

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
INSTITUTO DE ESTUDOS SOCIOAMBIENTAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

Wilson Lopes Mendonça Neto

**Avaliação Ambiental das Unidades da Paisagem do Parque Municipal
Serra da Areia e sua Zona de Amortecimento em Aparecida de Goiânia-GO**

Goiânia
2014

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR AS TESES E DISSERTAÇÕES ELETRÔNICAS (TEDE) NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

1. Identificação do material bibliográfico: **Dissertação** **Tese**

2. Identificação da Tese ou Dissertação

Autor (a):	Wilson Lopes Mendonça Neto				
E-mail:	wilsonlopesmneto@gmail.com				
Seu e-mail pode ser disponibilizado na página? <input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não					
Vínculo empregatício do autor					
Agência de fomento:			Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico	Sigla:	CNPq
País:	Brasil	UF:	GO	CNPJ:	
Título:	Avaliação Ambiental das Unidades da Paisagem do Parque Municipal Serra da Areia e sua Zona de Amortecimento em Aparecida de Goiânia-GO				
Palavras-chave:	Avaliação Ambiental – Unidades da Paisagem – Áreas de Mananciais – Unidades de Conservação				
Título em outra língua:	Environmental Assessment of the Landscape Unit of the Parque Municipal Serra da Areia and its Buffer Zone in Aparecida de Goiânia - GO				
Palavras-chave em outra língua:	Environmental Assessment – Landscape Unit – Water source areas – Conservation Units				
Área de concentração:	Natureza e Produção do Espaço.				
Data defesa: (dd/mm/aaaa)	25/08/2014				
Programa de Pós-Graduação:	Programa de Pós-graduação em Geografia do Instituto de Pesquisas Socioambientais da Universidade Federal de Goiás				
Orientador (a):	Prof. Dr. Alfredo Borges De-Campos				
E-mail:	alfredo.borges.campos@gmail.com				
Co-orientador (a):*	Prof. Dr. Equimar Felício Chaveiro				
E-mail:	equimar@hotmail.com				

*Necessita do CPF quando não constar no SisPG

3. Informações de acesso ao documento:

Concorda com a liberação total do documento SIM NÃO¹

Havendo concordância com a disponibilização eletrônica, torna-se imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF ou DOC da tese ou dissertação.

O sistema da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações garante aos autores, que os arquivos contendo eletronicamente as teses e ou dissertações, antes de sua disponibilização, receberão procedimentos de segurança, criptografia (para não permitir cópia e extração de conteúdo, permitindo apenas impressão fraca) usando o padrão do Acrobat.

Assinatura do (a) autor (a)

Data: ____ / ____ / ____

¹ Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. A extensão deste prazo suscita justificativa junto à coordenação do curso. Os dados do documento não serão disponibilizados durante o período de embargo.

WILSON LOPES MENDONÇA NETO

Avaliação Ambiental das Unidades da Paisagem do Parque Municipal Serra da Areia e sua Zona de Amortecimento em Aparecida de Goiânia - GO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Geografia do Instituto de Estudos Socioambientais da Universidade Federal de Goiás, em nível de Mestrado, como requisito parcial e obrigatório para obtenção do título de Mestre em Geografia. **Área de concentração:** natureza e produção do espaço. **Linha de pesquisa:** análise ambiental e tratamento da informação geográfica.

Orientador: Prof. Dr. Alfredo Borges De-Campos.

Co-orientador: Prof. Dr. Eguimar Felício Chaveiro

Goiânia

2014

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação na (CIP)
GPT/BC/UFG**

M539a Mendonça Neto, Wilson Lopes.
Avaliação Ambiental das Unidades da Paisagem do Parque Municipal Serra da Areia e sua Zona de Amortecimento em Aparecida de Goiânia-GO [manuscrito] / Wilson Lopes Mendonça Neto. - 2014.
xv, 115 f. : il., figs, tabs.

Orientador (a): Prof. Dr. Alfredo Borges De-Campos;
Co-orientador: Prof. Dr. Eguimar Felício Chaveiro
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Goiás,
Instituto de Estudos Socioambientais, 2014.

Bibliografia.

Inclui lista de figuras, abreviaturas, siglas e tabelas.

Apêndices.

1. Unidades de conservação – Aparecida de Goiânia (GO) 2. Avaliação ambiental 3. Mananciais – Aparecida de Goiânia (GO) I. Título.

CDU: 504.064.2(817.3)

Wilson Lopes Mendonça Neto

Avaliação Ambiental das Unidades da Paisagem do Parque Municipal Serra da Areia e sua Zona de Amortecimento em Aparecida de Goiânia - GO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Geografia do Instituto de Estudos Socioambientais da Universidade Federal de Goiás, em nível de Mestrado, como requisito parcial e obrigatório para obtenção do título de Mestre em Geografia. **Área de concentração:** natureza e produção do espaço. **Linha de pesquisa:** análise ambiental e tratamento da informação geográfica.

Orientador: Prof. Dr. Alfredo Borges De-Campos.

Co-orientador: Prof. Dr. Eguimar Felício Chaveiro

Banca Examinadora

Prof. Dr. Lucas Barbosa e Souza
Fundação Universidade Federal do Tocantins
(Avaliador externo)

Profa. Dra. Celene Cunha Monteiro Antunes Barreira
Universidade Federal de Goiás
(Avaliador interno)

Prof. Dr. Eguimar Felício Chaveiro
Universidade Federal de Goiás
(Co-orientador)

Prof. Dr. Alfredo Borges De-Campos
Universidade Federal de Goiás
(Orientador)

Goiânia, 25 de agosto de 2014.

A minha família, em especial a minha esposa Priscila e aos meus filhos Maria Luísa, Cauã e Ícaro, que são amor, força, compreensão e motivação.

AGRADECIMENTOS

O término desse trabalho de dissertação é para mim a realização de um sonho e uma vitória construída pela superação de diversas dificuldades, algumas históricas e sociais, outras, individuais e subjetivas. Meu pai não chegou a terminar a quinta série do ensino fundamental e minha mãe não chegou a terminar um curso superior. Por parte de pai e mãe tenho raízes no campo. Meu avô materno, analfabeto, pai de oito filhos, saiu do pequeno município de Exu no interior de Pernambuco e se fixou em Anápolis. Para sustentar sua prole foi pedreiro em grande parte de sua vida e ao final de sua existência taxista. Minha avó paterna, mãe de nove filhos, saiu de uma fazenda em Jataí e ao chegar em Goiânia, viúva, fez crochê, bordados e costura para sustentar a família. Os meus primeiros agradecimentos são para minha família. Em especial, a minha mãe, Helenice, que não poupou esforços para praticamente sozinha educar e formar seus dois filhos em uma metrópole e, também, minha irmã, Larissa, companheira de caminhada e amiga fraterna.

Seria ingenuidade, no entanto, acreditar que as dificuldades históricas e sociais que herdei foram superadas somente pelo afeto materno e apoio familiar. É preciso considerar que o momento de expansão do ensino superior no Brasil foi determinante para minha inserção em um circuito de graduação e pós-graduação. Nesse sentido, não poderia ter chegado até aqui sem contar com o apoio das pessoas que constituem e fazem funcionar a Universidade Federal de Goiás, em especial, o quadro de técnicos-administrativos e corpo docente do Instituto de Estudos Socioambientais. Meus sinceros agradecimentos a todas essas pessoas que trabalham na/pela UFG e no/pelo IESA.

Agradeço ao CNPq pela bolsa concedida que viabilizou a execução do trabalho de pesquisa. Sem o incentivo financeiro o presente trabalho não poderia ter se concretizado. Agradeço a SANEAGO, a Secretaria de Defesa Civil de Aparecida de Goiânia e a Secretaria de Meio Ambiente de Aparecida de Goiânia pelas informações disponibilizadas. Agradeço aos profissionais que se disponibilizaram para serem entrevistados compartilhando de seus conhecimentos técnicos e suas impressões gerais sobre a área de estudo.

No processo de pós-graduação algumas pessoas passam quase despercebidas... mas que, mesmo sem fazer parte do quadro de docentes ou de técnicos-administrativos da UFG e do IESA, acabam nos ajudando pelo simples fato de serem compromissadas com seus trabalhos e por desdobrarem suas vidas com alegria e afeto. Agradeço de forma geral a essas

peças agradecendo individualmente a Claudinha e ao Edilson da copiadora do CA do curso de Geografia da UFG.

Diversos colegas de profissão e estudos foram importantes para realização desse trabalho. Devo agradecer muitíssimo aos meus companheiros de pós-graduação, de mestrado e doutorado, que me ajudaram com críticas e opiniões que transbordaram da simples realização do trabalho de pesquisa para minha própria maneira de ver o mundo (e de me enxergar para me localizar nele!).

Também não poderia esquecer dos amigos dos quais estive distante por espaçados momentos... muitos, inclusive, reclamaram minha ausência... mas, os verdadeiros, souberam compreendê-la... A vocês, amigos sinceros, meus sinceros agradecimentos!

Dois pessoas foram essenciais para a realização do presente estudo e, acima de tudo, demonstraram compreensão e tolerância com minhas dificuldades o que foi extremamente importante. Meus sinceros agradecimentos ao querido Prof. Eguimar Felício Chaveiro que constitui um marco de alegria, dedicação e trabalho na minha existência. Meus sinceros agradecimentos ao Prof. Alfredo Borges De-Campos, que acreditou na minha capacidade de chegar até o final e me incentivou durante todo o processo.

RESUMO

No contexto de diversas aglomerações urbanas e, em específico da Região Metropolitana de Goiânia - RMG, um dos grandes desafios que se apresenta na atualidade diz respeito à disponibilidade de áreas de mananciais, a manutenção de suas qualidades e, ainda, a distribuição dos recursos hídricos por meio de sistemas públicos de abastecimento. Na RMG o abastecimento de água é realizado, principalmente, pela empresa de Saneamento de Goiás S/A – SANEAGO e, secundariamente, por sistemas independentes municipais. Goiânia (1.333.767 habitantes), Aparecida de Goiânia (500.619 habitantes) e Trindade (107.966 habitantes) são os municípios mais populosos e a soma de seus habitantes (1.915.952) corresponde a mais de 85% da população da RMG. Esses três municípios possuem em comum o fato de serem atendidos por um único sistema integrado de abastecimento de água que é formado por áreas de mananciais do Ribeirão João Leite, do Rio Meia Ponte, do Córrego Samambaia, do Córrego Arrozal e do Córrego Lajes. Este trabalho versou sobre uma das áreas de mananciais que compõem esse sistema integrado. A área corresponde a Unidade de Conservação, Parque Municipal Serra da Areia, que se localiza totalmente no município de Aparecida de Goiânia e, também, sua Zona de Amortecimento, que abrange áreas dos municípios de Aparecida de Goiânia, Goiânia, Hidrolândia, Aragoiânia e Abadia de Goiás. Teve-se como objetivo a realização de uma Avaliação Ambiental da área. Para tal, as observações e análises foram amparadas por concepções desenvolvidas no âmbito do Estudo das Paisagens em geografia física e na metodologia Pressão-Estado-Resposta desenvolvida para elaboração e análise de indicadores ambientais. Foram utilizadas ferramentas SIGs, a partir das quais foram elaborados recursos ilustrativos como mapas temáticos, infográficos, ilustrações esquemáticas, quadros e tabelas a fim de melhor representar os resultados consolidados e o processo de organização e execução da pesquisa. A área de estudo foi investigada por meio de quatro vias principais: o levantamento de fontes bibliográficas sobre a área de estudo; realização de entrevistas com diversos atores envolvidos com a gestão, o planejamento e a exploração dos recursos da área; aquisição, tratamento digital de imagens de satélite para extração e análise de dados e informações geográficas da área, o que envolveu, também, a realização de trabalhos de campo para verificação *in loco* dessas informações; obtenção, organização e análise de dados secundários disponibilizados pela Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. A partir dos procedimentos adotados realizou-se o mapeamento das Unidades da Paisagem da área de estudo, sobre as quais, foi realizada a avaliação ambiental. Os dados foram sintetizados em um índice de qualidade ambiental, expresso por um mapa de qualidade ambiental, a partir do qual foi possível identificar e avaliar diversos contextos ambientais. Os resultados demonstraram diferentes níveis de alteração das paisagens e, conseqüentemente, do quadro ambiental. A principal consequência relacionada ao cenário identificado é o risco de esgotamento e/ou contaminação dos recursos hídricos, dos quais dependem atualmente mais de 100.000 domicílios de Aparecida de Goiânia.

Palavras-chave: Avaliação Ambiental. Unidades da Paisagem. Áreas de Mananciais. Unidades de Conservação.

ABSTRACT

In the context of various urban agglomerations, and in particular the Metropolitan Region of Goiania - RMG, a major challenge that presents today is the availability of water sources, its qualities and also the distribution of water resources for public water supplies. The water supply for RMG is primarily carried out by the company Sanitation Goiás S / A - Saneago and secondarily by independent municipal systems. Goiânia (1.333.767 inhabitants), Aparecida de Goiânia (500.619 inhabitants) and Trindade (107.966 inhabitants) are the most populous municipalities and the sum of its inhabitants (1.915.952) represents more than 85% of the population of RMG. These three municipalities have in common the fact that they are served by a single integrated system of water supply formed by watershed areas of Ribeirão João Leite, Meia Ponte River, Córrego Samambaia, Córrego do Arrozal and Córrego Lajes. This work focused about one of the watershed areas that make up this integrated system. The area corresponds to the Conservation Unit, Parque Municipal Serra da Areia, which is located entirely in the city of Aparecida de Goiânia and, too, its Buffer Zone, that covers areas of the municipalities of Aparecida de Goiania, Goiania, Hidrolandia, and Aragoiânia, and Abadia de Goiás. The aimed was conduct an Environmental Assessment. To this end, observations and analysis were supported by concepts developed within the Study of Landscapes in Physical Geography and methodology Pressure-State-Response utilized for preparation and analysis of environmental indicators. In order to support the organization, the analysis and synthesis of spatial data included in the survey GIS tools were used. From the application of these tools were prepared illustrative resources as thematic maps, infographics, schematic illustrations and tables in order to best represent the consolidated results and the process of organization and execution of the research were developed. The study area was investigated through four main channels: a survey of literature sources on the study area; interviews with various actors involved in the management, planning and the exploitation of resources of the area; acquisition, digital processing of satellite images for extraction and analysis of data and geographic information of the area, which also involved conducting fieldwork for spot verification of such information; obtaining, organizing and analyzing secondary data provided by the National Research by Household Sample, the Brazilian Institute of Geography and Statistics. From the adopted procedures were realized the mapping of landscape units of the study area, over which the environmental assessment was performed. Data were summarized in an index of environmental quality, expressed by a map of environmental quality, from which it was possible to identify and evaluate various environmental contexts. Results demonstrated different levels of changing landscapes and, consequently, the environmental framework. The main consequence related to the identified scenario is the risk of exhaustion and / or pollution of water resources on which they depend are currently more than 100,000 households in Aparecida de Goiânia.

Keywords: Environmental Assessment. Landscape Unit. Water Source Areas. Conservation Units.

LISTAS DE FIGURAS, QUADROS E TABELAS

FIGURAS

Figura 01 – Representação esquemática do sistema integrado de abastecimento de água de Goiânia, Aparecida de Goiânia e Trindade.....	14
Figura 02 – Localização do Parque Municipal Serra da Areia e sua zona de amortecimento na Região Metropolitana de Goiânia.....	15
Figura 03 – Fluxograma da pesquisa.....	20
Figura 04 – Feições utilizadas para delimitação inicial da área de estudo.....	50
Figura 05 – Feições criadas e/ou refinadas por meio do uso do MDE TOPODATA.....	51
Figura 06 – Infográfico com mapa de declividade e distribuição das classes por unidade de área (km ²) e em porcentagem em relação a área de estudos.....	54
Figura 07 – Esquema da geração e análise de dados de declividade e altimetria com representação em perfil das unidades geomorfológicas e da geologia local.....	55
Figura 08 – Mapa das unidades geomorfológicas.....	56
Figura 09 – Mapa de uso e cobertura das terras.....	59
Figura 10 – Infográfico com localização da unidade geomorfológica “topo de morro” e descrição da cobertura e usos da terra.....	63
Figura 11 – Infográfico com localização da unidade geomorfológica “vertentes” e descrição da cobertura e usos da terra.....	64
Figura 12 – Infográfico com localização da unidade geomorfológica “sopé” e descrição da cobertura e usos da terra.....	66
Figura 13 – Infográfico com localização da unidade geomorfológica “interflúvios” e descrição da cobertura e usos da terra.....	68
Figura 14 – Infográfico com localização da unidade geomorfológica “vales fluviais” e descrição da cobertura e usos da terra.....	70
Figura 15 – Setores censitários selecionados na primeira etapa da análise.....	77
Figura 16 – Tipo do setor censitário (rural ou urbano) em vales fluviais.....	79
Figura 17 – Tipo do setor censitário (rural ou urbano) em interflúvios.....	80
Figura 18 – Histogramas: distribuição dos valores de cada índice.....	84
Figura 19 – Histograma base utilizado para composição da legenda do mapa de qualidade ambiental.....	85
Figura 20 – Mapa de qualidade ambiental.....	88
Figura 21 – Fotografia do condomínio Cidade das Praças retirada a partir da GO-040 em um trecho do município de Aragoiânia. Ao fundo da imagem pode-se visualizar a Serra da Areia.....	90
Figura 22 – Fotografia retirada de estrada vicinal na Região Oeste da área de estudo. Percebe-se a prática da pecuária por meio das pastagens e do gado na frente da imagem; na parte intermediária percebe-se a atividade agrícola por meio da plantação de eucaliptos e, ao fundo, a Serra da Areia.....	91

Figura 23 – Fotografia retirada na GO-319 na Região Sul da área de estudo. Na imagem a entrada do condomínio Aldeia dos Sonhos ainda em construção. Ao fundo, a Serra da Areia.....	92
Figura 24 – Fotografia aérea onde se pode verificar na parte baixa da imagem a mata de galeria do Córrego Lages e, acima, pivôs de irrigação e pastagens extensivas.....	94
Figura 25 – Imagens do sistema de captação ETA-Lages em Aparecida de Goiânia.....	95
Figura 26 – Fotografia aérea onde se pode verificar o processo desencadeado de erosão laminar na cabeceira das nascentes do Córrego Laginha. Também é possível identificar a supressão de boa parte da mata ciliar. Na parte do canto inferior direito da imagem, plantação de mexericas.....	97

QUADROS

Quadro 01 – Definições e considerações sobre a paisagem.....	33
Quadro 02 – Síntese das principais contribuições teóricas para geografia física.....	44
Quadro 03 – Aplicações do <i>ArcMap</i> utilizadas para análise hidrológica e extração da drenagem.....	53
Quadro 04 - Descrição das classes e subclasses de cobertura e uso da terra.....	58
Quadro 05 – Síntese geomorfológica das unidades morfoestruturais e morfoesculturais.....	73
Quadro 06 – Informações sobre os índices utilizados e os cálculos realizados.....	83

TABELAS

Tabela 01 – Relação entre as áreas do PMSA e sua ZA e as áreas das bacias hidrográficas.....	52
Tabela 02 – Unidades da paisagem definidas a partir das unidades geomorfológicas e das classes de uso e cobertura das terras.....	61
Tabela 03 – Resumo estatístico dos valores das variáveis analisadas.....	86

LISTA DE SIGLAS

AA – Avaliação Ambiental

AAE – Avaliação Ambiental Estratégica

AIA – Avaliação de Impacto Ambiental

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

ETA – Estação de Tratamento de Água

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

MDE – Modelo Digital de Elevação

OCDE – Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico

PER – Pressão-Estado-Resposta

PMSA – Parque Municipal Serra da Areia

PNAD – Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios

PNMA – Política Nacional do Meio Ambiente

PNUMA – Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente

RMG – Região Metropolitana de Goiânia

SANEAGO – Empresa de Saneamento de Goiás S/A

SIEG – Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás

SIG's – Sistemas de Informações Geográficas

SIMBIO – Sistema de Monitoramento da Biodiversidade

SRTM - Shuttle Radar Topography Mission

TOPODATA – Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil

UCs – Unidades de Conservação

USGS – United State Survey Geological

ZA – Zona de Amortecimento

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	13
2. CAPÍTULO 1 – APORTES TEÓRICOS	
Estudo da Paisagem e Análise Ambiental em Geografia Física.....	24
2.1 Introdução.....	25
2.2 A emergência da questão ambiental.....	25
2.3 Estudos da paisagem em geografia física.....	30
2.4 Geografia física, ecologia e geossistema.....	34
2.5 Do método aos procedimentos operacionais.....	38
2.6 Olhares críticos sobre a Nova Geografia.....	41
2.7 Considerações finais.....	43
3. CAPÍTULO 2 – AVALIAÇÃO DE ESTADO	
Cartografia Ambiental Aplicada ao Mapeamento das Unidades da Paisagem do Parque Municipal Serra da Areia em Aparecida de Goiânia-GO.....	47
3.1 Introdução.....	48
3.2 Materiais e método.....	49
3.2.1 Delimitação da área de estudo.....	49
3.2.2 Análise da rede de drenagem e delimitação de bacias hidrográficas.....	51
3.2.3 Delimitação de unidades geomorfológicas.....	53
3.2.4 Identificação de classes de cobertura e uso das terras.....	56
3.2.5 Delimitação das unidades da paisagem.....	60
3.3 Resultados e discussão.....	62
3.3.1 Topo de morro.....	62
3.3.2 Vertentes.....	63
3.3.3 Sopé.....	65
3.3.4 Interflúvios.....	67
3.3.5 Vales fluviais.....	69
3.4 Considerações finais.....	70
4. CAPÍTULO 3 – PRESSÃO HUMANA E RESPOSTA AMBIENTAL	
Elaboração de Indicadores de Pressão sobre os Recursos Naturais do Parque Municipal Serra da Areia e Zona de Amortecimento para Avaliação da Qualidade Ambiental.....	74
4.1 Introdução.....	75
4.2 Materiais e método.....	76
4.2.1 Variáveis analisadas.....	76
4.2.2 Indicadores ambientais.....	80
4.2.3 Análise dos dados.....	84

4.3 Resultados e discussão.....	86
4.3.1 A zona de amortecimento do PMSA.....	88
4.3.2 O PMSA.....	96
4.4 Considerações finais.....	98
5. CONCLUSÕES.....	100
REFERÊNCIAS.....	102
APÊNDICE A.....	108

1. INTRODUÇÃO

A elaboração do projeto de pesquisa que resultou no presente trabalho teve como motivação a preocupação sobre a conservação dos recursos naturais existentes na Região Metropolitana de Goiânia (RMG), em Goiás, no Brasil, entendida, principalmente, enquanto processo fundamental para garantir o abastecimento de água da crescente população urbana, o que depende tanto da disponibilidade de áreas de mananciais quanto de suas qualidades.

No contexto de diversas aglomerações urbanas, e em específico da RMG, um dos grandes desafios que se apresenta na atualidade diz respeito à disponibilidade de áreas de mananciais, suas qualidades e, ainda, a distribuição dos recursos hídricos por meio de sistemas públicos de abastecimento. Em virtude do descompasso existente entre a expansão urbana, as políticas de uso e ocupação do solo e a falta de um planejamento sistemático e contínuo de exploração dos recursos naturais, a disponibilidade de áreas de mananciais é cada vez menor e a qualidade desses recursos é cada vez pior. Outro eixo do problema diz respeito a insuficiência e a má distribuição das redes e sistemas públicos de abastecimento de água tratada e coleta de esgoto que não conseguem atender as crescentes demandas urbanas.

A RMG é formada por vinte municípios que juntos somam uma população de mais de 2 milhões de habitantes. O abastecimento de água é realizado, principalmente, pela empresa de Saneamento de Goiás S/A – SANEAGO e, secundariamente, por sistemas independentes municipais. Goiânia (1.333.767 habitantes), Aparecida de Goiânia (500.619 habitantes) e Trindade (107.966 habitantes) são os mais populosos e a soma de seus números de habitantes (1.915.952) corresponde a mais de 85% da população da RMG.

Goiânia, Trindade e Aparecida de Goiânia possuem em comum o fato de serem atendidos por um único sistema integrado de abastecimento de água. Segundo Silva¹ (2013) um sistema de abastecimento compreende estações de captação de água subterrânea e superficial e, também, estações de tratamento de água que possuem controle unificado.

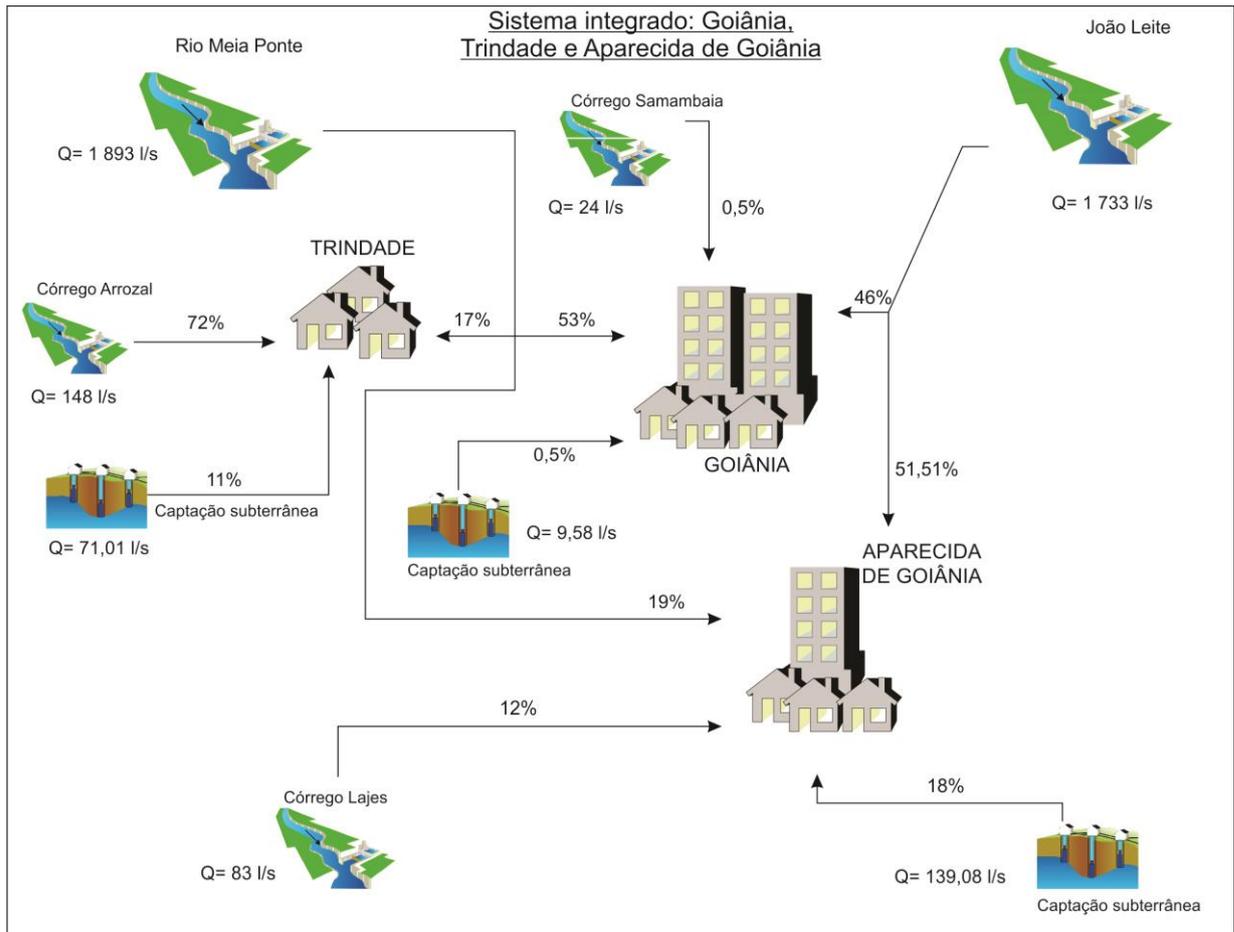
Segundo Cavalcante² (2013), o sistema integrado (**Figura 01**) que abastece Goiânia, Aparecida de Goiânia e Trindade, é formado por áreas de mananciais do Ribeirão João Leite, do Rio Meia Ponte, do Córrego Samambaia, do Córrego Arrozal e do Córrego Lajes e, ainda,

¹ Maura Francisca da Silva, Gerente de Controle de Qualidade do Produto da SANEAGO, em entrevista realizada no mês de agosto de 2013.

² Leônidas da Silva Cavalcante, funcionário da Gerência de Proteção de Mananciais da SANEAGO, em entrevista realizada no mês de agosto de 2013.

afirma que o principal desafio hoje é a pressão que essas áreas sofrem em virtude da expansão urbana.

Figura 01 – Representação esquemática do sistema integrado de abastecimento de água de Goiânia, Aparecida de Goiânia e Trindade.



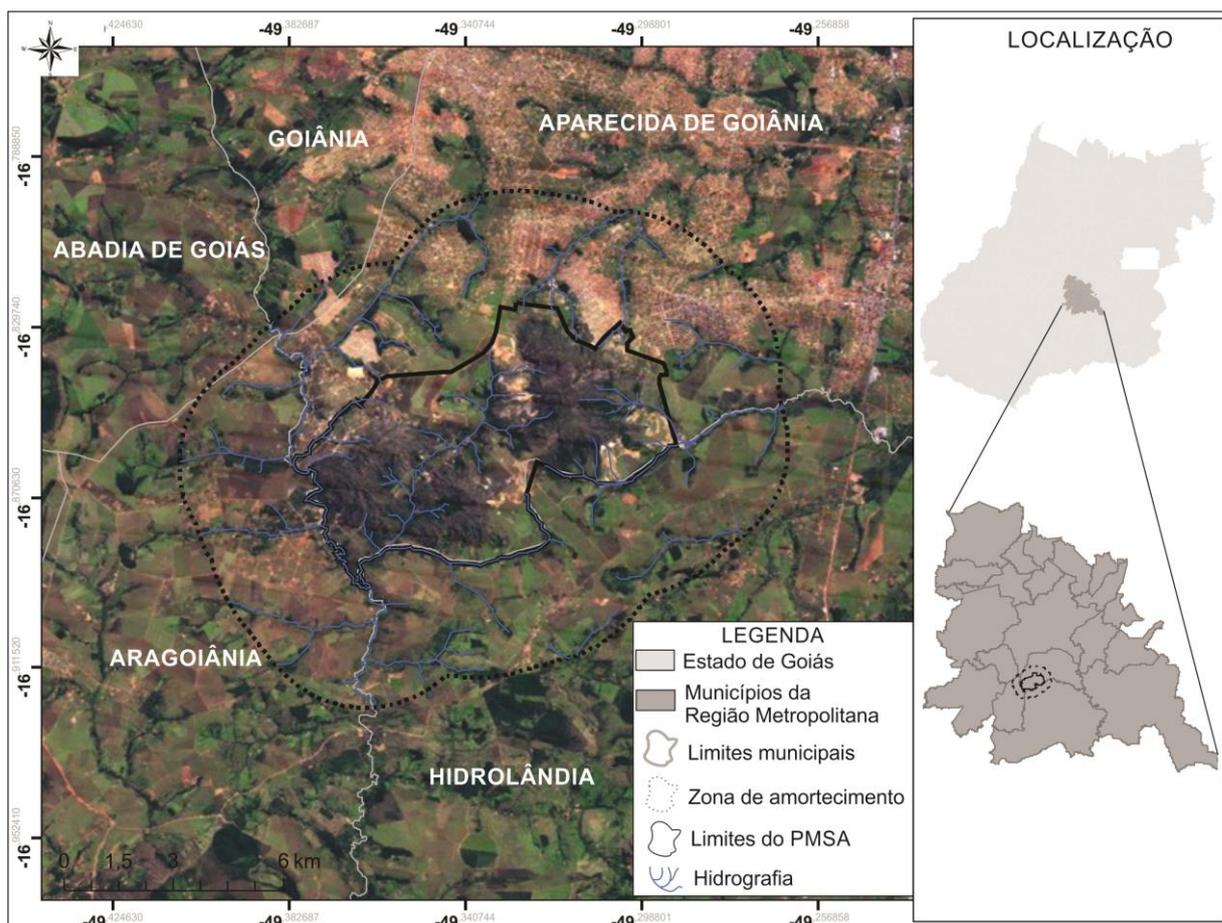
Fonte: Adaptado da Agência Nacional de Águas – ANA, 2009.

Costa; Cavalcante e dos Santos (2005), apontam para o fato de que devido à degradação das áreas de mananciais no Estado de Goiás o abastecimento público de água vem se tornando um desafio cada vez maior, principalmente para a RMG. Os autores também afirmam que a disponibilidade e qualidade da água para abastecimento dependem da qualidade ambiental das bacias hidrográficas como um todo e, ainda, que reverter processos de degradação é extremamente difícil seja pela falta de políticas e programas de educação ambiental para população, seja pela falta de recursos financeiros para a execução de trabalhos

de recuperação de mananciais e, também, em alguns casos, pela impossibilidade ecológica de recuperá-los.

Este trabalho versou sobre uma das áreas de mananciais que compõem o sistema integrado Goiânia-Trindade-Aparecida de Goiânia. A área corresponde a Unidade de Conservação – UC, Parque Municipal Serra da Areia – PMSA, que se localiza totalmente no município de Aparecida de Goiânia e, também, de sua Zona de Amortecimento – ZA, que abrange áreas dos municípios de Aparecida de Goiânia, Goiânia, Hidrolândia, Aragoiânia e Abadia de Goiás (**Figura 02**).

Figura 02 – Localização do Parque Municipal Serra da Areia e sua zona de amortecimento na Região Metropolitana de Goiânia.



Fonte: Limites municipais: PNAD – IBGE (2011). Imagem de satélite: *Esri, DigitalGlobe, GeoEye*.

Nota: Elaboração do autor.

O PMSA foi criado pela Lei Municipal 2.018 de 13 de novembro de 1999 de Aparecida de Goiânia, contudo, não foi implementado de fato. Mendonça Neto, Pinto e De-Campos (2011) fazem uma análise das normas e dos conflitos sociais estabelecidos entre os atores envolvidos na criação e gestão do PMSA e apontam alguns dos principais desafios para sua implementação de fato. A região constitui um importante sistema ecológico com a existência de diversas fitofisionomias do cerrado e, segundo Carraro e Lopes (2006), a conservação dos recursos naturais da área, principalmente do PMSA, pode ser uma alternativa para a manutenção dos mananciais que abastecem parte da população de Aparecida de Goiânia.

Os sistemas naturais dessa área são responsáveis pela manutenção da disponibilidade e qualidade de água do Córrego Lages e, também, de diversos poços de captação de água subterrânea que abastecem, atualmente, 102.277 domicílios com água tratada em 82 bairros de Aparecida de Goiânia. Segundo Rodrigues³ (2013) cerca de mil ligações foram requisitadas e realizadas a cada mês do ano de 2012 contabilizando um aumento no sistema de produção e disponibilização de água tratada de mais de 12.000 ligações somente naquele ano. Ressalta-se que na última década, entre 2003 e 2013, Aparecida de Goiânia teve um incremento populacional de mais de 30%, cerca de 115.000 habitantes sendo que 99,9% da população reside na área urbana (IBGE, 2011). Nesse cenário, é presumível o aumento crescente de demanda sobre recursos hídricos ao mesmo tempo em que o tecido urbano avança sobre os sistemas naturais.

Partindo desse cenário adotou-se enquanto objetivo geral de pesquisa a realização de uma Avaliação Ambiental Estratégica – AAE da área do PMSA e sua atual ZA. Segundo Ministério do Meio Ambiente (2002), a AAE fundamenta-se nos princípios da Avaliação de Impacto Ambiental – AIA, contudo, constitui um novo instrumento de gestão ambiental que está relacionado, principalmente, com os seguintes aspectos:

- conceito ou visão de desenvolvimento sustentável nas políticas, nos planos e nos programas;
- natureza estratégica das decisões;
- natureza contínua do processo de decisão;

³ Caroline Raquel Rodrigues, Supervisora de Produção da SANEAGO, da Gerência de Negócios de Aparecida de Goiânia, em entrevista realizada no mês de agosto de 2013 e, também, em resposta a solicitação de informações técnicas sobre os sistemas da SANEAGO na região da Serra da Areia realizada por meio do Ofício 3536/2013 - DIPRO.

- valor opcional decorrente das múltiplas alternativas típicas de um processo estratégico.

Para Teixeira (2008), a concepção de AAE parte da crítica ao caráter reativo da AIA, não se confundindo com esta, sendo proposta, então, para ser um instrumento de caráter político e técnico que tem a ver com conceitos e não com atividades específicas em termos de concepções geográficas e tecnológicas. Ainda, para a autora, a diferença entre a AAE e a AIA pode ser entendida da seguinte maneira: a AIA se inicia quando uma decisão já foi tomada, a abordagem, então, é de avaliação de impactos de uma decisão que já foi adotada; na AAE o que se tem é uma ideia, uma intenção do que se quer, esse instrumento volta-se para perceber e analisar os valores na região de intervenção e dos usos potenciais de seus recursos. O âmbito de aplicação da AAE compreende, entre outras dimensões: a. planejamento físico de uso do solo; b. planejamento dos recursos hídricos; c. planejamento e gestão de recursos naturais; d. políticas e planejamento setorial.

Mota (2011), afirma que existem vários métodos de avaliação ambiental como, por exemplo, a reunião de especialistas (“método *ad hoc*”); listagem de impactos (*checklist*), superposição de mapas; modelos de simulação. Sánchez (2013), aponta como ferramentas da avaliação ambiental: as *checklists*; as matrizes; os diagramas de interação; os mapas e cartas temáticos. Nesse trabalho, foram utilizadas ferramentas de Sistemas de Informações Geográficas – SIG’s para realizar a organização, tratamento, análise de dados e desenvolvimento de representações cartográficas. O resultado obtido por meio da aplicação desse ferramental de trabalho foi concebido e interpretado com base no modelo Pressão–Estado–Resposta – PER.

A PER foi formulada pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico - OCDE em 1993 em trabalhos para o governo canadense (MORAES et al., 2010). Essa metodologia foi utilizada em trabalhos realizados no Brasil que serviram como base para a estruturação do “Sistema de Monitoramento da Biodiversidade” (SIMBIO) e, também, a elaboração do “GEO Brasil 2002: perspectivas do meio ambiente no Brasil”, gerenciados, respectivamente, pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais - IBAMA e, pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente - PNUMA.

A PER é dos primeiros modelos ambientais que, na concepção de Câmara (2004) é um esquema matemático/gráfico que permite gerar uma visão integrada sobre os aspectos das

variáveis que compõem um fenômeno e/ou localidade. O modelo ambiental lida com informações quantitativas e qualitativas em formato gráfico ou numérico aplicados ao estabelecimento de padrões de desenvolvimento socioeconômico e ambiental integrado como base para a concepção de políticas públicas.

A abordagem implícita nesse modelo é a sistematização da informação com base em três eixos que se influenciam mutuamente, as *pressões* sobre um determinado ambiente, o *estado* de seus sistemas naturais e antrópicos e as *respostas* mediante a situação ambiental. A sistematização da informação permite o monitoramento de um dado ambiente e suas mudanças no tempo, permite a integração de políticas públicas e o desenvolvimento de políticas econômicas com base em demandas ambientais, segundo Xanthopulo (2006).

A metodologia PER constitui um modelo de interpretação de dados e informações ambientais e não deve ser encarada de forma rígida. É comum na aplicação dessa metodologia a possibilidade de que um mesmo indicador seja enquadrado em mais de um eixo. O índice de cobertura vegetal, por exemplo, pode ser entendido enquanto estado de uma dada porção de uma área de estudo, contudo, pode também ser interpretado como resposta a um dado processo desencadeado nessa área. A principal dimensão da PER é, na interpretação adotada nessa pesquisa, a de estabelecer relações de causa e efeito entre processos e fenômenos ambientais que são, em essência, forjados na interface das relações entre elementos sociais e naturais.

A fim de subsidiar a organização, o cruzamento, a análise e a síntese dos dados geográficos considerados na pesquisa foram utilizadas ferramentas SIGs. A partir da aplicação dessas ferramentas foram elaborados recursos ilustrativos como mapas temáticos, infográficos, figuras, quadros esquemáticos e tabelas a fim de melhor representar os resultados consolidados e o processo de organização e execução da pesquisa.

Longley, et al (2013), definem os SIGs como: a. um repositório de mapas em meio digital; b. uma ferramenta computadorizada para resolver problemas geográficos; c. um sistema de apoio à decisão espacial; d. um inventário mecanizado da distribuição geográfica de feições e infraestrutura; e. uma ferramenta para mostrar o que, de outra forma, é invisível na informação geográfica; f. uma ferramenta para realizar operações sobre dados geográficos muito trabalhosas, caras ou sujeitas a erros se feitas manualmente. Ainda, para os autores, um SIG é um sistema estruturado em rede formado por: 1. Pessoas, 2. Software, 3. Hardware, 4.

Dados, 5. Procedimentos. A definição destes autores está amparada na dimensão das diferentes aplicações dos SIGs.

É possível, contudo, generalizar o entendimento sobre SIGs, como o fazem Burrough e McDonnell (1998) apud Fitz (2008), que definem um SIG como um poderoso conjunto de ferramentas para coleta, armazenamento, recuperação e visualização de dados espaciais para atender um conjunto de propósitos específicos.

A área de estudo foi investigada por meio de quatro vias principais: 01. o levantamento de fontes bibliográficas sobre a área de estudo; 02. realização de entrevistas com diversos atores envolvidos com a gestão, o planejamento e a exploração dos recursos da área; 03. aquisição, tratamento digital de imagens de satélite para extração e análise de dados e informações geográficas da área, o que envolveu, também, a realização de trabalhos de campo para verificação *in loco* dessas informações; 04. obtenção, organização e análise de dados secundários disponibilizados pela Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios – PNAD, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE.

A concepção esquemática da pesquisa pode ser verificada no seguinte fluxograma **(Figura 03)**:

Figura 03 – Fluxograma da pesquisa.



Nota: Elaboração do autor.

O eixo “pressão” da metodologia PER foi expresso neste trabalho por meio da análise de dados da PNAD (2011). Foram considerados dados sobre número de moradores por setor censitário, número de domicílios por setor censitário, número de domicílios com abastecimento de água da rede geral, número de domicílios com esgotamento sanitário via rede geral de esgoto ou pluvial e número de domicílios com coleta de lixo.

O eixo “estado” foi expresso pela análise de dados do Sistema Estadual de Geoinformação – SIEG de Goiás, do *U.S. Survey Geological – USGS*, do projeto *Shuttle Radar Topography Mission – SRTM*, a partir das revisões e adequações realizadas pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE e disponibilizadas na forma do Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil – TOPODATA e, também, por meio da realização de levantamentos de campo, por meio dos quais foi possível realizar a validação de dados.

Considerou-se, então, que o número de moradores na área de estudo e as características dos domicílios abastecidos ou não com água tratada, coleta de esgoto e de lixo, exercem uma certa pressão sobre os recursos naturais. Essa pressão age sobre um determinado estado da paisagem modificando seus elementos e as relações entre eles. O resultado é a alteração do quadro ambiental como todo, entendido como fruto das interfaces entre elementos sociais e naturais que compõem a paisagem. Essa alteração do quadro ambiental constituiu o eixo “resposta” e foi mensurado a partir da criação de um índice de qualidade ambiental expresso, também, na forma de um mapa de qualidade ambiental.

O eixo “estado” apresentado no Capítulo 2 aparece antes do eixo “pressão” e “resposta” apresentado no Capítulo 3. Isso ocorreu em virtude da escolha de se apresentar os resultados da pesquisa na ordem em que, metodologicamente, foram elaborados na realização do estudo. Assim, a primeira etapa consistiu na análise de dados do eixo “Estado” que fundamenta-se na delimitação cartográfica da área de estudo – PMSA e sua ZA – para definir os compartimentos da paisagem e a delimitação de suas unidades. No decorrer desta etapa foram realizados trabalhos de campo que resultaram na definição das unidades da paisagem sobre as quais, posteriormente, foram compatibilizados os dados relacionados ao eixo “pressão” e “resposta”.

Foram, ainda, realizadas quatro entrevistas, semiestruturadas, com funcionários de diferentes departamentos públicos e envolvidos em distintas instâncias dos processos de exploração dos mananciais ou da gestão territorial da região da Serra da Areia. Foi entrevistado o atual Superintendente da Defesa Civil de Aparecida de Goiânia, antigo Secretário do Meio Ambiente entre 2009 e 2012, Sr. Juliano Cardoso; o técnico da Gerência de Proteção da Mananciais da SANEAGO, o Sr. Leônidas da Silva Cavalcante; a chefe da Gerência de Qualidade do Produto da SANEAGO, a Sra. Maura Francisca da Silva; e a arquiteta da Secretaria do Meio Ambiente de Aparecida de Goiânia, a Sra. Maria Ester Souza. As entrevistas tiveram como intuito a identificação de diferentes aspectos relacionados a criação do PMSA, a gestão dos recursos naturais em Aparecida de Goiânia e a exploração dos mananciais da região da Serra da Areia. Os depoimentos colhidos foram diluídos ao longo das reflexões e análises realizadas e não receberam um tratamento sistemático com o intuito de apresentá-los. Foram, contudo, extremamente importantes para a construção de um visão geral da área de estudo e os principais problemas ambientais que tem enfrentado.

A partir do objetivo geral da pesquisa – realizar a AAE – e, por meio do cruzamento e da análise de dados das diferentes fontes utilizadas, realizou-se:

- a. Revisões bibliográficas sobre a área de estudo, sobre o estudo da paisagem em geografia física e sobre os conceitos, metodologias e procedimentos envolvidos na pesquisa;
- b. A delimitação e refinamento cartográfico da área de estudo;
- c. O mapeamento e caracterização das Unidades da Paisagem da área de estudo;
- d. Compatibilização dos dados da PNAD e das Unidades da Paisagem;

O item “a” foi dividido em partes sendo que o referencial teórico sobre o estudo e compartimentação da paisagem em geografia física foi tratado no Capítulo 1. Os itens “b” e “c” foram tratados no Capítulo 2. O item “d” foi desenvolvido no Capítulo 3.

O Capítulo 1 teve como objetivo investigar as relações entre a análise ambiental e os estudos da paisagem no âmbito da geografia física. Para tal, realizou-se uma revisão bibliográfica como suporte para reflexão que foi estruturada em três eixos: a. a emergência da questão ambiental e de novos paradigmas no século XX; b. os avanços técnico-científicos da Geografia relacionados ao estudo da paisagem; c. a pesquisa ambiental em Geografia por meio do dimensionamento e análise das unidades da paisagem.

O Capítulo 2 teve como objetivo mapear unidades da paisagem da região da Serra da com vistas a subsidiar a AAE. O mapeamento fundamentou-se na individualização de unidades geomorfológicas; identificação da vegetação potencial; identificação da vegetação real; e síntese cartográfica. Foram utilizados dados TOPODATA para delimitação das unidades geomorfológicas. Para a geração da carta de cobertura e uso da terra que serviram para identificação da vegetação real e os atuais usos da terra na área de estudo foram utilizados dados de imagens do satélite LANDSAT 8. Após a composição de uma matriz de dados geográficos foi realizada a síntese cartográfica que resultou na identificação de cinco unidades geomorfológicas (topo de morro, vertente, sopé, interflúvio e vales fluviais) subdivididas em até cinco classes de cobertura e uso das terras (área urbana, área de usos agropecuários, formações campestres, formações florestais, solo exposto). Cada unidade da paisagem apresenta características ambientais intrínsecas que devem ser consideradas para fins de manejo e gestão do parque e seus recursos naturais.

O Capítulo 3 teve como objetivo compor e analisar indicadores de pressão sobre as unidades da paisagem localizadas no PMSA e sua ZA. Foram utilizados dados da PNAD do IBGE (2011). As variáveis consideradas foram: número de moradores, número de domicílios, número de domicílios atendidos com rede de esgoto, número de domicílios atendidos com água tratada, número de domicílios atendidos com coleta de lixo. Os dados foram sintetizados em quatro índices: densidade populacional por setor censitário, índice de domicílios atendidos com rede de esgoto por setor censitário, índice de domicílios atendidos com água tratada por setor censitário e, índice de domicílios atendidos com coleta de lixo por setor censitário. Esses índices foram escolhidos pelo fato de representarem quantitativamente parte da pressão sobre os estoques e qualidade dos recursos naturais da área de estudo. Foi criado, ainda, um índice de qualidade ambiental, entendido enquanto resposta a pressão antrópica e que, nessa perspectiva, demonstrou diferentes níveis de alteração da paisagem da área de estudo e de seu quadro ambiental.

2. CAPÍTULO 1 – APORTES TEÓRICOS

Estudo da Paisagem e Análise Ambiental em Geografia Física

2.1 Introdução

Suertegaray e Nunes, (2001), iniciam uma reflexão sobre a geografia física e a ciência geográfica a partir da análise de trabalhos de dois eventos considerados significativos enquanto expressão da produção geográfica no Brasil e na América Latina, o XXII Encontro Nacional de Geógrafos e o 8º *Encuentro de Geografos* de America Latina. Os autores diagnosticaram: os trabalhos analisados dizem respeito, predominantemente, a ótica ambiental e que estudos que caminham nessa direção temática, constituem uma tendência da geografia contemporânea.

A questão que se coloca neste capítulo é o como a temática ambiental chega para a Geografia e, também, qual foi o suporte oferecido pelas ciências Geográficas para estruturar teórica e metodologicamente uma leitura geográfica do ambiente.

Assim, este capítulo teve como objetivo investigar as relações entre a análise ambiental e os estudos da paisagem no âmbito da geografia física. A investigação foi estruturada em três eixos: a. a emergência da questão ambiental e do paradigma da sustentabilidade; b. os estudos da paisagem realizados pela Geografia e suas relações com a análise ambiental; c. a operacionalização da pesquisa ambiental em Geografia.

Foi possível concluir que a geomorfologia e a concepção de geossistema exercem papel imprescindível em estudos da paisagem e na análise ambiental, principalmente, pelo estabelecimento de parâmetros para classificação das paisagens mediante a relação com as escalas de análise e representação.

2.2 A emergência da questão ambiental

A emergência da questão ambiental se dá na interface das intrincadas relações entre o par “sociedade–natureza”, principalmente em virtude das mudanças dessas relações acarretadas pelos avanços técnico-científicos decorridos entre os séculos XIX e XX. Esses avanços possibilitaram o desenvolvimento de todo um aparato tecnológico que intensificou as forças produtivas e ampliou suas ações para uma esfera global aumentando sobremaneira a exploração dos recursos naturais do planeta Terra. Soma-se a esses novos termos da relação sociedade-natureza o fato de que as forças produtivas estão sob o controle de grupos econômicos hegemônicos guiados por uma lógica em que o crescimento econômico não tem

limites e desenvolvimento significa dominar a natureza e os homens (BERNARDES E FERREIRA in CUNHA E GUERRA, 2010).

Contudo, por volta dos anos de 1960 e 1970, a ideia de que o crescimento sem limites era insustentável e que os recursos naturais são esgotáveis vai se consolidando cada vez mais. Essa percepção foi reforçada por meio dos resultados de diversos estudos sobre a redução e a deterioração dos recursos naturais em nível global. Foram pesquisados aspectos da biodiversidade planetária, o aquecimento global, a escassez de água no mundo, entre outros, isso, tendo como pano de fundo as condições tecnológicas contemporâneas de monitoramento do planeta Terra por meio, principalmente, do uso de satélites e sensores orbitais. Nesse período, a questão ambiental, com foco para a preservação e a conservação dos recursos naturais, é colocada na pauta internacional das discussões sobre o desenvolvimento. A intensificação da exploração dos recursos naturais e a consequente ameaça de esgotamento de suas fontes tomam a dimensão de entrave ao crescimento econômico das nações.

As ideias de Santos, (2009), ampliam o debate. O autor refere-se às questões ambientais referindo-se a uma “crise ecológica” que resulta das relações predatórias entre homem e o meio, somente possível de ser entendida mediante a “tipologia dos objetos técnicos e as motivações de seu uso no presente período histórico”. Nesses termos, é preciso considerar a organização e normatização dos modos de vida contemporâneos. Entra no debate uma perspectiva sobre “quem lucra” com a construção de objetos técnicos que reconfiguram as paisagens e modificam os ambientes naturais, como, por exemplo, as rodovias, grandes hidrelétricas e o estabelecimento de grandes cidades? Dessa forma, aproxima a emergência das questões ambientais de processos históricos que envolvem a divisão do trabalho e a internacionalização do capital financeiro sob a ideologia e comando de grupos econômicos que atuam globalmente.

Soma-se a essa perspectiva a realidade objetiva de grandes desastres ambientais ocorridos em virtude da construção e utilização inadequadas de objetos técnicos que ofereciam grande risco a vida humana e aos ecossistemas naturais. Nesse sentido, Bernardes e Ferreira, *in* Cunha e Guerra (2010), relatam o impacto do lançamento das bombas atômicas de Hiroshima e Nagasaki no ano de 1945 e suas consequências ambientais em longo prazo e, outros acontecimentos como:

- o derramamento de óleo que aconteceu no Alasca em 1989, quando o navio Exxon Valdez se chocou com um rochedo deixando vaziar mais de 40 milhões de litros de petróleo atingindo uma área de cerca de 250km²;
- a contaminação por 40km² de gás tóxico da cidade de Bhopal, na Índia, em 1984 que deixou cerca de 200 mil pessoas queimadas ou cegas e mais de 10 mil mortos. O acidente ocorreu em uma fábrica de pesticidas;
- as chuvas ácidas ocorridas na região dos Grandes Lagos na América do Norte e os Lagos Alpinos em virtude das grandes concentrações urbanas;
- o acidente nuclear de Chernobil no ano de 1986 que espalhou radiação por cerca de 3.000km².

Destaca-se, ainda, o acidente nuclear de Fukushima ocorrido no dia 11 de março de 2011, na região nordeste do Japão. O efeito imediato foi a forte contaminação radioativa em um raio de aproximadamente 50 km do entorno da usina onde ocorreu o vazamento. A população atingida teve que ser removida e a produção, venda e consumo de alimentos oriundos nessa área foram proibidos. No ano de 2013 foi divulgado amplamente nos veículos de informação que os vazamentos radiativos da usina nunca foram contidos. Existem mais de 270 mil toneladas de água altamente radioativa em tanques subterrâneos com vazamentos identificados. É comprovada a contaminação dos solos da região, das águas subterrâneas e, das águas do Oceano Pacífico. A radiação já atingiu uma grande parte da costa oeste dos EUA e, em magnitude de contaminação, o acidente de Fukushima já é maior do que o de Chernobil.

Pode-se inferir que a constatação da finitude dos recursos naturais, a ocorrência de grandes desastres ambientais e, os quadros de degradação e poluição ambiental detectados globalmente despertaram para a consciência de que o modelo histórico e hegemônico de desenvolvimento econômico era insustentável, nesse sentido, nasce um discurso que procura estabelecer novos termos para a relação sociedade-natureza, um discurso que refletiu na constituição e organização de diversos movimentos ambientais que colocaram na pauta da agenda internacional a necessidade de internalizar os custos ambientais no processo

produtivo, surgindo, então, principalmente no âmbito das ciências políticas e econômicas, a noção de sustentabilidade como reflexo da mudança paradigmática⁴ em curso.

A situação de sustentabilidade seria a efetivação do desenvolvimento sustentável, noção que se refere a uma base econômica eficiente que associe eficácia social e ambiental, impactando positivamente a qualidade de vida das populações atuais sem comprometer as possibilidades das próximas gerações (MONTIBELLER FILHO, 2004). Esse ideal tem sido perseguido por meio do estabelecimento de uma agenda política internacional com foco para tratar questões ambientais em nível mundial. Nesse sentido, são importantes marcos históricos internacionais da emergência da questão ambiental:

- a Convenção de Estocolmo em 1972;
- a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento ou, como ficou conhecida, a Eco-92
- a Conferência de Quioto, no Japão, realizada no ano de 1997;
- a Conferência de Haia, na Holanda, realizada no ano de 2000;
- a Conferência de Bonn, na Alemanha, realizada em 2001;
- a Conferência de Copenhague, na Dinamarca, realizada no ano de 2009;
- a Conferência de Cancun, no México, realizada no ano de 2010;
- a Conferência do Rio de Janeiro, no Brasil, conhecida como Rio+20, realizada no ano de 2012.

A ciência não se furtou ao debate ambiental. Pelo contrário, forneceu suporte teórico e técnico-metodológico para que os governos das diferentes nações, mediante seus contextos socioambientais específicos, estabelecessem normas para exploração dos recursos naturais regulamentando, assim, os diversos usos sociais do ambiente. Borges, Rezende e Pereira (2009), fazem uma revisão da legislação ambiental brasileira e afirmam que as primeiras Leis ambientais foram importadas de Portugal ainda no século XVI, contudo, foi somente com o

⁴ Considerou-se um paradigma como um modelo conceitual e explicativo concebido a partir de uma dada visão e compreensão de mundo (MARCONDES, 1994).

fim da República Velha (1889-1930) que foi implementado, no ano de 1934, o primeiro Código Florestal. Segundo os autores, foi também na década de 1930 que foi estabelecido o Código das Águas e criado o primeiro parque nacional do Brasil, o Parque Nacional de Itatiaia, entre o Rio de Janeiro e Minas Gerais, no ano de 1937.

Borges, Rezende e Pereira (2009), ainda fazem uma periodização da época republicana no que se refere ao desenvolvimento das normas jurídicas de proteção ambiental no Brasil. Para os autores, o período até o ano de 1981 é marcado pela evolução das noções fundamentais do Direito Ambiental, de 1981 a 1989 ocorre à consolidação do Direito Ambiental principalmente pelo estabelecimento Lei nº 6.938 de 1981 que dispôs sobre a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA) e, também, pelo tratamento dado a questão ambiental no texto da Constituição Brasileira de 1988, o período de 1988 até os dias atuais é marcado pelo aperfeiçoamento da legislação e do Direito Ambiental.

O debate sobre as questões ambientais que ocorria na sociedade em âmbito internacional e nas ciências de forma geral ricocheteava e refletia no desenvolvimento do aparato jurídico necessário para que o Estado normatizasse os usos dos recursos naturais, agora, com base na nova racionalidade ambiental fundada no paradigma da sustentabilidade. Para atender as novas exigências legais diversos instrumentos técnico-científicos tiveram que ser estabelecidos como, por exemplo, a Avaliação de Impacto Ambiental, o Zoneamento Ecológico-Econômico, a criação de espaços territoriais protegidos pelo Poder Público (UC), entre outros. A Lei 6.638 de 1981 foi a primeira a tratar da avaliação de impacto ambiental.

Cunha e Coelho, in Cunha e Guerra (2010), corroboram com essa ideia ao afirmarem:

Essa nova percepção da realidade influenciou a formulação de políticas nacionais, primeiro nos países desenvolvidos e depois nos países em desenvolvimento, voltadas à resolução dos problemas ambientais que se multiplicavam e a estabelecer novos padrões de uso dos recursos naturais. Tratados internacionais começaram a ser negociados para encaminhar soluções para problemas ambientais globais, ao mesmo tempo em que um número cada vez maior de organizações não-governamentais passou a se interessar pelo tema e em que os organismos internacionais reorientam suas estratégias de ação, incorporando as preocupações com a degradação ambiental. (CUNHA E COELHO, IN, CUNHA E GUERRA, 2010, P. 56)

Ainda segundo os autores, no interior do paradigma da sustentabilidade, duas correntes filosóficas e epistemológicas se impuseram: uma corrente instrumental e uma corrente ecocêntrica. Em termos gerais, a corrente ecocêntrica tem como fundamento a visão de que a Terra é um ser vivo, um grande ecossistema que a humanidade tem a obrigação moral de salvar da degradação mediante uma mudança radical de consciência que levaria a uma mudança da base produtiva da sociedade. A corrente instrumental prega, por outro lado, que o planeta deve ser protegido em virtude de seu valor econômico, concebendo-o como um sistema de recursos a serem explorados, contudo, por meio de práticas de manejo eficiente, ou, ainda, como são conhecidas práticas de conservação. A corrente instrumental se demonstrou hegemônica e se apoia na ideia de que ações bem desenvolvidas de planejamento, monitoramento e manejo ambiental são suficientes para atender as atuais demandas de recursos naturais e, ao mesmo tempo, não esgotar os estoques para gerações futuras (CUNHA E COELHO, IN, CUNHA E GUERRA, 2010).

Na geografia o paradigma da sustentabilidade chega juntamente com noções como “ambiente”, “interdisciplinaridade”, “sistemas”, “geossistemas” e “estudos integrados”. A mudança paradigmática e seus desdobramentos possuem um forte sentido geográfico tanto pela natureza espacial das transformações ocorridas no planeta, principalmente ao longo do século XX, quanto pela utilização da noção de *paisagem*, enquanto meio de aproximação do real nas pesquisas científicas sobre o ambiente. Nesse sentido, percebe-se um grande desenvolvimento teórico e metodológico das ciências geográficas, principalmente na vertente da geografia física, relacionado aos estudos da paisagem e, também, na operacionalização da pesquisa científica em virtude da informatização dos procedimentos de dimensionamento, compartimentação e análise da paisagem como subsídio as pesquisas ambientais.

O próximo tópico teve como finalidade realizar uma reflexão sobre o conceito de paisagem e sua relação com os estudos ambientais. Para tal, foram analisadas definições e considerações sobre o conceito de paisagem e, também, sobre o conceito de ambiente a partir da contribuição de diferentes autores.

2.3 Estudos da paisagem em geografia física

O debate sobre paisagem realizado no decorrer do século XIX e XX ocorreu juntamente com a sistematização da Geografia enquanto ciência. O estudo da paisagem no

âmbito das ciências geográficas é bem anterior à emergência das questões ambientais no decorrer do século XX. Dois eixos principais das discussões sobre o conceito de paisagem podem ser identificados: o primeiro teórico e que buscava delimitar o objeto de estudo da Geografia e, o segundo metodológico que visava amparar a análise geográfica da paisagem. Por um lado esforçava-se para dimensionar conceitualmente a realidade objetiva a qual se refere o termo paisagem e, por outro lado, buscava-se o delineamento metodológico necessário para dividir a paisagem em unidades tornando possível uma abordagem científica que considerasse a integração das partes sem perder a noção de totalidade.

Schier (2003) faz uma revisão sobre o conceito de paisagem no âmbito da Geografia e identifica que no decorrer do século XV, durante o renascimento, é que o conceito passa a considerar em sua formulação a noção de materialidade, na medida em que o desenvolvimento técnico experimentado pela humanidade acarretou em uma visão de natureza entendida como algo passível de ser apropriado e transformado. Ainda segundo o autor, foi Alfred Hettner que, na transição do século XIX para o século XX, propôs a divisão da Geografia em geografia geral, geografia ideográfica e nomotética sendo, as duas últimas, parte da geografia regional. Com esse enfoque a noção de paisagem foi associada aos princípios científicos relacionados à regionalização e ao estudo das relações entre áreas. A geografia nomotética trabalharia os assuntos de forma comparativa criando tipologias da paisagem conforme determinados critérios. A geografia ideográfica tem como foco o conjunto específico de uma paisagem e busca entender como ela se organiza internamente. Nesse período, o conceito de paisagem é estruturado em fatores naturais e humanos reunidos sob a ótica da região.

Segundo Ferreira (1997), foi no ano de 1938, no Congresso da União Geográfica Internacional – UGI, realizado na Holanda, que se tornou possível discutir o conceito de paisagem com o objetivo de atribuir-lhe uma conotação concreta e pragmática. Nesse congresso, o conceito foi definido a partir do questionamento da dicotomia entre paisagem humana e paisagem natural, ainda que predominasse uma visão dessa categoria como elemento ideográfico e descritivo. Opondo-se ao conceito estético-descritivo, a definição de paisagem foi realizada em função da relação homem-natureza, isto é, entendida como ambiente. Dessa forma, a paisagem passa a ser objeto, no qual podem ser realizadas ações de intervenção e de pesquisas científicas. Contudo, apesar das reflexões realizadas sobre a

paisagem é preciso considerar que não se caminhava para um consenso científico e/ou geográfico.

Schier (2003) destaca que em paralelo as ideias de Hettner e, posteriormente de Hartshorne, que atribuíam um sentido para paisagem mais afeito a região, surge, principalmente na Alemanha, o estudo da paisagem a partir de uma visão funcionalista. Essa visão funcionalista reflete a visão sistêmica da paisagem que procura o entendimento das unidades geográficas a partir dos ecótopos, unidades comparáveis aos ecossistemas. Carl Troll foi um dos precursores dessa visão funcional da paisagem e apoiava suas reflexões em trabalhos de interpretação de fotografias aéreas e estudos sobre a interação entre os geofatores incluindo entre eles, inclusive, a economia e a cultura.

Troll (1950) define os ecótopos como divisões mínimas da paisagem geográfica e, seus estudos são extremamente importantes, pois iniciam uma discussão mais metodológica e procedimental para realização do escalonamento dimensional e hierarquização de paisagens. Para o autor, a subdivisão da paisagem deve prosseguir não somente na localização das zonas climáticas, mas na estrutura, no relevo, no solo, na umidade e assim sucessivamente, indo em direção a divisões cada vez menores. A grande questão colocada, então, era: qual é a dimensão mínima da paisagem geográfica? A resposta culminou no termo “ecótopo”, uma variação análoga ao “biótipo” utilizado pelos biólogos. O ecótopo designava a fração mínima de uma paisagem na qual se produzia o nível máximo da relação intrínseca entre os seus diversos elementos como o clima, o relevo, os recursos hídricos, o solo, a fauna e a flora, incluindo, também, a dimensão humana enquanto elemento componente da paisagem. Troll (1950) ainda relata que o alemão Siegfried Passarge foi quem primeiro utilizou a denominação “geografia da paisagem” tendo, então, a partir de 1913, proposto em várias de suas obras o conceito de “ciência da paisagem”.

A seguir apresenta-se (**Quadro 01**) um conjunto de definições e considerações realizadas por autores com importante contribuição para os estudos da paisagem no âmbito da geografia física ou, ainda, como é o caso de Santos (2009), que realizou importante contribuição para a Geografia brasileira de forma geral, a fim de estruturar o argumento de que atualmente a paisagem assume a noção de objeto de investigações e estudos geográficos:

Quadro 01 – Definições e considerações sobre a paisagem.

Autores	Definições e considerações sobre a “paisagem”
Troll (1950)	<p>“Com a paisagem a geografia encontrou seu objeto próprio, um objeto que, como disse Hassinger em 1919, não pode ser disputado por nenhuma outra ciência, ao mesmo tempo que o interesse por seus diversos elementos (geofatores, componentes da paisagem) a relaciona com as ciências naturais, humanas, econômicas e sociais”.</p> <p>“O conceito de “paisagem” está presente na ciência e na arte. Porém, somente a geografia deu ao seu uso um valor científico...”.</p> <p>“Todas as paisagens refletem também transformações temporais e conservam testemunhos de tempos passados”.</p>
Delpoux (1972)	<p>“é possível definir a paisagem como entidade espacial correspondente à soma de um tipo geomorfológico e de uma cobertura no sentido mais amplo deste termo (da floresta à aglomeração e à zona industrial passando pelas culturas ou superfícies aquáticas)”.</p>
Bertrand (2004)	<p>“A paisagem não é a simples adição de elementos geográficos disparatados. É, em uma determinada porção do espaço, o resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em perpétua evolução”.</p>
Troppmair e Galina (2006)	<p>“a palavra ‘paisagem’ já foi amplamente discutida pela comunidade geográfica, aprovado por alguns e rejeitada por outros e, não nos interessa aqui retomar a discussão. Porém, para nós, ‘PAISAGEM’ é um fato concreto, um termo fundamental e de importante significado para a GEOGRAFIA, pois a paisagem é a fisionomia do próprio Geossistema”</p>
Santos (2009)	<p>“A paisagem é um conjunto de formas que, num dado momento, exprimem as heranças que representam as sucessivas relações localizadas entre homem e natureza”</p> <p>“A paisagem se dá como um conjunto de objetos reais-concretos”</p> <p>“A paisagem é, pois, um sistema material”.</p>

Nota: Elaboração do autor.

É possível verificar que os autores possuem distintas formas de definir a paisagem. Contudo, é unânime a noção de que a paisagem é algo concreto que pode ser identificado e analisado sob a ótica da ciência, nesse sentido, estão: os geofatores a que Troll (1950) se refere enquanto uma dimensão do real concreto; a perspectiva de Delpoux (1972) que se refere à paisagem a partir de um tipo geomorfológico e sua cobertura, pautando o tipo geológico e o relevo, também realidades concretas; as ideias de Bertrand (2004) ao ser referir a relação de elementos físicos, biológicos e antrópicos, dá a dimensão do concreto na

paisagem; a concepção de Troppmair e Galina (2006) que se referem à paisagem como fato concreto; e, também, em Santos (2009), que coloca a noção de que a paisagem é um conjunto de objetos reais e concretos.

É possível sintetizar, considerando os autores e as definições de paisagem apresentadas, que apesar das diferentes formas e critérios utilizados para definir ou conceituar a paisagem, a noção de *objeto de investigação geográfica* e de realidade concreta é muito forte em todas elas. O que, contudo, ainda não resolve o problema do *método geográfico* de análise da paisagem.

2.4 Geografia física, ecologia e geossistema

É na conformação do geossistema enquanto método de análise da paisagem que se reforça a ligação da geografia física com as questões ambientais contemporâneas. Para explicitar melhor essa relação é preciso considerar alguns aspectos sobre a geografia física moderna (GRIGORYEV, 1968), o enfoque ecológico nas ciências de forma geral desenvolvido ao longo do século XX e, a relação mais específica entre a Geografia e a Ecologia.

Gregory (1992) relata que foi em meados do século XIX estabeleceram-se as primeiras sociedades geográficas e foram criadas as primeiras cátedras de geografia nas universidades, marcando o começo de uma geografia científica, incluindo nesse campo a geografia física. Para o autor, a consolidação da geografia física ocorreu por meio de influências extrínsecas e intrínsecas. Entre as influências extrínsecas cita as ideias evolucionistas de Charles Darwin, o começo do interesse pela conservação do meio ambiente e, o embasamento positivista. Entre as influências intrínsecas se refere à experiência nas áreas de pesquisa de campo e o processo de treinamento e formação dos primeiros geógrafos físicos. Em sua base de sistematização a geografia física sofre a influência do evolucionismo que partiu de uma visão biológica inicial para a dimensão física e humana.

O evolucionismo possui uma dimensão especial em relação à geografia física, pois, marca o começo da mudança de uma visão estanque e descritiva da paisagem/ambiente relatada de forma segmentada pelas disciplinas científicas que a compunham (climatologia, geologia, geomorfologia), para uma abordagem processual, construída sob enfoque sistêmico

e explicativo. Segundo Gregory (1992) o evolucionismo deixa como heranças para a geografia física a ideia de mudança através do tempo e a ideia de organização a partir da inter-relação e conexões entre os seres vivos e o ambiente. As ideias darwinistas dão origem a uma percepção ecológica que se dissemina pelas ciências de forma geral.

Klink (1981) e Troppmair (2001) afirmam que Ernst Haeckel foi quem utilizou pela primeira vez o termo “ecologia”, no ano de 1869, para se referir ao estudo das relações dos seres vivos entre si e com o meio onde vivem. Contudo, ao longo do século XX o conceito passou por diferentes formulações. Guerasimov (1983), identifica 3 fases centrais na transformação do conceito de ecologia: a primeira sob influência direta do darwinismo que determinava o conteúdo inicial do conceito definindo-o em termos da relação entre a biota (plantas e animais) e o *habitat*; a segunda que amplia o conceito de ecologia a partir de uma visão marxista que trata o homem como fenômeno sócio-biológico, aplicando o enfoque estritamente biológico anterior para explicar as condições de existência do homem; a terceira se refere aos estudos realizados para explicar a essência da revolução técnico-científica contemporânea e seu impacto sobre os ambientes.

Essas três fases de transformação da noção de ecologia podem ser relacionadas à própria emergência da questão ambiental. O ambiente, nesse contexto, assume a dimensão do *habitat* da primeira fase e a ecologia seria o estudo da relação entre a biota (não incluindo o homem) e seu ambiente natural ou originário; na segunda fase o conceito de ambiente absorve a dimensão social, mas, é visto como suporte material para a existência humana; na terceira fase o ambiente é visto em relação à dimensão da revolução técnico-científica, portanto, global, nesse sentido o enfoque ecológico tem como meta revelar e estudar a relação intrínseca entre o homem, a sociedade e o ambiente em diversas escalas articuladas analisando-a sistemicamente.

O desenvolvimento da ecologia e da emergência das questões ambientais refletem nas ciências de forma geral substituindo uma visão fragmentária e segmentada pelos diversos campos do saber preocupados em descrever e caracterizar fenômenos relacionados ao homem e a natureza para fins de desenvolver leis e princípios gerais; para uma visão focada em revelar e explicar as relações entre os componentes da sociedade e da natureza em termos de fluxos e trocas de matéria e energia, em termos de sistemas processuais envolvendo o princípio de causa-efeito.

Para Tricart (1977) a abordagem sistêmica apoiada, principalmente, na noção de ecossistema permitiu a integração de conhecimentos isolados e dispersos em livros de botânica e zoologia. Fazendo uma analogia ao pensamento do autor, pode-se dizer que a noção de geossistema permitiu a integração de conhecimentos isolados no âmbito da climatologia, da geologia, da pedologia, entre outras ciências independentes que compõe a geografia física.

Segundo Metzger (2001) as imbricações entre o desenvolvimento de um enfoque ecológico na geografia física foram tão fortes que Carl Troll, biogeógrafo alemão, teria proposto no ano de 1939 o termo Ecologia da Paisagem (*landscape ecology*), se referindo a estudos geográficos da paisagem sob esse novo enfoque. O autor ainda tenta definir o que viria a ser essa nova área do conhecimento denominada de Ecologia da Paisagem fazendo uma distinção entre duas vertentes desse campo de estudos, uma caracterizada por uma abordagem geográfica e outra por uma abordagem ecológica.

A abordagem geográfica, designada especificamente por alguns autores como Geoecologia (RODRIGUEZ, 2007), seria marcada fortemente por C. Troll e por pesquisadores, essencialmente geógrafos, da Europa Oriental e da Alemanha. Três pontos centrais caracterizariam essa vertente: preocupação com o planejamento da ocupação territorial; o estudo de paisagens fundamentalmente modificadas pelo homem e a análise de amplas áreas espaciais. Conclui o autor:

A ecologia da paisagem, desta forma, é menos centrada nos estudos bio-ecológicos (relações entre animais, plantas e ambiente abiótico), e pode ser definida como uma disciplina holística, integradora de ciências sociais (sociologia, geografia humana), geo-física (geografia física, geologia, geomorfologia) e biológicas (ecologia, fitossociologia, biogeografia), visando, em particular, a compreensão global da paisagem (essencialmente “cultural”) e o ordenamento territorial. (METZGER, 2001, P. 03)

A segunda vertente, ecológica, seria marcada por uma maior ênfase na conservação da biodiversidade e ao manejo dos recursos naturais e sua maior problemática seriam os efeitos da estrutura espacial da paisagem sobre os processos ecológicos, (METZGER, 2001).

Além do aspecto interdisciplinar que caracteriza igualmente essas duas vertentes, está no cerne de ambas a metodologia unificadora que a abordagem sistêmica oferece. Para Gregory (1992) a forma sistêmica de análise foi adotada sucessivamente pela Biogeografia, Geografia dos Solos, Climatologia e Geomorfologia, mas, que só obteve proporções importantes em nível de difusão com a publicação dos trabalhos de Richard J. Chorley em 1971, principalmente, pela publicação em parceria com Bárbara A. Kennedy intitulada de *Physical Geography: a system approach*.

O livro de Chorley e Kennedy (1971) teve como diferencial em relação a trabalhos anteriores:

... a tentativa incondicional de mostrar como os fenômenos da Geografia Física poderiam ser racionalizados e como se lhes poderiam dar, talvez, novo significado e coerência nos termos da teoria dos sistemas e, evitando-se o usual *pot pourri* de informações acerca da Terra e de sua atmosfera, que haviam sido tradicionalmente denominadas “Geografia Física”... (GREGORY, 1992, P. 224).

A abordagem sistêmica em geografia física passou por diversas formulações que procuraram desenvolver conceitos apoiados teoricamente nesta perspectiva. Grigoryev (1968), por exemplo, expõe os “fundamentos teóricos da geografia física moderna” em uma linguagem que revela claramente a concepção sistêmica. O autor desenvolve a ideia de *estrato geográfico* da Terra se referindo a uma estrutura em camadas que podem ser divididas mediante a origem da energia que as dinamiza. Transformando a camada externa do estrato geográfico, está à energia solar e, internamente, a outra fonte de transformação seria o núcleo do planeta. Ainda, segundo o autor, a troca de matéria e energia entre os componentes do estrato geográfico tem o papel fundamental de transformar sua estrutura condicionando, desse modo, sua evolução do simples ao complexo.

Contemporâneo a Grigoryev, Sotchava (1972) é outro exemplo que, baseando-se na ideia de “esferas geográficas”, de forma análoga a ideia de camadas do “estrato geográfico da Terra”, foi o primeiro a propor o termo *geossistema* enquanto um sistema geográfico ou, como *complexo natural territorial* (TROPPEMAIR, 2006). O geossistema era entendido por Sotchava (1972) enquanto o meio natural organizado em termos de hierarquias funcionais. O autor ainda afirma que a classificação hierárquica dos geossistemas evoluiu a partir da noção

de homogêneo e diferenciado utilizados no âmbito da Geografia Regional. Nesse sentido, os componentes da paisagem em suas várias interações foram sendo interpretados a partir da noção de geossistema, compreendido enquanto paradigma, enquanto método de análise do objeto de investigação geográfica, a paisagem e seus componentes.

Para Nascimento e Sampaio (2005) o geossistema conferiu a geografia física um melhor caráter metodológico o que facilitou os estudos integrados da paisagem. O autor ainda completa, baseado em Bertrand (1968), que o método geossistêmico foi bem favorável à análise ambiental em Geografia, pois, possibilitou a análise do espaço geográfico considerando a ação social na interação natural com o potencial ecológico e a exploração biológica.

Essa perspectiva otimista sobre o geossistema é, contudo, criticada por Gregory (1992) para quem essa visão sistêmica pode ter refletido muito mais na elaboração de livros didáticos de geografia do que, necessariamente, como suporte para programas de pesquisa que, na prática, não adotam e não aplicam suficientemente a abordagem sistêmica no desenvolvimento de suas pesquisas. Apesar das críticas que se pode fazer ao geossistema e sua relação com a pesquisa científica e divulgação simplificada de seus resultados por meio da elaboração de livros didáticos, o método se impôs enquanto paradigma para a geografia física consolidando diversas contribuições. Uma delas diz respeito à operacionalização da pesquisa ambiental em geografia fundamentada no dimensionamento e na compartimentação da paisagem, tratada no próximo tópico. Essa operacionalização só foi possível mediante diversas reformulações da concepção inicial de geossistema proposto por Sotchava (1972) e, também, tendo como base o raciocínio fundamentado na noção de escala.

2.5 Do método aos procedimentos operacionais

A noção de geossistema proposta por Sotchava (1972), apesar de apresentar um grande avanço para a geografia física em termos de método, ainda necessitava de aprimoramento teórico metodológico. Nascimento e Sampaio (2005) relatam que houve diversas críticas sobre a definição inicial de geossistema, sobretudo pela sua imprecisão espacial. Segundo os autores, Sotchava havia conceituado os geossistemas em homogêneos e diferenciados em nível planetário, regional e topológico, contudo, qualquer um desses níveis poderia ser chamado de geossistema, sem maiores critérios.

Foram J. Tricart e A. Cailleux (1956) que realizaram a classificação de fatos geomorfológicos a partir de uma taxonomia que dimensionava espacialmente as unidades da superfície ordenadas em oito grupos de grandeza, partindo de unidades continentais, portanto, de ordem planetária, a unidades que permitiam a análise de microformas, como, por exemplos, ravinhas e erosões. Essa proposta foi denominada de “Classificação taxonômica dos fatores geomorfológicos”. Essa classificação possibilitou o dimensionamento temporo-espacial dos fatores geomorfológicos entendidos em termos de morfoestrutura e morfoescultura, conceitos desenvolvidos por Guerasimov (1946) e Mescerjakov (1968). J. Tricart teve ainda importância direta no que diz respeito às pesquisas geossistêmicas no Brasil, também se destaca pelos seus estudos de “ecodinâmica” e “ecogeografia”, a partir dos quais trabalha com os conceitos de “meios estáveis”, “meios intergrades” e “meios fortemente instáveis”.

Apesar de não se ter encontrado evidências mais sólidas da ligação entre a classificação taxonômica dos fatores geomorfológicos e a classificação dos geossistemas, ressalta-se à similaridade dos procedimentos. Ambos os raciocínios utilizados tem como cerne a escala de análise e suas implicações na observação de fenômenos e processos relacionadas ao dimensionamento temporo-espacial. As diferentes escalas refletem diretamente em vários aspectos do estudo da paisagem e, também, em pesquisas ambientais.

Ross (1992), por exemplo, ressalta a questão do registro cartográfico dos fatos geomórficos e a relação com a taxonomia do relevo, destacando que essa classificação deve demonstrar que existem diferentes ordens de grandeza das formas do relevo e que essas grandezas se relacionam com as idades e com os tipos de processos atuantes dessas formas. Ross (2007) ainda faz importantes considerações ao afirmar que:

O entendimento do relevo passa portanto pela compreensão de uma coisa maior que é a paisagem como um todo. Não se pode entender a gênese e a dinâmica das formas do relevo sem que se entenda os mecanismos motores de sua geração, sem que se perceba as diferentes interferências dos demais componentes em uma determinada Unidade da Paisagem. (...) Como é impossível entender-se o funcionamento ou a dinâmica ambiental sem que se considere o todo que compõe o Estrato Geográfico, o relevo não pode ser deixado de lado nos estudos ambientais, tanto quanto os demais componentes. Isso é notório pois é no relevo que as forças de interação mais se manifestam. (Ross, 2007, p. 12 e p.18)

O método geossistêmico vai paulatinamente tomando a forma de procedimentos técnicos mais sistematizados que permitem a aproximação real com a paisagem por meio de seu dimensionamento e compartimentação viabilizando a investigação sobre suas unidades de interação e funcionamento. As noções de Estrato Geográfico, de forças endógenas (morfoestrutura) e exógenas (morfoescultura), assumem importância central no estudo das paisagens, colocando a Geomorfologia e a classificação do relevo também em papel central nas investigações sobre a dinâmica ambiental.

Uma das propostas de classificação de geossistemas importante é realizada por G. Bertrand que propõem que o estudo da paisagem deva partir de uma análise geográfica global. Bertrand (1968) utiliza a noção de “unidades da paisagem” que podem ser consideradas em seis níveis temporo-espaciais distintos, classificados em *unidades superiores* e *unidades inferiores*. As unidades superiores agrupam: a. Zona; b. Domínio e; c. Região Natural. As unidades inferiores agrupam: d. Geossistema; e. Geofácies; f. Geótopo.

Bertrand (1968) também classifica os geossistemas a partir dos fundamentos da Teoria da Bio-resistasia de Henri Erhart (1966). Assim, propõe que existem dois grandes grupos de geossistemas, os que estão em biostasia e os que estão em resistasia. Os primeiros ainda se dividem em: climácios; paraclimácios; degradados com dinâmica progressiva e; degradados com dinâmica regressiva. Os geossistemas em resistasia se dividem em: geossistemas com geomorfogênese “natural” e; geossistemas regressivos com geomorfogênese ligada à ação antrópica.

Também se destaca a proposta de taxonomia do relevo realizado por Ross (1992) que tem como cerne de seu desenvolvimento metodológico a escala de análise e as implicações nos fenômenos e processos do relevo. Essa proposta possui uma dimensão importante pois é resultado de estudos e atividades realizadas no Brasil no âmbito das atividades do Laboratório de Geomorfologia do Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, tendo amparado diversos estudos detalhados e regionais. A proposta de Ross (1992) se apoia nos preceitos de Guerasimov (1946) e Mecerjakov (1968) de morfoestrutura e morfoescultura propondo uma taxonomia em seis níveis, sendo eles:

- 1° táxon: unidades morfoestruturais
- 2° táxon: unidades morfoesculturais

- 3° táxon: unidades morfológicas ou de padrões de formas semelhantes
- 4° táxon: tipos de formas de relevo
- 5° táxon: tipos de vertentes
- 6° táxon: formas de processos atuais

As propostas de Bertrand (1968) aplicada aos geossistemas e, a proposta de Ross (1992) aplicada ao relevo são extremamente importantes, pois, entre outras contribuições, culminaram em uma dimensão prática e efetiva dos estudos e pesquisas no âmbito da geografia física: a cartografia das unidades da paisagem e do relevo como base fundamental do processo de reflexão e análise da pesquisa ambiental. Os dois autores possuem trabalhos voltados à sistematização de procedimentos cartográficos com foco para o estudo o estudo da paisagem, planejamento e gestão ambiental.

2.6 Olhares críticos sobre a Nova Geografia

Realizou-se o esforço de, mediante uma revisão bibliográfica sistemática, organizar as principais contribuições teóricas, metodológicas e conceituais relacionadas às bases de pesquisa de estudos da paisagem em geografia física tendo como foco revelar as ligações com a análise ambiental.

Foi inevitável levar em consideração as transformações materiais ocorridas ao longo do final do século XIX e decorrer do século XX no que diz respeito à emergência da temática ambiental enquanto preocupação global e de reflexo direto para as ciências. Nesse sentido, é muito válido o pensamento de que não somente o mundo mudou, mas, as ciências de forma geral. No que diz respeito à geografia física são muito pertinentes às ideias de Grigoriev (1968) para o qual o objetivo da geografia em todo mundo não é mais o de facilitar a colonização de novas terras e a utilização de seus recursos naturais, mas, fornecer serviços científicos adequados ao trabalho do homem direcionado aos já descobertos recursos naturais e a transformação da natureza e da economia das regiões e países.

Nesse sentido, é possível identificar ao longo de todo o século XX, pelas contribuições organizadas nesse trabalho, um grande esforço das ciências geográficas, com foco para

geografia física, de sistematizar-se enquanto conhecimento científico a partir da consolidação de um estatuto epistemológico. Esses esforços ocorreram em um primeiro momento pela via da definição de um *objeto de estudo (paisagem)*, depois, pela via do *método (geossistema)* e seus desdobramentos operacionais.

Por outro lado, simultaneamente a busca de reconhecimento científico da geografia e aos avanços nesse sentido, não se pode deixar de perceber algumas fragilidades que se engessaram e, assim, questões relacionadas às diferenças entre classes sociais e a impossibilidade de demonstrar as contradições e processualidade dos fenômenos estudados ainda estão presentes na *práxis* de pesquisas voltadas a dimensão ambiental em geografia física. Conforme ressalta Moreira (1984) a questão ambiental é sobretudo uma questão social, quando se discute o ambiente não se está discutindo algo externo aos homens e completa: “a natureza por si mesma, não conhece pragas e desequilíbrio ecológico”.

Para Santos (2008) a moderna geografia física, também denominada como *New Geography*, ou geografia teórico-quantitativa, pode ser caracterizada da seguinte forma:

“A chamada Nova Geografia se manifestou sobretudo através da quantificação. Mas ela utilizou igualmente como instrumentos os modelos, a teoria dos sistemas (ecossistemas incluídos), a tese da difusão de inovações, as noções de percepção e comportamento e, da mesma maneira, as múltiplas formas de valorização do empírico e do ideológico” (SANTOS, 2008, p. 63).

O autor continua suas reflexões afirmando que a aplicação das matemáticas, apesar de permitir a identificação de estágios sucessivos da evolução espacial, não permite identificar o que existe entre eles, dessa forma, entende que nessa corrente geográfica os processos e o espaço das sociedades em movimento são omitidos. Ainda nos termos de Santos (2008) o “pecado maior” da geografia teórico-quantitativa é que as contradições sociais não aparecem nas análises, às diferenças entre as classes não é revelada, postura essa que se insere, não somente em um quadro teórico-metodológico, mas, em uma postura filosófica e política.

Gregory (1992) também faz uma crítica à Nova Geografia amparada na abordagem sistêmica. Para o autor a abordagem sistêmica tem sido necessariamente identificada como

positivista e, como tal, tem sido menos resiliente na Geografia Humana do que na geografia física. A Teoria Geral dos Sistemas é fundamentalmente indutiva e carece de maior valor explicativo, mas, pode ter ajudado a combater a tendência para especialização na ciência.

Reconhecer as fragilidades desse campo do saber não significa diminuí-lo, mas, antes, reconhecer que seus fundamentos e sua conformação metodológica estão em constante transformação num movimento de superação de dificuldades sejam elas de quaisquer natureza.

Considerou-se, ainda, a importância de ressaltar o crescimento de linhas de pesquisa relacionadas ao estudo das paisagens e análise ambiental no Brasil fazendo referência a algumas das principais instituições e pesquisadores que as vem desenvolvendo, como é o caso da Universidade Estadual Paulista, a Universidade de São Paulo, a Universidade Federal de Uberlândia, a Universidade Federal de Santa Catarina e Blumenau, a Universidade Federal do Ceará, a Universidade Federal de Pernambuco, a Universidade Federal de Sergipe e a Universidade Federal de Goiás. Entre os pesquisadores destacamos H. Troppmair; M. M. Passos; Ab'Saber; C. A. F. Monteiro; J. Ross; V. Casseti; A. Christofolletti; entre outros.

2.7 Considerações finais

No final do capítulo encontra-se um quadro-síntese (**Quadro 02**) com contribuições de diferentes autores que desenvolveram trabalhos no âmbito da geografia física. Tentou-se sistematizar as contribuições consideradas mais significativas de cada autor associando-a a um recorte temporal de referência, o nome do autor, a indicação dos textos nos quais foram consultadas as contribuições e, por fim, a escola do autor.

A revisão bibliográfica permite afirmar que existem fortes imbricações entre os estudos da paisagem e as questões ambientais contemporâneas. Concluiu-se que a paisagem é o real concreto, objeto de estudo da geografia física e, como tal, pode ser dimensionada e compartimentada em unidades por meio da noção de geossistema e com base em um raciocínio escalar. Essas unidades resultam das relações intrínsecas do ambiente entendido enquanto expressão máxima das interações entre fatores naturais como clima e relevo, com fatores antrópicos como o estabelecimento dos diversos tipos de usos para os recursos naturais.

A consideração de diferentes escalas temporo-espaciais para o dimensionamento da paisagem e/ou dos fatores geomorfológicos possibilitaram a operacionalização de uma parte fundamental do estudo da paisagem e da análise ambiental, a representação cartográfica das unidades da paisagem em diferentes escalas hierarquizadas a partir de critérios bem definidos, seja considerando as “unidades de superfície” de Cailleux e Tricart (1956), as “unidades da paisagem” de Bertrand (1968) ou, ainda, por meio dos seis níveis taxonômicos de Ross (1992). Apesar de considerar que os problemas que motivaram os autores são diferentes, é possível identificar semelhanças nas propostas metodológicas apresentadas, principalmente, a dimensão escalar das análises e considerações desenvolvidas.

Quadro 02 - síntese das principais contribuições teóricas para geografia física.

Período de referência	Autor	Contribuições	Texto consultado	Escola
1869	Ernst Haeckel	- utilizou pela primeira vez o termo “ECOLOGIA” se referindo ao estudo das relações dos seres vivos entre si e com o meio onde vivem.	Klink, 1981 Troppmair, 2001	Alemã
1870-1900	V. V. Dokuchayev	- postulou a integridade e indivisibilidade do ambiente geográfico. Mútua interdependência das partes componentes (litosfera, atmosfera, hidrosfera, regolito e biosfera). - Lei do meio ambiente integral e contínuo e a Lei das áreas geográficas - utiliza uma regionalização geográfica a partir da noção de escala: zonas geográficas / setores ou províncias geográficas / áreas geográficas / paisagens geográficas / regiões geográficas	Grigoriev, 1968	Russa
1890-1970	W. M. Davis A. N. Strahler L. C. King J. T. Hack N. J. Chorley	- ciclo geográfico - teoria da pediplanação - teoria do equilíbrio dinâmico - teoria probabilística - análise morfométrica	Abreu, 2003	Anglo- americana
1890-1920	W. Penck	- morfologia da superfície terrestre - evolução das encostas - geografia da paisagem	Abreu, 2003	Alemã

1910-1920	S. Passarge	- morfologia fisiológica - zonas paisagísticas da superfície terrestre	Troll, 1950	Alemã
1935	A. G. Tansley	- formula o conceito de “ECOSSISTEMA”	Troll, 1950 Delpoux, 1972 Gregory, 1992 Christofoletti, 1999	Anglo-americana
1930-1960	C. Troll	- emprega o termo “ecologia de paisagens” -lança bases mais sistemáticas para estudos de ecologia da paisagem - começa a utilizar técnicas de análise de fotografias aéreas (fotointerpretação) em suas pesquisas. - recorre à expressão “célula da paisagem” (E. H. Taffen) enquanto similar a “ecótopo” e “unidades topo-ecológicas”. - preocupação com compartimentação da paisagem - pensando na relação homem-meio, diferencia paisagens naturais de paisagens culturais	Troppmair, 2001 Troll, 1950	Alemã
1940-1960	J. P. Gerassimov	- análise morfoestrutural - análise mofoescultural	Abreu, 2003	Russa
1940	V. N. Sukatchev	- geobicnose	Troppmair, 2001	Russa
1960-1970	J. Klink	- unidades fundamentais de classificação de regiões naturais geótopos (fisiótopo e ecótopo)	Klink, 1981	Alemã
1950	V. Bertalanfy	- teoria geral dos sistemas	Christofoletti, 1999 Troppmair, 2006	Alemã
1960-1970	V. B. Sothava	- trouxe e aplicou a visão sistêmica para a Ciência Geográfica, propondo a noção de Geossistema – sistema geográfico ou Complexo Natural Territorial	Sothava, 1977 Troppmair, 2006	Russa
		- conceitua as paisagens geográficas como manifestações locais associadas às feições locais	Grigoriev,	

1960-1970	A. A. Grigoriev	de relevo, litologia, clima e solo, constituindo sistemas dinâmicos e integrados - trabalha com a noção de Estrato Geográfico da Terra	1968 Sotchava, 1978 Lima et. Martinelli, 2008	Russa
1960	Mescerjakov	- análise morfoestrutural - análise mofoescultural	Mescerjakov, 1968 Ross, 2007	Russa
1950-(...)	A. Cailleux; J. Tricart J. Tricart	- escala temporo-espaciais de inspiração geomorfológica - estudos de ecodinâmica e ecogeografia - meios estáveis, meios intergrades e meios fortemente instáveis	Tricart, 1977 Bertrand, 1967	Francesa
1960-(...)	C. Bertrand e G. Bertrand	- estudo da paisagem geografia física global - classificação global da paisagem	Claude e George Bertrand, 2009 Martinelli, 2008	Francesa
1970-(...)	M. Delpoux	- trabalha a noção de <i>suporte</i> e <i>cobertura</i> em relação a casos concretos de paisagem; - difere a biogeografia dos biólogos e dos geógrafos	Delpoux, 1972	Francesa

Nota: Elaboração do autor.

3. CAPÍTULO 2 – AVALIAÇÃO DO ESTADO

Cartografia Ambiental Aplicada ao Mapeamento e Análise das Unidades da Paisagem do Parque Municipal Serra da Areia em Aparecida de Goiânia-GO

3.1 Introdução

A gestão e o planejamento ambiental têm sido preocupação de diversos campos do saber em virtude da magnitude dos problemas ambientais que foram intensificados principalmente no decorrer do século XX. Nesse sentido são diversos os esforços realizados para o desenvolvimento de instrumentos de avaliação e monitoramento dos recursos ambientais, assim como, para proposição de soluções que busquem evitá-los ou mitigá-los.

No âmbito de estudos e análises ambientais a cartografia ambiental constitui um importante instrumento de pesquisa, veículo de difusão de informações e de tomada de decisão para os diferentes atores envolvidos no planejamento e na gestão territorial. Existem diversas propostas de cartografia ambiental das quais podem ser destacadas as de Journaux (1985), Tricart (1965), Troppmair (1983), Monteiro (1982) e Martinelli e Pedrotti (2001). Essas propostas foram concebidas com o intuito de sistematizar os procedimentos metodológicos necessários para a composição de representações cartográficas do ambiente. Interessante destacar que a concepção de ambiente de cada um dos autores é diferente e isso reflete na representação ambiental concebida no produto cartográfico final.

Este capítulo teve como objetivo o mapeamento das unidades da paisagem da região da Serra da Areia localizada no município de Aparecida de Goiânia, GO, especificamente do PMSA e sua ZA, com vistas a subsidiar a gestão ambiental desse parque. Também fez parte dos objetivos a caracterização ambiental das unidades da paisagem mapeadas tendo como base fundamental a geomorfologia. Para fins de mapeamento aplicou-se a proposta metodológica de Martinelli e Pedrotti (2001) que fundamenta-se em quatro procedimentos metodológicos essenciais: 1. individualização das unidades geomorfológicas; 2. identificação da vegetação potencial; 3. identificação da vegetação real; 4. síntese cartográfica.

Foram utilizados dados do Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil - TOPODATA para delimitação das unidades geomorfológicas. Para a geração da carta de cobertura e uso da terra que serviram para identificação da vegetação real e os atuais usos da terra na área de estudo foram utilizados dados de imagens do satélite LANDSAT 8. Foram realizados, ainda, diversos trabalhos de campo para a validação dos dados obtidos por satélite.

Ao final do capítulo foram organizadas duas tabelas de síntese. Uma que diz respeito ao cruzamento de informações entre as unidades geomorfológicas e as classes de uso e cobertura das terras apresentada no tópico “resultados e discussões” que permitiram a

identificação das unidades da paisagem e, a segunda, que diz respeito à caracterização das unidades geomorfológicas com base na proposta de Ross (1992) realizada em cinco níveis taxonômicos: a. unidade morfoestrutural; b. unidade morfoescultural; d. unidades morfológicas; e. formas de relevo; f. tipos de vertentes. A aplicação da metodologia de Ross teve como finalidade consolidar os resultados colocando em foco a importância da geomorfologia na análise ambiental da área de estudo.

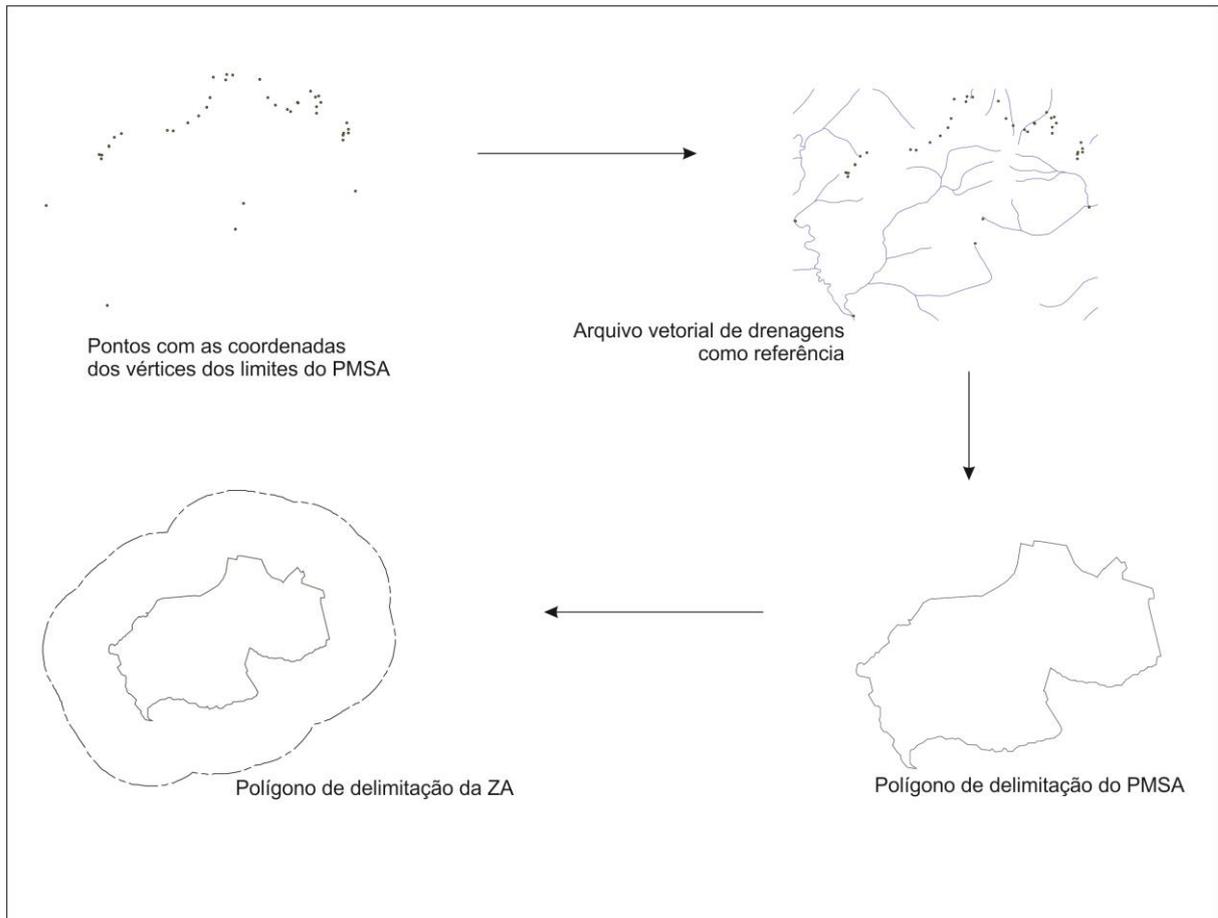
3.2 Materiais e método

3.2.1 Delimitação da área de estudo

A área de estudo localiza-se na região da Serra da Areia, município de Aparecida de Goiânia, GO, e foi representada por um polígono construído a partir do memorial descritivo e das coordenadas contidas no Decreto nº 391, de 24 de Novembro de 2009 do município de Aparecida de Goiânia, GO. As coordenadas desse marco legal foram obtidas no padrão UTM com uso do *datum* SAD69. Primeiro foi elaborado uma tabela com os 40 pontos que delimitavam o perímetro legal do Parque Municipal Serra da Areia (PMSA) e, posteriormente, esta tabela foi importada para o *ArcMap*. As coordenadas foram transformadas em um arquivo vetorial (*shapefile*) que foi reprojetoado para coordenadas geográficas *datum* WGS84.

Com o auxílio do arquivo vetorial de drenagens da carta SE.22-X-B disponibilizado pelo Sistema Estadual de Estatística e de Informação Geográficas de Goiás – SIEG na escala de 1:100.000, foi criado um polígono unindo os pontos de delimitação do PMSA. Em seguida foi calculado uma região buffer com 3km do perímetro do PMSA para representar sua Zona de Amortecimento (ZA), conforme definido pela Resolução CONAMA nº 428 de 17 dezembro de 2010, como sendo área padrão de ZA para Unidades de Conservação (UCs) sem plano de manejo (**Figura 04**).

Figura 04 – Feições utilizadas para delimitação inicial da área de estudo.



Nota: Elaboração do autor.

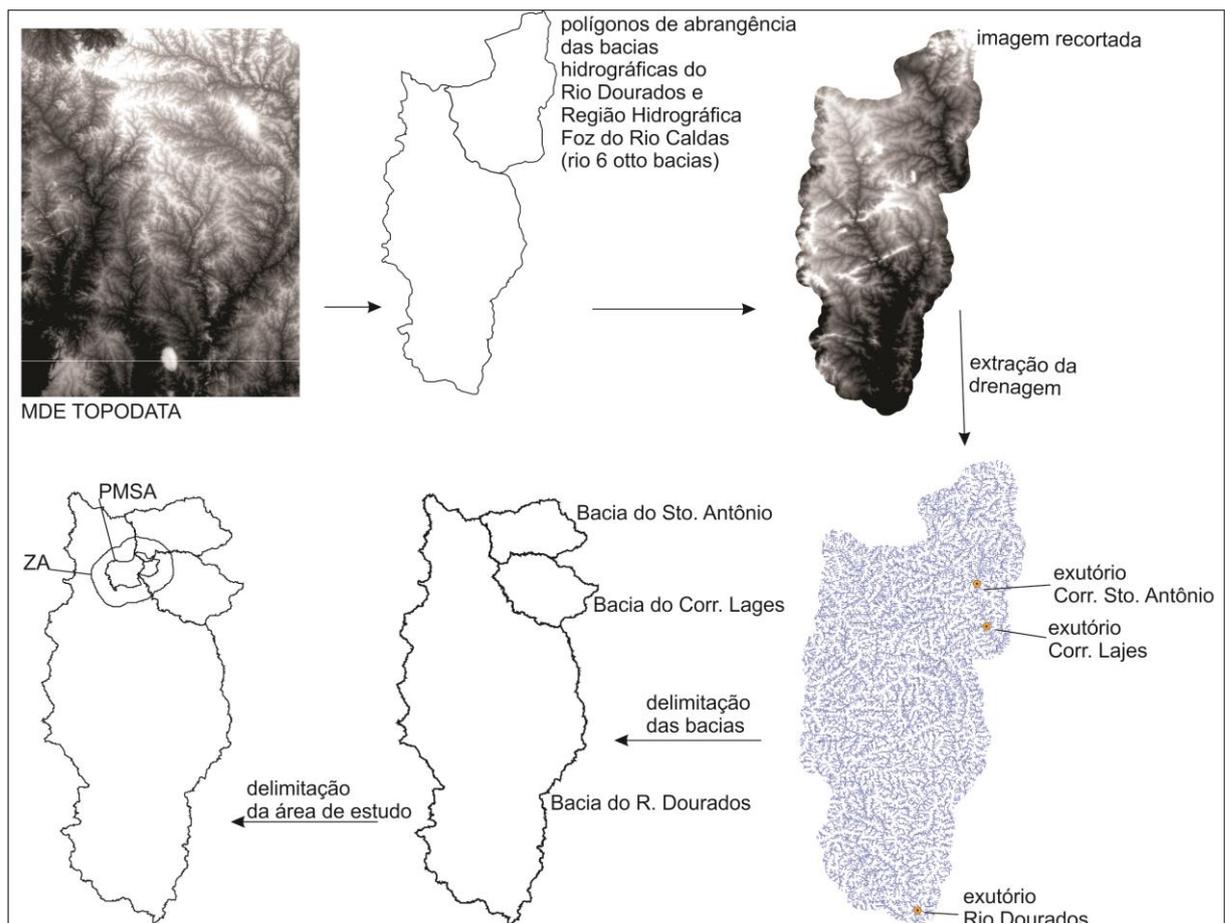
Tendo como referência o *shapefile* de drenagens do SIEG identificou-se que estão presentes na Serra da Areia nascentes de três bacias hidrográficas tributárias da bacia do Rio Meia Ponte. Utilizando o *shapefile* de bacias hidrográficas disponibilizado pelo SIEG na escala 1:250.000, foi criado um polígono de abrangência das bacias do Rio Dourados, do Córrego Santo Antônio e do Córrego Lages com um *buffer* de 3km. Esse polígono foi utilizado para aquisição de um Modelo Digital de Elevação disponibilizado pelo Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil – TOPODATA. O projeto TOPODATA oferece o MDE e suas derivações locais elaborados a partir do refinamento de dados da *Shuttle Radar Topography Mission* – SRTM. Os MDE são arquivos que contêm registros altimétricos estruturados em linhas e colunas georreferenciadas, na forma de uma imagem com um determinado valor de elevação em cada *pixel* (VALERIANO, 2008).

O MDE (cenas 16s495 e 17s495) adquirido⁵ e “recortado” a partir do polígono de abrangência das bacias hidrográficas do Rio Dourados, do Córrego Santo Antônio e do Córrego Lages serviu para a realização de diversas análises fundadas nas informações hipsométricas, de declividade, de sombreamento do relevo e de drenagens.

3.2.2 Análise da rede de drenagem e delimitação de bacias hidrográficas

O primeiro passo consistiu na extração das linhas de drenagem, delimitação das bacias hidrográficas e refinamento da base cartográfica da área de estudo (**Figura 05**).

Figura 05 – Feições criadas e/ou refinadas por meio do uso do MDE TOPODATA.



Nota: Elaboração do autor.

⁵ Disponível em <http://www.dsr.inpe.br/topodata/acesso.php>.

Para fins de representação das unidades da paisagem da Serra da Areia e entorno por meio da aplicação da proposta de cartografia ambiental de Martinelli e Pedrotti (2001), as bacias hidrográficas foram consideradas nas análises cartográficas. Contudo, estas somente foram representadas parcialmente tendo como critério suas parcelas contidas no interior do PMSA e/ou em sua ZA. O PMSA (39,89 km²) e sua ZA (112,10 km²) somam uma área de 151,99 km² dos quais 35,22 km² pertencem a bacia do Córrego Lages, 18,73 km² pertencem a bacia do Córrego Santo Antônio e 98,04 km² pertencem a bacia do Rio Dourados. A correspondência entre as áreas do PMSA, sua ZA e as bacias hidrográficas pode ser verificada a seguir (**Tabela 01**):

Tabela 01 – Relação entre as áreas do PMSA e sua ZA e as áreas das bacias hidrográficas.

	Bacia do Córrego Lages	Bacia do Córrego Sto. Antônio	Bacia do Rio Dourados	Total Geral
Área das BH (km ²)	175,25	156,11	1763,25	2094,61
Área da ZA (km ²)	27,08	15,86	69,16	112,10
Área da ZA (%)	24,16%	14,15%	61,69%	100,00%
Área da ZA em relação à área total da BH (%)	15,45%	10,16%	3,92%	5,35%
Área do PMSA (km ²)	8,14	2,87	28,88	39,89
Área do PMSA (%)	20,39%	7,20%	72,41%	100,00%
Área do PMSA em relação a área total da BH (%)	4,64%	1,84%	1,64%	1,90%
Soma da área da ZA e PMSA (km ²)	35,22	18,73	98,04	151,99
Relação ente a soma da área da ZA e PMSA e as áreas das BH (%)	20,09%	12,00%	5,56%	7,26%

Nota: Elaboração do autor.

Os procedimentos para análise da rede de drenagem e delimitação de bacias hidrográficas se fundamentaram na utilização de diversas ferramentas do *ArcMap* voltadas aos recursos hídricos. As principais ferramentas utilizadas e suas finalidades são (**Quadro 03**):

Quadro 03 –Aplicações do *ArcMap* utilizadas para análise hidrológica e extração da drenagem.

Localização das aplicações no <i>ArcMap</i>: “<i>ArcToolbox / SpatialAnalyst Tools</i>”	
Aplicação	Finalidade
<i>HIDROLOGY</i> - <i>FILL</i>	Corrigir imperfeições do MDE utilizado referentes a dados de áreas de depressões
<i>HIDROLOGY</i> - <i>FLOW DIRECTION</i>	Criar uma imagem no formato <i>raster</i> com a direção do fluxo de cada célula a partir das diferenças altimétricas de suas células vizinhas
<i>HIDROLOGY</i> - <i>FLOW ACCUMULATION</i>	Criar uma imagem no formato <i>raster</i> de fluxo acumulado a partir do arquivo <i>raster flow direction</i>
<i>CODITIONAL</i> - <i>CON</i>	Realizar uma avaliação condicional para cada célula de entrada da imagem <i>raster flow accumulation</i> , gerando outra imagem <i>raster</i> com as linhas de drenagem com o valor de suas células calculado a partir de uma expressão pré-definida. No caso do presente trabalho foi utilizada a expressão “ <i>VALUE > 100</i> ”
<i>HIDROLOGY</i> - <i>STREAM TO FEATURE</i>	Converter uma imagem do tipo <i>raster</i> , com informações de drenagem, em feições de linha

Nota: Elaboração do autor.

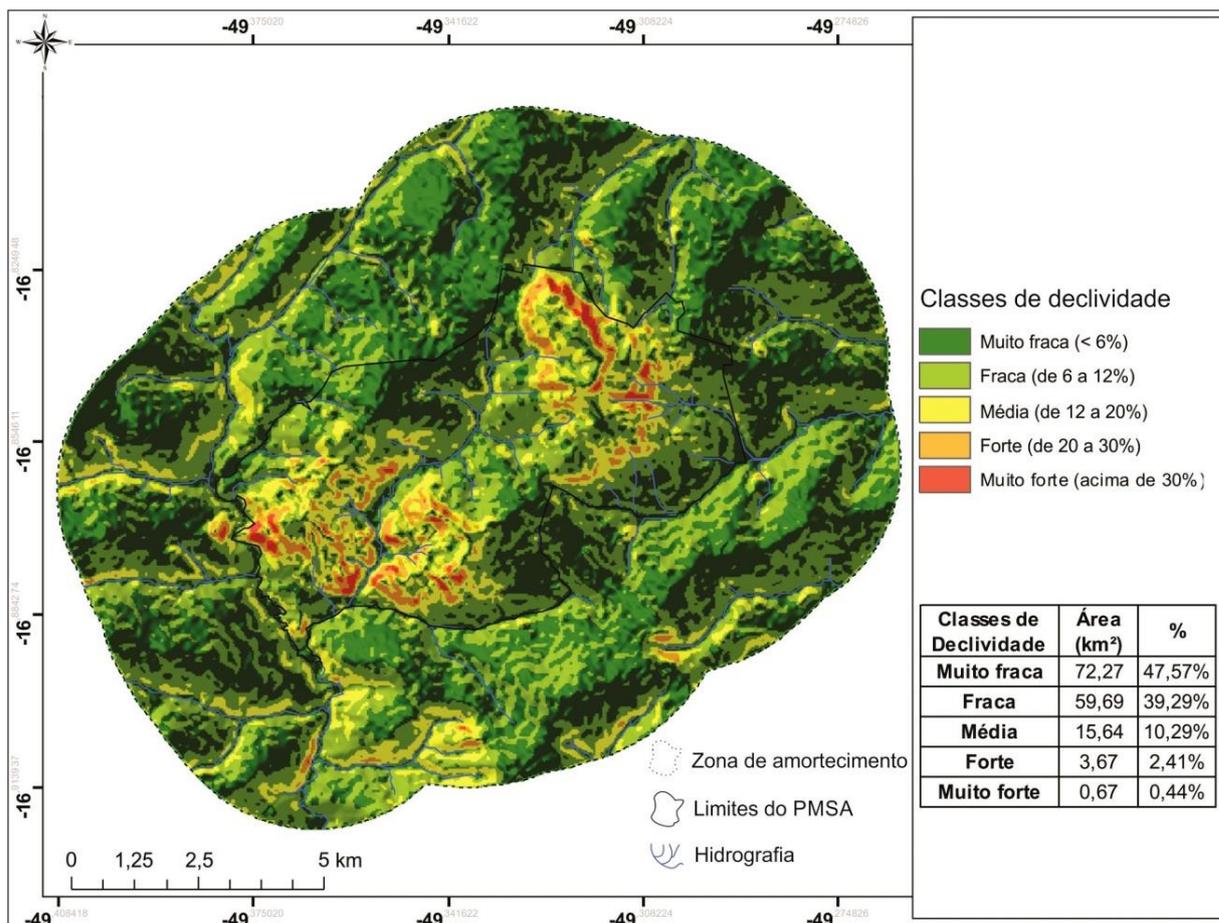
Os procedimentos adotados possibilitaram o refinamento cartográfico das feições de delimitação do PMSA e sua ZA, assim como, de seus cursos d’água e linhas de drenagem e, também, das bacias hidrográficas diretamente abastecidas pela dinâmica hídrica da área.

3.3.3 Delimitação das unidades geomorfológicas

Para delimitação das unidades geomorfológicas foi realizado um recorte do MDE tendo como foco a ZA e o PMSA. A partir desse recorte foram calculadas as classes de declividade (**Figura 06**) da área de estudo. Foram realizados testes com diferentes classes de declividade. A que foi julgada mais pertinente foi à proposta de Ross (1994). O autor propõe

que as classes de declividade sejam medidas em porcentagem e sejam classificadas segundo os intervalos de 0 a 6% (muito fraca); de 6 a 12% (fraca); de 12 a 20% (média); de 20 a 30% (forte); acima de 30% (muito forte).

Figura 06 – Infográfico com mapa de declividade e distribuição das classes por unidade de área (km²) e em porcentagem em relação a área de estudos.



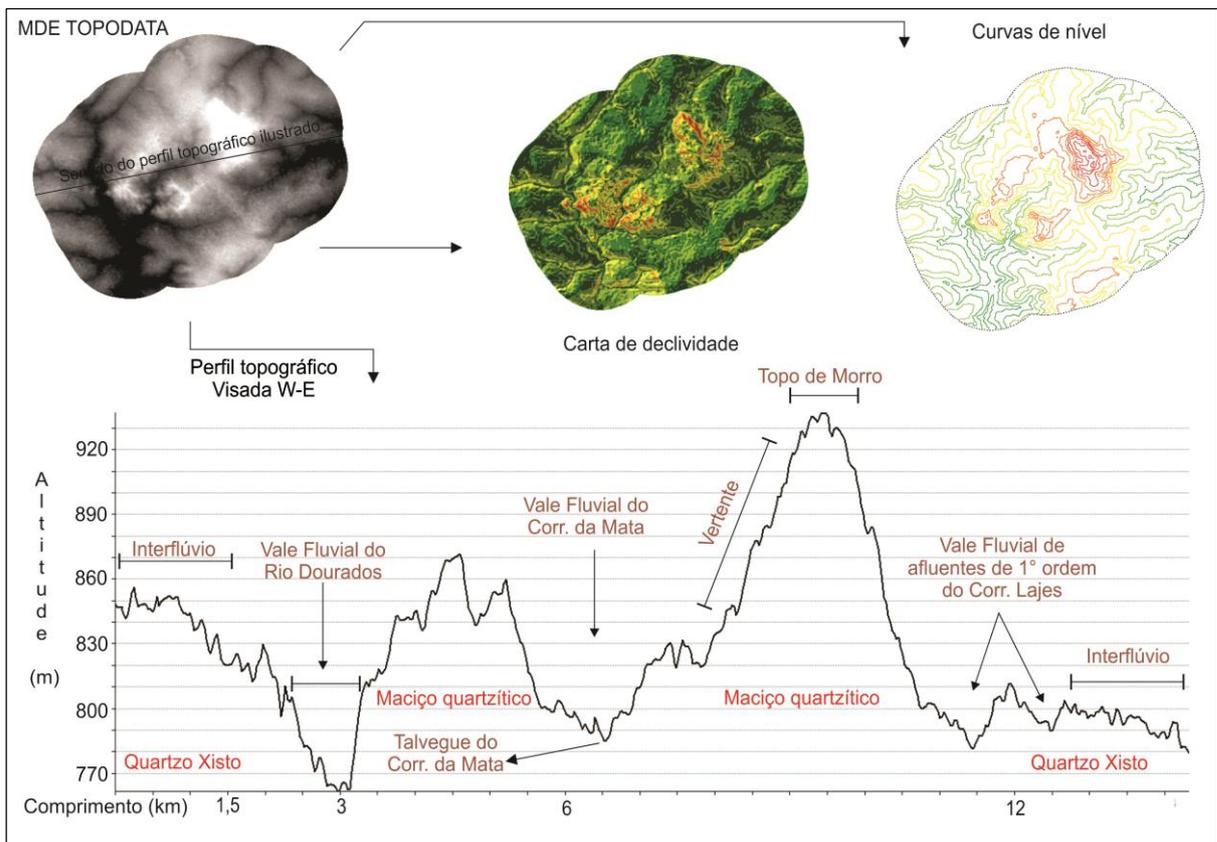
Fonte: TOPODATA.

Nota: Elaboração do autor.

O próximo passo consistiu na extração de curvas de nível com equidistância de 20m. A declividade e as curvas de nível serviram de base para a definição das unidades geomorfológicas, juntamente com a análise de diversos perfis geomorfológicos-geológicos traçados tanto no sentido longitudinal quanto latitudinal da área. Seguindo a nomenclatura proposta por Argento (2009) para cartografia geomorfológica na escala de 1: 50.000 e os estudos de Bigarella (2003), e também utilizando como referência os *shapefiles* de geologia e

pedologia de Aparecida de Goiânia para mesma escala produzidos por Rodrigues et. al. (2005), identificou-se os compartimentos geomorfológicos: vales fluviais, interflúvios, vertentes⁶, sopé e topo de morro (**Figura 07**).

Figura 07 – Esquema da geração e análise de dados de declividade e altimetria com representação em perfil das unidades geomorfológicas e da geologia local.

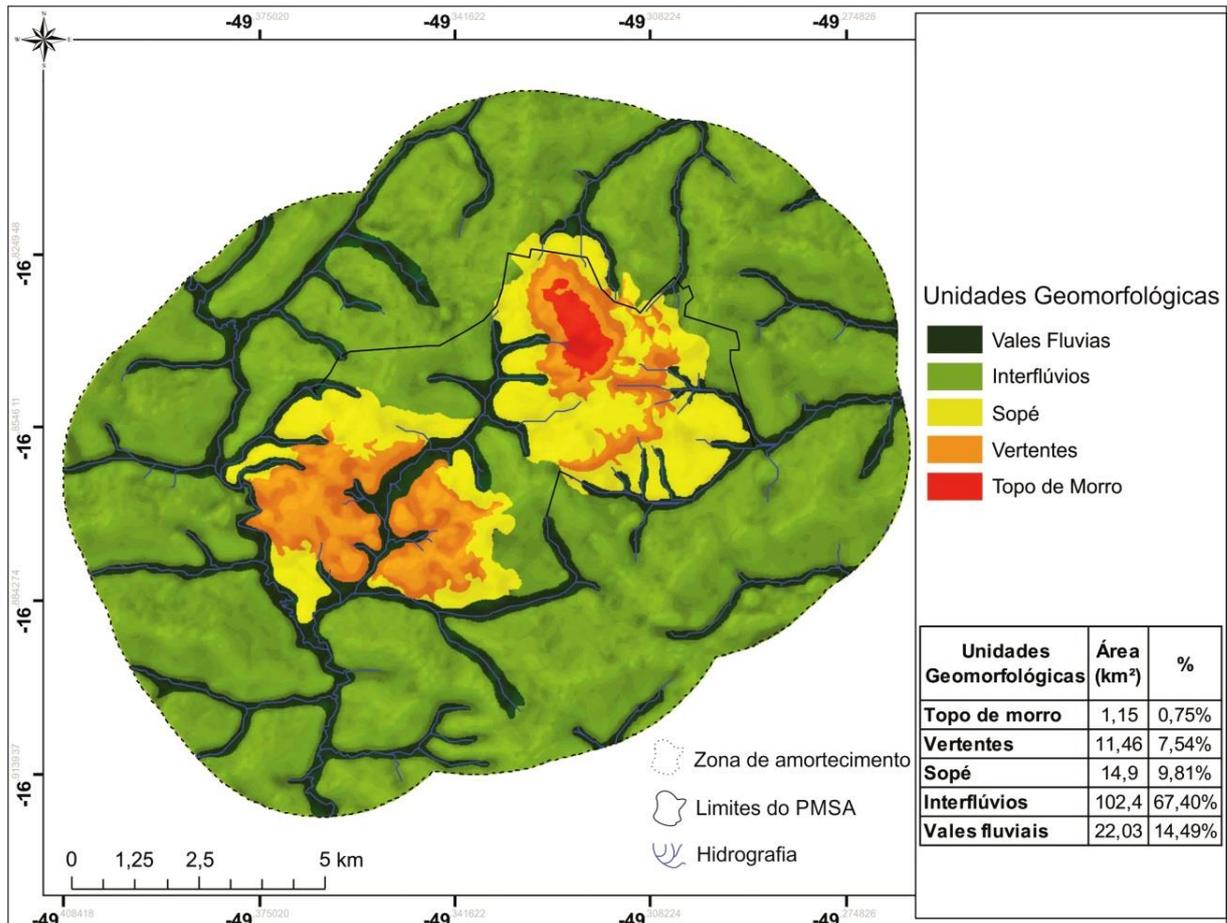


Nota: Elaboração do autor.

A delimitação das unidades geomorfológicas foi realizada, fundamentalmente, utilizando-se como base as curvas de nível, mas também, tendo como suporte o sombreamento do relevo e os dados de curvatura horizontal (divergente – planar – converte) e vertical (côncavo – retilíneo – convexo) das formas de relevo. Após as análises e o cruzamento de informações de declividade e altimetria foi gerado um *shapefile* com cada um dos compartimentos geomorfológicos identificados (**Figura 08**).

⁶ Neste trabalho utilizou-se o termo “vertente” para designar um tipo específico de vertente caracterizada na área de estudo por apresentar declividades classificadas como “fortes” ou “muito fortes”.

Figura 08 – Mapa das unidades geomorfológicas.



Fonte: TOPODATA.

Nota: Elaboração do autor.

Para identificação das unidades geomorfológicas foram utilizadas as aplicações “*slope*” e “*reclassify*” para elaboração da carta de declividade, “*contour*”, para geração das curvas de nível e “*interpolate line*” e “*profile graph*” para geração dos perfis geomorfológico-geológicos. Os perfis foram ainda editados no programa *CorelDraw*.

3.2.4 Identificação das classes de cobertura e uso das terras

A identificação das unidades de cobertura e uso da terra foi realizada a partir da proposta do IBGE (2006). Para a geração de dados foi realizada a aquisição de uma cena do satélite LANDSAT-8⁷ do dia 1º de maio de 2013, órbita 222 e ponto 072. Foram utilizados

⁷ Cenas adquiridas por meio do site <http://earthexplorer.usgs.gov/>.

arquivos *raster* das bandas 4, 5, 6 e 8 nas respectivas faixas do espectro luminoso e com as resoluções espaciais *near-infrared* com 30m, *near-infrared* com 30m, *SWIR 1* com 30m e *Panchromatic (PAN)* com 15m.

O primeiro passo consistiu em realizar a correção radiométrica das bandas utilizadas por meio da aplicação “*rescale*” do *ArcMap* e, em seguida, foi realizada a composição colorida falsa cor com as bandas 6R, 5G e 4B através da aplicação “*composite bands*” seguidas de uma fusão com a banda 8. Como método de fusão foi utilizado o PANSHARPENING que utilizou a composição falsa cor gerada para colorir a imagem pancromática da banda 8 por meio do algoritmo ESRI.

A imagem fusionada foi recortada a partir do polígono de delimitação da área de estudo (ZA e PMSA). Em seguida iniciou-se os procedimentos necessários para realização de uma classificação supervisionada, realizada a partir da seleção de *pixels* da imagem. A classificação da imagem ocorreu em duas etapas. A primeira etapa foi uma aproximação inicial e mais geral realizada com o intuito de identificar a assinatura espectral de alguns elementos na imagem e verificar os alvos em campo. A segunda etapa consistiu no procedimento de classificação por meio da identificação de oito alvos verificados e validados em campo (**Quadro 04**).

Quadro 04 – Descrição das classes e subclasses de cobertura e uso da terra.

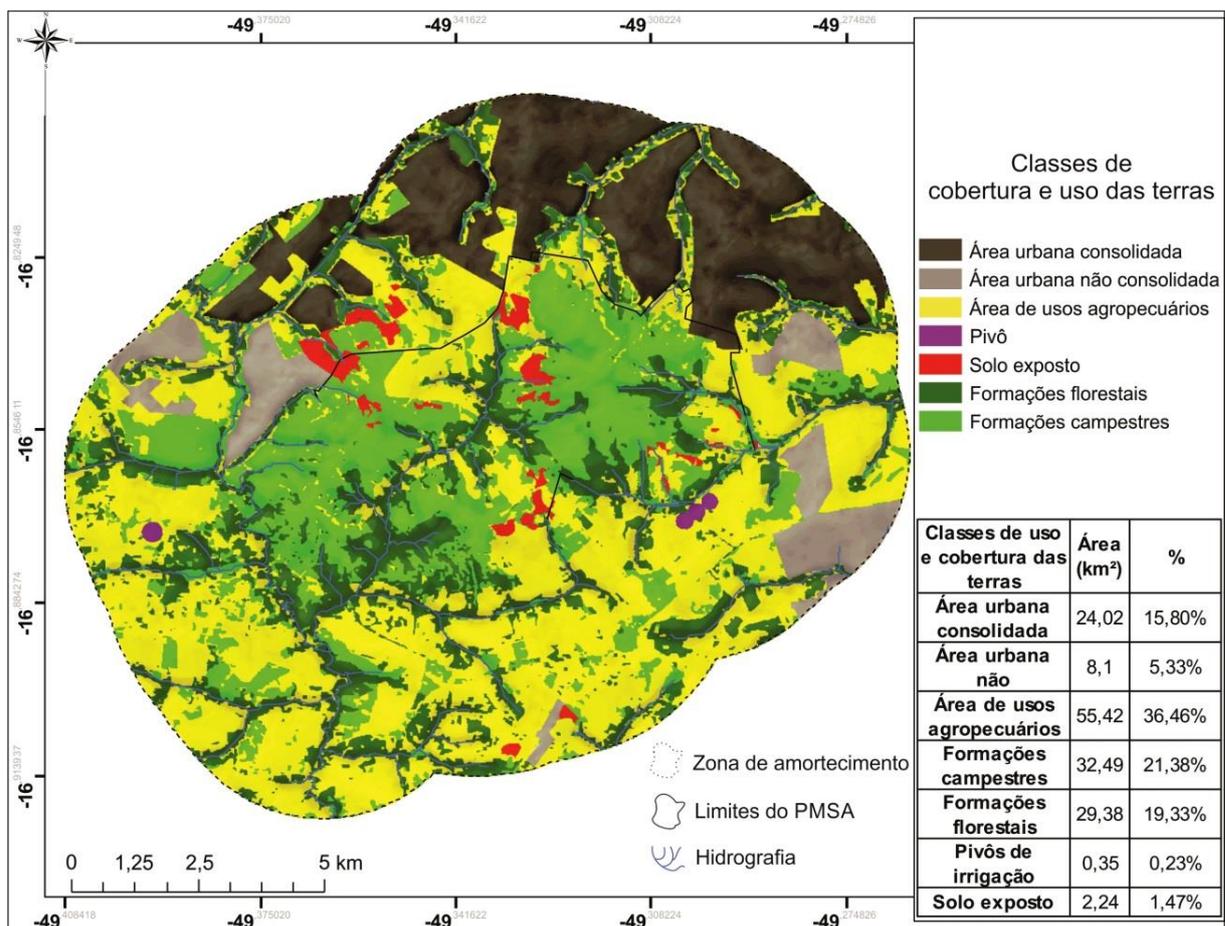
1° Etapa	2° Etapa	Descrição
Classe	Sub-classe	
Áreas antrópicas não agrícolas	Área urbana consolidada	Áreas impermeabilizadas pela construção de equipamentos urbanos, e edificações residenciais, comerciais ou industriais.
	Área urbana não consolidada	Loteamentos recentes ainda não pavimentados, com baixa densidade populacional ou de domicílios.
	Solo exposto	Áreas nas quais há predominância de solos quartzarênicos associados a desmatamentos e, em alguns casos, atividades de extração mineral, majoritariamente, areia.
Áreas antrópicas agrícolas	Pastagens naturais	Áreas de pastagens associadas a espécies arbustivas do Cerrado.
	Pastagens extensivas	Áreas desmatadas de criação de gado com baixo nível de incremento de técnicas agropecuárias.
Áreas de vegetação natural	Formações florestais	Áreas de mata ciliar e de galeria.
	Formações campestres	Áreas de campo limpo, campo sujo e de cerrado sentido restrito.
Corpos d'água	Cursos d'água e represamentos	Envolve os cursos d'água, pequenos lagos e represamentos utilizados para diversos fins como piscicultura, dessedentação animal e recreação.

Nota: Elaboração do autor.

Após a validação das assinaturas espectrais foi realizada a classificação supervisionada pelo método de Máxima Verossimilhança (MAXVER). O *raster* resultante foi reclassificado e impresso para ser utilizado em mais uma etapa de validação em campo, que teve como

objetivo verificar a informação coletada nas imagens de satélite e realizar registros fotográficos e observações *in loco*. Foi utilizada uma ficha de controle de campo tendo como base a proposta do IBGE (2006). As informações foram analisadas e confrontadas com a imagem classificada. Em seguida, a imagem classificada foi convertida em um *shapefile* de polígonos com as classes de cobertura e uso da terra refinados por meio das observações do trabalho de campo (**Figura 09**).

Figura 09 – Mapa de uso e cobertura das terras.



Fonte: LANDSAT 8.

Nota: Elaboração do autor.

Para fins de cruzamento de informações entre as unidades geomorfológicas e o uso e cobertura das terras, as classes de uso e cobertura foram agrupadas resultando em cinco classes: área urbana, área de usos agropecuários, formações campestres, formações florestais e solo exposto.

3.2.5 Delimitação das unidades da paisagem

Os polígonos de uso e cobertura da terra foram sobrepostos as unidades geomorfológicas. A partir desse procedimento foi composta uma matriz de síntese dos dados geográficos. A matriz de síntese serviu de base para a definição das unidades da paisagem do PMSA e sua ZA (**Tabela 02**). As unidades da paisagem são agrupamentos de lugares definidos a partir do agrupamento de atributos, segundo as orientações metodológicas de Martinelli e Pedrotti (2001).

Tabela 02 – Unidades da paisagem definidas a partir das unidades geomorfológicas e das classes de uso e cobertura das terras.

	Unidades geomorfológicas	Classes de uso e cobertura da terra	Área (km²)	% na unidade	% total
Unidades da Paisagem	Topo de Morro		1,15		0,75%
		Formações campestres	1,14	98,88%	0,75%
		Formações florestais	0,01	0,55%	0,00%
	Vertentes		11,47		7,55%
		Área de usos agropecuários	0,6	5,19%	0,39%
		Formações campestres	7,75	67,57%	5,10%
		Formações florestais	3,1	27,00%	2,04%
		Solo exposto	0,03	0,29%	0,02%
	Sopé		14,9		9,81%
		Área urbana	0,16	1,05%	0,10%
		Área de usos agropecuários	3,1	20,78%	2,04%
		Formações campestres	7,94	53,32%	5,23%
		Formações florestais	2,92	19,57%	1,92%
		Solo exposto	0,79	5,31%	0,52%
	Interflúvio		102,43		67,39%
		Área urbana	31,1	30,36%	20,46%
		Área de usos agropecuários	46,51	45,41%	30,60%
		Formações campestres	12,15	11,87%	8,00%
		Formações florestais	11,51	11,24%	7,57%
		Solo exposto	1,16	1,13%	0,76%
	Vale Fluvial		22,03		14,49%
		Área urbana	0,86	3,92%	0,57%
		Área de usos agropecuários	5,55	25,19%	3,65%
	Formações campestres	3,51	15,94%	2,31%	
	Formações florestais	11,85	53,78%	7,79%	
	Solo exposto	0,26	1,17%	0,17%	
	TOTAL		151,99		100,00%

Nota: Elaboração do autor.

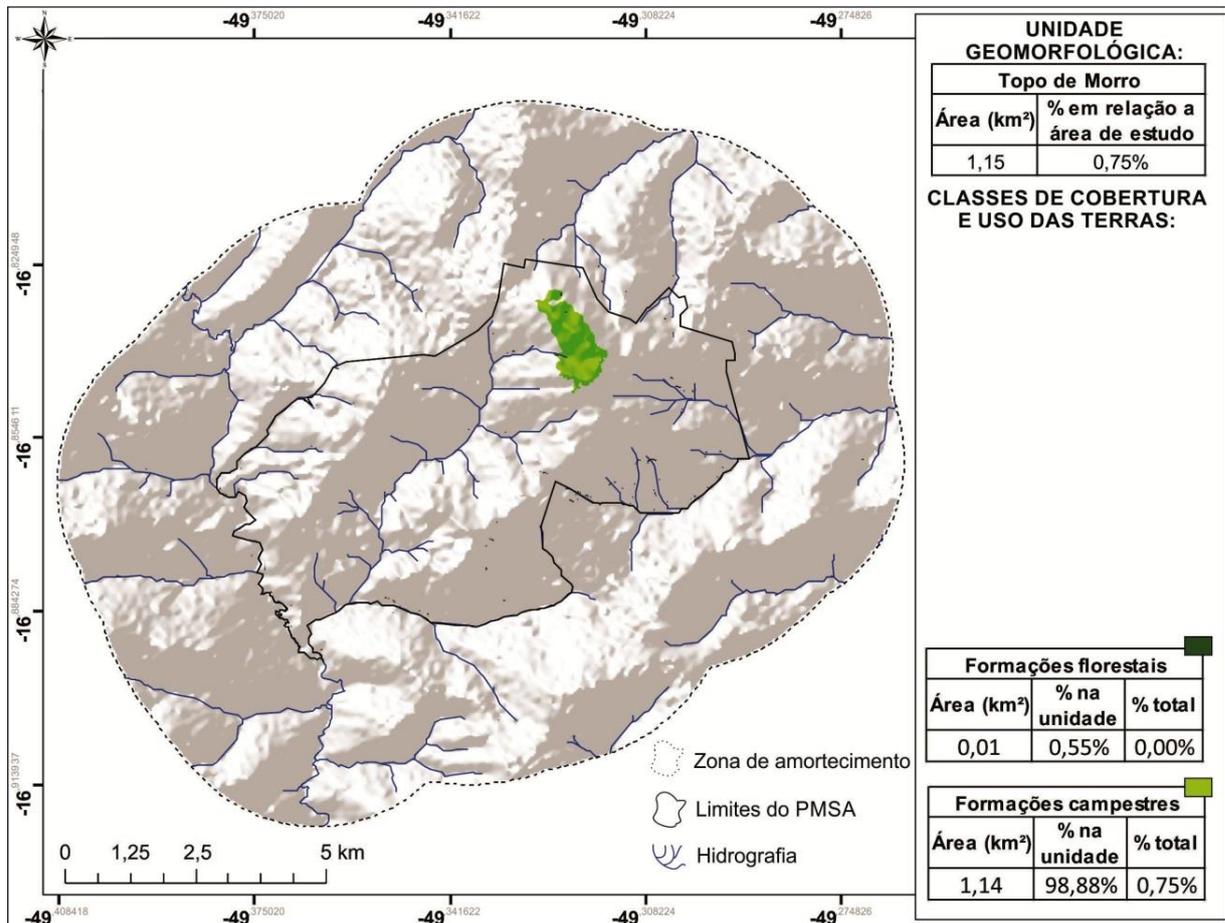
A partir da definição das unidades da paisagem, foram elaborados infográficos organizados com o mapa da unidade geomorfológica e suas classes de cobertura e uso da terra, acompanhados, em seguida, por uma caracterização ambiental.

3.3 Resultados e discussão

3.3.1 Topo de morro

Esta unidade (**Figura 10**) encontra-se totalmente dentro dos limites do PMSA e encontra-se em altitudes superiores a 950m e apresenta predomínio de classes de declividade de muito fraca a média. Encontra-se sobre rochas quartzíticas sendo marcada pela ocorrência de solos do tipo Neossolo Litólico Distrófico Psamítico. Nesta unidade as formas predominantes em termos de curvatura horizontal são convexas e, no que diz respeito à curvatura vertical divergentes. Esta unidade é quase totalmente coberta por vegetação nativa do tipo cerrado sentido restrito e os principais usos associados a essa área dizem respeito a atividades de trilhas que são realizadas tanto a pé, de bicicleta e por veículos ciclomotores. No período seco, é comum a ocorrência de queimadas.

Figura 10 – Infográfico com localização da unidade geomorfológica “topo de morro” e descrição da cobertura e usos da terra.

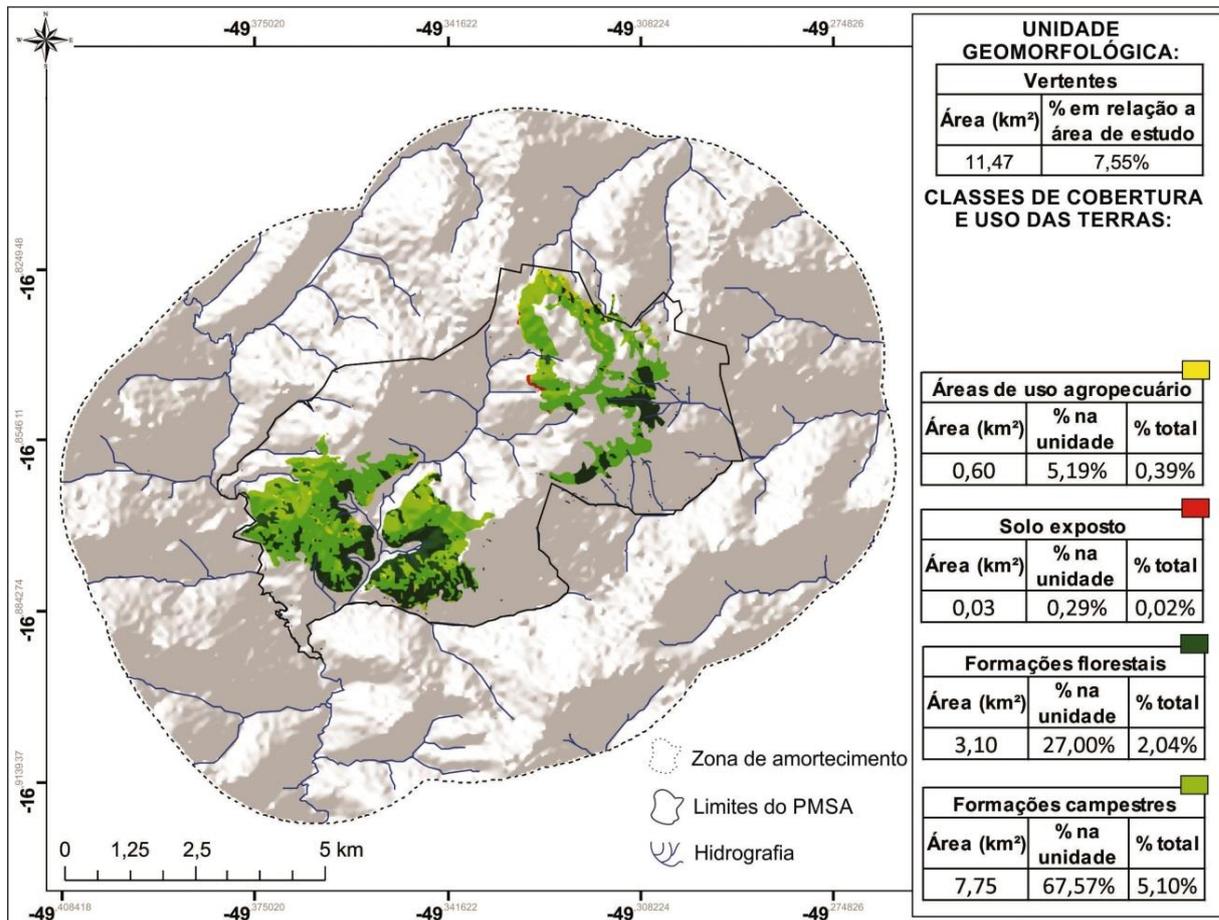


Nota: Elaboração do autor.

3.3.2 Vertentes

Esta unidade (**Figura 11**) encontra-se totalmente dentro dos limites do PMSA e entre altitudes superiores a 800m e inferiores a 950m. É a unidade da paisagem que apresenta as maiores declividades que foram classificadas em fortes ou muito fortes. Encontra-se sobre rochas quartzíticas sendo marcada pela ocorrência de solos do tipo Neossolo Litólico Distrófico Psamítico. Nesta unidade as formas apresentadas no que diz respeito à curvatura vertical são côncavas e convexas, com um leve predomínio das primeiras. No que diz respeito à curvatura horizontal as formas se dividem quase que igualmente entre convergentes e divergentes.

Figura 11 – Infográfico com localização da unidade geomorfológica “vertentes” e descrição da cobertura e usos da terra.



Nota: Elaboração do autor.

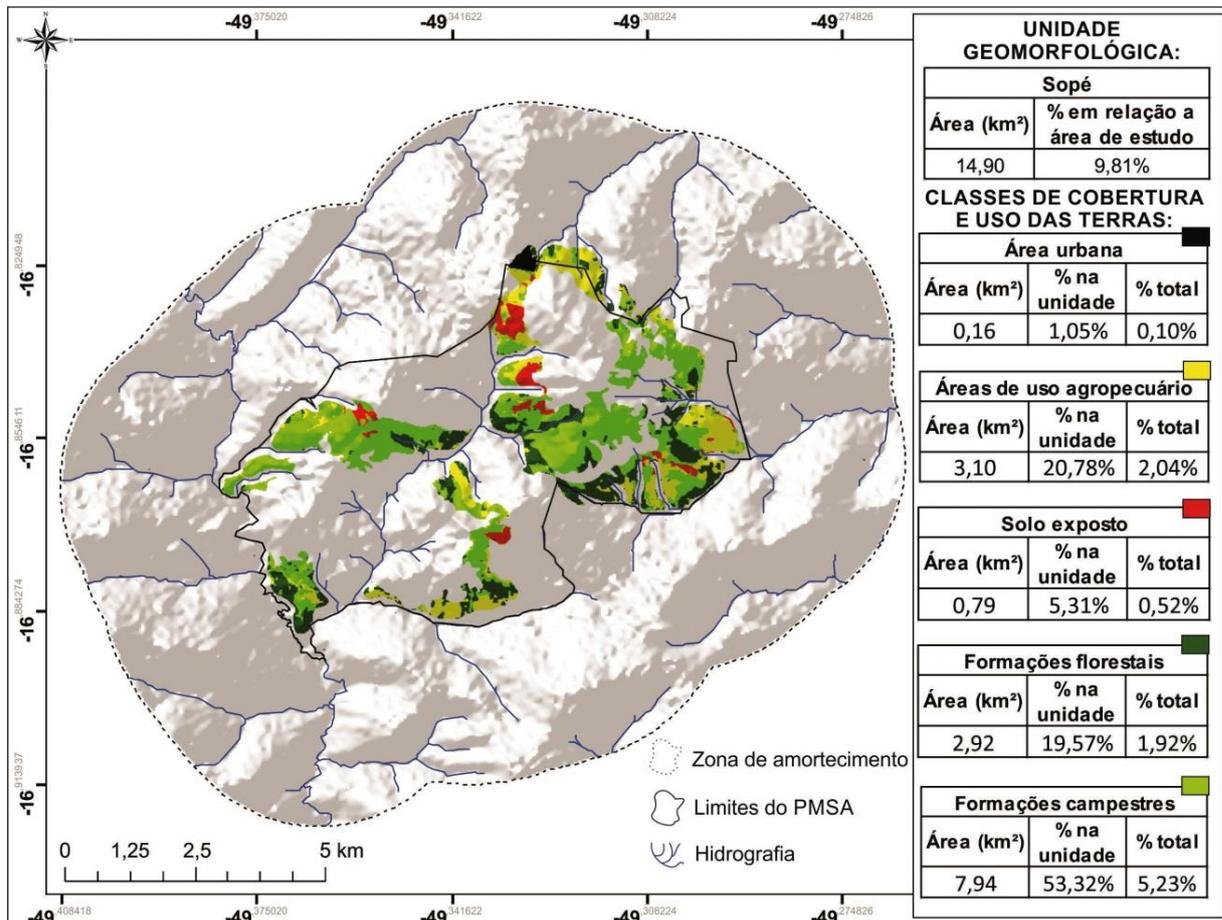
As vertentes são quase totalmente cobertas por vegetação nativa do tipo cerrado sentido restrito e, também, por formações florestais do tipo mata de galeria ou mata ciliar. A ocorrência de formações florestais nessa unidade da paisagem é resultado da existência de diversas cabeceiras de drenagem em suas áreas. Os principais usos associados a essa área dizem respeito a atividades de trilhas que são realizadas tanto a pé, de bicicleta e por veículos ciclomotores. No período seco, é comum a ocorrência de queimadas.

Em virtude das características altimétricas, de declividade, tipo de solo e usos associados, o principal problema identificado é o desencadeamento e intensificação de processos erosivos, principalmente, do tipo linear.

3.3.3 Sopé

Esta unidade (**Figura 12**) encontra-se predominantemente dentro dos limites do PMSA e entre altitudes superiores a 750m e inferiores a 950m. Esta unidade se caracteriza pela acumulação de materiais inconsolidados, rolados por meio da ação da gravidade, das unidades topo de morro e vertentes, formando depósitos de areia e cascalho no entorno de toda a base dos maciços quartzíticos. As classes de declividade predominantes são muito fraca, fraca e média. Encontra-se sobre rochas quartzíticas sendo marcada pelo predomínio de solos do tipo Neossolo Litólico Distrófico Psamítico, mas, também é possível identificar em menor extensão solos do tipo Neossolo Quartzarênico Distrófico e, associados a limites de vales fluviais, Cambissolo Háplico Distrófico. Nesta unidade as formas apresentadas no que diz respeito à curvatura vertical são côncavas, convexas e retilíneas. Quanto à curvatura horizontal as formas se dividem quase que igualmente entre convergentes e divergentes com leve predomínio das primeiras, essa unidade também apresenta uma porcentagem relativamente alta de formas planares.

Figura 12 – Infográfico com localização da unidade geomorfológica “sopé” e descrição da cobertura e usos da terra.



Nota: Elaboração do autor.

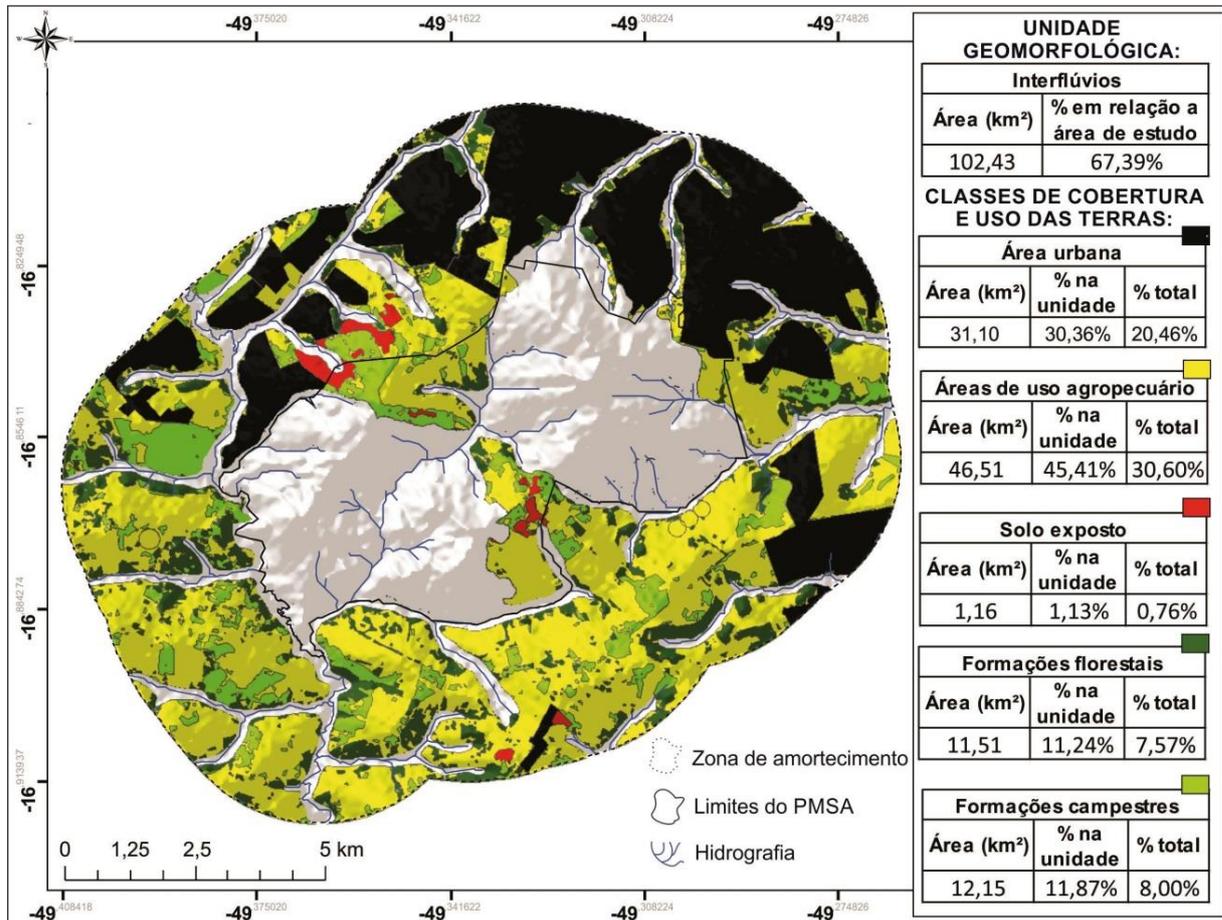
O sopé é predominantemente coberto por vegetação nativa do tipo cerrado sentido restrito, campo sujo e campo limpo e, também, por formações florestais do tipo mata de galeria ou mata ciliar. A ocorrência de formações florestais nessa unidade da paisagem é resultado da existência de cursos d'água em suas áreas. Os principais usos associados a essa área dizem respeito a atividades agropecuárias com predomínio da criação extensiva de bovinos, apesar de existirem práticas de cultura de eucalipto, cítricos e pequenas plantações de hortifrutas. No período seco, é comum a ocorrência de queimadas. Em virtude das características altimétricas, de declividade, tipo de solo e usos associados, o principal problema identificado é o desencadeamento e intensificação de processos erosivos, nessa unidade foram identificados tanto erosões lineares quanto erosões laminares. Da

intensificação dos processos erosivos e, também, das práticas agropecuárias se desdobra, respectivamente, o risco de assoreamento e contaminação dos recursos hídricos superficiais.

3.3.4 Interflúvios

São as unidades (**Figura 13**) mais representativas em termos de extensão na área de estudo. Encontram-se, sobretudo, na ZA do PMSA, predominantemente entre cotas altimétricas que vão de 780m até 850m. Apresentam declividades amenas classificadas como muito fraca e fraca característica que favorece a ocupação humana, tanto ligada a processos de expansão urbana quanto de desenvolvimento de atividades agropecuárias. Estão situados sobre formações geológicas do Grupo Araxá com ocorrência de calcixistos, metacalcário, e quartzitos. Os solos predominantes são do tipo Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico, mas, também ocorrem em proporções menores solos do tipo Plintossolo Pétrico e, associados a recursos hídricos, Gleissolos Háplicos e Organossolos Mésico. Nesta unidade as formas apresentadas no que diz respeito à curvatura vertical são predominantemente convexas. Quanto à curvatura horizontal ocorre a predominância de formas divergentes.

Figura 13 – Infográfico com localização da unidade geomorfológica “interflúvios” e descrição da cobertura e usos da terra.



Nota: Elaboração do autor.

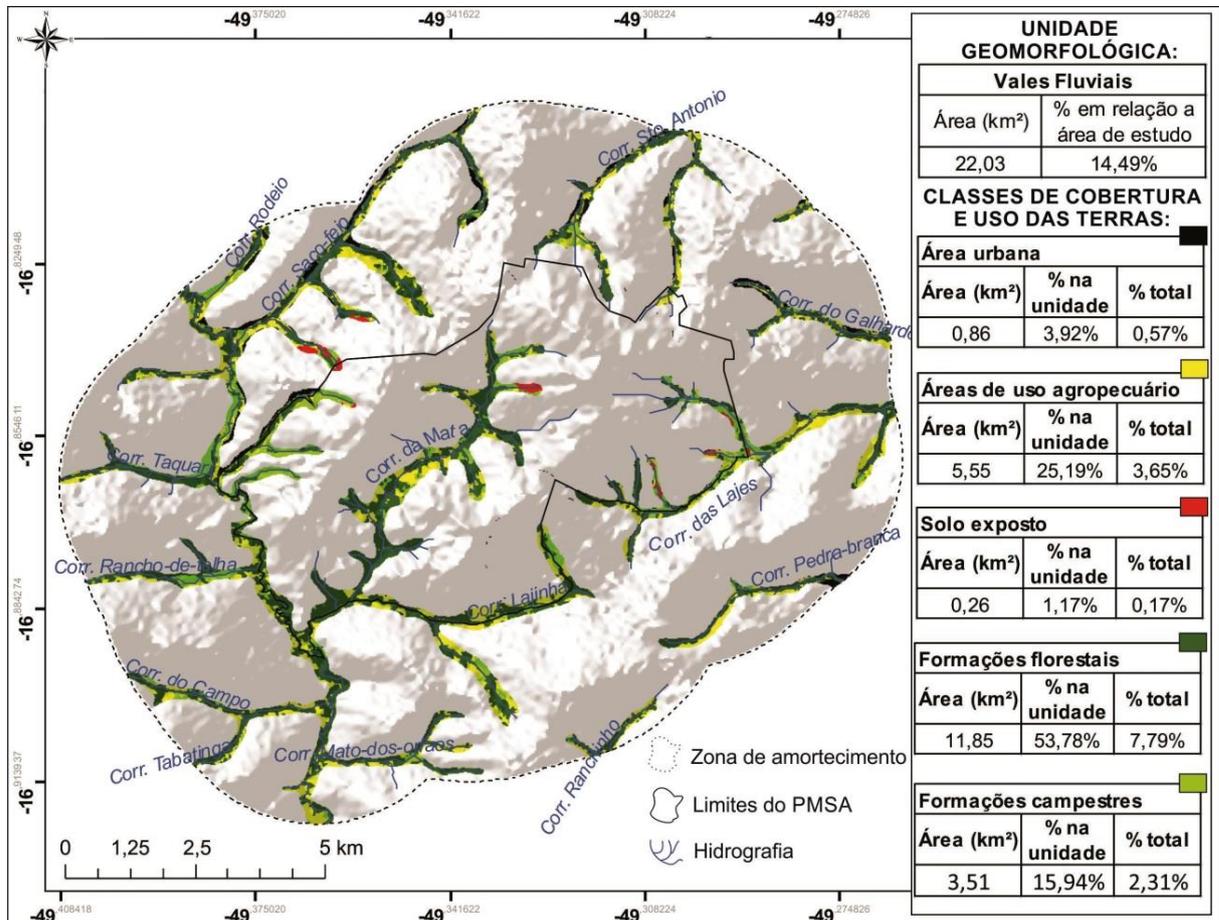
Os interflúvios são fortemente marcados por processos antrópicos. Mais de 45% de suas áreas estão destinadas a atividades agropecuárias e, mais de 30% são ocupadas pelo tecido urbano. Os principais impactos relacionados a essas unidades são o desmatamento, a contaminação dos recursos hídricos, aumento da demanda sobre os recursos hídricos e contaminação da atmosfera. Em virtude do desmatamento pode-se prever um impacto direto no meio biótico (fauna e flora) e, em virtude da expansão urbana, o impacto sobre os mananciais (em termos de disponibilidade) existentes no PMSA e, também, a contaminação dos recursos hídricos em virtude da produção de resíduos domésticos e de construção. Em virtude das atividades agropecuárias, os impactos estão ligados a processos de desmatamento, queimadas, produção de resíduos oriundos da utilização de defensivos agrícolas e contaminação hídrica por dejetos do rebanho bovino.

3.3.5 Vales fluviais

Os vales fluviais (**Figura 14**) se encontram em altitudes inferiores a 800m e possuem declividades muito fraca e fraca. Perpassam por diferentes formações geológicas com predomínio de micaxisto, quartzito e quartzito xisto. A associação do regime hídrico dos vales fluviais com as características específicas dos processos pedogenéticos na área de estudo resultou na ocorrência de Neossolos Flúvicos Eutróficos, Gleissolos Háplicos Distrófico e Organossolo Mésico. Nesta unidade as formas apresentadas quanto à curvatura vertical são predominantemente côncavas. Quanto à curvatura horizontal ocorre o predomínio das formas convergentes.

Mais de 53% de suas áreas são cobertas por formações florestais, principalmente do tipo mata ciliar e, secundariamente, por matas de galeria. Nos limites das formações florestais é comum a existência de formações campestres e, também, de áreas de pastagens. Em virtude do desmatamento pode-se prever um impacto direto no meio biótico (fauna e flora) e, em virtude da expansão urbana, o impacto sobre os mananciais (em termos de disponibilidade) existentes no PMSA e, também, a contaminação dos recursos hídricos em virtude da produção de resíduos domésticos e de construção. Em virtude das atividades agropecuárias, os impactos estão ligados a processos de desmatamento, queimadas, produção de resíduos oriundos da utilização de defensivos agrícolas e contaminação hídrica por dejetos do rebanho bovino.

Figura 14 – Infográfico com localização da unidade geomorfológica “vales fluviais” e descrição da cobertura e usos da terra.



Nota: Elaboração do autor.

3.4 Considerações finais

Os procedimentos adotados com base em Martinelli e Pedrotti (2001) demonstraram ser pertinentes para fins de mapeamento das unidades da paisagem e sua definição serviu como base para a análise ambiental. É perceptível o funcionamento integrado entre as unidades da paisagem. As unidades geomorfológicas topo de morro e vertentes, locais onde prevalecem as rochas quartzíticas, são unidades com predomínio de denudação do relevo. Ficou evidente, sobretudo nos trabalhos de campo, o processo de rolamento por ação gravitacional de material não consolidado dessas duas unidades geomorfológicas formando depósitos coluvionares de areia e cascalho e de formas residuais resultantes da decomposição dos quartzitos originando a unidade denominada de sopé.

As unidades topo de morro, vertentes e sopé fazem parte de um sistema denudacional de relevo de morro e de colinas caracterizada pela alta resistência ao intemperismo dos maciços quartizíticos que as formam no âmbito de uma extensa zona de erosão recuante que age aplainando o relevo. Nesse sentido, a menor resistência das formações sobre quartzito ao intemperismo explicam as diferenças entre essas unidades com os interflúvios e vales fluviais, caracterizando a Região do Planalto Rebaixado de Goiânia (JUNQUEIRA E CASTRO, 2006).

As unidades da paisagem da área de estudo e suas características de uso e cobertura são diretamente importantes para o sistema de drenagem de três bacias hidrográficas, a do Rio Dourados na região oeste, a do Córrego Lages e a do Córrego Santo Antônio, com destaque para as duas últimas. A bacia do Córrego Lages é importante na perspectiva do abastecimento de água tratada para parte da população de Aparecida de Goiânia e, a bacia do Córrego Sto. Antônio é responsável pela drenagem de cerca de 70% das áreas dentro dos limites de Aparecida de Goiânia. A análise dos dados ressalta a importância local da área de estudo e, também, para a RMG.

A utilização de dados de altimetria, declividade, curvas de nível, e curvatura horizontal e vertical foram extremamente importantes para a delimitação das unidades geomorfológicas e, conseqüentemente, para a definição das unidades da paisagem. A análise de dados de cobertura e uso das terras indica o processo de fragmentação da paisagem marcada pela forte expansão urbana que está substituindo gradativamente antigas áreas voltadas a produção agropecuária por novos loteamentos ainda não consolidados.

Percebe-se, também, que as características das unidades geomorfológicas (principalmente declividade) são decisivas para o desencadeamento de tipos específicos de processos de antropização. Esse fato é notável, por exemplo, nas unidades de interflúvios, nas quais as declividades mais baixas favorecem a expansão urbana e o desenvolvimento de atividades agropecuárias. As áreas com maiores índices de cobertura vegetal nativa seja florestal ou campestre são justamente as que apresentam as maiores declividades sendo de difícil ocupação.

As unidades da paisagem identificadas, por sua vez, apresentam processos antrópicos distintos que acarretam em impactos ambientais diferentes. É preocupante, em virtude da

possibilidade de contaminação dos recursos hídricos, a situação dos vales fluviais que apresentaram mais de 25% de suas áreas ocupadas por atividades agropecuárias.

Por fim, a análise das unidades morfoestruturais e morfoesculturais (**Quadro 05**), expressas pela identificação das unidades morfológicas, pelas formas de relevo e tipos de vertentes contribuíram para o entendimento do papel fundamental da geomorfologia nos estudo e análise ambiental da área de estudo, na medida em que revela aspectos relacionados ao funcionamento integrado das unidades da paisagem e de suas dinâmicas ambientais.

Quadro 05 – Síntese geomorfológica das unidades morfoestruturais e morfoesculturais.

UNIDADE MORFOESTRUTURAL	UNIDADE MORFOESCULTURAL	UNIDADES MORFOLÓGICAS	FORMAS DE RELEVO	TIPOS DE VERTENTES					
				Curvatura vertical	Área (km ²)	% na UDP	Curvatura horizontal	Área (km ²)	% na UDP
Faixa de dobramentos Uruaçu, sendo caracterizada por metassedimentos do Grupo Araxá tido como Proterozóico médio	Região do Planalto Rebaixado de Goiânia	Sistema denudacional - relevo de morros e colinas	Topo de morro	Muito côncavo	0,15	13,43%	Convergente	0,19	16,21%
				Côncavo	0,03	2,78%	Planar	0,02	1,92%
				Retilíneo	0,02	1,92%	Divergente	0,94	81,87%
				Convexo	0,06	5,35%			
				Muito Convexo	0,88	76,52%			
			Vertentes	Muito côncavo	4,10	35,74%	Convergente	5,24	45,72%
				Côncavo	1,14	9,98%	Planar	0,83	7,25%
				Retilíneo	0,83	7,25%	Divergente	5,39	47,03%
				Convexo	1,22	10,61%			
				Muito Convexo	4,18	36,42%			
			Sopé	Muito côncavo	3,23	21,65%	Convergente	6,46	43,35%
				Côncavo	3,23	21,70%	Planar	2,75	18,48%
				Retilíneo	2,75	18,48%	Divergente	5,69	38,18%
				Convexo	2,93	19,63%			
		Muito Convexo		2,76	18,54%				
		Sistema denudacional - SRA IIIA	Interflúvios	Muito côncavo	6,43	6,28%	Convergente	17,97	17,56%
				Côncavo	11,54	11,28%	Planar	28,80	28,16%
				Retilíneo	28,80	28,16%	Divergente	55,54	54,28%
				Convexo	39,86	38,96%			
				Muito Convexo	15,68	15,33%			
			Vales fluviais	Muito côncavo	17,96	81,54%	Convergente	20,47	92,97%
				Côncavo	2,52	11,43%	Planar	0,92	4,16%
				Retilíneo	0,92	4,16%	Divergente	0,63	2,87%
				Convexo	0,49	2,24%			
				Muito Convexo	0,14	0,63%			

Nota: Elaboração do autor.

4. CAPÍTULO 3 – PRESSÃO HUMANA E RESPOSTA AMBIENTAL

Elaboração de Indicadores de Pressão sobre os Recursos Naturais do PMSA e ZA para Avaliação da Qualidade Ambiental

4.1 Introdução

As diversas atividades humanas sejam em ambientes urbanos ou rurais, devido à geração e disposição inadequada de resíduos, provocam diversos impactos sobre os estoques e a qualidade dos recursos hídricos. No Brasil, apesar de estar em uma situação relativamente confortável no que diz respeito à disponibilidade hídrica em relação a outros países, existem sérios entraves regionais no que diz respeito ao acesso a água. Esse cenário coexiste com um outro em que garantir o abastecimento das regiões metropolitanas tem se tornado um desafio cada vez maior mediante o aumento crescente dos contingentes populacionais urbanos.

A sustentabilidade do meio urbano pode ser pensada a partir da magnitude dos impactos que as cidades causam sobre os recursos naturais, sejam terrestres, aquáticos, atmosféricos ou, ainda, na biosfera (MOTA, 2011). Na teoria, um planejamento eficaz do território aliado a boa gestão de seus recursos naturais seria suficiente para evitar ou mitigar esses impactos. Na prática, disputas políticas e econômicas que se desdobram em diferentes escalas de poder, comprometem o uso sustentável do território, comprometendo a disponibilidade e a qualidade de seus recursos naturais.

O objetivo desse capítulo foi realizar uma análise sobre a pressão que a expansão urbana tem causado sobre os recursos naturais do PMSA e sua ZA. Para tal, foram analisados dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios – PNAD realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE no ano de 2011, que foram sintetizados em índices e indicadores ambientais. A análise integrada desses dados, somadas as unidades da paisagem (Capítulo 2), permitiram o cruzamento de informações do meio físico (geomorfologia), biótico (vegetação) e social (densidade populacional e características de domicílios), resultando em um índice síntese denominado neste trabalho como índice de qualidade ambiental.

O índice de qualidade ambiental foi espacializado na forma do Mapa de Qualidade Ambiental o que permitiu a identificação de diferentes tipos e níveis de alteração da paisagem e do quadro ambiental da área de estudo como um todo. Foi possível a identificação de diversos impactos ambientais relacionados tanto ao processo de urbanização quanto a existência de práticas agropecuárias. Contudo, ficou evidente que a área passa por um processo de refuncionalização sendo, no atual momento, fronteira da expansão urbana. Esse fato não pode ser desconsiderado na elaboração de políticas e no processo de planejamento

dos recursos naturais. Essas alterações identificadas no quadro ambiental da área de estudo foram interpretadas como uma “Resposta” as pressões sofridas.

4.2 Materiais e método

4.2.1 Variáveis analisadas

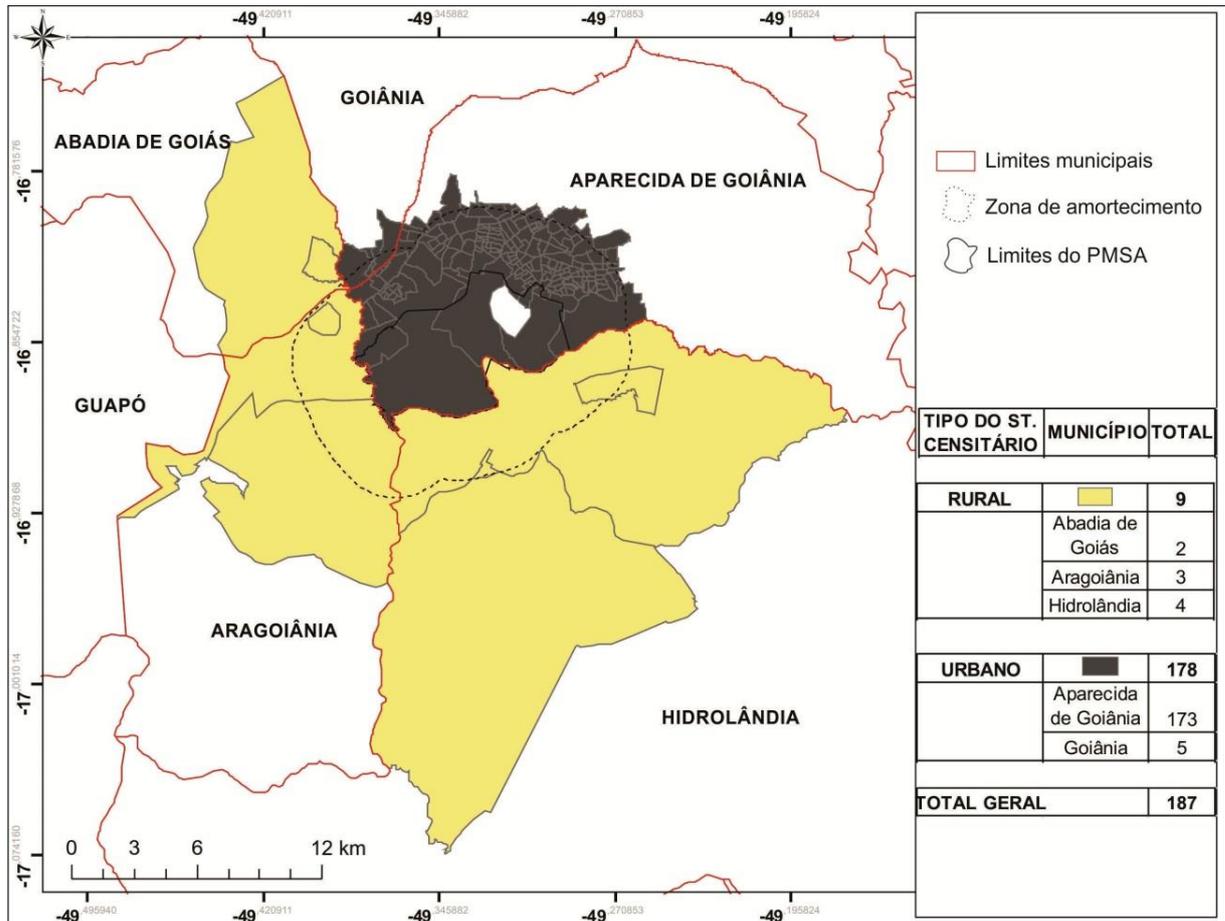
As variáveis utilizadas foram:

- número de moradores por setor censitário;
- número de domicílios por setor censitário;
- número de domicílios com abastecimento de água da rede geral por setor censitário;
- número de domicílios com esgotamento sanitário via rede geral de esgoto ou pluvial por setor censitário;
- número de domicílios com coleta de lixo por setor censitário.

Como suporte para elaboração dos produtos cartográficos apresentados, foram utilizados arquivos vetoriais no formato *shapefile* disponibilizados pela Prefeitura Municipal de Aparecida de Goiânia na forma de banco de dados espaciais, denominado de Mapa Urbano Básico Digital de Aparecida de Goiânia – MUBDAP, assim como, a base cartográfica dos setores censitários disponibilizada pelo IBGE (2011). O setor censitário é a menor unidade territorial, formada por área contínua, contida em área urbana ou rural com dimensões adequadas à operação de pesquisas cujas amostragens tendem a abarcar a totalidade do Território Nacional (IBGE, 2011). Pensar em nível de setor censitário implica considerar unidades espaciais que podem ser menores que o bairro. Dessa forma, um bairro pode conter diversos setores censitários.

Os dados das variáveis consideradas foram compatibilizados e integrados a base cartográfica das unidades geomorfológicas (Capítulo 2). Na primeira etapa foram selecionados todos os setores censitários contidos total ou parcialmente na área e estudo (**Figura 15**).

Figura 15 – Setores censitários selecionados na primeira etapa da análise.



Nota: Elaboração do autor.

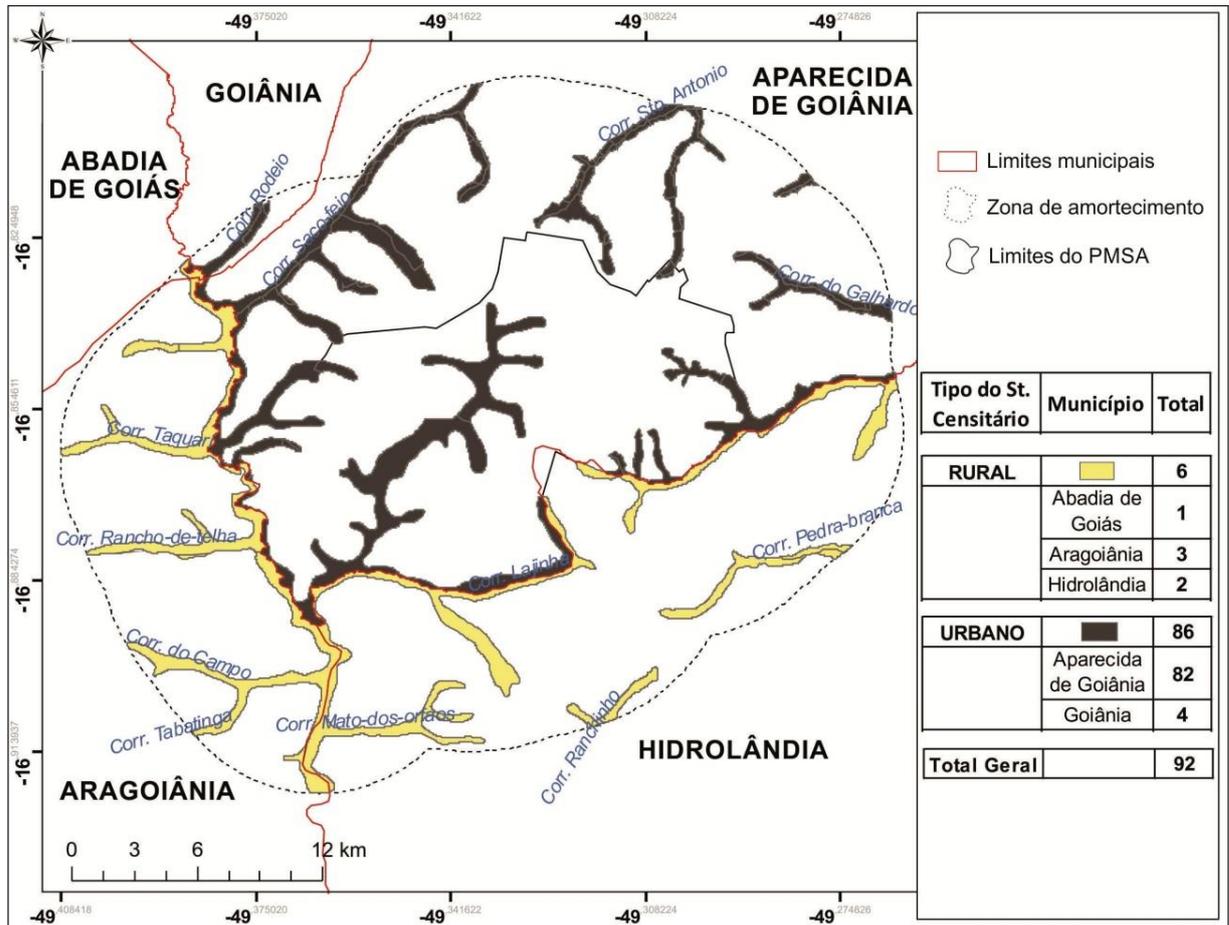
Foram individualizados nessa primeira seleção 187 setores censitários abarcando áreas dos municípios de Aparecida de Goiânia, Goiânia, Abadia de Goiás, Aragoiânia e Hidrolândia, sendo 09 setores classificados como rurais e 178 classificados como urbanos (IBGE, 2011).

Os valores dos dados dos setores censitários contidos parcialmente na área de estudo foram considerados em porcentagem proporcional. Dessa forma, por exemplo, um setor censitário que tenha 100 domicílios e tenha ficado com 60% de sua área dentro dos limites da área de estudo teve considerado 60 domicílios para as análises. Os setores censitários que tiveram menos de um por cento (1%) de suas áreas dentro dos limites da área de estudo foram desconsiderados para análise.

O próximo passo foi compatibilizar os dados a base cartográfica das unidades geomorfológicas. Para realizar essa etapa foram realizados mapeamentos e trabalhos de campo a partir dos quais foi possível identificar que não existem domicílios nas unidades geomorfológicas “topo de morro”, “vertentes” e “sopé”. Os dados dos setores censitários que abarcaram essas unidades foram vinculados às unidades imediatamente vizinhas identificadas como “interflúvios” e “vales fluviais”, que são, na realidade verificada *in loco*, as unidades onde existem habitações.

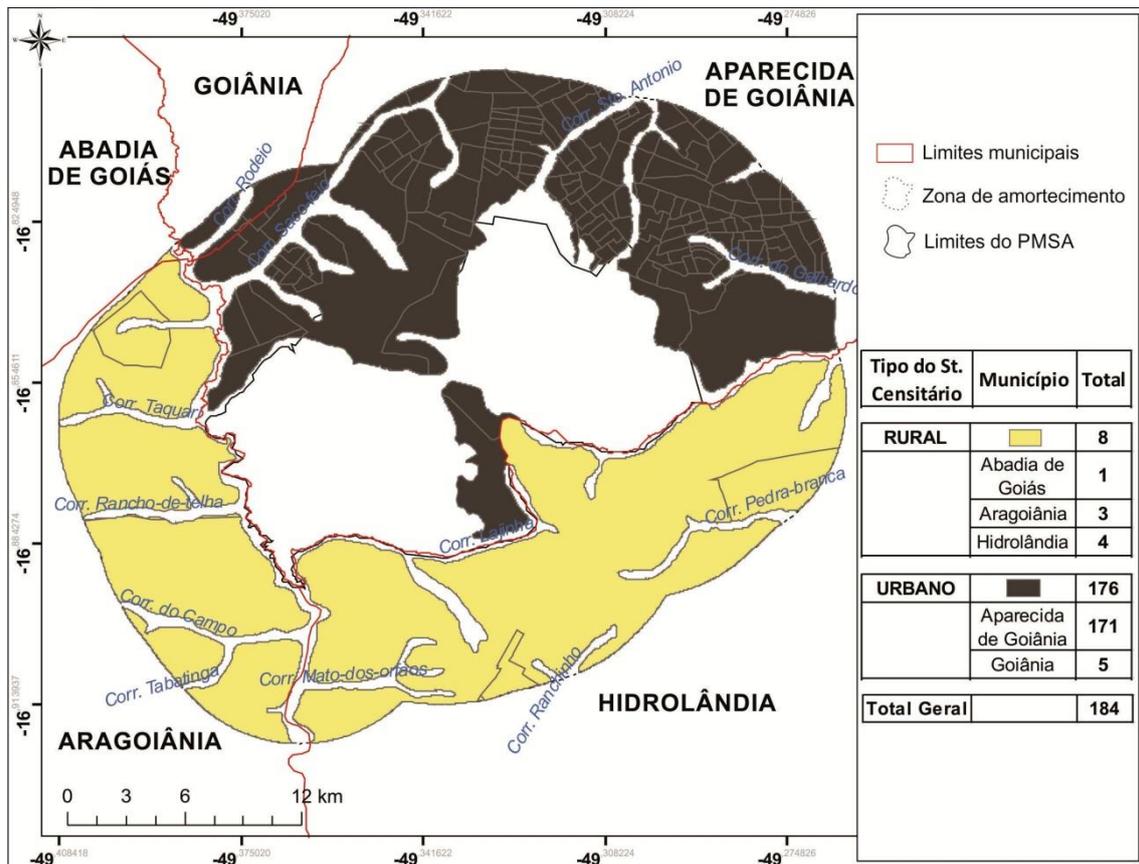
A partir dos critérios descritos, definiu-se como universo da análise 92 polígonos que foram obtidos pela divisão dos setores censitários a partir das unidades geomorfológicas “vales fluviais” dos municípios de Abadia de Goiás, Aragoiânia, Hidrolândia, Goiânia e Aparecida de Goiânia, sendo, segundo classificação do IBGE (2011), 6 rurais e 86 urbanos (**Figura 16**); e nas unidades geomorfológicas “interflúvios” foram trabalhados dados de 184 polígonos que foram obtidos pela divisão dos setores censitários dos municípios de Abadia de Goiás, Aragoiânia, Hidrolândia, Aparecida de Goiânia e Goiânia, sendo, segundo classificação do IBGE (2011), 8 rurais e 176 urbanos (**Figura 17**).

Figura 16 – Tipo do setor censitário (rural ou urbano) em vales fluviais.



Nota: Elaboração do autor.

Figura 17 - Tipo do setor censitário (rural ou urbano) em interflúvios.



Nota: Elaboração do autor.

4.2.2 Indicadores ambientais

A próxima etapa consistiu em espacializar e analisar os dados das variáveis para realizar o cruzamento de informações e elaboração de sínteses expressas por meio de indicadores e índices de informação ambiental. Indicadores são instrumentos de gestão ambiental, que se inserem em atividades de monitoramento, estudo e avaliação e, também, de normatização de atividades por meio da definição de parâmetros físicos, químicos e biológicos de determinadas dimensões do ambiente e de seus recursos e suas várias interfaces. Por gestão ambiental entende-se o conjunto de princípios, estratégias e diretrizes de ações e procedimentos para proteger a integridade dos meios físicos e biótico, bem como dos grupos sociais que deles dependem. Inclui o monitoramento e o controle de elementos essenciais para manutenção da qualidade de vida (MAGALHÃES JÚNIOR, 2007).

Um aspecto importante dos indicadores é que são constituídos por processos de integração-agregação, síntese e simplificação de informações quantitativas que podem ser

utilizadas para monitoramento de uma situação pontual ou evolutiva. Os indicadores começaram a ganhar importância a partir de 1947 quando o Produto Interno Bruto – PIB começou a ser utilizado como indicador de progresso econômico, contudo, foi no decorrer das décadas de 1960 e 1970 que diversos indicadores sociais começaram a ser valorizados com meta de combater a ênfase econômica e valorizar ideias de equidade social e fortalecimento da sociedade civil (MAGALHÃES JÚNIOR, 2007).

Os indicadores ambientais são de usos mais recentes iniciados por volta de 1990 buscando avaliar e comparar a conformidade dos modelos de desenvolvimento em relação a padrões de sustentabilidade em diferentes escalas de análise e avaliação. Os indicadores ambientais podem ser entendidos como a “medida de um fenômeno ambientalmente relevante usada para descrever ou avaliar condições ou mudanças ambientais ou para estabelecer objetivos ambientais” (HEINK E KOWARIK, 2010; apud, SÁNCHEZ, 2013).

A partir da compatibilização dos dados dos setores censitários e das unidades geomorfológicas foram elaborados quatro índices que expressam níveis de pressão antrópica sobre os recursos naturais da área de estudo, sendo eles:

Ind. 01 – densidade populacional (resultado absoluto)

$$\frac{n^{\circ} \text{ de habitantes}}{\text{área st. censitário na unidade da paisagem (km}^2\text{)}}$$

Ind. 02 – índice de domicílios atendidos com rede de esgoto por setor censitário (resultado relativo %)

$$\frac{n^{\circ} \text{ domicílios atendidos com rede de esgoto no st. censitário}}{n^{\circ} \text{ total de domicílios no st. censitário}}$$

Ind. 03 – índice de domicílios atendidos com água tratada por setor censitário (resultado relativo %)

$$\frac{n^{\circ} \text{ de domicílios atendidos com água tratada no st. censitário}}{n^{\circ} \text{ total de domicílios no st. censitário}}$$

Ind. 04 – índice de domicílios atendidos com coleta de lixo por setor censitário (resultado relativo %)

$$\frac{n^{\circ} \text{ de domicílios atendidos com coleta de lixo no st. censitário}}{n^{\circ} \text{ total de domicílios no st. censitário}}$$

Os quatro índices descritos foram ainda agrupados para sintetizar um índice final de qualidade ambiental dentro de cada unidade geomorfológica mediante sua situação e relação intrínseca com cada setor censitário. A qualidade ambiental foi medida a partir da seguinte relação entre os índices anteriores:

- quanto maior a densidade populacional, maior a pressão sobre recursos naturais e pior a qualidade ambiental;
- quanto maior o número de domicílios atendidos com rede de esgoto melhor a qualidade ambiental;
- quanto maior o número de domicílios atendidos com água tratada pior a qualidade ambiental;
- quanto maior o número de domicílios atendidos com coleta de lixo melhor a qualidade ambiental;

A partir do mapeamento de cobertura e uso das terras (Capítulo 2) considerou-se o índice de cobertura vegetal – **Ind.05** – para medição da qualidade ambiental. A relação a ser considerada é a seguinte: quanto maior o índice de vegetação melhor a qualidade ambiental. A qualidade ambiental é entendida enquanto uma resposta as pressões antrópicas desenvolvidas na área e expressa, por meio dos dados e análises sobre as variáveis consideradas, interfaces da relação entre a ocupação humana da área de estudo e os recursos naturais. Pode-se ter uma visão geral sobre os índices elaborados, os cálculos realizados e a relação entre os índices e a qualidade ambiental e o peso atribuído para o índice para o cálculo da qualidade ambiental a partir do **Quadro 06** abaixo:

Quadro 06 – Informações sobre os índices utilizados e os cálculos realizados.

ÍNDICE	DIMENSÃO	CÁLCULO DO ÍNDICE	ANÁLISE DA RELAÇÃO ENTRE OS ÍNDICES E OS RECURSOS NATURAIS	PESO
IND 1	Pressão sobre estoque e qualidade dos recursos naturais	Nº de habitantes dividido pela área do St. Censitário em km ²	quanto maior a densidade populacional, maior a demanda sobre estoques de recursos naturais e, maiores as possibilidades de contaminação hídrica	3
IND 2	Pressão sobre estoque e qualidade dos recursos naturais	Nº de domicílios atendidos com rede de esgoto dividido pelo nº total de domicílios do St. Censitário	quanto maior o número de domicílios atendidos com esgotamento sanitário, menor possibilidade de contaminação dos recursos hídricos	2
IND 3	Pressão sobre estoque e qualidade dos recursos naturais	Nº de domicílios atendidos com água tratada dividido pelo nº total de domicílios do St. Censitário	quanto maior o número de domicílios atendidos com água tratada, maior a demanda sobre estoques de recursos hídricos	1
IND 4	Pressão sobre estoque e qualidade dos recursos naturais	Nº de domicílios atendidos com coleta de lixo dividido pelo nº total de domicílios do St. Censitário	quanto maior o número de domicílios atendidos por serviços de coleta de lixo com destinação correta em aterros sanitários, menor a possibilidade de contaminação dos recursos naturais	1
IND 5	Pressão sobre estoque e qualidade dos recursos naturais	Porcentagem da área da unidade geomorfológica coberta por formações florestais e campestres	quanto maior a área coberta por vegetação maior o estoque e a qualidade de recursos hídricos	3
QLD	Resposta em função das pressões	$(\text{ind } 2*2 + \text{ind } 4*1 + \text{ind } 5*3) - (\text{ind } 1*3 + \text{ind } 3*1)$		

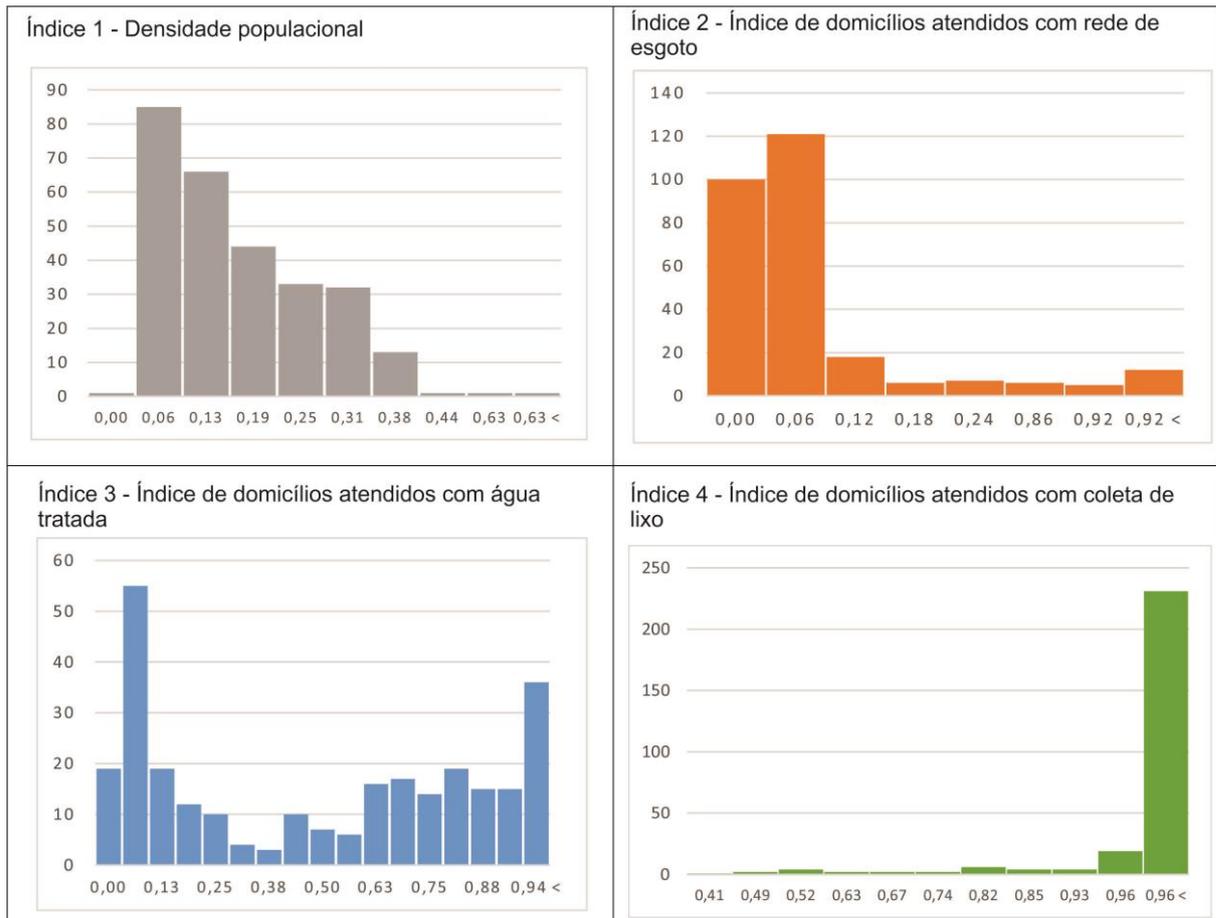
Nota: Elaboração do autor.

A escolha dos indicadores se deu com base na disponibilidade de dados e, também, no trabalho de Magalhães Júnior (2007) o qual estabelece, por meio da aplicação da metodologia *Delphi* e consulta a especialistas, uma listagem de indicadores mais adequados a análise ambiental com foco para os recursos hídricos. Os pesos atribuídos a cada índice se fundamentam no grau de importância designado pelos especialistas.

4.2.3 Análise dos dados

Para cada índice foi elaborado um histograma para a realização da análise da frequência de distribuição dos valores em cada amostra (**Figura 18**).

Figura 18 – Histogramas: distribuição dos valores de cada índice.



Nota: Elaboração do autor.

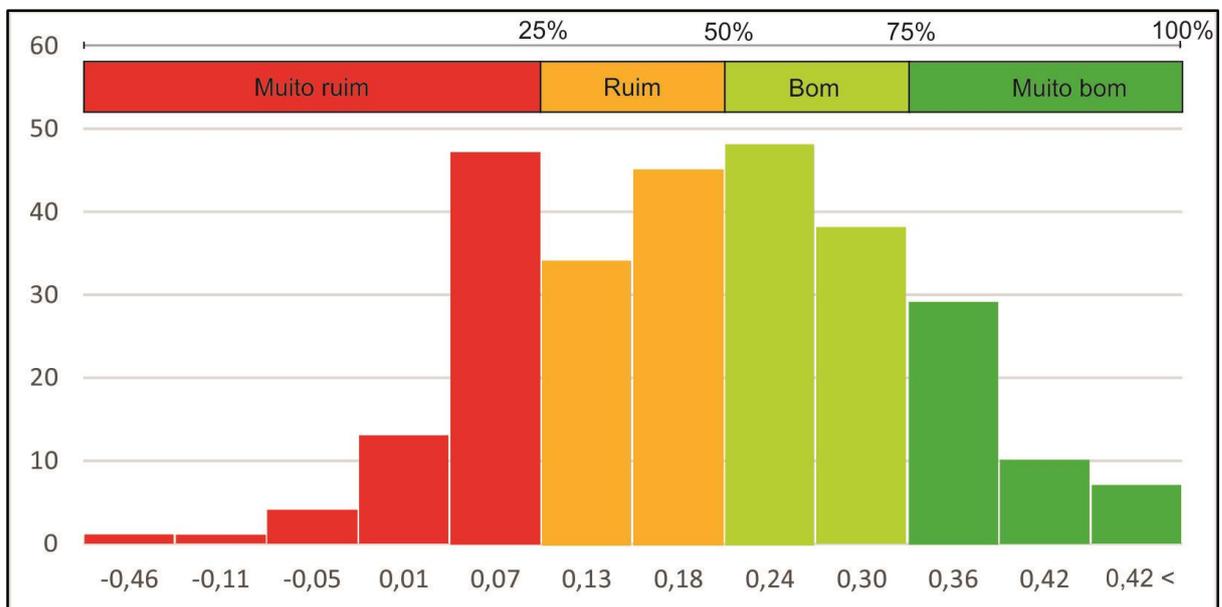
Para o cálculo da qualidade ambiental os valores dos índices foram convertidos em um número entre 0 e 1. Os resultados do cálculo da qualidade ambiental por unidade geomorfológica a partir dos setores censitários compatibilizados, ficaram entre -0,46 e 0,48. Os valores mais baixos e negativos indicam os piores cenários da qualidade ambiental e, na outra ponta, valores mais altos indicam as melhores situações ambientais. No Apêndice A, ao final do trabalho, encontra-se a tabela de apresentação dos dados. A composição da legenda

do mapa de qualidade ambiental teve como referência os valores *percentis* da amostra. Dessa forma, a legenda foi composta a partir dos seguintes critérios:

- os valores localizados até o *percentil 25* foram classificados como “Muito ruim”;
- os valores localizados entre o *percentil 25* e o *percentil 50* foram classificados como “Ruim”;
- os valores localizados entre o *percentil 50* e o *percentil 75* foram classificados como “Bom”;
- os valores localizados após o *percentil 75* foram classificados como “Muito bom”.

A figura abaixo (**Figura 19**) ilustra a frequência dos valores do índice de qualidade ambiental calculados para área de estudo:

Figura 19 – Histograma base utilizado para composição da legenda do mapa de qualidade ambiental.



Nota: Elaboração do autor.

Mediante os procedimentos chegou-se ao mapa de qualidade ambiental. O próximo passo consistiu em realizar algumas análises sobre os resultados obtidos por meio do cruzamento com informações levantadas a partir dos trabalhos de campo.

4.3 Resultados e discussão

A fim de subsidiar as análises gerais dos valores das variáveis consideradas, gerou-se um resumo estatístico (**Tabela 03**):

Tabela 03 – Resumo estatístico dos valores das variáveis analisadas.

	IND1 (Hab./km²)	IND2 %	IND3 %	IND4 %	QUALIDADE AMBIENTAL
Média	4.307,05	0,10	0,46	0,96	0,17
Mediana	3.476,31	0,01	0,50	1,00	0,18
Desvio padrão	3.709,89	0,25	0,37	0,10	0,13
Variância	13.763.267,38	0,06	0,13	0,01	0,02
Mínimo	1,83	0,00	0,00	0,41	-0,46
Máximo	32.116,79	0,98	1,00	1,00	0,48
Soma	1.193.053,83	28,36	126,74	266,77	48,08
Contagem	277	277	277	277	277

Nota: Elaboração do autor.

A densidade populacional (**Ind01**) apresentou uma média pouco superior a quatro mil e trezentos habitantes por km². Contudo, a distribuição da população não é uniforme e as grandes densidades populacionais que chegam até a mais de trinta e dois mil habitantes por km² se concentram principalmente na porção norte da área de estudo. As áreas localizadas nas porções oeste e sul do entorno do PMSA correspondem a áreas rurais ou, urbanas não consolidadas, apresentando, portanto, as menores densidade populacionais.

Em relação ao índice de domicílios atendidos com rede de esgoto (**Ind02**), dos 277 setores censitários analisados somente 24 possuem mais de 50% dos domicílios atendidos com rede de esgoto. A média de domicílios atendidos com rede de esgoto nos setores censitários é de pouco mais de 10%. Os domicílios que não possuem ligação com a rede de coleta de esgoto, utilizam predominantemente fossas rudimentares como alternativa ou, ainda, em um número menos representativo, o lançamento direto (*in natura*) em cursos d'água próximos as residências. A contaminação dos recursos hídricos, então, se dá tanto nas águas superficiais quanto nas águas subterrâneas. A porção norte da área de estudo é a que apresentou o pior desempenho em termos de qualidade ambiental em relação ao **Ind02**.

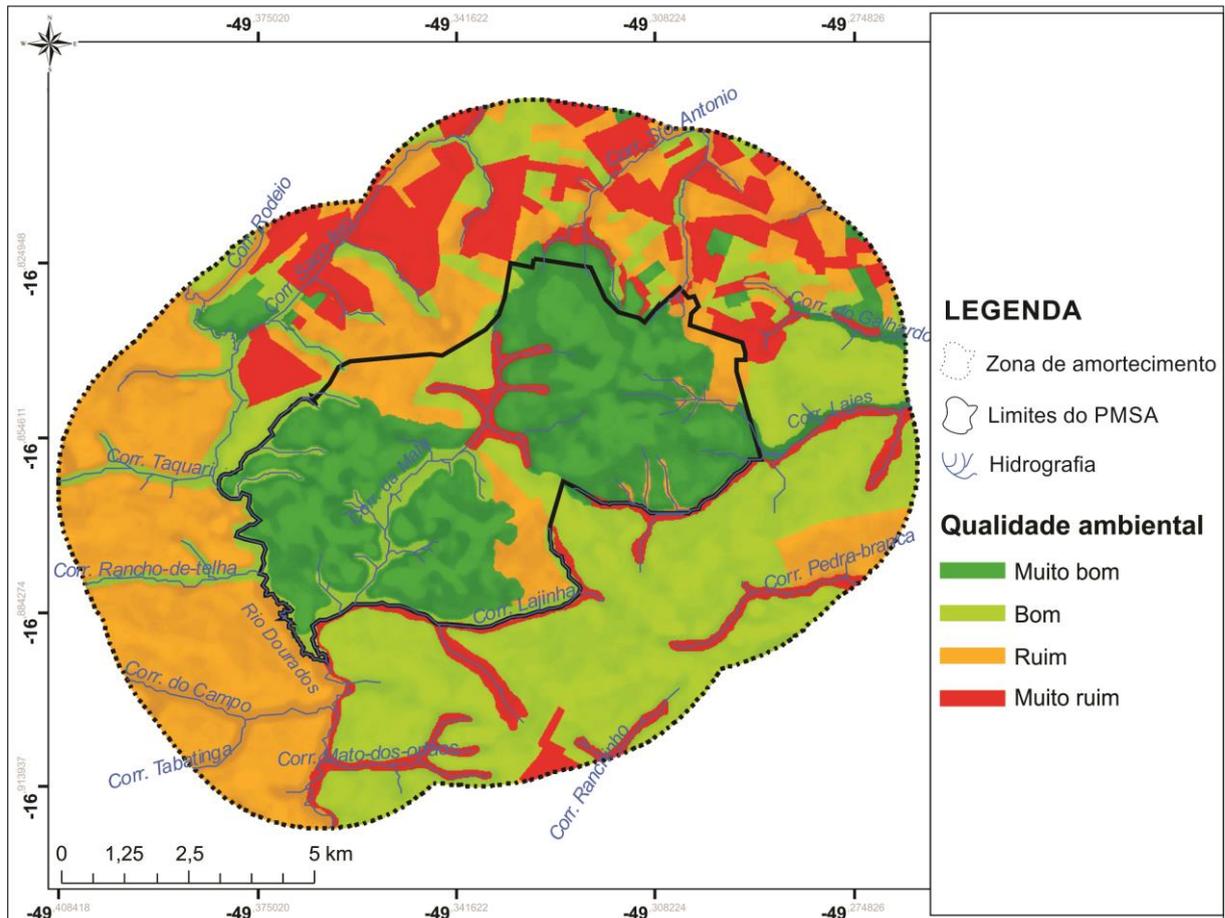
O índice de domicílios atendidos com água tratada (**Ind03**) apresenta uma distribuição de seus valores um pouco mais simétrica. A média de domicílios atendidos com água tratada por setor censitário da área de estudo é de 45%. Contudo, 89 dos 277 setores censitários considerados, possuem um índice de domicílios atendidos com água tratada menor do que 10%. Os domicílios não atendidos com água tratada utilizam como alternativas, predominantemente, cisternas e poços tubulares e, minoritariamente, a captação de água diretamente de cursos superficiais e, também, de poços profundos. A utilização de água de cisternas e de cursos d'água superficiais sem tratamento adequado, associado ao cenário de baixos índices de domicílios atendidos com rede de esgoto e a utilização disseminada de fossas rudimentares na área de estudo, constitui um quadro de grande risco a saúde humana de forma geral.

O índice que apresentou valores mais favoráveis a qualidade ambiental da área de estudo de forma geral foi o de domicílios atendidos com coleta de lixo (**Ind04**). Dos 277 setores censitários analisados apenas 24 apresentam índices menores do que 80% de domicílios sem coleta de lixo e, ainda, 146 setores censitários possuem 100% dos domicílios atendidos com coleta de lixo.

Por um lado, a expansão urbana avança, os adensamentos humanos vão se consolidando e gradativamente a demanda por recursos hídricos aumenta. Na outra ponta do problema, não existe infraestrutura adequada para o abastecimento de água da população e, muito menos infraestrutura de coleta de esgoto. O resultado é evidente: impactos negativos sobre a quantidade e a qualidade dos recursos hídricos disponíveis, o que acaba por impactar na qualidade ambiental de forma geral.

A análise geral do mapa de qualidade ambiental (**Figura 20**) permite identificar quatro regiões distintas entre si e que, internamente, possuem características bem homogêneas. Na Zona de Amortecimento identificou-se três regiões de entorno: a **Região Norte**, **Região Oeste** e **Região Sul**. O **PMSA** em si constitui a quarta região que foi subdividida neste trabalho em mais três regiões: a **serra** propriamente dita que compreende o sopé, as vertentes e o topo de morro; os **interflúvios** da parte central do parque e o **vale fluvial** do Córrego da Mata.

Figura 20 –Mapa de qualidade ambiental.



Nota: Elaboração do autor.

4.3.1 A zona de amortecimento do PMSA

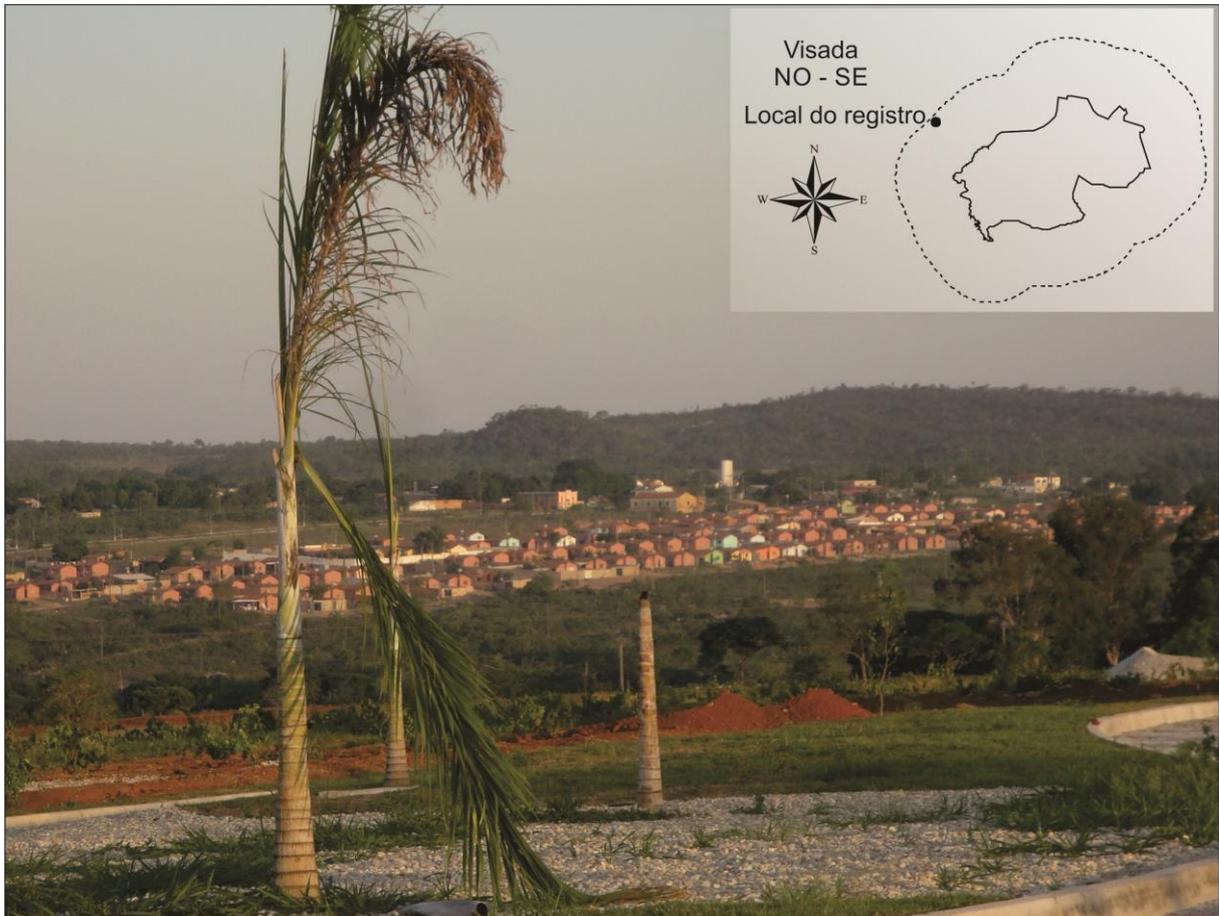
A **Região Norte** se estende entre os vales fluviais do Córrego Rodeio e Córrego Saco Feio, ocupando grande parte dos interflúvios que se formam até os vales dos Córregos Sto. Antônio e Galhardo. Essa região é formada por bairros periféricos de Goiânia e Aparecida de Goiânia sendo a mais urbanizada da área de estudo. Fazem parte da região bairros como Madre Germana 1 e 2, Independência Mansões, Tiradentes, Parque das Nações, Vila Izaura, Cidade Livre, Colina Azul e Virgínia Park. Os adensamentos populacionais são bem diferenciados na região. Os bairros mais adensados são o Madre Germana 1, Tiradentes, Independência Mansões, Colina Azul e Cidade Livre, que apresentam uma densidade populacional superior a 8.000 moradores por km².

O processo que se pode verificar de forma bem evidente, por meio das análises e dos trabalhos de campo, é a expansão urbana que vem ocorrendo no sentido norte-sul da área de

estudo, tendo já se intensificado na parte norte. O fato é que a intensificação da expansão urbana e os adensamentos humanos que produz, não são acompanhados de planejamento adequado e de infraestrutura sanitária básica, o que se traduz na realidade concreta observada na paisagem, em diversos problemas ambientais. É o que as análises dos índices elaborados apontam.

A **Região Oeste** se localiza no extremo oeste da área de estudo e se estende no sentido norte-sul desde a foz do Córrego Rodeio com o Rio Dourados até o interflúvio formado entre os Córregos Tabatinga e Mato-dos-órfãos. Essa região é marcada em sua porção norte por ser uma frente da expansão urbana. Diversos novos loteamentos são identificados nesta área como o condomínio Cidade das Praças (**Figura 21**) e que gradativamente vão substituindo áreas destinadas a práticas agropecuárias em um passado bem próximo.

Figura 21 –Fotografia do condomínio Cidade das Praças retirada a partir da GO-040 em trecho do município de Aragoiânia.



Fonte: O autor. Data do registro: 27/10/2012.

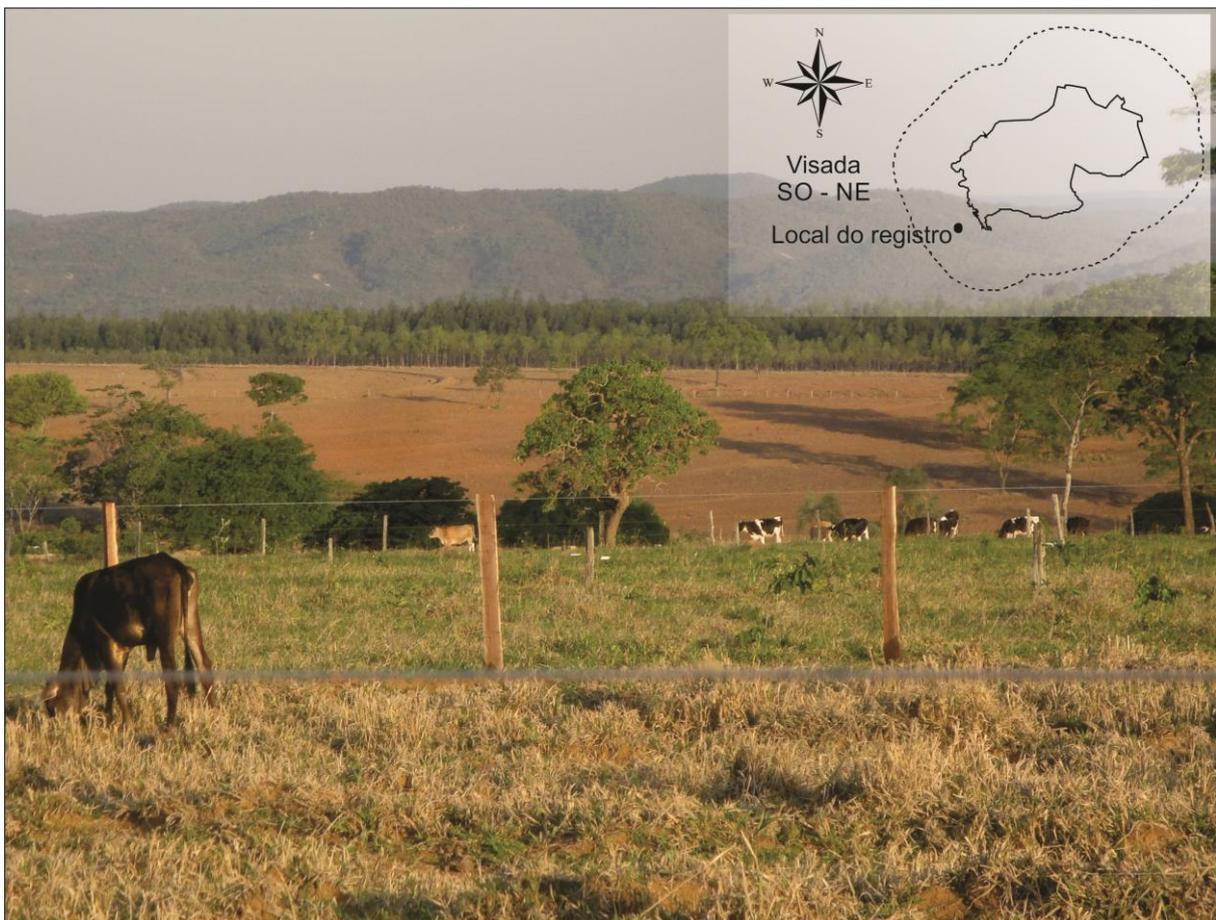
Nota: Ao fundo da imagem pode-se visualizar a Serra da Areia.

A parte central da Região Oeste e sua parte sul são caracterizadas pelo predomínio de atividades agropecuárias. Essa parcela das áreas é predominantemente coberta por pastagens e, pequenos campos destinados a agricultura de subsistência ou, de pequeno porte. Contudo, foi possível a identificação de quatro pivôs de irrigação na área de estudo, sendo um deles entre os vales do Córrego Taquari e Córrego Rancho de Telha. A existência de pivôs indica algum nível de modernização da prática agrícola.

Como é uma região com traços rurais, os domicílios são mais espaçados sendo caracterizados por sedes de fazendas ou, chácaras de lazer. O acesso a essa região se dá predominantemente por estradas vicinais não asfaltadas. Apresentaram os menores valores para os índices de densidade populacional e, conseqüentemente, menores índices relacionados

a existência de infraestrutura, como rede de coleta de esgoto, rede de abastecimento de água tratada e rede de coleta de lixo. Ao contrário da Região Norte, os principais problemas ambientais da Região Oeste não estão ligados a expansão urbana, mas, a práticas agropecuárias (**Figura 22**). Essa região apresentou um índice bem homogêneo de qualidade ambiental (Ruim) que pode ser atribuído aos baixos valores do índice de vegetação dos interflúvios. Como são áreas relativamente planas, favorecem a ocupação.

Figura 22 – Fotografia retirada de estrada vicinal na Região Oeste da área de estudo.



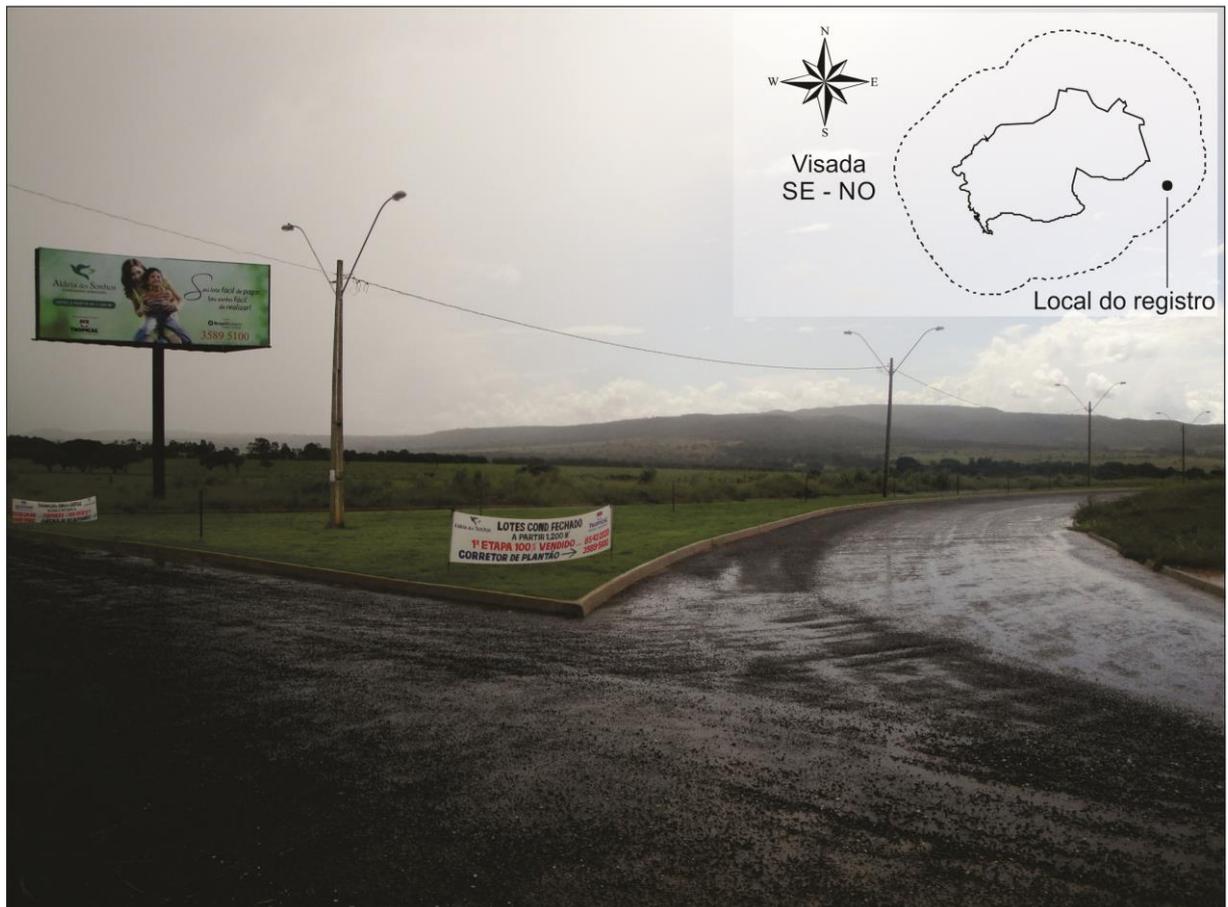
Fonte: O autor. Data do registro: 27/10/2012.

Nota: Percebe-se a prática da pecuária por meio das pastagens e do gado na frente da imagem; na parte intermediária percebe-se a atividade agrícola por meio da plantação de eucaliptos e, ao fundo, a Serra da Areia.

A **Região Sul** se estende desde a foz do Córrego da Mata no seu encontro com o Rio Dourados até o vale do Córrego Lages. Essa região possui características semelhantes a Região Oeste e os atuais usos estão predominantemente relacionados a atividades agropecuárias. Apresenta baixas densidades populacionais e, também, baixos valores para os

índices de domicílios com coleta de esgoto e abastecimento de água tratada. Novos loteamentos também são identificados nessa parte da área de estudo, como é o caso do Aldeia dos Sonhos (**Figura 23**), localizado nas margens da GO-319.

Figura 23 – Fotografia retirada na GO-319 na Região Sul da área de estudo.



Fonte: O autor. Data do registro: 27/10/2012.

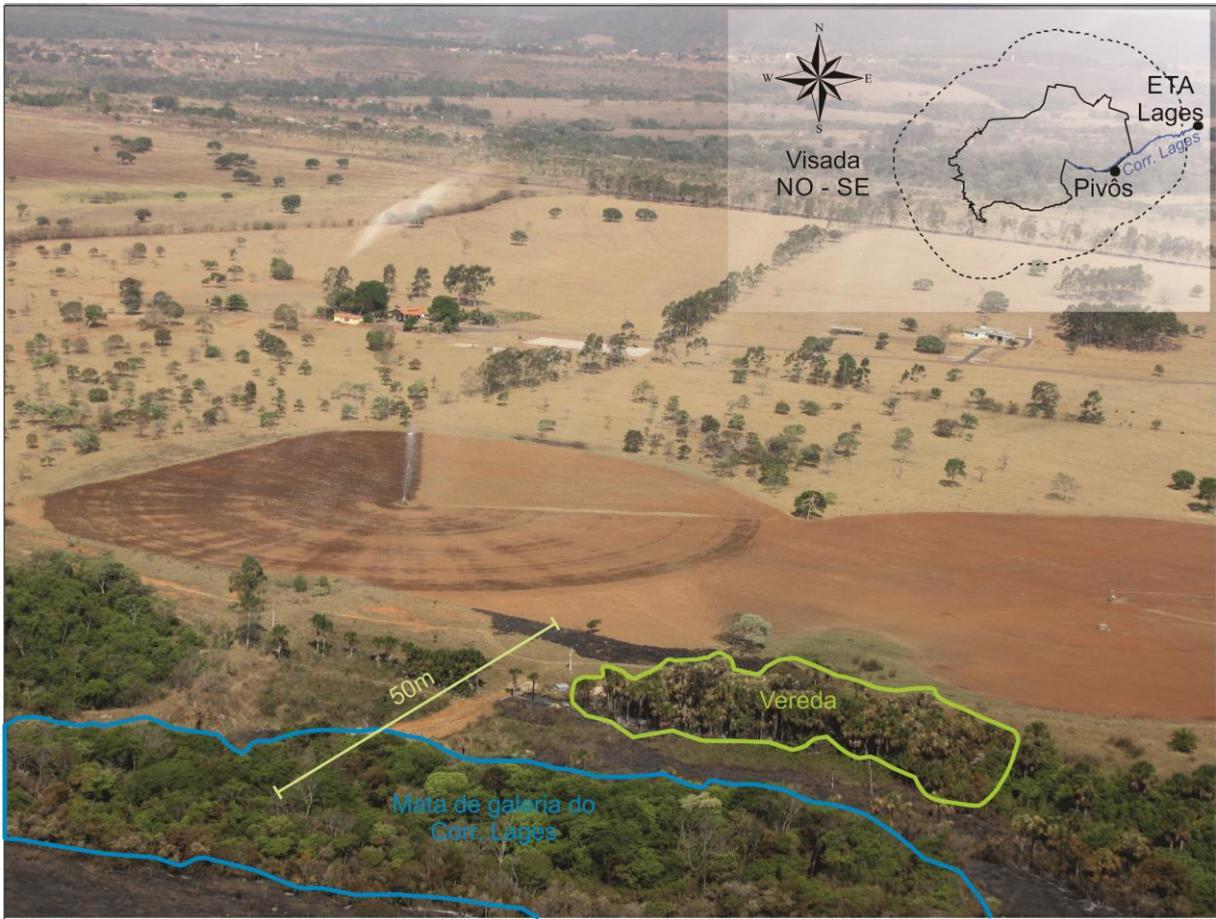
Nota: Entrada do condomínio Aldeia dos Sonhos ainda em construção. Ao fundo, a Serra da Areia.

Em termos de qualidade ambiental essa região foi classificada, predominantemente, como “Boa”. Contudo, na porção extremo leste em parte do interflúvio que se forma entre os Córregos Lages e Pedra Branca, percebe-se uma qualidade ambiental “Ruim”. Essa parte da região que segue margeando o Córrego Pedra Branca é a mais adensada da Região Sul, sendo caracterizada por diversas chácaras de lazer, pesque-pagues e, também, já é possível identificar alguns estabelecimentos de comércio, como bares, vendas e pequenas lojas de materiais de construção, principalmente materiais básicos, como cimento e areia. O pior

cenário ambiental dessa região se refere aos vales fluviais. Isso ocorre, principalmente, em virtude dos baixos índices de vegetação apresentados e, pelo fato, de ocorrerem adensamentos domiciliares em vales, mesmo que identificados como chácaras de lazer e clubes de recreação.

Um dos cenários mais preocupantes dessa região, diz respeito ao vale do Córrego Lages e de sua qualidade ambiental. As nascentes do Córrego Lages se situam nas vertentes e no sopé da Serra da Areia e, em direção a sua jusante, se localiza uma das Estações de Tratamento de Água - ETA, sob responsabilidade da SANEAGO, que constitui parte essencial de um sistema de abastecimento responsável pelo fornecimento de água tratada para mais de cem mil domicílios de Aparecida de Goiânia. O trecho da bacia do Córrego Lages entre suas nascentes na Serra da Areia e a ETA é altamente antropizado. Nesse trecho foram identificados três pivôs de irrigação bem as margens do Córrego Lages e o predomínio de atividades de pecuária (**Figura 24**) em toda sua extensão.

Figura 24 – Fotografia aérea de parte da área de estudo.



Fonte: Secretaria de Defesa Civil de Aparecida de Goiânia. Imagem de 2012.

Nota: Na parte baixa da imagem a mata de galeria do Córrego Lages e, acima, pivôs de irrigação e pastagens extensivas.

O alto nível de antropização desse trecho da bacia do Córrego Lages tem comprometido severamente o sistema de captação de água da ETA. Segundo Rodrigues (2013), entre os problemas ambientais mais graves enfrentados pela ETA se destacam a redução da lâmina d'água do Córrego Lages que já teve, quando o sistema foi instalado no início da década de 1990, em período de seca, cerca de 1,20m e que hoje, em período chuvoso dificilmente ultrapassa 90cm e, também, a qualidade da água e os custos envolvidos em seu tratamento. As causas para esses problemas ambientais residem principalmente no desmatamento das matas de galeria e ciliar que acompanham o leito do Córrego Lages. A retirada da cobertura vegetal resulta no aumento da fragilidade do solo a processos erosivos o que acarreta no assoreamento acelerado do córrego.

No início do funcionamento da ETA o sistema utilizava um tratamento simples da água captada que se baseia na captação de água, armazenamento em tanques de floculação e

decação e, desinfecção simples. A partir de 2007, devido ao aumento da quantidade de partículas em suspensão no ponto de captação, a SANEAGO se viu obrigada a construir três tanques de sedimentação para realizar a separação entre a matéria pesada e a flutuante da água captada (**Figura 25**), somente após passar por estes tanques, a água é encaminhada para os tanques de floculação e decantação, para, então, passar pela simples desinfecção por meio da adição de flúor e cloro.

Figura 25 – Imagens do sistema de captação ETA-Lages em Aparecida de Goiânia.



Fonte: O autor. Data dos registros: 23/05/2013.

Identifica-se que a qualidade dos recursos hídricos depende diretamente da qualidade ambiental da bacia hidrográfica como um todo. A qualidade ambiental, por sua vez, é condicionada pelos diversos padrões e intensidades de uso e ocupação das terras. O manejo inadequado dos recursos naturais pode conduzir ao esgotamento e a redução de suas

qualidades, impactando, como no exemplo da água, nos custos de produção e distribuição e, em casos mais graves, no esgotamento do recurso.

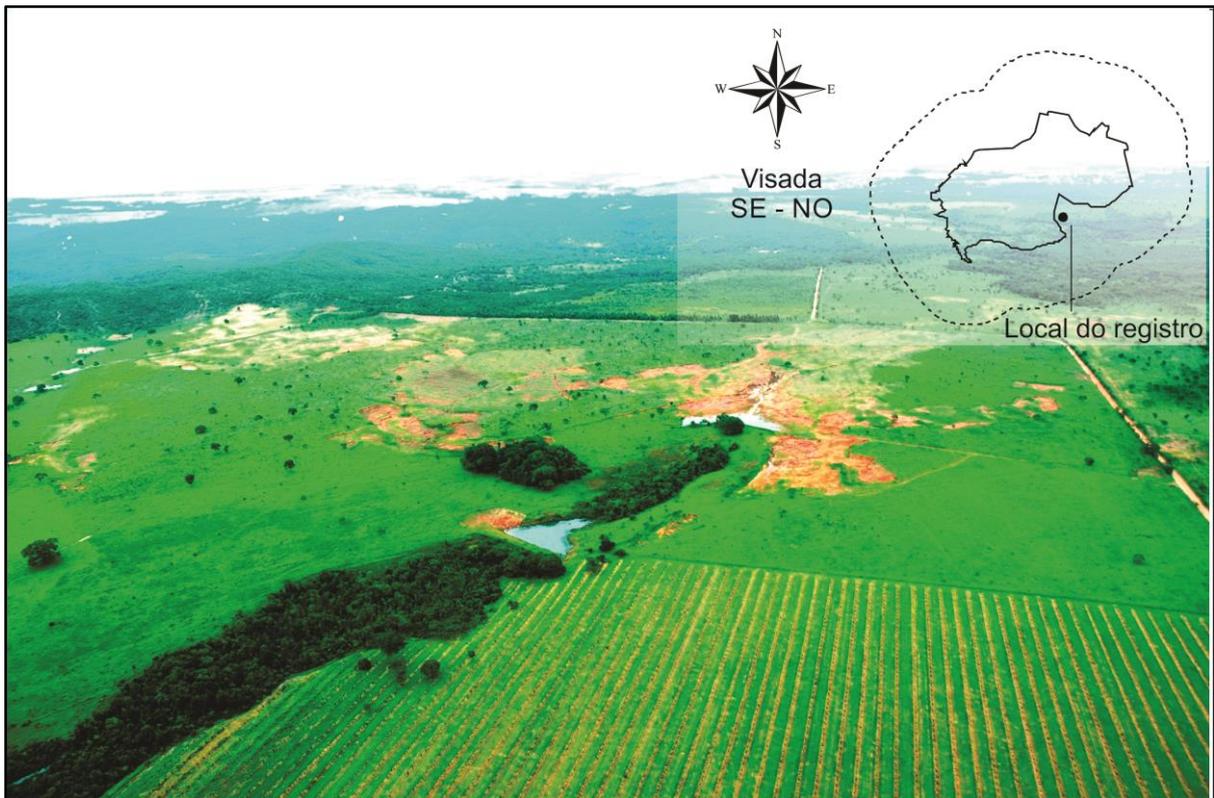
4.3.2 O PMSA

O PMSA é coberto predominantemente por vegetação nativa, seja por formações campestres (cerrado) ou formações florestais (mata de galeria e ciliar). Contudo, áreas destinadas a atividades agropecuárias são bastante representativas e, também, alguns adensamentos formados por chácaras e clubes de recreação. Apesar de apresentar baixas densidades populacionais, os domicílios em seu interior são menos atendidos por água tratada, rede de esgoto e coleta de lixo.

A **serra** propriamente dita é formada pelas unidades geomorfológicas topo de morro, vertentes e sopé. Não existem domicílios em número significativo nestas unidades. Esta unidade se divide em dois maciços rochosos que são esculpidos, principalmente, por meio da ação do intemperismo que age desagregando partículas da rocha matriz e, por meio da ação da gravidade e da dinâmica hídrica do Córrego da Mata, que forma um extenso vale por entre os maciços quartizíticos. Esta unidade é a mais preservada de toda a área de estudo e os principais impactos identificados se relacionam com práticas de visitação não controladas, e atividades relacionadas a prática do *motocross* que, associadas as elevadas declividades que caracterizam essas unidades, desencadeiam e aceleram processos erosivos. A área da Serra foi classificada, predominante, em termos de qualidade ambiental como “Muito bom”.

Os **interflúvios** localizados no interior do PMSA são ocupados predominantemente por pastagens e, em algumas porções de suas áreas são cobertos por vegetação campestre. Apresentaram uma baixa densidade populacional e, os domicílios em suas áreas são do tipo chácaras e pequenas propriedades rurais. A característica mais marcante nas paisagens dessas áreas, diz respeito a práticas de agropecuária, principalmente criação de bovinos. A conversão de áreas de vegetação nativa em áreas de pastagens nessa unidade tem produzido impactos relacionados principalmente a erosão laminar (**Figura 26**) o que afeta a carga de sedimentos dos recursos hídricos e pode desencadear processos de assoreamento.

Figura 26 - Fotografia aérea de parte da área de estudo.



Fonte: Secretaria de Defesa Civil de Aparecida de Goiânia. Imagem de 2012.

Nota: Pode-se verificar o processo desencadeado de erosão laminar na cabeceira das nascentes do Córrego Laginha. Também é possível identificar a supressão de boa parte da mata ciliar. Na parte do canto inferior direito da imagem, plantação de mexericas.

O **vale do Córrego da Mata** apresentou um baixo índice de densidade populacional (1,83 hab/km²) e, também, pequeno número de domicílios em seu interior. Contudo, sendo essa área uma Área de Proteção Permanente – APP, não deveriam existir ocupações humanas em seu interior. Os domicílios nessa unidade não são atendidos pela rede de esgoto e nem pela rede de abastecimento de água tratada, contudo, possuem serviço de coleta de lixo. Boa parte das áreas cobertas por vegetação nativa foi convertida em pastagens.

4.4 Considerações finais

A análise dos resultados permitiu a identificação de diferentes tipos de uso e ocupação das terras da área de estudo, assim como, diferenças entre as intensidades de uso. A utilização dos dados da PNAD para elaboração dos indicadores e índices permitiu a identificação de três aspectos principais:

- a. diferenças na distribuição da população na área de estudo;
- b. diferenças na distribuição de infraestrutura relacionada ao saneamento básico, como disponibilidade de rede de coleta de esgoto e lixo;
- c. diferenças no acesso à rede de abastecimento de água tratada;

Essas diferenças identificadas implicam, direta e indiretamente, na qualidade ambiental da área de estudo. As observações realizadas em campo aliados aos aspectos listados, conduzem a conclusão de que a expansão urbana que aflige o entorno do PMSA não ocorre a partir de um planejamento territorial necessário para a manutenção da qualidade ambiental da UC, já que os loteamentos existentes e os novos não contam com a infraestrutura de saneamento básico adequada para garantir a conservação dos recursos naturais e, conseqüentemente, a saúde dos moradores da região. Apesar da maioria dos domicílios possuírem serviço público de coleta de lixo, o cenário que predomina é de utilização cisternas para captação de água ao mesmo tempo que são usadas fossas rudimentares para disposição do esgoto, o que pode aumentar o risco a disseminação de doenças, comprometendo a saúde da população.

Se se considerar o processo de expansão urbana que teve como ponto de origem a região central de Goiânia e caminhou no sentido sul em direção a Aparecida de Goiânia, pode-se dizer que a paisagem da área de estudo se encontra, no período presente, em fase de transição de um cenário marcado predominantemente por elementos do campo para um cenário onde a predominância de elementos urbanos se impõem. Nesse processo de refuncionalização da paisagem, o PMSA possui importância estratégica já que seus recursos naturais podem fornecer diversos serviços ambientais para uma área em intenso processo de urbanização. Entre os serviços ambientais pode-se citar a disponibilidade de água potável, amenidades climáticas e a regulação de processos ecológicos evitando a disseminação de pragas urbanas.

O mapa de qualidade ambiental pode oferecer um norte aos interessados na gestão dos recursos naturais da área de estudo e, também, em futuros trabalhos de pesquisa. Seria de extrema pertinência a verticalização de investigações em cada uma das unidades da paisagem identificadas o que poderia conduzir a detalhes ambientais que escaparam ao escopo do presente estudo.

5. CONCLUSÕES

O índice de qualidade ambiental expressou, em partes, determinados níveis de alteração da paisagem e, conseqüentemente, do quadro ambiental para os compartimentos da área de estudo. É preciso considerar, contudo, a complexidade envolvida na análise ambiental das paisagens e o desafio de selecionar algumas das diversas variáveis relacionadas na interface sociedade-natureza. O resultado desse trabalho, então, é um resultado possível entre muitos outros que poderiam ser obtidos a partir da definição de metodologias e variáveis diferentes.

Uma primeira consideração, portanto, é de que foram selecionadas variáveis e, nesse processo, outras que podem ser, inclusive, mais importantes para uma análise ambiental, foram desconsideradas. Os critérios para seleção foram baseados na relação entre custos envolvidos e recursos disponíveis e, também, da disponibilidade de tempo e capacidade técnica para desenvolvimento de análises que envolvem um grande número de variáveis e dados.

As reflexões realizadas, principalmente no Capítulo 1, possibilitaram a contextualização da temática ambiental no âmbito das ciências de forma geral e, também, da geografia de forma específica. Foi possível identificar que a geografia possui grande potencial para tratar de problemas ambientais pela via do arcabouço teórico e metodológico construído pela geografia física e seus estudos da paisagem. O ambiente é uma expressão das relações entre os elementos da paisagem sejam eles humanos, físico-naturais ou bióticos e, nesse sentido, a noção de *unidade da paisagem* é extremamente pertinente para os estudos ambientais já que permite a regionalização da paisagem terrestre como um todo a partir de diferentes escalas de abordagem. Assim, a definição das unidades da paisagem revela ordens de grandeza dos elementos, processos e fenômenos a serem considerados em dado estudo ambiental.

A definição das unidades da paisagem do PMSA e de sua ZA realizada no Capítulo 2 permitiu a delimitação de compartimentos geomorfológicos e a identificação de usos e coberturas das terras. As relações ambientais intrínsecas em cada unidade da paisagem, produzidas a partir da inter-relação de elementos e suas características específicas em cada uma das unidades, não pode ser desconsiderada em processos de planejamento e gestão dos recursos naturais da área de estudo. Cabe aos planejadores e gestores uma identificação mais

detalhada dos tipos de uso que cada uma das unidades da paisagem permite e, também, das formas de manejo que serão desenvolvidas para que sejam evitados ou mitigados impactos como contaminação e/ou esgotamento dos recursos naturais, principalmente, dos recursos hídricos.

Os resultados obtidos no Capítulo 3 a partir da correlação entre informações do meio físico (geomorfologia), biótico (vegetação) e social (densidade populacional e características dos domicílios) possibilitou a avaliação ambiental da área de estudo. Nesse sentido, foi possível perceber diferentes tipos e níveis de pressão sobre os recursos naturais, o que ficou demonstrado pelas diferenças do índice de qualidade ambiental existentes em cada uma das unidades da paisagem.

As unidades da paisagem no interior do PMSA demonstraram uma predominância de qualidade ambiental boa e muito boa. O Córrego da Mata é o principal recurso hídrico do parque e merece investigações e pesquisas mais detalhadas, que mensurem de forma mais precisa os impactos sobre sua rede de drenagem e biota, com foco para disponibilidade e qualidade de suas águas. Seriam pertinentes análises de qualidade da água em diferentes pontos do vale fluvial, levantamentos de espécies da fauna e flora, estudos sobre os tipos de solos e ensaios de infiltração com foco para identificação de fontes pontuais e difusas de contaminação e, também, para os tipos de contaminantes. O mesmo vale para o Córrego Lages que fornece recurso para o abastecimento de água para parte da população de Aparecida de Goiânia.

Pode-se concluir que a expansão urbana avança pela ZA do PMSA. Os adensamentos populacionais são crescentes no entorno do parque e desacompanhados de infraestrutura de saneamento básico (rede de água e esgoto). Esse processo pressiona negativamente os recursos naturais do PMSA em termos, principalmente, da disponibilidade e qualidade de suas águas. A resposta a esse processo tem sido a piora da qualidade ambiental como um todo, o que tem implicações na qualidade de vida, principalmente, na saúde da população.

REFERÊNCIAS

ABREU, A. A. *A teoria geomorfológica e sua edificação: Análise Crítica*. Revista brasileira de geomorfologia, Ano 4, Nº2 (2003), 51-67.

APARECIDA DE GOIÂNIA. Lei 2.018 de 23 de novembro de 1999. Desapropria a área denominada SERRA DA AREIA, considerada como de utilidade pública, para fins de crianças do PARQUE MUNICIPAL SERRA DA AREIA e dá outras providências.

APARECIDA DE GOIÂNIA. Decreto nº 391, de 24 de Novembro de 2009. Declara de utilidade pública para fins de desapropriação imóveis urbanos e rurais, situados na região sudoeste do Município, para formação de **Área de Preservação Ambiental e Parque Municipal Serra da Areia**.

ARGENTO, M. S. F. *Mapeamento geomorfológico*. In: GUERRA, A. J. T; CUNHA, S. B. da. (Org.) *Geomorfologia: Uma Atualização de Bases e Conceitos*. 3a ed. São Paulo, Bertrand Brasil, 2009.

BERNARDES, J. A; FERREIRA, F. P de M. *Sociedade e Natureza*. In.: CUNHA, S. B. da; GUERRA, A. J. T. **A questão ambiental: diferentes abordagens**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010)

BERTIN, J. *Théorie de la communication et théorie graphique*. Tradução Marcello Martinelli. In: *Mélanges Charles Morazé*. Toulouse: Privat, 1978.

BERTRAND, C; BERTRAND, P.G. *Uma geografia transversal – e de travessias: o meio ambiente através dos territórios e das temporalidades*. Organizador: Messias Modesto dos Passos. – Maringá: Ed. Massoni, 2009.

BERTRAND, G. *Paisagem e Geografia Física Global*. Esboço Metodológico. R. RA'E GA, Curitiba, n.8, p. 141-152, 2004 (original de 1968).

BIGARELLA, J. J. et al. *Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais*. Florianópolis: UFSC, 2003.

BORGES, L. A. C; REZENDE, J. L. P. de; PEREIRA, J. A. A. *Evolução da legislação ambiental no Brasil*. Revista em Agronegócio e Meio Ambiente, v.2, n.3, p.447-466, 2009.

BRASIL. Lei 6.938 de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.

CAILLEUX, A; TRICART, J. *Le problème de la classification des fait géographiques*. Annales de Géographiques, LXV, 1956.

CÂMARA NETO, G. Apresentação 56º Reunião anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência – SBPC. Cuiabá, julho de 2004. Disponível em http://www.dpi.inpe.br/gilberto/present/geoma_sbpc_2004.ppt. Consultado em 01/03/2013.

CARRARO, M. N. da S. R.; LOPES, L. M. *Serra da Areia e entorno: compartimentos morfológicos, uso/ocupação da terra e impactos ambientais*. VI Simpósio Nacional de Geomorfologia. Goiânia de 06. A 10 de setembro de 2006.

CASTRO, I. E.; GOMES, P. C. da C.; CORRÊA, R. L. *Geografia: Conceitos e Temas*. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 2008.

CAVALCANTE, L. da S. Em entrevista realizada na Gerência de Proteção de Mananciais da SANEAGO, no mês de agosto de 2013.

CHORLEY, R. J.; KENNEDY, B. A. *Physical Geography: a systems approach*. London: Prentice Hall, 1971.

CHRISTOFOLETTI, A. *Modelagem de sistemas ambientais*. São Paulo: Edgard Blucher, 1999.

CIDADE, L. C. F. *Visões de mundo, visões de natureza e a formação de paradigmas geográficos*. In.: Terra Livre, n. 17, 2º semestre de 2001.

CONAMA. Resolução nº 428 de 17 de dezembro de 2010. Dispõe, no âmbito do licenciamento ambiental sobre a autorização do órgão responsável pela administração da Unidade de Conservação (...), bem como sobre a ciência do órgão responsável pela administração da UC no caso de licenciamento ambiental de empreendimentos não sujeitos a EIA-RIMA e dá outras providências.

COSTA, H. L. de A.; CAVALCANTE, L. da SILVA; SANTOS, C. R. A. dos. *Proteção de mananciais para abastecimento público, estudos de casos no Estado de Goiás*. 23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2005.

CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. *A questão ambiental: diferentes abordagens*. 6ª ed. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 2010.

DELPOUX, M. *Ecossistema e paisagem*. São Paulo: Instituto de Geografia (USP), 1972. (Métodos em Questão, 7)

FERREIRA, M. C. *Mapeamento de unidades de paisagem em sistemas de informações geográficas: alguns pressupostos fundamentais*. In.: Geografia (Associação de Geografia Teórica) Rio Claro, Vol. 22 (1), 1997.

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

GOMES, P. C. DA C. *Geografia e Modernidade*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007.

GREGORY, K. J. *A natureza da Geografia Física*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1992.

GRIGORIEV, A. A. *The theoretical fundaments of modern physical geography*. In: the interaction of sciences i the study of the earth. Moscou, 1968. Tradução de João Lima Sant'Anna Neto.

GUERASIMOV, I. *Problemas metodológicos da ecologização da ciência contemporânea*. In: La Sociedad y el medio natural. Moscou: Editorial Progreso, 1983.

HIRANO, A; WELCH, R; LANG, H. *Mapping from ASTER stereo image data: DEM validation and accuracy assessment*. **Journal of Photogrammetry & Remote Sensing**, Twente, v. 57, n5/6, p. 356-370, 2003.

IBGE. *Manual técnico de uso da terra*. Rio de Janeiro, IBGE, 2006.

_____. Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios – PNAD, 2011.

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

JUNQUEIRA, R. D; CASTRO, S. S. *Dengue em Aparecida de Goiânia e sua relação com áreas de risco: o caso do setor Parque das Nações*. VI Simpósio Nacional de Geomorfologia. Brasil, Goiânia, de 06 a 10 de setembro de 2006.

KLINK, H. J. *Geoecologia e regionalização natural: bases para pesquisa ambiental*. Revista de Geografia, Universidade de São Paulo, 1981 (original de 1972).

LATRUBESSE, E. M; CARVALHO, T. M. *Geomorfologia do Estado de Goiás e Distrito Federal*. Secretaria de Indústria e Comércio – Superintendência de Geologia e Mineração, Goiânia, 2006.

LIMA, F. R; MARTINELLI, M. *As unidades ecodinâmicas na cartografia ambiental de síntese*. VIII Seminário de Pós-graduação em geografia da Unesp – Rio Claro, novembro de 2008.

LONGLEY, P. A. [et al.]. *Sistemas e ciência da informação geográfica*. Porto Alegre: Bookman, 2013.

MAGALHÃES JÚNIOR, A. P. *Indicadores ambientais e recursos hídricos: realidade e perspectivas para o Brasil a partir da Experiência Francesa*. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 2007.

MARCONDES, D. *A crise de paradigma e o surgimento da modernidade*. In: BRANDÃO, Z. (ORG.). **A crise dos paradigmas e a educação**. São Paulo: Cortez, 1994. P. 14-29.

MARTINELLI, M. *Cartografia ambiental: uma cartografia diferente?* Revista do departamento de geografia da USP. V. 7, 1994.

_____. *A cartografia do meio ambiente: a cartografia de tudo?* Mesa redonda, 10º encontro nacional de geógrafos, julho de 1996.

MARTINELLI, M; PEDROTTI, F. *A cartografia das unidades de paisagem: questões metodológicas*. Revista do departamento de geografia da USP. V. 14, 2001.

MENDONÇA, F. de A. *Geografia e Meio Ambiente*. São Paulo: Contexto, 2007.

MENDONÇA NETO, W. L; PINTO, J. G; DE-CAMPOS, A. B. *Normas e conflitos sociais na gestão de zonas úmidas em unidades de conservação: o caso do Parque Municipal Serra da Areia em Aparecida de Goiânia, Goiás*. Boletim Goiano de Geografia, v.31, n.1, p. 97-112, 2011.

METZGER, J. P. *O que é ecologia da paisagem?* Biota Neotropical, Vol. 1, números 1 e 2, 2001.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. *Avaliação ambiental estratégica*. Brasília: MMA / SQA, 2002.

MONTEIRO, C. A. de F. *The Environmental quality in the Ribeirão Preto Region, SP -an attempt*. Commission on Environmental Problems, São Paulo, UGI, 1982.

MONTIBELLER FILHO, G. *O mito do desenvolvimento sustentável: meio ambiente e custos sociais no moderno sistema produtor de mercadorias*. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2004.

MORAES et. al. *O uso de redes causais e indicadores para promoção da qualidade ambiental: enfoque para os serviços ambientais de áreas alagáveis*. In.: OLAM – Ciência e Tecnologia – Rio Claro / SP, Brasil – Ano X, Vol. 10, n. 1, p.118, janeiro-julho 2010.

MORAES, A. C. R. *Geografia pequena história crítica*. São Paulo: Hucitec, 1987.

MOREIRA, R. *Sobre a educação ambiental*. Síntese de palestra proferida em 17/05/1984 na SEMA (Secretaria do Meio Ambiente), MS.

MOTA, S. *Urbanização e meio ambiente*. Rio de Janeiro, Abes, 2011.

NASCIMENTO, F. R. do; SAMPAIO, J. L. F. *Geografia física, geossistemas e estudos integrados da paisagem*. Revista da Casa da Geografia de Sobral, Sobral, v.6/7, n. 1, p. 167-179, 2004/2005.

PEREIRA, P. R. B. *A cartografia ambiental para o município de São Sebastião – SP: análise e reflexão*. Dissertação (mestrado), Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

RAMALHO FILHO, A; BEEK, K. J. *Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras*. Rio de Janeiro, EMBRAPA-CNPS, 1995.

RODRIGUES; A.P. et al. *Caracterização do meio físico, dos recursos minerais e hídricos do município de Aparecida de Goiânia*. Goiânia: Superintendência de Geologia e Mineração, 2005.

RODRIGUES, C. R. Em entrevista realizada na Supervisão de Produção da Gerência de Negócios da SANEAGO em Aparecida de Goiânia no mês de agosto de 2013.

RODRIGUEZ, J. M. M; SILVA, E. V; CAVALCANTI, A. P. B. *Geoecologia das Paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental*. Fortaleza: Edições UFC, 2007.

ROSS, J. L. S. *O registro cartográfico dos fatos geomórficos e a questão da taxonomia do relevo*. Revista do Departamento de Geografia da USP, v.06. São Paulo, 1992.

_____. *Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados*. Revista do Departamento de Geografia n°8, FFLCH-USP, São Paulo, 1994.

_____. *Geomorfologia: ambiente e planejamento*. 8. ed. São Paulo: Contexto, 2007.

SÁNCHEZ, L. E. *Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos*. 2ªEd. São Paulo: Oficina de Textos, 2013.

SANTOS, B. DE SOUSA. *Um discurso sobre as ciências*. São Paulo: Cortez, 2009.

SANTOS, M. *Por uma geografia nova*. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2008.

SANTOS, M. *A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção*. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2009.

SCHIER, R. A. *A trajetória do conceito de paisagem na geografia*. R. RA'EGA, Curitiba, n.7, Editora UFPR, 2003.

SILVA, M. F. da. Em entrevista realizada na Gerência de Controle de Qualidade do Produto da SANEAGO, no mês de agosto de 2013.

SOTCHAVA, V. B. *Por uma teoria de classificação de geossistemas de vida terrestre*. Revista de Geografia da Universidade de São Paulo, 1978 (original de 1972).

SOTCHAVA, V. B. *Estudo de Geossistemas*. Métodos em Questão n° 16. São Paulo: IG, USP, 1977.

SOUSA, M. C. S. de. *As propostas metodológicas para a cartografia ambiental: uma revisão*. Orientador: Marcelo Martinelli – São Paulo, 2009.

SPÓSITO, E. S. *Geografia e filosofia: contribuições para o ensino do pensamento geográfico*. São Paulo: Editora UNESP, 2004.

SUERTEGARAY, D. MA. A; NUNES, O. R. *A natureza da Geografia Física na Geografia*. In.: Terra Livre, São Paulo, n.17, 2º semestre de 2001.

TEIXEIRA, I. M. V. *O uso da Avaliação Ambiental Estratégica no planejamento da oferta de blocos para exploração e produção de petróleo e gás natural no Brasil: uma proposta*. Tese, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2008.

TRICART, J. *Principies et méthodes de la géomorphologie*. Paris: Masson et Cie. Editeurs, 1965.

TRICART, J. *Ecodinâmica*. Rio de Janeiro, IBGE, Diretoria Técnica, SUPREN, 1977.

TROLL, C. *A paisagem geográfica e sua investigação*. Revista Espaço e Cultura, N°4, NEPEC, 1997 (original 1950).

TROPMAIR, H. *Ecossistemas e Geossistemas do Estado de São Paulo*. Boletim de Geografia Teorética, Rio Claro, v. 13, n. 15, 1983.

TROPMAIR, H. *Ecologia da paisagem: da geografia para ciência interdisciplinar*. Geografia, Rio Claro, 26(01): 103-108, abril 2001.

TROPMAIR, H. *Ecologia da paisagem: da geografia para ciência interdisciplinar*. Trabalho apresentado no 1º Fórum de Debates – Ecologia e Planejamento Ambiental, Rio Claro, 2000. In.: Geografia, Rio Claro, 26(1): abril de 2001.

TROPMAIR, H; GALINA, M. H. *Geossistemas*. Mercator – Revista de Geografia da UFC, ano 05, número 10, 2006.

TURRA, J. M. T. *Para pensar a vida, nosso meio, nossa época e o conhecimento geográfico*. In.: PÁDUA, E. M. M. de; MATTALO JUNIOR, H. **Ciências Sociais, Complexidade e Meio Ambiente: interfaces e desafios**. Campinas, SP: Papirus, 2008.

VALERIANO, M. de M. *TOPODATA: Guia para utilização de dados geomorfológicos locais. Do projeto de Produtividade em Pesquisa “Modelagem de dados topográficos SRTM”*. São José dos Campos, INPE, 2008.

XANTHOPULO, W. *O ponto S e o Desenvolvimento Equilibrado em Goiás*. Tese de doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação de Ciências Ambientais da UFG, 2006.

ZACHARIAS, A. A; MARTINELLI, M; DA CUNHA, C. M. L; PIROLI, E. L. *A cartografia de síntese no planejamento e gestão ambiental*. Comunicação coordenada, 10º encontro nacional de geógrafos, julho de 1996.

APÊNDICE A – Tabela de apresentação dos dados

COD	N° Moradores	N° Domicílios	Dens. Pop.	IND1	IND2	IND3	IND4	IND5	QUAL. AMB.
133	820,00	302,00	32116,79	1,00	0,02	0,92	0,99	0,70	-0,46
87	557,00	193,00	18285,88	0,57	0,00	0,97	1,00	0,70	-0,15
253	115,46	31,94	5120,20	0,16	0,00	0,97	1,00	0,23	-0,08
136	624,23	173,75	5175,18	0,16	0,02	0,92	0,99	0,23	-0,06
18	382,00	117,00	4441,76	0,14	0,03	0,97	1,00	0,23	-0,06
93	320,00	98,00	5067,67	0,16	0,00	0,84	0,95	0,23	-0,05
145	795,45	220,04	5120,20	0,16	0,03	0,83	1,00	0,23	-0,03
66	420,00	118,00	2712,84	0,08	0,00	0,99	0,97	0,23	-0,03
159	7,20	1,94	2743,51	0,09	0,01	1,00	0,99	0,23	-0,03
131	602,76	161,15	3263,59	0,10	0,02	0,96	1,00	0,23	-0,03
188	88,25	24,67	2681,12	0,08	0,00	0,98	1,00	0,23	-0,02
4	580,75	162,33	2681,12	0,08	0,00	0,95	1,00	0,23	-0,02
12	585,86	155,00	4432,24	0,14	0,01	0,76	1,00	0,23	-0,01
199	18,48	5,52	3039,64	0,09	0,00	0,75	0,81	0,23	-0,01
135	35,53	9,15	3267,51	0,10	0,00	0,82	0,98	0,23	0,00
268	76,68	21,52	2556,69	0,08	0,00	0,89	0,97	0,23	0,00
161	162,00	42,00	2679,05	0,08	0,00	0,87	0,99	0,23	0,00
120	686,00	195,00	4333,60	0,13	0,00	0,71	1,00	0,23	0,00
124	775,25	204,59	4578,43	0,14	0,00	0,66	0,99	0,23	0,01
139	853,47	231,48	3736,96	0,12	0,00	0,73	0,99	0,23	0,01
128	457,89	131,26	3405,95	0,11	0,01	0,77	0,99	0,23	0,01
125	674,00	183,00	3626,48	0,11	0,00	0,74	1,00	0,23	0,01
44	517,00	144,00	3548,15	0,11	0,01	0,75	1,00	0,23	0,01
43	724,78	207,73	1049,87	0,03	0,00	0,96	1,00	0,23	0,02
127	864,00	270,00	3737,11	0,12	0,00	0,71	0,99	0,23	0,02
229	218,45	61,30	1036,49	0,03	0,00	0,96	1,00	0,23	0,02
130	639,53	169,18	974,09	0,03	0,01	0,97	0,99	0,23	0,02
207	67,24	19,27	1049,87	0,03	0,03	1,00	1,00	0,23	0,02
176	701,00	222,00	4542,69	0,14	0,00	0,63	1,00	0,23	0,02
144	1147,00	348,00	12041,52	0,37	0,00	0,84	0,95	0,70	0,02
166	272,00	73,00	3997,69	0,12	0,01	0,68	1,00	0,23	0,02
82	907,36	262,06	663,80	0,02	0,02	0,96	0,94	0,23	0,02
174	778,32	218,48	2556,69	0,08	0,08	0,89	0,99	0,23	0,02
31	463,52	138,48	3039,64	0,09	0,00	0,72	0,96	0,23	0,02
119	542,00	155,00	3802,86	0,12	0,00	0,67	1,00	0,23	0,03
252	112,53	30,52	3736,96	0,12	0,00	0,67	1,00	0,23	0,03
245	13,09	3,69	456,60	0,01	0,00	0,95	0,97	0,23	0,03
244	1,04	0,30	3476,31	0,11	0,01	0,70	1,00	0,23	0,03
94	203,42	60,67	4520,87	0,14	0,01	0,60	1,00	0,23	0,03

COD	N° Moradores	N° Domicilios	Dens. Pop.	IND1	IND2	IND3	IND4	IND5	QUAL. AMB.
13	544,00	168,00	3819,10	0,12	0,01	0,66	0,99	0,23	0,03
228	80,51	24,39	988,58	0,03	0,00	0,89	0,98	0,23	0,03
59	795,00	219,00	12202,17	0,38	0,03	0,83	1,00	0,70	0,04
9	572,14	175,03	1052,90	0,03	0,03	0,92	0,99	0,23	0,04
242	38,39	11,52	3794,30	0,12	0,00	0,62	0,99	0,23	0,04
5	701,33	184,20	3288,07	0,10	0,00	0,65	0,97	0,23	0,04
41	212,78	58,22	1181,86	0,04	0,07	0,95	1,00	0,23	0,04
49	376,82	112,10	798,72	0,02	0,00	0,83	0,91	0,23	0,04
56	316,49	84,68	580,66	0,02	0,00	0,90	1,00	0,23	0,04
157	113,27	33,80	602,60	0,02	0,01	0,90	0,99	0,23	0,04
236	11,29	3,17	1582,04	0,05	0,00	0,80	1,00	0,23	0,04
64	482,36	135,90	1592,67	0,05	0,01	0,79	0,97	0,23	0,04
122	327,91	92,31	456,60	0,01	0,04	0,96	0,99	0,23	0,04
109	501,61	150,48	3794,30	0,12	0,00	0,60	1,00	0,23	0,04
261	71,53	21,35	602,60	0,02	0,00	0,88	0,99	0,23	0,05
222	163,65	46,11	1592,67	0,05	0,03	0,70	0,80	0,23	0,05
231	245,73	70,97	663,80	0,02	0,00	0,85	0,99	0,23	0,05
173	1017,98	280,40	3770,22	0,12	0,04	0,61	0,99	0,23	0,05
224	143,93	37,99	1384,85	0,04	0,02	0,78	0,94	0,23	0,05
267	53,00	14,60	3770,22	0,12	0,00	0,56	1,00	0,23	0,05
138	647,16	182,42	2321,12	0,07	0,00	0,69	1,00	0,23	0,06
105	826,00	240,00	8799,85	0,27	0,00	0,99	0,97	0,70	0,06
241	27,99	8,42	2173,57	0,07	0,01	0,70	1,00	0,23	0,06
181	230,84	65,79	468,32	0,01	0,01	0,85	0,99	0,23	0,06
182	189,12	52,81	4345,40	0,14	0,02	0,50	1,00	0,23	0,06
227	72,97	21,15	1821,83	0,06	0,19	0,94	1,00	0,23	0,07
249	48,47	12,82	974,09	0,03	0,00	0,76	0,99	0,23	0,07
217	124,49	33,31	580,66	0,02	0,01	0,81	1,00	0,23	0,07
61	1248,00	358,00	2517,07	0,08	0,00	0,61	1,00	0,23	0,07
206	89,41	24,21	58,21	0,00	0,11	0,99	1,00	0,23	0,07
85	790,25	223,28	3379,78	0,11	0,01	0,52	1,00	0,23	0,07
30	801,06	213,09	4175,24	0,13	0,03	0,47	1,00	0,23	0,08
240	216,80	57,96	2235,82	0,07	0,00	0,59	0,98	0,23	0,08
274	9,43	2,69	468,32	0,01	0,02	0,78	0,98	0,23	0,08
90	648,42	196,12	2432,49	0,08	0,02	0,58	0,95	0,23	0,08
257	212,45	56,97	2346,65	0,07	0,00	0,57	1,00	0,23	0,08
175	531,46	165,54	1539,07	0,05	0,05	0,71	0,99	0,23	0,09
78	729,57	204,71	1036,49	0,03	0,16	0,89	0,99	0,23	0,09
55	846,15	220,61	9017,11	0,28	0,00	0,75	0,81	0,70	0,09
126	688,23	188,96	3410,24	0,11	0,02	0,44	0,97	0,23	0,09
121	142,18	40,55	3476,31	0,11	0,01	0,44	1,00	0,23	0,09
58	722,17	191,88	9083,91	0,28	0,00	0,82	0,98	0,70	0,09
243	202,30	54,02	4905,38	0,15	0,00	0,10	0,71	0,23	0,10

COD	N° Moradores	N° Domicilios	Dens. Pop.	IND1	IND2	IND3	IND4	IND5	QUAL. AMB.
237	42,58	12,88	2432,49	0,08	0,01	0,49	0,95	0,23	0,10
171	527,00	152,00	10779,64	0,34	0,00	0,66	0,99	0,70	0,10
248	3,77	1,04	3410,24	0,11	0,02	0,40	0,96	0,23	0,10
83	408,87	115,98	1373,39	0,04	0,06	0,65	1,00	0,23	0,11
192	57,14	18,98	12,18	0,00	0,12	0,80	0,91	0,23	0,11
53	414,54	107,65	10055,14	0,31	0,00	0,71	1,00	0,70	0,11
26	198,63	55,95	4985,90	0,16	0,00	0,01	0,66	0,23	0,11
146	417,99	124,69	3092,76	0,10	0,00	0,42	1,00	0,23	0,11
184	17,71	4,98	4047,98	0,13	0,00	0,30	0,98	0,23	0,11
193	29,95	8,50	258,53	0,01	0,01	0,67	1,00	0,23	0,11
25	1140,17	339,25	6793,61	0,21	0,00	0,96	1,00	0,70	0,12
202	45,41	11,93	6754,55	0,21	0,00	0,96	1,00	0,70	0,12
72	508,00	150,00	6786,16	0,21	0,03	1,00	1,00	0,70	0,12
51	829,17	220,51	9309,45	0,29	0,00	0,71	0,99	0,70	0,12
142	869,00	258,00	8872,73	0,28	0,00	0,72	0,96	0,70	0,12
75	553,00	159,00	6390,43	0,20	0,02	0,96	0,94	0,70	0,12
108	648,45	195,01	2173,57	0,07	0,02	0,46	1,00	0,23	0,12
255	172,12	48,07	9583,03	0,30	0,01	0,68	1,00	0,70	0,12
39	643,83	166,96	6171,39	0,19	0,00	0,95	0,97	0,70	0,13
179	122,80	43,53	10,95	0,00	0,01	0,62	1,00	0,23	0,13
153	1255,59	336,67	2346,65	0,07	0,02	0,39	1,00	0,23	0,13
80	786,00	221,00	9458,79	0,29	0,01	0,66	0,99	0,70	0,13
266	325,66	88,82	6607,95	0,21	0,00	0,89	0,98	0,70	0,14
219	105,83	28,12	9083,91	0,28	0,00	0,65	0,97	0,70	0,14
16	898,00	274,00	7694,51	0,24	0,03	0,70	0,80	0,70	0,14
196	79,84	23,76	6793,61	0,21	0,07	0,95	1,00	0,70	0,14
277	38,58	10,84	4047,98	0,13	0,00	0,17	1,00	0,23	0,14
57	590,95	155,32	6232,79	0,19	0,04	0,96	0,99	0,70	0,15
14	708,00	218,00	6435,91	0,20	0,00	0,83	0,91	0,70	0,15
112	742,00	210,00	6282,01	0,20	0,01	0,90	0,99	0,70	0,15
21	1031,00	339,00	7426,70	0,23	0,02	0,78	0,94	0,70	0,15
275	408,98	114,21	4345,40	0,14	0,01	0,15	1,00	0,23	0,15
79	482,00	139,00	6331,69	0,20	0,00	0,88	0,99	0,70	0,15
73	720,00	191,00	4749,11	0,15	0,10	0,22	1,00	0,23	0,15
38	569,15	150,87	4383,90	0,14	0,00	0,00	0,82	0,23	0,15
129	698,00	215,00	4792,68	0,15	0,05	0,12	0,96	0,23	0,15
238	43,86	12,93	1703,83	0,05	0,01	0,37	0,99	0,23	0,15
168	891,00	262,00	9453,21	0,29	0,04	0,61	0,99	0,70	0,15
272	19,21	6,81	10,95	0,00	0,00	0,50	1,00	0,23	0,16
116	370,78	99,00	4905,38	0,15	0,11	0,18	1,00	0,23	0,16
223	177,87	48,77	2167,77	0,07	0,01	0,30	1,00	0,23	0,16
247	69,74	18,41	4578,43	0,14	0,01	0,07	1,00	0,23	0,16
239	0,02	0,01	347,20	0,01	0,00	0,44	0,98	0,23	0,16

COD	N° Moradores	N° Domicilios	Dens. Pop.	IND1	IND2	IND3	IND4	IND5	QUAL. AMB.
197	511,35	144,04	4985,90	0,16	0,00	0,00	0,99	0,23	0,16
95	548,50	144,83	4353,83	0,14	0,02	0,09	1,00	0,23	0,16
76	793,21	229,90	1821,83	0,06	0,11	0,11	0,50	0,23	0,17
11	542,96	154,08	258,53	0,01	0,17	0,65	1,00	0,23	0,17
54	835,00	230,00	8710,10	0,27	0,02	0,58	0,95	0,70	0,17
178	279,78	87,73	27,30	0,00	0,01	0,43	0,98	0,23	0,17
70	558,35	161,43	6571,62	0,20	0,00	0,76	0,99	0,70	0,17
250	261,24	69,85	3263,59	0,10	0,00	0,13	1,00	0,23	0,17
67	612,00	185,00	4652,04	0,14	0,01	0,02	1,00	0,23	0,17
200	338,10	85,83	4113,77	0,13	0,00	0,04	1,00	0,23	0,18
186	0,87	0,29	12,23	0,00	0,00	0,39	0,96	0,23	0,18
265	34,59	10,54	2108,42	0,07	0,00	0,22	1,00	0,23	0,18
218	364,05	95,68	6232,79	0,19	0,02	0,78	0,98	0,70	0,18
203	60,85	16,13	4383,90	0,14	0,03	0,03	0,99	0,23	0,18
156	126,80	38,75	4419,12	0,14	0,05	0,05	0,99	0,23	0,18
2	0,65	0,22	12,23	0,00	0,00	0,00	0,41	0,23	0,18
185	61,09	17,50	345,63	0,01	0,00	0,36	1,00	0,23	0,18
134	693,00	195,00	4072,11	0,13	0,00	0,01	1,00	0,23	0,18
27	763,00	225,00	8756,04	0,27	0,01	0,49	0,95	0,70	0,18
35	790,00	207,00	11175,39	0,35	0,00	0,10	0,71	0,70	0,18
32	566,36	143,78	4113,77	0,13	0,00	0,00	1,00	0,23	0,19
260	59,51	18,18	4419,12	0,14	0,11	0,12	1,00	0,23	0,19
37	978,59	257,07	6754,55	0,21	0,16	0,89	0,99	0,70	0,19
198	10,94	2,91	4175,24	0,13	0,09	0,09	1,00	0,23	0,19
74	15,04	4,42	17,19	0,00	0,00	0,00	0,47	0,23	0,19
113	711,00	190,00	11346,74	0,35	0,00	0,01	0,66	0,70	0,19
213	1,83	0,49	9309,45	0,29	0,01	0,44	1,00	0,70	0,19
221	103,80	28,72	2164,74	0,07	0,00	0,15	1,00	0,23	0,19
273	42,92	12,53	164,64	0,01	0,37	0,82	1,00	0,23	0,20
1	479,85	137,48	345,63	0,01	0,00	0,30	0,99	0,23	0,20
226	9,60	2,82	17,19	0,00	0,00	0,00	0,50	0,23	0,20
63	626,16	173,26	2164,74	0,07	0,00	0,13	1,00	0,23	0,20
234	137,93	38,97	3379,78	0,11	0,00	0,01	1,00	0,23	0,20
162	823,00	235,00	3162,66	0,10	0,00	0,02	0,99	0,23	0,20
96	210,79	67,73	2972,20	0,09	0,00	0,04	1,00	0,23	0,20
216	16,85	4,39	9017,11	0,28	0,00	0,42	1,00	0,70	0,20
89	103,55	29,19	3218,86	0,10	0,02	0,03	0,99	0,23	0,20
77	198,07	60,00	988,58	0,03	0,00	0,08	0,79	0,23	0,20
208	187,29	59,71	2864,96	0,09	0,01	0,05	1,00	0,23	0,21
45	568,99	181,38	2864,96	0,09	0,00	0,03	1,00	0,23	0,21
23	451,00	135,00	8681,69	0,27	0,02	0,46	1,00	0,70	0,21
33	484,00	125,00	5629,37	0,18	0,12	0,80	0,91	0,70	0,21
155	441,68	135,26	2091,86	0,07	0,10	0,22	0,99	0,23	0,21

COD	N° Moradores	N° Domicilios	Dens. Pop.	IND1	IND2	IND3	IND4	IND5	QUAL. AMB.
270	60,76	17,36	1233,57	0,04	0,01	0,17	1,00	0,23	0,21
137	559,43	166,30	2812,34	0,09	0,00	0,01	1,00	0,23	0,21
151	980,88	273,93	9583,03	0,30	0,00	0,30	0,98	0,70	0,22
254	114,92	34,28	3092,76	0,10	0,19	0,21	0,99	0,23	0,22
164	21,50	6,57	228,82	0,01	0,23	0,54	1,00	0,23	0,22
81	13,36	5,73	1,83	0,00	0,00	0,00	0,63	0,23	0,22
220	133,83	36,40	2157,20	0,07	0,00	0,03	1,00	0,23	0,22
60	719,17	195,60	2157,20	0,07	0,00	0,01	0,98	0,23	0,23
167	51,99	15,84	2108,42	0,07	0,00	0,01	1,00	0,23	0,23
259	136,31	41,74	2091,86	0,07	0,00	0,01	0,99	0,23	0,23
65	936,81	256,87	2167,77	0,07	0,00	0,00	0,99	0,23	0,23
189	109,63	28,79	3288,07	0,10	0,24	0,21	1,00	0,23	0,23
3	176,45	49,69	2000,05	0,06	0,02	0,03	0,98	0,23	0,23
84	332,92	97,87	1845,02	0,06	0,02	0,03	0,96	0,23	0,23
62	1074,00	312,00	3367,47	0,10	0,20	0,15	1,00	0,23	0,23
91	510,87	150,57	1703,83	0,05	0,02	0,02	0,93	0,23	0,23
187	148,45	41,80	2000,05	0,06	0,05	0,05	0,97	0,23	0,23
8	0,06	0,02	4,74	0,00	0,03	0,23	1,00	0,23	0,23
118	350,00	110,00	1957,56	0,06	0,02	0,03	1,00	0,23	0,24
71	467,00	146,00	5563,27	0,17	0,01	0,62	1,00	0,70	0,24
149	520,00	152,00	11081,61	0,35	0,10	0,22	1,00	0,70	0,24
233	47,88	14,07	1845,02	0,06	0,00	0,01	1,00	0,23	0,24
40	137,39	37,03	1315,20	0,04	0,00	0,05	1,00	0,23	0,24
264	199,10	57,62	1695,33	0,05	0,02	0,04	1,00	0,23	0,24
165	460,85	133,37	1695,33	0,05	0,07	0,07	0,96	0,23	0,24
154	625,95	180,07	822,51	0,03	0,01	0,09	1,00	0,23	0,24
152	778,32	217,12	11067,57	0,34	0,01	0,07	1,00	0,70	0,24
235	83,27	25,13	1333,87	0,04	0,01	0,02	0,98	0,23	0,25
232	148,23	42,05	1373,39	0,04	0,00	0,01	0,99	0,23	0,25
205	115,70	31,66	1181,86	0,04	0,03	0,08	1,00	0,23	0,25
141	703,00	217,00	11158,94	0,35	0,11	0,18	1,00	0,70	0,25
143	954,00	291,00	9670,51	0,30	0,00	0,17	1,00	0,70	0,25
211	144,26	42,92	798,72	0,02	0,00	0,04	0,97	0,23	0,25
86	198,17	59,80	1333,87	0,04	0,01	0,02	1,00	0,23	0,25
258	31,10	8,95	822,51	0,03	0,00	0,06	1,00	0,23	0,25
69	178,08	47,01	1384,85	0,04	0,00	0,00	1,00	0,23	0,25
204	10,68	2,88	1315,20	0,04	0,02	0,03	0,99	0,23	0,25
147	715,00	221,00	11363,42	0,35	0,00	0,00	0,99	0,70	0,25
111	576,00	140,00	8195,86	0,26	0,11	0,11	0,50	0,70	0,25
230	7,85	3,37	1,83	0,00	0,00	0,00	0,82	0,23	0,25
215	24,48	6,36	10055,14	0,31	0,00	0,00	0,82	0,70	0,25
163	348,94	104,31	880,10	0,03	0,00	0,01	0,99	0,23	0,26
256	67,68	18,88	11067,57	0,34	0,01	0,02	1,00	0,70	0,26

COD	N° Moradores	N° Domicilios	Dens. Pop.	IND1	IND2	IND3	IND4	IND5	QUAL. AMB.
106	660,00	194,00	8604,70	0,27	0,00	0,22	1,00	0,70	0,26
177	167,38	47,82	1233,57	0,04	0,15	0,16	1,00	0,23	0,26
251	158,60	50,61	6059,16	0,19	0,00	0,44	0,98	0,70	0,26
15	376,27	90,36	5360,79	0,17	0,00	0,50	1,00	0,70	0,27
132	239,40	76,39	6059,16	0,19	0,17	0,65	1,00	0,70	0,27
114	690,00	200,00	10003,26	0,31	0,00	0,04	1,00	0,70	0,27
47	730,55	202,21	2184,90	0,07	0,86	0,97	1,00	0,23	0,27
36	674,00	191,00	10679,81	0,33	0,11	0,12	1,00	0,70	0,28
271	60,88	19,09	27,30	0,00	0,00	0,00	0,99	0,23	0,28
107	997,00	288,00	10153,80	0,32	0,03	0,03	0,99	0,70	0,28
10	383,93	127,52	12,18	0,00	0,00	0,00	1,00	0,23	0,28
269	139,53	43,46	1539,07	0,05	0,85	0,99	1,00	0,23	0,28
102	851,00	248,00	9940,04	0,31	0,00	0,00	1,00	0,70	0,28
148	1005,00	278,00	9788,80	0,30	0,00	0,01	1,00	0,70	0,29
97	766,00	217,00	5871,92	0,18	0,00	0,00	0,47	0,70	0,29
183	0,32	0,10	5886,72	0,18	0,00	0,00	0,50	0,70	0,30
209	118,45	32,79	2184,90	0,07	0,91	0,95	1,00	0,23	0,30
104	494,00	131,00	9066,91	0,28	0,00	0,02	0,99	0,70	0,30
88	139,56	39,19	1582,04	0,05	0,85	0,91	1,00	0,23	0,30
20	564,00	179,00	8843,02	0,28	0,00	0,04	1,00	0,70	0,30
172	411,45	112,21	6607,95	0,21	0,00	0,08	0,79	0,70	0,31
123	87,88	28,41	123,22	0,00	0,84	1,00	1,00	0,23	0,31
140	486,00	151,00	8616,90	0,27	0,02	0,03	0,98	0,70	0,31
170	544,00	182,00	8606,54	0,27	0,00	0,01	0,98	0,70	0,31
99	640,00	187,00	8586,93	0,27	0,00	0,01	0,99	0,70	0,31
46	639,00	175,00	8342,01	0,26	0,02	0,03	0,96	0,70	0,32
169	532,00	144,00	8520,97	0,27	0,05	0,05	0,97	0,70	0,32
262	131,60	34,89	8342,36	0,26	0,02	0,03	0,98	0,70	0,32
160	860,40	228,11	8342,36	0,26	0,02	0,03	1,00	0,70	0,32
17	620,00	178,00	7970,81	0,25	0,02	0,02	0,93	0,70	0,32
22	490,00	152,00	5905,38	0,18	0,23	0,54	1,00	0,70	0,32
28	624,00	192,00	8250,48	0,26	0,00	0,01	1,00	0,70	0,32
150	801,00	237,00	9307,40	0,29	0,24	0,21	1,00	0,70	0,32
103	756,00	210,00	7885,48	0,25	0,02	0,04	1,00	0,70	0,33
101	679,00	220,00	7927,67	0,25	0,07	0,07	0,96	0,70	0,33
117	643,00	171,00	7254,50	0,23	0,00	0,05	1,00	0,70	0,33
212	311,15	86,75	5191,08	0,16	0,00	0,00	0,63	0,70	0,34
100	505,00	151,00	7354,47	0,23	0,01	0,02	0,98	0,70	0,34
246	135,70	43,88	123,22	0,00	0,85	0,87	1,00	0,23	0,34
24	685,00	211,00	7299,58	0,23	0,01	0,02	1,00	0,70	0,34
194	156,73	37,64	5360,79	0,17	0,03	0,23	1,00	0,70	0,34
34	1224,82	343,11	6968,17	0,22	0,03	0,08	1,00	0,70	0,35
195	212,10	65,19	6530,26	0,20	0,01	0,09	1,00	0,70	0,35

COD	N° Moradores	N° Domicílios	Dens. Pop.	IND1	IND2	IND3	IND4	IND5	QUAL. AMB.
42	160,20	43,39	58,21	0,00	0,95	0,99	1,00	0,23	0,35
19	698,90	214,81	6530,26	0,20	0,00	0,04	0,97	0,70	0,35
180	89,94	26,26	164,64	0,01	0,93	0,94	1,00	0,23	0,35
7	262,91	72,32	58,53	0,00	0,95	0,97	1,00	0,23	0,35
225	195,65	56,57	6571,62	0,20	0,00	0,01	0,99	0,70	0,36
214	143,32	37,47	7131,99	0,22	0,15	0,16	1,00	0,70	0,36
191	57,81	15,90	58,53	0,00	0,98	0,97	1,00	0,23	0,36
50	600,89	167,54	5191,08	0,16	0,00	0,00	0,82	0,70	0,37
190	14,14	3,68	1211,07	0,04	0,95	0,82	1,00	0,23	0,37
48	123,35	38,18	183,69	0,01	0,79	0,68	1,00	0,23	0,37
68	28,63	8,36	2190,89	0,07	0,86	0,59	1,00	0,23	0,37
115	849,00	225,00	7632,78	0,24	0,85	0,99	1,00	0,70	0,37
92	62,20	17,57	1189,60	0,04	0,98	0,81	1,00	0,23	0,38
6	419,86	109,32	1211,07	0,04	0,95	0,77	1,00	0,23	0,38
158	93,05	29,57	2198,98	0,07	0,91	0,60	1,00	0,23	0,38
110	837,00	240,00	5619,78	0,17	0,00	0,00	1,00	0,70	0,39
98	490,16	131,03	2235,82	0,07	0,86	0,36	1,00	0,23	0,43
210	44,65	13,82	183,69	0,01	0,95	0,64	1,00	0,23	0,43
29	569,00	163,00	5890,69	0,18	0,85	0,87	1,00	0,70	0,44
263	0,34	0,10	228,82	0,01	0,95	0,59	1,00	0,23	0,45
276	54,10	16,31	5886,72	0,18	0,95	0,99	1,00	0,70	0,45
52	315,56	82,50	7131,99	0,22	0,95	0,77	1,00	0,70	0,48
201	3,18	0,89	6968,17	0,22	0,98	0,81	1,00	0,70	0,48

LEGENDA

COD.: Código do polígono resultante da sobreposição entre unidades geomorfológicas e setor censitário.

DENS. POP.: Densidade populacional (habitantes / km²)

IND1.: Densidade populacional normalizado.

IND2.: Número de domicílios atendidos por rede de esgoto dividido pelo número total de domicílios.

IND3.: Número de domicílios atendidos com água tratada dividido pelo número total de domicílios.

IND4.: Número de domicílios atendidos com coleta de lixo dividido pelo número total de domicílios.

IND5.: Porcentagem da unidade geomorfológica coberta por formações campestres e florestais.

QUAL. AMB.: Índice de qualidade ambiental.