sobreposição difusa consiste no cruzamento de cada plano de informação “overlay” com os operadores *AND*, *OR*, *SUM*, *PRODUCT* E *GAMMA*.

A presente seção apresenta a sobreposição dos índices *Fuzzy* que compõem cada grupo de análise (condições de moradia, condições no acesso a educação e condições de rendimento), nas cinco operações: *AND*, *OR*, *SUM*, *PRODUCT* e *GAMMA*, gerando novos índices com intervalos entre 1 (muito baixa vulnerabilidade) e 0 (alta vulnerabilidade) agrupados por grupo de análise. O grupo² de aglomerados subnormais e as condições do relevo não são apresentados nesta etapa, uma vez que o grupo apresenta apenas uma variável.

6.1 SOBREPOSIÇÃO DIFUSA – CONDIÇÕES DE MORADIA

Os cartogramas desta seção exibem o grupo de análise condições de moradia, composto pela sobreposição difusa das cinco (5) variáveis; Domicílios particulares permanentes sem abastecimento de água da rede geral; Domicílios particulares permanentes sem energia elétrica; Domicílios particulares permanentes sem esgotamento sanitário via rede geral de esgoto, pluvial ou fossa séptica; Domicílios particulares permanentes do tipo casa sem lixo coletado e Domicílios particulares permanentes sem banheiro de uso exclusivo dos Moradores, apresentados nas operações *Fuzzy AND*, *OR*, *SUM*, *PRODUCT* e *GAMMA*.

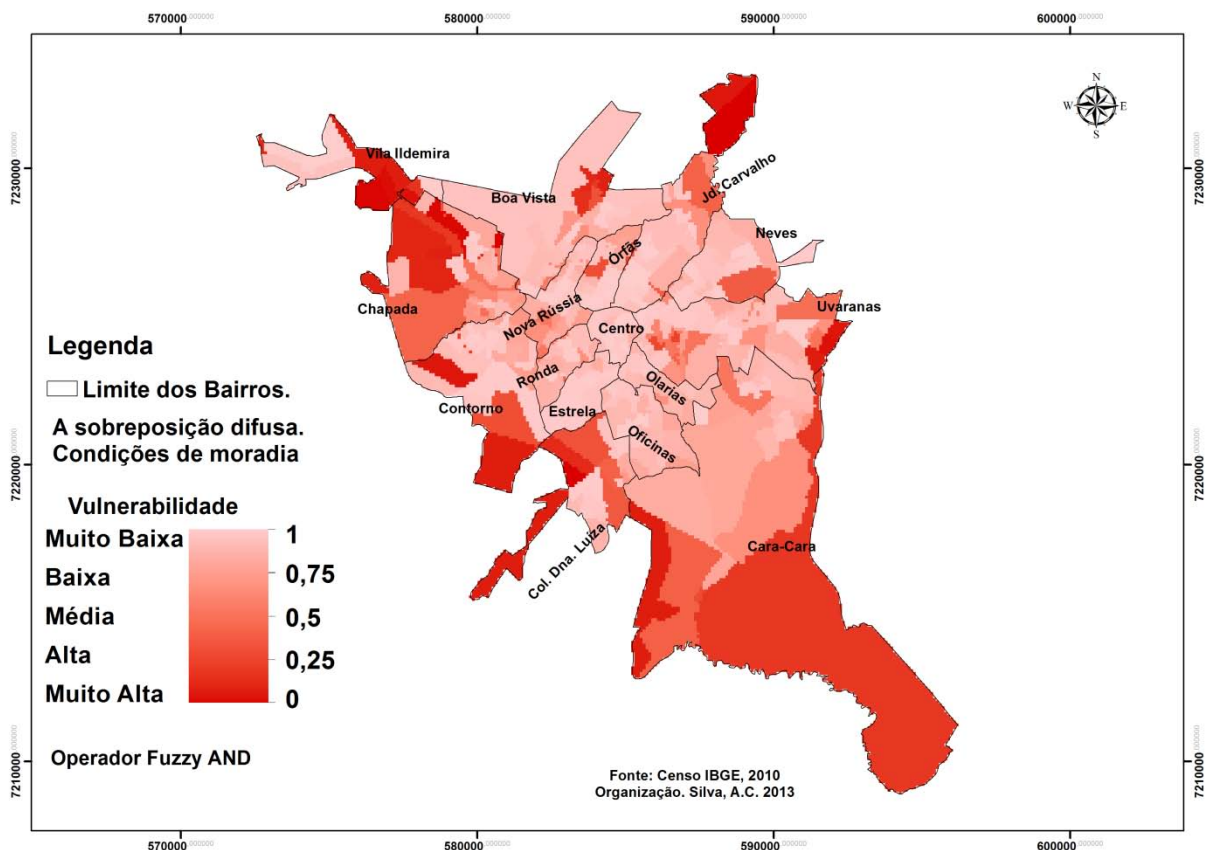
Os setores que apresentam os maiores índices de carências nas condições de moradia apresentam-se na legenda em tons mais forte representando as áreas de maior vulnerabilidade. Os setores com os menores índices de carência nas

² Na seção 4, encontram-se descritos os cinco grupos com as variáveis que compõem o Índice de Vulnerabilidade.

condições de moradia estão dispostos em tons mais claros da legenda e representam as áreas de menor vulnerabilidade.

Mediante operador *Fuzzy AND*, figura 28 apresenta o cartograma com o índice de vulnerabilidade *Fuzzy* das condições de moradias pontagrossense.

Figura 28 – Sobreposição difusa das condições de moradia. Operador *Fuzzy AND*



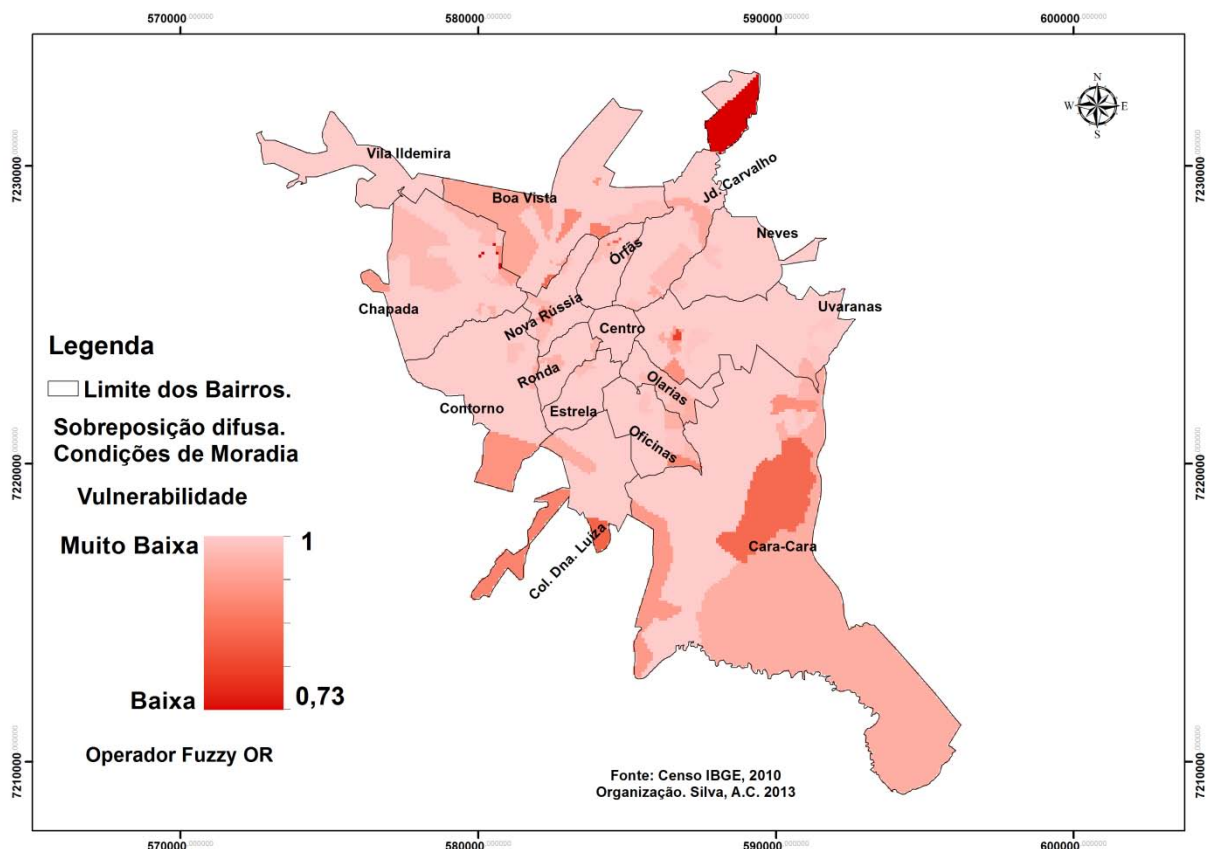
Fonte: Censo IBGE. Org.: SILVA, A. C. (2013).

O operador *AND* realçou os casos em que duas ou mais variáveis estão presentes no mesmo setor. Os bairros, Centro, Olarias, Estrela e Oficinas com as melhores condições de moradia, em tons claros, apresentam os setores com índices próximos a 1, vulnerabilidade muito baixa. As maiores vulnerabilidade estão dispostas nas áreas mais distantes do bairro Centro destacando-se o bairro Chapada, Colônia Dona Luiza e o Cará-Cará, que apresentam os tons mais escuros da legenda, isto é, vulnerabilidade muito alta. Diversos setores principalmente ao

entorno do bairro Centro apresentam características de média vulnerabilidade, apresentando-se como uma transição aos setores que contemplam a vulnerabilidade alta. O operador *AND* apresenta-se eficaz, valorizando as áreas que ocorrem à justaposição das variáveis que compõem o grupo condições de moradia, uma vez que todos os itens que compõem são de extrema importância para um ambiente saudável.

A sobreposição dispostas na figura 29 mediante o operador *Fuzzy OR* apresenta o cartograma com o índice de vulnerabilidade *Fuzzy* das condições de moradias pontagrossense. É necessário observar a legenda do cartograma, uma vez que os valores estão variando entre muito baixa vulnerabilidade de índice 1 e baixa vulnerabilidade índice 0,73.

Figura 29 – Sobreposição difusa das condições de moradia. Operador *Fuzzy OR*

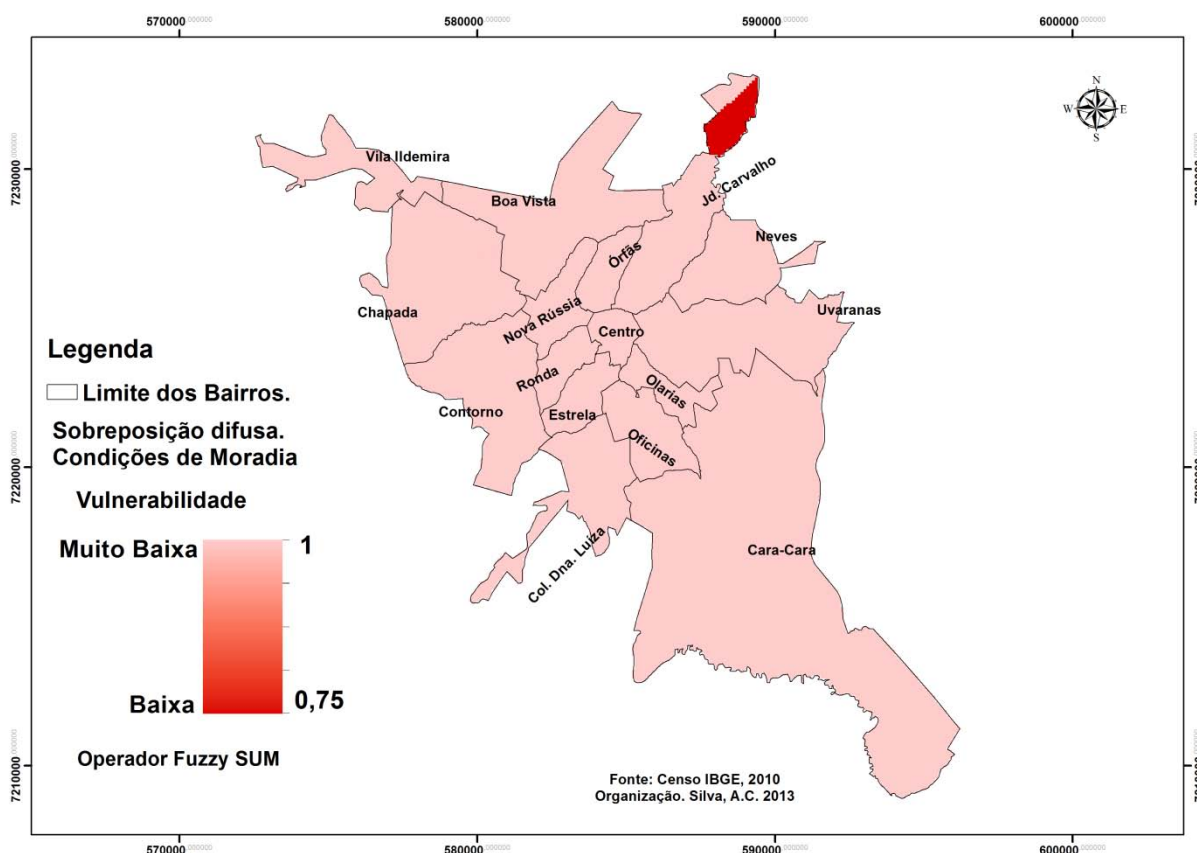


Fonte: Censo IBGE. Org.: SILVA, A. C. (2013).

O operador *Fuzzy OR* não classificou nenhum setor com média, alta e muito alta vulnerabilidade. Os tons de cor mais fortes identificados na legenda, presentes nos bairros Jardim Carvalho e Chapada representam os setores com baixa vulnerabilidade. A maioria dos setores enquadram-se com muito baixa vulnerabilidade, índice 1. Esta técnica é pertinente quando se pretende identificar os valores mais elevados de adesão para todos os critérios de entrada das variáveis.

O índice de vulnerabilidade *Fuzzy* das condições de moradias pontagrossense com operador *Fuzzy SUM*, encontra-se na figura 30. O operador *SUM*, assim como o anterior “OR” não classifica o índice de vulnerabilidade entre 1 e 0, mas entre 1 e 0,75, para tal indicador nenhum setor apresenta características abaixo de 0,75, vulnerabilidade baixa até muito alta.

Figura 30 – Sobreposição difusa das condições de moradia. Operador *Fuzzy SUM*

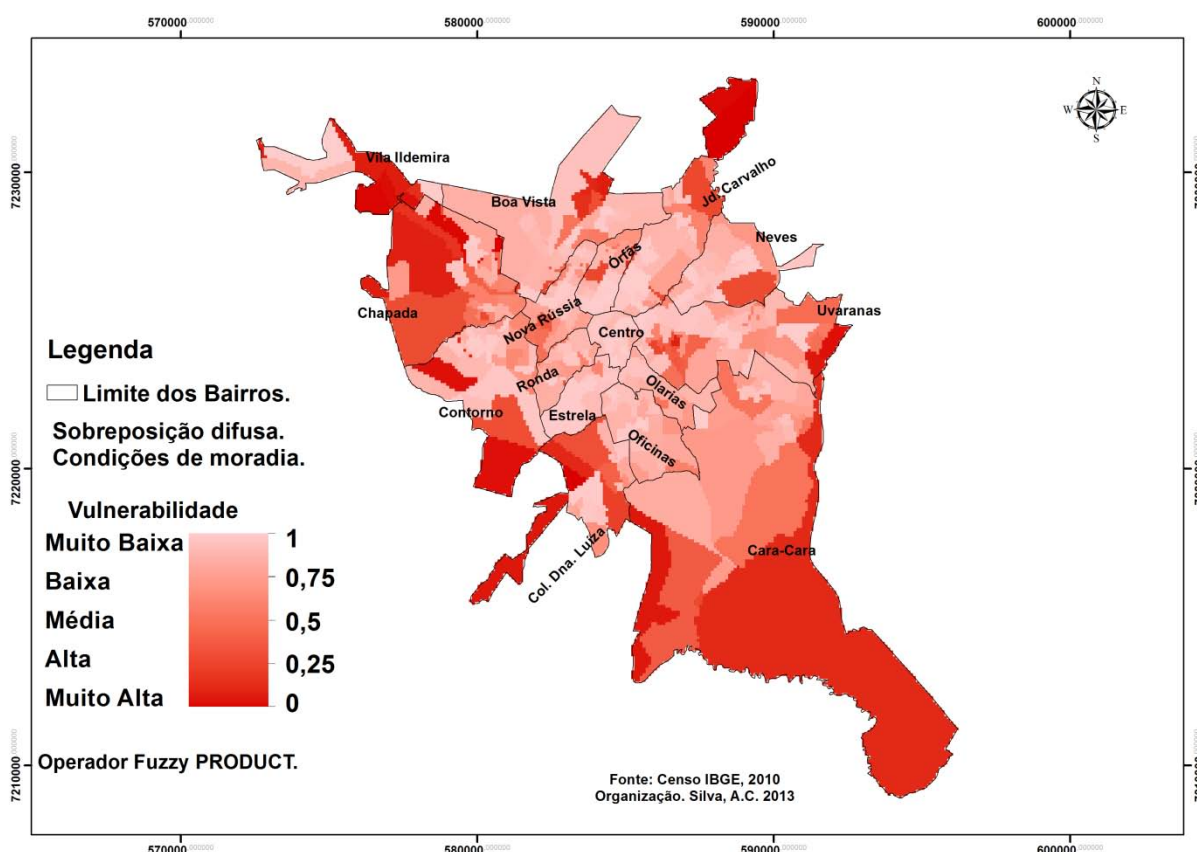


Fonte: Censo IBGE. Org.: SILVA, A. C. (2013).

Operador *SUM* indicou apenas um setor com índice como vulnerabilidade baixa (tom de cor vermelho escuro), todos os demais estão incluídos no índice próximo a 1, de tons claros, representando a vulnerabilidade muito baixa. Nenhum setor apresentou vulnerabilidade muito alta, alta ou média com operador *SUM*.

Com a operação de sobreposição *Fuzzy PRODUCT*, a figura 31 exibe o cartograma com o índice de vulnerabilidade *Fuzzy* das condições de moradias pontagrossense. O operador *PRODUCT* multiplica cada valor difuso com todos os critérios de entrada (índices *Fuzzy*).

Figura 31 – Sobreposição difusa das condições de moradia. Operador *Fuzzy PRODUCT*



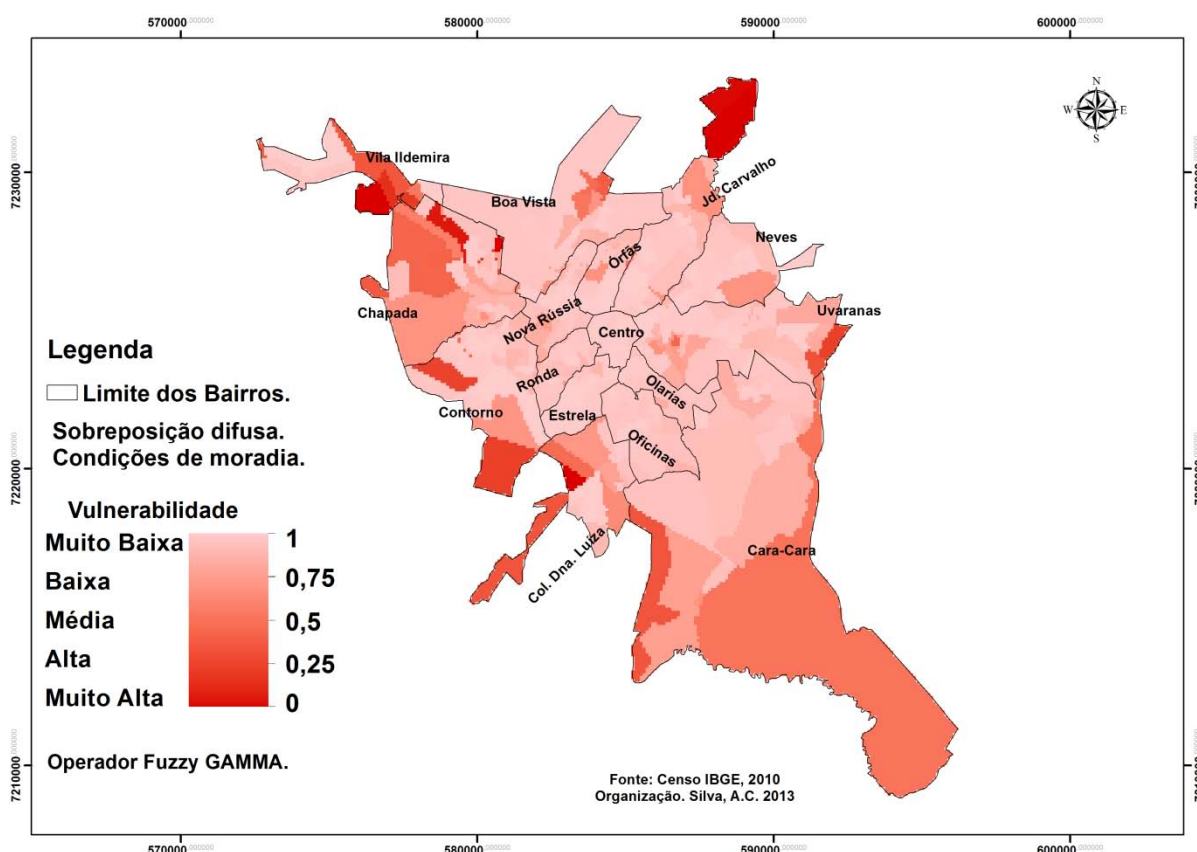
Fonte: Censo IBGE. Org.: SILVA, A. C. (2013).

As maiores vulnerabilidade quanto às condições de moradia estão nas áreas mais distantes do bairro Centro destacando-se neste contexto o bairro Chapada, Colônia Dona Luiza e o Cará-Cará que apresentam o tom mais escuro de

vulnerabilidade muito alta. Os bairros, Centro e Estrela apresentam o predomínio dos índices entre 1 e 0,75 de vulnerabilidade muito baixa, representando os setores com as melhores condições de moradia, os demais bairros encontram-se com índices próximos à 0,5 considerados de vulnerabilidade média.

Empregando o operador *Fuzzy GAMMA*, a figura 32 apresenta o cartograma com o índice de vulnerabilidade *Fuzzy* das condições de moradias pontagrossense. A operação *Fuzzy GAMMA* é produto algébrico dos índices anteriores (*Fuzzy PRODUCT* e *Fuzzy SUM*).

Figura 32 – Sobreposição difusa das condições de moradia. Operador *Fuzzy GAMMA*



Fonte: Censo IBGE. Org.: SILVA, A. C. (2013).

De acordo com o índice apresentado, mediante o cartograma com a sobreposição com operador *GAMMA*, poucos setores apresentam vulnerabilidade muito alta. Os índices entre 0 e 0,5 estão presentes nas áreas mais distantes do bairro Centro, destacando-se neste contexto o bairro Chapada e Colônia Dona Luiza

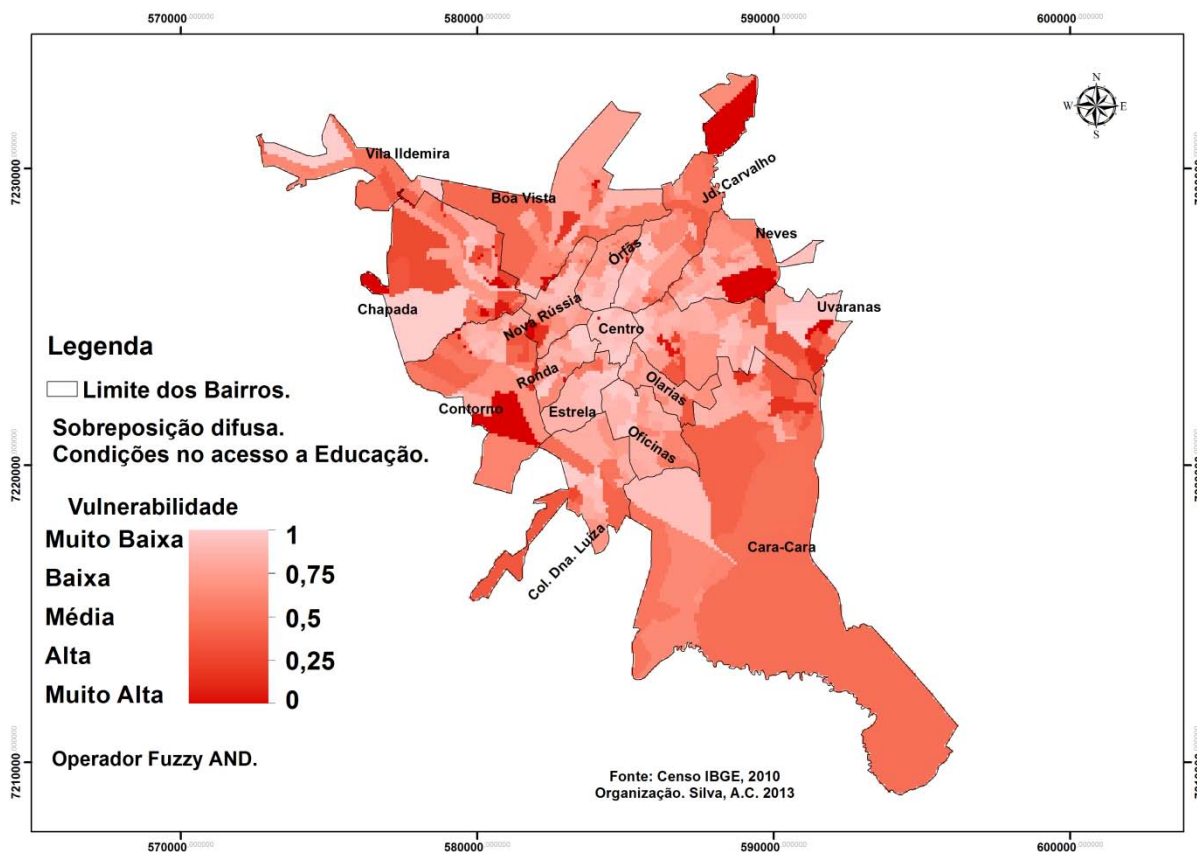
que apresentam o tom mais forte na legenda. Os demais bairros predominam a vulnerabilidade baixa e muito baixa, com os tons mais claros, compreendendo índices entre 1 e 0,7.

6.2 SOBREPOSIÇÃO DIFUSA – CONDIÇÕES NO ACESSO A EDUCAÇÃO

Nesta sessão estão dispostos os cartogramas do grupo de análise condições no acesso a educação, que é composto pela sobreposição difusa das duas (2) variáveis; Pessoas responsáveis pelos domicílios particulares permanentes não alfabetizadas e pessoas não alfabetizadas com 10 ou mais anos de idade, mediante as cinco operações *AND*, *OR*, *SUM*, *PRODUCT* e *GAMMA*.

Utilizando-se do operador *Fuzzy AND*, a figura 33 apresenta o cartograma com o índice de vulnerabilidade *Fuzzy* das condições no acesso a educação.

Figura 33 – Sobreposição difusa das condições no acesso a educação. Operador *Fuzzy AND*

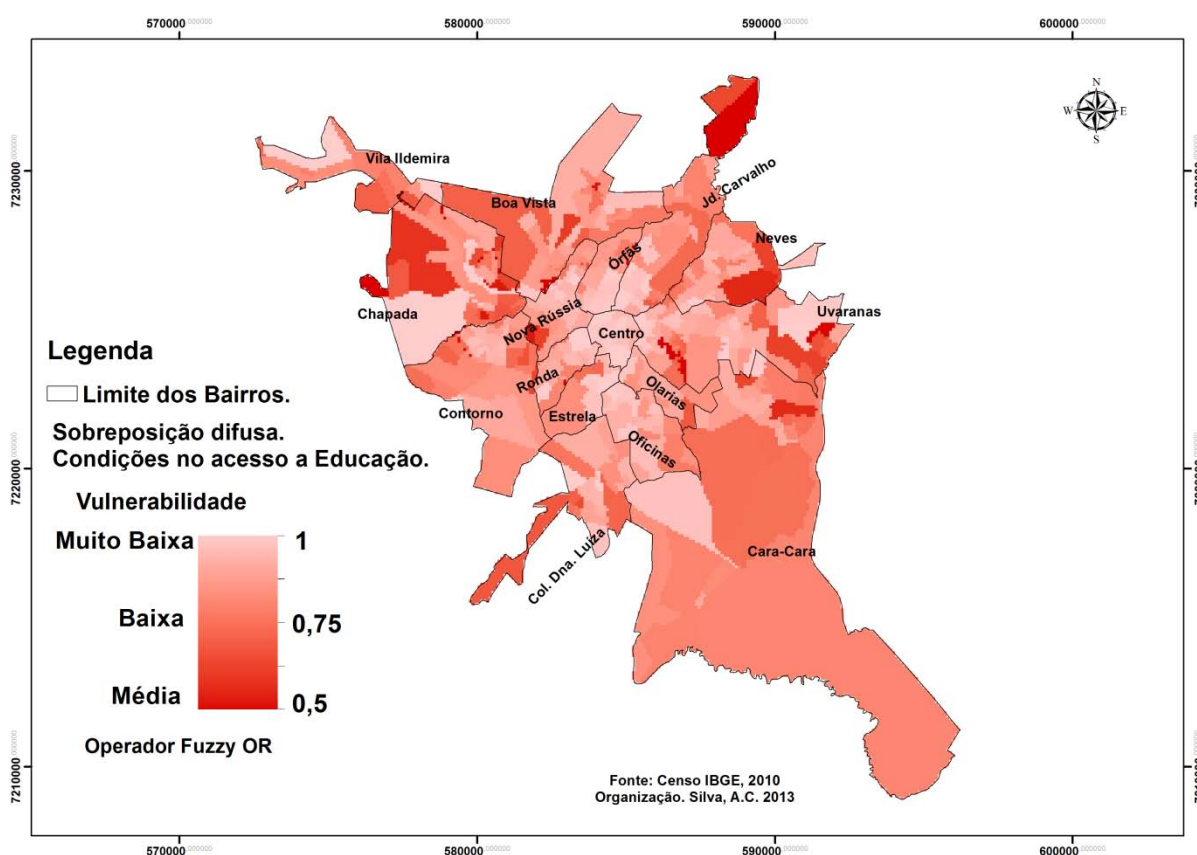


Fonte: Censo IBGE. Org.: SILVA, A. C. (2013).

O operador *AND* realçou os setores com duas ou mais evidências. As maiores vulnerabilidade quanto às condições no acesso a educação (figura 33), apresentadas pelo operador *AND*, estão nas áreas mais distantes do bairro Centro, salvo um setor de pequena área territorial, nas proximidades do Bairro Nova Rússia e Órfãs. Os tons mais escuros da legenda, isto é, vulnerabilidade muito alta está presente nos setores do bairro Chapada, Contorno, Boa Vista, Nova Rússia, Jd. Carvalho e Uvaranas. Os bairros Olarias, Estrela, Oficinas e Colônia Dona Luiza apresentam os setores com as melhores condições de moradia, sendo representados pelos tons claros, com índices próximos a 1, de vulnerabilidade muito baixa.

O cartograma com o índice de vulnerabilidade *Fuzzy* das condições no acesso a educação com o operador *Fuzzy OR*, encontra-se na figura 34.

Figura 34 – Sobreposição difusa das condições no acesso a educação. Operador *Fuzzy OR*

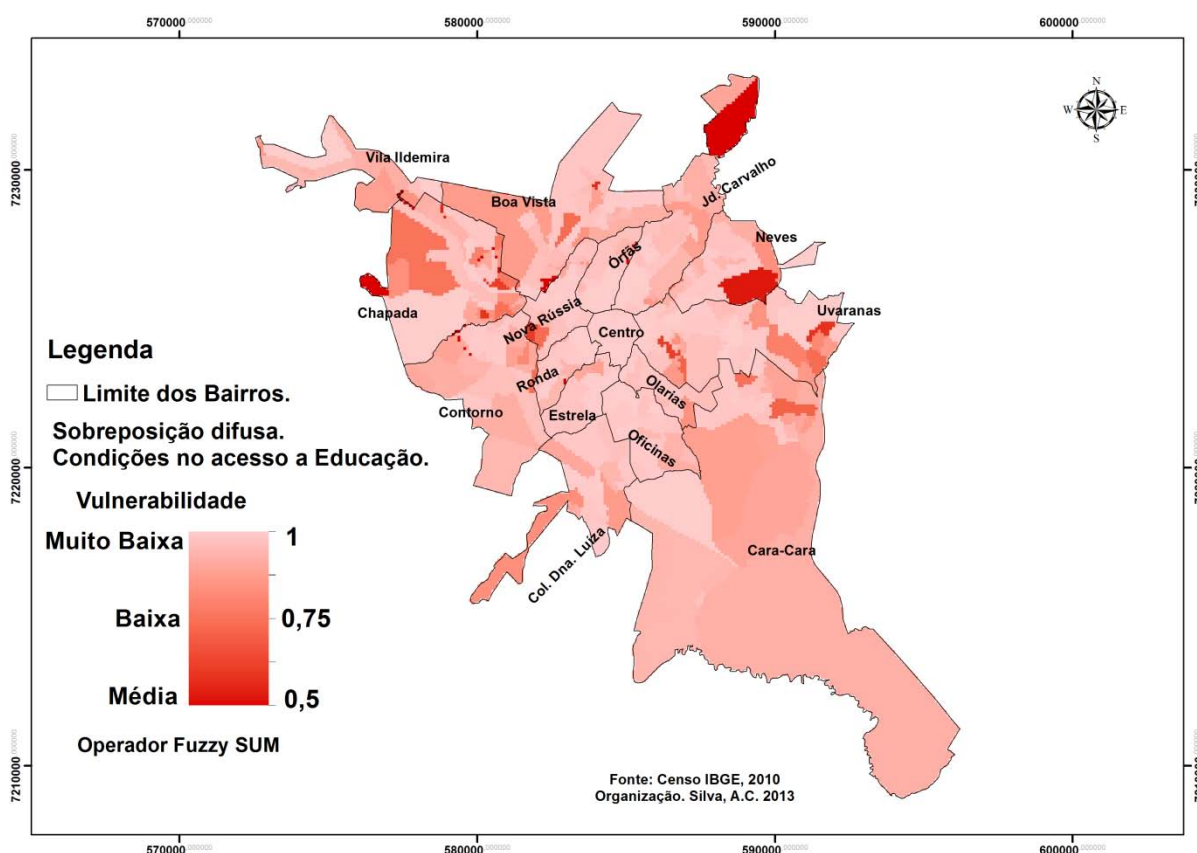


Fonte: Censo IBGE. Org.: SILVA, A. C. (2013).

Por meio do operador *Fuzzy OR*, o índice 1 de vulnerabilidade ficou entre 1 muito baixo e 0,5 de média vulnerabilidade. Os setores que apresentam os tons mais fortes da legenda estão identificados como média vulnerabilidade, poucos setores estão classificados como média vulnerabilidade, entretanto estão distribuídos principalmente nos bairros Chapada, Boa Vista, Neves e Uvaranas. A maioria dos setores possui índices entre 1 e 0,75 variando entre muito baixa e baixa vulnerabilidade. Segundo operador *Fuzzy OR*, nenhum setor apresenta os valores entre 0 e 0,49 de vulnerabilidade alta e muito alta nas condições no acesso a educação.

Utilizando-se do operador *SUM*, a figura 35 apresenta o índice de vulnerabilidade *Fuzzy* das condições no acesso à educação pontagrossense. O operador *SUM* apresentou características semelhantes ao operador *OR*.

Figura 35 – Sobreposição difusa das condições no acesso a educação. Operador Fuzzy SUM

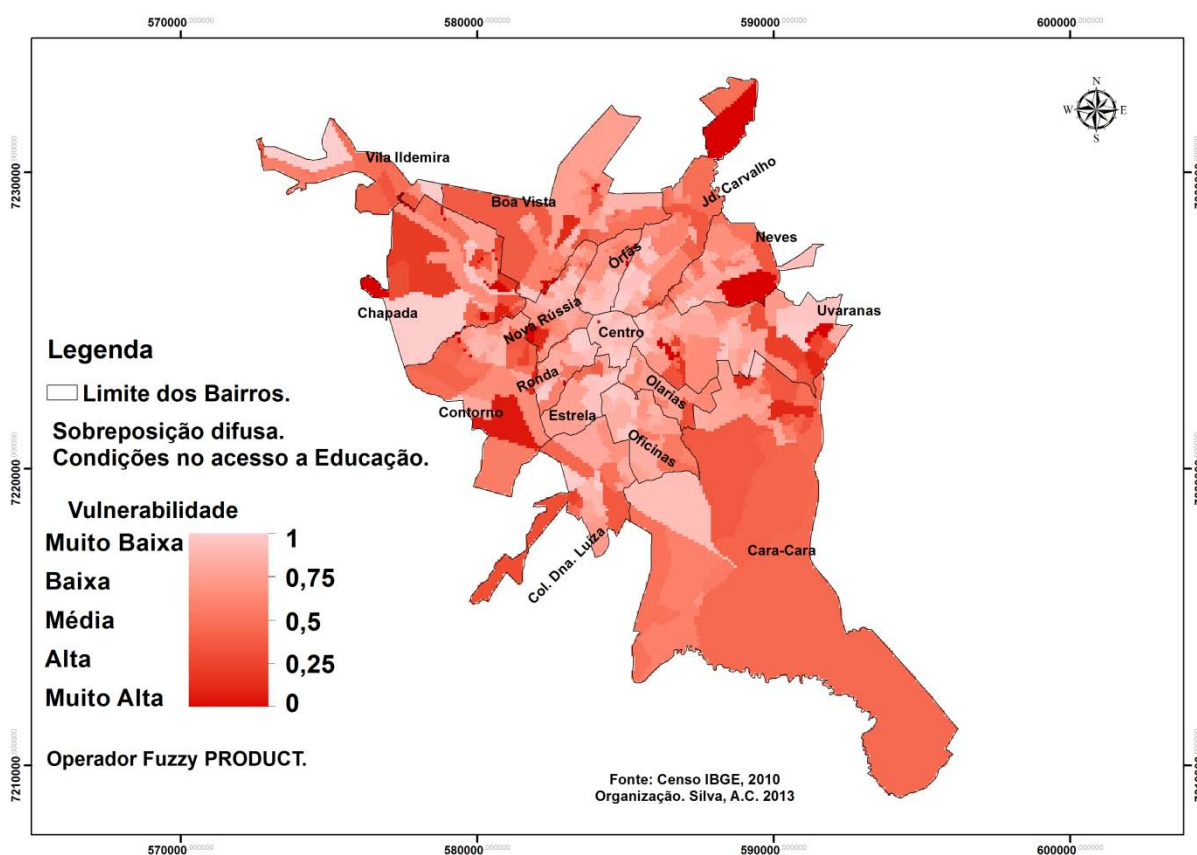


Fonte: Censo IBGE. Org.: SILVA, A. C. (2013).

Operador *SUM* apresenta poucos setores com a variação entre média e baixa vulnerabilidade (índice entre 0,5 e 0,75) de tons de cor vermelho escuro passando para o vermelho claro, estando dispostos principalmente nas áreas mais distante do bairro Centro. A maioria dos setores está incluída no índice 0,75 e 1, tons claros, que representa a vulnerabilidade baixa até a muito baixa. Predomina a vulnerabilidade muito baixa nos setores do bairro Centro, Olarias, Estrela, Oficina e Colônia Dona Luiza. Entre a vulnerabilidade baixa e média, encontram-se os setores das bordas da área de estudo. Nenhum setor foi considerado como vulnerabilidade alta e muito alta no operador *SUM*.

As condições no acesso a educação pontagrossense com o operador de sobreposição *Fuzzy PRODUCT*, figura 36, é resultado da multiplicação de cada valor difuso com todos os critérios de entrada (índices *Fuzzy*).

Figura 36 – Sobreposição difusa das condições no acesso a educação. Operador *Fuzzy PRODUCT*

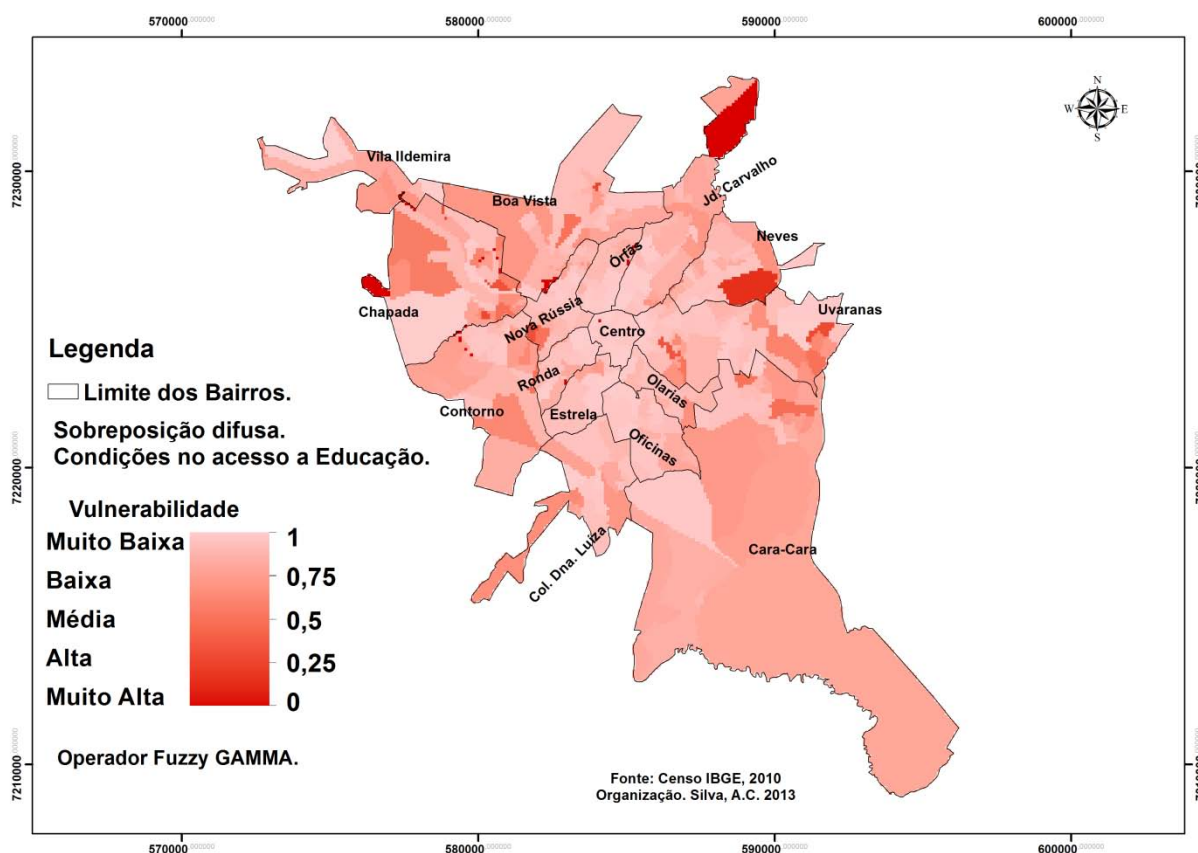


Fonte: Censo IBGE. Org.: SILVA, A. C. (2013).

Os resultados com o operador *Fuzzy PRODUCT* são semelhantes com o cartograma do operador *AND*, entretanto visualiza-se que os setores entre vulnerabilidade baixa e média apresentam-se no operador *PRODUCT* com o índice variando entre média e alta vulnerabilidade. Nota-se que a vulnerabilidade mediante operador *PRODUCT* apresenta aumento dos índices intermediários, quando comparados ao operador *AND*. Já os setores com muito baixa vulnerabilidade mantiveram as mesmas características do operador *AND*. Os setores com muito alta vulnerabilidade em sua maioria também mantiveram a semelhança com operador *AND*, salvo o setor presente bairro Chapada que foi suavizado seu tom de vermelho, saindo da condição de muito alta vulnerabilidade para o índice de transição com a alta vulnerabilidade.

Utilizando-se do operador *Fuzzy GAMMA*, a figura 37 apresenta o índice de vulnerabilidade *Fuzzy* das condições no acesso a educação pontagrossense.

Figura 37 – Sobreposição difusa das condições no acesso a educação. Operador *Fuzzy GAMMA*



Fonte: Censo IBGE. Org.: SILVA, A. C. (2013).

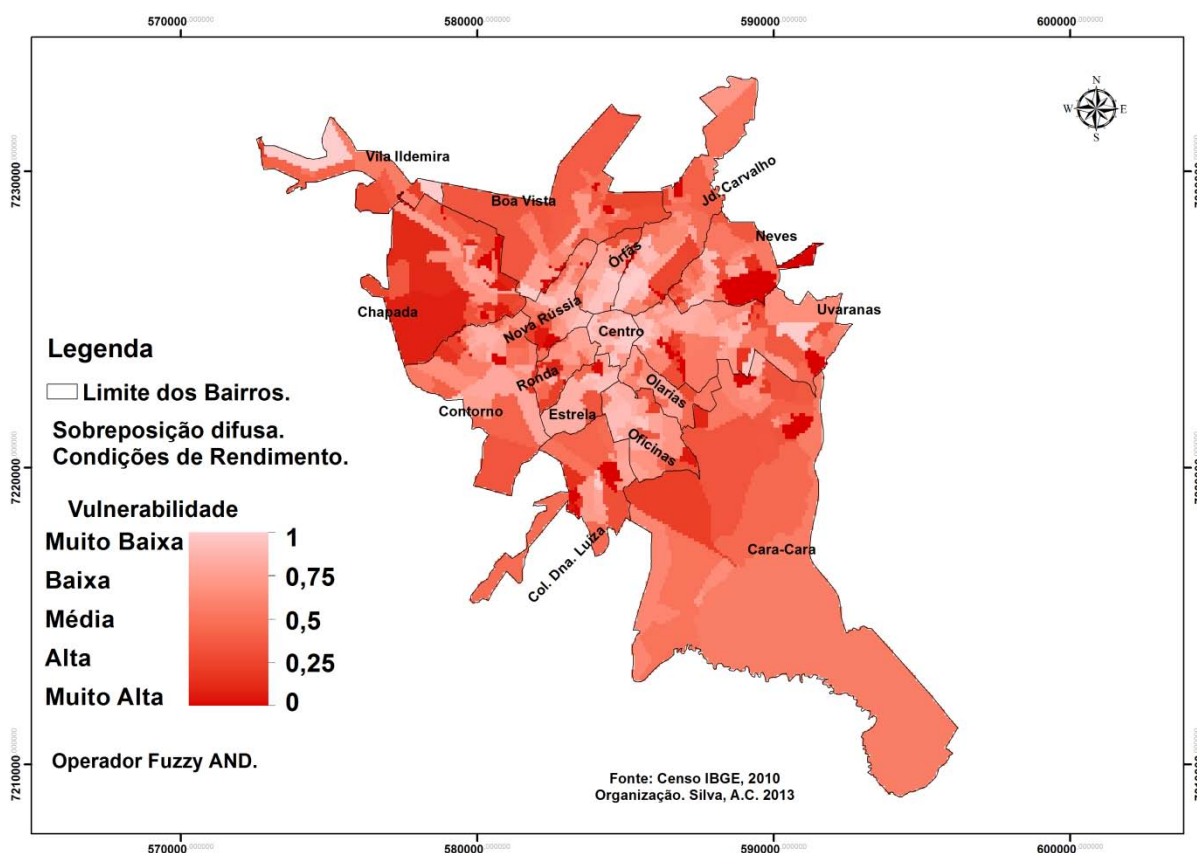
O operador *GAMMA* indicou poucos setores com índice entre 0 e 0,25, muito alta vulnerabilidade (tom de cor vermelho escuro), estes estão dispostos principalmente nas áreas mais distante do bairro Centro coincidindo com operador *SUM*. A maioria dos setores fuzzificados com operador *GAMMA* apresenta índice entre 0,5 e 1, com variação de tons intermediários e claros da legenda, que representa a vulnerabilidade muito baixa até a vulnerabilidade média. Encontra-se o predominando da vulnerabilidade muito baixa e baixa nos setores do bairro Centro, Olarias, Estrela, Oficina e Colônia Dona Luiza. A vulnerabilidade média e alta está nos setores no entorno do bairro Central e principalmente nas áreas mais distante do bairro Centro. A vulnerabilidade muito alta está encontra-se em número reduzido de setores, entretanto presente no bairro Centro no setor de pequena área territorial, também se encontram setores nos bairros Jardim Carvalho, Boa Vista, Chapada e Órfãs que também apresentam setores com índices de alta vulnerabilidade.

6.3 SOBREPOSIÇÃO DIFUSA – CONDIÇÕES DE RENDIMENTO

A sessão apresenta os cartogramas do grupo de análise condições de rendimento, que é composto pela sobreposição difusa das três (3) variáveis; Domicílios particulares com rendimento nominal mensal domiciliar per capita de até 1/2 salário mínimo; Pessoas responsáveis sem rendimento nominal mensal e Pessoas responsáveis com rendimento nominal mensal até 1 salário mínimo, mediante nas operações *Fuzzy AND*, *OR*, *SUM*, *PRODUCT* e *GAMMA*.

Utilizando-se do operador *Fuzzy AND*, a figura 38 apresenta o índice de vulnerabilidade *Fuzzy* das condições de rendimento dos pontagrossense. As maiores vulnerabilidade quanto às condições de rendimento estão distribuídas em diversos setores com o operador *AND*, presentes em quase todos os bairros, a exceção fica para o bairro Centro que não apresenta nenhum setor com vulnerabilidade alta ou muito alta. Os setores mais distantes do bairro Centro apresentam os tons mais escuros da legenda, isto é, vulnerabilidade muito alta.

Figura 38 – Sobreposição difusa das condições de rendimento. Operador *Fuzzy AND*

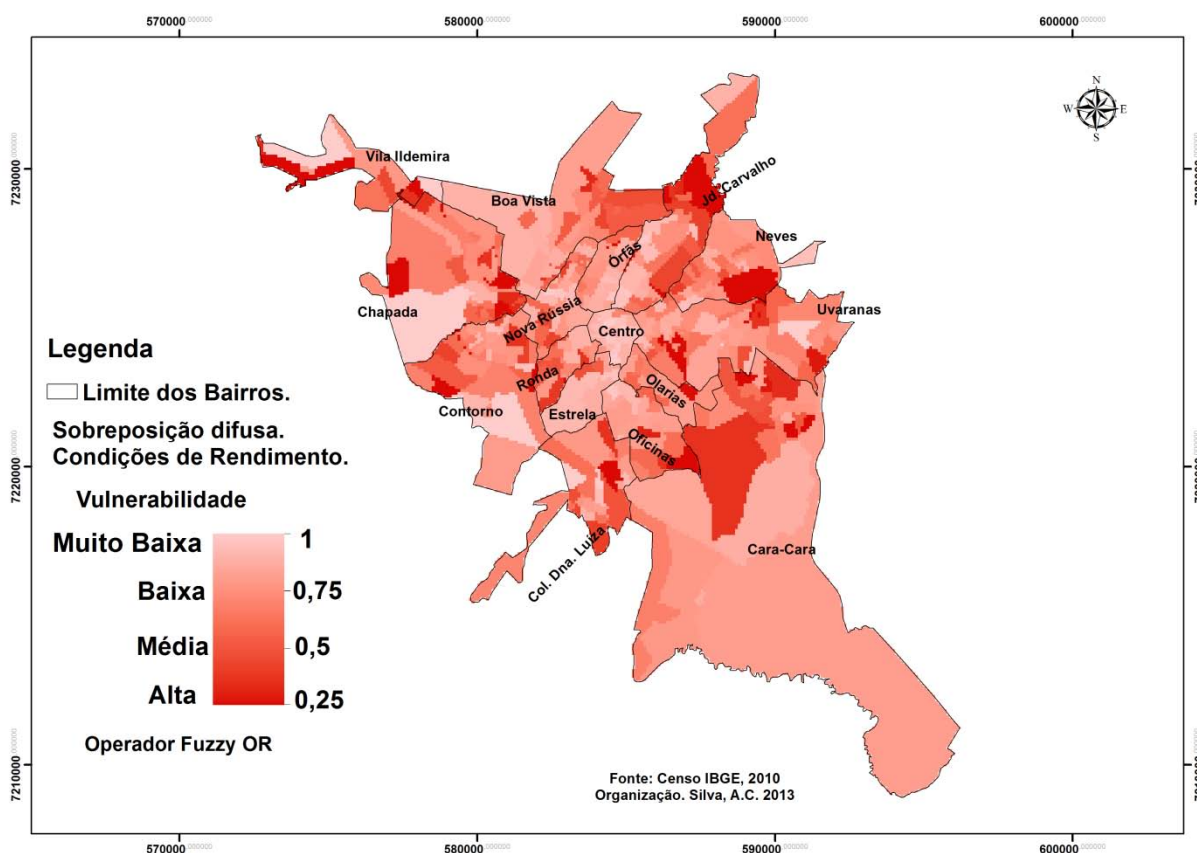


Fonte: Censo IBGE. Org.: SILVA, A. C. (2013).

As melhores condições de rendimento apresentados no cartograma com o operador *Fuzzy AND* estão nos setores próximos com os limites do bairro Centro, destacando-se os setores dos bairros Estrela, Órfãs, Oficinas e Jardim Carvalho. Os setores com as menores vulnerabilidades, estão representados em tons claros da legenda, de índices variando entre 1 e 0,5, muito baixa e média vulnerabilidade.

O operador *SUM*, da figura 39 apresenta o índice de vulnerabilidade *Fuzzy* das condições de rendimento dos pontagrossense. O operador *SUM* suavizou diversos setores quando comparados ao operador *AND*, variando o índice entre 0,25 e 1, classificando os setores entre alta e muito baixa vulnerabilidade.

Figura 39 – Sobreposição difusa das condições de rendimento. Operador *Fuzzy OR*

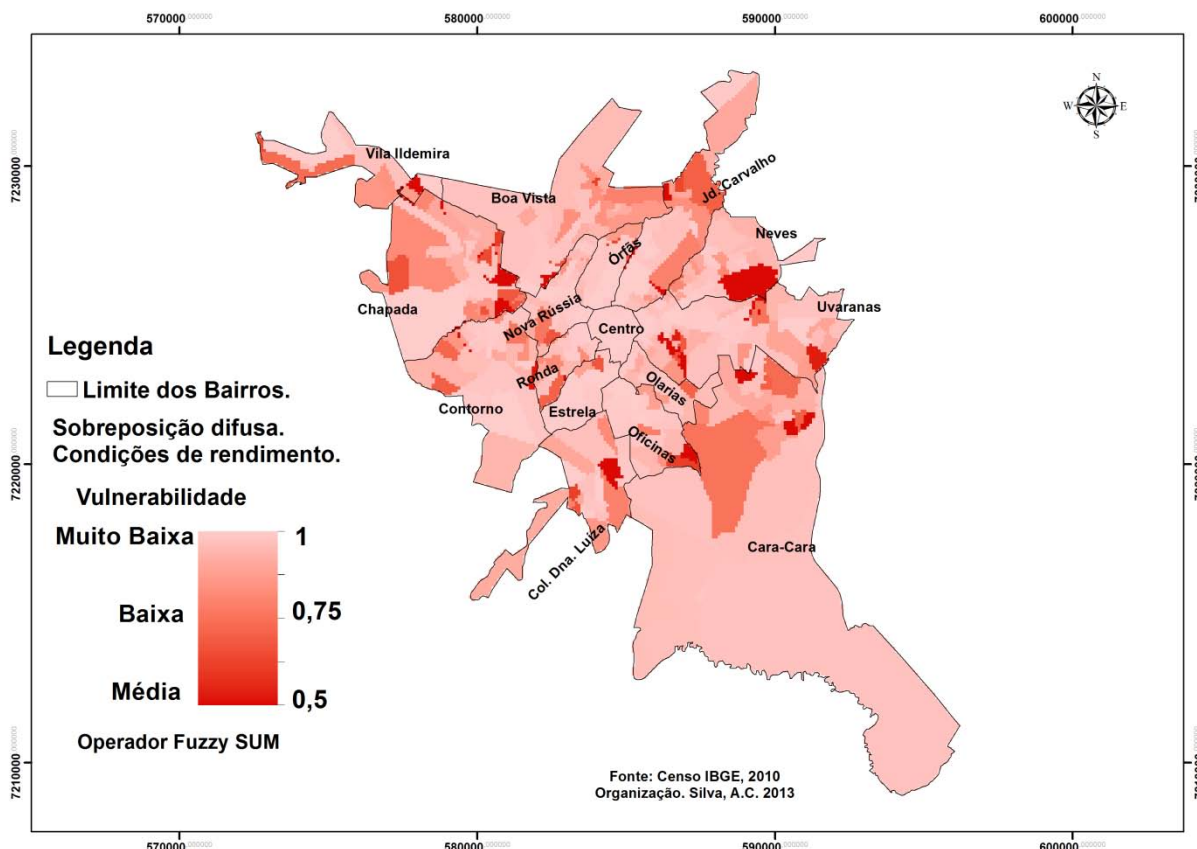


Fonte: Censo IBGE. Org.: SILVA, A. C. (2013).

Poucos setores com operador *SUM* apresentam índice entre 0,25 e 0,5, alta e média vulnerabilidade (tom de cor vermelho escuro), estes estão dispostos principalmente nas áreas mais distante do bairro Centro. A maioria dos setores possui índice entre 0,75 e 1, que representa os índices entre baixa e muito baixa vulnerabilidade. Encontram-se o predomínio da vulnerabilidade muito baixa nos setores do bairro Centro, Estrela, Oficina e Órfãs bem como nos setores com limites próximo ao bairro do Centro.

Mediante o operador *SUM*, a figura 40 apresenta o índice de vulnerabilidade *Fuzzy* das condições de rendimento dos pontagrossense. O índice está compreendido entre 0,5 e 1, média e muito baixa vulnerabilidade respectivamente.

Figura 40 – Sobreposição difusa das condições de rendimento. Operador Fuzzy SUM

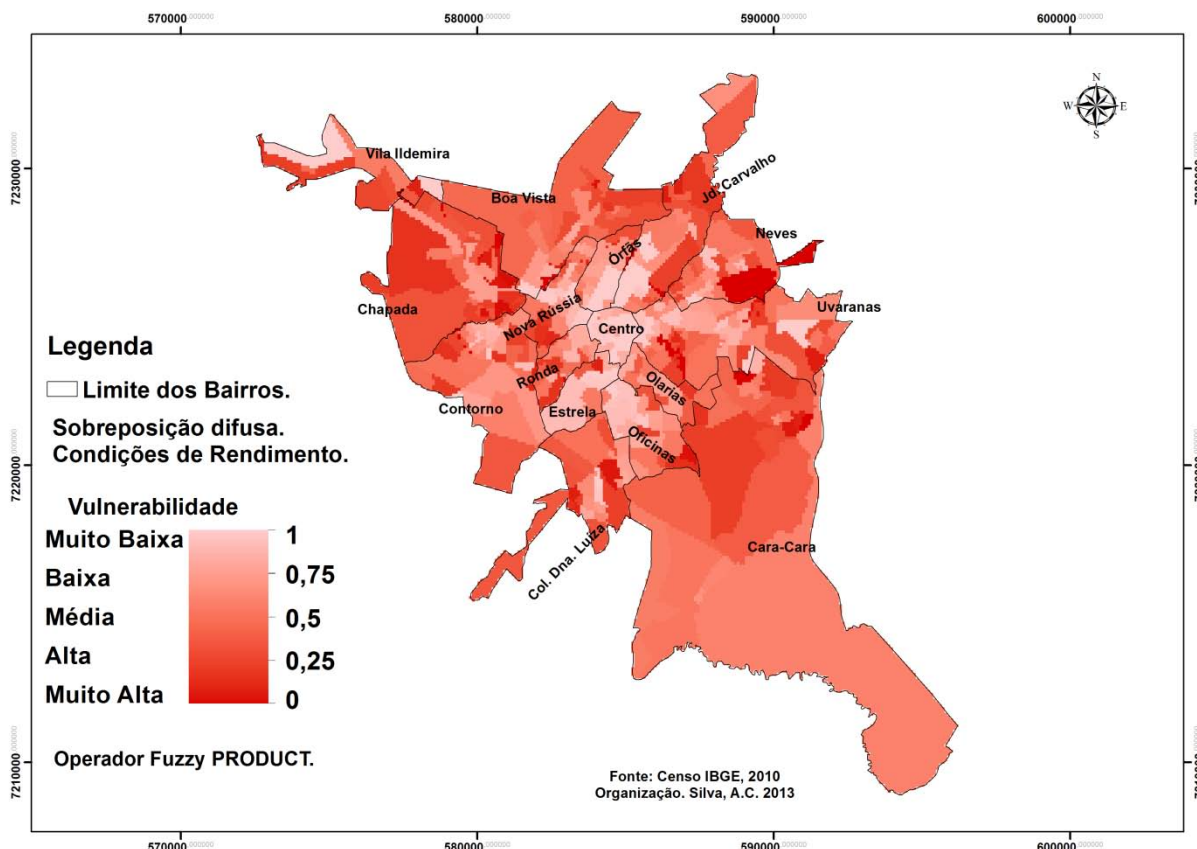


Fonte: Censo IBGE. Org.: SILVA, A. C. (2013).

Os setores presente no cartograma com operador *SUM* estão variando entre o índice 0,75 e 1, classificando os setores entre baixa e alta vulnerabilidade. Poucos setores apresentam índice entre 0,5 e 0,75, média e baixa vulnerabilidade (tom de cor vermelho escuro passando pelo rosa claro), estes setores estão dispostos principalmente nas áreas mais distante do bairro Centro. A maioria dos setores tem índice entre 0,75 e 1, que representa baixa e muito baixa vulnerabilidade, destacando-se os setores do bairro Centro, Estrela, Oficina e Órfãs bem como nos setores limites com o bairro do Centro.

Utilizando-se do operador *Fuzzy PRODUCT*, a figura 41 apresenta o índice de vulnerabilidade *Fuzzy* das condições de rendimentos pontagrossense.

Figura 41 – Sobreposição difusa das condições de rendimento. Operador Fuzzy *PRODUCT*



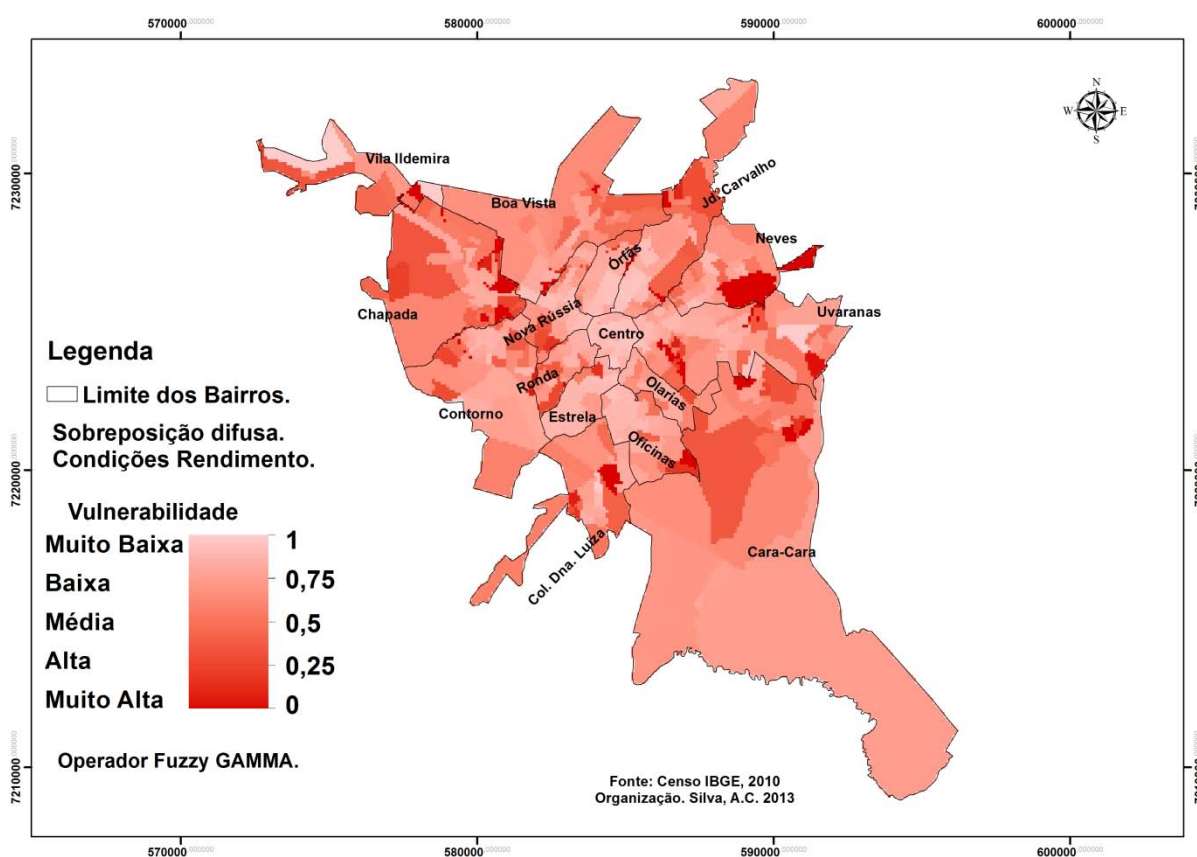
Fonte: Censo IBGE. Org.: SILVA, A. C. (2013).

As maiores vulnerabilidades índices entre 0 e 0,25 presentes no cartograma com o operador *Fuzzy PRODUCT*, estão representadas pelos tons mais escuro da legenda. Estão dispostos em diversos setores ao longo do perímetro urbano, em maior ou menor quantidade, mas presente em quase todos os bairros, a exceção fica para o bairro Centro. Os bairros Centro, Estrela e Órfãs apresenta diversos setores com índices entre 1 e 0,75, muito baixa e baixa vulnerabilidade. Os índices variando entre baixa e média vulnerabilidade predominando no cartograma, estando presente em todos os bairros.

O índice de vulnerabilidade *Fuzzy* mediante operador *Fuzzy GAMMA* das condições no rendimento pontagrossense está na figura 42. Poucos setores apresentam índice entre 0 e 0,25, muito alta vulnerabilidade (tom de cor vermelho escuro), estes estão presentes nas áreas mais distante do bairro Centro, em setores

dos bairros da Chapada, Boa Vista e Neves. Todos os setores do bairro Centro apresentam vulnerabilidade muito baixa, os setores dos bairros de Olarias, Estrela, Oficina e Colônia Dona Luiza, apresentam o predomínio da vulnerabilidade baixa e muito baixa. A maioria dos setores apresentam índices variando entre 0,5 e 1, com variação de tons de cor vermelho claro ao tom de rosa da legenda, representando a vulnerabilidade média, baixa e muito baixa.

Figura 42 – Sobreposição difusa das condições de rendimento. Operador Fuzzy GAMMA



Fonte: Censo IBGE. Org.: SILVA, A. C. (2013).

7 ÍNDICES *FUZZY* DE VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL

A maneira de mensurar os diferentes graus de vulnerabilidade socioambiental é por meio da composição de um índice único, que congregue todos os indicadores de vulnerabilidade socioambientais que compõem a pesquisa. A presente seção exhibe o índice em duas etapas, a primeira com o índice de vulnerabilidade socioeconômico, envolvendo todos os grupos de análise, a única exceção fica com a ausência do índice *Fuzzy* com a declividade do terreno. A segunda etapa apresenta o índice de vulnerabilidade socioambiental com todos os grupos que nortearam a pesquisa, inclusive a declividade fuzzificada.

Diferente da seção seis (6), que foi apresentada a vulnerabilidade por meio de todos os operadores, nesta seção apresenta-se o índice de vulnerabilidade com os operadores *Fuzzy AND* e *Fuzzy GAMMA* que expuseram os melhores resultados nas sobreposições dos grupos³ de análise, visto a regularidade entre os índice 1 muito baixa vulnerabilidade e 0 de muito alta vulnerabilidade em todos os cartogramas. É importante salientar que é comum ser empregado os operadores *Fuzzy AND* e *GAMMA* por apresentarem melhores resultados (ARCGIS®, 2010).

7.1 ÍNDICES *FUZZY* DE VULNERABILIDADE SOCIOECONÔMICO

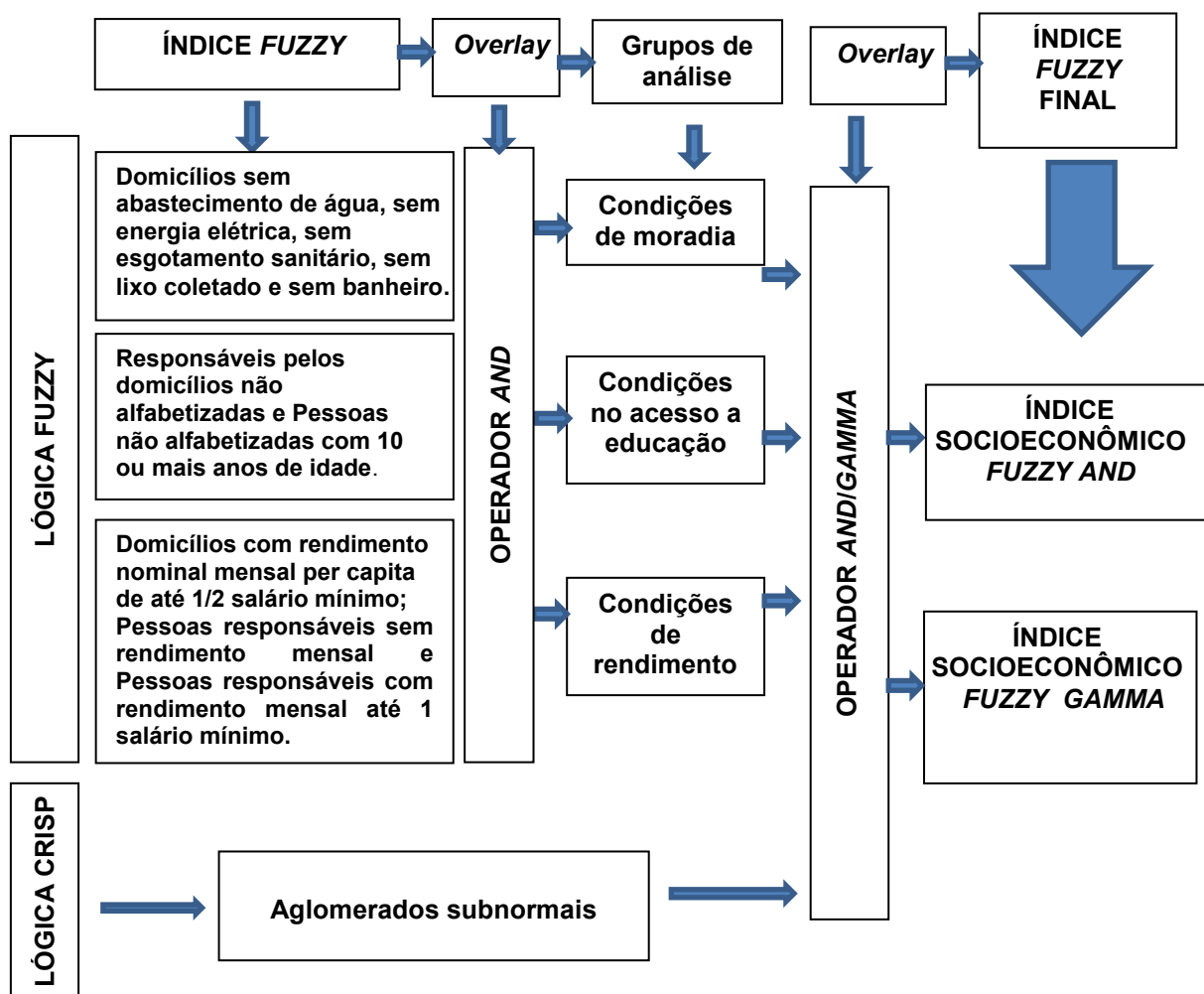
Todas as variáveis que compõem os grupos de análise fazem parte dos elementos indispensáveis para o dia a dia, permitindo um ambiente saudável, de infraestrutura mínima e nenhuma variável do índice é considerada de luxo ou de segunda ordem.

A importância das variáveis fazem com que os índices individuais realizados com operador *Fuzzy AND*, sejam o mais apropriado para realização do *overlay*, já que o operador vai agregar a vulnerabilidade de acordo com o número de ocorrências em um mesmo setor. Portanto, utilizou-se a combinação do operador *Fuzzy AND* (para todos os dados socioeconômicos) de cada grupo, e posteriormente cada grupo foi cruzado (*overlay*) mediante operadores *Fuzzy AND* e *GAMMA* para a

³ Condições de moradia, condições no acesso a educação e condições de rendimento.

classificação final, agregando todos os resultados obtidos e gerando o índice com dados socioeconômicos. A figura 43 apresenta o diagrama de blocos com os procedimentos para a realização do índice socioeconômico.

Figura 43 – Diagrama de blocos com as etapas para o desenvolvimento de cartograma de vulnerabilidade socioeconômica

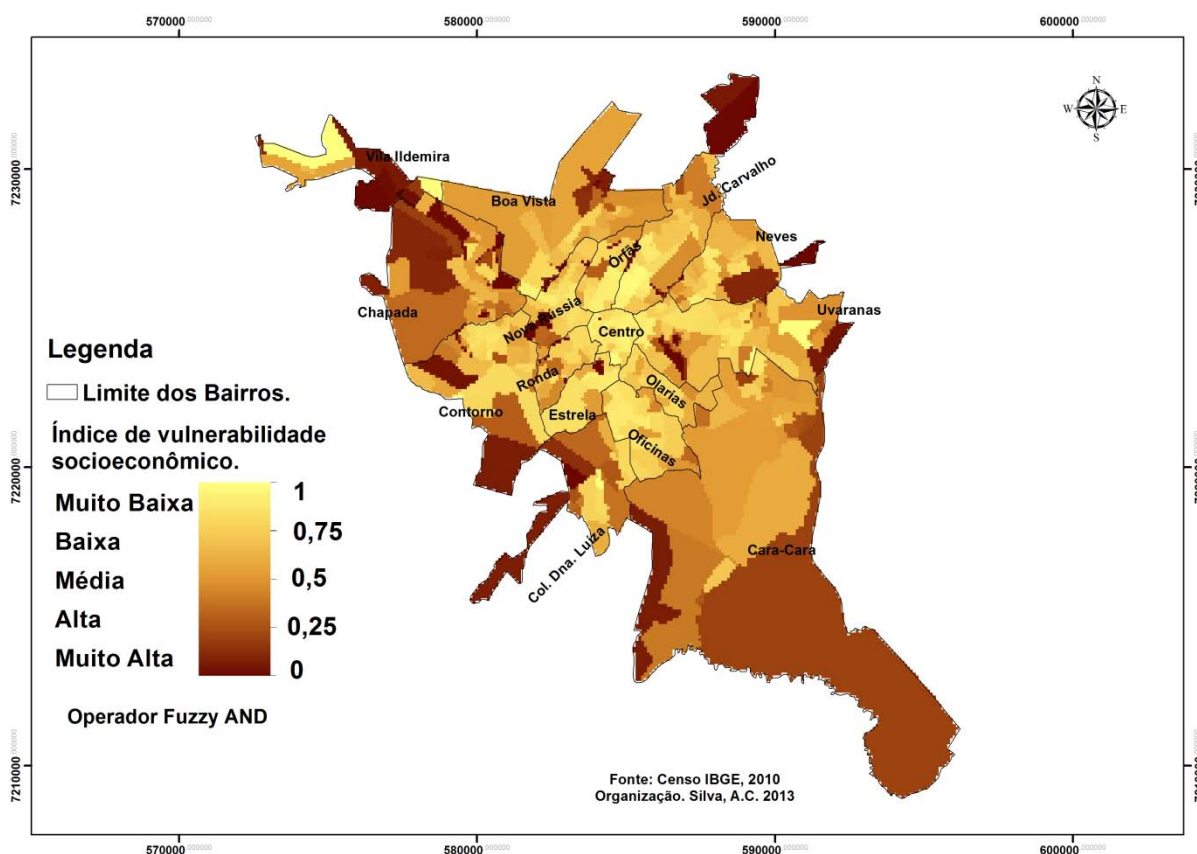


Org.: SILVA, A. C. (2013).

Por meio do operador *Fuzzy AND*, figura 44, exibe-se o índice de vulnerabilidade socioeconômico de Ponta Grossa. Os melhores índices próximos a 1, em tons claros da legenda identificados entre muito baixa e baixa vulnerabilidade estão principalmente no bairro Centro e ao seu entorno. Apenas um setor de pequena área territorial presente no bairro Centro exibe índices entre 0,25 e 0, vulnerabilidade alta e muito alta. Os índices intermediários, de média vulnerabilidade

estão distribuídos ao longo de todo espaço urbano, estando em diversos momentos configurando-se como a área de transição entre as regiões vulneráveis e não vulneráveis. Os setores com as áreas de alta e muito alta vulnerabilidade estão principalmente em áreas distantes do bairro Centro, presente em quase todos os bairros em maior ou menor número, a exceção é para Bairro Olarias e Centro, entretanto é importante salientar que o bairro Oficinas e Estrela, ambos apresentam apenas um setor entre os índices 0,25 e 0 de alta e muito alta vulnerabilidade. O bairro Chapada apresenta o maior número de setores entre as condições de alta e muito alta vulnerabilidade.

Figura 44 – Índice de vulnerabilidade socioeconômico – Operador *Fuzzy AND*

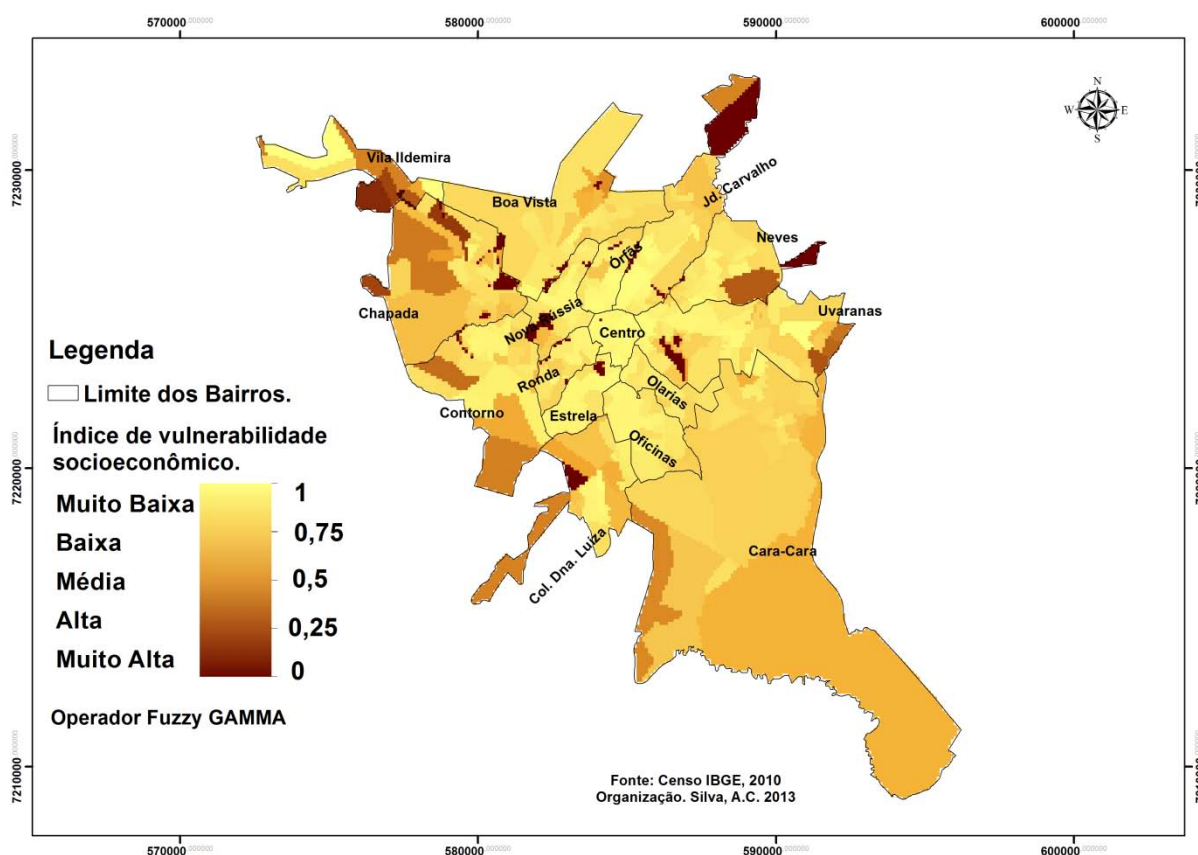


Fonte: Censo IBGE (2010). Org.: SILVA, A. C. (2013).

Mediante a sobreposição *Fuzzy GAMMA* figura 45, apresenta-se o índice de vulnerabilidade socioeconômico de Ponta Grossa. As menores vulnerabilidades, representada pelos índices, variando entre 0,75 e 1 estão distribuídos ao longo da maioria dos setores do espaço urbano, ausentando-se em apenas alguns setores,

principalmente em áreas mais distantes do bairro Centro. Assim como no operador *Fuzzy AND*, apenas um (1) setor de pequena área territorial no bairro Centro apresenta alta vulnerabilidade. O Bairro Chapada apresenta o maior número de setores variando entre a vulnerabilidade média e muito alta. Os bairros Olarias, Oficinas e Cará-Cará apresentam vulnerabilidade entre muito baixa, índice 1 e média vulnerabilidade, índice 0,5. As maiores vulnerabilidades em tons mais forte da legenda estão principalmente em áreas com limites entre os bairros. Os bairros Nova Rússia e Chapada destacam-se pelo número de setores com muito alta vulnerabilidade.

Figura 45 – Índice de vulnerabilidade socioeconômico – Operador *Fuzzy GAMMA*



Fonte: Censo IBGE (2010). Org.: SILVA, A. C. (2013).

Os dois operadores *Fuzzy AND* e *Fuzzy GAMMA* apresentam bem a vulnerabilidade socioeconômica, entretanto com operador *AND* encontramos número superior de setores com vulnerabilidade média, alta e muito alta,

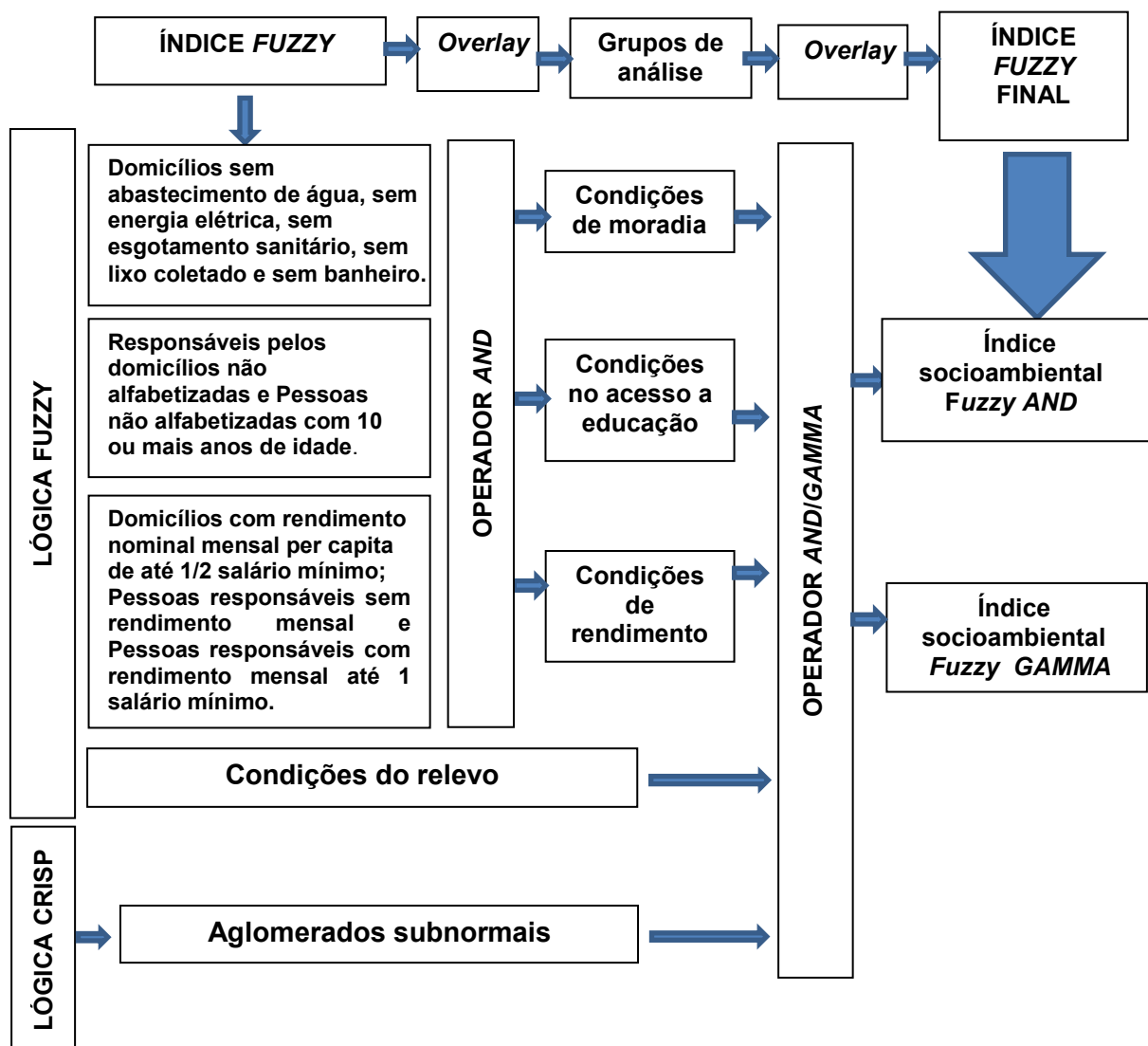
adequadamente justificada, uma vez que este operador vai classificar determinada vulnerabilidade ou ausência de acordo com a quantidade de variáveis que são sobrepostas, ou seja, quanto maior o número de setores com características semelhantes, maior será a saída do fenômeno estudado, neste caso a vulnerabilidade. Com operador *AND*, percebemos uma representação mais conservadora, sendo possível visualizar a classificação da baixa vulnerabilidade nas regiões centrais passando para a média vulnerabilidade e finalizando com as mais altas vulnerabilidades nas regiões mais distantes do Centro.

O operador *GAMMA* apresentou tonalidades mais suáveis na maioria dos setores, na representação da vulnerabilidade, quando comparado ao *Fuzzy AND*. O operador destaca bem os setores com as maiores vulnerabilidade índices entre 0 e 0,25 e os setores que apresentam a vulnerabilidade muito baixa de índices entre 0,75 e 1. Todos os setores de alta vulnerabilidade do *Fuzzy GAMMA* estão presentes no *Fuzzy AND*, mostrando que ambas as metodologias apresentam semelhanças quanto os setores de maior vulnerabilidade. Os setores com média vulnerabilidade ficaram mais ausentes, em poucos setores segundo este operador.

7.2 ÍNDICES *FUZZY* DE VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL

O índice de vulnerabilidade socioambiental é o resultado final, resulta da sobreposição difusa com todos os grupos que compõem o índice de vulnerabilidade socioeconômico agregado ao grupo índice de declividade. Assim como no índice de vulnerabilidade socioeconômico, apresentam-se os cartogramas finais com *overlay Fuzzy* mediante os operadores *AND* e *GAMMA*. Por meio do diagrama de blocos da figura 46 apresentam-se as ações realizadas para a confecção dos cartogramas com o índice de vulnerabilidade socioambiental.

Figura 46 – Diagrama de bloco – Índice *Fuzzy* socioambiental

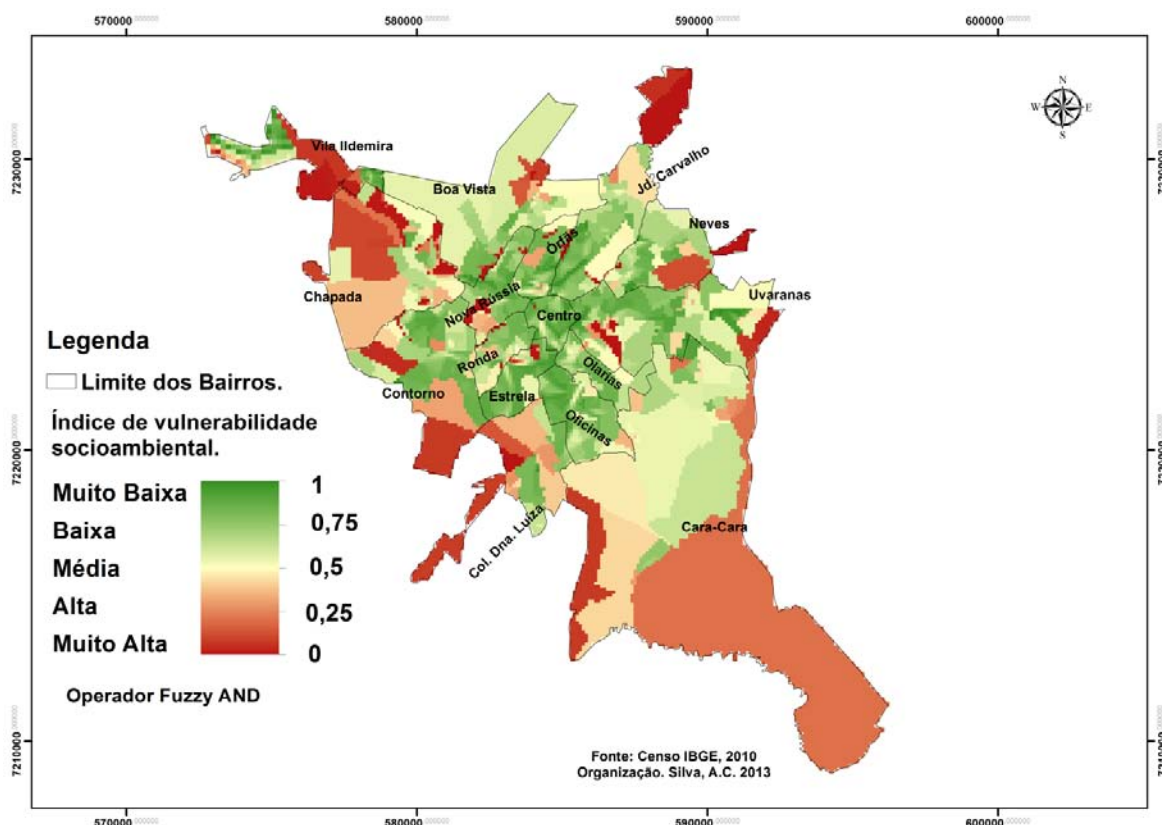


Org.: SILVA, A. C. (2013).

O índice de vulnerabilidade socioambiental de Ponta Grossa apresenta as menores vulnerabilidade, índices próximos a 1, em tons verde da legenda identificados entre muito baixa e baixa vulnerabilidade, a média vulnerabilidade encontra-se presente no tom de cor creme e a vulnerabilidade alta e muito alta encontra-se com a variação no tom de cor vermelho. Todos os setores com alta vulnerabilidade no índice socioeconômico encontram-se presente na vulnerabilidade socioambiental, entretanto as áreas com índices de baixa vulnerabilidade e muito baixa vulnerabilidade, possuem alterações com a introdução das características do relevo.

Mediante operador *Fuzzy AND*, figura 47 apresenta-se o índice de vulnerabilidade socioambiental. Encontra-se o predomínio dos setores com vulnerabilidade baixa e muito baixa, destacando-se neste contexto, o bairro Centro e os setores ao seu entorno. Os índices próximos a 0,5 de média vulnerabilidade estão distribuídos em poucos setores do espaço urbano e assim como no índice socioeconômico, os setores de média vulnerabilidade estão nas áreas de transição entre os setores de maior e menor vulnerabilidade. Os setores com alta e muito alta vulnerabilidade estão principalmente em áreas distantes do bairro Centro, entretanto encontramos no bairro Uvaranas e Estrela setores com alta vulnerabilidade, estes próximos aos limites do bairro Centro. Os índices de alta vulnerabilidade estão presentes em quase todos os bairros, a exceção fica para o Bairro Olarias e Centro, entretanto o bairro Oficinas e Olarias, não apresentam nenhum setor entre os índices 0,75 e 1 de alta e muito alta vulnerabilidade. O bairro Chapada continua apresentando o maior número de setores entre as condições de alta e muito alta vulnerabilidade.

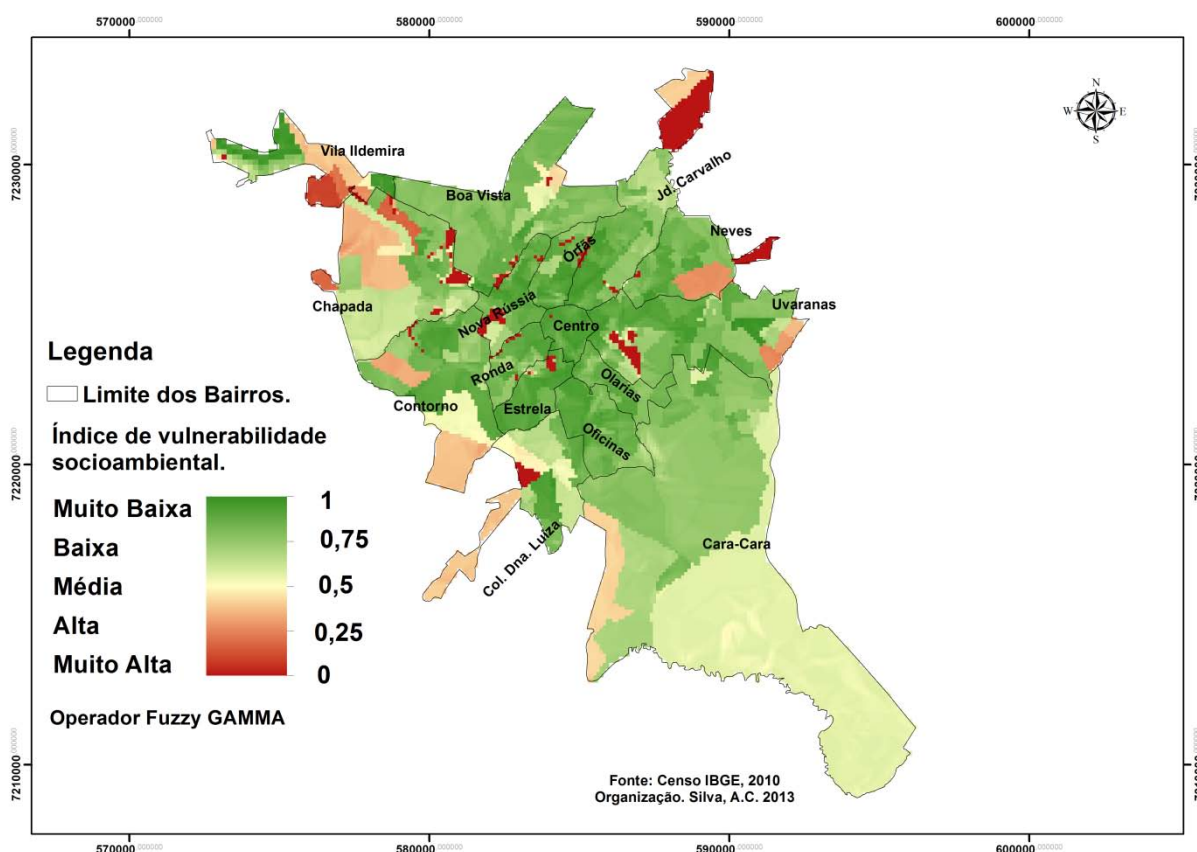
Figura 47 – Índice de vulnerabilidade socioambiental – Operador *Fuzzy AND*



Fonte: Censo IBGE (2010). Org.: SILVA, A. C. (2013).

Por meio do operador *Fuzzy GAMMA*, o índice de vulnerabilidade socioambiental está presente na figura 48. O índice baixa e muito baixa vulnerabilidade predomina no espaço urbano pontagrossense, semelhante ao índice socioeconômico *GAMMA*, os setores de maior vulnerabilidade encontram-se em número reduzido, mas em quase todos os bairros, ausentando-se apenas nos bairros de Olarias e Oficinas. Todos os setores com as maiores vulnerabilidade presentes no índice socioeconômico permanecem no índice socioambiental, entretanto no bairro Ronda, encontram-se novas áreas com média vulnerabilidade, alta e muito alta vulnerabilidade em pequena área territorial. A média vulnerabilidade encontra-se em principalmente nas áreas mais distantes do bairro Centro, destacando-se o bairro Cará-Cará, neste contexto.

Figura 48 – Índice de vulnerabilidade socioambiental – Operador *Fuzzy Gamma*



Fonte: Censo IBGE (2010). Org.: SILVA, A. C. (2013).

Os índices de vulnerabilidade socioambiental mediante operadores *Fuzzy AND* e *GAMMA*, apresentaram resultados satisfatórios representando bem as áreas de maior vulnerabilidade. O operador *AND* apresentou maior número de setores entre alta e muito alta vulnerabilidade, comparado ao operador *GAMMA*. Os índices de média vulnerabilidade apresentam-se em número reduzido, em ambos operadores, entretanto menos presente no operador *GAMMA*. O índice baixa e muito baixa vulnerabilidade está distribuída em diversos setores de todos os bairros, entretanto com maior intensidade no bairro Centro e nas suas intermediações, concentrando maior número de setores mediante operador *GAMMA*⁴.

7.3 CONDIÇÕES SOCIOAMBIENTAIS DA POPULAÇÃO PONTAGROSSENSE

Após criação do índice de vulnerabilidade socioambiental mediante a metodologia *Fuzzy*, foram aplicados 52 questionários⁵ nos setores de maior vulnerabilidade. Este contato com o campo propiciou o conhecimento da realidade bem como a confronto dos resultados com a realidade estudada.

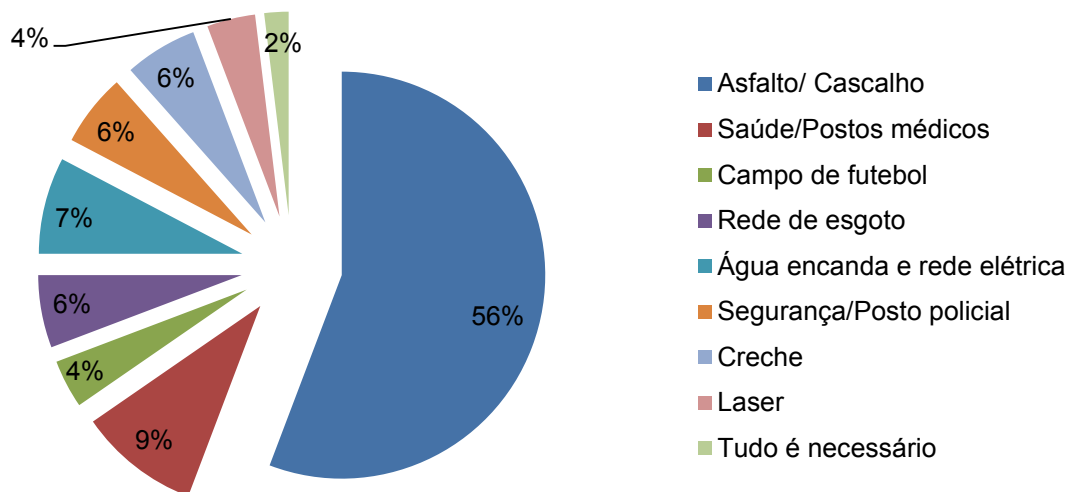
Além das entrevistas ao longo dos setores, também se realizou diversos registros com imagens da cidade e muitas conversas com a população que caminhava nas ruas dos setores mais vulneráveis. Buscando não induzir a entrevista, para as casas mais simples ou de aspecto marcante quanto à situação financeira, optou-se por abordar as pessoas que estavam na frente de sua residência e que se dispusera em participar das entrevistas.

Quando indagados os entrevistados sobre as maiores carências de infraestrutura nas proximidades de suas residências, (56%) acreditam que sejam à falta de manutenção das ruas e ou a necessidade de asfalto na frente de suas casas as maiores necessidades. A figura 49 apresenta a situação precária de algumas ruas. O segundo item de maior solicitação (9%) é para a saúde, os entrevistados carecem da falta de postos médicos nas proximidades de suas residências. O Gráfico 11 apresenta os itens e suas proporções, quanto as principais carências nas proximidades das residências entrevistadas.

⁴ Os mapas de vulnerabilidade nos operadores *AND* e *GAMMA* em formato A3, estão desmobilizados nos Apêndices B e C.

⁵ No Apêndice A, encontram-se as perguntas que fazem parte do questionário aplicado aos moradores dos setores que apresentaram as maiores vulnerabilidades em Ponta Grossa.

Gráfico 11 – Principais carências de infraestrutura próximas à residência da população entrevistada



Org.: SILVA, A. C. (2013).

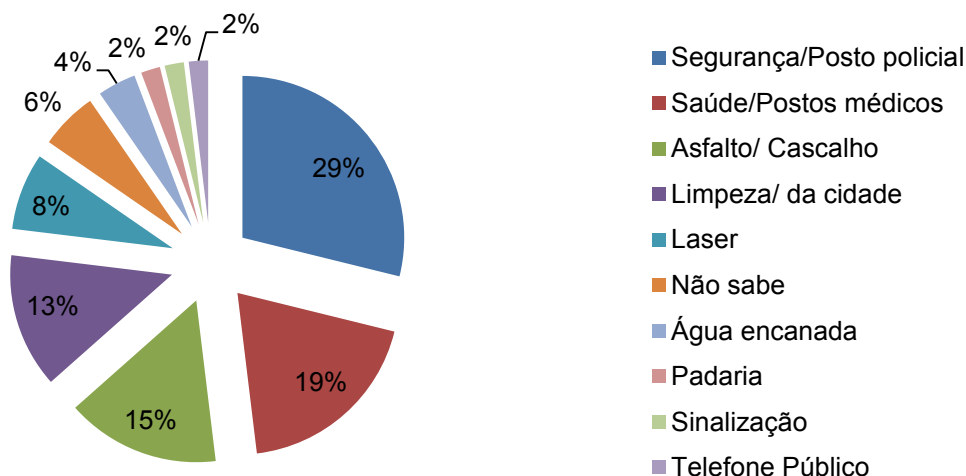
Figura 49 – Falta de manutenção das ruas



Fonte: Acervo do autor.

Quando os entrevistados são indagados sobre as principais carências de infraestrutura no bairro (gráfico 12), o item Segurança foi apontado por 29% dos entrevistados, estes gostariam de um número maior de postos policiais, para que as ocorrências aconteçam com maior eficiência e rapidez. O segundo item mais solicitado foi a saúde, novamente os entrevistados estão alegando a necessidade de mais postos médicos, e a terceiro item, com 15% esta relacionado à necessidade de mais ruas com asfalto e com melhores condições.

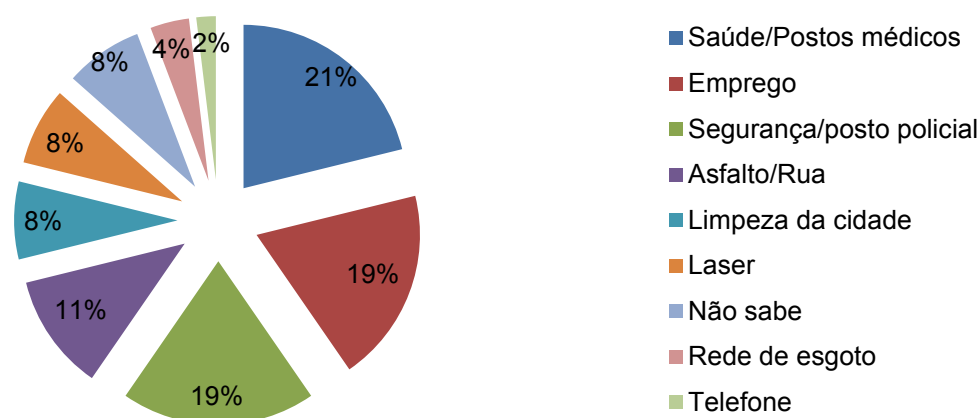
Gráfico 12 – Principais carências de infraestrutura no bairro da população entrevistada



Org.: SILVA, A. C. (2013).

O gráfico 13, apresenta as carências de infraestrutura em Ponta Grossa, segundo os entrevistados, a saúde é a maior carência no município, 21% solicitam mais postos de saúde para atender a população. O segundo lugar ficou empatado, 19% acreditam que é necessário à geração de empregos bem como mais segurança aos moradores. Uma família entrevistada alegou que a falta de segurança é tanta que até na frente da residência onde acontecia um velório, foram assaltadas, sem contar a demora da polícia para chegar quando é solicitada. Melhoria nas ruas continua entre os elementos mais citados, com 11% dos entrevistados.

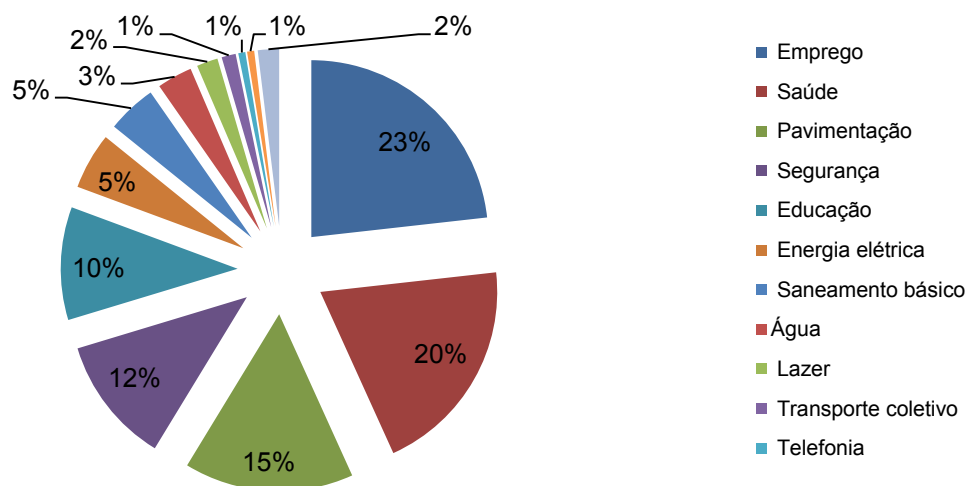
Gráfico 13 – Principais carências de infraestrutura em Ponta Grossa segundo a população entrevistada



Org.: SILVA, A. C. (2013).

Foram citados 10 elementos relacionados à infraestrutura e os entrevistados escolheram três opções, julgando-as como sendo as mais importantes para o seu dia a dia. A legenda presente no gráfico 14 apresenta 12 elementos, já que as opções internet e tudo não constavam no questionário e foram inseridas na contagem por serem citadas pelos entrevistados. O item emprego é o elemento mais importante, citado por 23% dos entrevistados, saúde em segundo lugar com 20% e pavimentação com 15%, segurança em quarto lugar 12% e educação em quinto com 10%. Um casal entrevistado argumentou que existindo na família emprego e saúde os demais itens citados na pergunta se consegue com facilidade.

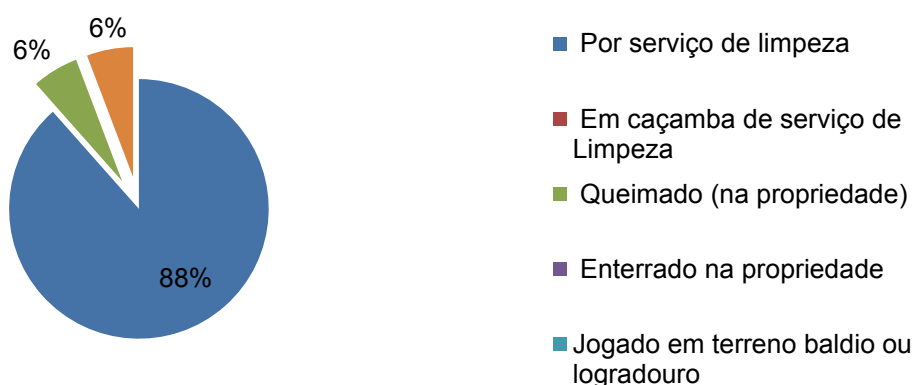
Gráfico 14 – Três elementos importantes segundo a população entrevistada.



Org.: SILVA, A. C. (2013).

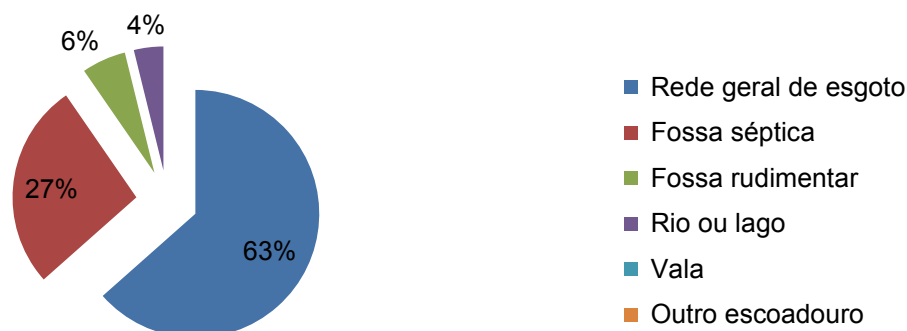
Os entrevistados foram indagados sobre o destino do lixo, 88% afirmam que a coleta de lixo é realizada por meio do serviço de limpeza, além disso, ainda elogiam o trabalho realizado. Apenas 6% indicam que o seu lixo é queimado ou jogado em locais impróprios como no rio, citado em alguns momentos de “valetão”. O gráfico 15 apresenta os resultados quanto o destino do lixo.

Gráfico 15 – Destino do lixo



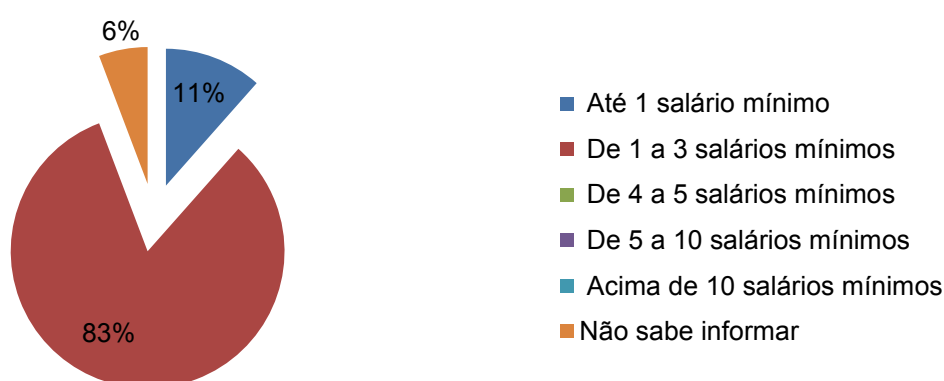
Org.: SILVA, A. C. (2013).

A situação do banheiro das residências quanto a sua escoação é apresentada no gráfico 16. Os entrevistados afirmam que 63% dos escoadores estão conectados a rede geral de esgoto, 27% estão em fossa séptica, 6% em fossa rudimentar e 4% com despejo no rio ou lago. Estes dados são controversos, uma vez que muitos setores pesquisados, não apresentam características visuais que tenham rede de esgoto. Um entrevistado, que citou despejar diretamente no arroio, também afirmou que está é uma prática comum entre seus vizinhos, e culpa a prefeitura por não ter rede de esgoto. O entrevistado convidou-me para visualizar o fundo de seu quintal para ver a situação do arroio, bem como a presença do mau cheiro.

Gráfico 16 – Destino do escoadouro do banheiro ou sanitário

Org.: SILVA, A. C. (2013).

A renda familiar é apresentada no gráfico 17, são 83% dos entrevistados com renda familiar entre 1 e 3 salários mínimos, 11% com até 1 salário mínimo e 6% preferirão não informar ou não sabem. Foi percebido que alguns entrevistados sentiam-se com certo receio em falar sobre a renda familiar, entretanto todos responderão. Alguns entrevistados inicialmente afirmaram que não estavam empregados no momento, entretanto o rendimento verificado variou entre 1 e 3 salários mínimos.

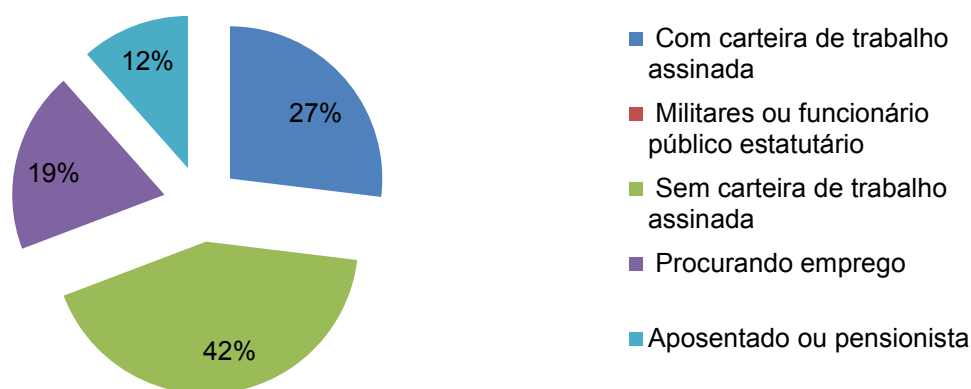
Gráfico 17 – Renda familiar média mensal

Org.: SILVA, A. C. (2013).

A maior parte dos entrevistados, 42% trabalham sem carteira de trabalho assinada, entretanto mesmo sem perguntar muitos complementam que já trabalharam com carteira assinada. É importante salientar que o trabalho com

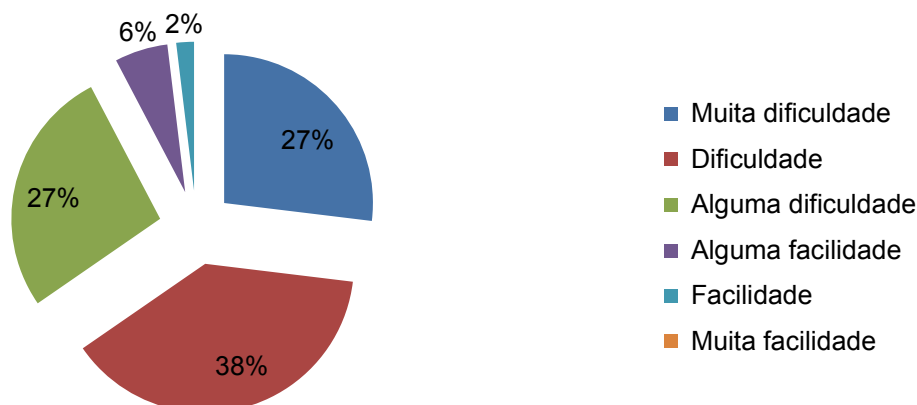
carteira assinada configurava-se como um ato de orgulho para os entrevistados. Com carteira de trabalho assinada encontra-se 27% dos entrevistados, e fazem questão de falar o quanto tempo estão atuando no mesmo emprego. Um dos entrevistados com muito orgulho disse que já fazem mais de 15 anos que trabalha na mesma empresa. A pesquisa também apresentou que 19% estão procurando emprego e 12% encontram-se na situação de aposentados ou pensionistas, estes ainda alegam que realizam “bicos” para complementação salarial. O gráfico 18 apresenta situação trabalhista do responsável.

Gráfico 18 – Situação trabalhista do responsável pelo domicílio



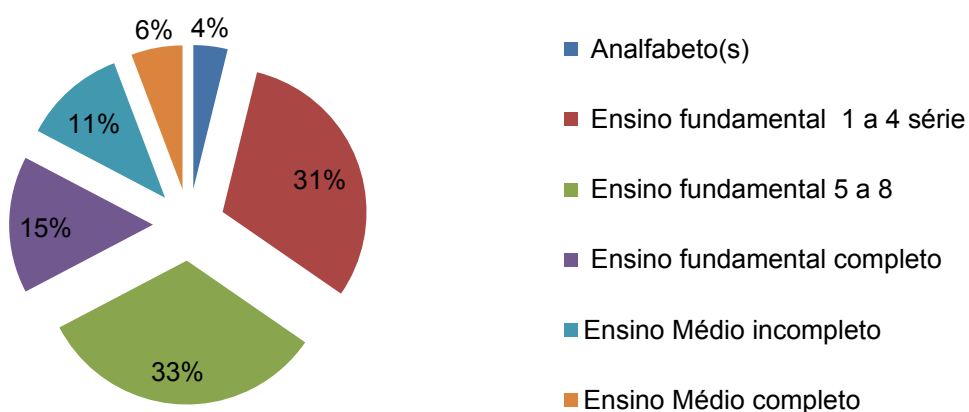
Org.: SILVA, A. C. (2013).

As condições ao rendimento dos entrevistados apresentam semelhanças, entretanto fazem com que vivam de maneiras adversas, mesmo apresentando iguais rendimentos. O gráfico 19 apresenta como os entrevistados levam a vida até o final do mês com os seus rendimentos. Para maioria dos entrevistados (38%), os rendimentos financeiros são fazer com que vivam com dificuldade, 27% afirmaram levar a vida com muita dificuldade, e outros 27% com alguma dificuldade. Apenas 6% dos entrevistados afirmaram que vivem com alguma facilidade e 2% com facilidade. Nenhum entrevistado disse que o rendimento financeiro proporciona viver até o final do mês com muita facilidade.

Gráfico 19 – Relação entre renda total da família e as condições de vida

Org.: SILVA, A. C. (2013).

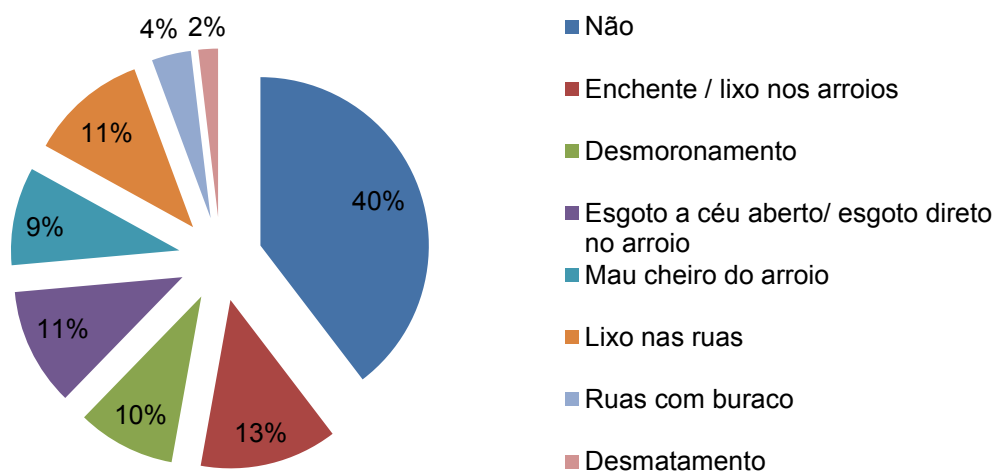
O grau de instrução dos entrevistados encontra-se no gráfico 20. A maior porcentagem dos entrevistados parou de estudar entre uma das séries que compõem a 5ª e 8ª série do ensino fundamental, 31% estudaram entre a 1ª e 4ª série do fundamental e 15% tem o fundamental completo, 11% cursaram as séries do ensino médio, 6% dos entrevistados apresentam o ensino médio completo e 4% declararam-se analfabetos. Alguns entrevistados argumentaram que a falta dos estudos se deve as dificuldades para ir à escola quando eram mais jovens, bem como da necessidade de parar de estudar para atuar no mercado de trabalho, assim como contribuir com a renda familiar.

Gráfico 20 – Grau de instrução dos residentes no domicílio

Org.: SILVA, A. C. (2013).

Sem apresentar alternativa quanto aos problemas ambientais, os entrevistados responderam se conhecem algum problema ambiental na cidade. Os mesmo ficaram livres para responder, e os dados foram tabulados na sua integra. O gráfico 21, apresenta os problemas ambientais que moradores alegaram conhecer.

Gráfico 21 – Problemas ambientais



Org.: SILVA, A. C. (2013).

A maior parte da população, 40% diz desconhecer de algum problema ambiental na cidade, 13% dizem que as enchentes ocasionadas pelo lixo nos arroios (figura 50) são os maiores problemas, 11% acreditam que os esgotos a céu aberto bem como os dejetos que são lançados nos arroios são os grandes problemas, também com 11% o lixo nas ruas é citado por alguns moradores, 10% acreditam que o desmoroamento seja o maior problema ambiental e 9% citam o mau cheiro dos arroios. Com as menores percentagens encontram-se os itens ruas com buraco (4%) e desmatamento (2%).

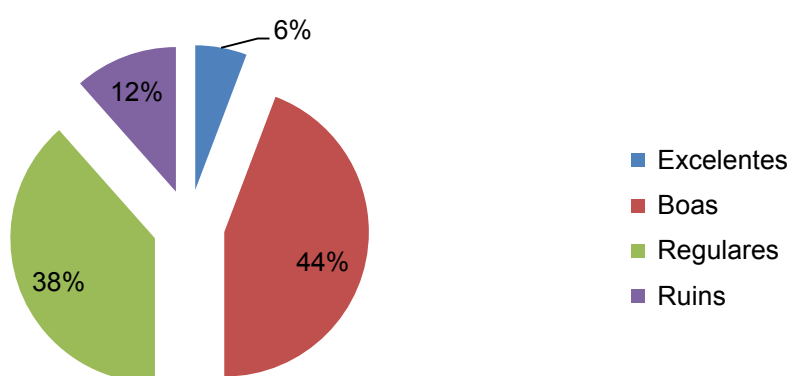
As condições de vida é algo subjetivo e difícil de mensurar, até porque cada pessoa acredita que tem ou não boas condições de vida, independente de suas condições financeiras, de infraestrutura, condição social, etc. O gráfico 22 apresenta como os entrevistados acreditam que estejam suas condições de vida.

Figura 50 – Lixo nos arroios



Fonte: Acervo do Autor.

Gráfico 22 – Avaliação da população pesquisada sobre suas condições de Vida



Org.: SILVA, A. C. (2013).

A maioria dos entrevistados 44%, consideram boas suas condições de vida, 38% como regular, 12% ruins e apenas 6% como excelentes. Entre os entrevistados, um foi bem categórico, perguntando-me o que eu achava sobre as condições de vida dele, fiquei no silêncio, o mesmo me disse, “olhando minha casa, a situação da rua e como estou vestido, podes achar que tenho a pior condição de vida, mas, eu tenho uma excelente vida, aqui minha família tem onde morar tenho comida e uma cervejinha na geladeira, os meninos andam de cavalo e não tem roubo, o que falta é arrumar a rua”, o relato expressa bem a dificuldade para se avaliar as condições de vida.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesta pesquisa, diversos cartogramas com as características demográficas, sociais, econômicas e ambientais foram apresentados, com o objetivo de evidenciar os aspectos que contribuem para formar os espaços de vulnerabilidade. O termo vulnerabilidade socioambiental por sua vez, apresenta diversas conceituações estando amplamente difundido nas mais diversas ciências.

A cidade de Ponta Grossa, como outras tantas distribuídas pelo Brasil e no mundo, é detentora de grande parcela da população que possui sérios problemas devido à falta de infraestrutura de equipamentos urbanos. Veem-se ruas sem asfalto, residências sem coleta de lixo periódica, ausência de água encanada e rede de esgotos, sem energia elétrica, sem banheiros no interior das residências dentre outros aspectos importantes para o dia a dia da população.

A cartografia, com seus gráficos e mapas, contribuiu com a qualidade e representação dos fenômenos estudados e possibilita visão sinóptica e pontual das variáveis em estudo. As geotecnologias contribuíram no desenvolvimento de todo o processo, e configuraram-se como técnicas essenciais para o tratamento de informações, manipulação, armazenamento, espacialização, sobreposição e aplicação da metodológica *Fuzzy* e *Crisp*. Mais especificamente os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) permitiram localizar, espacializar e representar a distribuição dos espaços de vulnerabilidade ao longo do espaço urbano, bem como as operações de cruzamento (*overlay*) mediante operadores *Fuzzy* entre os cartogramas.

Os índices *Fuzzy* apresentaram as características relacionadas às condições de moradia, condições no acesso a educação, condições de rendimento, a presença dos aglomerados subnormais e as condições relacionadas à declividade do relevo. Os índices foram representados por meio da lógica *Fuzzy* variando entre 1 e 0, sendo que as melhores condições do fenômeno estudado estão próximos a 1 e quanto mais distante e próximas a 0, piores as condições do fenômeno estudado. A exceção ficou para os aglomerados subnormais, ou seja, não existe o talvez para esta variável, o setor é aglomerado subnormal ou não é aglomerado subnormal.

Para representar o grupo condições de moradia, cinco (5) variáveis foram selecionadas, e destacam-se por serem elementos essenciais no dia a dia. O acesso ao abastecimento de água via rede geral, ao acesso a energia elétrica e a coleta de lixo, apresentarão altos índices em quase todos os setores do município, entretanto ainda encontramos alguns setores com baixos índices, representando ausência parcial ou integral das infraestruturas. Ainda no grupo, encontram-se os ausentes ao acesso à rede de esgoto ou fossa séptica, variável que apresentou o maior número de setores com os menores índices, de maiores carências no acesso a infraestrutura. O número de setores sem banheiro exclusivo dos moradores revelou nuances muitas vezes despercebidas visualmente, foram diversos setores com residências que apresentam ausência de banheiros em suas residências.

As condições de acesso à educação foram representadas por duas (2) variáveis, pessoas responsáveis não alfabetizadas, onde os setores mais distantes do Bairro Centro apresentaram índices próximos à zero (0), ou seja, maior número de responsáveis não alfabetizados, e das pessoas não alfabetizadas com 10 ou mais anos de idade, que exibiu o número reduzido de setores com índices próximos a zero (0), estes nos setores mais distante do bairro Centro.

O grupo condições de rendimento, formado por três (3) variáveis, domicílios com rendimento nominal mensal per capita de até 1/2 salário mínimo, das pessoas responsáveis com rendimento nominal mensal até um (1) salário mínimo e das pessoas responsáveis sem rendimento nominal mensal, apresentarão os setores do bairro Centro e suas intermediações com os melhores índices, próximos a um (1), destacou-se também os bairros Estrela e Órfãs. Poucos setores apresentarão índices abaixo de 0,5, e novamente estão mais distantes do bairro Centro.

O índice *Fuzzy* com a declividade expôs poucas as áreas com índice próximo à zero (0) alta declividade, no geral encontramos declividades entre 0,6 e 1, baixos índices, correspondendo a áreas de baixa vulnerabilidade.

As variáveis foram cruzadas mediante os operadores *Fuzzy* AND, OR, SUM, PRODUCT e GAMMA no *software* ARCGIS® 10. Os operadores apresentaram em alguns momentos resultados semelhantes, outrora resultados divergentes. Mediante a representação dos grupos foi possível identificar os operadores que melhor representam a vulnerabilidade socioambiental, uma vez que, cada operador representa melhor determinados fenômenos em determinadas situações. Para o

presente estudo, os operadores AND e GAMMA apresentaram os melhores resultados.

O operador AND manifestou no geral bons resultados, uma vez que o mesmo potencializou os índices finais de vulnerabilidade, ou seja, quanto mais índices individuais das condições de moradia entre 0 e 0,25 sobrepostos e com as mesmas características, mais vulnerável tornara-se o resultado final, e consequentemente os melhores índices compreendidos entre 1 e 0,75 sobrepostos aproximaram-se cada vez mais dos resultados da baixa vulnerabilidade. Este operador apresenta-se com destaque, uma vez que todas as variáveis que compõem o índice são essenciais para o dia a dia.

O operador *Fuzzy* GAMMA exibiu resultados em tons mais suavizados quando comparados ao indicador AND, proporcionando o índice de vulnerabilidade baixo na maioria dos setores. Os setores mais distantes do bairro Centro (em sua maioria), apresentam índices entre 0 e 0,25 considerados de alta vulnerabilidade. O operador GAMMA destacou bem os índices extremos, alta e muito alta vulnerabilidade, entretanto os índices intermediários quase não foram representando, ficando apenas altos e baixos índices de vulnerabilidade. O resultado com operador AND propiciou análise no contexto do planejamento, uma vez a técnica identificou as áreas que estão em situação de baixa, média e alta vulnerabilidade, permitindo pensar nas áreas que precisam atuar com maior presteza, bem como nas áreas que podem aguardar para receber ação dos gestores. O operador GAMMA está mais próximo ao conceito de gestão, afinal ele representou melhor as áreas de maior vulnerabilidade e que precisam de ações imediatas.

Mediante os cartogramas dos índices individuais e dos cruzamentos realizados até chegar ao índice de vulnerabilidade socioambiental, ficou evidente que os setores censitários do bairro Centro e dos bairros ao seu entorno apresentam as melhores condições socioeconômicas e de infraestrutura. É nos setores mais afastados que estão as maiores taxas de analfabetos; é onde falta a infraestrutura e se têm as condições socioeconômicas menos privilegiadas.

A lógica *Fuzzy* por sua vez apresentou-se como técnica eficaz para identificação das áreas de vulnerabilidade socioambiental e também uma ferramenta para gestores, entretanto muito ainda poderiam ser exploradas nesta pesquisa, outras variáveis poderiam ser espacializadas e contribuir na confecção do índice socioambiental, o que evidencia a necessidade da continuidade e aprimoramento de estudos desta natureza.

9 RECOMENDAÇÕES

As atividades de campo, literaturas realizadas e a experiência proporcionada pela confecção do índice de vulnerabilidade, fazem surgir recomendações para prosseguir com as análises relacionadas nesta pesquisa, incluindo outros elementos como as margens da ferrovia, os cursos de água dentre outras variáveis ambientais, aplicando pesos nas variáveis de diferentes importâncias, comparando e aplicando outras lógicas não estatísticas bem como outros índices de espacialização.

O trabalho apresenta técnicas e metodologias possíveis de serem utilizadas no planejamento e gestão pública mediante a utilização dos dados do Censo IBGE, e configuram como importantes instrumentos para gestores e interessados na temática.

REFERÊNCIAS

ALVES, H. P. F. Vulnerabilidade socioambiental na metrópole paulistana: uma análise sociodemográfica das situações de sobreposição espacial de problemas e riscos sociais e ambientais. **Rev. Bras. Estud. Popul.**, vol. 23, n. 1, p. 43-59, 2006.

ARAUJO, T. B. **Reestruturação do espaço regional no Brasil**. São Paulo: Hucitec/ANPUR, 1993. 355p.

ARCHELA, R. S. **Cartografia sistemática e cartografia temática**. Disponível em: <http://www2.fct.unesp.br/docentes/geo/girardi/Geocartografia/TEXT0_06.pdf>.

Acesso em: 13 mar. 2006.

ARCHELA, R. S.; ARCHELA, E. Correntes da cartografia teórica e seus reflexos na pesquisa. **Geografia – Revista do Dep. de Geociências da UEL**, v. 11, n. 2, jul./dez. 2002.

ARONOFF, S. **Geographic Information Systems: a management perspective**. Ottawa: WDL Publications, 1995. 560p.

BARBOSA, C. C. F. **Álgebra de mapas e suas aplicações em sensoriamento remoto e geoprocessamento**. 1997. Dissertação de Mestrado (Sensoriamento Remoto). Disponível em: < <http://www.dpi.inpe.br/teses/claudio/> >. Acesso em: 10 jun. 2011

BEAUJEU-GARNIER, J. **Geografia de população**. 2. ed. rev. atual. Tradução de Leônidas Gontijo de Carvalho. São Paulo: Nacional, 1980.

BONHAM-CARTER, G. F. **Geographic information systems for geoscientists: Modelling with GIS**. Oxford: Pergamon, 2002.

BRASIL, Lei 11.445 de 05 de janeiro de 2007. **Diretrizes nacionais para o saneamento básico. Brasília. Política nacional de saneamento básico**. Brasília, 2007.

BRASIL, Ministério das Cidades. Secretaria de Programas Urbanos. **Critérios para mapeamento de riscos**. Brasília, 2007. (Programa de Prevenção e Erradicação de Riscos)

BRASIL. **Diretrizes curriculares de jovens e adultos**. 2012 Disponível em: < <http://portal.mec.gov.br/> >. Acesso em: 15 mai. 2012

BRASIL. **Diretrizes para a definição da política e elaboração do plano de saneamento básico**. Brasília, 2011.

BRASIL. Lei nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979. **Dispõe sobre o parcelamento do solo urbano e dá outras providências**. Disponível em: < <http://www.planalto.gov.br/> >.

BRASIL. Resolução CNE/CEB 4/2010. **Diário Oficial da União**, Brasília, 14 de julho de 2010, Seção 1, p. 824.

BUARQUE, S. C. **Metodologia de planejamento do desenvolvimento local e municipal sustentável**. 1999. Disponível: <<http://www.iica.org.br/Docs/>>.

Burrough, P. A. **Development of intelligent geographical information system**. In: International Journal of Geographical Information Systems. 1992.

BURROUGH, P. A.; MCDONNELL, R. A. **Principles of geographical information systems**. Oxford: Oxford University Press, 1998.

BUSSO, G. **El Enfoque de la vulnerabilidade social em el contexto latinoameircano: situación actual,opciones y desafíos para las políticas sociales a inicios del siglo XXI**. Chile, CEPAL, 2001. Disponível em: <<http://www.redadultosmayores.com.ar/>>

CÂMARA, G. **Anatomia de sistema de informações geográficas**: visão atual e perspectivas de evolução. Brasília: Embrapa. 1993.

_____. **Análise espacial e geoprocessamento**. 2004. Disponível em: < <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/analise/index.html> >. Acesso em: 15 mai. 2012.

_____.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. V. **Introdução à Ciência da Geoinformação**. São José dos Campos: INPE, 2001.

CARLOS, A. F. A. **A cidade**. 6. ed. São Paulo: Contexto, 2001.

_____. **O espaço urbano**: novos escritos sobre a cidade. São Paulo: Contexto, 2004.

CHAMMA, G. V. F. **Ponta Grossa**: o povo, a cidade e o poder. Ponta Grossa: PMPG, SMEC, 1988.

CHAVES, M. A. **Modelos digitais de informação hidrologicamente consistentes para a bacia da Amazônica**. Disponível em: < <ftp://ftp.bbt.ufv.br/teses/> >. Acesso em: 5 nov. 2010.

CORRÊA, R. L. **O espaço urbano**. 3. ed. Rio de Janeiro: Ática, 1995.

COSTA M. C. L.; DANTAS, E. W. C. **Vulnerabilidade socioambiental na região metropolitana de Fortaleza**. Edições UFC, 2009.

CUNHA, J. M. P. Um sentido para a vulnerabilidade sociodemográfica nas metrópoles paulistas. **Revista Brasileira de Estudos populacionais**, Campinas, v. 21, n. 2, jul./dez. 2004. Disponível em: < <http://www.abep.nepo.unicamp.br/> >.

DELAZARI, L. S. **Modelagem e implementação de um Atlas Eletrônico interativo utilizando métodos de visualização cartográfica**. 2004. Tese (Doutorado em Engenharia de Transportes) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004. Disponível em: <<http://www.theses.usp.br/>>. Acesso em: 15 mai. 2012

DESCHAMPS, M. V. **Vulnerabilidade Socioambiental na Região metropolitana de Curitiba**. Tese de Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento. UFPR, 2004.

DIEESE. **Salário Mínimo Constitucional**. 2005 (Nota Técnica, n. 8).

ESTEVES, C. J. O. Risco e vulnerabilidade socioambiental: aspectos conceituais. **Cadernos do IPARDES**, 2011.

FELGUEIRAS, C. A. **Modelagem numérica de terreno**. 2001. <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/tutoriais/>>.

FERRARI, C. **Curso de Planejamento municipal integrado: urbanismo**. São Paulo: Pioneira, 1986.

FERREIRA, M. P.; DINI, N. P.; FERREIRA, S. P. **Espaços e dimensões da pobreza nos municípios do estado de São Paulo**. Índice paulista de vulnerabilidade social – IPVS. 2006. <<http://www.seade.gov.br/produtos/>>. Acesso em: 15 jan. 2012

FITZ, P. R. **Cartografia básica**. Canoas: La Salle, 2000.

GERARDI, L. H.; TEIXEIRA, L. A.; FERREIRA, M. C. Tratamento de dados socioeconômicos em Sig's. **Revista de Geografia**, Rio Claro, v. 16, n. 1, p. 37-52, abr. 1991.

GOLDSCHMIDT, R. R. **Uma Introdução à Inteligência Computacional: fundamentos, ferramentas e aplicações.** 2010. Rio de Janeiro. <<http://www.faecetec.rj.gov.br/ist-rio/>>.

GOMES, M. A. e PEREIRA, M. L. D. Família em situação de vulnerabilidade social: uma questão de políticas públicas. **Ciênc. saúde coletiva [online]**. 2005, vol.10, n.2, pp. 357-363. ISSN 1413-8123.

GOTTDIENER, M. **A produção social do espaço urbano.** 2. ed. São Paulo: Edusp, 1997.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades.** 2011. Disponível em: <www.ibge.gov.br/>. Acesso em: 12 outubro, 2011.

_____. **Indicadores sociais mínimos.** 2011a. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/>>. Acesso em: 12 out. 2011.

_____. **Censo IBGE - 2010.** Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/censo2010/>>. Acesso em: 1 mar. 2012.

_____. **Glossário.** 2012. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/>> Acesso em: 1 mar. 2012.

JIANG, H.; EASTMAN J. R. **Application of Fuzzy measures in multi-criteria evaluation in GIS.** International Journal of Geographical Information Science, 14:2, 173-184. 2010. Disponível em: <<http://www.tandfonline.com/loi/tgis20>>. Acesso em: 1 jun. 2012.

LACOSTE, Y. **Geografia:** isso serve, em primeiro lugar, para fazer a guerra. Campinas: Papirus, 1989.

LÖWEN, C. L. **Favelas:** um aspecto da expansão urbana de Ponta Grossa – PR. 1990. 174 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – Campus Rio Claro, Rio Claro, 1990.

MALUTTA, C. **Método de apoio à tomada de decisão sobre adequação de aterros sanitários utilizando a Lógica Fuzzy.** 2004. Disponível em: <<http://teses.eps.ufsc.br/defesa/pdf/11633.pdf>>. Acesso em: 1 jun. 2012.

MARANDOLA JUNIOR, E.; HOGAN, D. J. **Natural hazards:** o estudo geográfico dos riscos e perigos. **Ambiente & Sociedade**, Campinas: UNICAMP/NEPAM, v. 7, n. 2, p. 95-109, jul./dez. 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/>>.

_____. **Vulnerabilidades e riscos: entre geografia e demografia.** Revista brasileira de Estudos de População, Campinas: ABEP, v.22, n.1, p. 29-53, jan./jun. 2005. Disponível em: < <http://www.abep.nepo.unicamp.br/> >

MARTINELLI, M. **Gráficos e mapas, construa-os você mesmo.** São Paulo: Moderna, 1998.

_____. **Mapas da geografia e cartografia temática.** São Paulo: Contexto, 2003.

MATIAS, L. F. **Sistema de Informações Geográficas (SIG):** teoria e método para representação do espaço geográfico. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

MEIRELLES, M. S. P. M. **Análise integrada do ambiente através de geoprocessamento:** uma proposta metodológica para elaboração de zoneamentos. Tese de Doutorado. UFRJ, Rio de Janeiro, 1997.

_____.; CAMARA, G.; ALMEIDA, C. **Geomática, Modelos e Aplicações Ambientais.** Brasília: Embrapa, 2007

MORAES, A. L. S. **Visualização de informações Fuzzy para auxílio em diagnósticos médicos.** Dissertação de Mestrado em Ciência da Computação. 2009 disponível em: < ppginf.ucpel.tche.br/DM-Arquivos/ > Acesso em: 10 jun. 2012.

NOTA TÉCNICA 2005. Disponível em <<http://www.dieese.org.br/>>. Acesso em: 10 mar. 2012.

PACHECO K.; DEL-VECCHIO, R.; KERSTENETZKY, C. **Pobreza Fuzzy multidimensional: uma análise das condições de vida na zona oeste do rio de janeiro:** 1991 e 2000. CEDE – Centro de estudos sobre a desigualdade e desenvolvimento. (2010). Disponível em: <<http://www.proac.uff.br/cede/>>. Acesso em: 1 mar. 2012.

PAULA, E. M. S.; SOUZA, M. J. N. Lógica Fuzzy como técnica de apoio ao Zoneamento Ambiental. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO – SBSR. **Anais...** Florianópolis - SC, 21-26 de abril de 2007. (2979 – 2984).

PICK, J. B. **GIS-based economic and social cluster analysis applied to a giant city. Proceedings of americas conference on information systems.** Phoenix, Arizona: Association for Information Systems. 1996. Disponível em: <<http://amcis1996.aisnet.org/papers/PICK2.htm>>. Acesso em: 10 mar. 2012.

PRANDEL, J. A. **Mapeamento da distribuição espacial da população urbana de Ponta Grossa (PR), utilizando Sistema de Informações Geográficas (SIG).** Monografia (Graduação em Geografia) – Setor de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2001.

RAISZ, E. **Cartografia geral.** Rio de Janeiro: Científica, 1969.

ROBBI, C. **Sistema para visualização de informações cartográficas para planejamento urbano.** São José dos Campos: INPE, 2000. 369p.

ROCHA, C. H. B. **Geoprocessamento:** tecnologia transdisciplinar. Belo Horizonte: Ed. do Autor, 2000.

ROSA, R. Geotecnologias na Geografia Aplicada. **Revista do Departamento de Geografia**, 16 (2005). Disponível em: < www.geografia.fflch.usp.br/publicacoes/ >. Acesso em: 10 jun. 2012.

SANCHEZ, M. C. A problemática dos intervalos de classe na elaboração de cartogramas. **Boletim de Geografia Teórica**, Rio Claro, nº 7-8, p. 3146, 1973.

SANN, J. G. L. O papel da cartografia temática nas pesquisas ambientais. **Revista de Geografia**, São Paulo, v. 16, p. 61-75, 2005.

SILVA, A. B. **Sistemas de informações georeferenciadas:** conceitos e fundamentos. Campinas: Unicamp, 1999.

_____. et al. **SIG:** uma plataforma para introdução de técnicas emergentes no planejamento urbano, regional e de transportes. São Carlos, SP: Ed. dos Autores. 2008.

SINGER, P. **O uso do solo urbano na economia capitalista.** In: MARICATO, E. (org.). A produção capitalista da casa (e da cidade) no Brasil industrial. São Paulo: Editora Alfa-Omega. 1982.

SMITH, N. **Desenvolvimento desigual:** natureza, capital e a produção de espaço. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1988.

SOUZA, M. L. **A prisão e a ágora:** reflexões em torno da democratização do planejamento e da gestão das cidades. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006.

_____. **ABC do desenvolvimento urbano.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003

_____. **Fobópolis: o medo generalizado e a militarização da questão urbana.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008.

_____. **Mudar a cidade:** uma introdução crítica ao planejamento e à gestão urbanos. Bertrand Brasil, 2001.

_____. **Mudar a cidade:** uma introdução crítica ao planejamento e à gestão urbanos. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001.

TAVARES, J. M.; JUNIOR, S. S. P. **“Corredores da pobreza” e “ilhas de prosperidade”:** Uma análise espacial e multidimensional dos níveis. Disponível em: < <http://revistaseletronicas.pucrs.br/> >. Acesso em: 10 jun. 2011

VEGA, N.A. **Potential applicability of fuzzy logic in geostatistics**, Department of Mining and Minerals Engineering, Virginia Tech. 2002. Disponível em: < <http://filebox.vt.edu/> >. Acesso em: 10 jun. 2012.

VEYRET, Y. **Os riscos:** o homem como agressor e vítima do meio ambiente. São Paulo: Contexto, 2007.

VIGNOLLI, J. R. **Vulnerabilidade sociodemográfica:** antigos e novos riscos para a América Latina e o Caribe. 2006. Disponível em: <www.nepo.unicamp.br> Acesso em: 10 jun. 2011.

VILLAÇA, F. **Espaço intra-urbano no Brasil.** São Paulo, 1998.

ZADEH, L. A. **Fuzzy sets. Information and control.** New York: Academic Press: Elsevier, n. 8. 1965.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Questionário aplicado aos moradores residentes nos setores censitários que apresentaram maiores vulnerabilidades socioambientais

DATA DA PESQUISA: ____/____/____

LOCALIDADE: _____

Responsável pelo domicílio (S) (N)

1) Em sua opinião o que poderia melhorar na infraestrutura perto de sua casa? Do seu bairro? Da cidade?

2) Ordem de importância (3 – mais importante dos 10 itens):

- | | |
|--|--|
| ☐ educação | ☐ transporte coletivo |
| ☐ emprego | ☐ segurança |
| ☐ saúde | ☐ telefonia |
| ☐ energia elétrica | ☐ lazer |
| ☐ saneamento básico | |
| ☐ pavimentação | |

3) Como você considera suas condições de vida?

- | | |
|-------------------------------------|------------------------------------|
| ☐ excelentes | ☐ regulares |
| ☐ boas | ☐ ruins |

4) Em sua opinião a renda total da sua família faz com que você(s) leve(m) a vida até o fim do mês com:

- | | |
|---|--|
| ☐ muita dificuldade | ☐ alguma facilidade |
| ☐ dificuldade | ☐ facilidade |
| ☐ alguma dificuldade | ☐ muita facilidade |

4) Como é realizado o destino do lixo?

- | | |
|---|---|
| ☐ por serviço de limpeza | ☐ enterrado na propriedade |
| ☐ em caçamba de serviço de limpeza | ☐ jogado em terreno baldio ou logradouro |
| ☐ queimado (na propriedade) | ☐ jogado em rio, lago ou córrego |
| | ☐ outro destino |

5) O escoadouro do banheiro ou sanitário é ligado a:

- | | |
|--|---|
| ☐ rede geral de esgoto ou pluvial | ☐ rio ou lago |
| ☐ fossa séptica | ☐ vala |
| ☐ fossa rudimentar | ☐ outro escoadouro |

6) Tempo de moradia em Ponta Grossa.

- | | |
|---|--|
| ☐ menos de 1 ano | ☐ de 5 a 10 anos |
| ☐ de 1 a 5 anos | ☐ mais de 10 anos |

7) Emprego no trabalho principal do responsável pelo domicílio.

- | | |
|---|---|
| ☐ com carteira de trabalho assinada | ☐ outros sem carteira de trabalho assinada |
| ☐ militares ou funcionário público estatutário | ☐ Procurando emprego |

8) Renda familiar média mensal:

- | | |
|--|---|
| ☐ até 1 salário mínimo | ☐ de 5 a 10 salários mínimos |
| ☐ de 1 a 3 salários mínimos | ☐ acima de 10 salários mínimos |
| ☐ de 4 a 5 salários mínimos | |

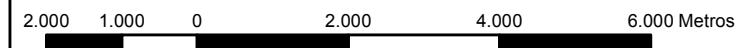
9) Grau de instrução dos residentes no domicílio:

- | | |
|--|---|
| ☐ Analfabeto(s) | ☐ Ensino fundamental in completo |
| ☐ Ensino fundamental completo | ☐ Ensino médio incompleto |
| | ☐ Ensino médio completo |

**APÊNDICE B – Mapa de Índice de Vulnerabilidade Socioambiental com
operador *AND***

A map of the study area in southern Brazil, showing the location of Ponta Grossa relative to neighboring municipalities. Ponta Grossa is highlighted in red. The municipalities shown are Tibagi, Carambeí, Castro, Ipiranga, Imbituva, Teixeira Soares, Palmeira, Balsa Nova, and Fernandes Pinheiro.

1:100.000

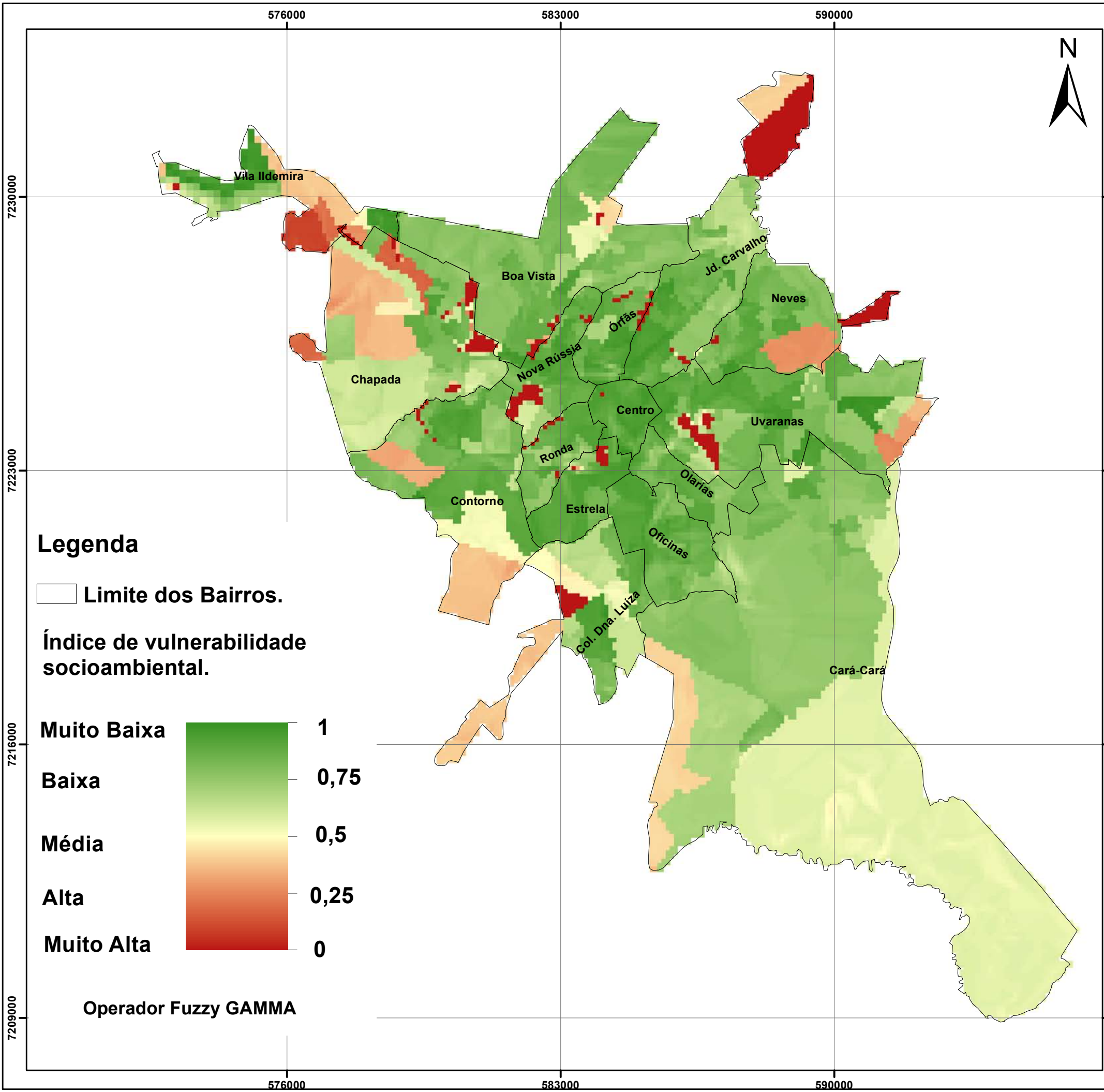


Fonte dos dados:
CENSO IBGE 2010
Prefeitura Municipal de Ponta Grossa

Dados Técnicos:
Projeção Universal Transversa de Mercator
Meridiano Central -51°W.Gr.
Datum SAD-69

Organização: Silva, A.C. 2013
Data: 25 de Maio de 2013

**APÊNDICE C – Mapa de Índice de Vulnerabilidade Socioambiental com
operador *GAMMA***



Índice de vulnerabilidade socioambiental

Município: Ponta Grossa - PR.

Localização: Perímetro Urbano

LOCALIZAÇÃO

Escala

1:100.000

Fonte dos dados:
CENSO IBGE 2010
Prefeitura Municipal de Ponta Grossa

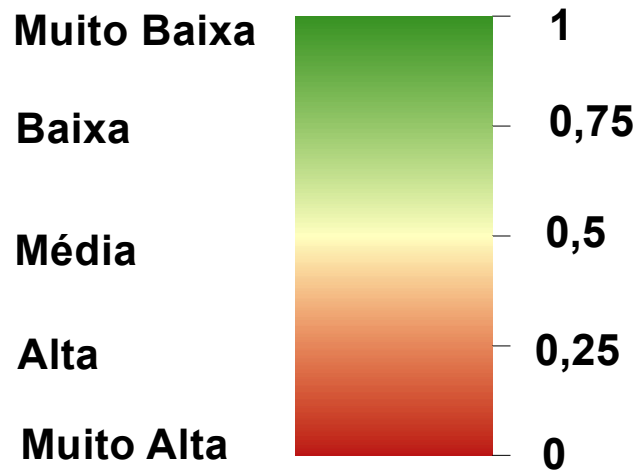
Dados Técnicos:
Projeção Universal Transversa de Mercator
Meridiano Central -51°W.Gr.
Datum SAD-69

Organização: Silva, A.C. 2013
Data: 25 de Maio de 2013

Legenda

Limite dos Bairros.

Índice de vulnerabilidade socioambiental.



Operador Fuzzy GAMMA