

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**Cartografia Geotécnica de Aptidão à Urbanização e Aproveitamento  
de Agregados na Construção Civil no Município de Guarulhos - SP**

**Paulo Eduardo Esteves de Camargo**

Orientador: Prof. Dr. Edilson Pizzato

**Dissertação de Mestrado**

Programa de Pós-Graduação em Recursos Minerais e Hidrogeologia

SÃO PAULO

2019



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**Cartografia Geotécnica de Aptidão à Urbanização e Aproveitamento  
de Agregados na Construção Civil no Município de Guarulhos - SP**

**Paulo Eduardo Esteves de Camargo**

Dissertação apresentada ao Programa de  
Pós-Graduação em Recursos Minerais e  
Hidrogeologia do Instituto de Geociências  
da Universidade de São Paulo para  
obtenção do título de Mestre em  
Geociências

Área de concentração: Hidrogeologia e  
Meio Ambiente

Orientador: Prof. Dr. Edilson Pizzato

SÃO PAULO  
2019

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Serviço de Biblioteca e Documentação do IGc/USP

Ficha catalográfica gerada automaticamente com dados fornecidos pelo(a) autor(a)  
via programa desenvolvido pela Seção Técnica de Informática do ICMC/USP

Bibliotecários responsáveis pela estrutura de catalogação da publicação:  
Sonia Regina Yole Guerra - CRB-8/4208 | Anderson de Santana - CRB-8/6658

Esteves de Camargo, Paulo Eduardo  
Cartografia Geotécnica de Aptidão à Urbanização e  
Aproveitamento de Agregados na Construção Civil no  
Município de Guarulhos - SP / Paulo Eduardo Esteves  
de Camargo; orientador Edilson Pizzato . -- São  
Paulo, 2019.  
151 p.

Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação  
em Recursos Minerais e Hidrogeologia) -- Instituto  
de Geociências, Universidade de São Paulo, 2019.

1. Cartografia geotécnica. 2. Planejamento  
municipal. 3. Uso do solo. 4. Mineração de agregados  
da construção civil . I. , Edilson Pizzato, orient.  
II. Título.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**CARTOGRAFIA GEOTÉCNICA DE APTIDÃO À URBANIZAÇÃO E  
APROVEITAMENTO DE AGREGADOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL NO  
MUNICÍPIO DE GUARULHOS-SP**

**PAULO EDUARDO ESTEVES DE CAMARGO**

Orientador: Prof. Dr. Edilson Pizzato

Dissertação de Mestrado

**Nº 812**

COMISSÃO JULGADORA

Dr. Edilson Pizzato

Dr. Omar Yazbek Bitar

Dr. Marcio Roberto Magalhães de Andrade

Dr. Carlos Henrique Grohmann de Carvalho

SÃO PAULO  
2018

## RESUMO

Camargo, P.E.E., 2017, Cartografia Geotécnica de Aptidão à Urbanização e o Aproveitamento de Agregados na Construção Civil no Município de Guarulhos - SP [Dissertação de Mestrado], São Paulo, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 154 p.

O aumento populacional impacta significativamente a qualidade ambiental, especialmente nos grandes centros urbanos. Como consequência, a relação entre homem e meio ambiente torna-se cada vez mais complexa, surgindo, dessa forma, demandas para locais destinados à extração de recursos minerais e locais para ocupação urbana, sendo esta, com frequência, realizada de forma irregular e em locais suscetíveis a desastres naturais. Nesse contexto, a Lei Federal nº.12.608, de 10 de abril de 2012, estabelece, para municípios com histórico de desastres naturais, a elaboração da carta geotécnica de aptidão à urbanização que deve garantir a segurança de novos parcelamentos do solo e o aproveitamento de material para construção civil. Seguindo tal perspectiva, o presente estudo apresenta uma proposta de etapa metodológica para elaboração da Carta Geotécnica de Aptidão à Urbanização (CGAU) para o município de Guarulhos que atende à referida lei, principalmente no que se refere ao aproveitamento de agregados da construção civil, tendo em vista que grande parte dos trabalhos até hoje desenvolvidos não aborda este tema. Para isso, foram utilizadas metodologias consagradas no meio técnico-científico cujo resultado final foi obtido por meio de programas de Sistema de Informação Geográfica, atividades de campo, consulta à bibliografia técnica da área de estudo e conhecimento especialista. Os resultados foram divididos em dois grupos, sendo eles o material cartográfico derivado e a CGAU propriamente dita. O primeiro grupo de resultados contempla os mapas do meio físico e ambiental na escala de detalhe. O segundo, referente à CGAU, apresenta um documento cartográfico no qual reúne, em um só mapa, as onze unidades geotécnicas delimitadas, um quadro síntese onde são descritas as adequações e as limitações frente às solicitações ou à implantação de obras, os processos naturais aos quais estão expostas, as recomendações para o planejamento do uso do solo, o potencial mineral para agregados da construção civil, a proposição de estudos e a investigação detalhada para caracterização do terreno, as classes de aptidão divididas em três tipos, sendo elas alta, média e baixa ou inexistente, bem como a delimitação de áreas prioritárias para exploração mineral ou ocupação urbana em regiões com requerimento para mineração.

Palavras-Chave: Cartografia geotécnica, mineração, planejamento.

## ABSTRACT

Geotechnical Suitability Cartography to Urbanization and the Use of Aggregates in Civil Construction in the City of Guarulhos – SP [Master's thesis], São Paulo, Institute of Geoscience of the University of São Paulo, 138 p.

The population increase notably impacts the quality of the environment, especially in large urban centers. Consequently, the relationship between man and environment becomes more complex implying demands for places intended for the extraction of mineral resources and for urban occupation sites, which are frequently the locus of irregular building and susceptible to natural disasters. Within this context, the Brazilian Law N<sup>o</sup>. 12.608 of April 10<sup>th</sup>, of 2012 establishes, for cities with a history of natural disasters, the elaboration of a geotechnical suitability map to urbanization which assures the safety of new land subdivision and the use of material for civil construction. Thus, this study presents a proposal for a methodological step for the elaboration of the Geotechnical Suitability Map to Urbanization (GSMU) for the city of Guarulhos, which abides by the referred law specially to what concerns the use of aggregates of civil construction, given that much of the work developed so far does not address this topic. In order to do so, known methodologies in the technical-scientific field have been applied. The final results have been obtained through Geographic Information Systems programs, field work, consultation to technical bibliography in the area of study and specialized knowledge. The results have been divided into two groups, one of which is the derived cartographic material and the other one is the GSMU itself. The first group of results comprises the physical and environmental maps in the scale of details. The second group, which refers to the GSMU, presents a cartographic document that gathers in a single map the eleven delimited geotechnical zones, a summary table in which the adequations and limitations are described to meet the requirements or implementation of construction work, the natural processes to which they are exposed, recommendations for soil use planning, the mineral potential for civil construction aggregates, proposition of studies and detailed investigation for ground characterization, the suitability classes divided into three groups, viz, high, medium, and low or inexistent, and also the delimitation of preferable areas for mineral exploitation or urban occupation in regions that require mining.

Keywords: Geotechnical cartography, mining, planning.

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	17
1.1	Objetivos.....	19
1.2	Contexto Geográfico e Localização da Área de Estudo.....	20
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	23
2.1	Cartas Geotécnicas: Conceitos e Terminologias .....	23
2.2	Metodologias .....	26
2.3	A Lei 12.608/2012 e a Cartografia Geotécnica no Brasil .....	30
2.4	Caracterização das Cartas Geotécnicas.....	33
2.4.1	Carta geotécnica de suscetibilidade .....	33
2.4.2	Carta geotécnica de aptidão à urbanização.....	35
2.4.3	Carta Geotécnica de Risco .....	36
2.4.4	Atividade Mineral e Planejamento.....	37
3	MATERIAIS E MÉTODOS.....	41
3.1	Modelo Inicial Orientador (Etapa 01) .....	43
3.2	Inventário de Dados e Organização das Informações em Ambiente SIG (Etapa 02) .....	44
3.3	Interpretação dos Dados e Geração de Produtos Cartográficos Derivados (Etapa 03).....	44
3.4	Integração dos Dados e Diagnósticos do Meio Físico (Etapa 04) .....	44
3.5	Análises das Suscetibilidades e Elaboração da Carta Síntese (Etapa 05)	45



3.6	Determinação da Área de Interesse na Escala de Detalhe (Etapa 06)	50
3.7	Geração de Dados na Escala de Detalhe (Etapa 07).....	52
3.8	Carta Preliminar e Investigações Geotécnicas de Campo (Etapa 08)	53
3.9	Inserção de Dados da Mineração (Etapa 09) .....	56
3.10	Carta Geotécnica de Aptidão à Urbanização (Etapa 10).....	58
4	ELABORAÇÃO DO MATERIAL CARTOGRÁFICO DERIVADO E APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS PRELIMINARES .....	61
4.1	Caracterização Geológica .....	61
4.1.1	Geologia regional .....	62
4.1.2	Geologia da área de estudo .....	64
4.2	Caracterização Morfométrica .....	68
4.2.1	Hipsometria .....	68
4.2.2	Declividade.....	70
4.2.3	Geomorfologia.....	72
4.3	Material Inconsolidado.....	79
4.4	Uso e Ocupação.....	92
4.5	Áreas de Preservação Permanentes (APP) .....	98
4.5.1	Delimitação das APP.....	100
4.6	Diagnóstico das Atividades Minerárias.....	103
4.6.1	Potencial mineral para materiais da construção civil .....	103
4.6.2	Levantamento dos processos minerários (ANM).....	105
4.6.3	Identificação de mineração em atividade e elaboração do mapa síntese	110

5	APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS .....	115
5.1	Unidade Geotécnica Depósito Aluvionar .....	119
5.2	Unidade Geotécnica Alúvio/Colúvio.....	120
5.3	Unidade Geotécnica Colúvio/Residual com Substrato de Rocha Sedimentar	122
5.4	Unidade Geotécnica Colúvio/Residual Com Substrato de Rocha Metassedimentar.....	123
5.5	Unidade Geotécnica Colúvio/Residual de Granitoides .....	125
5.6	Unidade Geotécnica Colúvio/Tálus com Substrato de Rocha Metassedimentar.....	127
5.7	Unidade Geotécnica Colúvio/Tálus com Substrato de Granitoides..	128
5.8	Unidade Geotécnica Solo Residual de Rocha Sedimentar.....	129
5.9	Unidade Geotécnica Solo Residual de Rocha Metassedimentar.....	131
5.10	Unidade Geotécnica Solo Residual de Granitoides .....	132
5.11	Unidade Geotécnica Solo Residual de Migmatitos .....	134
5.12	Classes de Aptidão à Urbanização e Áreas Potenciais Para Mineração	136
6	DISCUSSÃO DOS RESULTADOS .....	138
7	CONCLUSÕES .....	140
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	143
	APÊNDICE A – Material cartográfico derivado na escala de detalhe.....	149
	APÊNDICE B – CGAU para o planejamento urbano e o aproveitamento de agregados da construção civil .....	150
	ANEXO A - Lei Nº. 12.608, de 10 de abril de 2012; Lei Nº, 10.257, de 10 de julho de 2001; Lei Nº. 6.766, de 19 de dezembro de 1979.....	151



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização do Município de Guarulhos no Estado de São Paulo e na Região Metropolitana de São Paulo. ....	22
Figura 2 - Quadro resumo da contextualização da cartografia geotécnica brasileira na Lei Federal nº.12.608/2012.....	32
Figura 3 - Sequência para elaboração da carta geotécnica de aptidão à urbanização. ....	43
Figura 4 - Carta de suscetibilidade a movimentos de massa e inundação de Guarulhos. ....	47
Figura 5 - Elementos da legenda da carta de suscetibilidade de Guarulhos. ....	48
Figura 6 - Elementos da legenda da carta de suscetibilidade de Guarulhos. ....	49
Figura 7 - Localização da área de estudo no município de Guarulhos, SP. ....	51
Figura 8 - Quadro resumo dos procedimentos para caracterização da situação minerária na área de interesse. ....	58
Figura 9 - Mapa geológico regional. ....	64
Figura 10 - Mapa Geológico da área de estudo.....	67
Figura 11 - Mapa hipsométrico da área de estudo. ....	70
Figura 12 - Mapa de declividade da área de estudo. ....	72
Figura 13 - Padrões de relevo da área de estudo. A) Planícies e terraços fluviais; B) Colinas; C) Morrotes; D) Morros baixos; E) Morros altos.....	77
Figura 14 - Mapa Geomorfológico da área de estudo. ....	78
Figura 15 - Mapa de solos da área de estudo. ....	80
Figura 16 - Mapa de pontos.....	85
Figura 17 - Mapa de material inconsolidado.....	87

Figura 18 - Solo de alteração de migmatitos na região sul da área de estudo (Ponto 1). A) Perfil de intemperismo onde é possível visualizar os horizontes. B) Saprolito com presença de minerais primários.....	88
Figura 19 - Solo residual de metassedimentos do grupo Serra do Itaberaba próximo à estrada Guarulhos Nazaré (Ponto 2). Fotografias A e B ilustram as estruturas da rocha fonte preservadas no perfil. ....	89
Figura 20 - Depósito coluvial na Estrada Ari Jorge Zeitune (Ponto 15). A) Vista geral do perfil. B) Detalhe dos fragmentos de rocha de diversos tamanhos. ....	90
Figura 21 - Solo residual na Estrada de Itaberaba leste da região de estudo (Ponto 21). A) Visão geral do perfil onde se nota claramente as divisões dos horizontes. B) Detalhe dos horizontes.....	91
Figura 22 - Imagem Sentinel - 2 da área de estudo. ....	93
Figura 23 - Mapa de uso e ocupação do solo da área de estudo.....	96
Figura 24 - Distribuição das classes de uso na área de estudo. ....	98
Figura 25 - Representação da delimitação de APP de topo de morro. ....	99
Figura 26 - Mapa de Áreas de Proteção Ambiental Permanente (APP).....	102
Figura 27 - Mapa de potencial mineral da área de estudo. ....	105
Figura 28 - Fluxograma Básico para Licenciamento de Atividade Extrativa Mineral na ANM. ....	107
Figura 29 - Mapa de processos minerários e suas respectivas fases. ....	108
Figura 30 - Mapa de substâncias requeridas na ANM. ....	110
Figura 31 - Mapa de localização das mineradoras em atividade.....	112
Figura 32 - Mapa de possíveis frentes de expansão das minerações ativas. ....	113
Figura 33 - Procedimentos para álgebra de mapas e obtenção das unidades geotécnicas e classes de aptidão à urbanização. ....	116

Figura 34 - Resumo das operações realizadas para obtenção dos resultados finais. .....	118
Figura 35 - Distribuição da UG Depósito Aluvionar na área de estudo.....	120
Figura 36 - Distribuição da UG Alúvio/Colúvio na área de estudo. ....	122
Figura 37 - Distribuição da UG Colúvio/Residual com Substrato de Rocha Sedimentar na área de estudo.....	123
Figura 38 - Distribuição da UG Colúvio/Residual com Substrato de Rocha Sedimentar na área de estudo.....	125
Figura 39 - Distribuição da UG Colúvio/Residual com Substrato de Granitoides na área de estudo.....	126
Figura 40 - Distribuição da unidade geotécnica na área de estudo. ....	128
Figura 41 - Distribuição da unidade geotécnica na área de estudo. ....	129
Figura 42 - Distribuição da unidade geotécnica na área de estudo. ....	130
Figura 43 - Distribuição da unidade geotécnica na área de estudo. ....	132
Figura 44 - Distribuição da unidade geotécnica na área de estudo. ....	134
Figura 45 - Distribuição da Unidade Geotécnica Solo Residual de Migmatitos na área de estudo.....	135
Figura 46 - Mapa síntese das classes de aptidão à urbanização e priorização de áreas para extração mineral e ocupação urbana.....	137

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Metodologias internacionais de Cartografia Geotécnica.....	27
Quadro 2 - Resumo das características dos tipos de cartas geotécnicas.....	37
Quadro 3 - Quadro resumo dos padrões de relevo e parâmetros básicos. ....	75
Quadro 4 - Correlação das características pedológicas do SiBCS e geotécnicas. ....	82
Quadro 5 - Quadro resumo dos dados coletados em campo. ....	86
Quadro 6 - Sistema de Classificação de Uso e Cobertura da Terra - Níveis Hierárquicos da Tabela de Atributos. ....	95
Quadro 7 – Classes de uso e suas respectivas áreas.....	97
Quadro 8 - Relação das larguras dos cursos d'água e suas respectivas faixas de APP.....	99
Quadro 9 - Quadro resumo dos processos ANM de áreas em atividade e/ou com maior potencial de implantação. ....	109
Quadro 10 - Notas adotadas para os componentes das variáveis. ....	117

## LISTA DE SIGLAS

ANM	Agência Nacional de Mineração
APP	Área de Preservação Permanente
CGAU	Carta Geotécnica de Aptidão à Urbanização
CONPDEC	Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil
Cenad	Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres
CPLA	Coordenadoria de Planejamento Ambiental
CPRM	Serviço Geológico do Brasil
DRCG	Denver Regional Council of Governments
EESC	Escola de Engenharia de São Carlos
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EMPLASA	Empresa Metropolitana de Planejamento da Grande São Paulo S.A.
ESA	European Space Agency
IAC	Instituto Agrônômico de Campinas
IAEG	International Association of Engineering Geology
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IG	Instituto Geológico do Estado de São Paulo
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo
MDE	Modelo Digital de Elevação
MDEHC	Modelo Digital de Elevação Hidrologicamente Correto



MDS	Modelo Digital de Superfície
MDT	Modelo Digital de Terreno
PNPDEC	Política Nacional de Proteção e Defesa Civil
P.U.C.E	Padrão, Unidade, Componente, Avaliação
SEV	Sondagem Eletrovertical
SiBCS	Sistema Brasileiro de Classificação de Solos
SIGMINE	Sistema de Informações Geográficas da Mineração
SIAGAS	Sistema de Informação de Águas Subterrâneas
SMA	Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo
SINPDEC	Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil
SIG	Sistema de Informação Geográfica
TAV	Trem de Alta Velocidade
UBC	Unidade Básica de Compartimentação
UFOP	Universidade Federal de Ouro Preto
USGS	United States Geological Survey
USP	Universidade de São Paulo
UNESP	Universidade Estadual Paulista
UnB	Universidade de Brasília
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UFPE	Universidade Federal de Pernambuco
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
ZPM	Zona Preferencial para Mineração

ZCM	Zona Controlada para Mineração
ZBM	Zona Bloqueada para Mineração

## 1 INTRODUÇÃO

O aumento populacional acelerado vem impactando significativamente a qualidade ambiental na qual a sociedade está inserida. Conseqüentemente, a relação entre homem e meio ambiente torna-se cada vez mais complexa, surgindo, dessa forma, demandas para locais destinados à produção de alimentos, a fontes de energia e à extração de recursos minerais. Surge, também, a necessidade de novos locais para a ocupação urbana, na qual se nota uma maior velocidade de expansão em grandes centros urbanos.

Nesse contexto, ocorrem inúmeras frentes de ocupação que deveriam seguir critérios de ordenamento territorial, que, em muitos dos casos, não são observados. Essa demanda por território resulta em inúmeros conflitos de uso e ocupação, por conseguinte, exigindo um planejamento adequado, eficiente, capaz de minimizar os aspectos negativos dessas relações e, ainda, garantir o desenvolvimento sustentável.

Dessa forma, a Carta Geotécnica, segundo Freitas (2000), surge como um instrumento, entre outros, para orientar as intervenções antrópicas no meio ambiente, representando cartograficamente o conhecimento do meio físico onde o produto final tem como objetivo subsidiar a tomada de decisão dos agentes públicos.

O tema tem ganhado extrema importância nos assuntos referentes à ocupação e ao planejamento urbano ao longo do tempo, sendo que, a partir da década de 1960, isso se tornou mais evidente. Muito se pode atribuir a este fato, o aumento dos casos de desastres ambientais como deslizamentos de encostas e inundações, cujas proporções são potencializadas pela ocupação feita sem planejamento e/ou controle técnico adequado.

Sob tal conjuntura, o processo de urbanização no Brasil, historicamente, não foi acompanhado de planejamento. E esse fato é agravado pela priorização dos melhores locais, em que os mais adequados são destinados para a instalação de residências com melhores condições, com isso, forçando a população carente, com a necessidade de instalar-se e ter uma moradia, a buscar as áreas com maior

complexidade e dificuldade de ocupação para construir suas casas. Geralmente, esses locais não são dotados de condições mínimas de ocupação, dessa forma, gerando grande degradação das frentes de ocupação e ainda criando condições para desastres relacionados aos deslizamentos de encostas e inundações, o que, muitas vezes, resulta em perdas de vidas humanas.

Ainda em relação aos processos de urbanização, Zuffo et al. (2015) consideram que, no Brasil, assim como em outros países subdesenvolvidos, esses não são equilibrados, ou seja, são consequência da pobreza e da concentração de renda em detrimento do desenvolvimento tecnológico. Os mesmos pesquisadores classificam esse processo de urbanização como predatório e gerador de um cenário alarmante com relação à regularização das ocupações urbanas. Tal irregularidade mostra-se em diversas formas, como favelas desenvolvidas em terrenos particulares ociosos que aguardavam a valorização imobiliária, desenvolvimento de favelas em locais públicos, em forma de cortiços e construções precárias com a ausência de condições mínimas de habitabilidade. Pode-se inferir que são resultantes da falta de planejamento e gestão de responsabilidade do poder público. Dessa forma, como consequência da falta de acesso à ocupação regular por parte dessa parcela da população, surge o loteamento ilegal de terrenos, que, na maioria dos casos, encontram-se em áreas ambientalmente vulneráveis ou de preservação ambiental – como encostas e topos de morros, matas nativas, margens de rios e áreas de mananciais.

Esse tipo de ocupação predatória e sem recursos financeiros ocorre sem o auxílio do poder público ou de obras de infraestrutura urbana, gerando condições favoráveis à ocorrência de problemas de enchentes, de deslizamentos de encostas e de saneamento. Na maioria das vezes, essas ocupações precárias acabam consolidando-se em áreas de risco e, assim, permanecem devido ao alto custo das obras de reurbanização.

Outro impacto causado por essa frente de urbanização é a ocupação em torno de minerações, como no caso de Guarulhos. Isso causa o sufocamento dessas, implicando no encerramento de suas atividades ou na diminuição da qualidade ambiental das moradias localizadas no entorno desses locais.

A presença de mineradoras em centros urbanos, principalmente relacionadas aos agregados da construção civil, justifica-se pela curta distância do centro consumidor e pelo baixo custo do material extraído, aumentando, dessa forma, a relação custo-benefício. Sendo assim, nota-se a grande importância das atividades minerárias próximas aos centros urbanos, surgindo, dessa maneira, a necessidade do desenvolvimento de trabalhos no campo do planejamento cujo objetivo principal é o de diminuir os conflitos gerados com os outros tipos de uso e ocupação, especialmente a urbanização.

Em 10 de abril de 2012, foi assinada, pela Presidência da República, a Lei nº.12.608, que instituiu a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC), o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil (SINPDEC) e o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil (CONPDEC). No que tange às cartas geotécnicas, os artigos 26 e 27 da Lei nº.12.608/2012 alteram a Lei nº.10.257, de 10 de julho de 2001, denominada Estatuto das Cidades, que estabelecia a obrigatoriedade da elaboração de planos diretores para municípios com mais de 20 mil habitantes; e a Lei nº.6.766, de 19 de dezembro de 1979, conhecida como Lei Lehmann, que regulamentava os novos parcelamentos e desmembramentos do solo.

Já o artigo 22 da lei em questão estabelece, para os municípios com áreas suscetíveis à ocorrência de deslizamentos de grande impacto, de inundações bruscas ou de processos geológicos ou hidrológicos correlatos, a elaboração de cartas de aptidão à urbanização voltada para o planejamento e segurança de novos parcelamentos do solo e ao aproveitamento de agregados à construção civil, tema da presente dissertação de mestrado.

## **1.1 Objetivos**

O principal objetivo deste trabalho foi o de contribuir com o desenvolvimento do conhecimento técnico-científico relacionado às cartas geotécnicas de aptidão à urbanização no que se refere aos desafios e às dificuldades de sua aplicação e ao atendimento total e adequado do que está definido no artigo 22 da Lei nº.12.608, de 10 de abril de 2012. Dessa forma, o presente trabalho buscou elaborar a carta geotécnica de aptidão à urbanização do município de Guarulhos, para tanto, seguindo as diretrizes propostas pelo documento técnico denominado "Guia Para Elaboração de Cartas Geotécnicas de Aptidão à Urbanização Frente aos Desastres

Naturais ", de Sobreira e Souza (2014). Para obter o êxito desejado o presente trabalho teve como objetivos específicos:

- Apontar as principais dificuldades e os desafios de sua aplicação em relação ao atendimento do artigo 22 da Lei nº.12.608/2012, principalmente, no que versa o inciso V relacionado às diretrizes urbanísticas voltadas para o aproveitamento de agregados para a construção civil, tendo em vista que grande parte dos trabalhos até então desenvolvidos é aplicada frente aos desastres naturais, e não abordando esse tema presente na lei.
- Desenvolver uma etapa metodológica que insira informações sobre o potencial mineral do município, assim como a localização das mineradoras em atividade, recentemente encerradas e das áreas requeridas e, a partir desses dados, analisar os conflitos que essas atividades possam gerar (umas sobre as outras). Por fim, sistematizar essas informações no produto final de forma a oferecer subsídios para o planejamento urbano.
- Subsidiar a proposição de diretrizes para diminuir o conflito com relação à exploração de agregados empregados na construção civil e à expansão urbana.

## **1.2 Contexto Geográfico e Localização da Área de Estudo**

A configuração atual de ocupação de um município tem estrita relação com as características físicas que compõem o território, assim como o histórico de suas atividades econômicas e como estas se desenvolveram com o passar do tempo.

Sob tal perspectiva, o município de Guarulhos teve inicialmente, como atividade econômica, a agricultura, posteriormente, passando por um processo de urbanização que se deu influenciado pela linha férrea federal e ao baixo preço dos terrenos, que eram acessíveis à população de baixa renda, conforme expõe Pissato (2009).

Com o passar do tempo, Guarulhos apresentou grande vocação industrial, então, caracterizando-se como polo de produção de bens e serviços. Esse desenvolvimento relaciona-se com a implantação da Rodovia Presidente Dutra, que propiciou a integração e a definição de um corredor de transporte que interliga o

município de São Paulo a outras regiões importantes como o Vale do Paraíba e a cidade do Rio de Janeiro.

Outros fatores relacionados à infraestrutura de transportes cooperaram para esse desenvolvimento, como o acesso à Rodovia Fernão Dias, a partir de 1961, e às rodovias Ayrton Senna e Hélio Smith, que, em conjunto, possibilitaram o escoamento da produção para a região Sudeste do país, assim como a construção do Aeroporto Internacional de Cumbica, que impulsionou o avanço da estrutura econômica do município, de acordo com Pilotto e Moreira (2012).

A combinação desses elementos contribuiu de maneira significativa para o desenvolvimento da configuração urbana atual, dessa forma, gerando diferentes macrozonas que, por definição, são porções do território delimitadas a partir de critérios que consideram características urbanas, ambientais, sociais e econômicas similares em relação à política de desenvolvimento urbano (Prefeitura Municipal de Guarulhos, 2017).

O município de Guarulhos está inserido na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) e é a segunda cidade mais populosa do estado. Está localizado na região nordeste da RMSP, fazendo divisa, ao sul e a oeste, com o município de São Paulo, a leste com Itaquaquecetuba, Arujá e Santa Isabel, e ao norte, com Mairiporã e Nazaré Paulista (Figura 1).

Possui uma área de aproximadamente 340 km<sup>2</sup> e população de 1.222.357 segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2010).

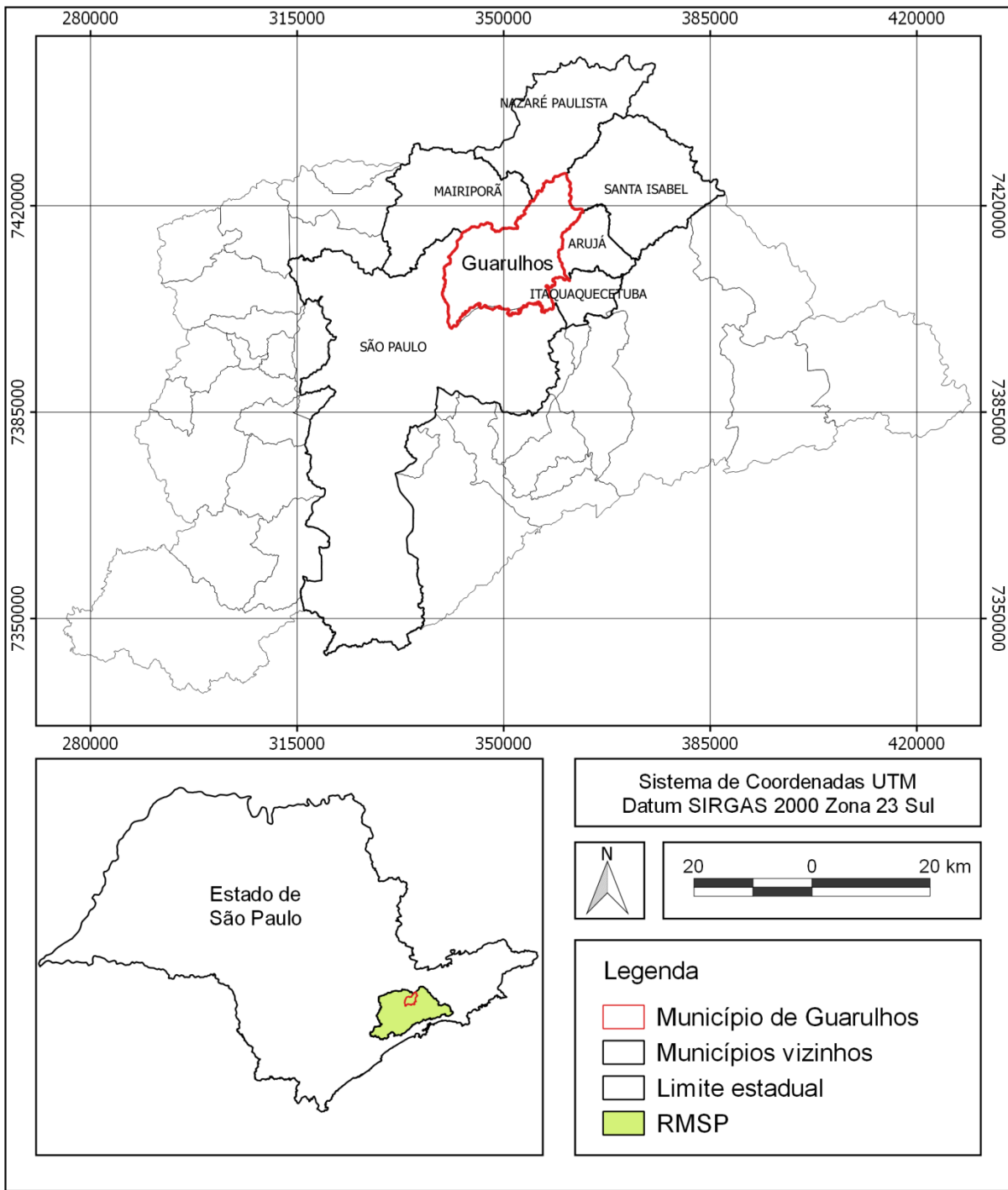


Figura 1 - Localização do Município de Guarulhos no Estado de São Paulo e na Região Metropolitana de São Paulo.

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados do IBGE (2018).



## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Para a elaboração desta etapa foram levantados e pesquisados diversos trabalhos. Em primeiro lugar, optou-se por abordar as definições e as terminologias empregadas nas cartas geotécnicas. Em seguida, de maneira sucinta, foram abordados os métodos de elaboração das cartas. Levando em consideração o tema da presente dissertação de mestrado, que versa sobre a cartografia geotécnica de aptidão à urbanização dentro do contexto da Lei Federal nº.12.608/2012 e do resultado da pesquisa bibliográfica realizada, julgou-se importante apresentar, nessa etapa, o que preconiza a referida lei para então apresentar os tipos de cartas produzidas no Brasil e como elas estão organizadas de acordo com seus objetivos e suas escalas.

Tal levantamento bibliográfico permitiu o embasamento das análises dos produtos pilotos, assim como a elaboração da Carta Geotécnica de Aptidão à Urbanização da zona de expansão de Guarulhos, SP, apresentadas nos capítulos seguintes.

### **2.1 Cartas Geotécnicas: Conceitos e Terminologias**

Uma das diversas definições de cartografia geotécnica pode ser a representação gráfica das limitações e das potencialidades do meio físico da qual se traduzem as informações dos elementos que compõem este como a geologia, o solo, o relevo e seus respectivos comportamentos geotécnicos em determinada região. Essas informações podem variar de acordo com a aplicação e/ou objetivo para os quais o trabalho é elaborado, sendo representado por zonas de características homogêneas, como descreve o Instituto de Pesquisas Tecnológicas/Emplasa (1990).

Cerri (1990) define a cartografia geotécnica como a representação das características do meio físico natural associando os diferentes elementos que compõem o meio, como os tipos de solos e rochas e suas respectivas propriedades geológico-geotécnicas e a geomorfologia com os principais processos e as

alterações ocasionadas pelas obras de engenharia e os diferentes tipos de uso e ocupação do solo.

Diniz et al. (2013) definem que a carta geotécnica consubstancia o conhecimento sobre os processos atuantes no meio físico de determinada área a fim de auxiliar o estabelecimento de diretrizes que garantam a forma adequada de uso e de ocupação do solo e, dessa forma, constitui-se em uma ferramenta básica e de extrema importância para a prevenção e a correção dos processos relacionados aos desastres naturais e tecnológicos.

Os questionamentos referentes ao meio físico datam desde o início do século passado, sendo que as principais dúvidas estavam relacionadas ao método que melhor representaria, tridimensionalmente, os elementos que compõem o meio físico. A partir dessas discussões, a cartografia geotécnica passou a desenvolver-se onde inicialmente era voltada quase que exclusivamente para a construção civil, como assinalam Gandolfi e Zuquete (2011) e Diniz et al. (2013).

Em 1902, New York publica um estudo sobre sua geologia urbana baseada em 1.400 furos de sondagem, porém sem o enfoque no planejamento urbano. Isso se deu mais à frente, nas décadas de 1960 e 1970, por meio do pedido da cidade de Los Angeles, ao Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS), para a elaboração de um mapa geológico que seria subsídio para o novo parcelamento do solo, porém esse trabalho apresentava as informações de forma complexa e de difícil entendimento para o público leigo. Nesse sentido, foi criada a Comissão de Planejamento Regional pela Denver Regional Council of Governments (DRCG), que pediu novamente outros estudos para a USGS e que esses fossem aplicados no planejamento regional, o que gerou diversas cartas geotécnicas em escala local e regional no território norte-americano (Diniz et al., 2013).

Os trabalhos, então, surgidos recebiam diversas denominações de acordo com a língua falada em cada país ou região. Para os falantes de língua inglesa, os termos mais usados eram *Engineering Geological Map* ou *Engineering Geological Applied Map* e *Geotechnical Map*. Países como Itália e França, por sua vez, utilizam o termo carta com *Carte Geotechnique* e *Carta Geologica* respectivamente.

Os termos mapa e carta no Brasil, segundo a classificação proposta por Raisz<sup>1</sup> (1969), segundo Diniz et al. (2013), representam coisas distintas. O termo mapa refere-se a um produto com característica mais elementar cujo objetivo é a representação mais convencional da superfície da Terra enquanto o termo carta refere-se a um produto de maior complexidade onde os dados nele apresentados foram interpretados de acordo com seu objetivo específico. Para o presente trabalho será empregado o termo carta para o produto final referente ao município de Guarulhos – SP, porém não há diferenciação entre os termos mapas e cartas dos trabalhos citados.

As cartas geotécnicas, segundo a *International Association of Engineering Geology* (1976), são produtos cartográficos que apresentam os componentes do ambiente geológico, classificando-os de acordo com suas características e seu comportamento diante de determinados tipos de uso e de ocupação do solo, sendo aplicados às atividades relacionadas à engenharia, ao planejamento, à mineração e com grande relevância para as atividades de construção, exploração e preservação do ambiente.

Segundo Santos (2014), a Carta Geotécnica é um documento cartográfico que fornece informações sobre o comportamento dos diferentes compartimentos geológicos e geomorfológicos homogêneos quando esses são submetidos a diferentes tipos de solicitação, uso e ocupação do solo, em que também apresentam as opções técnicas mais viáveis para que as intervenções não sofram prejuízos técnicos e econômicos. O autor ainda deixa explícito que a carta geotécnica é uma ferramenta de planejamento urbano indispensável para os municípios brasileiros.

Os problemas supracitados são de grande relevância, e esse fato reflete-se no grande número de pesquisas e na criação de metodologias de mapeamento geotécnico efetuados por universidades, institutos de pesquisas e até mesmo empresas do setor privado. Segundo Gandolfi e Zuquete (2011), a Universidade Federal do Rio de Janeiro tem papel fundamental no histórico da cartografia geotécnica do Brasil, pois foi a primeira a apresentar estudos nesse contexto, sendo eles elaborados e orientados pelo professor Heberlehner, nos anos de 1965 e 1966.

---

<sup>1</sup> Raisz, E., 1969, Cartografia Geral. Rio de Janeiro: Científica, 414 p.

<sup>2</sup> Zaine, J. E., 1997, Cartografia geotécnica por meio da sistemática do detalhamento progressivo: Rio Claro, SP. 89 p. (Exame de Qualificação para Doutorado - Instituto de Geociências e Ciências

O foco principal do trabalho desenvolvido foi o mapeamento de áreas de risco quanto a deslizamentos de encostas e aos tipos de uso e de ocupação que ainda são referências no tema até os dias atuais. O Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo (IPT), também, desenvolveu e ainda atua fortemente no desenvolvimento e na elaboração de trabalhos na área de cartografia geotécnica aplicada as diversas situações, assim como outros diversos institutos de pesquisas e de Ensino Superior como a UNESP, a UnB, a UFRGS, a UFOP, a EESC (USP), o Instituto Geológico, entre outros que serão citados no trabalho.

O Ministério das Cidades, no ano de 2011, buscou o apoio do conhecimento técnico-científico com o objetivo de desenvolver políticas públicas e desenvolver diretrizes para a prevenção de desastres naturais, principalmente os relacionados a deslizamentos e a inundações. Como resultado, obteve-se a parceria com o Grupo de Engenharia Geotécnica de Encostas e Planícies da Universidade Federal de Pernambuco, o que gerou um documento técnico intitulado “Parâmetros para a Cartografia Geotécnica e Diretrizes para Medidas de Intervenção de Áreas Sujeitas a Desastres Naturais”, de Coutinho (2013).

## **2.2 Metodologias**

Inúmeros países desenvolveram diferentes metodologias de cartografia geotécnica para diversos fins. Em território nacional, pode-se indicar que as mais empregadas ou as que mais influenciaram o desenvolvimento da cartografia geotécnica foram, segundo Gandolfi e Zuquete (2011), o método da *International Association of Engineering Geology* (IAEG), o Padrão, Unidade, Componente, Avaliação (P.U.C.E), os métodos francês, espanhol e americano. O quadro 1, a seguir, apresenta as principais metodologias internacionais e suas características.

<b>Metodologia</b>	<b>Histórico</b>	<b>Escala</b>	<b>Documentos gráficos</b>	<b>Observações</b>
<b>IAEG</b> Assoc. Intern. de Geologia de Engenharia (ANON, 1972 e 1976 <i>apud</i> AGUIAR, 1997)	Baseada em trabalhos desenvolvidos em diferentes países, tem finalidades gerais e específicas. Aspectos do meio físico enfocados: rochas, solos, águas e relevo.	Pré-definidas de acordo com a finalidade. Grande (1:10.000) Intermediária (1:10.000 a 1:100.000) Pequena (1:100.000)	Básicos  Sintéticos  Zoneamento (classes taxonômicas)	
<b>Francesa</b> ou <b>SANEJOUAND</b> (de avaliação do uso racional do meio físico)	Baseada em trabalhos realizados por universidades e institutos; tem finalidades gerais e específicas. Aspectos do meio físico enfocados: rochas, hidrologia, geomorfologia e materiais de cobertura	Condicionada pela finalidade. Regional (<1:100.000) Local (>1:100.000): • metrópoles = 1:50.000 a 1:100.000; • cidades = 1:25.000 a 1:50.000; • áreas específicas = 1:5.000 a 1:2.000; • detalhe > 1:1.000.	Produz documentos semelhantes aos da IAEG: <u>Carta de documentação</u> <u>Cartas de fatores</u> (substrato geológico, formações superficiais, hidrogeológica, geomorfológica) <u>Cartas de aptidão</u> (fundações, materiais, zoneamento geotécnico)	
<b>PUCE</b> <b>Pattern Unit Component Evaluation</b> (Austrália) (GRANT, 1975 a, b)	Estudos das relações entre aspectos geomórficos, solos, águas, rochas e vegetação. Tem finalidades gerais e específicas. Enfoca os aspectos geomórficos.		Classificação taxonômica (Província, Padrão, Unidade, Componente)	Representação das unidades por números.
<b>ZERMOS</b> (zonas expostas ao movimento dos solos)	Baseada em trabalhos de mapeamento geotécnico e problemas. Finalidade – riscos. Enfoca os seguintes aspectos: litologia, estrutura, drenagem, encosta e histórico dos movimentos.	1:50.000  1:25.000  1:5.000	Zoneamento Relatórios	São realizadas 3 fases :* 1. Bibliogr/dados 2. Geomorfol./ fotointerpretação. 3. Estudo e controle em cartas 1:50.000
<b>MATHEWSON &amp; FONT, 1974</b> (USA) Ordenação da informação geológica para uso do solo	Proposta como uma sistematização de estudos de geologia ambiental utilizados em trabalhos de planejamento; estudos e seleção de área para a definição do uso do solo. Enfoca aspectos geológicos.		1ª ordem: observacionais 2ª ordem: de Geologia de Engenharia 3ª ordem: interpretativos 4ª ordem: de uso do solo (recomendado pela Geologia)	Apresentam mapas onde a informação geológica é aplicada à adequabilidade de uso (limitações do meio físico).

Quadro 1 - Metodologias internacionais de Cartografia Geotécnica.

Fonte: Retirado de Zaine<sup>2</sup> (2000, Zaine, 1997).

No Brasil, a utilização dessas metodologias, mesmo que adaptadas, não atingiam o resultado desejado. Dessa forma, diversos núcleos de pesquisas e universidades desenvolveram, por meio de seus pesquisadores, diferentes

<sup>2</sup> Zaine, J. E., 1997, Cartografia geotécnica por meio da sistemática do detalhamento progressivo: Rio Claro, SP. 89 p. (Exame de Qualificação para Doutorado - Instituto de Geociências e Ciências Exatas/UNESP).

metodologias de elaboração de cartas geotécnicas (Rodrigues e Augusto Filho, 2007).

Pode-se citar como os principais desenvolvedores de pesquisas e metodologias relacionadas à cartografia geotécnica o Instituto Geológico (IG), o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), a Escola de Engenharia de São Carlos (EESC-USP) e a UNESP no estado de São Paulo. Outras instituições brasileiras, também, desenvolvem trabalhos nessa área e são elas a Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Universidade de Brasília (UnB), Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

Entre os mais praticados no estado de São Paulo, principalmente no que atende às diretrizes do Ministério das Cidades, o IPT e o IG apresentam-se como os maiores desenvolvedores de trabalhos para as prefeituras e órgãos estaduais. Nesse caso, as duas metodologias utilizam abordagens distintas.

Segundo Pires Neto e Yoshinaga (1995), o Instituto Geológico (IG) utiliza uma metodologia cujas aplicações dão-se no campo do planejamento e uso da terra, embasados na multidisciplinaridade da área das geociências. Essa forma de trabalhar obteve a constatação de que a utilização das informações referentes aos tipos de terreno e formas de relevo associados com as informações geológicas e geotécnicas proporcionam uma visão integrada e dinâmica dos aspectos e elementos que compõem o meio físico.

Os trabalhos mais recentes desenvolvidos pelo IG classificam as unidades homogêneas em Unidades Básicas de Compartimentação (UBCs), definidas por Vedovello (2000), que representam, a partir de seus elementos fisiográficos, a menor porção do terreno onde seu interior possui as mesmas características geotécnicas, sendo resultantes da interpretação de produtos de sensoriamento remoto e levantamento de campo. Essas geoformas são facilmente obtidas, servindo como armazenadores de informações empregadas no zoneamento geotécnico e atuando na análise das potencialidades, fragilidades e suscetibilidade a processos geodinâmicos de causas naturais ou antrópicas (Cardoso et al., 2009).

Vedovello (2000) classifica essa abordagem como análise integrada e divide o processo em três etapas sendo elas:

- compartimentação do terreno;
- caracterização geotécnica; e
- cartografia temática final ou de síntese.

A compartimentação do terreno é feita a partir da interpretação de imagens de satélites e de imagens aéreas, através das quais é possível analisar as feições do relevo e a densidade da rede de drenagem, pois, associadas com as informações do substrato rochoso e do solo, permitem a identificação das unidades geológico-geotécnicas homogêneas.

A caracterização geotécnica visa definir as propriedades e as principais características geotécnicas das áreas delimitadas. Essa etapa pode ser feita de diferentes maneiras, sendo elas: ensaios de laboratório, ensaios de campo, inferências fisiográficas e inferências a partir de outros dados. Por fim, a cartografia temática final ou de síntese consiste na análise e classificação das unidades geotécnicas indicando suas fragilidades, suscetibilidades e potencialidades de acordo com o objetivo do trabalho.

Os trabalhos mais recentes realizados pelo IPT seguem as diretrizes fornecidas pelos órgãos nacionais responsáveis pela implementação da Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC) e do Plano Nacional de Gestão de Riscos e Resposta a Desastres Naturais (PNGRRDN) – representados principalmente pelos Ministérios das Cidades, Serviço Geológico do Brasil (CPRM) e pelo Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres (Cenad). Nesse caso, a abordagem utilizada pode ser denominada multitemática, pela qual, segundo Ross (1995), prioriza-se a integração simultânea das informações resultantes da análise do terreno cruzando produtos como mapa geológico, geomorfológico, declividade, hidrografia, entre outros, para obtenção das unidades geotécnicas.

De maneira sucinta, pode-se referir, segundo Bitar, Freitas e Macedo (2015), que a elaboração dessas cartas segue as seguintes etapas:

- coleta de dados e informações sobre o meio físico;
- elaboração e integração de mapas temáticos;
- elaboração de carta síntese preliminar;
- levantamento de campo, integração e discussão dos resultados e;
- apresentação final da carta geotécnica.

Essa última metodologia foi a empregada no presente trabalho, logo, esta será detalhada mais adiante.

### **2.3 A Lei 12.608/2012 e a Cartografia Geotécnica no Brasil**

Ao considerar toda a complexidade inerente ao tema, ocorreu, em Brasília, um evento denominado Mapeamento de Riscos relacionados a Deslizamentos de Encostas, que foi organizado pelo Ministério das Cidades e pelo ministério de Minas e Energia com o objetivo de avaliar a atual situação de ação do governo com relação a esse problema e, dessa forma, dar início às discussões junto ao meio técnico sobre a incorporação de documentos cartográficos e que tipos de documentos seriam necessários para atuar na prevenção de desastres e no planejamento de novos parcelamentos do solo (Batista et al., 2015).

Como resultado, segundo Batista et al. (2015), observou-se a necessidade de adequação da legislação federal e da formulação e do desenvolvimento de programas nacionais de apoio aos estados e municípios com objetivo de estabelecer, de maneira concreta e efetiva, os instrumentos de planejamento e de gestão territorial dos municípios.

Em 10 de abril de 2012 foi sancionada a Lei nº.12.608, que instituiu a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNDEC), que autoriza a criação de sistemas de informações e de monitoramento de desastres e altera as Leis Federais nº.12.340, de 1º de dezembro de 2010, nº.10.257, de 10 de julho de 2001, nº.6.766, de 19 de dezembro de 1979, nº.8.239, de 4 de outubro de 1991 e a de nº.9.394, de 20 de dezembro de 1996.



De maneira geral, pode-se dizer que a referida lei estabelece para os municípios a obrigatoriedade de organizar e administrar formas ou meios para subsidiar os munícipes atingidos pelos desastres naturais por meio da organização e administração de abrigos temporários e, também, o fornecimento de condições adequadas de higiene e segurança para as áreas críticas. Quanto aos desastres, os municípios ficam responsáveis pela informação à população acerca dos locais, sobre os processos físicos e quanto ao treinamento dos técnicos locais e líderes comunitários (Feltrin e Raia Júnior, 2012).

No que se refere ao planejamento e, por conseguinte, às cartas geotécnicas, a PNDEC obriga os municípios inseridos no cadastro nacional de cidades com áreas de risco a elaborarem estudos e pesquisas referentes ao assunto e altera algumas leis inseridas nesse contexto.

Primeiramente, o artigo 26 da PNDEC acrescenta os artigos 42 A e 42 B à Lei 10.257/2001 do Estatuto da Cidade, e instaura que todos os municípios com áreas suscetíveis a processos geológicos ou hidrológicos, passíveis de gerar desastres naturais, devem elaborar o plano diretor no qual deve conter o mapeamento dessas áreas cujo produto resultante seja a denominada carta de suscetibilidade. Ainda com relação ao plano diretor, o mapeamento e a identificação das áreas de risco devem ter como base as cartas geotécnicas. No tocante ao parcelamento do solo, o artigo 27 da PNDEC altera a Lei Federal nº.6766/1979 conhecida como Lei Lehman, que então estabelecia para os municípios inseridos no cadastro nacional que os novos parcelamentos do solo, como loteamentos e/ou desmembramentos, deveriam ser realizados embasados nas cartas geotécnicas de aptidão à urbanização (Brasil, 2012).

Na Lei Federal nº.12.608/2012, esses desdobramentos e tais premissas estão presentes no artigo 22, §2º e incisos I, II, III, IV e V – que instituem que os municípios inseridos no cadastro nacional deverão:

I - elaborar mapeamento contendo as áreas suscetíveis à ocorrência de deslizamentos de grande impacto, inundações bruscas ou processos geológicos ou hidrológicos correlatos;

II - elaborar Plano de Contingência de Proteção e Defesa Civil e instituir órgãos municipais de defesa civil, de acordo com os procedimentos estabelecidos pelo órgão central do Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil - SINPDEC;

III - elaborar plano de implantação de obras e serviços para a redução de riscos de desastre;

IV - criar mecanismos de controle e fiscalização para evitar a edificação em áreas suscetíveis à ocorrência de deslizamentos de grande impacto, inundações bruscas ou processos geológicos ou hidrológicos correlatos; e

V - elaborar carta geotécnica de aptidão à urbanização, estabelecendo diretrizes urbanísticas voltadas para a segurança dos novos parcelamentos do solo e para o aproveitamento de agregados para a construção civil.

Dentro do contexto da Lei Federal nº.12.608/2012, pode-se referir que a cartografia geotécnica está dividida em três tipos: Cartas de Suscetibilidade, Cartas de Risco e Cartas Geotécnicas de Aptidão à Urbanização (Figura 2).

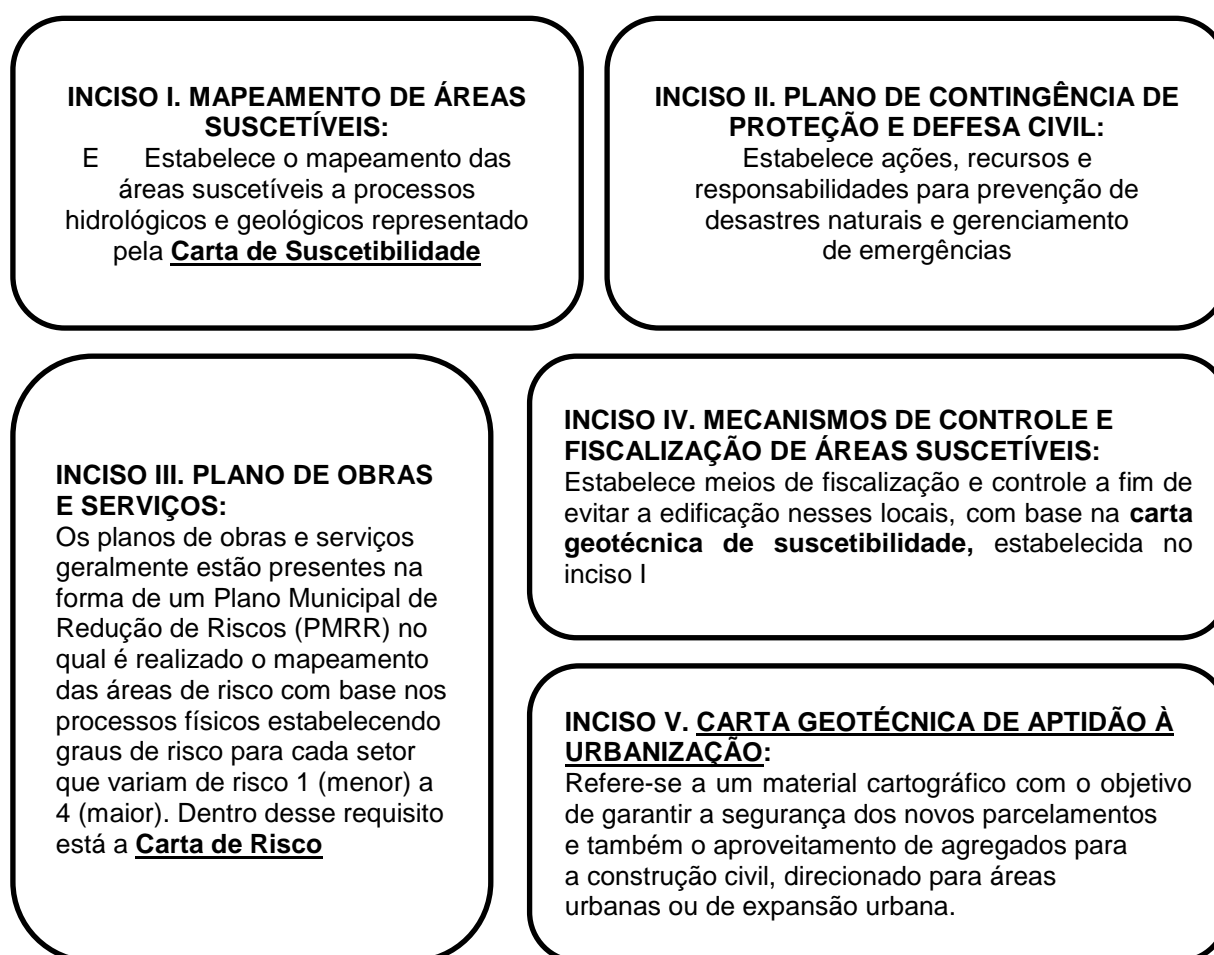


Figura 2 - Quadro resumo da contextualização da cartografia geotécnica brasileira na Lei Federal nº.12.608/2012.

Fonte: Elaborado pelo autor com base em Bitar et al. (2015).

## **2.4 Caracterização das Cartas Geotécnicas**

De acordo com o que foi apresentado a respeito da Lei nº.12.608/2012, nota-se diferentes tipos de cartas geotécnicas a serem desenvolvidas de acordo com sua abrangência e objetivos. Esses produtos partem de escalas maiores com objetivos mais amplos e restritos ao planejamento para escalas de maior detalhe com o enfoque também no planejamento, porém com uma abordagem mais específica.

A seguir é apresentado, de maneira sucinta, os três tipos de cartas geotécnicas citadas na lei: a Carta Geotécnica de Suscetibilidade, Carta Geotécnica de Aptidão à Urbanização e a Carta Geotécnica de Risco.

### **2.4.1 Carta geotécnica de suscetibilidade**

Segundo Sobreira e Souza (2015), a suscetibilidade pode ser entendida como a potencialidade de processos geológicos e hidrológicos alterarem o meio físico afetando ou não as atividades humanas. Como exemplo de processos, podem ser citados os movimentos gravitacionais de massa, subsidências, colapsos, erosões, inundações, enchentes, alagamentos, etc. Dessa forma, pode-se inferir que a suscetibilidade está diretamente ligada à predisponência natural do meio físico, por exemplo, segundo Bitar et al. (2014), uma área com alta suscetibilidade a escorregamento de encosta está inserida em terrenos com alta declividade, tornando esse atributo um fator predisponente.

Vale ressaltar que mais de um tipo de processo pode ocorrer em uma determinada área e que as atividades antrópicas podem influenciar na deflagração dos eventos. Sendo assim, as cartas de suscetibilidades, hoje elaboradas, apresentam mais de um tipo de processo e informações a respeito do comportamento destes frente aos diferentes tipos de uso e ocupação.

No tocante à representação dos processos estudados nesse tipo de trabalho, esses são representados de forma mais abrangente em comparação à carta geotécnica de aptidão à urbanização, contemplando toda a área do município – tanto a urbanizada quanto a rural ou a inabitada na escala 1:25.000 – o que lhe confere a característica regional e local no quanto representam trabalhos de caráter semirregional ou de semidetalle (Bitar et al., 2014).

Diniz et al. (2013) denominam esse tipo de produto como Carta Geotécnica para o Planejamento Municipal, servindo para os gestores de cada município como um subsídio para a criação de novos parcelamentos do solo de acordo com o que consta no artigo 22, §2º, inciso I da Lei nº.12.608/2012.

O objetivo geral do mapeamento da suscetibilidade, segundo Bitar et al. (2014), é o de estabelecer bases tecnológicas que permitam o desenvolvimento constante de produção de cartas de suscetibilidade a processos do meio físico passíveis de gerar desastres naturais a fim de instrumentalizar as prefeituras municipais em suas ações de planejamento territorial. Para isso, diversos objetivos específicos devem ser atingidos como:

- Produção de cartas a partir de bases cartográficas similares desenvolvidas em ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG), permitindo a integração dos dados obtidos em uma única base de dados gerando dessa forma as cartas de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e a processos hidrológicos para os municípios inseridos no cadastro nacional, voltados tanto para as áreas habitadas quanto para as áreas sem ocupação urbana.
- Unificar os resultados num único documento cartográfico para cada município, contendo o zoneamento das suscetibilidades e outras informações pertinentes e a descrição de cada zona mapeada em linguagem acessível.
- Ressaltar as zonas suscetíveis inseridas nas áreas urbanizadas e/ou edificadas nas quais representam as regiões com maior população passível de serem atingidas pelos desastres desencadeados pelos processos abordados.
- Estabelecer uma forma de indicar a magnitude estimada dos processos em relação aos moradores residentes nessas áreas e facilitar a comunicação entre os tomadores de decisão e os moradores envolvidos no que se refere às ações de priorização de medidas corretivas e preventivas.

- Disponibilizar as cartas em formato digital às prefeituras municipais para que sejam utilizadas como ferramentas no planejamento do território, na atualização de planos diretores e como subsídio para a elaboração de outras cartas geotécnicas como as de aptidão à urbanização e às cartas de risco.

#### **2.4.2 Carta geotécnica de aptidão à urbanização**

A carta geotécnica de aptidão à urbanização é um material cartográfico que fornece informações a respeito dos aspectos geológicos e geomorfológicos do local estudado no qual correlaciona as características do meio físico e os processos passíveis de ocorrerem a partir de causas naturais ou induzidos pela ação antrópica, tornando possível a delimitação de unidades homogêneas quanto ao comportamento geotécnico perante solicitações impostas pelos diferentes tipos de uso e ocupação do solo (Sobreira e Souza 2014).

Nesse contexto, Sobreira e Souza (2015) definem aptidão à urbanização como sendo a capacidade dos terrenos de suportar as solicitações impostas pelas diferentes práticas de engenharia e os tipos de uso do solo, com isso, garantindo maior nível de segurança e causando o mínimo impacto possível. A partir de diversas etapas de mapeamento, caracterização e integração dos dados analisados do meio físico é possível presumir o comportamento dos terrenos em relação ao tipo de uso do solo ou tipo de intervenção como novos parcelamentos do solo, obras de infraestrutura, etc.

Sob tal perspectiva, pode-se alcançar o objetivo final que, no caso, é a definição de áreas passíveis de serem ocupadas e de áreas que possuem baixa ou inexistente aptidão à urbanização. Assim, as áreas aptas a serem ocupadas devem seguir com rigor os critérios técnicos estabelecidos e as áreas inaptas ou com baixa aptidão, estas deverão ser definidas com base nas avaliações geológico-geotécnicas realizadas.

Em suma, trata-se de um documento cartográfico em escala 1:10.000 ou maior de acordo com a necessidade, em que são apresentadas as unidades geotécnicas e os processos do meio físico atuantes, em que, com base nas

informações obtidas a partir das análises, são estabelecidos níveis de aptidão à urbanização e medidas preventivas de infraestrutura a serem tomadas para cada unidade com o intuito de evitar impactos ambientais.

### **2.4.3 Carta Geotécnica de Risco**

Em áreas ocupadas, os processos do meio físico – sejam eles deflagrados por processos naturais ou resultantes da ação antrópica – afetam diretamente a população ali instalada, pois causam danos materiais e perdas de vidas humanas. Em consequência disso, surge o termo risco geológico que, segundo Cerri e Amaral (1998), é definido como uma situação de perigo, perda ou dano ao homem, bem como suas propriedades em decorrência da probabilidade de ocorrer um processo geodinâmico induzido ou não.

As cartas geotécnicas de risco devem apresentar informações que auxiliam na prevenção, na redução ou na erradicação do risco de áreas ocupadas apresentando informações a respeito do tipo de risco, sua distribuição e o grau de risco. As cartas de risco podem ser elaboradas em diversas escalas, porém, de acordo com o que vem sendo praticado no Brasil, são escalas de detalhe, da ordem de 1:2.000.

De acordo com os conceitos apresentados, nota-se uma precedência entre as cartas, sendo que a carta geotécnica de aptidão à urbanização deve ser elaborada com base na carta de suscetibilidade e a carta geotécnica de risco com base na aptidão à urbanização e na de suscetibilidade. No quadro 2 é apresentado o resumo com as características das referidas cartas geotécnicas.

Produto	Escalas de Mapeamento	Processos Geodinâmicos passíveis de identificação
Cartas de Suscetibilidade	1:25.000 ou maiores	movimentos gravitacionais de massa, inundações/enchentes, corridas, erosões, assoreamento, processos costeiros, sismos induzidos.
Cartas de Aptidão à Urbanização	1:10.000, 1:5.000 ou maiores	movimentos gravitacionais de massa translacionais, inundações/enchentes/alagamentos, corridas, erosões lineares de grande porte (ravinas), assoreamento, subsidências e colapsos, queda e rolamento de blocos rochosos, processos costeiro.
Cartas de Risco	1:2.000 ou maiores	movimentos gravitacionais de massa – translacionais, rotacionais, em cunha, inundações/enchentes/alagamentos, corridas de lama e detritos, rastejos, erosões lineares (sulcos, ravinas e voçorocas), solapamentos de margem, assoreamento, subsidências e colapsos, expansão de terrenos, queda e rolamento de blocos rochosos, processos costeiros.

Quadro 2 - Resumo das características dos tipos de cartas geotécnicas.

Fonte: Elaborado pelo autor com base em Sobreira e Souza (2015).

#### 2.4.4 Atividade Mineral e Planejamento

A mineração pode ser considerada a base da formação da cadeia produtiva, sendo ela caracterizada por atividades que vão desde a extração do bem mineral até a fabricação de produtos para uso da sociedade.

A grande importância da mineração é evidenciada pela própria história de desenvolvimento da humanidade cuja denominação de seus estágios são relacionados aos bens minerais extraídos em cada época, como Idade da Pedra, Cerâmica, Ferro, Bronze, etc. (Del Monte et al., 1998).

É evidente a importância das atividades minerárias para o desenvolvimento da sociedade, porém, assim como todas as atividades industriais, a mineração produz grande impacto no entorno onde está instalada devido ao conjunto de operações intrínsecas a esta atividade como desmonte, extração, deposição dos rejeitos, entre outras.

Conforme o bem mineral explorado, mormente aqueles empregados na indústria e na construção civil, a implantação das plantas de extração e produção dá-se preferencialmente próximas dos centros consumidores, o que pode gerar conflitos com as frentes de expansão urbana.

Freitas (1997) cita que há duas situações envolvendo a relação mineração e urbanização, sendo a primeira onde a cidade se desenvolve em consequência da mineração; e a outra onde a mineração se faz necessária frente à demanda de grandes centros urbanos.

O primeiro caso caracteriza grande parte das cidades fundadas durante o ciclo da mineração e que ocorre ainda em algumas cidades ligadas à instalação de mineradoras. Segundo Lara, Lobo e Garcia (2016), quando se torna pública a instalação de uma mineradora de grande porte em determinado lugar, há forte influência dos agentes especuladores na criação de expectativas, o que influencia na dinâmica econômica do local, dessa forma, atraindo mão de obra de outras localidades.

No segundo caso, segundo Bacci et al. (2001), a instalação de mineradoras próximas aos centros urbanos é influenciada pelo alto preço do transporte e ao baixo valor unitário, mormente, dos materiais empregados na construção civil. Nesse caso, a expansão de ambas as partes pode gerar conflitos relevantes de uso e ocupação do solo. No contexto da mineração, esta é condicionada pela configuração geológica local cujo avanço das frentes de lavra depende do tamanho e da configuração do material minerado, enquanto a ocupação urbana, quando feita sem planejamento, ocupa áreas que sofrem impactos diretos e/ou sufocam as mineradoras, assim, impedindo a expansão das atividades.

Esses fatos ilustram a grande necessidade de considerar a mineração no planejamento urbano, dessa forma, tornando possível a garantia de segurança dos novos parcelamentos do solo para ocupação urbana e a garantia de produção de bens minerais para utilização da sociedade.

Freitas (1997) cita como trabalho pioneiro, na linha dessa abordagem, o Plano Diretor de Mineração para a Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), elaborado pelo Departamento Nacional de Produção Mineral (ANM), Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) e Empresa Metropolitana de Planejamento da Grande São Paulo S.A. (EMPLASA), em 1979, e relatório síntese de 1980. Esse trabalho teve como objetivo principal direcionar as atividades minerárias conforme as diretrizes de planejamento urbano da RMSP. Como resultado cartográfico, o trabalho citado apresentou o total de oito mapas, compilando dados a respeito do



potencial mineral, geologia, lei de proteção aos mananciais, lei de concentração de atividades industriais, macrozoneamento e diretrizes para a atividade mineral.

O mapa de macrozoneamento dividiu o território nas seguintes macrozonas: Preservação de Recursos Naturais e Proteção ao Meio Ambiente, Preservação e Proteção dos Elementos de Valor Cultural ou Paisagístico, Urbanização Futura e Preservação para a Garantia da Produção Rural.

Por fim, o Mapa de Diretrizes para a Atividade Mineral dividiu a RMSF em áreas, segundo as diretrizes a serem adotadas com relação à permissividade, sendo elas: Permitida sem Restrição, Permitidas Sem Restrição Relativas ao Uso e Ocupação do Solo Urbano, Permitida com Restrições Relativas ao Uso e Ocupação do Solo Urbano, Não Permitido, Caso Especial e Caso Especial Dentro da Mancha Urbana.

Na mesma linha, a Região Metropolitana de Curitiba, no estado do Paraná, obteve, por meio da elaboração por parte da ANM e da Minérios do Paraná S.A. (MINEROPAR), o Plano Diretor de Mineração de 2004, no qual o produto final de macrozoneamento de mineração apresentou as seguintes classes:

- Zona Preferencial para Mineração (ZPM) - Caracteriza-se por regiões sem áreas de proteção ambiental tanto de proteção integral quanto de uso sustentável, sem restrições ao desenvolvimento de pesquisa mineral e implantação de empreendimento mineiro.
- Zona Controlada para Mineração (ZCM) - Caracteriza-se por apresentar áreas com restrições ambientais e territoriais para o desenvolvimento da mineração como unidades de conservação, uso sustentável, perímetros urbanos, mananciais e áreas de preservação.
- Zona Bloqueada para Mineração (ZBM) - Caracteriza-se por apresentar unidades de conservação integral, nas quais as atividades minerárias ocorrem em casos excepcionais, cujo aproveitamento dos recursos minerais seja comprovadamente de grande utilidade pública e interesse social.

Por fim, os resultados apresentados nos planos diretores de mineração têm como objetivo principal fornecer informações a respeito da situação minerária das áreas estudadas relacionadas com as mineradoras não regularizadas, informações a respeito dos potenciais minerais e as questões legais fornecendo diretrizes que podem subsidiar o poder público municipal na abordagem da mineração quanto ao planejamento municipal (Freitas, 1997).

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

Como consta no objetivo do presente trabalho, a metodologia empregada para a elaboração da carta geotécnica de aptidão à urbanização de Guarulhos foi embasada na proposição de Sobreira e Souza (2014). Nesse trabalho, os autores propõem nove etapas a serem cumpridas sequencialmente, sendo que, delas, as cinco primeiras estão relacionadas com a elaboração da carta de suscetibilidade na escala 1:25.000.

As cinco primeiras etapas, segundo Sobreira e Souza (2014), devem ser aplicadas nos municípios cujas áreas de expansão urbana não estejam delimitadas ou a municípios que não possuam informações suficientes a respeito do meio físico inserido em seu território

Vale ressaltar que a carta de suscetibilidade na escala 1:25.000 do município de Guarulhos já foi elaborada pelo IPT e serviu de base para o restante das etapas envolvidas para a elaboração da referida carta de aptidão à urbanização. Dessa forma, foram desenvolvidas, neste trabalho, as etapas 06, 07, 08 e 09.

Em virtude da dificuldade de obtenção de dados foi utilizada a proposta metodológica aplicada na Carta de Aptidão à Urbanização do Município de Magé, no estado do Rio de Janeiro, baseada na metodologia de Sobreira e Sousa (2014). Segundo Moraes et al. (2015), essa metodologia apresenta caráter mais qualitativo do que quantitativo, porém representa a forma pela qual esses trabalhos são gerados e apresentados em órgãos federais como a CPRM.

Outro ponto crucial do presente trabalho é a proposição de uma forma adequada de atender a um dos requisitos citados no inciso V, do §2º, do artigo 22 da Lei nº.12.608/2012, que versa sobre o estabelecimento de diretrizes urbanísticas voltadas ao aproveitamento de agregados para construção civil, para tanto, levando em consideração que os trabalhos oficiais desenvolvidos hoje não versam sobre esse tema. Por isso foi inserida uma etapa de levantamento de dados a respeito do potencial mineral do município, as minerações em atividade e as áreas requeridas. Essas informações foram cruzadas com os dados de aptidão à urbanização, então,

gerando novas informações no mapa final a respeito de qual uso é mais indicado para a determinada região.

Todas as etapas de produção cartográfica, assim como a geração de dados na escala de detalhe, foram desenvolvidas em ambiente GIS utilizando principalmente o *software* de licença livre QGIS. A plataforma QGIS versão 2.18.20 *with grass 7.0*, obtida gratuitamente no sítio eletrônico do QGIS Brasil, foi usada na maioria das etapas de geoprocessamento para a elaboração das análises do terreno, geração de mapas básicos como mapa de declividade, mapa hipsométrico, mapa geomorfológico, entre outros presentes no trabalho, execução dos cruzamentos dos dados e na elaboração do mapa final.

O QGIS é um *software* de sistema de informação geográfica de licença livre cujo projeto oficial é da *Open Source Geospatial Foundation* (OSGeo) de grande utilização por parte de usuários comuns até órgãos governamentais. Sua interface simples e intuitiva facilita sua utilização em todos os campos do geoprocessamento. O QGIS ainda apresenta uma vasta gama de complementos e a utilização em conjunto de outros algoritmos que permite ao usuário elaborar estudos e gerar produtos cartográficos de diferentes tipos e aplicações.

A seguir serão descritas as etapas para a elaboração da CGAU, nesse sentido, apresentando desde as proposições originais de Sobreira e Souza (2014) até as adaptações com a metodologia aplicada no município de Magé, RJ Moraes et al. (2015) e as etapas propostas na presente pesquisa como ilustra a figura 3.

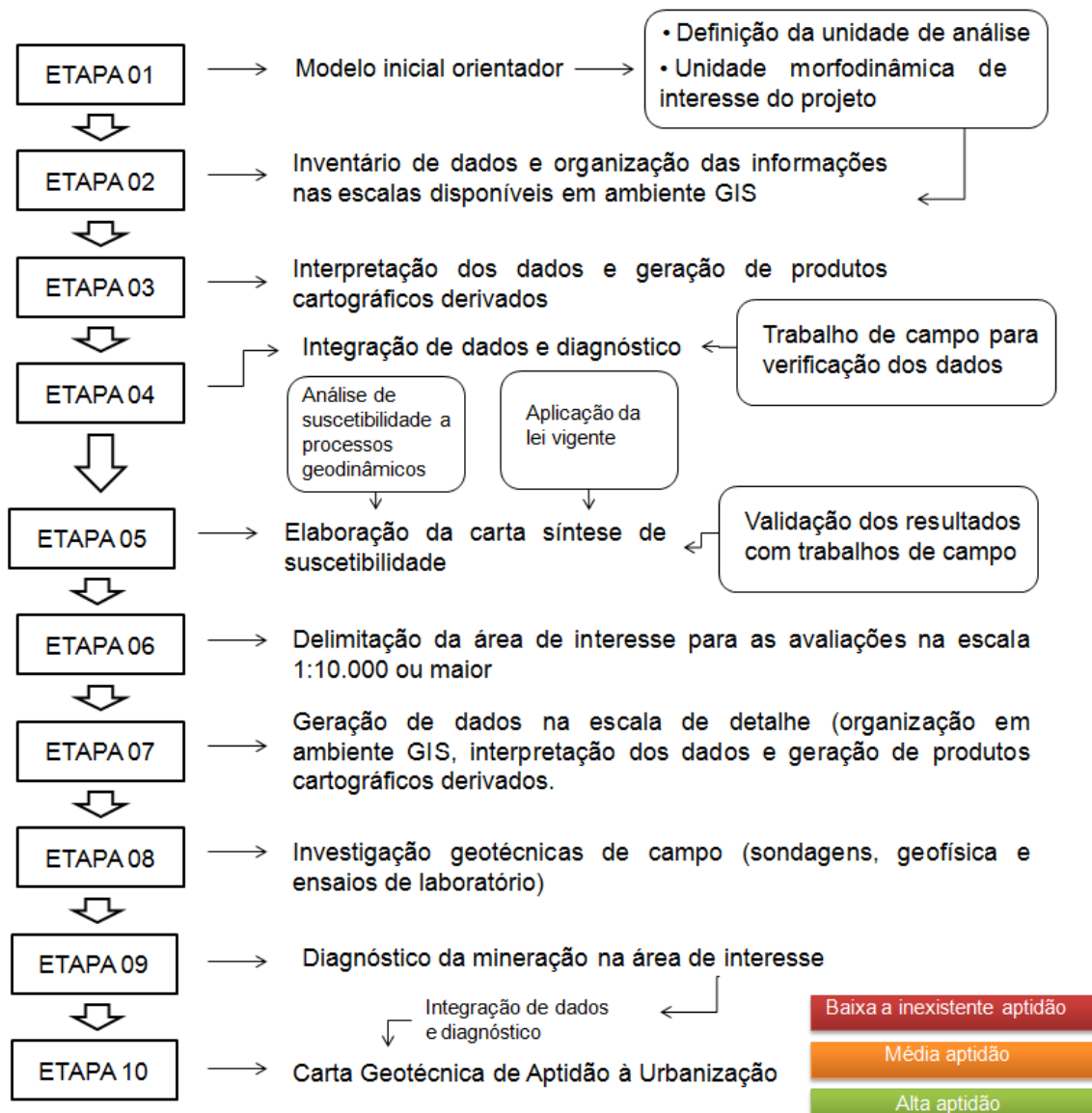


Figura 3 - Sequência para elaboração da carta geotécnica de aptidão à urbanização.

Fonte: Elaborado pelo autor com base em Sobreira e Souza (2013)

### 3.1 Modelo Inicial Orientador (Etapa 01)

Esta etapa contempla a aquisição de dados existentes e o reconhecimento de suas escalas, assim como suas limitações como base cartográfica, processos geodinâmicos e a definição das áreas de interesse compostas por unidades do território com um comportamento independente das unidades adjacentes como divisores de águas, linhas de drenagem ou expressões geomorfológicas – que são denominadas Unidade Morfodinâmica de Interesse do Projeto.

### **3.2 Inventário de Dados e Organização das Informações em Ambiente SIG (Etapa 02)**

Nesta etapa são reunidas todas as informações da área de interesse, sejam elas textos, materiais cartográficos e dados numéricos existentes. As informações cartográficas devem ser organizadas em ambiente SIG, mediante arquivos editáveis como *shapefile* e *raster*, nos quais estes arquivos devem ser relacionados com os dados alfanuméricos a partir da tabela de atributos. Ainda, segundo a metodologia de Sobreira e Sousa (2014), os dados de entrada mínimos devem contemplar base cartográfica 1:25.000 ou maior, ortofotos ou imagens de satélite com escala compatível com a escala de trabalho e mapa geológico na maior escala existente.

### **3.3 Interpretação dos Dados e Geração de Produtos Cartográficos Derivados (Etapa 03)**

A partir da interpretação dos dados e do cruzamento das informações reunidas na etapa anterior é possível gerar novos produtos cartográficos. Mediante o processamento em ambiente SIG é possível obter, por meio de diversos métodos de interpolação, o Modelo Digital de Elevação, que, a partir deste, consegue-se gerar a hipsometria, extrair as classes de declividade, gerar o relevo sombreado, formas das vertentes, direção de fluxo, entre outros, em que estes elementos, por sua vez, podem ser utilizados na geração de mapas geomorfológicos e auxiliar na definição do mapa de material inconsolidado, na divisão de bacias de contribuição e sua caracterização morfométrica, caso seja o escopo do trabalho.

Já com os dados alfanuméricos é possível gerar os mapas de inventário de cicatrizes de deslizamento e o de inventário de áreas atingidas por inundações e enchentes.

### **3.4 Integração dos Dados e Diagnósticos do Meio Físico (Etapa 04)**

Esta etapa representa o alicerce para a compreensão dos processos geodinâmicos atuantes, pois esses são consequência da configuração física do terreno gerada a partir da correlação entre a geologia local, a inclinação do terreno, a geomorfologia local e o reconhecimento de feições indicativas de processos gravitacionais de massa e áreas suscetíveis a processos hidrológicos.

### **3.5 Análises das Suscetibilidades e Elaboração da Carta Síntese (Etapa 05)**

Nesta fase é apresentado o mapa síntese que representa o resultado final da Carta Geotécnica de Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa e Processos Hidrológicos, sendo reunidos neste material, de forma sintetizada, todos os processos geodinâmicos e hidrológicos.

Para alcançar o resultado final, várias metodologias podem ser empregadas, sendo que os principais procedimentos são os heurísticos ou empíricos, determinísticos e estatísticos, cuja escolha baseia-se na qualidade e quantidade de dados existentes e do tempo necessário para análise dos dados e dos custos associados à obtenção destes.

No que tange à viabilidade dos métodos, os heurísticos e empíricos apresentam boa relação de tempo de obtenção e custo, porém revelam alto grau de subjetividade porque os pesos e as notas dos elementos são dados pelos especialistas, o que torna imprescindível um alto conhecimento técnico deste profissional.

Os procedimentos baseados em modelos matemáticos assinalam mais confiabilidade por embasar-se em dados físicos como simulações hidrológicas de fluxo e estabilidade de vertentes a partir do coeficiente de segurança, mas têm como ponto fraco a grande demanda por informações obtidas a partir de ensaios de campo e laboratório, o que onera e estende o tempo de elaboração do trabalho.

Os modelos estatísticos são baseados, com maior frequência, nos procedimentos probabilísticos, que, por sua vez, consideram que os fatores que causaram eventos no passado, também, causarão no futuro. Sendo assim, o resultado descreve o histórico de eventos em função das características físicas do local, exibindo, dessa forma, menor subjetividade. Um fator que pode prejudicar a aplicação desse modelo é a falta de dados históricos dos eventos e a sua baixa qualidade (Sobreira e Souza, 2014).

Como o município de Guarulhos já possui a carta de suscetibilidade, ela foi utilizada neste trabalho para a elaboração das etapas subsequentes, da seguinte maneira.

No sítio do Serviço Geológico do Brasil (CPRM), foi possível acessar a carta, assim como efetuar o *download* dos arquivos vetoriais *shapefile* e matriciais *raster* e, também, fotografias das atividades de campo equações de Intensidade Duração e Frequência (IDF) para estudos hidrológicos. Esses dados são a base para a continuidade e desenvolvimento das etapas seguintes.

Os arquivos *shapefile* disponíveis sem contar a base cartográfica são:

- Padrões de relevo
- Feições (região alagada, campo de blocos, paredão rochoso e cicatrizes)
- Geologia
- Pedologia
- Isoietas
- Hietogramas
- Suscetibilidade (movimentos gravitacionais de massa e inundação, enxurradas e corridas de detrito)
- Pontos selecionados (relação das fotografias e os pontos onde foram realizadas)

Os arquivos matriciais disponíveis são:

- Ortofoto
- Modelo Digital de Superfície (MDS)
- Declividade
- Relevo Sombreado

O resultado cartográfico obtido está ilustrado na figura 4.



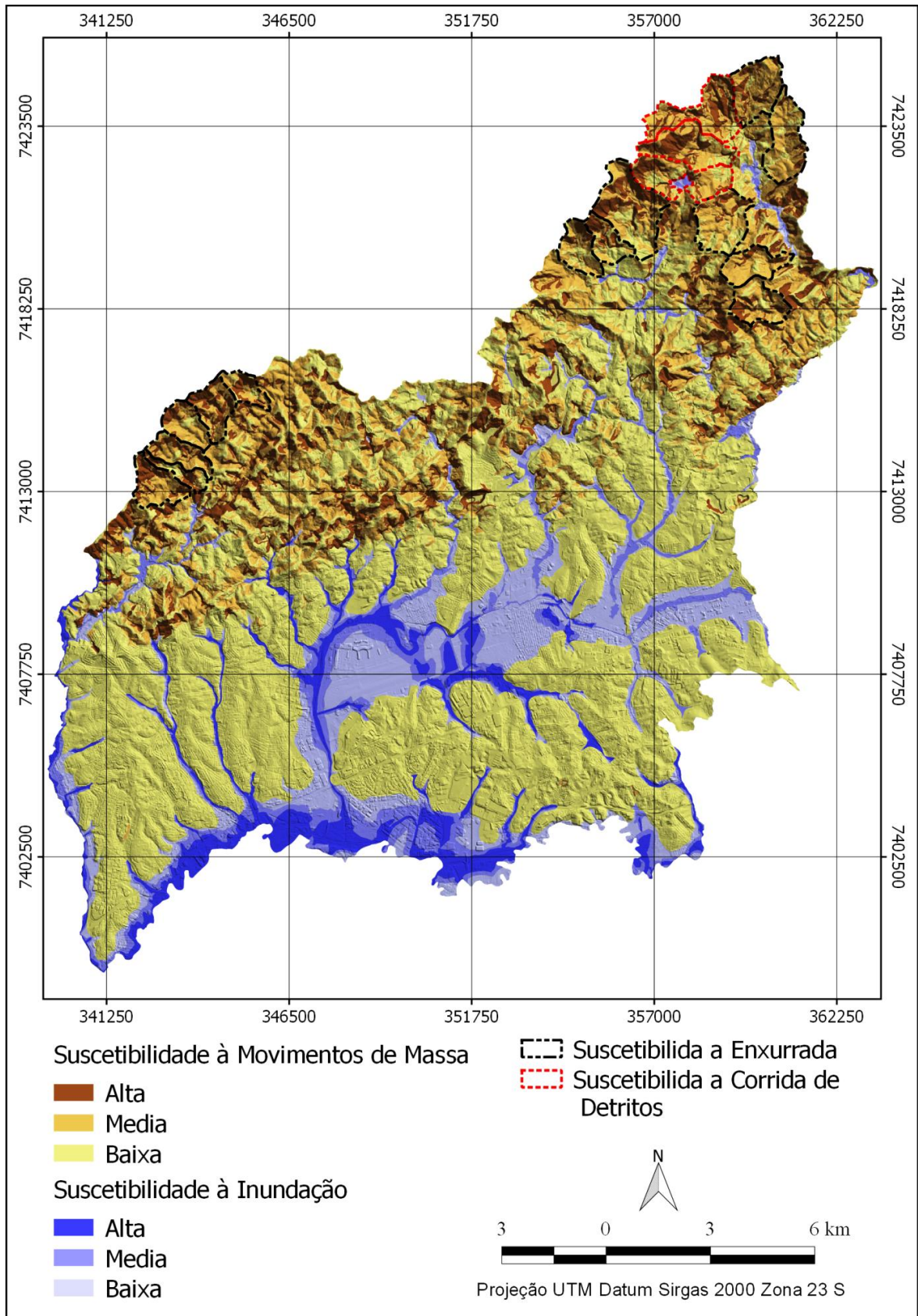


Figura 4 - Carta de susceptibilidade a movimentos de massa e inundação de Guarulhos.  
 Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados de IPT/CPRM (2015). Escala original 1:25.000.

Na carta original, há outras informações na legenda – expostas de forma prática, com isso, tornando a informação acessível ao público em geral, principalmente aos tomadores de decisão como os gestores municipais.

As informações presentes nas legendas de corridas de massa e enxurradas e de suscetibilidade a processos gravitacionais de massa e inundação correlacionam os dados do meio físico como litologia, amplitude altimétrica, intervalo de declividade forma da bacia, entre outras, conforme ilustram as figuras 5 e 6 respectivamente.

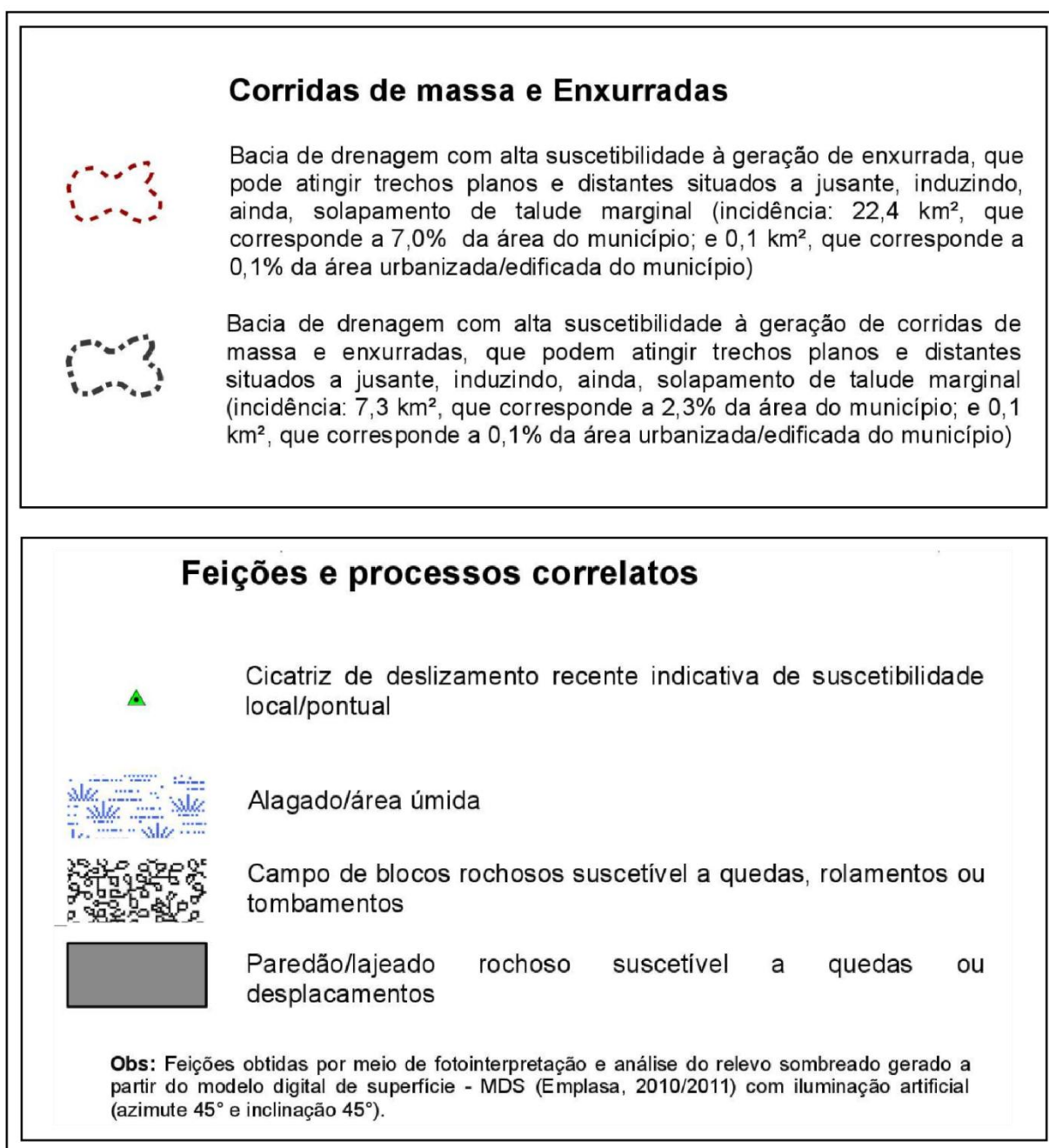




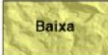



Figura 5 - Elementos da legenda da carta de suscetibilidade de Guarulhos.

Fonte: Retirada de IPT/CPRM (2015).

Classe de suscetibilidade	Foto ilustrativa	Características predominantes	Área		Área urbanizada/ edificada	
			km <sup>2</sup>	% (*)	km <sup>2</sup>	% (**)
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Relevo: serras, escarpas, morros altos e morros baixos;</li> <li>Forma das encostas: retilíneas e côncavas, com anfiteatros de cabeceiras de drenagem abruptos;</li> <li>Amplitudes: 100 a 400 m;</li> <li>Declividades: &gt; 25°;</li> <li>Litologia: filitos, metassiltitos e filonitos;</li> <li>Densidade de lineamentos/estruturas: alta;</li> <li>Solos: pouco evoluídos e rasos; e</li> <li>Processos: deslizamento e queda de rocha.</li> </ul>	26,3	8,3	0,6	0,4
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Relevo: morros altos e morros baixos;</li> <li>Forma das encostas: convexas a retilíneas e côncavas, com anfiteatros de cabeceira de drenagem;</li> <li>Amplitudes: 90 a 200 m;</li> <li>Declividades: 10 a 30°;</li> <li>Litologia: filitos, metassiltitos e filonitos;</li> <li>Densidade de lineamentos/estruturas: média;</li> <li>Solos: evoluídos e moderadamente profundos; e</li> <li>Processos: deslizamento e queda de rocha.</li> </ul>	58,7	18,5	2,6	1,9
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Relevo: planícies e terraços fluviais, colinas e morrotes;</li> <li>Forma das encostas: convexas suavizadas e topos amplos;</li> <li>Amplitudes: &lt; 100 m;</li> <li>Declividades: &lt; 15°;</li> <li>Litologia: argilas, areias e cascalhos;</li> <li>Densidade de lineamentos/estruturas: baixa;</li> <li>Solos: aluviais; evoluídos e profundos nas colinas e morrotes; e</li> <li>Processos: deslizamento.</li> </ul>	232,9	73,2	133,7	97,7







Classe de suscetibilidade	Foto ilustrativa	Características predominantes		Área		Área urbanizada/ edificada	
		Locais	Bacias de drenagem contribuintes	km <sup>2</sup>	% (*)	km <sup>2</sup>	% (**)
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Relevo: planícies aluviais atuais, com amplitudes e declividades muito baixas (&lt; 2°);</li> <li>Solos: hidromórficos, em terrenos situados ao longo de curso d'água, mal drenados e com nível d'água subterrâneo aflorante a raso;</li> <li>Altura de inundação: até 2 m em relação à borda da calha do leito regular do curso d'água; e</li> <li>Processos: inundação, alagamento e assoreamento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Área de contribuição: grande;</li> <li>Formato: tendendo a circular;</li> <li>Densidade de drenagem: alta;</li> <li>Padrão dos canais fluviais: tendendo a sinuoso; e</li> <li>Relação de relevo: amplitude baixa e canal principal longo.</li> </ul>	15,6	4,9	9,0	6,6
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Relevo: terraços fluviais baixos e/ou flancos de encostas, com amplitudes e declividades baixas (&lt; 5°);</li> <li>Solos: hidromórficos e não hidromórficos, em terrenos argilo-arenosos e com nível d'água subterrâneo raso a pouco profundo;</li> <li>Altura de inundação: entre 2 e 6 m em relação à borda da calha do leito regular do curso d'água; e</li> <li>Processos: inundação, alagamento e assoreamento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Área de contribuição: intermediária;</li> <li>Formato: circular a alongado;</li> <li>Densidade de drenagem: média;</li> <li>Padrão dos canais fluviais: sinuoso a retilíneo; e</li> <li>Relação de relevo: amplitude média e canal principal intermediário.</li> </ul>	19,8	6,2	11,4	8,3
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Relevo: terraços fluviais altos e/ou flancos de encostas, com amplitudes e declividades baixas (&lt; 5°);</li> <li>Solos: não hidromórficos, em terrenos silto-arenosos e com nível d'água subterrâneo pouco profundo;</li> <li>Altura de inundação: acima de 6 m em relação à borda da calha do leito regular do curso d'água; e</li> <li>Processos: inundação, alagamento e assoreamento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Área de contribuição: pequena;</li> <li>Formato: tendendo a alongado;</li> <li>Densidade de drenagem: baixa;</li> <li>Padrão dos canais fluviais: tendendo a retilíneo; e</li> <li>Relação de relevo: amplitude alta e canal principal curto.</li> </ul>	29,8	9,4	19,3	14,1

Figura 6 - Elementos da legenda da carta de suscetibilidade de Guarulhos.

Fonte: Retirada de IPT/CPRM (2015).

### **3.6 Determinação da Área de Interesse na Escala de Detalhe (Etapa 06)**

Esta etapa marca o início dos trabalhos aplicados aos municípios que já possuem a Carta de Suscetibilidade a Processos Gravitacionais de Massa e Inundação, como é o caso de Guarulhos.

As etapas anteriores e a análise integrada da suscetibilidade fornecem informações imprescindíveis para a determinação de locais com maior ou menor potencial para urbanização, sendo estes escolhidos para estudos mais detalhados, para tanto, partindo-se das seguintes premissas propostas por Sobreira e Sousa (2014).

- Áreas com características geológico-geotécnicas e geomorfológicas favoráveis à urbanização, onde a probabilidade de ocorrência de processos geodinâmicos e hidrológicos seja baixa.
- Áreas, onde aplicadas obras de engenharia e planejamento de ocupação, que possam ser ocupadas mesmo com características geológico-geotécnicas desfavoráveis.
- Áreas cujas características geológico-geotécnicas possam causar a ocorrência de processos geodinâmicos e hidrológicos ou estar na área de alcance destes, onde as obras de engenharia de caráter preventivo e corretivo possam não ser suficientes ou inviáveis financeiramente.

Dessa forma, concretiza-se que a carta de suscetibilidade deve preceder a determinação da área de interesse para estudos detalhados para os municípios que não possuem as áreas de expansão determinadas.

No caso de Guarulhos, o município apresenta grande quantidade de trabalhos desenvolvidos no que se refere ao planejamento, como a Revisão do Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano, Econômico e Social de Guarulhos do ano de 2012 e o Plano Diretor de Drenagem: Diretrizes, Orientações e Propostas de 2008, o que forneceu grande quantidade de informações, inclusive, a divisão do município em macrozonas que, também, foram utilizadas para determinar a área de interesse.

Dessa forma, a área de estudo faz limite, ao norte, com as Unidades de Conservação de proteção integral Parque Estadual Turístico da Cantareira e Parque Estadual Itaberaba. O limite sul refere-se às áreas com ocupação já consolidadas

com poucas áreas desocupadas. Tomando como base essas informações, foi delimitada a área de estudo conforme ilustra a figura 7.

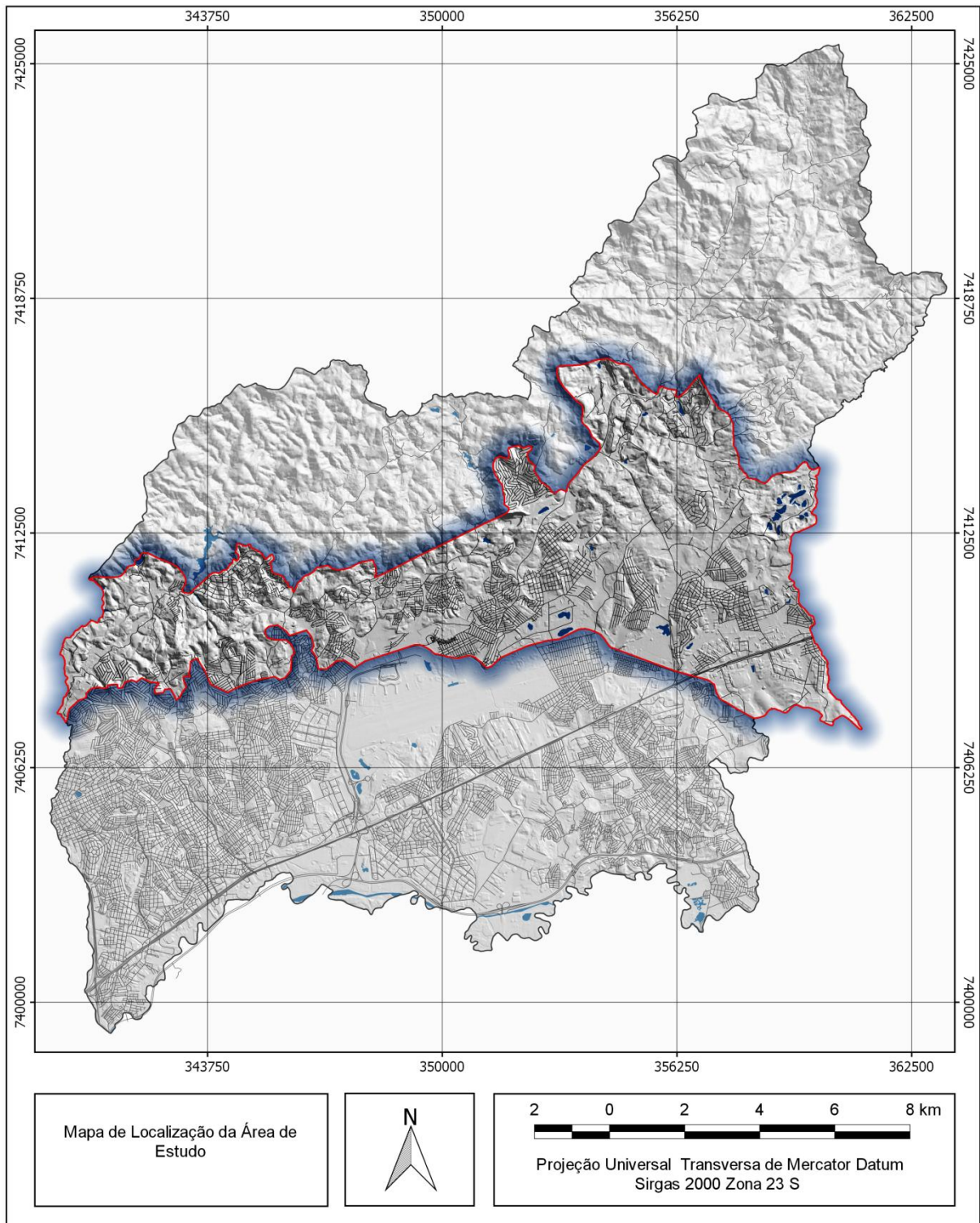


Figura 7 - Localização da área de estudo no município de Guarulhos, SP.

Fonte: Elaborado pelo autor.

### **3.7 Geração de Dados na Escala de Detalhe (Etapa 07)**

Assim como a etapa de inventário, esta também apresenta o mesmo objetivo, ou seja, reunir, gerar e sistematizar dados, porém na escala de detalhe.

Todo material inventariado deve ser tratado em ambiente SIG. Da mesma forma, os analógicos, que deverão ser georreferenciados e vetorizados para utilização em ambiente SIG.

Nesta etapa, aplicam-se distintas formas de determinação de procedimentos específicos para geração de dados relacionados aos processos geodinâmicos e hidrológicos devido às suas características distintas. No presente trabalho, as etapas de simulação hidrológica ou outros métodos de determinação de aptidão com relação aos processos hidrológicos não foram realizados por não comporem o escopo deste.

Com isso, o trabalho foi direcionado aos dados pertinentes às características geotécnicas e suas implicações frente à urbanização e aos dados referentes ao potencial mineral e aos conflitos de uso da terra entre as atividades mineiras e urbanização.

Foi utilizada a base planialtimétrica do município na escala 1:10.000 com curvas de nível de intervalos de 5 metros, obtidas da "Bases Geoambientais para um Sistema de Informações Ambientais do Município de Guarulhos" do Laboratório de Geoprocessamento da Universidade Guarulhos (Oliveira et al., 2009).

O maior detalhe apresentado por essa base representa grande importância na geração de dados pertinentes às análises dos elementos que compreendem as características geotécnicas e, por consequência, a aptidão à urbanização.

A partir das curvas de nível, foi elaborado o modelo digital de terreno obtido através de diversos métodos de interpolação. Esse modelo é a base para a elaboração do mapa hipsométrico, de declividade e relevo sombreado na escala compatível com a de detalhe (1:10.000).

A partir do modelo digital do terreno em questão, outros produtos que refletem aspectos morfológicos do terreno puderam ser gerados como:

- Mapa de aspecto que fornece informações sobre a orientação de vertentes.
- Mapa de concentração de fluxo que fornece informações sobre a dinâmica fluvial.

Já outros elementos que não são obtidos a partir do modelo digital de terreno devem ser elaborados com base em material existente, trabalhos de campo e interpretação de imagens aéreas como:

- Mapa geológico gerado a partir de mapas existentes de escalas menores e/ou mapeamento na escala de detalhe contendo os tipos de rocha e lineamentos estruturais.
- Mapa de material inconsolidado com base em mapas pedológicos existentes, atividade de campo e interpretação de imagens para identificação de ambientes de deposição.
- Mapa do potencial mineral indicando a substância passível de ser extraída e sua aplicação principalmente na construção civil.
- Outros mapas pertinentes ao assunto como áreas de proteção permanente e unidades de conservação.

Ressalta-se que os materiais citados nesta etapa são descritos no item 4 do presente trabalho.

### **3.8 Carta Preliminar e Investigações Geotécnicas de Campo (Etapa 08)**

Na carta preliminar são apresentadas as unidades geotécnicas delimitadas com base nas análises e na integração dos dados anteriormente reunidos e integrados e em investigações de campo mediante métodos diretos e indiretos, sendo essa última de caráter complementar. Dessa forma, busca-se a divisão e a categorização do terreno de acordo com seu comportamento em relação aos processos geodinâmicos e hidrológicos, solicitações impostas pelas frentes de ocupação e suas características físicas obtidas por meio de ensaios.

Essa divisão ou zoneamento do terreno, de acordo com a metodologia adotada no presente trabalho, utiliza a avaliação de terreno (*terrain evaluation*), que, segundo Lollo (1995), apresenta grande utilidade para levantamentos do meio físico

voltados para a ocupação, pois foi desenvolvida exclusivamente para esse propósito.

Essa técnica baseia-se no reconhecimento das formas de terreno (*landform*) e de suas associações espaciais por meio de trabalhos de campo onde sua posterior divisão parte da premissa que essas unidades básicas do terreno apresentem a mesma característica desde que sejam desenvolvidas nas mesmas condições ambientais.

Ainda segundo Lollo (1995), a análise das formas de terreno pode-se dar de três formas ou níveis hierárquicos, considerando as dimensões deste e o enfoque dado à sua análise, sendo eles:

- Nível 01 - Sistema de Terreno: Refere-se a uma associação de formas como um relevo composto por colinas e vales.
- Nível 02 - Unidade de Terreno: Corresponde às formas individuais que compõem o sistema de terreno como uma colina ou um vale.
- Nível 03 - Elemento de Terreno: Refere-se à porção que compõe a forma de terreno como encosta ou o topo de uma colina.

Conforme Sobreira e Souza (2014), para a escala de trabalho empregada na CGAU é aconselhável a utilização do terceiro nível hierárquico, pois permite o diagnóstico de problemas específicos diretamente relacionados com a proposta de definição das unidades e suas respectivas classes de aptidão à urbanização. Porém os autores citam que, para isso, há a necessidade de uma amostragem mais densa, para a qual, às vezes, inclui-se o uso de medidas das formas de terreno e de ensaios de campo e laboratório.

Devido à grande dificuldade para obtenção de dados geotécnicos nas empresas do setor privado no local de interesse, bem como pela impossibilidade e inviabilidade financeira quanto à execução de ensaios de campo e laboratório, como sondagens a trado e percussão, levantamentos geofísicos e ensaios de laboratório, houve a necessidade de adaptação desta etapa metodológica.

De forma a compensar a ausência dessas informações foram utilizados os dados do projeto do Trem de Alta Velocidade RJ-SP (TAV) de Pimentel et al. (2009), base de dados do Sistema de Informação de Águas Subterrâneas (SIAGAS) da



CPRM, assim como trabalhos acadêmicos voltados à caracterização geotécnica de unidades geológicas presentes na área de estudo.

O banco de dados do projeto TAV foi organizado em ambiente SIG e disponibilizado no sítio da CPRM. O referido projeto disponibiliza uma grande quantidade de dados desde a etapa de levantamento de informações existentes até os resultados finais provenientes das atividades de campo e processamento. Dessa forma, os dados são organizados e disponibilizados também na extensão *.mxd*, com isso, permitindo o acesso direto para os usuários que possuem o *software* ArcGis. Os dados acessíveis são:

- Feições Erosivas – Feições erosivas (ravinas, voçorocas, deslizamentos, etc.)
- Estruturas Geológicas – Estruturas geológicas (zonas de cisalhamento, falhas, etc.)
- Pontos Levantados no Campo – Ficha de descrição de pontos de mapeamento
- Pontos de Risco – Pontos de risco geológico-geotécnico
- Geologia – Mapa geológico integrado (diversas escalas)
- Pedologia – Mapa pedológico
- Traçado Referencial\_fev\_2009 – Traçado referencial e tipo de obra (disponibilizado em fevereiro de 2009)
- Traçado Referencial\_abril\_2009 – Traçado referencial e tipo de obra (disponibilizado em abril de 2009)
- Curvas de Nível – Geradas na faixa de 2km ao longo do traçado referencial
- Relevo Sombreado – gerado a partir do MDT
- Declividade – Mapa de declividades elaborado a partir do MDT
- Aspecto – Mapa de Aspecto (orientação de vertentes) elaborado partir do MDT
- Hipsometria – Mapa hipsométrico elaborado a partir do Modelo Digital de Elevação
- Elementos e Feições de Interesse Geotécnico – Turfeiras, pedreiras, cavas de areia, etc.

- Investigações Geotécnicas – Sondagens Mecânicas; Geofísica – pontos de levantamento SEV (sondagem eletrovertical) e caminhamento elétrico
- Sismos – Base de dados de eventos sísmicos
- Poços Tubulares – Poços tubulares cadastrados na base SIAGAS do SGB
- Hidrografia do IBGE na escala 1:50 000 – Ajustada ao Modelo Digital do Terreno
- Recursos Minerais – Recursos minerais (materiais de construção), lavras, jazidas e ocorrências minerais
- Títulos Minerários – Base de dados ANM com as áreas requeridas
- Infraestrutura – Dutos, cidades, etc.

Já os materiais disponibilizados de mais interesse para o presente trabalho foram os relacionados à caracterização geotécnica, sendo eles:

- Domínios Geológico-Geotécnicos na escala 1:50.000 – Apresentam a compartimentação regional das unidades do terreno em relação às características geológico-geotécnicas e morfológicas, abrangendo uma faixa de 20 km cujo eixo é o traçado referencial do TAV.
- Unidades Geológico-Geotécnicas na escala 1:10.000 – Apresentam dados mais detalhados das características geotécnicas das unidades, abrangendo uma faixa de 2 km tendo o traçado do TAV como eixo.

Os dados supracitados foram utilizados diretamente nas áreas nas quais coincidia o traçado do TAV com a área de estudo. Já as áreas de estudo fora do traçado tiveram suas unidades definidas a partir da correlação de outras unidades correlatas. Sendo assim, considera-se que a caracterização geotécnica das unidades foi fundamentada em dados suficientes para o cumprimento dos objetivos propostos na presente etapa metodológica.

### **3.9 Inserção de Dados da Mineração (Etapa 09)**

Esta etapa não consta na proposta metodológica apresentada por Sobreira e Souza (2014) e tem como objetivo inserir as informações relacionadas às atividades da mineração no produto final. Dessa forma, espera-se que, a partir das informações

levantadas nesta fase, em conjunto com toda a caracterização geotécnica já realizada, seja possível definir zonas que tenham caráter proibitivo ou que sejam indicadas para o desenvolvimento das atividades minerárias.

Para isso, foram definidos quatro procedimentos cujo primeiro refere-se ao levantamento do potencial mineral com base na interpretação do mapa geológico. Nesta etapa são identificados os litotipos e seus respectivos potenciais de aproveitamento na construção civil.

O segundo passo é o levantamento de dados de processos minerários no Sistema de Informações Geográficas da Mineração (SIGMINE) da ANM. Nesta etapa são identificados os estágios dos processos, assim como a substância requerida e seu uso, quando se têm disponíveis todas essas informações. Com esses dados são identificados os processos de exploração mineral de substâncias aplicadas na construção civil.

Na terceira etapa são identificadas as minerações em atividade, caracterizando a substância minerada, a rocha fonte e sua distribuição geográfica mapeada. Com essas informações, propõem-se que sejam representadas possíveis frentes de lavra, de acordo com a distribuição do litotipo na região estudada. Essa informação é bastante relevante para as análises de conflitos com as frentes de urbanização.

Por fim é gerado mais um material cartográfico derivado, reunindo informações levantadas nos passos anteriores.

Com isso, nesta etapa, propôs-se a inserção de informações à CGAU com o objetivo de adequá-la ao disposto na Lei nº.12.608/2012, contemplando o item referente ao aproveitamento de agregados na construção civil. Os procedimentos propostos nessa etapa são apresentados na figura 8.

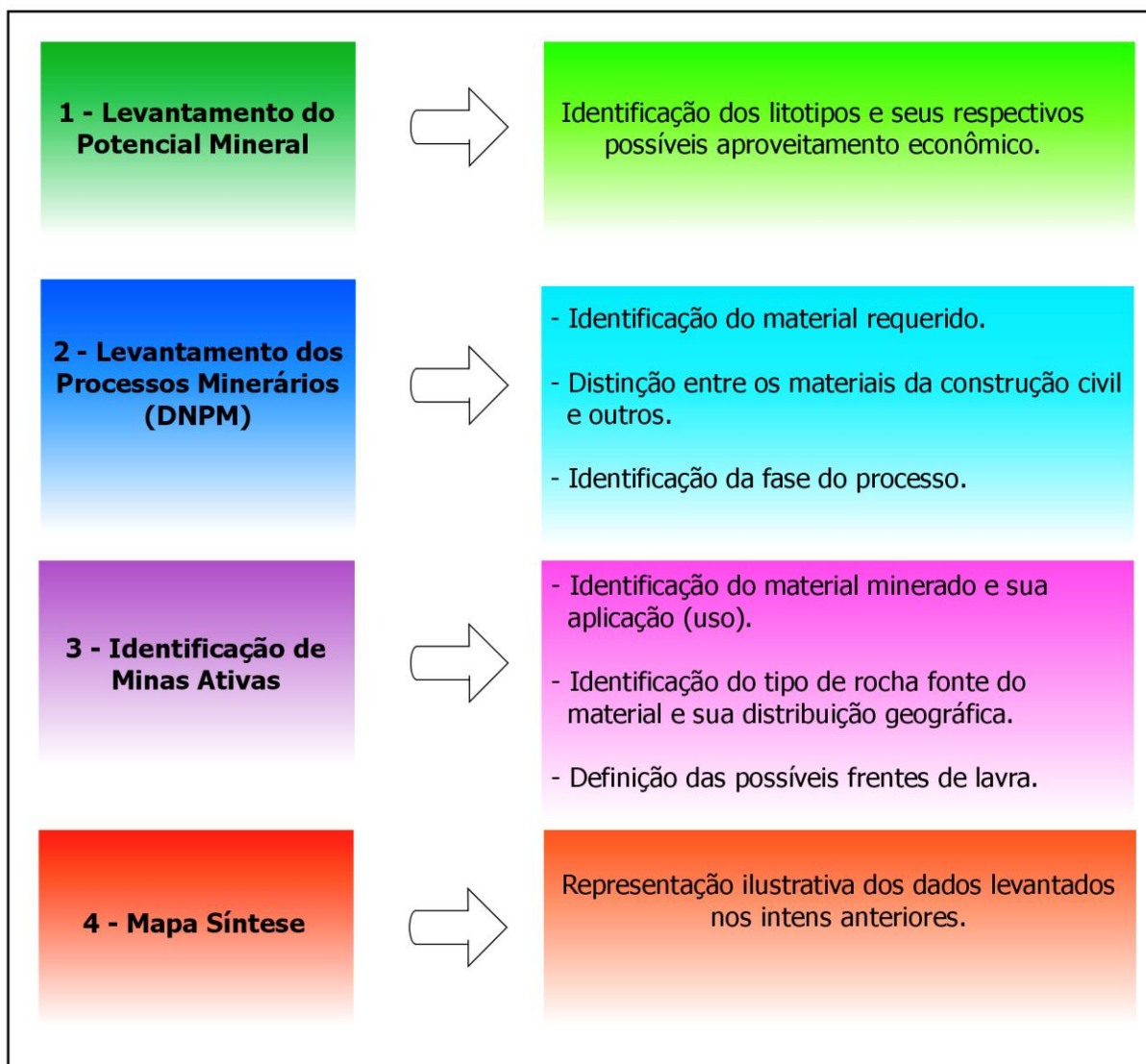


Figura 8 - Quadro resumo dos procedimentos para caracterização da situação minerária na área de interesse.

Fonte: Elaborado pelo autor.

### 3.10 Carta Geotécnica de Aptidão à Urbanização (Etapa 10)

Nesta etapa é apresentado o resultado final do trabalho, a partir de todos os dados levantados e análises realizadas, as unidades geotécnicas são apresentadas e em conjunto a elas são definidas as referidas aptidões à ocupação totalizando três tipos, sendo elas:

- Alta aptidão - Caracteriza-se por áreas que não oferecem riscos aos novos parcelamentos do solo ou que já se encontram estabilizadas geotecnicamente.

- Média aptidão - São áreas que apresentam restrições geotécnicas, porém são passíveis de ser ocupadas desde que sigam critérios técnicos e diretrizes de ocupação.
- Baixa a inexistente aptidão - São áreas cujas características geotécnicas são altamente desfavoráveis à ocupação, pois demandam grandes obras de estabilização ou de infraestrutura cuja segurança ainda assim não é garantida. Nessas áreas, também se encontram locais de caráter proibitivo para ocupação, sendo aconselhável a atribuição de outros usos.

Uma vez que a mesma unidade geotécnica pode ter diferentes aptidões à urbanização, graficamente, as unidades são representadas por texturas (pontos, linhas, traços, etc.) e as aptidões em padrão semafórico, assim, sendo verde para alta, amarela para média e vermelho para baixa ou inexistente aptidão.

No produto final, é apresentado um quadro-legenda contendo informações sobre as características geotécnicas das unidades, os processos atuantes, as indicações ou intervenções necessárias para a ocupação urbana. No presente trabalho é apresentado ainda mais uma coluna contendo informações referentes ao aproveitamento do material para construção civil, assim como sua representação em planta.



## **4 ELABORAÇÃO DO MATERIAL CARTOGRÁFICO DERIVADO E APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS PRELIMINARES**

Esta etapa do trabalho é dedicada à caracterização do meio físico e ambiental do local e a geração dos produtos cartográficos derivados presentes no apêndice A, que serviram como componentes básicos para o cruzamento de dados e a obtenção do resultado final.

São abordados nesta etapa os seguintes componentes do meio físico e ambiental:

- Geologia.
- Geomorfologia, considerando as formas de relevo assim como a hipsometria e classes de declividade.
- Mapa pedológico e material inconsolidado.
- Uso e ocupação.
- Áreas de Proteção Permanente.
- Diagnóstico das atividades minerárias.

### **4.1 Caracterização Geológica**

A geologia representa a base de todo o trabalho voltado para o meio físico e socioambiental por estruturar e compor o substrato da superfície habitável da Terra. Pode-se dizer que a geologia é a base para as demais análises, pois da interação da geologia com o clima resultam as formas de relevo, assim como os tipos de solo que, por sua vez, implicam no tipo de uso e ocupação por parte da sociedade.

As características físicas das rochas são de extrema importância para o desenvolvimento de trabalhos voltados ao planejamento urbano ou de uso e ocupação, sendo que compreender e conhecer esses aspectos resulta na segurança e na sustentabilidade de novos parcelamentos do solo, implantação de obras e busca de matéria mineral.

No contexto do presente trabalho, buscou-se analisar os aspectos geológicos desde a escala regional até as escalas de maior detalhe, com tal perspectiva,

buscando informações relevantes na literatura relacionadas às características físicas que implicam na análise de aptidão à urbanização e ao aproveitamento de bens minerais aplicados à construção civil.

#### **4.1.1 Geologia regional**

O município de Guarulhos encontra-se sobre duas grandes unidades geológicas de gênese e idades distintas, sendo constituídas por rochas sedimentares do cenozoico, que recobre parte das rochas do embasamento cristalino do pré-cambriano pertencentes ao Cinturão de Dobramentos Ribeira.

Essas duas grandes unidades são cortadas pela zona de Cisalhamento do Rio Jaguari no sentido SW-NE, onde, ao norte desta, predominam as rochas metassedimentares do Grupo Serra do Itaberaba do mesoproterozoico (Juliani e Beljavisks, 1995); e, de forma menos expressiva, o Grupo São Roque, de idade neoproterozoica (Juliani et al., 1986) e os granitoides intrusivos de mesma idade (Janasi e Ulbrichi, 1991). Na região ao sul da falha, predominam as rochas sedimentares cenozoicas da Formação Resende e, em menor proporção, há depósitos aluvionares recentes e os migmatitos do Complexo Embu.

Segundo Juliani e Beljavisks (1995), o Grupo Serra do Itaberaba apresenta grande variedade de rochas metamórficas, destacando-se em termos de volume, aquelas formadas por atividades vulcânicas e vulcanoclásticas. Os litotipos que compõem esse grupo são metapelitos, metabásicas com associação de metaintermediárias e metavulcanoclásticas, metapsamitos constituídos de quartzito puro e arcoseano, metassedimentos manganesíferos, formações ferríferas, rochas calciossilicáticas e de forma mais restrita rochas carbonáticas.

O Grupo São Roque é constituído por rochas metamórficas de fácies xisto verde de baixa pressão podendo ocorrer rochas de maior metamorfismo devido à ação termal de granitoides. Esse grupo é composto por filitos de coloração cinza-esverdeada (quando inalterados) e rósea, alaranjada, castanha ou avermelhada (quando os filitos sofrem a ação das intempéries). Com menor representatividade, ocorrem metaconglomerados, metarcóseos, metagrauvas, quartzitos, cálcio-xistos, calcários metamórficos e metabasitos (Juliani et al., 1986).



Na região sul do município, encontram-se os gnaisses e migmatitos do Grupo Açungui, pertencentes ao Complexo Embu, onde grande parte desse grupo encontra-se sobreposto pelos sedimentos do Cenozoico. As rochas pertencentes a esse grupo são ortognaisses polimigmatizadas de variados tipos, podendo ocorrer rochas porfíroides, bandadas e, por vezes, laminadas (Hasui e Sadowski, 1976).

As rochas graníticas afloram de forma representativa na Região Metropolitana de São Paulo, constituindo desde batólitos até *stocks* e corpos menores, sendo estes diferenciados por sua textura predominantemente porfíricas e menos porfíricas de composição mineralógica, variando de tonalítica a granodiorítica (Juliani, 1993).

As rochas sedimentares do Cenozoico pertencem à Bacia de São Paulo, que, por sua vez, constitui, junto com outras seis bacias, o *Rift* Continental do sudeste do Brasil (Riccomini, 1989).

Essa bacia, segundo Riccomini, Ferrari e Sant'Anna (2004), foi retalhada por falhas pós-sedimentares que causaram soerguimento e abatimentos locais do substrato. Devido ao seu formato, os autores consideram que a bacia era originalmente um hemigráben controlado por falhas normais reativadas ao longo das zonas de cisalhamento proterozoicas de Taxaquara e Jaguari limitando-a ao norte.

Os sedimentos que preencheram a bacia são do paleógeno, constituindo o Grupo Taubaté, que, por sua vez, é composto pelas Formações Resende, Tremebé e São Paulo (Riccomini, Ferrari e Sant'Anna, 2004).

A figura 9 ilustra a contextualização geológica regional onde Guarulhos está inserido.

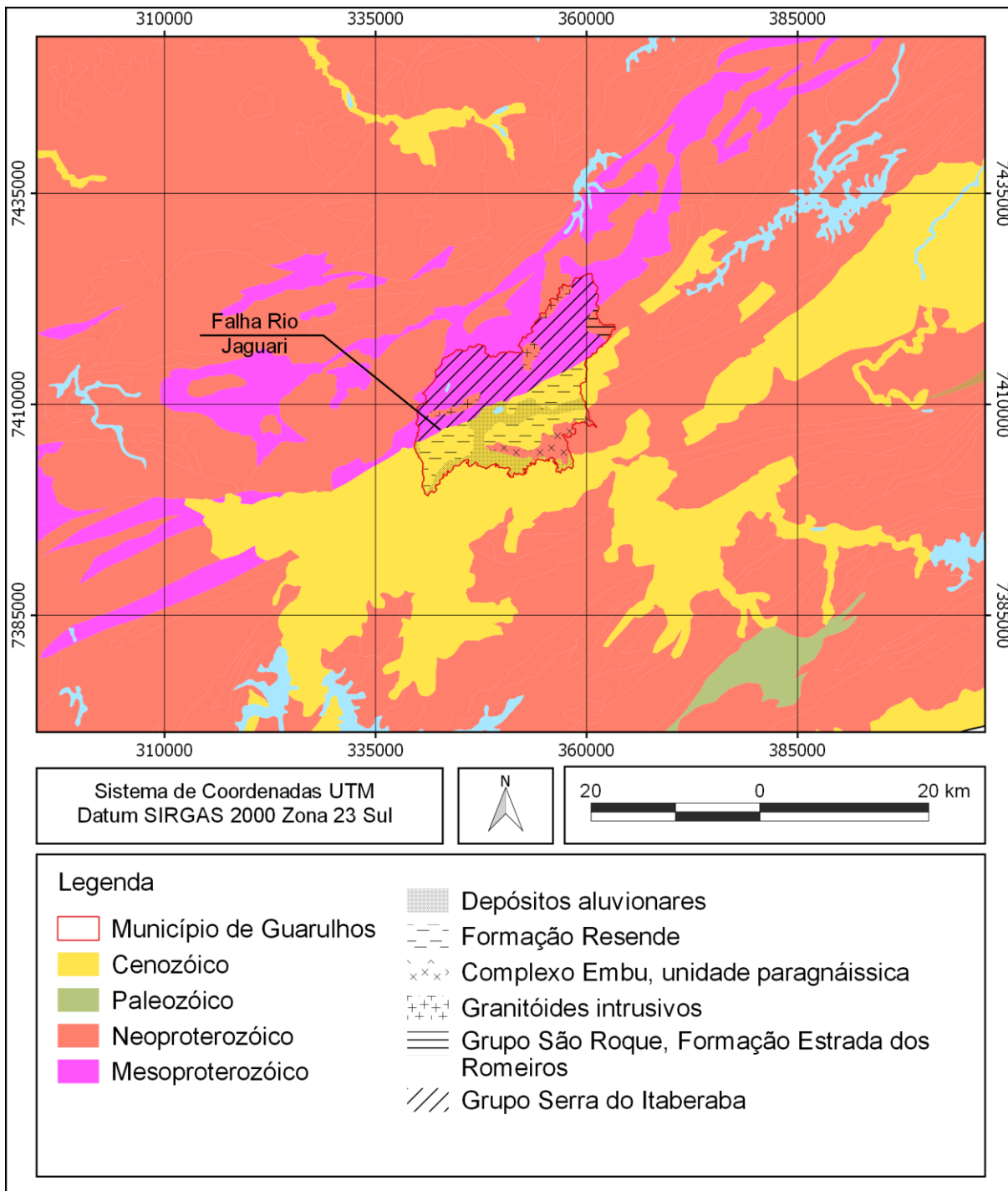


Figura 9 - Mapa geológico regional.

Fonte: Elaborado pelo autor com base em Perrota et al. (2006) utilizando bases vetoriais da CPRM.

#### 4.1.2 Geologia da área de estudo

O substrato geológico da área de estudo é dividido pela Zona de Cisalhamento do Rio Jaguarí, onde a região ao norte da falha é composta, predominantemente, pelas rochas metassedimentares do Grupo Serra do Itaberaba

e os granitoides intrusivos e, ao sul, pelas rochas sedimentares da Bacia de São Paulo. Localizada nas áreas planas e fundos de vales encontram-se de forma relevante os depósitos aluvionares recentes e, de maneira restrita, na região sudeste da área os gnaisses e migmatitos do Complexo Embu.

### Grupo Serra do Itaberaba

O Grupo Serra do Itaberaba, na área de estudo, é composto pelas Formações Morro da Pedra Preta e Nhanguçu.

A Formação Morro da Pedra Petra apresenta uma grande quantidade de tipos litológicos, sendo eles os metapelitos, metabasitos, metavulcanoclásticas, metassedimentos tufíticos, metassedimentos grafitosos e quartzosos, formações ferríferas, marunditos, rochas gnáissico-migmatíticos e rochas de composição intermediárias a ácidas, conforme Juliani (1993). Dentre estes litotipos, destacam-se, na área, as rochas metavulcânicas, mestassedimentares e formações ferríferas.

A formação Nhanguçu é constituída por metassedimentos de composição ferro-manganesíferos como metapelitos manganésíferos, rochas carbonáticas e metapelitos peraluminosos.

### Rochas Granitoides

As rochas granitoides apresentam grande relevância para o presente trabalho tanto em volume quanto aos aspectos relacionados à atividade minerária. Os corpos graníticos destacam-se por toda a área de estudo, sendo os principais os Granitos Pau Pedra e os Granitoides tipo I, sinorogênicos, do orógeno Socorro-Guaxupé (Perrota et al., 2006) ou Granitoides Reago (Juliani, 1993). Segundo Janasi e Ulbrich (1991), essas rochas compõem a suíte granítica Cantareira, sendo ela *sin a tarditectônica*.

O granito Pau Pedra apresenta o mesmo nome da mineradora que extrai a rocha para a produção de brita. As rochas desse grupo compõem um corpo ovalado cujo eixo de maior extensão apresenta orientação N-S e dimensões de aproximadamente 3,5 km para o maior eixo e 1,2 km para o menor. As rochas encaixantes pertencem à Formação Morro da Pedra Preta na qual a orientação muitas vezes encontra-se concordante, gerando forte foliação de aspecto milonítico

afetando também os metassedimentos encaixantes em faixas de poucos metros de espessura geradas, aparentemente, pela própria intrusão das rochas nas bordas solidificadas (Juliani, 1993).

Os Granitoides Reago encontram-se dispostos de maneira alongada na direção NE-SE e cuja forma está associada às deformações introduzidas pela Zona de Cisalhamento do Rio Jaguari, que, por sua vez, atribuem forte estruturação cataclástico-milonítica às rochas dessa unidade, principalmente nas bordas, diminuindo de intensidade nas porções mais a noroeste. Os contatos com as rochas encaixantes são concordantes devido à estruturação tectônica cuja transposição concentra-se nos contatos, não afetando grande parte das encaixantes (Juliani, 1993).

### Complexo Embu

O Complexo Embu, na área de estudo, é composto pelo Grupo Açungui e encontra-se quase que totalmente coberto pelos depósitos sedimentares terciários. Dessa forma, este complexo encontra-se, de maneira restrita, na porção sul da área de estudo e em algumas áreas próximas à região central.

O Grupo Açungui, por sua vez, é composto por migmatitos e gnaisses migmatizados de alto grau metamórfico e, dessa forma, as rochas desse grupo apresentam deformações intensas e amplas zonas de cisalhamento (Hasui e Sadowski, 1976).

### Sedimentos Terciários

No município de Guarulhos, a Bacia de São Paulo ocorre no Gábrén Baquirivú-Guaçú, constituída pelas duas unidades da Formação Resende, sendo elas as de leques aluviais proximais e distais. A Formação Resende corresponde à unidade basal e lateral do Grupo Taubaté descrita na bacia homônima (Amador, 1975; Riccomini, 1989).

As litofácies proximais são compostas por conglomerados polimíticos com interdigitação de arenitos e lamitos. Já a litofácie distal apresenta arenitos intercalados com lamitos associados ao sistema fluvial entrelaçado. Os conglomerados ocorrem, com maior frequência, ao longo da borda norte das bacias

centrais como a Bacia de São Paulo e sua deposição está associada a fluxos gravitacionais subaéreos. Essa unidade apresenta-se distribuída por toda a bacia de São Paulo, podendo ser considerada como o depósito mais abundante cuja espessura do pacote pode alcançar até 256 metros (Riccomini, Ferrari e Sant'Anna, 2004).

O mapa geológico da área de estudo está representado na figura 10.

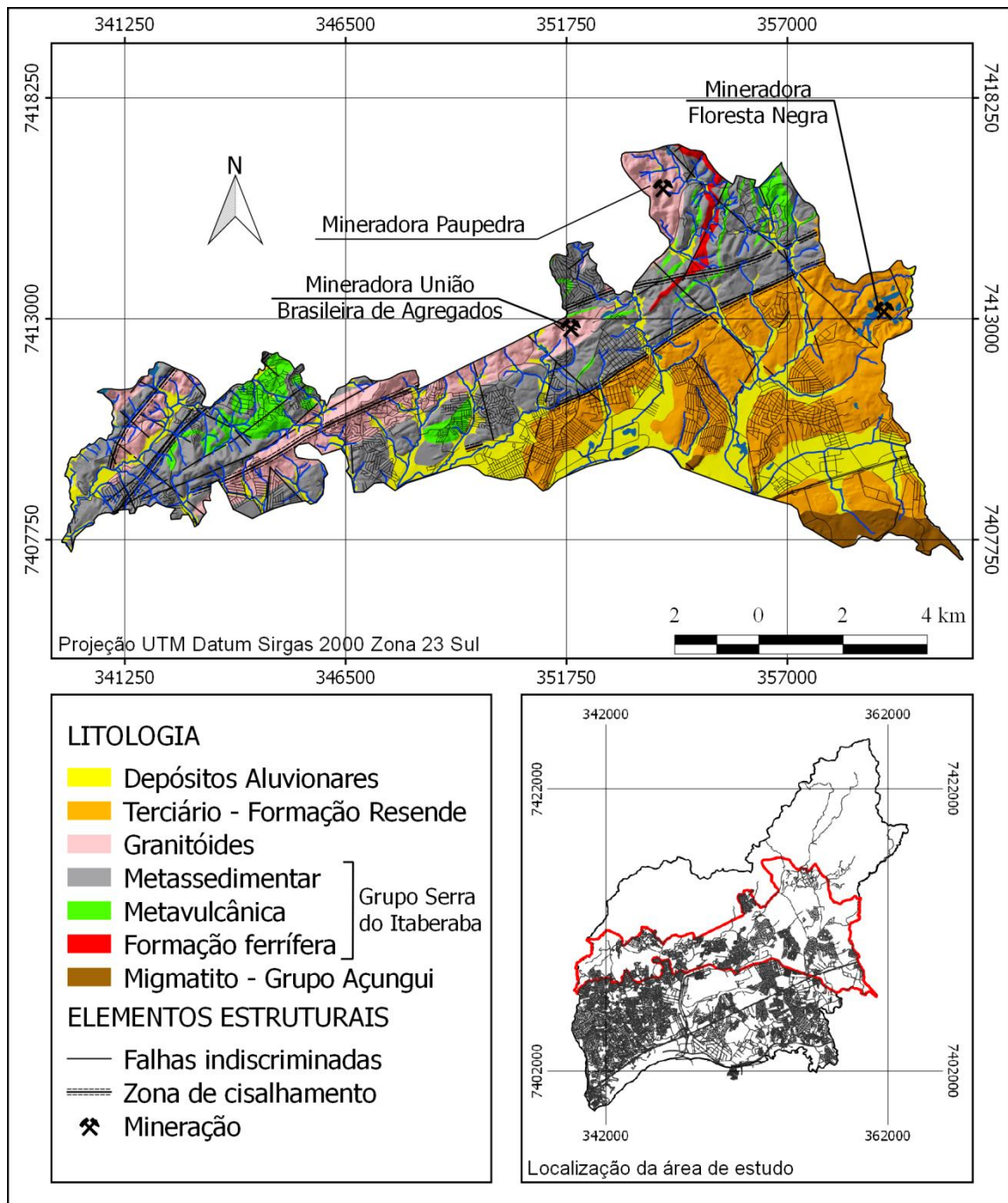


Figura 10 - Mapa Geológico da área de estudo.

Fonte: Elaborado pelo autor com base em Oliveira (2009).

## **4.2 Caracterização Morfométrica**

A caracterização morfométrica buscou representar, de maneira clara e objetiva, os dados cruciais na classificação dos terrenos, assim, fornecendo a representação das altitudes por meio da hipsometria, das classes de declividade e das classes de relevo.

### **4.2.1 Hipsometria**

O mapa hipsométrico representa a elevação de um terreno mediante cores, geralmente, utiliza-se um sistema de graduação de cores e variando dos tons de verde para as menores altitudes, gradando aos tons de amarelo para as intermediárias e chegando a tons de marrom-escuro e cinza-claro para as maiores altitudes.

Segundo IBGE (2009), a hipsometria representa um importante instrumento para identificação de superfícies balizadas em níveis altimétricos identificados anteriormente. Nas escalas de detalhe, ele pode ser utilizado para a realização de inferências quantitativas no que tange à extensão de interflúvios, ao aprofundamento de vales e drenagem e à declividade das vertentes; informações essas que, em conjunto com a representação das curvas de nível e perfis topográficos, complementam as informações de caráter qualitativo aplicadas nas análises de evolução do terreno.

O mapa hipsométrico da área de estudo do presente trabalho foi obtido a partir do modelo digital de elevação resultante da interpolação de dados topográficos como curvas de nível, pontos cotados, rede de drenagem e limite da área de estudo.

O processo de interpolação foi realizado através do *software* ArcGIS 10.3 com a função *Topo To Raster*, baseado nos trabalhos desenvolvidos por Hutchinson (1989), em seu programa ANUDEM, no qual remove depressões de modelos digitais de elevação, sendo útil a sua aplicação em estudos hidrológicos. Essa técnica apresenta grande sucesso devido à sua capacidade de utilizar diferentes arquivos vetoriais como curvas de nível, pontos cotados, cursos d'água, massas d'água e delimitadores no processo de interpolação, dessa forma, evitando possíveis erros

durante a execução do processo. O método em questão utiliza a eficiência computacional da interpolação local do método do inverso da distância ponderada (IDW), ao mesmo tempo, preservando a continuidade superficial obtida por métodos globais como a Krigagem. Dessa forma, o resultado é um modelo de elevação hidrologicamente consistente (Nogueira e Amaral, 2009).

A elaboração e a fácil acessibilidade aos MDEs, somadas ao avanço dos *softwares* de SIG, facilitam a obtenção de parâmetros morfométricos inerentes aos estudos de estabilidade de encostas como escorregamentos, corridas de detritos e processos hidrológicos. Sendo assim, o uso desses modelos tornou-se frequente em diversas metodologias de mapeamento de áreas de risco, cartas de suscetibilidade e cartas geotécnicas de aptidão, que foram focada pesquisa.

Ao analisar a hipsometria da área de estudo, nota-se a diferença de relevo das planícies aluviais com altitudes entre 700 e 740 metros da bacia do Rio Baquirivu gradando para colinas e morros na região nordeste da área e oeste, onde predominam o embasamento cristalino e as maiores altitudes são sustentadas pelas rochas graníticas. A figura 11 apresenta o mapa hispomértico da área de estudo.

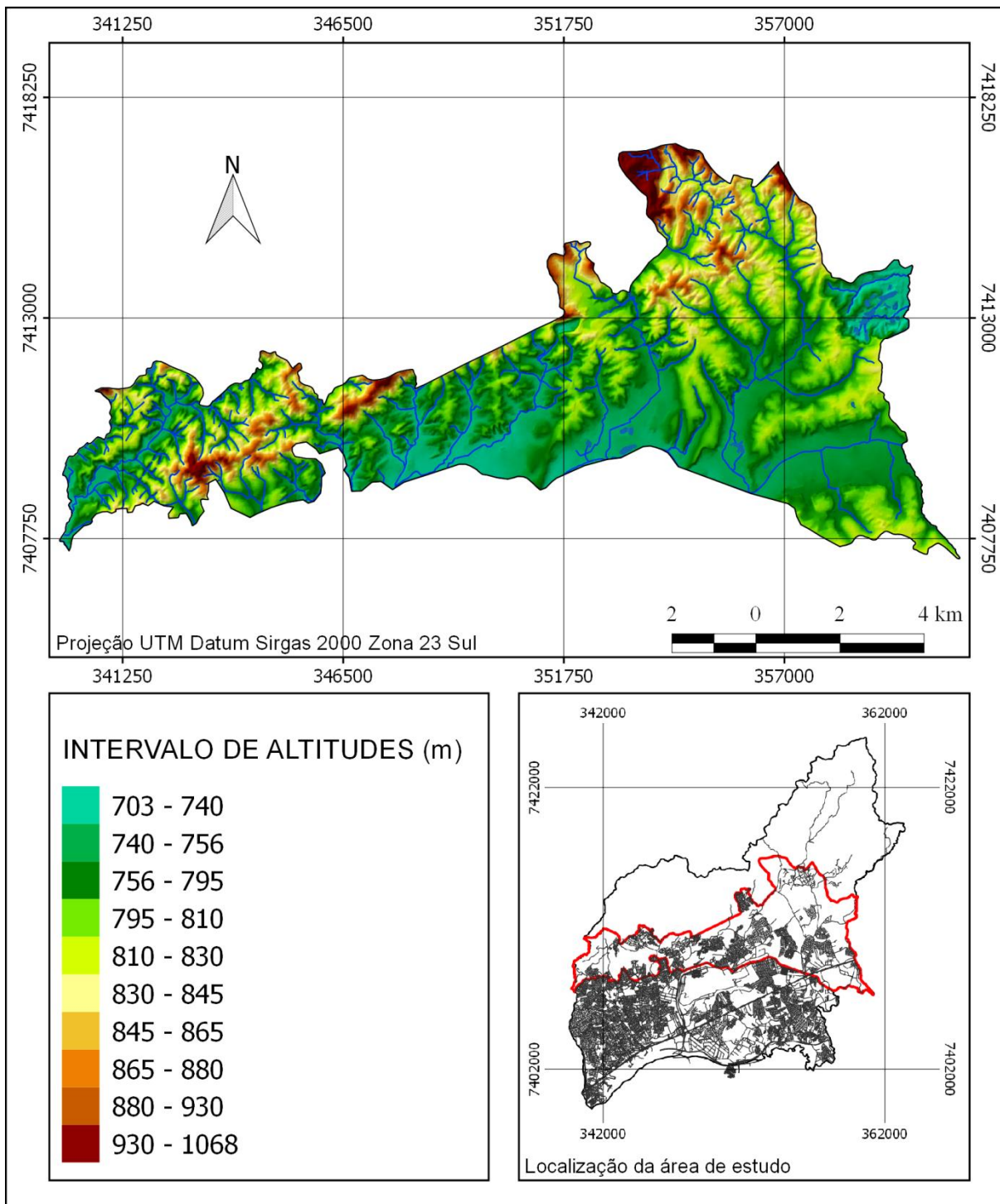


Figura 11 - Mapa hipsométrico da área de estudo.

Fonte: Elaborado pelo autor.

#### 4.2.2 Declividade

A existência de diferentes propostas de classificação de declividade denota o interesse no estabelecimento de critérios que sejam capazes de fornecer diretrizes para o uso adequado do solo em função da variação do relevo, com isso,



possibilitando a identificação de áreas suscetíveis a processos erosivos e a movimentos de massa IBGE (2009). As informações referentes ao declive das vertentes são de considerável importância, pois são utilizadas como parâmetros restritivos ao uso do solo por parte das frentes de ocupação urbana. Nessa perspectiva, buscou-se classificar as classes de declividade em intervalos que refletissem o comportamento do solo em relação às solicitações impostas pela ocupação. Seguindo a metodologia de Sobreia e Souza (2014), as classes de declividade adotadas foram:

- **0° - 5°:** Áreas planas constituídas por planícies aluviais e terraços suscetíveis a processos hidrológicos de inundações e enchentes.
- **5° - 17°:** Áreas compostas por colinas e morrotes cuja inclinação não gera a necessidade de estudos geológicos geotécnicos detalhados, não oferecendo dessa forma, restrições à ocupação.
- **17° - 30°:** Áreas compostas por morros baixos a morros altos cuja ocupação deve ser estabelecida perante estudos geológico-geotécnicos a fim de determinar as medidas estruturais para a garantia da segurança das ocupações.
- **30° - 45°:** Áreas muito inclinadas compostas por morros altos cuja ocupação deve ser evitada devido ao alto custo de obras de contenção ou drenagem.
- **> 45°:** Áreas muito inclinadas e constituídas por serras, por vezes, escarpadas com exposição rochosa cuja ocupação indicada é a preservação ou outras atividades relacionadas ao turismo.

As classes de declividade do presente trabalho foram obtidas do MDE que compõem um arquivo matricial de escala compatível com a de 1:10.000. O processo de extração da declividade utilizou a ferramenta *slope* do *software* ArcGIS 10.3 cujos valores foram reclassificados conforme o intervalo supracitado. Por apresentar maior detalhe em relação à escala, os parâmetros de declividade apresentaram-se mais preponderantes do que os compartimentos geomorfológicos utilizados na carta de suscetibilidade. Na figura 12, expõe-se o mapa de declividade da área de estudo.

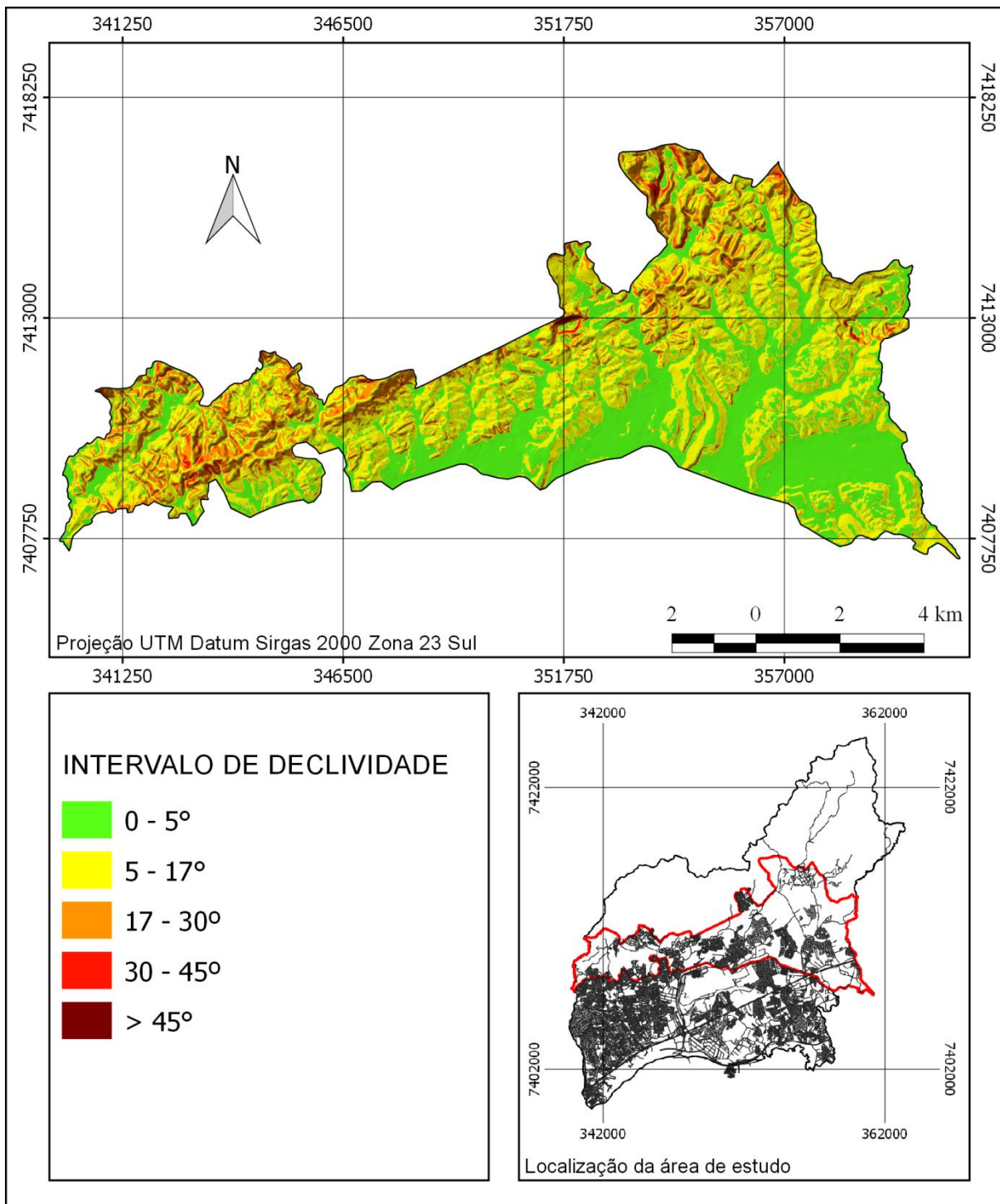


Figura 12 - Mapa de declividade da área de estudo.

Fonte: Elaborado pelo autor.

### 4.2.3 Geomorfologia

O município de Guarulhos está inserido no Planalto Atlântico, onde se encontram, em seu território, as zonas do Planalto Paulistano, Médio Vale do

Paraíba e Serrasias de São Roque, segundo a divisão geomorfológica do estado de São Paulo, de acordo com Ponçano et al. (1981).

Conforme a mesma classificação supracitada, o Planalto Paulistano, na área de estudo, é composto pela subzona Colinas de São Paulo e a zona do Médio Vale do Paraíba pela subzona Morros Cristalinos. Essas subzonas, por sua vez, são compartimentadas nas seguintes classes de relevo: Planícies Fluviais, Colinas Pequenas com Espigões Locais, Morrotes Baixos, Morros Paralelos e Morros com Serras Restritas.

Segundo os dados obtidos na Carta de Suscetibilidade a Processos Gravitacionais de Massa e de Inundação de Guarulhos disponível no sítio da CPRM, a área de estudo é dividida nas seguintes unidades geomorfológicas:

- planícies e terraços fluviais;
- colinas;
- morrotes;
- morros baixos; e
- morros altos.

Essa classificação seguiu os padrões definidos por IPT/Emplasa (1990), Ponçano et al. (1981) e Ross (1992), para a qual, os fatores morfométricos levados em consideração embasaram-se nas amplitudes, declividades e fotointerpretação.

Ao analisar as duas compartimentações, notam-se semelhanças quanto às suas descrições e distribuição geográfica. Para Ponçano et al. (1981), as Planícies Aluviais e os Terraços Fluviais são formas de relevo de agradação, onde o primeiro é caracterizado por contemplar terrenos baixos mais ou menos planos, desenvolvidos próximos aos cursos d'água e suscetíveis a inundações periodicamente. Já os Terraços Fluviais são terrenos planos ou levemente inclinados junto às margens dos rios sobre-elevados a poucos metros das várzeas não inundáveis.

As Colinas Pequenas com Espigões Locais é um padrão de relevo de degradação em planaltos dissecados onde predominam interflúvios não orientados e cuja área não ultrapassa o valor de 1 km<sup>2</sup>. Os topos variam de aplainados a

arredondados e possuem vertentes ravinadas com perfis convexos a retilíneos. Apresentam densidade de drenagem variando entre média e alta, com padrão subparalelo a dentrítico com vales fechados e planícies aluviais restritas.

Os Morrotes Baixos apresentam padrão ondulado onde predominam amplitudes locais inferiores a 50 metros e declividades médias a altas com valores maiores que 15%. Os topos são arredondados com perfis convexos a retilíneos. A drenagem apresenta padrão de treliça e a densidade de canais de drenagem é alta. Os vales variam de fechados a abertos, com presença de planícies aluviais restritas onde podem ocorrer a presença de colinas nas cabeceiras dos cursos d'água principais.

Os Morros Paralelos apresentam declividades que variam de média a alta acima de 15% e amplitude entre 100 e 300 metros. Seus topos são arredondados e as vertentes apresentam perfis convexos a retilíneos. A densidade de drenagem é alta e o padrão é predominantemente em treliça, onde pode ocorrer localmente o padrão subdentrítico. Os vales variam de fechados a abertos onde ocorrem planícies interiores restritas.

Os Morros com Serras Restritas apresentam características semelhantes aos Morros Paralelos no que diz respeito às classes de declividade e de amplitude altimétrica. De forma distinta do anterior, suas vertentes expõem perfis retilíneos onde por vezes são abruptos com presença de serras restritas. Apresenta alta densidade de drenagem com padrão dentrítico a pinulado com vales fechados e planícies interiores restritas.

Já os padrões de relevo apresentados nas Cartas de Suscetibilidade apresentam parâmetros base como mostra o quadro 3.

Padrão de Relevo	Amplitude Predominante (m)	Declividade Predominante	
		( ° )	( % )
Planícies e terraços fluviais	< 20	< 5	< 8
Colinas	40 a 70	< 11,3	< 20
Morrotes	60 a 90	11,3	20
Morros baixos	90 a 110	16,7	30
Morros altos	140 a 200	> 16,7	> 30

Quadro 3 - Quadro resumo dos padrões de relevo e parâmetros básicos.

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados de Bitar Coord. (2014).

As planícies e terraços fluviais ocorrem sobre os sedimentos recentes nos quais geram solos hidromórficos com nível d'água subterrânea quase aflorante, características essas que, somadas às baixas declividades desse compartimento geomorfológico, geram grande suscetibilidade aos processos de inundação.

Já as colinas e morrotes ocorrem sobre os depósitos sedimentares do cenozoico e as rochas metassedimentares da Formação Serra do Itaberaba. Geralmente, revelam intervalos de declividade que lhes conferem boa aptidão à urbanização.

Os morros baixos predominam nos domínios das rochas metassedimentares e metavulcânicas da Formação Serra do Itaberaba e de forma mais restrita nos domínios dos granitoides, apresentando intervalos de declividade que podem ser considerados de média aptidão à urbanização.

Os morros altos ocorrem sobre os granitoides e rochas metassedimentares da Formação Serra do Itaberaba, principalmente na região oeste da área de estudo. Nessa classe, ocorrem as maiores classes de declividade; sendo, geralmente, classificadas como baixa aptidão.

Para o presente trabalho, foi utilizada a classificação geomorfológica empregada na carta de suscetibilidade conforme sugere a metodologia aplicada neste estudo.

A referida classificação em conjunto com as classes de declividade e hipsometria obtidos a partir de dados de maior detalhe, auxiliaram de maneira predominante na delimitação das unidades geotécnicas.

A figura 13 contém as fotografias obtidas na atividade de campo que correspondem aos compartimentos geomorfológicos adotados.



Figura 13 - Padrões de relevo da área de estudo. A) Planícies e terraços fluviais; B) Colinas; C) Morrotes; D) Morros baixos; E) Morros altos.

Fonte: Fotografias do autor.

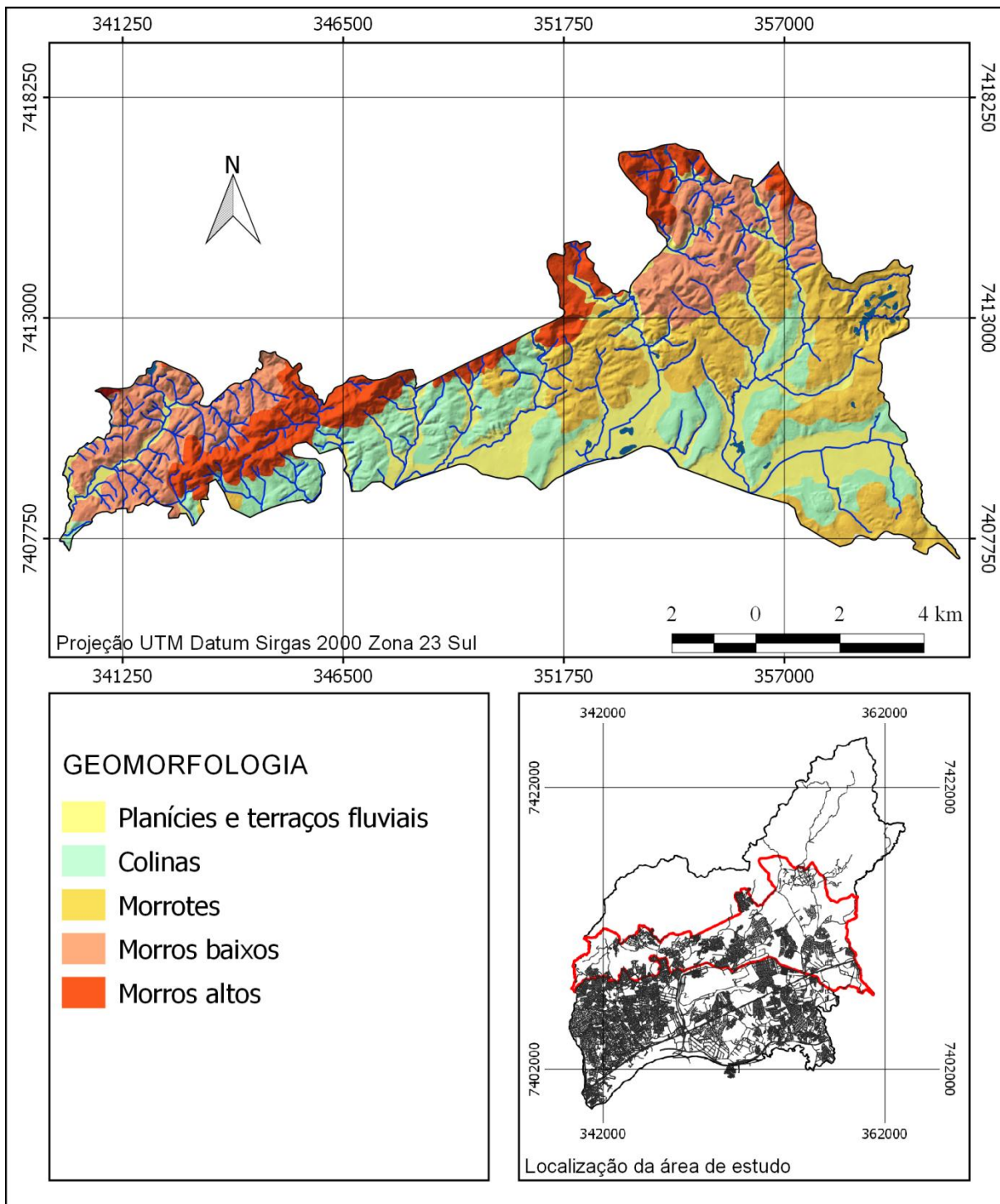


Figura 14 - Mapa Geomorfológico da área de estudo.

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados de IPT/CPRM (2015)



### **4.3 Material Inconsolidado**

O presente trabalho considerou como material inconsolidado o produto do intemperismo das rochas quando estas atingem a superfície terrestre e ficam expostas aos denominados agentes de intemperismo.

Para a análise deste fator, foram consideradas duas classificações, sendo ambas representadas cartograficamente. A primeira classificação teve como objetivo fornecer informações importantes para o contexto do trabalho como profundidade da camada de solo e textura, entre outras, cujas correlações com as características geotécnicas podem ser obtidas, segundo a proposição de Mendonça-Santos et al. (2009). O objetivo dessa correlação é fornecer alternativas de inserção de dados nas análises onde os dados são escassos e, dessa forma, melhorar a qualidade do produto final.

Posteriormente, essas informações, em conjunto com os dados coletados na atividade de campo, as informações do relevo e da literatura, foram utilizados nas análises e delimitação das coberturas inconsolidadas da área de estudo.

Com relação à classificação pedológica, a área é composta por associações de argissolos vermelho-amarelos, cambissolos háplicos, gleissolos melânicos, latossolos amarelos, latossolos vermelho-amarelos e plintossolos pétricos cuja distribuição na área de estudo encontra-se na figura 15.

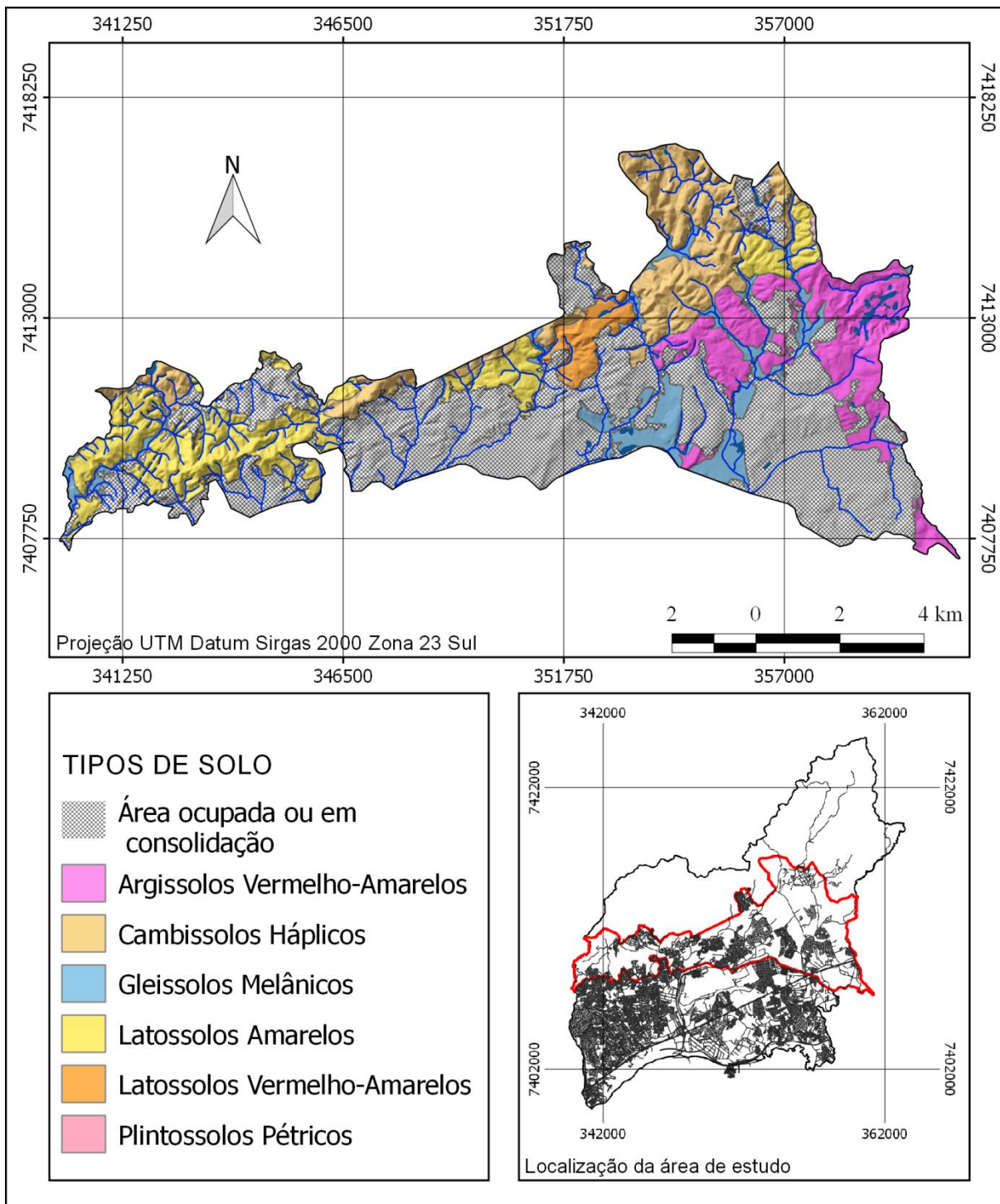


Figura 15 - Mapa de solos da área de estudo.

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados de Rossi (2017).

A seguir é apresentada a descrição dos tipos de solo contendo o tipo pedológico e sua correlação com as características geotécnicas baseadas nas classificações do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), Sistema Brasileiro de

Classificação de Solos (SiBCS) da EMBRAPA (1999) e no trabalho de (Mendonça-Santos et al., 2009).

Os argissolos revelam nítida variação entre as camadas ou horizontes, principalmente no que se refere ao aumento no teor de argila nas camadas mais profundas. O processo de intemperismo é de evolução avançada, desenvolvendo-se sobre relevo ondulado a forte ondulado. Quando se encontram em relevo ondulado, podem ser utilizados como material de empréstimo. Geralmente, são solos maduros com pequena espessura de natureza residual, não sendo favorável para a extração de argila. Quanto à ocupação urbana, comumente, apresentam boa aptidão desconsiderando os aspectos do relevo.

Os cambissolos são solos minerais que apresentam grande variação nas suas características, mas que sempre possuem textura média ou fina e pouco desenvolvimento pedogenético. São pouco profundos e com muita presença de minerais primários herdados da rocha, assim como fragmentos de rocha, sendo desenvolvidos em relevos mais íngremes e dissecados típicos do Planalto Atlântico. Podem indicar a presença de solos transportados (colúvio e tálus), indicando potencial de movimento gravitacional de massa. Sendo assim, dependendo do relevo e das condições climáticas, impõem restrições quanto à ocupação urbana.

Os gleissolos são solos minerais saturados em água de caráter hidromórfico e de natureza transportada, depositados principalmente em planícies e várzeas inundáveis. Apresentam, comumente, nível d'água subterrânea quase aflorante e texturas que variam de arenosa a argilosa. Por estarem presentes em baixadas e estarem saturados em água, as áreas com esses tipos de solos são de baixa aptidão à ocupação pelo risco de processos hidrológicos de inundação.

Os latossolos caracterizam-se por serem minerais homogêneos, cujos horizontes revelam pouca diferenciação. São profundos, bem-drenados e com a presença de argilas de pouca atividade desenvolvendo-se em relevos que variam de suave ondulado a forte ondulado. Em terrenos mais ondulados estão associados aos cambissolos, sendo formados a partir de depósitos coluvionares, cujos substratos são formados por rochas metamórficas e ígneas. Em relevos mais acidentados, esses solos denotam baixa aptidão à ocupação urbana.

Os plintossolos são solos minerais cujas condições pedogenéticas apresentam restrição à percolação de água, sujeitos ao efeito temporário de excesso de umidade, geralmente, maldrenados. Desenvolvem-se em relevos variados como terrenos de várzeas, áreas com relevo plano ou suavemente ondulado e menos frequentemente ondulado, em zonas de baixada e também áreas mais elevadas com melhor drenagem. O quadro 4 elenca o resumo das correlações.

TIPOS DE SOLOS (SiBCS)	CARACTERIZAÇÃO PEDOLÓGICA (SiBCS)	CARACTERIZAÇÃO GEOTÉCNICA
ARGISSOLOS	Desenvolvidos de rochas cristalinas Diferença textural entre A e B. Horizonte diagnóstico B textural (Bt), com estrutura em blocos. Antigo Podzólico	SOLO RESIDUAL não saturado suscetível a erosão superficial. Raros casos de material de origem alóctone. Indicação de Perfil de Intemperismo.
CAMBISSOLOS	Desenvolvidos de rochas cristalinas e/ou depósitos de encostas. B incipiente (Bi), fragmentos de rochas na matriz argilosa. Ricos em minerais primários facilmente intemperizáveis Relação silte/argila > 0,7.	PODE INDICAR COLÚVIOS OU TÁLUS. Neste caso é indicativo de áreas potenciais de movimentos de massas.
GLEISSOLOS	Húmico ou não. Horizonte Glei de textura média a argilosa. Desenvolvidos de sedimentos argilosos ou siltoargilosos. Salinos, biomórficos e húmicos salino – desenvolvidos com influência marinha. Indicativo de hidromorfismo.	SOLO TRANSPORTADO saturado Desenvolvido de sedimentos argilosos ou siltoargilosos. Sujeitos à deformações. Lençol freático com pouca profundidade.
LATOSSOLOS	Solos profundos. Mais de 2 metros de espessura. Horizonte B latossólico (Bw), Textura muito argilosa ou argilosa ou media dependendo do material de origem (basaltos, gnaisses, rochas alcalinas, sedimentos e arenitos). Argila floculada (100%). Relação silte/argila < 0,7. Fração argila caulinítica e/ou oxídica, com presença de oxi-hidróxidos de ferro e alumínio.	SOLO não saturado O Horizonte B pode ser residual, transportado ou coluvial. Baixa saturação por bases e atividade da argila baixa. Fração argila caulinítica ou oxídica ou mistura de ambos. Solos de boa drenabilidade. Indicativos de áreas de empréstimo para materiais argilosos.
PLINTOSSOLOS	Drenagem restrita, presença de plintita Material pobre em matéria orgânica. Argiloso, rico em ferro. Mosqueados abundantes.	SOLO TRANSPORTADO Solos desenvolvidos de sedimentos, imperfeitamente drenados, mosqueados.

Quadro 4 - Correlação das características pedológicas do SiBCS e geotécnicas.

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados de Mendonça-Santos et al. (2009).

Para a elaboração do mapa de material inconsolidado – que foi empregado de forma mais decisiva na divisão das unidades geotécnicas –, os solos foram classificados de acordo com sua natureza de formação, podendo ser considerado como residual ou transportado.

Os solos residuais são resultantes da ação do intemperismo sobre as rochas aflorantes, cujo material gerado permanece sobre a rocha fonte, dessa forma, compondo o perfil de intemperismo nos quais apresentam variação de acordo com sua localização, tipo de rocha, presença de estruturas, topografia, taxa de erosão, clima e variação do nível d'água subterrânea (Pastore e Fontes, 1998; Pinto, 2006). Desenvolvem-se com maior abundância nos climas tropicais, onde, segundo Vaz (1996), o agente pedogenético principal é a movimentação da água no solo a partir da infiltração nos períodos chuvosos e evaporação nas épocas de estiagem.

Os solos transportados podem ser classificados de acordo com seus agentes de transporte, sendo eles a água, o gelo, o vento e a gravidade. Os solos transportados por água e depositados de acordo com a energia da corrente são denominados depósitos aluviais e os transportados por gravidade são denominados de colúvios e tálus (Abramson et al., 1995).

Há diversas definições para os depósitos coluviais que os consideram originários do acúmulo de partículas desagregadas, resultantes de movimentos gravitacionais de massa cujo tamanho das partículas variam desde tamanhos pequenos depositados ao longo do tempo até blocos rochosos rolados por grandes eventos climáticos. Sendo assim, segundo essa classificação, os tálus pertencem aos depósitos coluviais (Turner, 1996; Pastore e Fontes, 1998; Pinto, 2006).

Os depósitos coluviais apresentam, comumente, padrão estreito e de grande declividade no contato com as escarpas ou locais fontes, tornando-se mais suave na porção basal. Quanto às encostas onde se depositam os colúvios, estas apresentam declividade média de 17°, Strahler<sup>3</sup> (1975, apud Rodriguez, 2005) e as encostas

---

<sup>3</sup> STRAHLER, A. N., 1975. "Physical geography": Fourth Edition, John Wiley and Sons Eds.

onde se depositam os tálus apresentam ângulo de repouso entre 34° e 37° (Lacerda e Sandroni<sup>4</sup>, 1985, apud Rodriguez, 2005).

Baseado nessas informações e classificações e na atividade de campo realizada para identificar os materiais inconsolidados, após o cruzamento com os dados morfológicos, realizou-se a divisão das unidades.

As unidades delimitadas foram:

- Solos residuais
- Depósitos aluvionares
- Áreas com predomínio de colúvio
- Áreas com predomínio de colúvio com possibilidade de ocorrência de tálus

As áreas com predomínio de colúvio representam regiões nas quais há maior possibilidade de ocorrência desses depósitos e onde foram feitas maior número de observações em campo e extrapoladas para as áreas onde não foi possível realizar observações, mas possuem características físicas semelhantes.

As áreas com predomínio de colúvio com possibilidade de ocorrência de tálus representam regiões com um grande número de depósitos coluvionares onde, devido às características do terreno, podem ocorrer tálus associados. Estes, porém, não foram observados em campo.

A atividade de campo foi realizada em locais que foram considerados seguros, dessa forma, há áreas com poucas observações devido ao risco oferecido pelo local e pontos fora da área de estudo por serem mais seguros, apresentarem características morfológicas semelhantes e bons afloramentos. A figura 16 e o quadro 5 ilustram a distribuição dos pontos levantados e o resumo das informações respectivamente.

---

<sup>4</sup> Lacerda, W. A., Sandroni, S. S., 1985, Movimentos de massas coluviais”, Mesa Redonda sobre aspectos geotécnicos de taludes, ABMS, Clube de Engenharia, Rio de Janeiro, pp.III-1 a III-19.

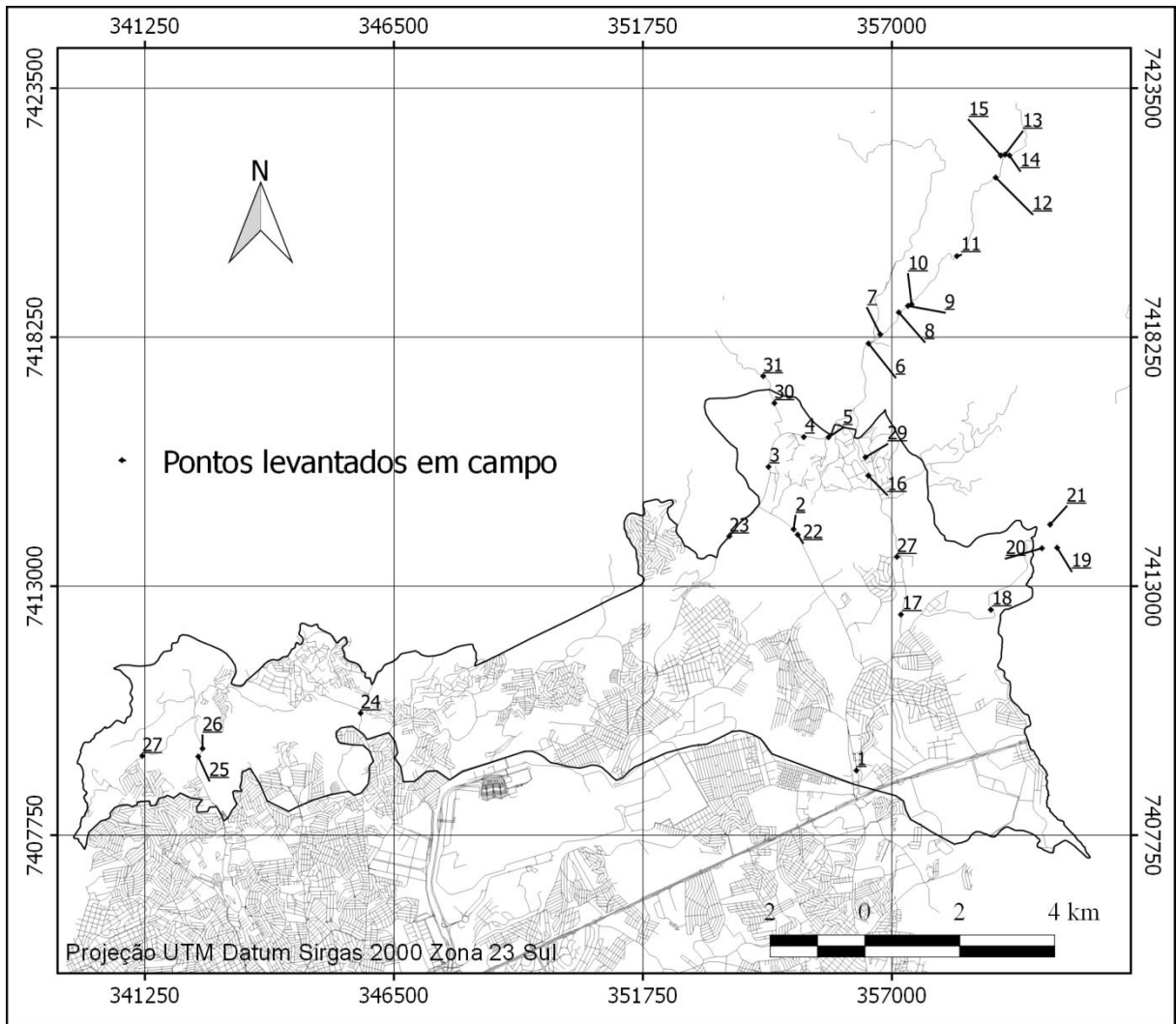


Figura 16 - Mapa de pontos

Fonte: Elaborado pelo autor

Ponto	Coordenada (X)	Coordenada (Y)	Tipo de material	Litologia	Local
1	356258	7409125	Residual	Migmatito	Av. Pascoal Thomeu
2	354970	7414483	Residual	Metassedimentar	Estr. Albino Martello
3	354424	7415528	Residual	Granitoides	Estr. Juvenal Ponoiano de Camargo
4	355168	7416157	Residual	Metassedimentar	Estr. Ari Jorge Zetune
5	355967	7416337	Residual	Metassedimentar	Estr. Ari Jorge Zetune
6	357077	7417400	Residual	Metassedimentar	Estr. Ari Jorge Zetune
7	356480	7418864	Colúvio	Metassedimentar	Estr. Pedra Branca
8	357692	7418148	Residual	Metassedimentar	Estr. Pedra Branca
9	358117	7418766	Residual	Metassedimentar	Estr. Pedra Branca
10	357343	7419580	Colúvio	Metassedimentar	Estr. Pedra Branca
11	358459	7419983	Colúvio	Metassedimentar	Estr. Pedra Branca
12	359967	7420842	Colúvio/Residual	Metassedimentar	Estr. Pedra Branca
13	359759	7422587	Residual	Metassedimentar	Estr. Pedra Branca
14	359707	7421755	Residual	Metassedimentar	Estr. Pedra Branca
15	358623	7422832	Colúvio	Metassedimentar	Estr. Pedra Branca
16	356899	7414926	Residual	Metassedimentar	Benilde Martinez
17	357216	7412413	Residual	Metassedimentar	Acácio Antônio Batista
18	359113	7412514	Colúvio	Terciário	Estr. do Cel
19	360789	7413313	Residual	Terciário	Próx. Pesqueiro Murayama
20	359403	7413579	Colúvio	Terciário	Próx. Pesqueiro Murayama
21	360686	7414681	Residual	Terciário	Estr. de Itaberaba
22	355127	7413910	Residual	Metassedimentar	Estr. Juvenal Ponciano de Camargo
23	353574	7414051	Colúvio/Residual	Metassedimentar	SP-036
24	345799	7410321	Colúvio	Granitoides	Av. Silvestre Pires de Freitas
25	342607	7408896	Colúvio/Residual	Metassedimentar	Av. Benjamein Harris Hunicutt
26	342465	7409851	Colúvio/Residual	Metassedimentar	Av. Benjamin Harris Hunicutt
27	341195	7409419	Colúvio/Residual	Granitoides	Av. Pedro de Souza Lopes
27	357109	7413618	Residual	Terciário	Rua Flor de Lótus
29	356907	7415994	Colúvio	Metassedimentar	Av. Miami
30	354524	7416859	Colúvio/Residual	Metassedimentar	Estr. Guarulhos-Nazaré
31	354289	7417428	Colúvio/Residual	Metassedimentos	Estr. Guarulhos-Nazaré

Quadro 5 - Quadro resumo dos dados coletados em campo.

Fonte: Elaborado pelo autor.

A figura 17 ilustra a divisão adotada após a validação em campo.



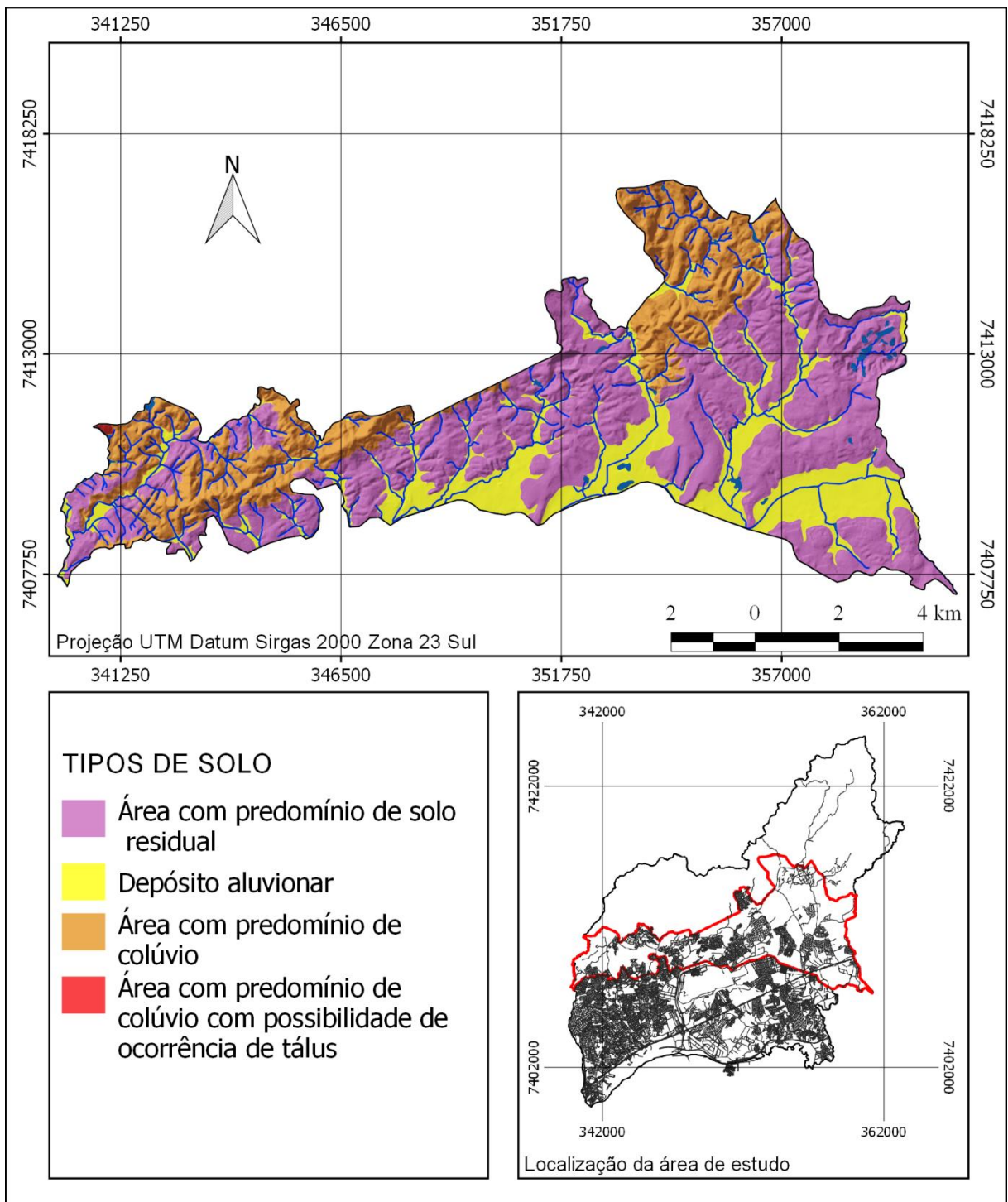


Figura 17 - Mapa de material consolidado.

Fonte: Elaborado pelo autor.

As figuras 18, 19, 20 e 21 ilustram exemplos de solos encontrados na atividade de campo.

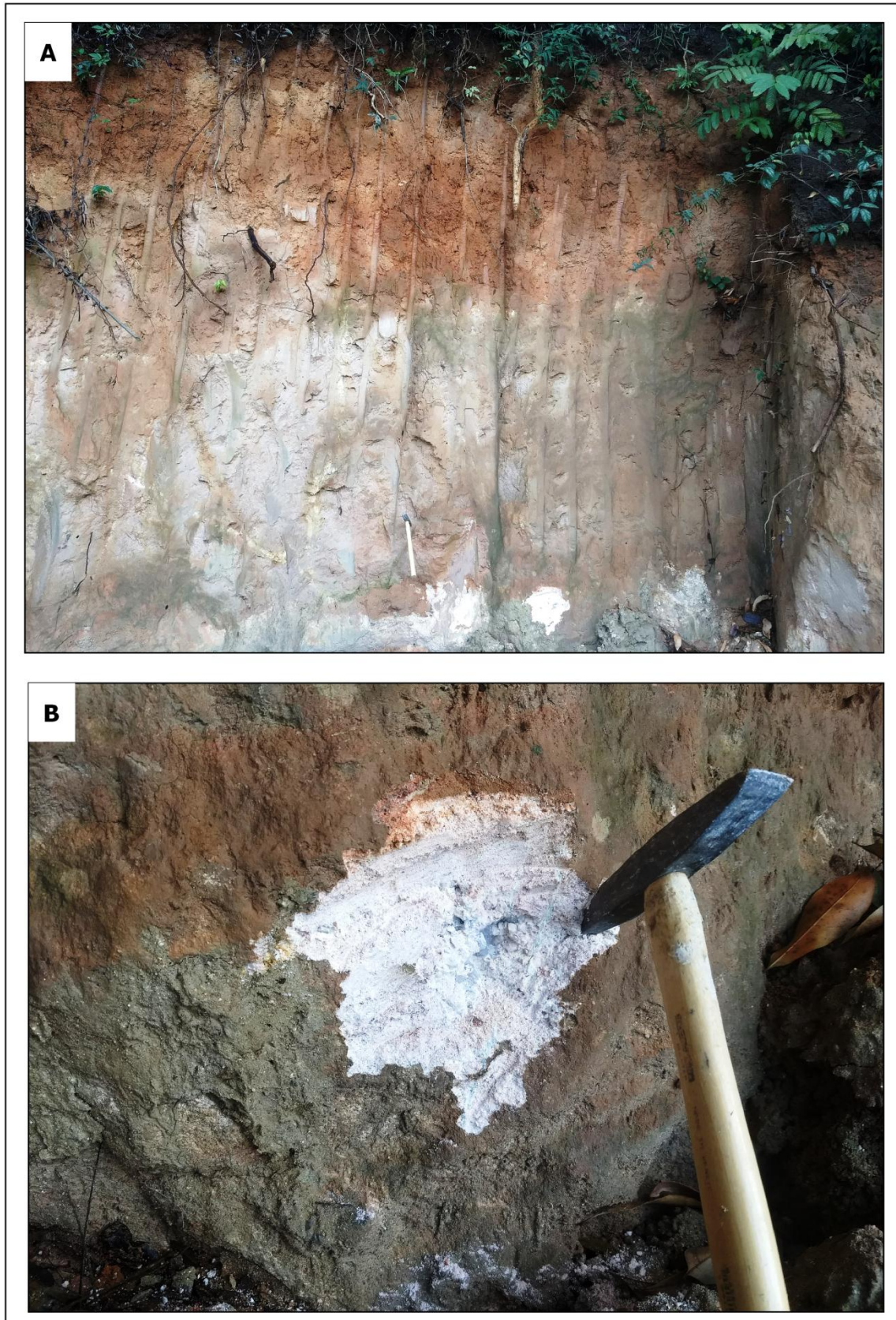


Figura 18 - Solo de alteração de migmatitos na região sul da área de estudo (Ponto 1). A) Perfil de intemperismo onde é possível visualizar os horizontes. B) Saprolito com presença de minerais primários.

Fonte: Fotografias tiradas pelo autor.

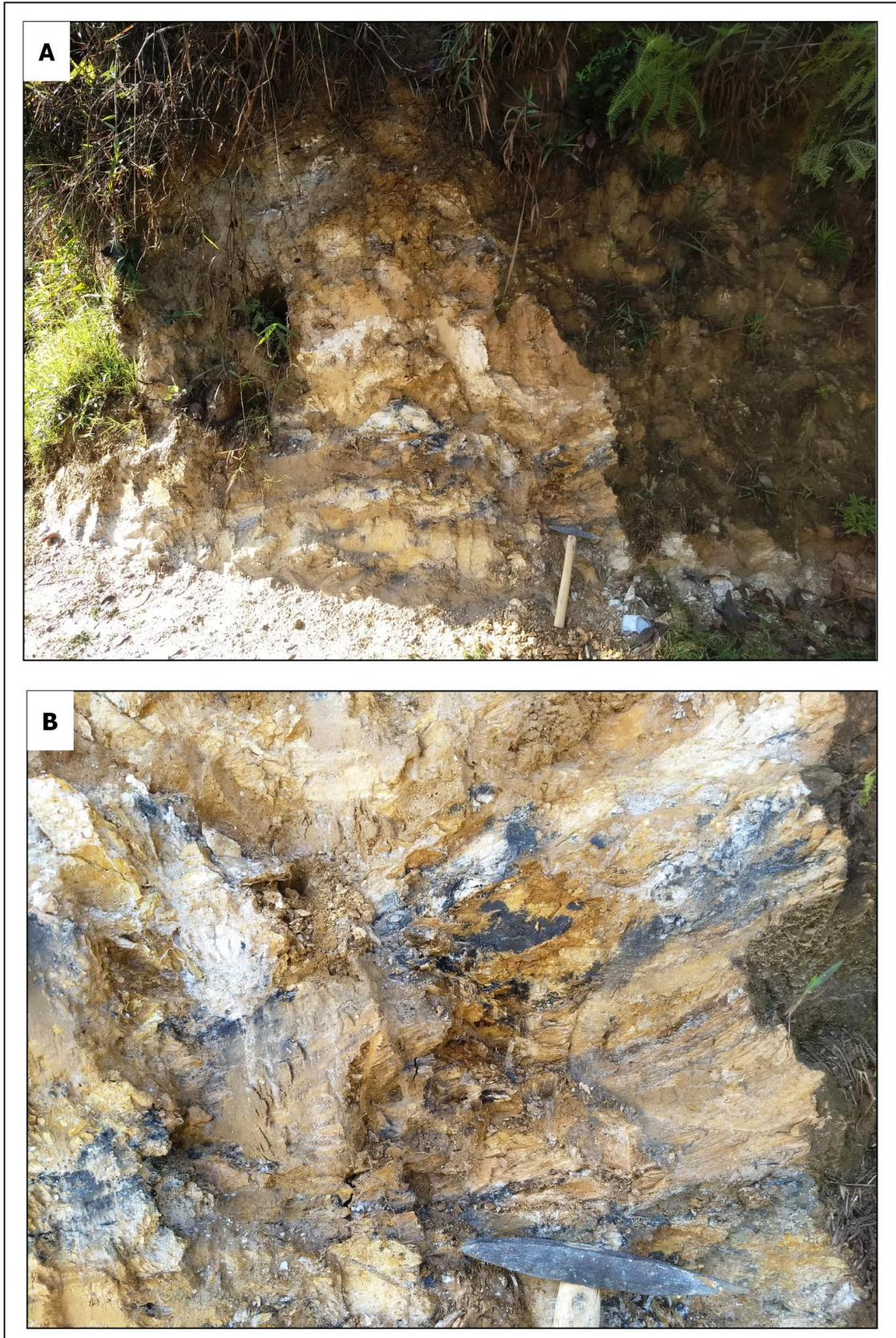


Figura 19 - Solo residual de metassedimentos do grupo Serra do Itaberaba próximo à estrada Guarulhos Nazaré (Ponto 2). Fotografias A e B ilustram as estruturas da rocha fonte preservadas no perfil.

Fonte: Fotografias tiradas pelo autor.

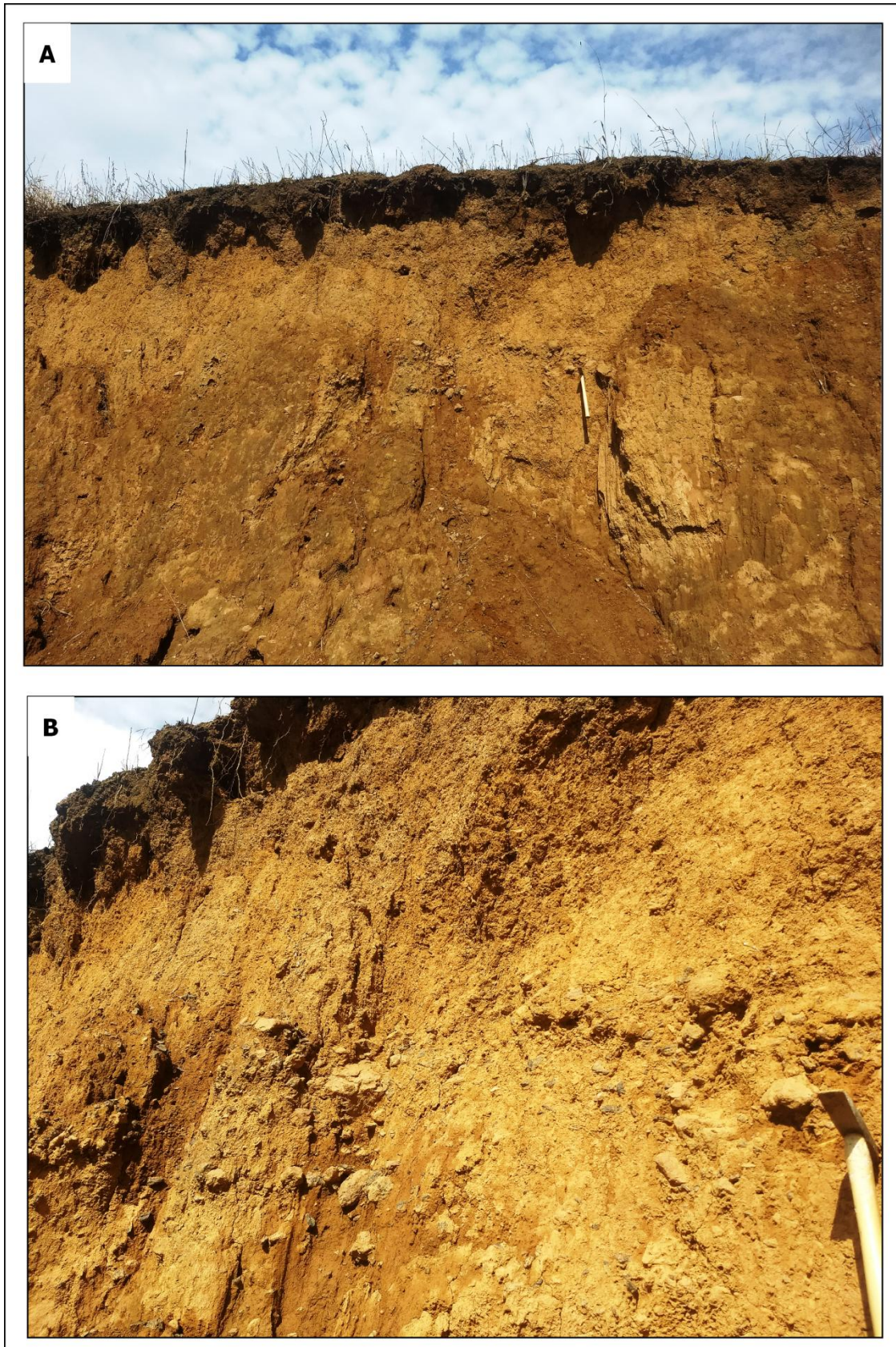


Figura 20 - Depósito coluvial na Estrada Ari Jorge Zeitune (Ponto 15). A) Vista geral do perfil. B) Detalhe dos fragmentos de rocha de diversos tamanhos.

Fonte: Fotografias tiradas pelo autor.

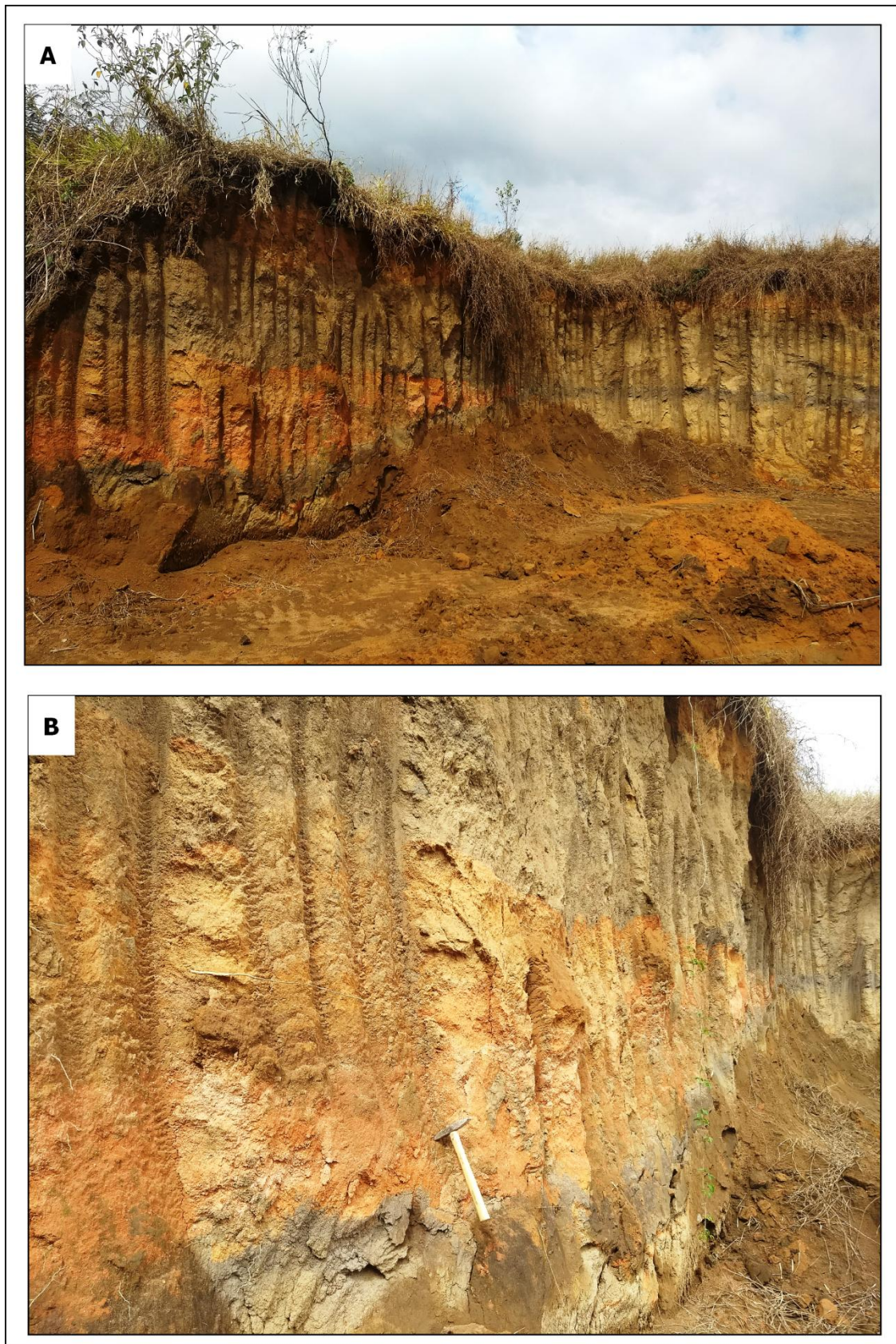


Figura 21 - Solo residual na Estrada de Itaberaba leste da região de estudo (Ponto 21). A) Visão geral do perfil onde se nota claramente as divisões dos horizontes. B) Detalhe dos horizontes.

Fonte: Fotografias tiradas pelo autor.

#### **4.4 Uso e Ocupação**

A caracterização do uso e ocupação considera o conhecimento da utilização das terras pelo homem e a presença de vegetação natural, alterada ou não, apresentando, como objetivo principal para o presente estudo, o fornecimento de informações relevantes aos conflitos entre expansão urbana e atividade minerária, assim como a quantificação de áreas desocupadas passíveis de serem assim utilizadas.

A área de estudo apresenta dinâmica de ocupação típica das grandes cidades brasileiras ou próximas a grandes centros com facilidade de acesso a esses polos com maior infraestrutura, onde os loteamentos ali estabelecidos evoluem de chácaras e pequenas propriedades rurais a partir do mercado imobiliário informal intenso, conforme Baltrusis (2004).

Dessa forma, o que se observou na área, foram diversos tipos de usos do solo, variando desde ocupações urbanas desenvolvidas ou em desenvolvimento até fragmentos naturais ou atividades rurais, como observado por Andrade (2009).

A classificação dos tipos de uso e de ocupação foi realizada com base nos dados do laboratório de geoprocessamento da Universidade de Guarulhos de 2014, base de dados sobre uso e ocupação do estado de São Paulo da Coordenadoria de Planejamento Ambiental (CPLA) e verificação a partir de imagem de satélite recente.

A metodologia adotada para a validação e elaboração do Mapa de Uso e Ocupação do Solo consistiu na aquisição, processamento e interpretação visual de imagem do Sentinel - 2 de maio de 2018, resolução espacial de 10 metros o que se julgou compatível com o objetivo do trabalho. A figura 22 ilustra o aspecto da imagem de satélite Sentinel - 2.

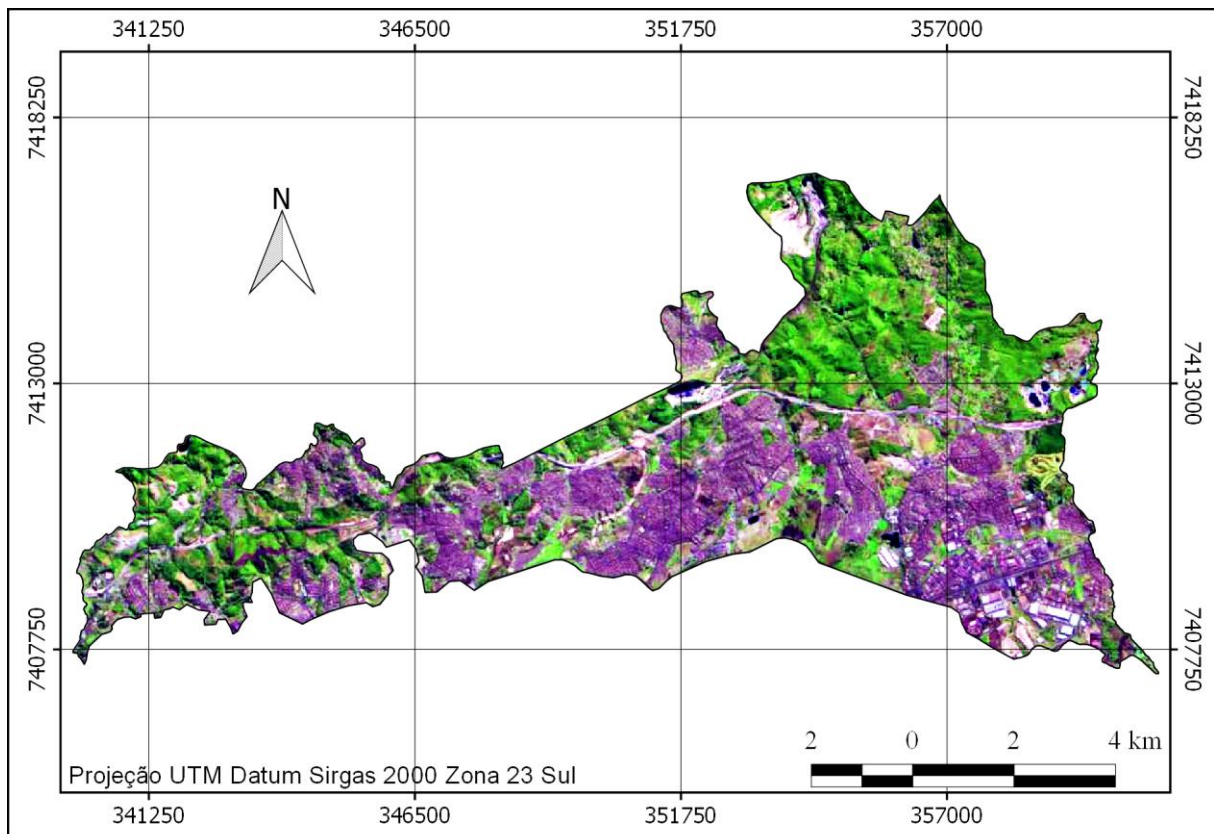


Figura 22 - Imagem Sentinel - 2 da área de estudo.

Fonte: Elaborado pelo autor.

O satélite Sentinel-2 compõe a missão da European Space Agency (ESA) e foi lançado no dia 23 de junho de 2015, operando até os dias atuais. O referido satélite dispõe de instrumentos de captura multiespectral de alta qualidade que permite uma resolução espectral e espacial com 13 bandas espectrais, que vão do visível e do infravermelho próximo até ao infravermelho de ondas curtas, incluindo três bandas no limiar do vermelho, com diferentes resoluções espaciais que podem atingir 10m (ESA, 2010).

As maiores aplicações das imagens Sentinel-2 são em assuntos de ordenamento territorial, monitoramento agropecuário e ambiental, recursos hídricos, monitoramento florestal, recursos naturais e monitoramento do carbono terrestre (ESA, 2010).

Além da boa qualidade das imagens outro lado positivo é que elas são de fácil aquisição e gratuitas, podendo ser baixadas do sítio *EarthExplore* do Serviço Geológico Americano (USGS).

Após a aquisição, a imagem foi adicionada ao *software* QGIS 2.18.20, onde elas foram classificadas a partir da metodologia da classificação supervisionada seguindo a metodologia da Máxima Verossimilhança. Esse procedimento teve como objetivo atualizar os dados de uso e de ocupação do Laboratório de Geoprocessamento da Universidade de Guarulhos, que datam de 2014, para então elaborar o Mapa de Uso e Ocupação das Terras atual da área de estudo principalmente no que se refere às manchas de ocupação urbana.

Neste contexto, a identificação de cada categoria ou tipologia de uso para fins deste trabalho foi elaborada considerando a probabilidade de um determinado pixel pertencer a determinada classe, através da sua resposta espectral e com base na sua localização, seguindo a distribuição normal gaussiana (Richard e Jia, 2006).

A conceituação das categorias de uso e ocupação seguiu o sistema de classificação desenvolvido pela Coordenadoria de Planejamento Ambiental (CPLA) da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo (SMA) e do Instituto Geológico de São Paulo (IG), que versa sobre um sistema aberto multinível, sendo possível a inserção de atributos cada vez mais detalhados de informação sobre o uso e a ocupação das terras de acordo com o escopo e necessidade do estudo CPLA/IG (2013). Dessa forma as classes obtidas foram:

- Áreas desocupadas
- Solo exposto
- Mineração
- Área edificada

As áreas edificadas foram classificadas segundo aspectos urbanos ou atributos que interferem na ocorrência de processos geodinâmicos propostos por Rossini-Penteado et al. (2005), sendo eles: densidade urbana, estágio de ocupação e ordenamento urbano. Como resultado desse detalhamento, adotou-se as seguintes classes:

- Urbano residencial consolidado de (alta, média e baixa) densidade
- Urbano residencial não consolidado de (alta, média e baixa) densidade
- Outras classes: chácaras e propriedades rurais



O quadro 6 apresenta a os níveis das classes definidas.

Atributos da Legenda (Classe de Uso da Terra)	Detalhamento (Classe de Atributo)	Descrição
<b>Áreas Edificadas</b>  - Metrôpoles, cidades, vilas e áreas de rodovias, incluindo áreas residenciais, comerciais e de serviços.	<b>i) Padrão da edificação:</b> i.1. edificações verticais i.2. edificações horizontais	<b>i.1.</b> Verticais > 3 pavimentos (incluindo prédios de 3 andares). <b>i.2.</b> Horizontais < 3 ou = a 3 pavimentos (do tipo casa – não inclui edifícios).
	<b>ii) Densidade de ocupação:</b> ii.1. muito alta ii.2. alta ii.3. média ii.4. baixa ii.5. muito baixa	Relação entre tamanho ou num. de lotes por unid. de área:  <b>ii.1.</b> edif. Verticalizadas ou assentamentos subnormais. <b>ii.2.</b> lotes < ou = a 250 m <sup>2</sup> . <b>ii.3.</b> lotes 250 m <sup>2</sup> a 450 m <sup>2</sup> (incluindo 450 m <sup>2</sup> ). <b>ii.4.</b> lotes > 450 m <sup>2</sup> . <b>ii.5.</b> chácaras, sítios e ocupações esparsas.
	<b>iii) Estágio de ocupação:</b> iii.1. Consolidado iii.2. Em consolidação iii.3. Rarefeito	Relação entre n <sup>o</sup> lotes construídos e vazios na área:  <b>iii.1.</b> mais de 80% dos lotes ocupados com edificação <b>iii.2.</b> 30% a 80% de lotes construídos (incluindo 80%) <b>iii.3.</b> < ou = a 30% de lotes construídos
<b>Grande Equipamento</b>	Indústria	- Um grande equipamento engloba a edificação e toda a área desta se houver. Se estiver fora da área urbana e não houver delimitação, restituir apenas edificação. Já na área urbana, englobar na classe o entorno delimitado, e não apenas a edificação. - 1.4.9. Comercial: galpão não industrial de área expressiva. Ex. shopping, área comercial com galpões, etc. - 1.4.10. Edificações agrícolas. Ex. estufas, granjas, silos, etc.
	ETE	
	ETA	
	Aterro	
	Unidade de transporte	
	Cemitério	
	Área institucional	
	Área de lazer e desporto	
Comercial		
<b>Solo Exposto</b>  - Áreas de intervenção antrópica terraplanadas ou aradas; - Áreas em transição de uso ou uma fase intermediária do mesmo uso; - Áreas onde processos erosivos expuseram o solo.	Solo exposto para plantio agrícola	Áreas preparadas para o plantio de diversas culturas agrícolas.
	Solo exposto para construção civil	Áreas terraplanadas, localizadas próximas ou no entorno das áreas urbanizadas, destinadas à construção civil.
	Solo exposto por erosão	Áreas degradadas por processos erosivos.
<b>Áreas Desocupadas</b>	Mata, reflorestamento e campos	- Formação vegetal natural composta predominantemente por elementos arbóreos; - Diferentes configurações e graus de descontinuidade de cobertura superior (dossel); - Matas ciliares, floresta estacional semidecídua, floresta ombrófila densa e mista; - Exclui reflorestamentos e área campestre; - Dentro da área urbana: matar ciliares e áreas de vegetação expressivas; - Formações arbóreas artificiais e homogêneas; - Composta por espécies nativas ou exóticas (pinus e eucalipto); - Textura lisa e existência de limites regulares e de carregadores definidos.

Quadro 6 - Sistema de Classificação de Uso e Cobertura da Terra - Níveis Hierárquicos da Tabela de Atributos.

Fonte: Elaborado pelo autor com base em CPLA/IG (2013).

A figura 23 ilustra a distribuição das classes de uso e ocupação na área de estudo e o quadro 6 expõe as classes e suas áreas.

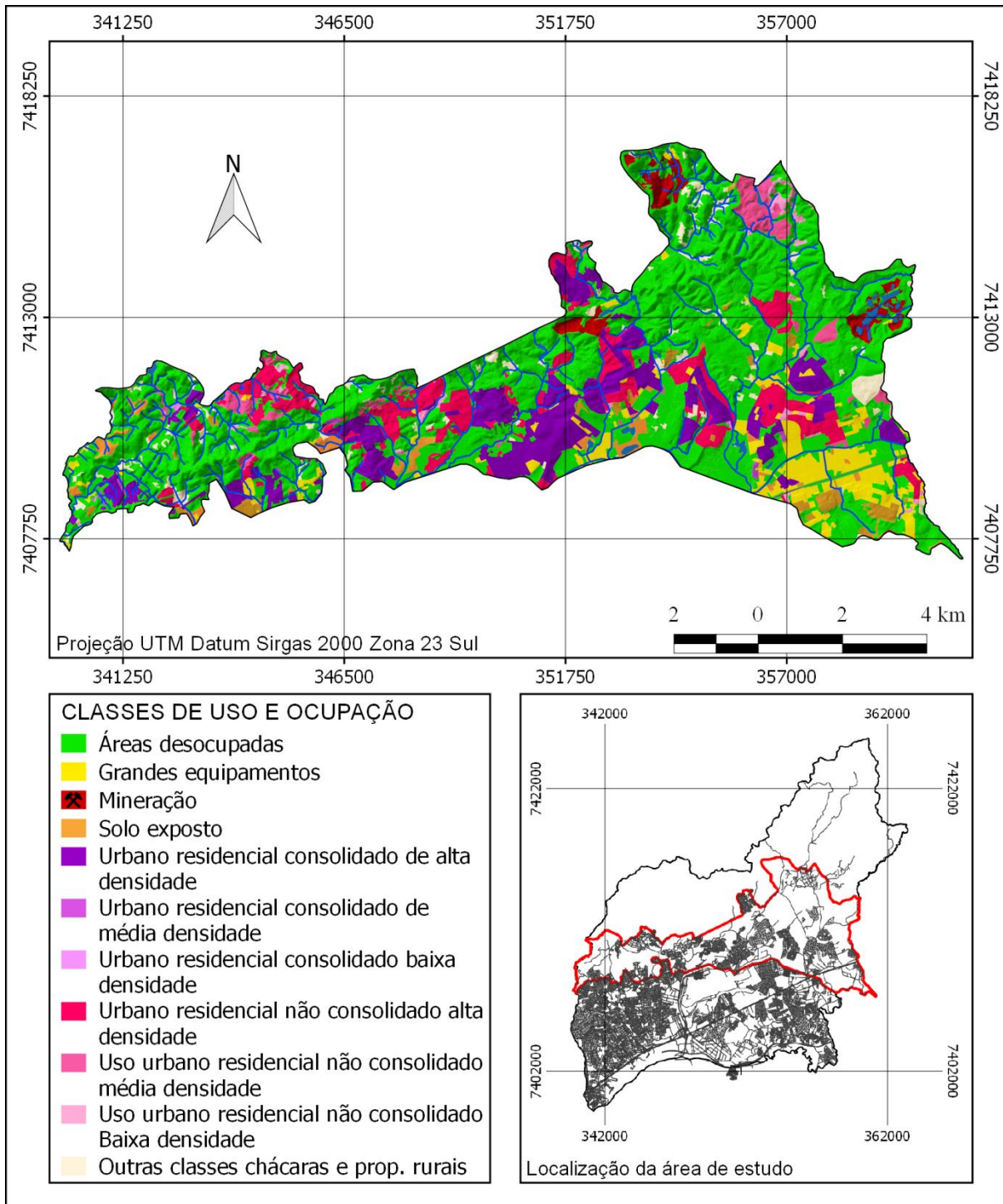


Figura 23 - Mapa de uso e ocupação do solo da área de estudo.

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados do Laboratório de Geoprocessamento da UNG e imagem de satélite Sentinel – 2.

Categorias de Uso e Ocupação		
	km <sup>2</sup>	%
Áreas desocupadas	45,61	53,04
Grandes equipamentos	5,71	6,64
Mineração	2,00	2,33
Solo exposto	3,09	3,59
Urbano residencial consolidado alta densidade	10,84	12,60
Urbano residencial consolidado média densidade	0,21	0,25
Urbano residencial consolidado baixa densidade	0,05	0,06
Urbano residencial não consolidado alta densidade	8,36	9,72
Urbano residencial não consolidado média densidade	2,59	3,02
Urbano residencial não consolidado baixa densidade	0,90	1,04
Outras classes chácaras e propriedades rurais	2,72	3,16
<b>Total</b>	<b>523,48</b>	<b>100,00</b>

Quadro 7 – Classes de uso e suas respectivas áreas.

Fonte: Elaborado pelo autor.

No contexto do presente trabalho, as áreas já ocupadas não entram nas análises de aptidão à urbanização, pois representam regiões cuja referida classificação não apresenta utilidade porque se encontram estabelecidas. Para as regiões ocupadas, aplicam-se as cartas de risco, caso encontrem-se em áreas suscetíveis e/ou com histórico de deslizamentos e inundações. O mesmo aplica-se para os grandes equipamentos.

Já os solos expostos representam terrenos onde foi realizada a remoção da vegetação para a implantação de obras ou a fase de implantação destas – representadas por cortes e aterros. Nesses casos, infere-se que estudos geológicos e geotécnicos tenham sido realizados em escala de projeto executivo, o que excluiu essas áreas das análises.

Mais importância foi dada às ocupações por parte da mineração e às áreas desocupadas, pois, nelas, aplicaram-se as análises de aptidão para as áreas não ocupadas e as análises de viabilidade de exploração. A figura 24 ilustra a distribuição da representatividade de cada uso abordado no trabalho.

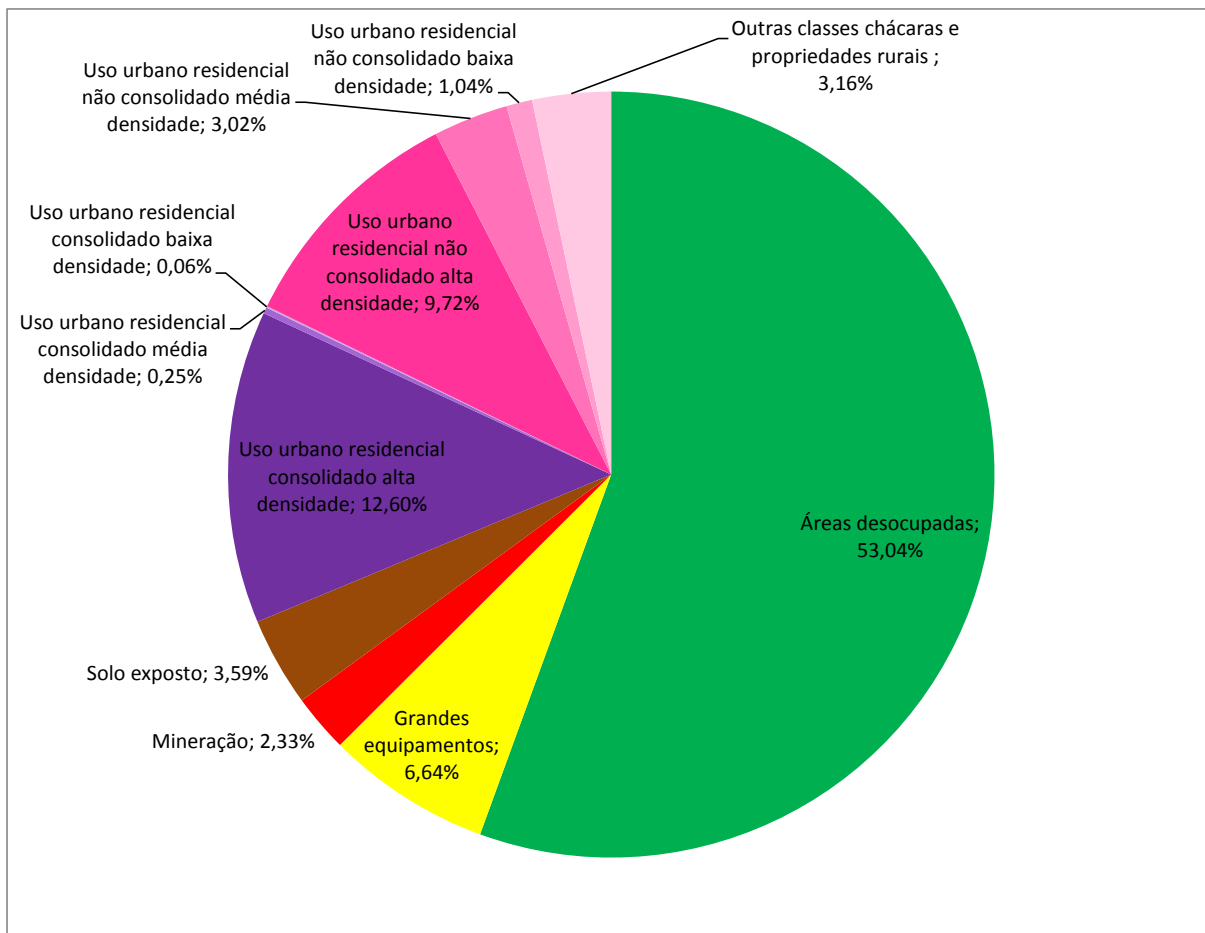


Figura 24 - Distribuição das classes de uso na área de estudo.

Fonte: Elaborado pelo autor.

#### 4.5 Áreas de Preservação Permanentes (APP)

As Áreas de Preservação Permanente (APP) são aquelas protegidas, cobertas ou não por vegetação nativa, que apresentam a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, além disso, de promover o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e proporcionar às populações humanas o bem-estar (BRASIL, 2012).

A delimitação das APP da área de estudo dentro do município de Guarulhos foi determinada segundo o novo Código Florestal Brasileiro (Lei nº.12.651, de 2012), que define as áreas com encostas com declividade acima de 45° ou 100%, topos de morro localizados em altitudes superiores a 1800 metros, qualquer que seja sua vegetação e topos de morros localizados em locais com amplitude altimétrica mínima de 100 metros cuja inclinação média de suas encostas devem ser maiores ou iguais a 25°, cuja delimitação desse tipo de APP dá-se a partir da curva de nível

correspondente a dois terços da altura mínima da elevação em relação à base; esta é definida pelo plano horizontal determinado por planícies ou espelhos d'águas adjacentes. A figura 25, a seguir, ilustra a representação simplificada da APP de topo de morro.

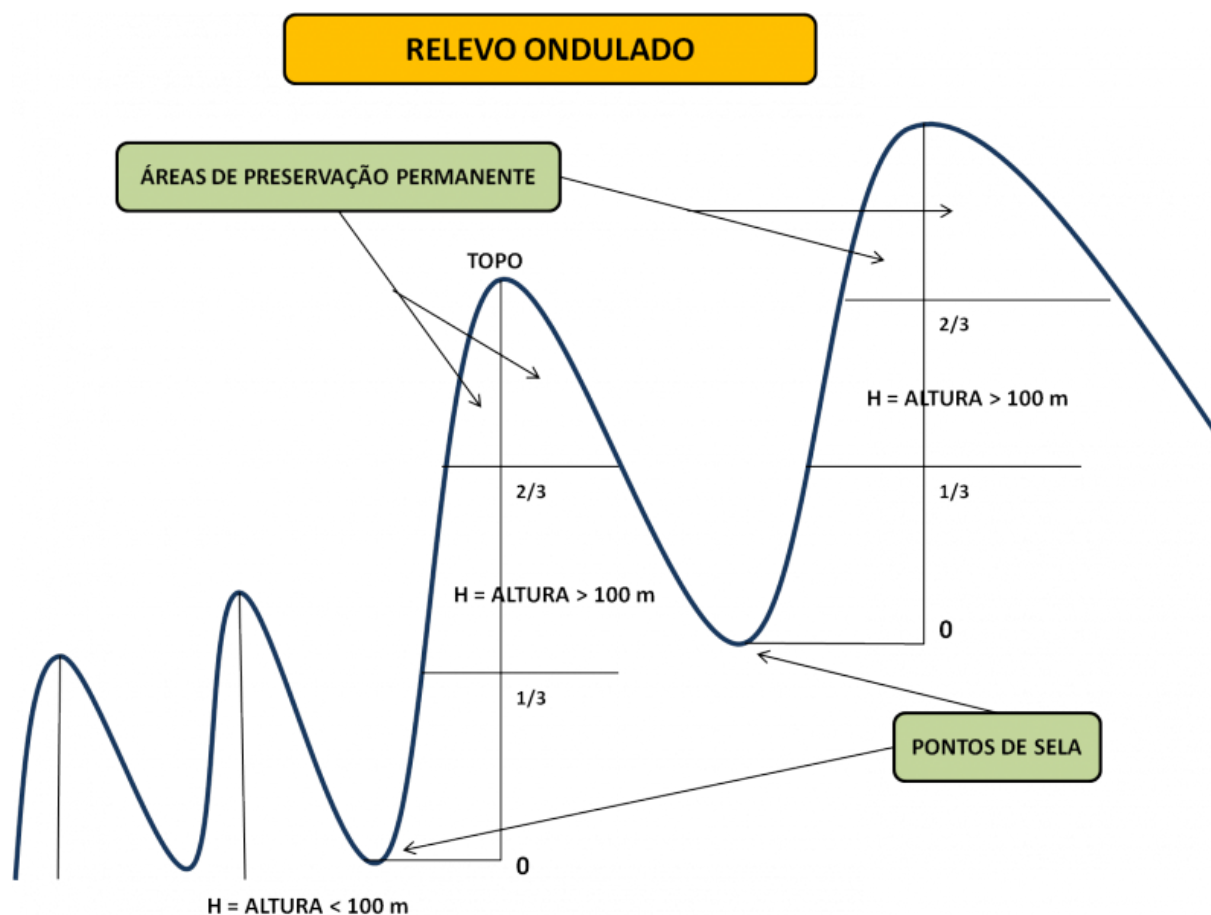


Figura 25 - Representação da delimitação de APP de topo de morro.

Fonte: Eugenio et al. (2017).

Outro tipo de APP é representado pelas áreas ciliares a cursos d'água, lagos, reservatórios e nascentes, onde se estabelece uma faixa de proteção de acordo com a largura do curso d'água, conforme se mostra a seguir.

Classes	Largura (m)	Faixa de APP
1	<10	30
2	10 - 50	50
3	50 - 200	100
4	200 - 600	200
5	>600	500

Quadro 8 - Relação das larguras dos cursos d'água e suas respectivas faixas de APP.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Na sequência é descrita a metodologia para obtenção das APP salientando que a área em questão não apresenta Áreas de Proteção Permanente de morros acima de 1.800 metros de altitude.

#### **4.5.1 Delimitação das APP**

Para a determinação de APP de topo de morro com declividade média de 25° foi aplicada a metodologia proposta Silva et al. (2016) e Oliveira e Fernandes Filho (2013), utilizando os *softwares* QGIS e GRASS. Sendo assim os passos adotados foram:

- Elaboração do Modelo Digital de Terreno: Foi utilizado o MDT gerado a partir das curvas de nível de 5 metros e os pontos cotados.
- Execução do algoritmo "r.fill.dir" no qual se preenche as falsas depressões, criando, dessa forma, um modelo digital de elevação hidrologicamente correto (MDEHC).
- Obtenção do MDEHC invertido através da "Calculadora Raster".
- Aplicação do algoritmo "r.terraflow" sobre o raster MDEHC invertido para delimitação das bases dos picos.
- Conversão do arquivo *raster* "bases dos picos" para o formato vetorial *shapefile*.
- Obtenção de dados estatísticos do MDEHC como valor máximo, mínimo, média entre outros a partir da ferramenta "Zonal Statistics" utilizando o arquivo vetorial referente à base dos picos sobre o *raster* em questão.
- Aplicação da ferramenta "Zonal Statistics" sobre o arquivo *raster* de declividade para obtenção dos valores médios de declividade.
- Com os dados de declividades obtidos pelo "Zonal Statistics", aplica-se a seleção dos valores maiores ou iguais a 25°.
- Cálculo da amplitude altimétrica no arquivo referente às bases dos picos fazendo a subtração do maior valor pelo menor. Vale ressaltar que a opção "range" do "Zonal Statistics" é equivalente à amplitude.
- Seleção das feições com amplitudes maiores que 100 metros.

- Seleção das áreas com declividade maior ou igual a 25° e amplitude maior que 100 metros. Pode ser obtido automaticamente pela ferramenta "extract by location".
- Calcular o terço da altura através da álgebra  $\text{terço} = \text{altura\_máxima} - (\text{amplitude}/3)$  na tabela de atributos do arquivo bases dos picos.
- Rasterizar o arquivo supracitado com a ferramenta "v.to.rast" utilizando a coluna obtida no passo anterior referente ao terço cujo *raster* resultante foi denominado "terc\_min\_alt".
- Extrair do MDEHC os pixels cujos valores são maiores ou iguais ao *raster* obtido no passo anterior "terc\_min\_alt", cujo resultado recebe o nome de "app\_topo".
- Por fim, exporta-se o *raster* para o formato vetorial.

Como resultado, a rotina descrita não obteve nenhuma área com essas características, logo, a área de estudo não possui APP de topo de morro.

Em relação às encostas com declividade igual ou superior a 45°, foi realizada a classificação do *raster* de declividade isolando os valores maiores ou igual a 45°. Em seguida, foi realizada a vetorização, transformando-o em arquivo vetorial, sendo, então, possível isolar as áreas com essas características.

Como resultado, foram obtidas algumas pequenas áreas restritas, sendo que as mais representativas encontram-se nos taludes e cavas das mineradoras.

As APP de cursos d'água e nascentes foram obtidas a partir da função *buffer* da extensão GRASS, na qual foi determinada uma distância de 30 metros dos cursos d'água, com largura inferior a 10 metros, o que ocorre com os rios e os córregos da área de estudo, e um *buffer* de raio 50 metros para as nascentes.

No que concerne às unidades de conservação, a área de estudo foi delimitada com base na localização dessas áreas, excluindo-as por se tratarem de zonas restritivas quanto à ocupação. Dessa forma, a região estudada faz limite, na porção norte, com duas unidades de conservação de proteção integral, sendo elas: o Parque Estadual Turístico da Cantareira e o Parque Estadual Itaberaba, cujo objetivo é a preservação da natureza em áreas não loteadas, nas quais só são

permitidos o uso indireto de seus recursos naturais como atividades científicas e turismo ecológico, por exemplo.

Já às APP presentes no local de estudo são consideradas áreas de baixa aptidão à ocupação cujo uso exclusivo será o de proteção ambiental. A figura 26 ilustra distribuição das APP na área de estudo.

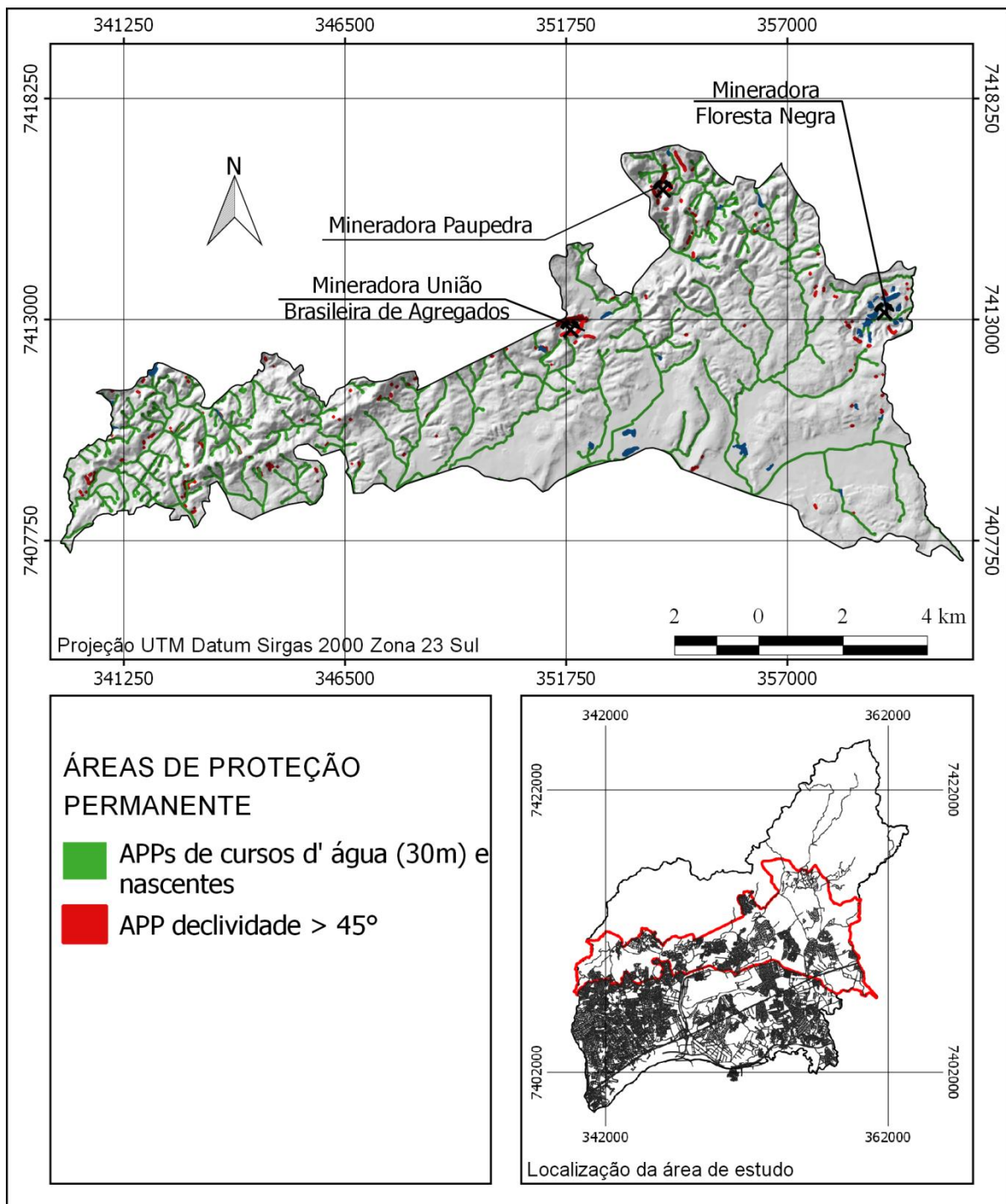


Figura 26 - Mapa de Áreas de Proteção Ambiental Permanente (APP).

Fonte: Elaborado pelo autor.



## **4.6 Diagnóstico das Atividades Minerárias**

A presente etapa destinou-se a caracterização das atividades relacionadas ao setor mineral na área de estudo. Mediante essa etapa, buscou-se obter informações relevantes para as análises de conflitos entre esse tipo de atividade e as frentes de urbanização. Isso feito esperando-se que o resultado final fosse utilizado no planejamento adequado das ocupações citadas para garantir a coexistência de ambas com o mínimo de habitabilidade e buscando, sempre, o desenvolvimento sustentável.

### **4.6.1 Potencial mineral para materiais da construção civil**

Os condicionantes geológicos conferem ao município de Guarulhos e, conseqüentemente, à área de estudo, um grande potencial mineral, principalmente aqueles aplicados na construção civil. E esse fato é verificado pelo histórico da atividade mineral no município, nas décadas de 1980 e 1990, no Bairro dos Lavras, ali, havia dezenas de minerações de areia e argila de pequeno e médio portes, onde até hoje é possível observar as antigas cavas preenchidas por água ou sendo utilizadas como depósitos de material inerte (Pissato, 2009).

Nesse contexto, os minérios mais importantes, segundo o mesmo autor, são representados, primeiramente, pela brita, seguida pela areia. Nota-se, também, um grande número de requerimentos na ANM, cuja substância designada é o saibro.

As britas são aplicadas em diversos usos relacionados à construção civil, mormente, na pavimentação e na conservação de estradas e ferrovias (Saad et al., 1996). Podem ser extraídas das rochas do embasamento cristalino, sendo os com maiores potenciais, na área de estudo, os granitoides que cortam toda a região central da área e aparecem de forma mais restrita na região norte. São nessas unidades que se encontram as minerações de brita em atividade na região. Os migmatitos, também, apresentam potencial para a exploração de brita, porém, segundo Pissato (2009), revelam baixo potencial devido ao alto grau de alteração.

As areias podem ser extraídas dos depósitos aluvionares e dos sedimentos terciários da Formação Resende, como é o caso da Mineração Floresta Negra, que se encontra em atividade e situa-se na porção leste da área de estudo. As argilas,

também, podem ser extraídas dos depósitos aluvionares, formando bolsões ou lentes nas planícies de inundação ou associados a depósitos sedimentares do terciário dispostos em camadas interdigitadas com camadas de material mais grosseiro, como no caso da área de estudo.

A região estudada possui grande potencial do ponto de vista da distribuição dos depósitos, porém as áreas mineráveis encontram-se, em sua maioria, ocupadas pela urbanização.

As rochas metassedimentares revelam grande potencial para a produção de argila refratária e de revestimento na região, principalmente, nas unidades compostas por filitos.

Outro aproveitamento pertinente e que consta nos requerimentos presentes na área refere-se aos denominados saibros. Por definição, saibro é uma denominação informal referente a materiais particulados que não apresentam granulométrica definida, ou seja, são compostos por blocos decimétricos até areias e argilas em proporções variadas. São aplicados, geralmente, na execução de aterros e na manutenção de estradas não pavimentadas que não exigem grande rigor técnico. Os saibros são costumeiramente denominados também de material de empréstimo (Chieregati e Sardou Filho, 2017).

Na figura 27, evidencia-se a distribuição dos litotipos e seus respectivos potenciais minerais.

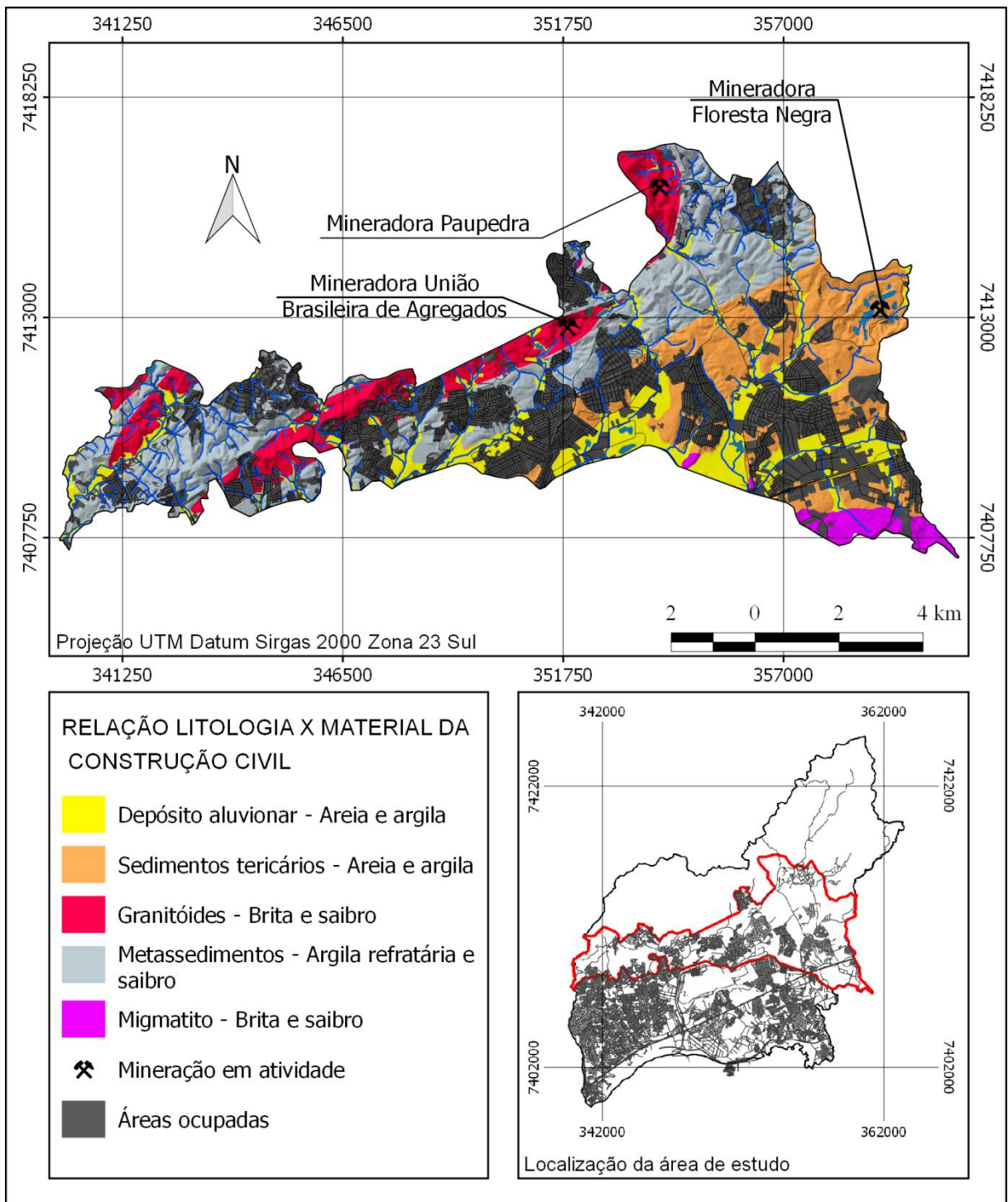


Figura 27 - Mapa de potencial mineral da área de estudo.

Fonte: Elaborado pelo autor com base em Pissato (2009), Oliveira (2009) e CPRM (2006).

#### 4.6.2 Levantamento dos processos minerários (ANM)

O Sistema de Informações Geográficas da Mineração (SIGMINE) tem como objetivo ser um sistema de referência na busca de informações atualizadas relativas

às áreas dos processos minerários cadastrados na Agência Nacional de Mineração (ANM), associadas a outras informações geográficas de interesse ao setor produzido por órgãos públicos, e proporciona uma consulta aos dados e análises relacionais de caráter espacial.

A partir dessa base de dados foi possível obter todos os processos minerários (Layouts das Poligonais Oficiais Cadastradas na ANM) inseridos total ou parcialmente na área de estudo, assim como as fases dos respectivos processos, as substâncias requeridas e o uso delas. Dessa forma, a partir dessas informações, as substâncias que não condizem com o escopo do presente trabalho foram desconsideradas, então, permanecendo apenas aquelas aplicadas na construção civil.

O processo básico de licenciamento para atividades minerárias é dividido em dois regimes, o Regime de Autorização e Concessão e o Regime de Licenciamento, ambos controlados pela ANM. Desse modo, com o objetivo de esclarecer os termos e fases dos processos utilizados pela ANM e, conseqüentemente, no decorrer do presente trabalho, foi inserida a figura 28, na qual é apresentado o fluxograma básico para licenciamento de atividade extrativa mineral na Agência Nacional de Mineração (ANM). Já na figura 29, individua-se a disposição dos processos ANM, conforme as fases em que se encontram.

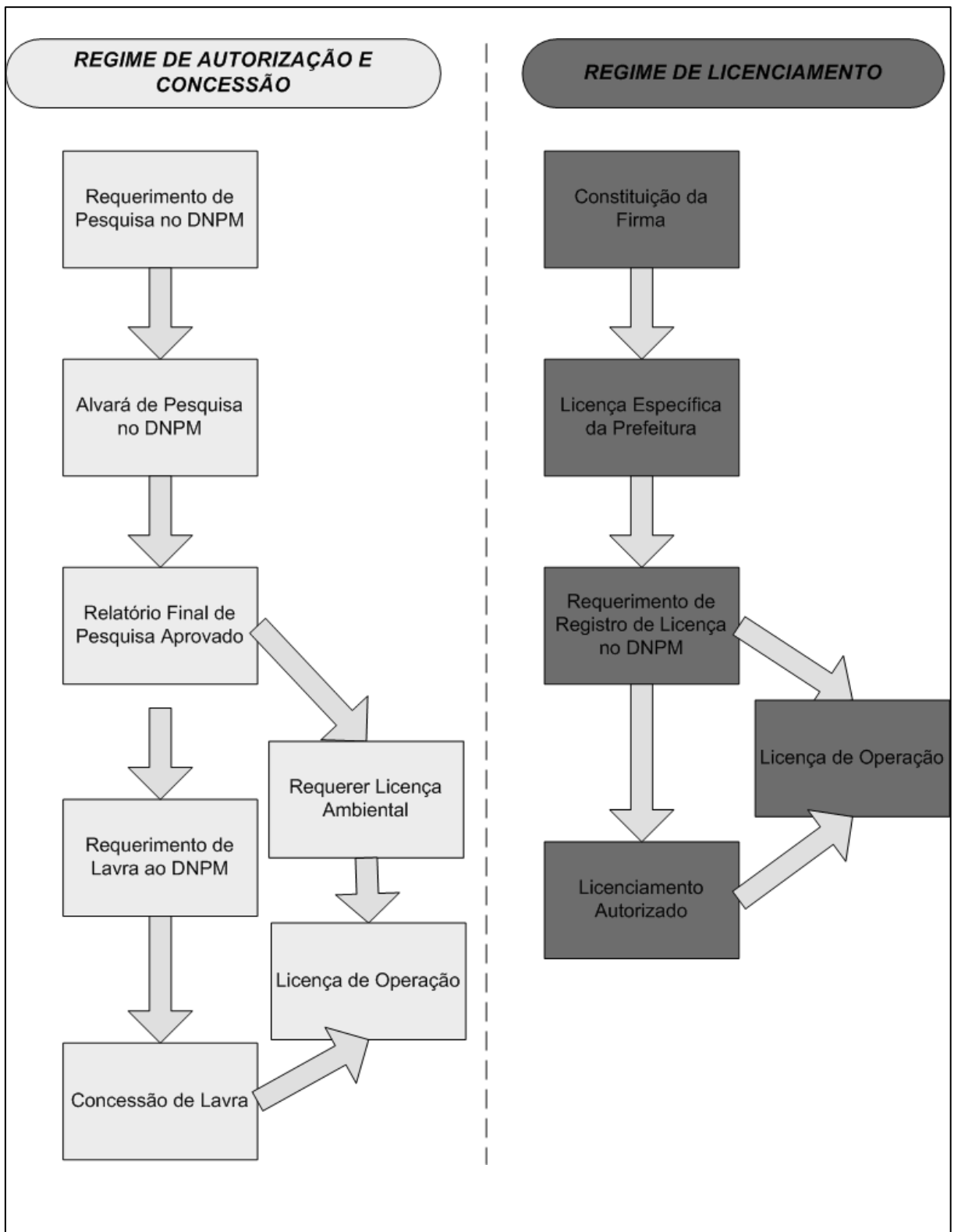


Figura 28 - Fluxograma Básico para Licenciamento de Atividade Extrativa Mineral na ANM.

Fonte: Agência Nacional de Mineração - ANM (2018).

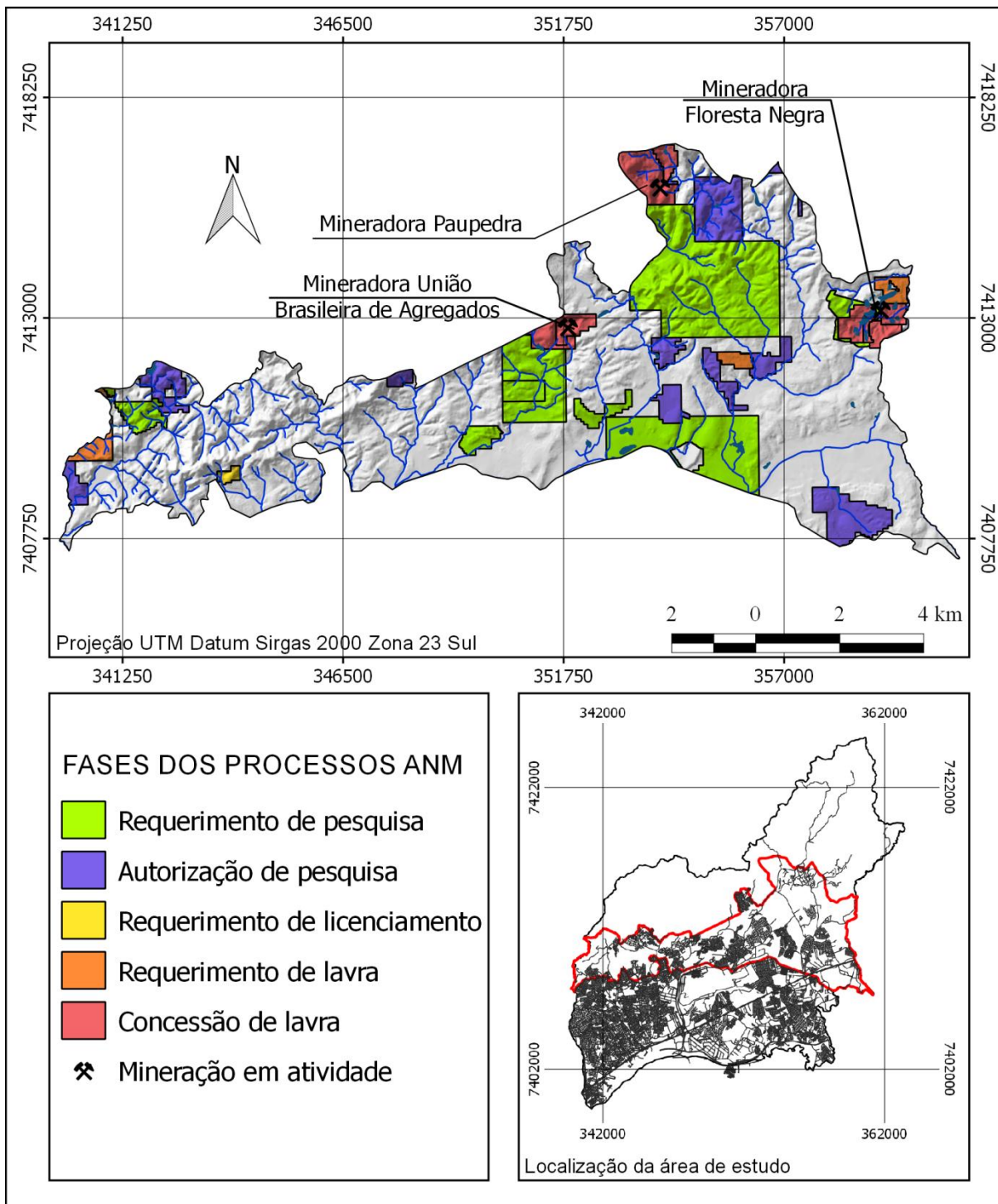


Figura 29 - Mapa de processos minerários e suas respectivas fases.

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados da ANM (2017).

Ao analisar o mapa dos processos, verifica-se que as áreas com requerimento e concessão de lavra encontram-se próximas das mineradoras existentes, podendo este fato indicar possíveis novas frentes de lavra. Este dado é relevante para o planejamento de novos parcelamentos do solo podendo ser

atribuído a esses locais a baixa aptidão à ocupação urbana devido à priorização de atividade mineral.

Das áreas com requerimento e concessão de lavra, as substâncias pleiteadas são predominantemente voltadas para a construção civil como areia, brita, argila e saibro, conforme se elenca no quadro que segue:

NOME	PROCESSO/ANO	AREA (ha)	FASE	SUBSTÂNCIA
Atic	809008/1976	50	Concessão de lavra	Areia
Mineração Arujá	812228/1973	7,84	Requerimento de lavra	Areia
Mineração Felício Ltda.	820944/1998	44,36	Requerimento de lavra	Areia
Mineração Floresta Negra	821804/1987	49,55	Requerimento de lavra	Areia
	820283/1998	12,01	Requerimento de lavra	Areia
Firpavi	820101/1988	119,79	Requerimento de lavra	Areia
Areíscia	800747/1973	30	Requerimento de lavra	Areia
	820915/1993	50	Requerimento de lavra	Feldspato
	820969/2000	44,31	Requerimento de lavra	Areia
Paupedra	820384/1979	201,12	Concessão de lavra	Saibro
	820832/1979	32,24	Concessão de lavra	Saibro
	820510/2006	27	Requerimento de lavra	Saibro
União Brasileira de Agregados	819626/1972	48,74	Concessão de lavra	Granito
	821730/1987	45,75	Concessão de lavra	Gnaisse

Quadro 9 - Quadro resumo dos processos ANM de áreas em atividade e/ou com maior potencial de implantação.

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados da ANM (2017).

Quanto às substâncias requeridas, a distribuição dos processos encontra-se na figura 30.

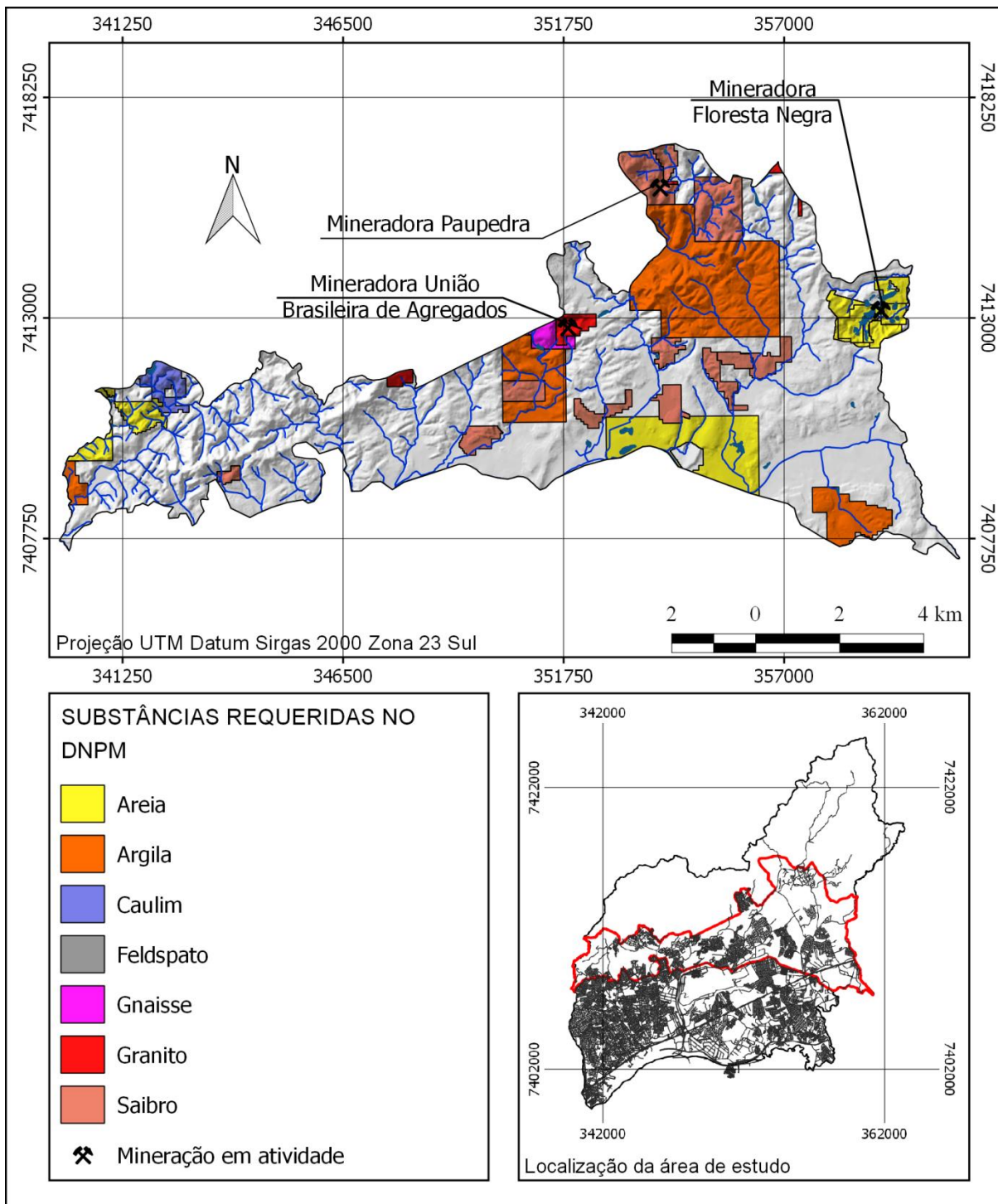


Figura 30 - Mapa de substâncias requeridas na ANM.

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados de ANM (2017).

#### 4.6.3 Identificação de mineração em atividade e elaboração do mapa síntese

A identificação das minerações em atividade foi realizada a partir da interpretação de imagens aéreas e de validação das informações em campo.



Segundo os dados coletados, há três mineradoras em atividade na área de estudo sendo elas:

- Paupedra
- União Brasileira de Agregados
- Floresta Negra

A mineradora Paupedra está localizada na Estrada Guarulhos – Nazaré, próximo ao bairro Capelinha. A ocupação do entorno é representada por pequenas propriedades rurais e unidades de conservação, sendo esta, entre as três, a que apresenta menor problema em relação à ocupação do entorno. A substância extraída é a brita para aplicação na construção civil e a unidade geológica explorada são os granitoides.

A Mineradora União Brasileira de Agregados localiza-se próximo ao bairro Jardim Fortaleza e também ao traçado do trecho norte do Rodoanel, sendo esta área caracterizada por ser mais densamente urbanizada. A substância extraída também é a brita para uso na construção civil, cujo substrato explorado é representado pelos granitoides.

A mineradora Floresta Negra localiza-se no extremo leste da área de estudo, na divisa com Arujá, próxima aos bairros Vila Carmela I e II e Sítios de Recreio Rober. O entorno é ocupado por área de vegetação nativa em quase toda sua totalidade, com exceção da região mais a sudeste da mina representada por ocupação urbana de baixa densidade. As substâncias extraídas são areias e argilas aplicadas na construção civil, cuja unidade geológica é representada pelos sedimentos terciários da Formação Resende.

A figura 31 ilustra a localização das três mineradoras em questão.

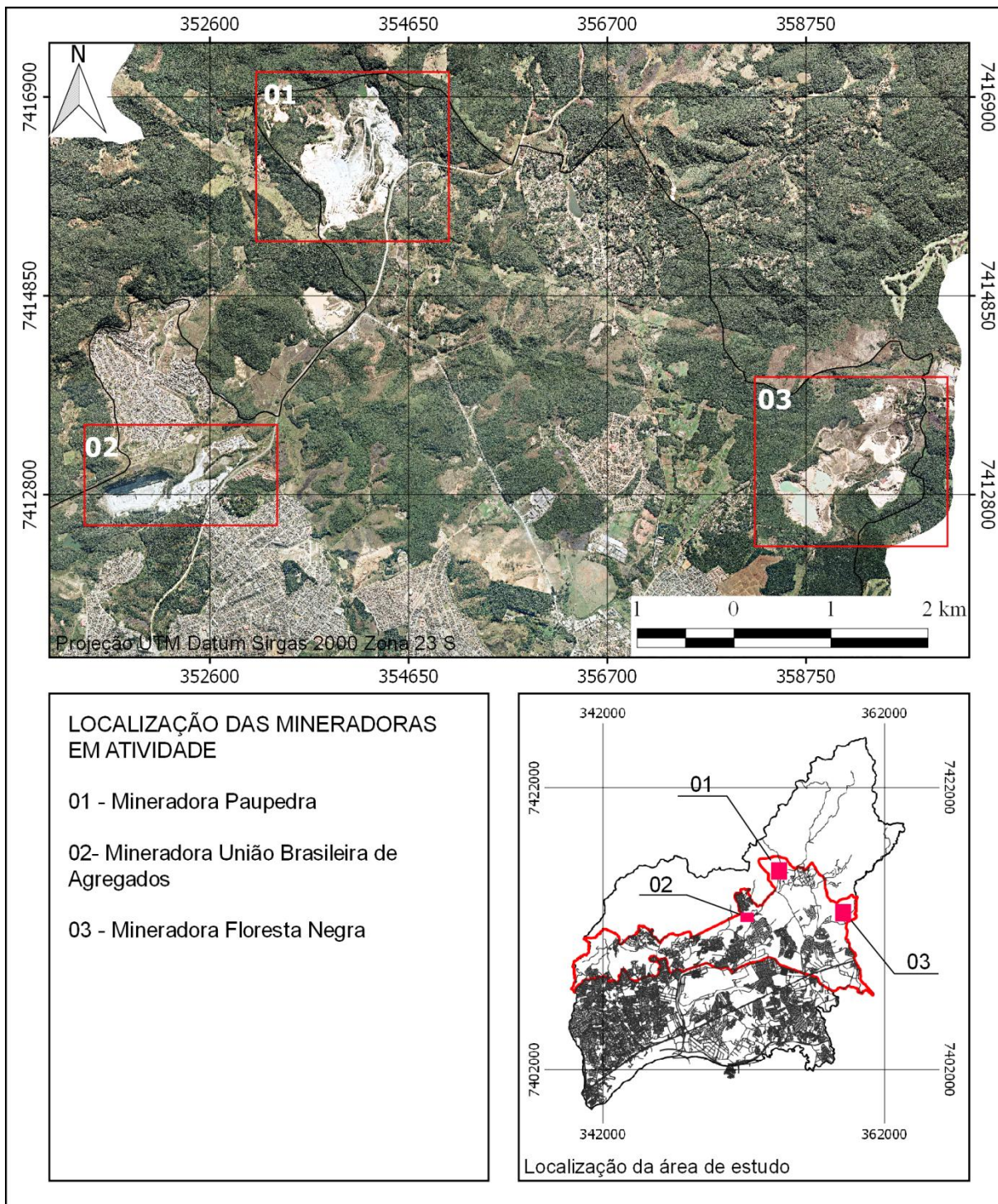


Figura 31 - Mapa de localização das mineradoras em atividade.

Fonte: Elaborado pelo autor com base em ortofoto da CPRM (2015).

Com base nas análises da localização, da caracterização da ocupação, do entorno, da distribuição geográfica e da unidade geológica da qual é extraída a substância de interesse, foram definidas possíveis frentes de ampliação da exploração nas mineradoras em atividade, sendo este dado apresentado no produto

final, assim, fornecendo uma informação a mais a respeito do aproveitamento de agregados na construção civil, como é possível visualizar na figura 32.

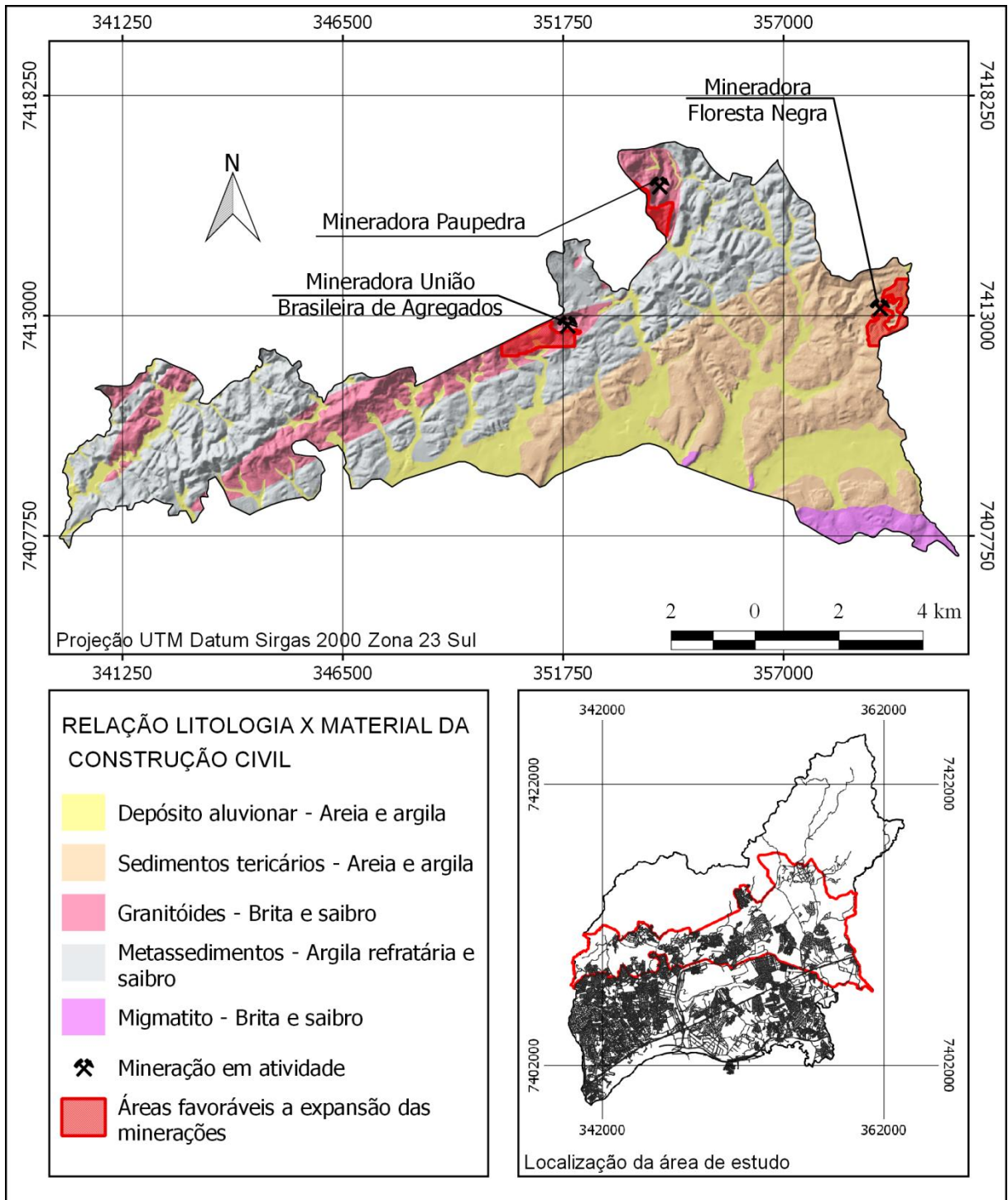


Figura 32 - Mapa de possíveis frentes de expansão das minerações ativas.

Fonte: Elaborado pelo autor com base no mapa de potencial mineral e de localização das mineradoras.

Como resultado dessa etapa, nota-se que, para a mineradora Paupedra, a área de expansão é pequena em relação às outras, sendo que, para haver uma expansão significativa, as frentes de lavra deverão avançar para unidades de conservação e deverão seguir as legislações ambientais pertinentes.

Para a mineradora União Brasileira de Agregados, tanto a distribuição dos granitoides quanto as ocupações favorecem para a expansão da frente de lavra.

O mesmo pode-se atribuir à mineradora Floresta Negra, cuja distribuição dos sedimentos terciários coincide com áreas desocupadas, o que pode tornar possível o prolongamento das atividades, fato este reforçado pela presença de requerimentos nas áreas.

## 5 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

O resultado final deste trabalho é apresentado na forma da carta geotécnica de aptidão à urbanização frente aos desastres naturais e também ao aproveitamento de agregados para construção civil do Município de Guarulhos (Apêndice B).

Dessa forma, pode-se referir, então, que o resultado final é composto pelas unidades geotécnicas, as classes de aptidões e os potenciais de aproveitamento de agregados na construção civil obtidos por meio de critérios heurísticos e empíricos, ou seja, mediante as observações de campo, conhecimento especialista e da análise integrada das etapas descritas anteriormente.

Com relação à obtenção das unidades geotécnicas e classes de aptidão à urbanização, essas foram divididas baseadas nas interpretações, nos cruzamentos e nas análises de dados referentes à geologia, à geomorfologia, à declividade, a materiais inconsolidados e a possíveis comportamentos geotécnicos obtidos a partir de dados da literatura e conhecimento especialista.

Para executar a álgebra de mapas, primeiramente, foram estabelecidos pesos para cada variável do meio físico e notas para cada componente das variáveis. Em seguida, os arquivos vetoriais foram transformados em arquivos matriciais, para tanto, levando em consideração as notas atribuídas para cada componente, quando, então, foi possível realizar o cruzamento dos dados. Nesse caso, as notas foram divididas em intervalos de 1 a 3 (Quadro 10) sendo a maior nota, a pior aptidão à urbanização.

Para a obtenção das unidades geotécnicas, foram cruzados os dados relacionados à litologia e a material inconsolidado, com esse fim, utilizando a somatória simples, ou seja, para cada camada foi adotado o mesmo peso. Como resultado, foram obtidas 11 unidades geotécnicas sendo elas:

- Unidade Geotécnica Depósito Aluvionar
- Unidade Geotécnica Alúvio/Colúvio
- Unidade Geotécnica Colúvio/Residual com Substrato de Rocha Sedimentar

- Unidade Geotécnica Colúvio/Residual com Substrato de Rocha Metassedimentar
- Unidade Geotécnica Colúvio/Residual de Granitoides
- Unidade Geotécnica Colúvio/Tálus com Substrato de Rocha Metassedimentar;
- Unidade Geotécnica Colúvio/Tálus com Substrato de Granitoides
- Unidade Geotécnica Solo Residual de Rocha Sedimentar
- Unidade Geotécnica Solo Residual de Rocha Metassedimentar
- Unidade Geotécnica Solo Residual de Granitoides
- Unidade Geotécnica Solo Residual de Migmatitos

Já para a obtenção das classes de aptidão, foram cruzados os dados relacionados à declividade, às unidades geotécnicas e às áreas de preservação permanente, cujos pesos adotados foram 40%, 35% e 25%. Os procedimentos encontram-se resumidos nas figuras 33 e 34.

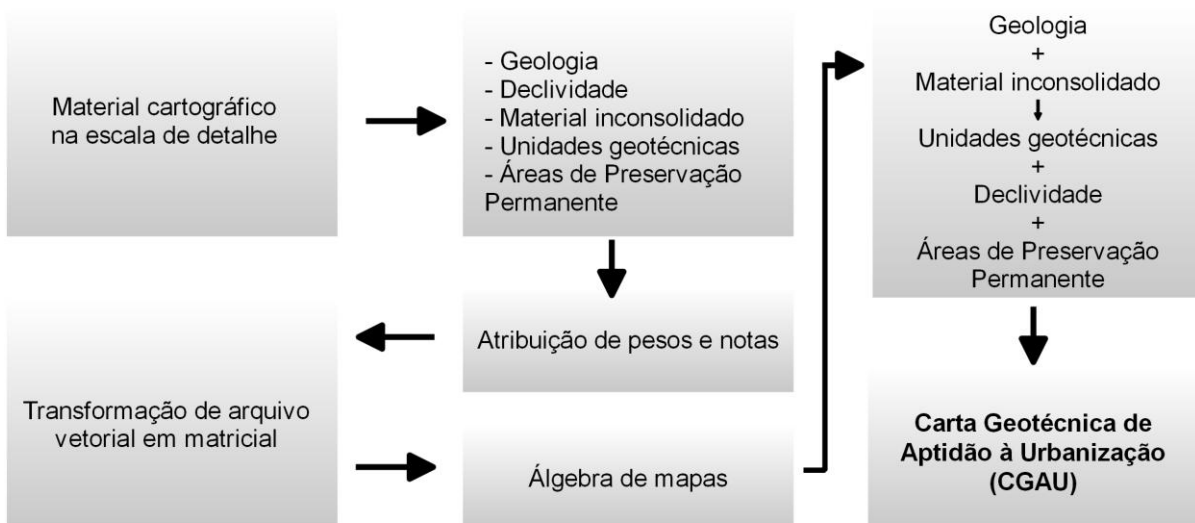


Figura 33 - Procedimentos para álgebra de mapas e obtenção das unidades geotécnicas e classes de aptidão à urbanização.

Fonte: Elaborado pelo autor.

<b>Variável do meio físico</b>	<b>Componente da variável</b>	<b>Notas</b>
<b>Geologia.</b>	- Migmatito	<b>1</b>
	- Sedimentos terciários	<b>2</b>
	- Granitoides	<b>2</b>
	- Depósito aluvionar	<b>3</b>
	- Metassedimentos	<b>3</b>
<b>Material inconsolidado</b>	- Área com predomínio de solo residual	<b>1</b>
	- Depósito aluvionar	<b>2</b>
	- Área com predomínio de colúvio	<b>2</b>
	- Área com predomínio de colúvio com possibilidade de ocorrência de tálus	<b>3</b>
<b>Declividade</b>	0 - 5°	<b>1</b>
	5 - 17°	<b>1</b>
	17 - 30°	<b>2</b>
	30 - 45°	<b>3</b>
	> 45°	<b>3</b>
<b>Unidades geotécnicas</b>	- Unidade Geotécnica Solo Residual de Migmatitos	<b>1</b>
	- Unidade Geotécnica Solo Residual de Rocha Sedimentar	<b>1</b>
	- Unidade Geotécnica Solo Residual de Granitoides	<b>1</b>
	- Unidade Geotécnica Solo Residual de Rocha Metassedimentar	<b>1</b>
	- Unidade Geotécnica Colúvio/Residual com Substrato de Rocha Sedimentar	<b>2</b>
	- Unidade Geotécnica Colúvio/Residual de Granitoides	<b>2</b>
	- Unidade Geotécnica Colúvio/Residual de Granitoides	<b>2</b>
	- Unidade Geotécnica Alúvio/Colúvio	<b>2</b>
	- Unidade Geotécnica Depósito Aluvionar	<b>3</b>
	- Unidade Geotécnica Colúvio/Tálus com Substrato de Granitoides	<b>3</b>
	- Unidade Geotécnica Colúvio/Tálus com Substrato de Rocha Metassedimentar	<b>3</b>
<b>APP</b>	- Área sem restrição	<b>1</b>
	- Área de Preservação Permanente	<b>3</b>

Quadro 10 - Notas adotadas para os componentes das variáveis.

Elaborado pelo autor.

No que concerne à nota da declividade do intervalo 0 a 5°, essa foi considerada como alta aptidão, não considerando os processos hidrológicos.

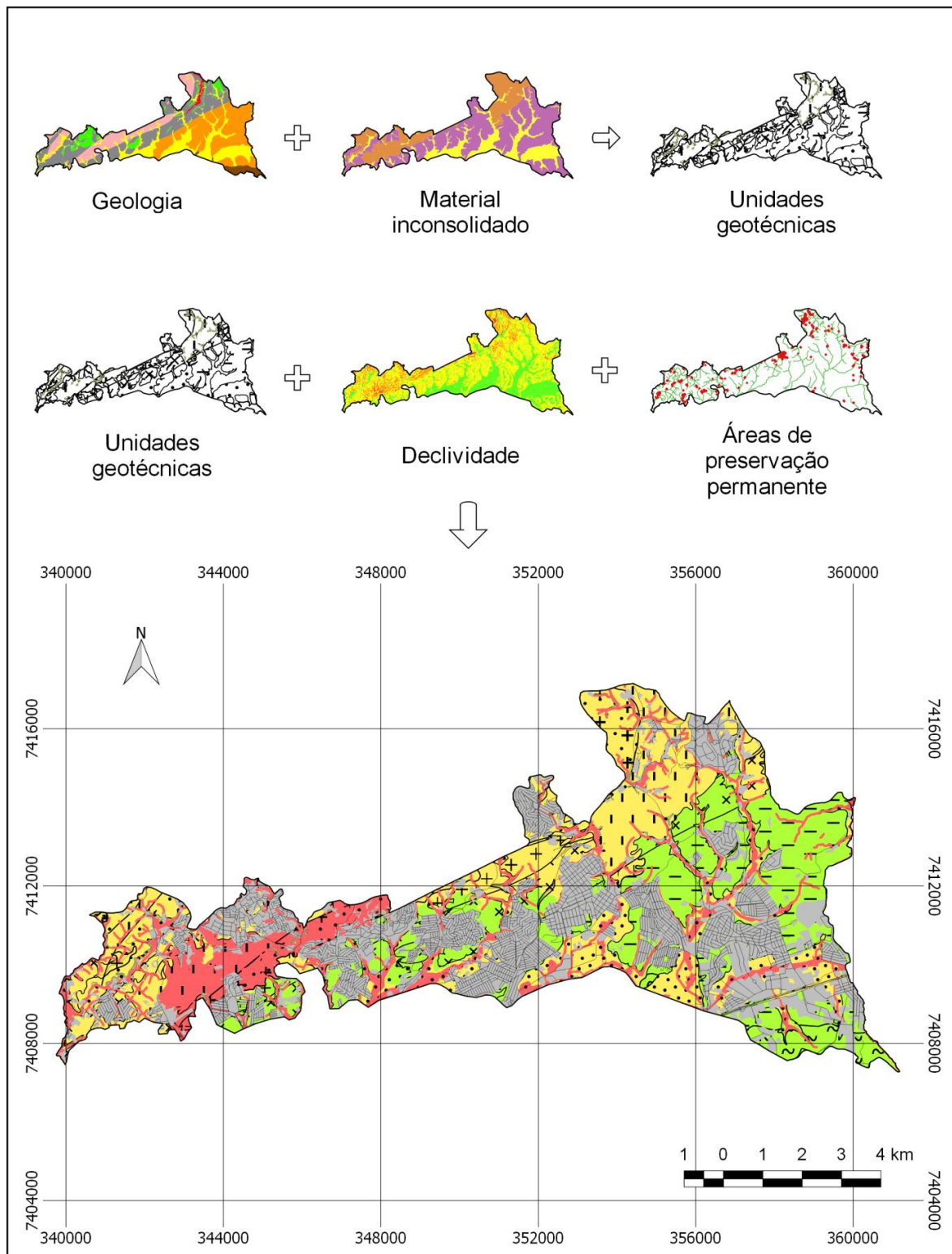


Figura 34 - Resumo das operações realizadas para obtenção dos resultados finais.

Fonte: Elaborado pelo autor.



## 5.1 Unidade Geotécnica Depósito Aluvionar

A Unidade Geotécnica referente aos depósitos aluvionares caracteriza-se por ser constituída de material transportado por ação das águas dos rios, onde os sedimentos depositam-se ao longo das redes de drenagem, de acordo com a energia da corrente, formando depósitos de material de textura arenosa e argilosa com presença de cascalheiras e solo orgânico de maneira menos representativa. A geometria dos pacotes deposicionais apresenta-se em camadas ou lentes que podem atingir cerca de 30 metros de profundidade em determinados locais (Pimentel et al., 2009). Na área de estudo, esse pacote é caracterizado por solos argilosos cuja espessura atinge no máximo cerca de 10 metros (Diniz, Duarte e Kobayashi, 1994).

No que tange às adequabilidades e suas aplicações, esses depósitos apresentam grande potencial para mineração de areia, argila e cascalho utilizados na construção civil. A resistência ao corte e à penetração é baixa e, como consequência de sua gênese, os depósitos contêm camadas horizontalizadas com características geomecânicas e hidráulica lateral com boa homogeneidade. Têm capacidade de suporte que varia de muito baixa, para as camadas argilosas, a médias, para as de caráter arenoso e depósitos de cascalho (Pimentel et al., 2009; Peixoto et al., 2010).

Os aspectos negativos quanto à ocupação decorrem do fato de esses depósitos desenvolverem-se em ambientes planos com declividades que variam de 0 a 3° e amplitude topográfica de 2 a 20 metros, cujos solos resultantes apresentam características hidromórficas como os gleissolos melânicos. Sendo assim, essas áreas são suscetíveis a processos hidrológicos como inundação, portanto, as construções estabelecidas sobre esses solos estão sujeitas à ocorrência de problemas estruturais como trincas e rachaduras devido aos recalques. Já com relação aos riscos geológicos, essas áreas apresentam baixa suscetibilidade, por sua vez, podem ocorrer solapamentos de margens de rios (Pimentel et al., 2009; Peixoto et al., 2010).

No geral, essas áreas apresentam média e baixa aptidão à urbanização, por isso, sendo necessárias execuções de obras de drenagem muitas vezes complexas e onerosas para minimização dos processos hidrológicos. A figura 35 ilustra a distribuição de ocorrência da referida unidade geotécnica.

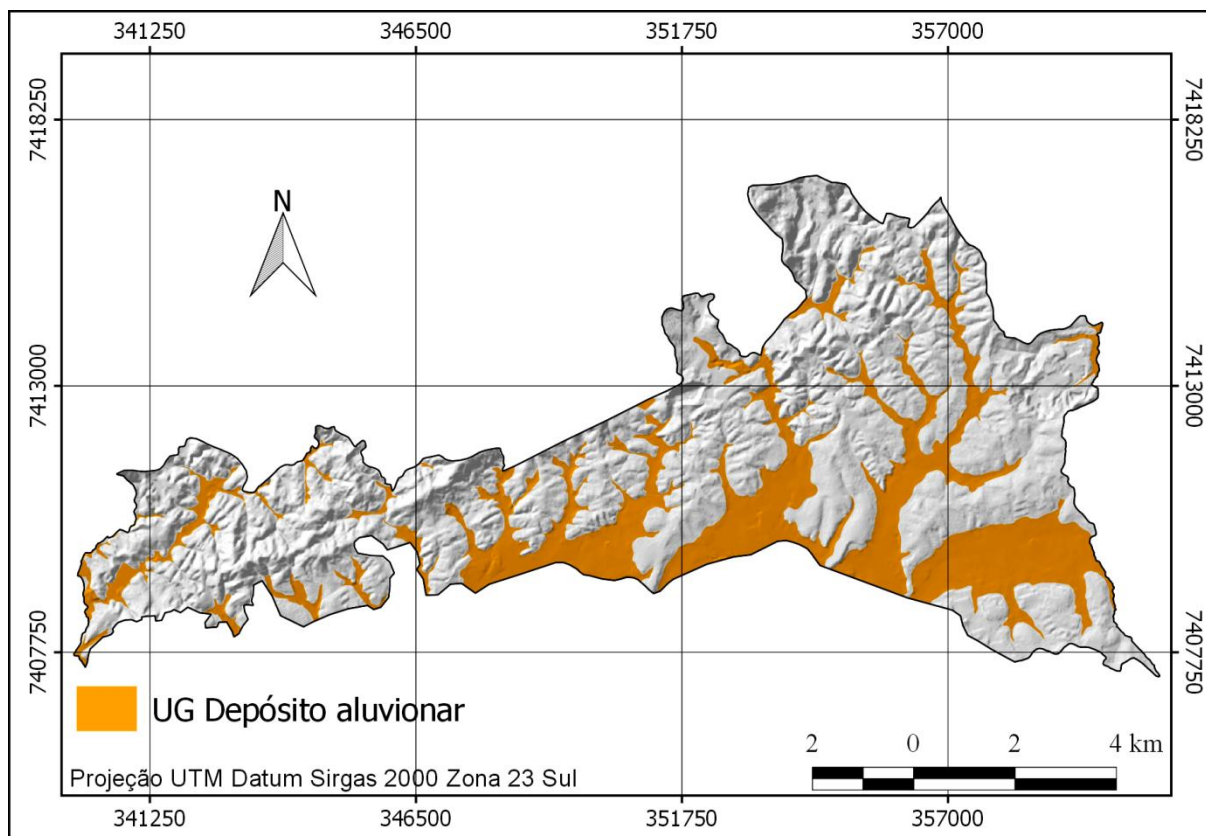


Figura 35 - Distribuição da UG Depósito Aluvionar na área de estudo.

Fonte: Elaborado pelo autor.

## 5.2 Unidade Geotécnica Alúvio/Colúvio

Na área de estudo foi considerada como unidade geotécnica a associação de alúvio e colúvio a partir da interpretação geomorfopedológica de bases de encostas e de vales restritos e compostos por sedimentos transportados por gravidade e retrabalhados por ação das águas fluviais.

Sob tal perspectiva, a unidade supracitada desenvolve-se em terrenos cuja declividade varia de 0 a 10° e a amplitude topográfica é de 25 metros, sendo composta por solos residuais transportados, gerando depósitos com intercalações irregulares de areia e argila. Devido à irregularidade das camadas dos depósitos,

essa unidade pode apresentar heterogeneidade nas características geomecânicas e hidráulicas e nível d'água subterrâneo variado.

A escavabilidade varia de fácil a moderada de acordo com a posição do depósito. Em locais próximos às encostas, podem ocorrer materiais de primeira e segunda categoria, enquanto, nas áreas mais planas, ocorrem materiais de primeira categoria. O caráter variável aplica-se também na capacidade de suporte, variando de baixa a moderada (Pimentel et al., 2009).

O risco de inundação é menor comparado com a UG Depósito Aluvionar, todavia, em eventos críticos, podem ocorrer inundações e enxurradas. Com relação ao risco geológico, esse é baixo, podendo ser moderado nas áreas próximas às encostas, principalmente se houver cortes indevidos nos taludes.

O potencial mineral é restrito para os denominados saibros ou materiais de empréstimo para obras com baixo rigor técnico, como manutenção de estradas não pavimentadas de baixa circulação.

Apresentam, na maioria das vezes, média e baixa aptidão à urbanização devido à proximidade de corpos d'água, áreas planas sujeitas à inundação e próximas a encostas. A figura 36 ilustra a distribuição da Unidade Geotécnica Alúvio/Colúvio na área de estudo.

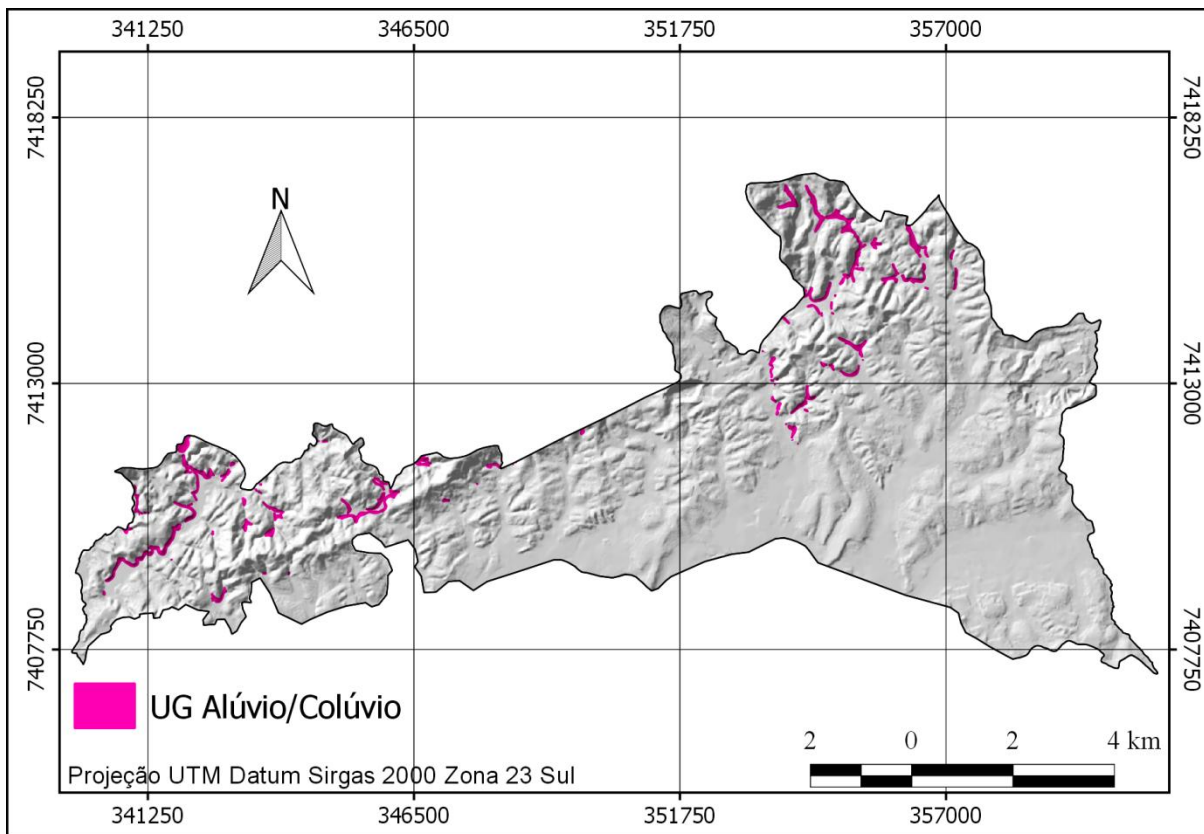


Figura 36 - Distribuição da UG Alúvio/Colúvio na área de estudo.

Fonte: Elaborado pelo autor.

### 5.3 Unidade Geotécnica Colúvio/Residual com Substrato de Rocha Sedimentar

Essa unidade ocorre de forma restrita à região central da área de estudo, ocupando terrenos com declividades que variam de 5 a 30° e amplitude topográfica de 75 metros.

Os colúvios apresentam espessura fina da ordem centimétrica a inexistente e desenvolvidos sobre as rochas sedimentares pouco consolidadas da Formação Resende. Apresentam textura heterogênea de composição argilosa com presença de seixos de variados tamanhos. São de fácil escavabilidade, mesmo em níveis próximos ao saprolito, composto por rocha sedimentar pouco consolidada, com camadas planoparalelas onde intercalam porções arenosas e argilosas. A capacidade de suporte é geralmente média a alta, tanto nas partes mais superficiais quanto nos solos de alteração.

O risco de inundação é muito baixo devido aos intervalos de declividade. Já o risco geológico é mais atuante, mormente se houver cortes no terreno sem estudos prévios e/ou executados sem técnica apropriada.

Essa unidade apresenta bom potencial para exploração de areia e argila nas camadas abaixo do solo residual e pode ser extraído material de empréstimo nas porções superficiais, excluindo-se os colúvios quando existentes. As classes de aptidão geralmente apresentam poucas restrições, sendo estas de caráter médio e podendo ocorrer localidades com alta aptidão. A figura 37 ilustra a distribuição espacial da referida unidade.

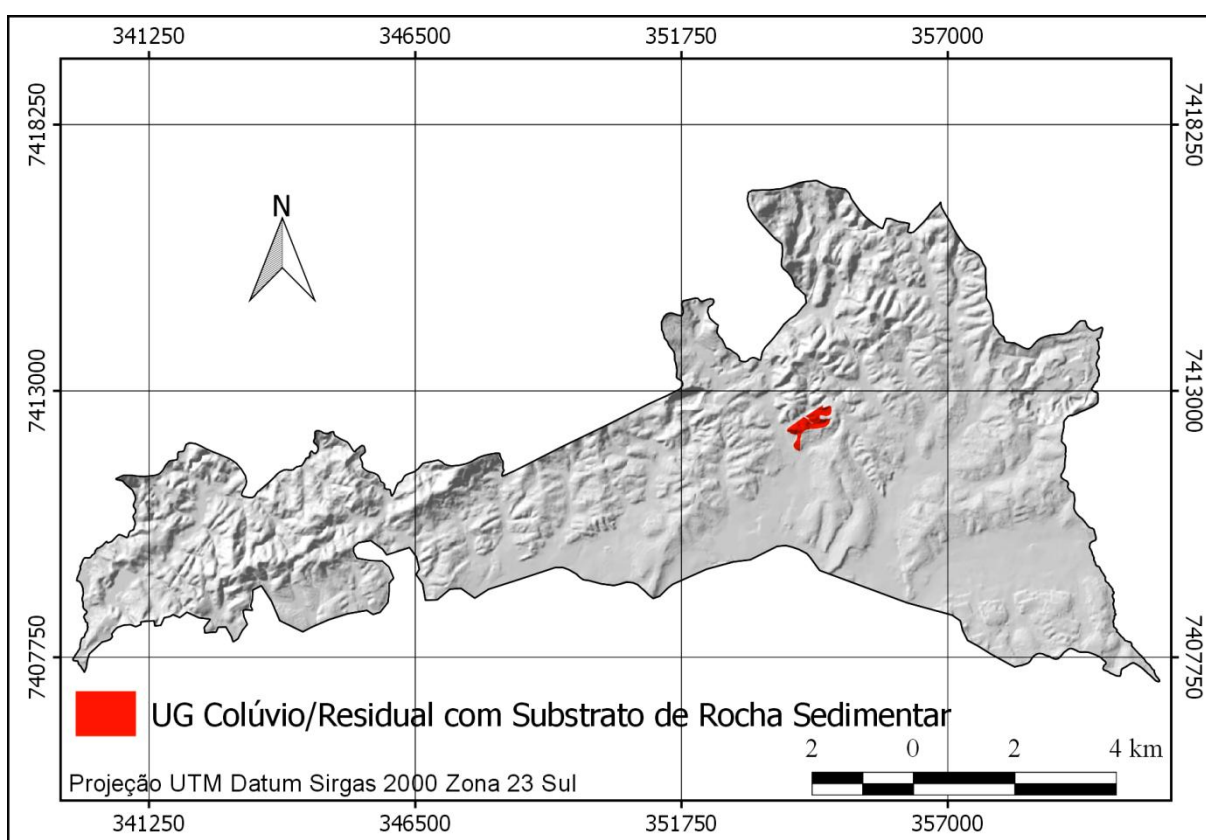


Figura 37 - Distribuição da UG Colúvio/Residual com Substrato de Rocha Sedimentar na área de estudo.

Fonte: Elaborado pelo autor.

#### **5.4 Unidade Geotécnica Colúvio/Residual Com Substrato de Rocha Metassedimentar**

Essa unidade ocorre em terrenos com declividade que varia de 10° a 45° e amplitude topográfica que pode ultrapassar os 200 metros. São depósitos de solo transportado por ação da gravidade com materiais heterogêneos depositados sobre

solo de alteração de rochas metassedimentares, que se distribuem por toda a área de estudo.

Devido às características dos colúvios, revelam grande variabilidade de materiais constituintes dos depósitos, geralmente, conferindo-lhes fácil escavabilidade, cuja categoria de escavação varia de 1º a 2º ordem. Apresentam média capacidade de suporte.

Por causa da variabilidade dos materiais constituintes, as características relacionadas à compactação e resistência ao carregamento em fundações podem ser afetadas, com isso, demandando maiores cuidados na fase de investigação para implantação de obras (Pimentel et al., 2009).

Ainda baseado no trabalho do pesquisador supracitado, essa unidade geotécnica apresenta geralmente alta suscetibilidade a processos de deslizamento, principalmente nas regiões com maior declividade. Por tratar-se de materiais mobilizados, apresentam maior permeabilidade, tornando-se muito suscetíveis a novos processos de mobilização, variando desde deslizamentos até processos lentos e contínuos de movimentação, como os rastejos.

As aptidões à urbanização dessas unidades são geralmente média e baixa devido à necessidade de grandes obras de estabilização e à contenção dos taludes de corte. Quanto ao potencial mineral, esse também pode ser considerado de baixo a médio, principalmente, para as camadas de colúvio e de solo residual, onde o material em potencial é representado por saibro e material de empréstimo. Pode ocorrer também locais com potencial de exploração de argila. A figura 38 ilustra a distribuição da unidade na área de estudo.

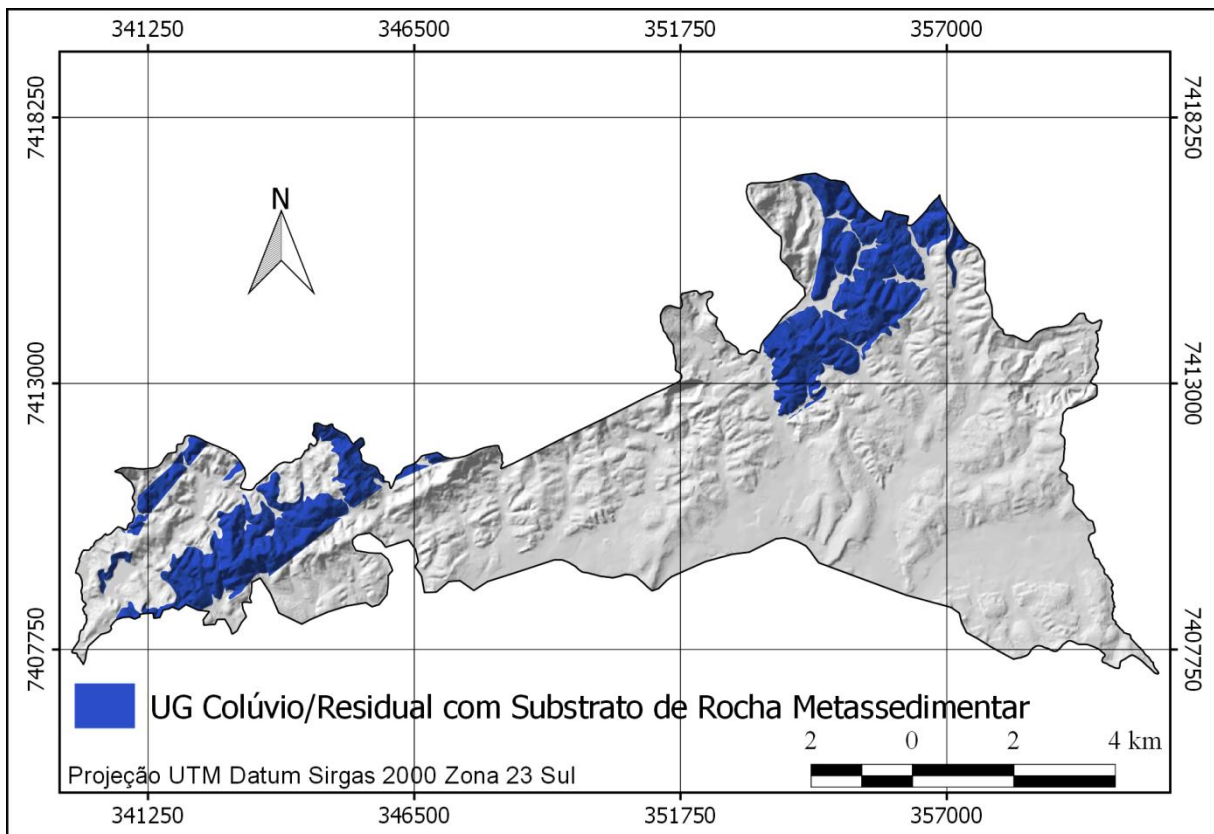


Figura 38 - Distribuição da UG Colúvio/Residual com Substrato de Rocha Metassedimentar na área de estudo.

Fonte: Elaborado pelo autor.

## 5.5 Unidade Geotécnica Colúvio/Residual de Granitoides

Com relação às características dos colúvios, essas são semelhantes às dos depósitos descritos no item anterior. A diferença dá-se no campo geomorfológico, em que os depósitos podem-se desenvolver, pois os granitos sustentam as maiores altitudes na área de estudo. Dessa forma, essa unidade ocorre em locais cuja declividade pode variar de 15° até valores maiores que 45° e amplitudes topográficas da ordem de 250 metros.

A escavabilidade é fácil, apresentando categorias de 1° e 2° ordem, tanto para o solo transportado quanto para o solo residual. O solo residual apresenta grandes espessuras, variando de 10 a 40 metros, podendo ocorrer afloramentos localizados de saprolito e rochas muito alteradas a sãs. Em meio ao solo, pode haver blocos de rochas mais resistentes ao intemperismo, dessa forma, dificultando a escavação. A capacidade de suporte varia de baixa, para os colúvios, a média e alta, nos solos residuais.

As áreas onde ocorre essa unidade estão sujeitas a deslizamentos, principalmente se forem executados cortes indevidos nos taludes, onde já apresentam baixa estabilidade geotécnica e ocorrem os colúvios. O risco de inundação é muito baixo devido às características morfológicas da área.

As classes de aptidão à urbanização nessas áreas variam de média a baixa em razão da estabilização necessária antes de efetuar a ocupação.

O potencial mineral da área dessa unidade é alto, particularmente para brita, rocha ornamental e cantaria. Em razão da instabilidade dos terrenos, a geomorfologia desenvolvida nesta unidade e o alto potencial mineral, principalmente para materiais da construção civil, infere-se a essas áreas a prioridade para as atividades de extração mineral.

A figura 39 ilustra a distribuição da unidade na área de estudo.

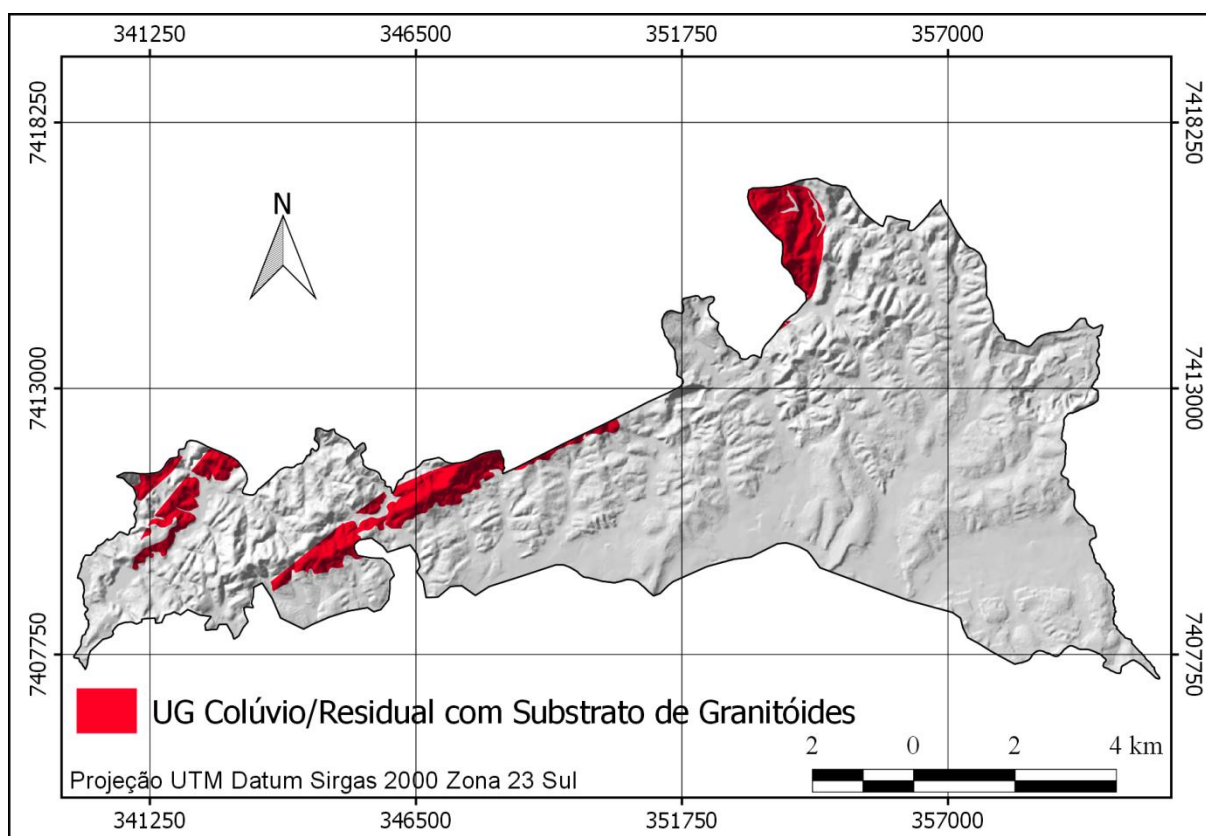


Figura 39 - Distribuição da UG Colúvio/Residual com Substrato de Granitoides na área de estudo.

Fonte: Elaborado pelo autor.



## **5.6 Unidade Geotécnica Colúvio/Tálus com Substrato de Rocha Metassedimentar**

Essa unidade ocorre de forma restrita na região oeste da área de estudo. Está associada a terrenos e vertentes com alta declividade e valores acima de 35° e amplitude topográfica de 250 metros. Engloba material altamente heterogêneo, variando desde blocos de rocha até materiais argiloarenosos. Os depósitos podem ocorrer com espessura variada.

Essa grande heterogeneidade reflete-se nas características geomecânicas como nas classes de escavação, variando de fácil a difícil nas categorias 1<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup> e 3<sup>a</sup>. A capacidade de suporte, em geral, apresenta-se como média e pode ser baixa em alguns locais. A grande variabilidade de tamanho dos materiais constituintes desses depósitos pode comprometer a execução de obras de engenharia como fundações de pontes e viadutos (Pimentel et al., 2009).

Devido à alta declividade e à amplitude altimétrica, a área onde ocorre essa unidade geotécnica é bastante suscetível a processos gravitacionais de massa como escorregamentos rotacionais e rastejo. Nas vertentes, podem ocorrer enxurradas. Por conseguinte, essas unidades apresentam baixa a nenhuma aptidão à urbanização, sendo recomendados outros tipos de uso e/ou proteção ambiental.

Quanto ao potencial mineral, esse está associado ao substrato constituído por rochas metassedimentares, de onde podem ser extraídos substâncias de uso na construção civil, como areia, argila, caulim, feldspato, quartzito e calcário (Peixoto et al., 2010). A figura 40 ilustra a distribuição da unidade geotécnica na área de estudo.

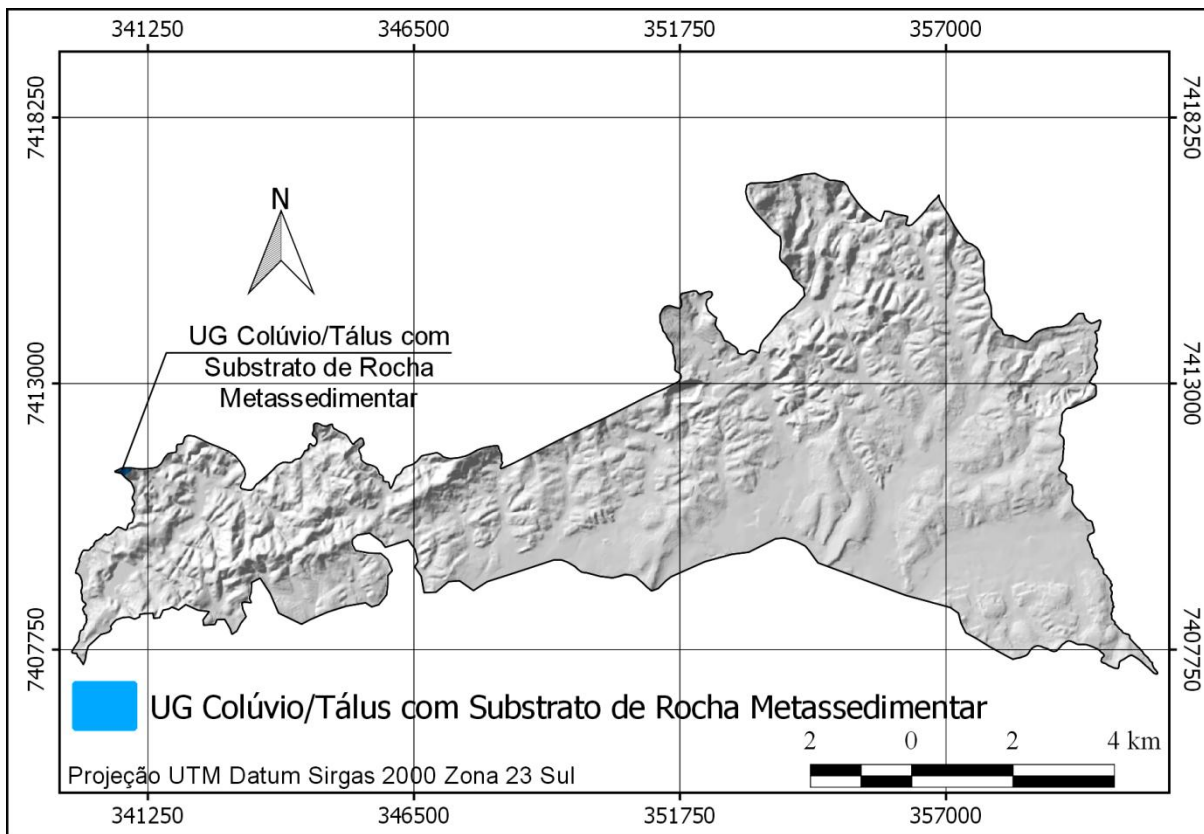


Figura 40 - Distribuição da unidade geotécnica na área de estudo.

Fonte: Elaborado pelo autor.

### 5.7 Unidade Geotécnica Colúvio/Tálus com Substrato de Granitoides

Apresenta as mesmas características da unidade descrita no item anterior. Encontra-se também de forma restrita na região oeste da área estudada. A diferença em relação à Unidade Geotécnica Colúvio/Tálus com Substrato de Rocha Metassedimentar é o alto potencial mineral, particularmente do substrato onde é possível extrair brita, rocha ornamental e cantaria.

Revela baixa ou nenhuma aptidão à urbanização devido às suas características. Sendo assim, por apresentar baixa aptidão à urbanização e alto potencial para extração de material para construção civil, aconselha-se a utilização dessa área para fins de extração mineral. A figura 41 ilustra a distribuição da unidade geotécnica na área de estudo.

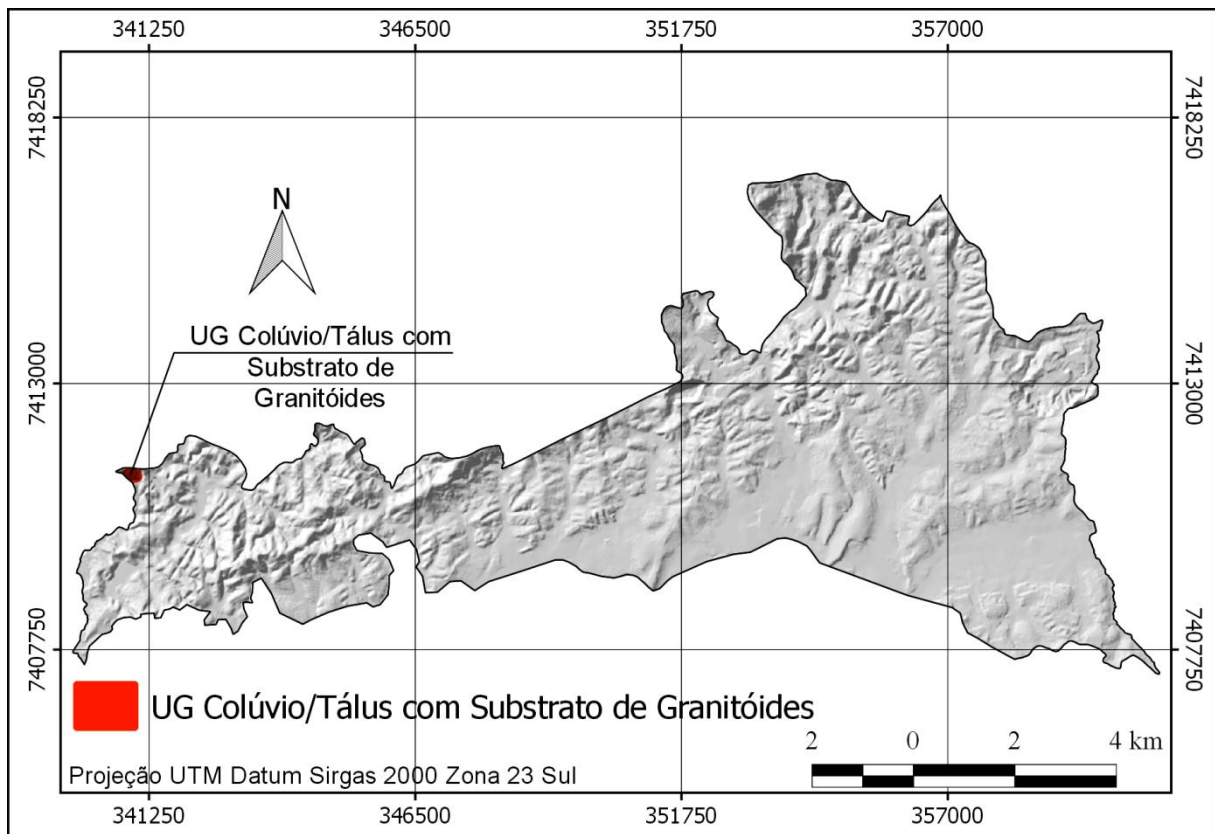


Figura 41 - Distribuição da unidade geotécnica na área de estudo.

Fonte: Elaborado pelo autor.

## 5.8 Unidade Geotécnica Solo Residual de Rocha Sedimentar

Essa unidade desenvolve-se em terrenos com declividade suave a moderada cujos valores variam de  $5^{\circ}$  a  $17^{\circ}$  e amplitude topográfica da ordem de 60 metros. A espessura dos pacotes varia pouco onde os solos residuais podem atingir 3 metros, enquanto a rocha sã pode atingir 30 metros (Pimentel et al., 2009).

As porções mais profundas relacionadas com o saprolito e a rocha sã correspondem aos depósitos de leques aluviais medianos a distais, cuja composição é representada por lamitos argilosos a arenosos e argilitos, podendo ocorrer grânulos distribuídos com baixa frequência de quartzo e mica detrítica, com alta plasticidade e coesão e com consistência predominantemente dura (Gurgueira, 2013).

Revela categoria de escavação que varia de fácil a moderada (1<sup>a</sup> e 2<sup>a</sup> categorias), podendo-se tornar difícil em camadas mais profundas referentes à rocha sã. A capacidade de suporte é geralmente média a alta, podendo ocorrer locais com baixa capacidade (Pimentel et al., 2009).

Há baixa suscetibilidade a processos gravitacionais de massa e inundação em razão das características morfológicas. Porém podem ocorrer escorregamentos rotacionais e rastejo nas áreas com maior declividade. Devido a essas características, essa unidade apresenta em geral alta aptidão à urbanização, o que pode ser notado pelo próprio padrão de ocupação do município.

A unidade geotécnica em questão apresenta alto potencial mineral principalmente para a exploração de areia e de maneira menos representativa a exploração de argila. Por causa da alta aptidão à urbanização e ao alto potencial para exploração mineral, as áreas onde predominam essa unidade devem ser analisadas com detalhe para o planejamento adequado de qual atividade deverá ser implantada o local. A figura 42 ilustra a distribuição da unidade geotécnica na área de estudo.

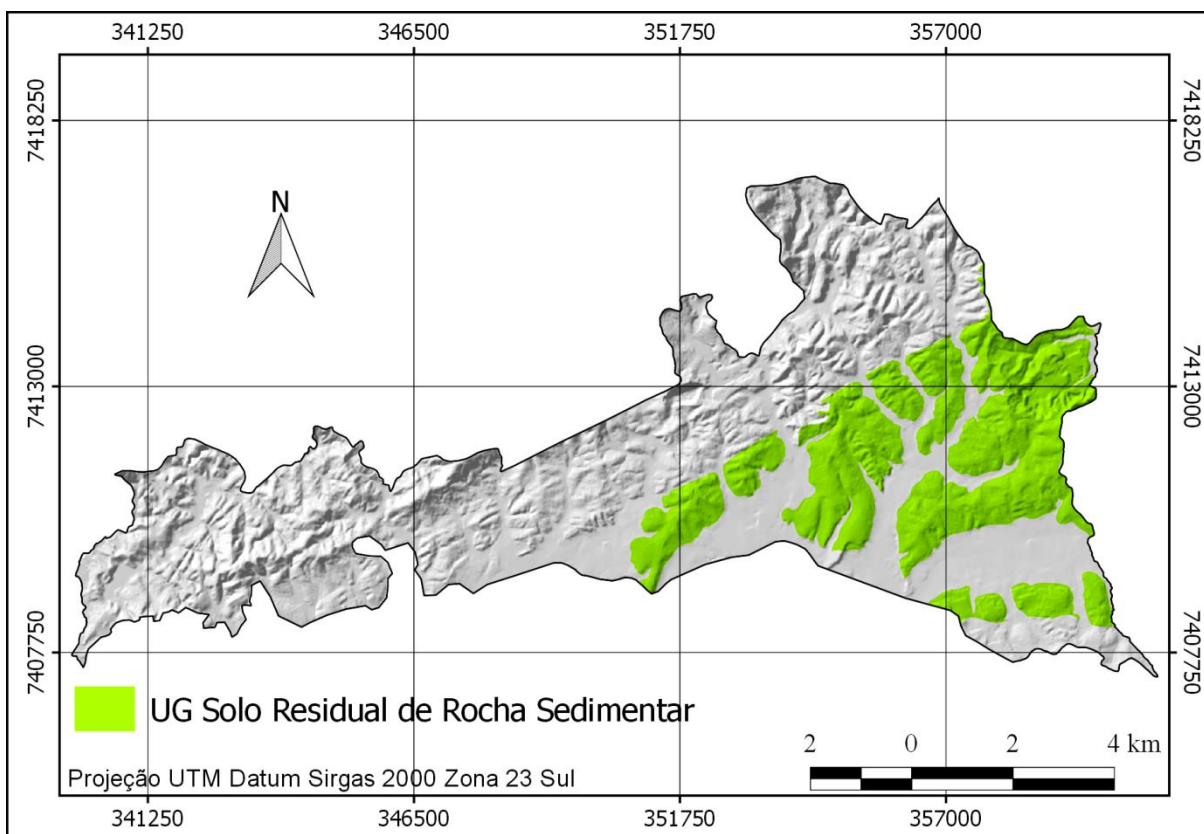


Figura 42 - Distribuição da unidade geotécnica na área de estudo.

Fonte: Elaborado pelo autor.

## 5.9 Unidade Geotécnica Solo Residual de Rocha Metassedimentar

Esta unidade é representada pelos solos de alteração provenientes das rochas metassedimentares do Grupo Serra do Itaberaba. Geralmente, ocorrem em locais com intervalo de declividade entre 5° e 15° e amplitudes topográficas da ordem de 80 a 100 metros.

A alteração desses litotipos geram solos argilossiltosos que, em perfis mais evoluídos, são de alta plasticidade, baixa erosividade natural, baixa permeabilidade e boa capacidade de compactação, características essas que garantem boa estabilidade em taludes de corte. Por sua vez, em solos pouco evoluídos, podem desenvolver argilominerais expansivos que, se expostos à variação do estado úmido, podem desagregar-se em pequenas pastilhas gerando pontos de erosão ou trincas em construções implantadas sobre esses solos como trincas em arruamentos (Peixoto et al., 2010).

Essa unidade apresenta, em geral, fácil escavabilidade com categorias de escavação de 1ª e 2ª ordem. O topo rochoso é irregular onde a espessura média do solo residual varia de 3 a 6 metros e a capacidade de suporte é baixa a moderada. Esses solos apresentam características que os tornam pouco indicados para utilização de agregados, materiais de empréstimo e utilização em aterros (Pimentel et al., 2009; Peixoto et al., 2010).

A unidade geotécnica em questão apresenta baixo risco de inundação, e com relação aos processos gravitacionais de massa, esses podem ocorrer principalmente nos locais onde as declividades apresentam valores em torno de 15°.

Quanto às classes de aptidão, essa unidade geotécnica, apresenta, geralmente alta a média aptidão; na área de estudo, as áreas com média aptidão localizam-se na região noroeste, cujas classes de declividade são maiores, assim como as amplitudes topográficas. Na porção central, comumente, os terrenos apresentam alta aptidão à urbanização. Apresentam também potencial para mineração de substâncias aplicadas na construção civil como areia e argila. A figura 43 ilustra a distribuição da unidade geotécnica na área de estudo.

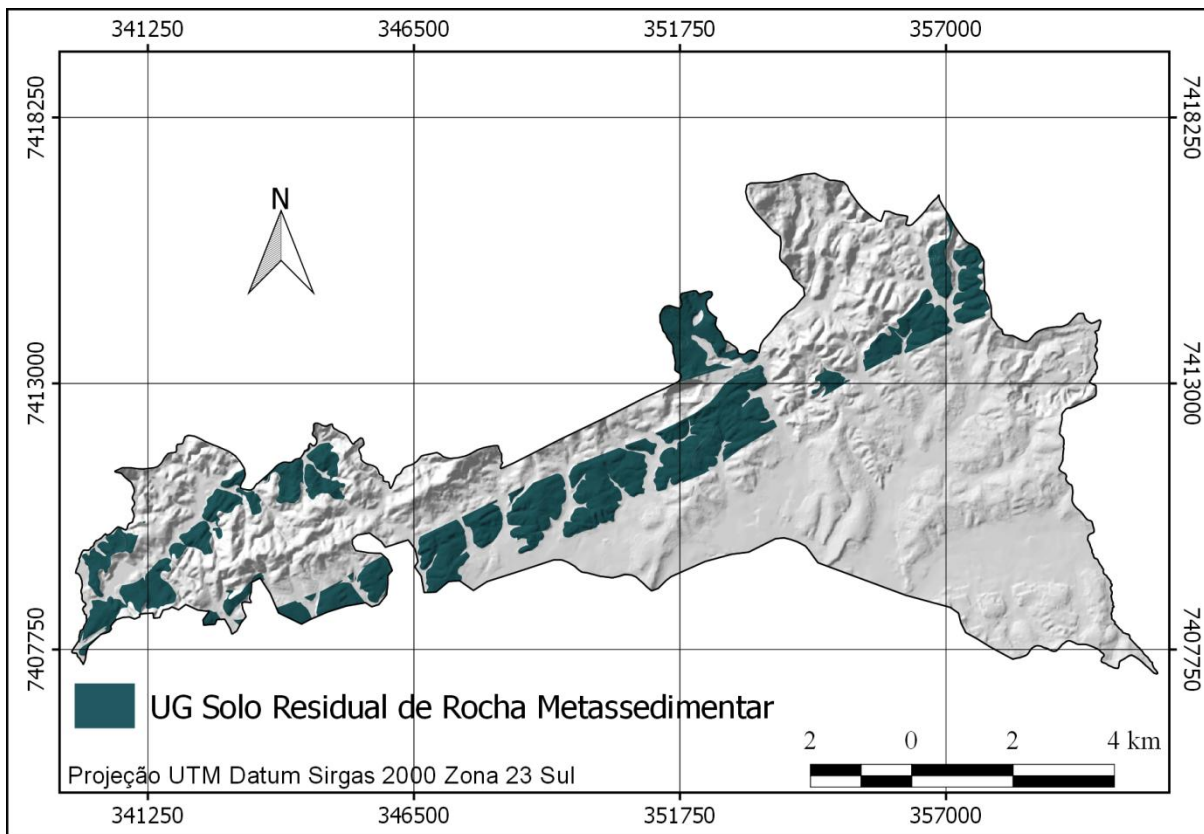


Figura 43 - Distribuição da unidade geotécnica na área de estudo.

Fonte: Elaborado pelo autor.

### 5.10 Unidade Geotécnica Solo Residual de Granitoides

Essas unidades são representadas por solos de alteração dos corpos graníticos distribuídos por toda região central da área de estudo e algumas porções menos representativas na região oeste.

Desenvolve-se em relevo ondulado a forte ondulado cujos intervalos de declividade encontram-se entre 8° e 15° e a amplitude topográfica fica em torno dos 130 metros.

São solos bem-desenvolvidos cuja espessura pode atingir 40 metros, onde apresentam boa capacidade de suporte, baixa permeabilidade e caráter moderadamente plástico com baixa suscetibilidade a processos erosivos e com grande potencial para ser utilizado como material de empréstimo em aterros (Pimentel et al., 2009; Peixoto et al., 2010).

As rochas abaixo dos solos residuais apresentam, no geral, alto grau de coesão, baixa porosidade primária constituída por minerais à base de quartzo e feldspato cuja resistência varia de extremamente resistente a branda.

Nas bordas dos corpos graníticos, podem ocorrer estruturas foliadas caracterizadas por descontinuidades nas características geomecânicas, consolidando-se em pontos de fraqueza suscetíveis aos processos intempéricos em relação às localidades mais centralizadas nos corpos graníticos. A capacidade de suporte varia conforme os horizontes, sendo geralmente médias nos saprolitos e no solo residual; e alta na rocha sã.

Comumente, revelam baixa a média suscetibilidade a processos gravitacionais de massa que, quando ocorrem, podem ser do tipo rotacional devido ao desenvolvimento do perfil de solo. Com relação aos processos hidrológicos, esses são quase inexistentes, sendo restritos a pequenos vales encaixados cuja urbanização influencia nos coeficientes de escoamento.

Assim, apresentam alta aptidão à urbanização, principalmente, na porção central onde as classes de declividade ficam, em média, em torno de 10°. Já nas porções menos representativas, na região oeste da área de estudo, apresentam média aptidão à urbanização devido a valores maiores das classes de declividade nos quais ficam entre 15 e 17°.

Quanto ao potencial mineral, esse pode ser considerado alto, o que pode ser visto pelas duas minerações em atividade na área de estudo. O potencial refere-se principalmente à extração de brita, podendo ser explorado também para rochas ornamentais e cantaria. Nessa unidade, onde ocorre média ou baixa aptidão à urbanização, aconselha-se a priorização das áreas para extração mineral. A figura 44 ilustra distribuição da unidade geotécnica na área de estudo.

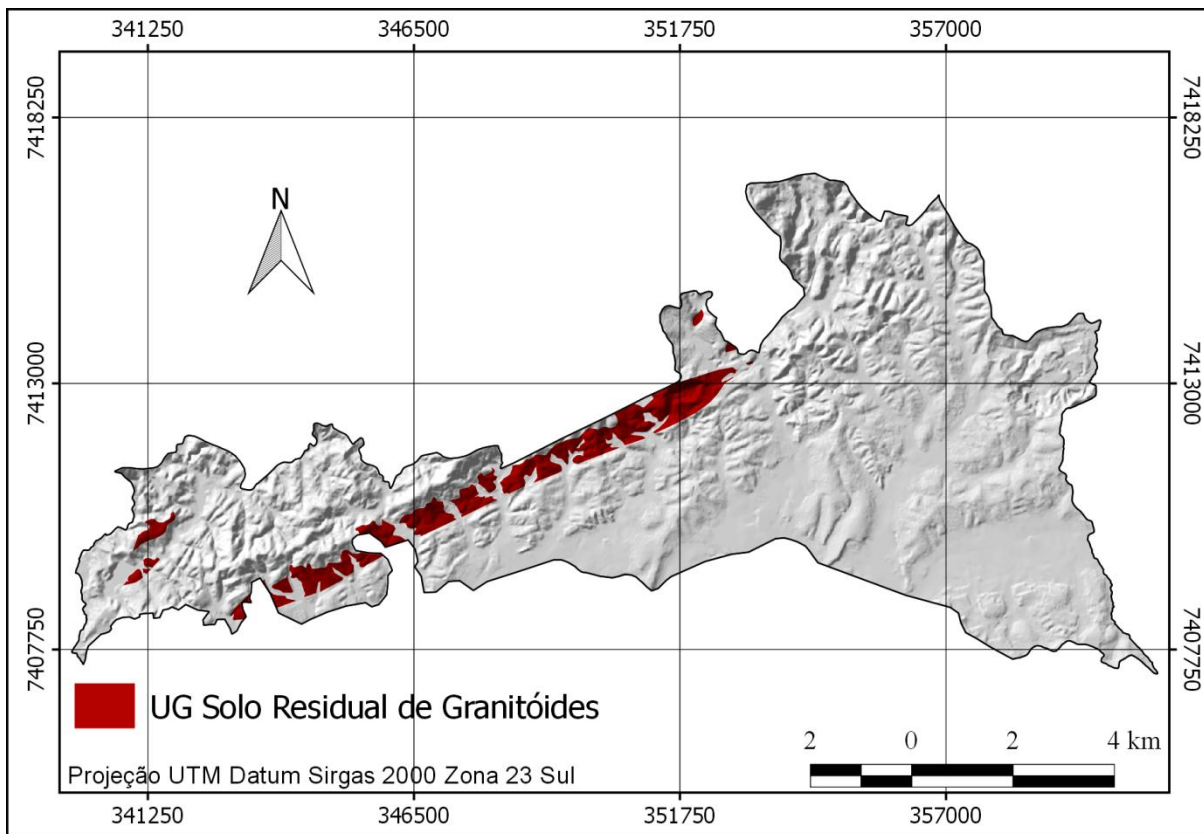


Figura 44 - Distribuição da unidade geotécnica na área de estudo.

Fonte: Elaborado pelo autor.

### 5.11 Unidade Geotécnica Solo Residual de Migmatitos

Essa unidade corresponde aos solos provenientes da alteração dos migmatitos do Complexo Embú, cuja localização é restrita na porção sul da área de estudo.

Desenvolvem-se sobre terrenos levemente ondulados a ondulados, com declividade entre 8° e 14° e amplitude topográfica da ordem de 100 metros. As espessuras do solo residual são variadas entre 1 e 3 metros. Os solos desenvolvidos sobre os migmatitos do Complexo Embú podem apresentar baixa capacidade de suporte em alguns locais, porém, no geral, apresentam capacidade moderada. A escavabilidade do solo geralmente pertence à primeira categoria, podendo ocorrer locais de segunda categoria de escavação. Já as rochas são de terceira categoria, podendo a escavação ser realizada por meio de detonação.



Podem ocorrer em locais com solos pouco evoluídos, horizontes com predomínio de argilominerais expansivos que, se expostos em taludes de corte, poderão gerar pontos de erosão acentuados, também não sendo indicados para utilização em aterros.

Essas unidades apresentam média a alta suscetibilidade a processos gravitacionais de massa, principalmente os planares em locais com pouco desenvolvimento de solo. Com relação aos processos hidrológicos, estes são pouco representativos.

As classes de aptidão nessas unidades são classificadas como altas devido ao relevo pouco ondulado e às características positivas da unidade. Apresenta bom potencial para mineração, particularmente para brita, rocha ornamental e cantaria. Na área de estudo, a ocupação avançou significativamente sobre essa unidade, deixando poucos remanescentes. Sendo assim, devido à alta aptidão para urbanização e forte ocupação dessas unidades, torna-se sugestivo que as áreas remanescentes sejam ocupadas por urbanização. A figura 45 ilustra a distribuição da unidade geotécnica na área de estudo.

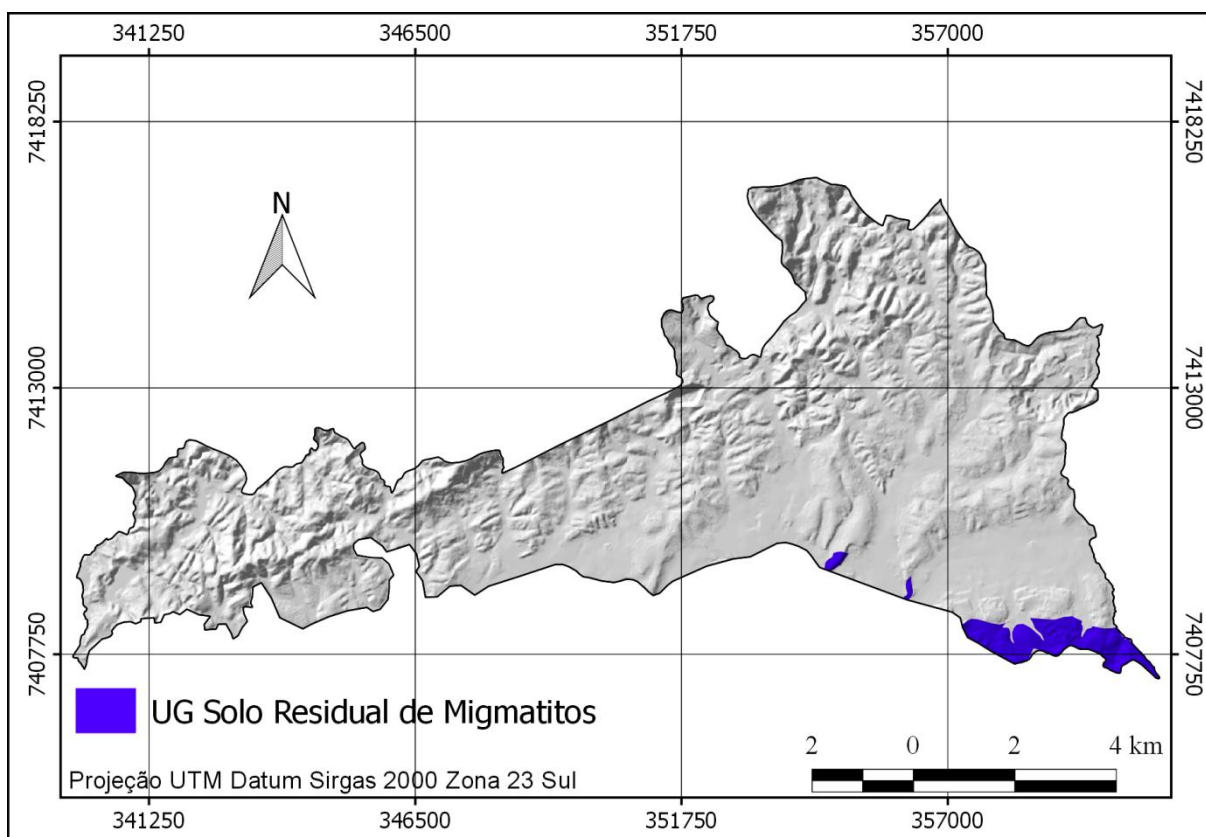


Figura 45 - Distribuição da Unidade Geotécnica Solo Residual de Migmatitos na área de estudo.

## **5.12 Classes de Aptidão à Urbanização e Áreas Potenciais Para Mineração**

A representação das classes de aptidão seguiu o que sugere a metodologia adotada no presente trabalho e a que é empregada nas Cartas Geotécnicas de Aptidão à Urbanização disponibilizadas pelo serviço geológico brasileiro (CPRM). Trata-se de um padrão semaforico pelo qual as cores designam as respectivas classes de aptidão, o que facilita a interpretação visual na carta propriamente dita, onde a cor verde designa alta aptidão, a amarela é média aptidão e a cor vermelha significa baixa ou nenhuma aptidão à urbanização.

Como parte do objetivo do presente trabalho, a CGAU apresentada buscou ilustrar a delimitação de áreas com potencial para exploração mineral. Essas áreas foram obtidas a partir do cruzamento das informações relacionadas com as classes de aptidão à urbanização e com o potencial mineral. Sendo assim, para áreas de média a alta ou inexistente aptidão à urbanização e real potencial para mineração, cujo entorno não se encontra ocupado, sugere-se a reserva da área para exploração mineral, enquanto para áreas com alta aptidão e alto potencial para mineração deve-se destinar o uso para urbanização. Vale ressaltar que foram levadas em consideração também as poligonais dos processos de requerimento na ANM.

Com relação às classes de aptidão obtidas no presente estudo, nota-se que as áreas com maior aptidão se encontram nas regiões centro-leste e sul, em áreas de relevo colinoso e coberto por solos residuais das rochas sedimentares pouco consolidadas da Formação Resende, dos migmatitos do Complexo Embu e das rochas granitoides. As áreas de média aptidão ocorrem predominantemente sobre relevo de montanhas baixas a altas e várzeas planas cobertas, comumente, em solos transportados por ação da gravidade e das águas fluviais (colúvio e alúvio respectivamente). As áreas com baixa ou inexistente aptidão ocorrem em terrenos com altas declividades ou muito próximas dos cursos d'água em áreas de proteção permanente, geralmente sobre colúvios e alúvios. A figura 46 ilustra o gráfico com a representatividade de cada classe na área de estudo.

Nota-se pelos dados um sutil predomínio de áreas com alta aptidão em relação às áreas com média aptidão e, se somadas ambas, constata-se que a área de estudo apresenta um bom potencial para expansão urbana. A figura 46, a seguir, ilustra a distribuição das classes de aptidão sem a sobreposição das unidades geotécnicas como são apresentadas na CGAU.

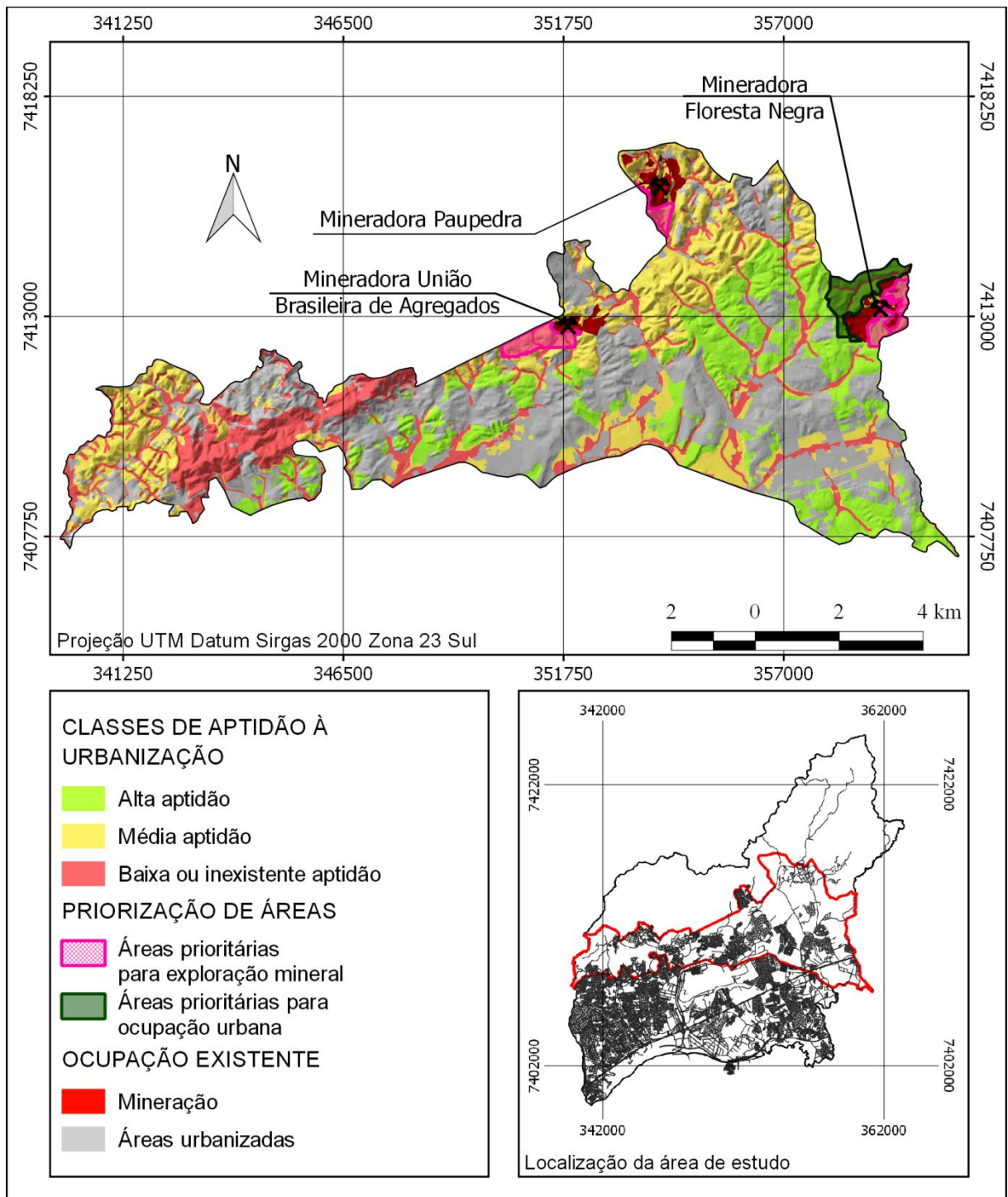


Figura 46 - Mapa síntese das classes de aptidão à urbanização e priorização de áreas para extração mineral e ocupação urbana.

## 6 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A Carta Geotécnica de Aptidão à Urbanização obtida no presente estudo e que representa o resultado final deste trabalho buscou elencar informações referentes às características geotécnicas das unidades delimitadas, desse modo, expondo seus potenciais e suas limitações frente às solicitações impostas por obras de engenharia, a suscetibilidade a processos gravitacionais de massa e inundação e o seu potencial para aproveitamento de materiais da construção civil.

Dessa forma, o referido produto final difere da maioria das cartas que são apresentadas, em que o enfoque se refere aos desastres naturais nos quais o assunto relacionado ao aproveitamento de materiais para construção civil não é abordado. Constata-se esse fato analisando os trabalhos pilotos propostos por Sobreia e Souza (2014) em Ouro Preto, MG, no qual o método aplicado no estudo foi embasado em Bressani (2014), que coordenou o trabalho referente a CGAU perante desastres naturais do município de Igrejinha, RS e outros trabalhos pilotos realizados a partir da parceria do MCIDADES com as Universidades Federais nos municípios de Florianópolis, SC e Ipojuca, PE (Batista et al., 2015).

Isso ocorre também nos trabalhos disponibilizados no sítio da CPRM, nos quais são expostas as informações referentes às aptidões e à caracterização geotécnica das unidades e os desastres naturais passíveis de ocorrerem em cada unidade, porém não são apresentadas informações sobre o aproveitamento de materiais na construção civil, apenas são representadas as áreas com processos de requerimento e concessão da ANM e localização de cavas de mineração.

As CGAUs recentemente elaboradas ou em desenvolvimento pelo IPT já abordam o potencial das unidades para aproveitamento de material da construção civil, porém não foi possível acessá-los ou publicá-los no presente trabalho.

Com relação ao *layout* da carta, esse seguiu os padrões presentes nas CGAUs disponibilizadas no sítio da CPRM. Nesse padrão, apresenta-se um quadro legenda onde são apresentadas as unidades geotécnicas, a simbologia, a descrição, os processos ou desastres naturais potenciais, as recomendações para planejamento do uso do solo, o potencial mineral para materiais da construção civil e as recomendações para detalhamento dos estudos e investigações para caracterização do terreno.

As unidades geotécnicas apresentam-se sobre as classes de aptidão com padrão de preenchimento de texturas diferentes de acordo com a unidade. Isso possibilita a visualização da aptidão e a unidade geotécnica presente em determinada área. Da mesma forma, deu-se para as áreas de priorização para mineração e para urbanização.

A grande quantidade de informação presente na carta confere-lhe certo nível de poluição visual, que se pelo fato de que a carta deve ser um documento único de auxílio a tomadas de decisão, ou seja, torna-se desnecessária a utilização de diversos mapas para obtenção de informações a respeito de uma área de interesse.

## 7 CONCLUSÕES

O presente estudo apresenta uma proposta de etapa metodológica para elaboração da Carta Geotécnica de Aptidão à Urbanização para o município de Guarulhos, com a qual busca atender ao disposto no inciso V, do artigo 22, da Lei nº. 12.608/2012, no que se refere às diretrizes urbanísticas que garantam a segurança de novos parcelamentos do solo, assim como o aproveitamento de agregados da construção civil.

Para alcançar o resultado esperado, foi utilizada a metodologia proposta por Sobreira e Souza (2013), sendo inserida uma nova etapa de aquisição, análise e interpretação de dados voltados ao potencial mineral para materiais da construção civil.

Os resultados obtidos foram apresentados em dois grupos diferentes, sendo eles os resultados preliminares representados pelo material cartográfico derivado que contempla os mapas do meio físico e ambiental da área de estudo na escala de detalhe e os resultados finais representados pela própria CGAU.

Para a obtenção dos resultados, tanto os preliminares quanto o final, foi necessário o extensivo uso de ferramentas de geoprocessamento. Como parte do objetivo do presente trabalho, foram empregados, na maioria das etapas, os *softwares* QGIS e GRASS, ambos de licença livre.

Os referidos *softwares* mostraram-se altamente suficientes para execução de metodologias técnicas de obtenção de dados a partir de rotinas que variam de baixa a alta complexidade. As atividades executadas foram desde edição de arquivos vetoriais e matriciais até procedimentos de classificação de imagem de satélite, obtenção de áreas de proteção ambiental e cruzamento de dados matriciais a partir de álgebras de mapas.

Dessa forma, destaca-se o aspecto positivo do potencial desses *softwares* livres, representado pela grande acessibilidade a essas ferramentas de Sistema de Informação Geográfica (SIG). Isso permite que municípios com menos recursos,

possam ter acesso a um sistema SIG específico para o gerenciamento e planejamento municipal.

Para a definição das unidades geotécnicas, o ideal seria ter realizado ensaios de campo e laboratório – o que não foi possível, porém, em municípios como Guarulhos, com grande quantidade de dados disponíveis em sítios governamentais como o da CPRM ou da própria prefeitura, tal fato não impediu a delimitação e a caracterização das unidades geotécnicas, tendo em vista, também, que um dos objetivos principais era o de abordar o aproveitamento de materiais da construção civil.

Para a análise do potencial mineral de materiais da construção civil e criação da nova etapa de procedimentos a serem adotados, foram utilizados também dados disponibilizados em sítios governamentais como do SIGMINE da ANM. A partir da interpretação da geologia local, das substâncias requeridas e do estágio dos processos, delimitaram-se as áreas nas quais devem ter prioridades para extração mineral ou para ocupação urbana; e para cada unidade geotécnica foi designada um potencial.

Vale ressaltar que para essa abordagem não foram levados em consideração aspectos legais específicos do Município de Guarulhos, pois este possui leis de zoneamento que impediriam o cumprimento do objetivo de se propor métodos de inserção de informações a respeito do aproveitamento de agregados da construção civil. Isso porque o referido zoneamento restringe as atividades minerárias no que hoje é a própria cava ou frente de lavra, ou seja, não permite o desenvolvimento das frentes de lavra existentes. Por sua vez, este estudo pode subsidiar uma adequação do zoneamento municipal de forma a implementar uma política de uso do solo que permita a exploração desses recursos minerais de maneira sustentável.

O método adotado baseia-se no detalhamento progressivo, pelo qual é estabelecida uma sequência de trabalhos. No detalhamento progressivo, a CGAU é antecedida pela Carta de Suscetibilidade a Processos Gravitacionais de Massa e Inundação, documento este que Guarulhos dispõe. Dessa forma, esses dados foram utilizados para o detalhamento das áreas, gerando o produto final na escala 1:10.000.

Por fim, o produto final, representado pela Carta Geotécnica de Aptidão à Urbanização do município de Guarulhos, reuniu em um só documento informações como:

- Delimitação de unidades geotécnicas, cujas características presentes no quadro síntese permitem ao técnico especialista ou usuário não especialista compreender o possível comportamento dessas unidades frente às solicitações e às intervenções realizadas na área de interesse, informação esta imprescindível para a garantia da segurança de novos parcelamentos do solo.
- Apresentação de regiões divididas conforme sua classe de aptidão à urbanização, pela qual se traduz em uma informação de fácil compreensão ao usuário não especialista, cooperando significativamente no planejamento urbano e nas tomadas de decisões por parte dos gestores públicos.
- Apresentação do potencial mineral para aproveitamento de matérias da construção civil para cada unidade geotécnica e a delimitação de áreas prioritárias para exploração mineral ou ocupação urbana.

De acordo com os objetivos propostos no presente trabalho, conclui-se que esses foram atendidos, cooperando dessa forma com o desenvolvimento das metodologias de elaboração da carta geotécnica de aptidão à urbanização, mormente no que se refere ao atendimento do inciso V, do artigo 22, da Lei nº.12.608/2012.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abramson, L.W., Lee, T.S., Sharma, S., Boyce, G.M., 1995, Slope Stability and Stabilization Methods: San Francisco, Wiley Interscience, John Wiley & Sons, INC., 703 p.
- Amador, E.S., 1975, Estratigrafia e Sedimentação da Bacia de Resende, Rio de Janeiro, Anais da Academia Brasileira de Ciências, nº. 47, p. 181-225.
- Andrade, M.R.M., Planejamento Ambiental da APA Cabuçu-Tanque Grande Guarulhos-SP [Tese de Doutorado]: São Paulo, Universidade de São Paulo, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, 137 p.
- Bacci, D. L.A., Landim, P.M.B., Eston, S.M., 2006, Aspectos e Impactos Ambientais de Pedreira em Área Urbana: Revista Escola de Minas, nº. 59, p. 47-54.
- Baltrusius, N., 2004, O Mercado Imobiliário Informal em favelas na Região Metropolitana de São Paulo. O Caso de Guarulhos: Caderno Metrôpole, nº. 11, p. 107-136.
- Batista, P.H.L., Almeida, J.P., Cabral, P.R.C., Galvão, C., 2015, Carta Geotécnica de Aptidão à Urbanização Frente aos Desastres: Instrumento de Suporte ao Planejamento Territorial com Apoio do Ministério das Cidades: Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia e Ambiental, 15º, Bento Gonçalves, RS, p 10.
- Bitar, O.Y. et al., 2014, Cartas de Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa e Inundação: 1:25.000 (Livro Eletrônico): Nota Técnica Explicativa: São Paulo, Publicação IPT, 50 p.  
[http://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/bitstream/handle/doc/16588/NT-Carta\\_Suscetibilidade.pdf?sequence=1](http://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/bitstream/handle/doc/16588/NT-Carta_Suscetibilidade.pdf?sequence=1) (acessado dezembro 2017)
- Bitar, O.Y., Freitas, C.G.L., Macedo, E.S., 2015, Guia Cartas Geotécnicas: Orientações Básicas: São Paulo, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 28 p.  
[https://issuu.com/iptmarketing/docs/guia\\_cartas\\_geo\\_02dez15](https://issuu.com/iptmarketing/docs/guia_cartas_geo_02dez15) (acessado abril 2017).
- Brasil, 2015, Lei Federal nº. 12.608, de 10 de abril de 2012. Institui a Política Nacional de Proteção de Defesa Civil. Casa Civil. Subchefia para assuntos jurídicos: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2011-2014/2012/Lei/L12608.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12608.htm). (acessado outubro 2015).
- Brasil, 2012, Lei Federal nº 12.651, de 25 de Maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm). (acessado março 2018).

- Bressani, L.A., Coord., 2014, Elaboração de cartas geotécnicas de aptidão à urbanização frente aos desastres naturais no município de Igrejinha, RS: relatório final:  
[http://www.ecologia.ufrgs.br/labgeo/arquivos/Publicacoes/Relatorios/2014/Cartas\\_Geotecnicas\\_Igrejinha\\_Relatorio\\_Final.pdf](http://www.ecologia.ufrgs.br/labgeo/arquivos/Publicacoes/Relatorios/2014/Cartas_Geotecnicas_Igrejinha_Relatorio_Final.pdf) . (acessado maio 2017).
- Cardoso, D., Riedel, P.S., Vedovello, R., Brollo, M.J., Tominaga, L.K., 2009, Compartimentação Fisiográfica do Município de Peruíbe, Litoral De São Paulo - Uma Abordagem Metodológica como Subsídio a Avaliação Geotécnica de Terrenos: Pesquisas em Geociências, v. 36, nº. 3, p. 251-262.
- Cerri, L.E.S., 1990, Carta Geotécnica: Contribuições para uma Concepção Voltada às necessidades brasileiras: Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia, 6º, Salvador, BA, v.1, p. 309-317.
- Cerri, L.E.S., AMARAL, C.P. 1998. Riscos geológicos. *In* Oliveira, A.M.S., Brito, S.N.A., org., Geologia de Engenharia: São Paulo, Associação Brasileira de Geologia de engenharia e Ambiental, p. 301-310.
- Coordenadoria de Planejamento Ambiental e Instituto Geológico, 2013, Mapa de Uso e Cobertura da Terra da UGRHI 5 (PCJ) na Escala de 1:25.000:  
[http://arquivos.ambiente.sp.gov.br/cpla/2013/02/Ficha\\_Tecnica\\_Mapeamento\\_UG\\_RHI051.pdf](http://arquivos.ambiente.sp.gov.br/cpla/2013/02/Ficha_Tecnica_Mapeamento_UG_RHI051.pdf) . (acessado maio 2018).
- Chieregati, L.A., Sardou Filho, R., 2017, Projeto Materiais de Construção Civil da Região Metropolitana de Curitiba: Estado do Paraná in Série Rochas e Minerais Industriais, nº. 21, 158 p.
- Coutinho, R.Q., 2013, Parâmetros para a Cartografia Geotécnica e Diretrizes para Áreas Sujeitas a Desastres Naturais: Pernambuco, GEGEP/UFPE/MCIDADES, 376 p.
- Departamento Nacional de Produção Mineral, 2017, Títulos Minerários do estado de São Pulo: <http://sigmine.ANM.gov.br/webmap/>. (acessado junho 2017).
- Del Monte, E. et al., 1998, Diagnóstico do Potencial Mineral do Município de Mococa (SP), para Rochas Ornamentais, Areia, Argila e Água Mineral: Parecer Técnico IPT 2.793 : São Paulo, IPT/SCTDE, 94 p.
- Diniz, N.C., Freitas, G.L.F., Coelho Neto, A.L., Moretti, R., Zuquim, L., Souza, N.M., Coutinho, R.Q., Alheiros, M., 2013, *In* Coutinho. R.Q., org., Parâmetros para a Cartografia Geotécnica e Diretrizes para Áreas Sujeitas a Desastres Naturais: Pernambuco, GEGEP/UFPE/MCIDADES, 338-376.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2009, Sistema Brasileiro de Classificação de Solos: Rio de Janeiro, EMBRAPA, 412 p.
- Eugênio, F.C., Santos, A.R., Fiedler, N.C., Ribeiro, G.A., Silva, A.G., Soares, V.P., Gleriani, J.M., 2017, Mapeamento de Áreas de Preservação Permanente do Estado do Espírito Santo, Brasil: Ciência Florestal, nº. 27, p 897-906.
- European Space Agency, 2010. GMES Sentinel-2 Requires Document: [https://esamultimedia.esa.int/docs/GMES/Sentinel-2\\_MRD.pdf](https://esamultimedia.esa.int/docs/GMES/Sentinel-2_MRD.pdf). (acessado julho 2018).

- Freitas, C.G.L. de., 2000, Cartografia geotécnica de planejamento e gestão territorial: proposta teórica e metodológica [Tese de Doutorado]: São Paulo, Universidade de São Paulo, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, 238 p.
- Gandolfi, N., Zuquete, L., 2011, A Cartografia Geotécnica no Brasil. *In*: N. Gandolfi e L. Zuquete. Cartografia Geotécnica: São Paulo, Oficina de Textos, p. 44-45.
- Gurgueira, M.D., 2013, Correlação de Dados Geológicos Geotécnicos na Bacia de São Paulo [Dissertação de Mestrado]: São Paulo, Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências, 80 p.
- Hasui, Y., Sadowsky, G.R., 1976, Evolução Geológica do Pré-Cambriano na Região Sudeste do Estado de São Paulo: Revista Brasileira de Geociências, nº. 6, p. 182-200.
- Hutchinson, M.F., 1989, A new procedure for gridding elevation and stream line data with automatic removal of spurious pits: Journal of Hydrology, nº 106, 211-232, DOI: 10.1016/0022-1694(89)90073-5.
- International Association of the Engineering Geology - IAEG, 1976, Engineering Geological Maps: A Guide to Their Preparation: Paris, Unesco Press, 79 p.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2009, Manual Técnico de Geomorfologia: Rio de Janeiro, IBGE, 182 p.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010, Resultado do Censo 2010: <https://censo2010.ibge.gov.br/resultados> (acessado novembro 2016).
- Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo. Empresa Metropolitana de Planejamento S/A, 1990, Carta de Aptidão Física ao Assentamento Urbano: Guia de Utilização 1:50.000: São Paulo, p. 5-6.
- Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo, 2017, Carta Geotécnica: [http://www.ipt.br/solucoes/406-carta\\_geotecnica.htm](http://www.ipt.br/solucoes/406-carta_geotecnica.htm). (acessado abril 2017).
- Janasi, V.A., Ulbrich, H.H.H.J., 1991, Late Proterozoic Granitoid Magmatism in the State of São Paulo, Southeastern Brazil: Precambrian Research, nº. 51, p. 351-374.
- Juliani, C., Beljavskis, P., Schorscher, H.D., 1986, Petrogênese do Vulcanismo e Aspectos Metalogenéticos Associados: Grupo Serra do Itaberaba na Região do São Roque - SP: Congresso Brasileiro de Geologia, 34º, Goiânia, GO, Anais, p. 730-743.
- Juliano, C., 1993, Geologia, Petrogênese e Aspectos Metalogenéticos dos Grupos Serra do Itaberaba e São Roque na Região das Serras do Itaberaba e da Pedra Branca, NE da Cidade de São Paulo, SP [Tese de Doutorado]: São Paulo, Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências, 803 p.
- Juliani, C., Beljavskis, P., 1995, Revisão da Litoestratigrafia da Faixa São Roque/Serra do Itaberaba (SP): Revista do Instituto Geológico, nº. 16, 36-58 p.

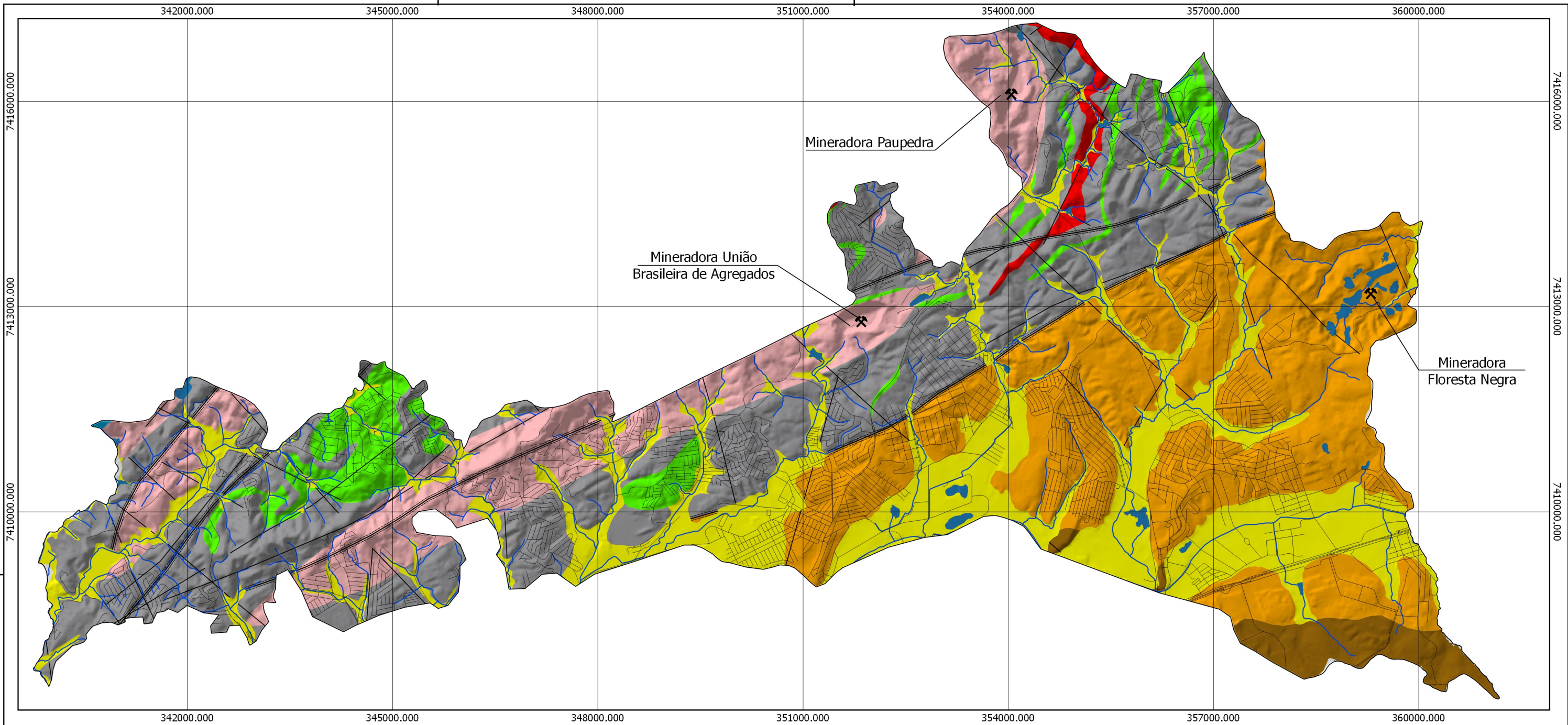
- Lara, M.S., Lobo, C., Garcia, R.A., 2016, Atividade Minerária e a Dinâmica Migratória em Conceição do Mato Dentro/MG: Caderno de Geografia, nº. 47, 759-774.
- Lollo, J.A., 1995, O Uso da Técnica de Avaliação do Terreno no Processo de Elaboração do Mapeamento Geotécnico: Sistematização e Aplicação na Quadrícula Campinas. [Tese de Doutorado]: São Paulo, Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos, 267 p.
- Mendonça-Santos, M.L. et al., 2009, Correlação Pedológico-Geotécnica do Município do Rio de Janeiro: Rio de Janeiro, Embrapa, 42 p.
- Minerais do Paraná/Departamento Nacional de Produção Mineral, 2004, Plano Diretor de Mineração da Região Metropolitana de Curitiba: Paraná, MINEROPAR, 278 p.
- Moraes, J.M., Ferreira, C.E.O., Pedrazzi, A.C., Dias, G.P., Oliveira Filho, I.B., Ferrasoli, M.A., 2015, Metodologia para Execução de Cartas de Aptidão à Urbanização Frente aos Desastres Naturais, Aplicação no Município de Magé – RJ: Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia e Ambiental, 15º, Bento Gonçalves, RS, p 9.
- Nogueira, J.D.L., Amaral, R.F., 2009, Comparação Entre os Métodos de Interpolação (Krigagem e Topo to Raster) na Elaboração da Batimetria na Área da Folha Touros – RN: XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 14º, Natal, RN, Anais, p. 4117-4123.
- Oliveira, A.M.S., Andrade, M.R.M., Sato, E.S., Queiroz, W., 2009, Bases Geoambientais para um Sistema de Informações Ambientais do Município de Guarulhos: Laboratório de Geoprocessamento da Universidade Guarulhos, Relatório FAPESP - Processo 05/57965-1, 178 p.
- Oliveira, G.C., Fernandes Filho, E., 2013, Metodologia para Delimitação de APP em Topos de Morro Segundo o Novo Código Florestal Utilizando Sistemas de Informações Geográficas: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 16º, Foz do Iguaçu, PR, Anais.
- OSGeo, 2017, The Open Source Geospatial Foundation: <http://www.osgeo.org/>. (acessado março 2018).
- Pastore, E.L., Fontes, R.M., 1998, Caracterização e Classificação de Solos, *in* Oliveira, A.M.S., Brito, S.N.A., org., Geologia de Engenharia: São Paulo, Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental, p. 197-210.
- Perrotta, M.M. et al., 2005, Mapa Geológico do Estado de São Paulo (Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil): CPRM, São Paulo, escala 1:750.000.
- Pilotto, A., Moreira, T.A., 2012, Análise da Situação Atual: Revisão do Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano, Econômico e Social de Guarulhos, SP: Paraná, Ambiens, 147 p.
- Pinto, A. C., 2006, Classificação dos Solos *in*, Pinto, C. A., Curso Básico de Mecânicas dos Solos: São Paulo, Oficina de Textos, p. 63-74.

- Pires Neto, A.G., Yoshinag, S., 1995, O Planejamento Territorial no Instituto Geológico: Risco e Avaliação da Experiência: Revista IG, São Paulo, Volume Especial, p. 37-43.
- Pissato, E., 2009, Gestão da Mineração de Areia no Município de Guarulhos: Aproveitamento de Resíduos Finos em Cerâmica Vermelha [Tese de Doutorado]: São Paulo, Universidade de São Paulo, Escola Politécnica, 115 p.
- Ponçano, W.L., 1981, Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo. São Paulo: IPT, 2 v.
- Prefeitura Municipal de Guarulhos, 2008, Plano Diretor de Macrodrenagem - Diretrizes, Orientações e Propostas: Guarulhos, SP, 107 p.
- Prefeitura Municipal de Guarulhos, 2017, Minuta de Lei: Plano Diretor Guarulhos 2027: Guarulhos, SP, 29 p.
- Rodrigues, V.P., Augusto Filho, A., 2007, Mapeamento Geotécnico do Perímetro Urbano e sua Área de Expansão no Município de Jaú-SP: Base para o planejamento urbano e ambiental: Simpósio Brasileiro de Cartografia Geotécnica e Geoambiental, 6º, Uberlândia, MG, p. 725-740.
- Richards, J.A., Jia, X., 2006, Remote Sensing Digital Image Analysis, 4.<sup>a</sup> edição: Berlin, Springer-Verlag, 454 p.
- Ricomini, C., 1989, O Rift Continental do Sudeste do Brasil [Tese de Doutorado]: São Paulo, Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências, 319 p.
- Ricomini, C., Ferrari, A., Sant'Anna, L.G., 2004, Evolução Geológica do Rift Continental do Sudeste do Brasil, *in* Mantesso Neto, V., Bartorelli, A., Carneiro, C. D.R., Neves, B.B.B., orgs., Geologia do Continente Sul-Americano: Evolução da Obra de Fernando Flávio de Almeida: São Paulo, Beca, p. 385-405.
- Ross, J.L.S., 1992, O Registro Cartográfico dos Fatos Geomorfológicos e a Questão da Taxonomia do Relevo: Revista do Departamento de Geografia, v. 6, p 17-29.
- Ross, J.L.S., 1995, Geografia do Brasil: São Paulo, EDUSP, 546 p.
- Rossi, M., 2017, Mapa Pedológico do Estado de São Paulo: Revisado e Ampliado: São Paulo, Instituto Florestal, 118 p.
- Rossini-Penteado, D., Hamburguer, D.S., Souza, C.R.G., Rodrigues, C.L., Holl, M.C., 2005, Mapa de Uso e Ocupação Aplicado à Prognósticos Ambientais no Âmbito do Projeto SIIGAL: Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, 11º, São Paulo, SP. Anais, [file:///C:/Users/User/Downloads/SBGFA\\_2005\\_UsoSIIGAL.pdf](file:///C:/Users/User/Downloads/SBGFA_2005_UsoSIIGAL.pdf). (junho de 2017)
- Saad, A.R., Etchebehere, M.L.D.C., Pressinoti, P.C., Silva, R.B., Campanha, V.A., 1996, Potencial Mineral do Estado de São Paulo: Série Geociências, nº. 3, p. 5-17.
- Santos, A.R., 2014, Geologia de Engenharia: Conceitos, Métodos e Prática: São Paulo, Nome da Rosa, 264 p.

- Sobreira, F.G., Souza, L.A., 2014, Guia Para a Elaboração de Cartas Geotécnicas de Aptidão à Urbanização Frente aos Desastres Naturais: Brasília, Leonardo Andrade de Souza, 68 p.
- Sobreira, F.G., Souza, L.A., 2015, Cartografia Geotécnica Aplicada ao Planejamento Urbano: Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia, Bento Gonçalves, RS, v. 1, p. 79-97.
- Rodriguez., T.T., 2005, Proposta de Classificação Geotécnica para Colúvios Brasileiros. [Tese de Doutorado]: Rio de Janeiro, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia, 396 p.
- Silva, J.L.G., Wegner, N., Osmin, Y., Alves, A.R., 2016, Delimitação de Áreas de Preservação Permanente em Topo de Morro Utilizando o QGIS: Simpósio Internacional SELPER, 17º, Argentina, 12 p.
- Turner, A.K., 1996, Colluvium and Talus, In Turner, A.K., org., Landslides: Investigation and Mitigation, Washington, D.C., Transportation Research Board, Special Report, v. 247, p 525-554.
- Vaz, L.F., 1996, Classificação Genética dos Solos e dos Horizontes de Alteração de Rocha em Regiões Tropicais: Solos e Rochas, v.19, nº. 2, p.117-136.
- Vedovello, R., 2000, Zoneamentos Geotécnicos Aplicados à Gestão Ambiental, a Partir de Unidades Básicas de Compartimentação - UBCs [Tese de Doutorado]: Rio Claro, Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, 154 p.
- Zaine, J.E, 2000, Mapeamento Geológico-geotécnico por Meio do Detalhamento Progressivo: Ensaio de Aplicação na Área Urbana do Município de Rio Claro, SP [Tese de Doutorado]: São Paulo, Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, 189 p.
- Zuffo, A.C., 2015, Processos de Urbanização e a Sustentabilidade. In: Zuffo, A.C., Fantinatti, P.A.P., Argollo, A.M., Indicadores de Sustentabilidade em Engenharia: Como Desenvolver: Rio de Janeiro, Elsevier, p. 121-132.

## **APÊNDICE A – Material cartográfico derivado na escala de detalhe**

- Mapa Geológico
- Mapa Hipsométrico
- Mapa de Declividade
- Mapa Geomorfológico
- Mapa de Material Inconsolidado
- Mapa de Uso e Ocupação do Solo
- Mapas de Preservação Permanente
- Mapa de Potencial Mineral
- Mapa de Processos Minerários
- Mapa de Substâncias Requeridas



### LITOLOGIA

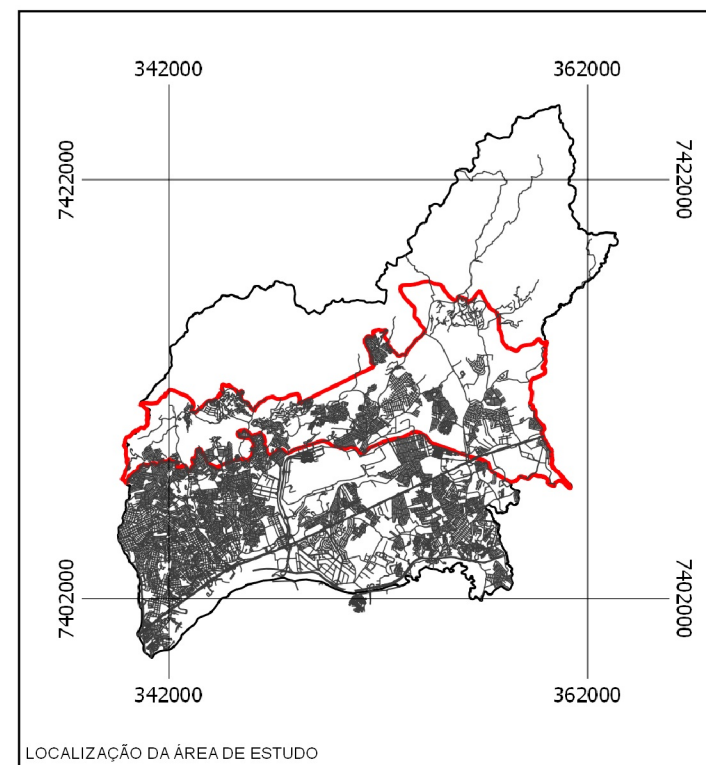
- Aluvião
  - Terciário - Formação Resende
  - Granitóides
  - Metassedimentar
  - Metavulcânica
  - Formação ferrífera
  - Migmatito - Grupo Açungui
- } Grupo Serra do Itaberaba

### ELEMENTOS ESTRUTURAIS

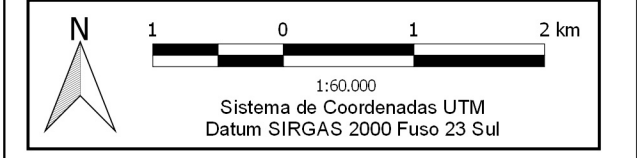
- Falhas indiscriminadas
- Zona de cisalhamento

### LEGENDA

- Hidrografia
- Lagos e reservatórios
- Sistema viário
- Mineração em atividade



Fonte:  
 - Litologia e elementos estruturais Oliveira et al., (2009).  
 - Sistema viário urbano cedido pelo Laboratório de Geoprocessamento da Universidade de Guarulhos.  
 - Base planialtimétrica - IGC: Instituto Geográfico e Cartográfico do Estado de São Paulo - 1:10.000  
 Malha municipal digital do Brasil - IBGE, 2007.



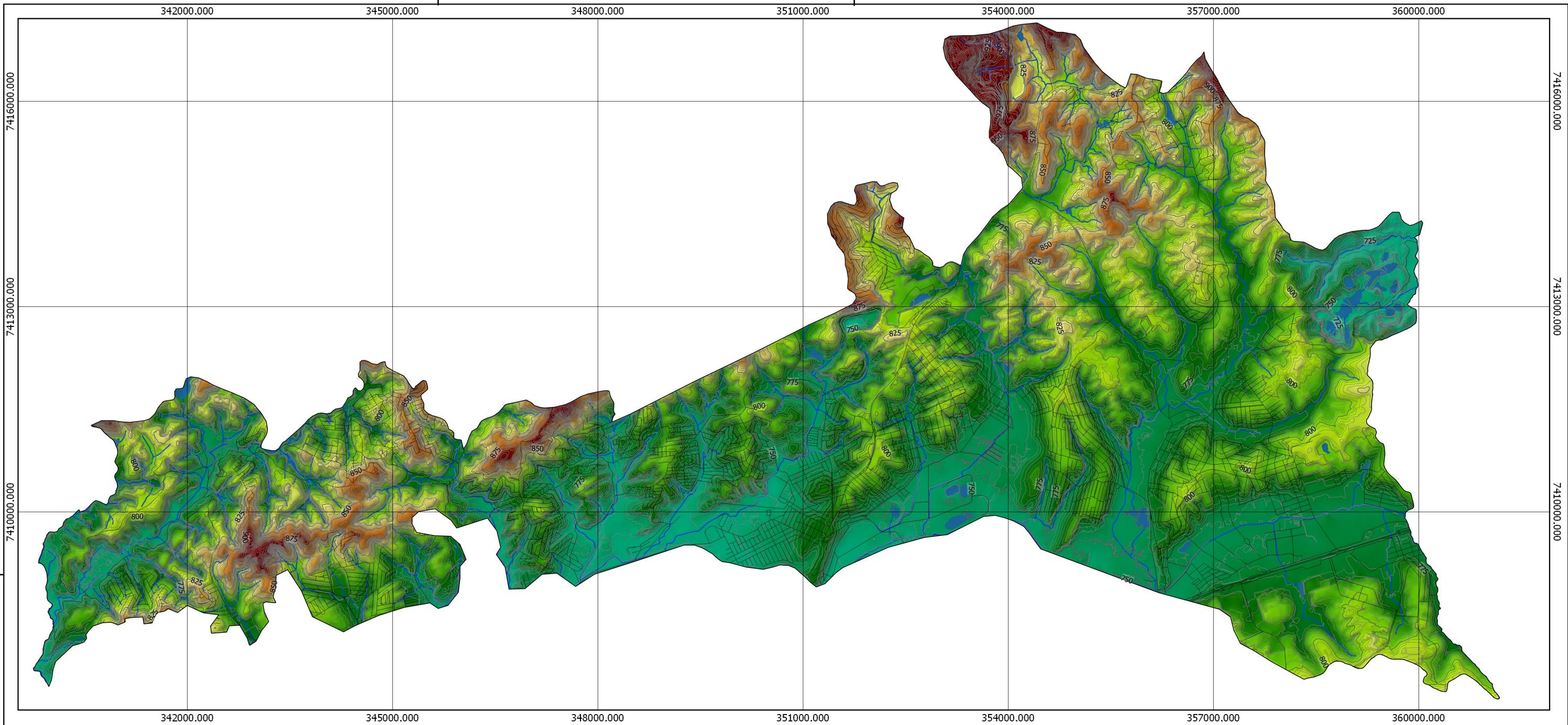
**CARTOGRAFIA GEOTÉCNICA DE APTIDÃO À  
 URBANIZAÇÃO E APROVEITAMENTO DE  
 AGREGADOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL NA ZONA DE  
 EXPANSÃO DO MUNICÍPIO DE GUARULHOS - SP**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO - INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS DA  
 UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (IGC - USP)

### MAPA GEOLÓGICO

AUTOR:  
**PAULO EDUARDO ESTEVES DE CAMARGO**  
 ORIENTADOR:  
**PROF. DR. EDILSON PIZZATO**



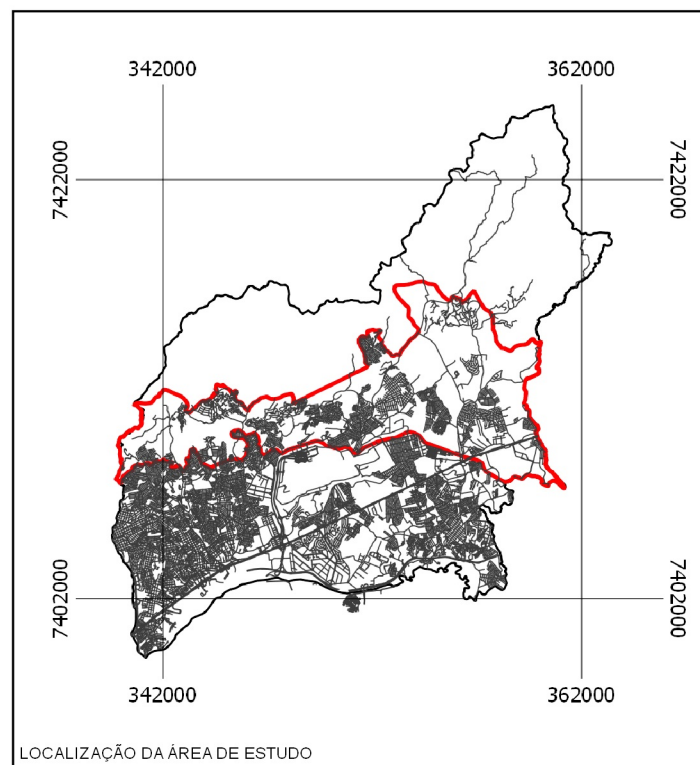


### ALTITUDES EM METROS

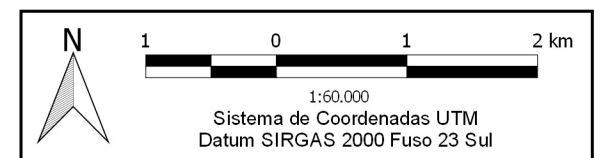


### LEGENDA

- Hidrografia
- Lagos e reservatórios
- Sistema viário
- Curvas de nível
  - Mestra - Intervalo de 25 metros
  - Intermediária - Intervalo de 5 metros



Fonte:  
 - Hipsometria obtida a partir da interpolação dos elementos planialtimétricos.  
 - Sistema viário urbano cedido pelo Laboratório de Geoprocessamento da Universidade de Guarulhos.  
 - Base planialtimétrica - IGC: Instituto Geográfico e Cartográfico do Estado de São Paulo - 1:10.000  
 Malha municipal digital do Brasil - IBGE, 2007.

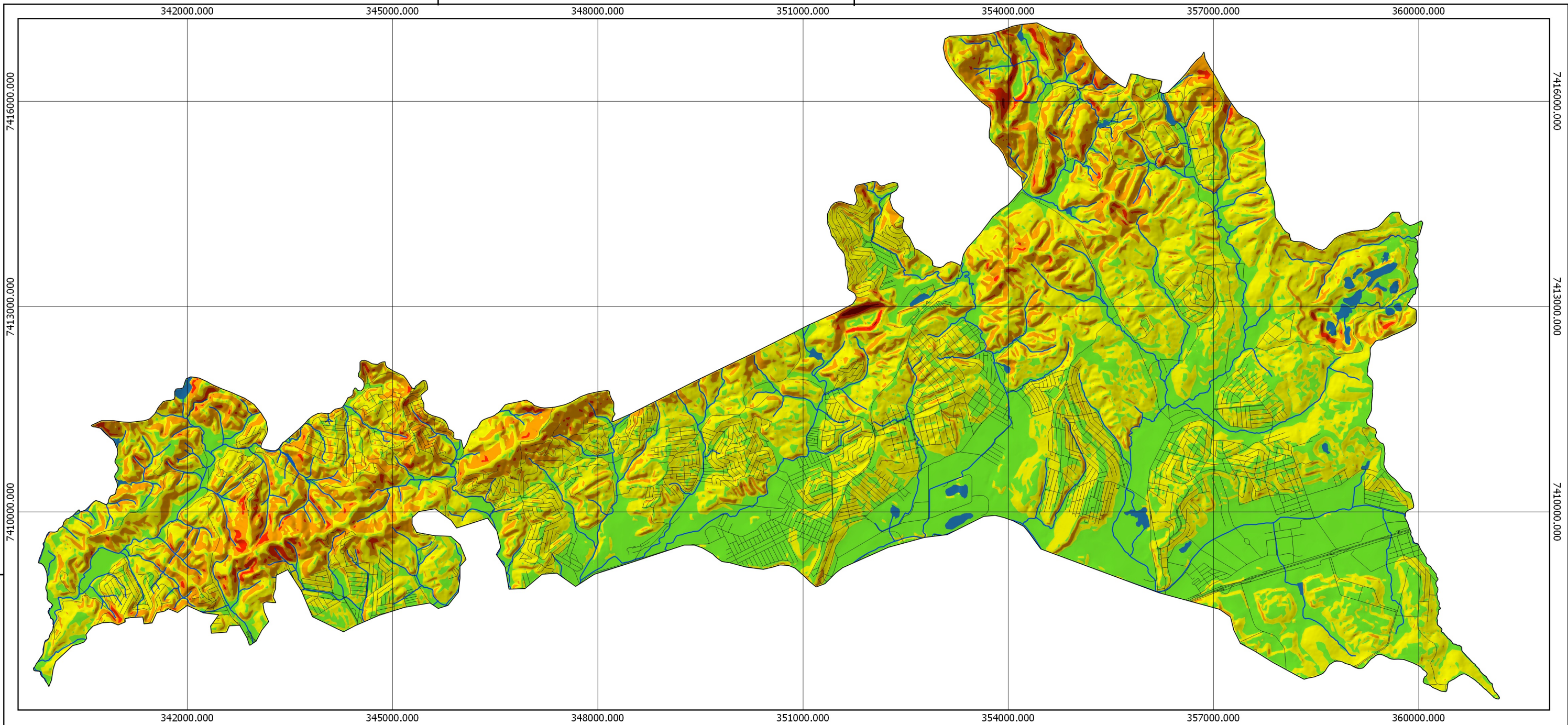


**CARTOGRAFIA GEOTÉCNICA DE APTIDÃO À URBANIZAÇÃO E APROVEITAMENTO DE AGREGADOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL NA ZONA DE EXPANSÃO DO MUNICÍPIO DE GUARULHOS - SP**

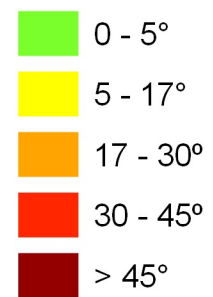
DISSERTAÇÃO DE MESTRADO - INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (IGc - USP)

### MAPA HIPSOMÉTRICO

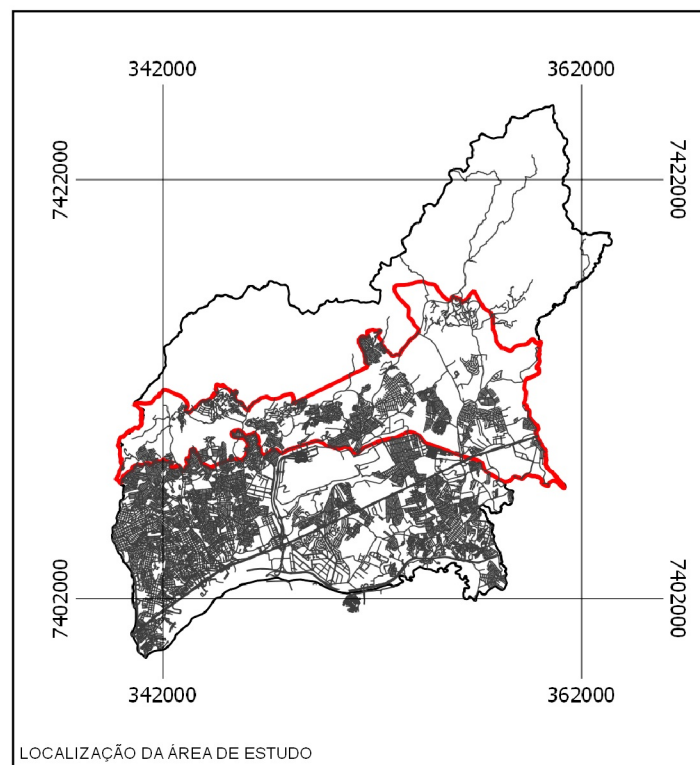
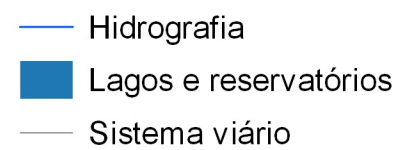
AUTOR:  
**PAULO EDUARDO ESTEVES DE CAMARGO**  
 ORIENTADOR:  
**PROF. DR. EDILSON PIZZATO**



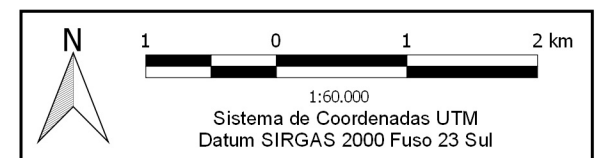
**INTERVALOS DE DECLIVIDADE**



**LEGENDA**



Fonte:  
 - Classes de declividades obtidas a partir do modelo digital de terreno.  
 - Sistema viário urbano cedido pelo Laboratório de Geoprocessamento da Universidade de Guarulhos.  
 - Base planialtimétrica - IGC: Instituto Geográfico e Cartográfico do Estado de São Paulo - 1:10.000  
 Malha municipal digital do Brasil - IBGE, 2007.

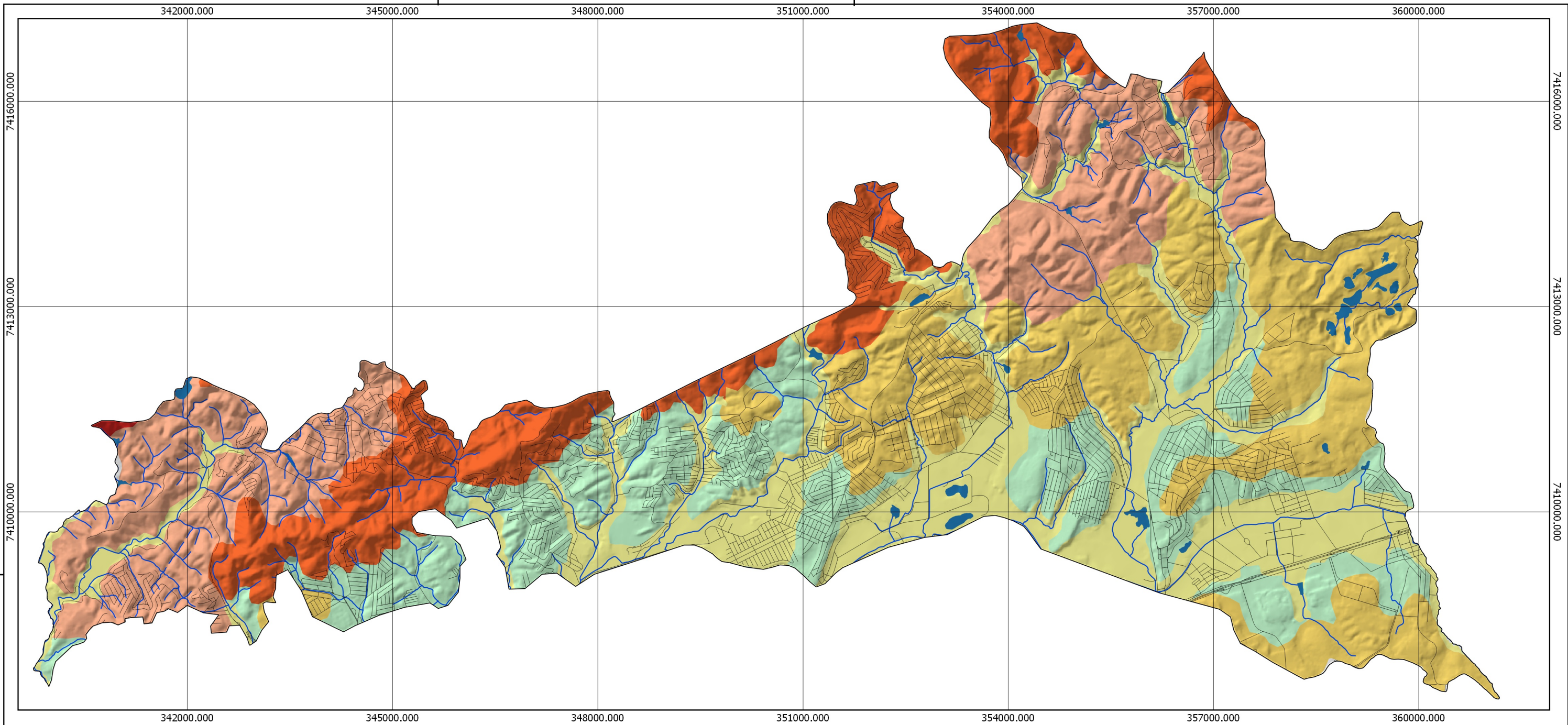


**CARTOGRAFIA GEOTÉCNICA DE APTIDÃO À URBANIZAÇÃO E APROVEITAMENTO DE AGREGADOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL NA ZONA DE EXPANSÃO DO MUNICÍPIO DE GUARULHOS - SP**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO - INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (IGc - USP)

**MAPA DE DECLIVIDADE**

AUTOR:  
 PAULO EDUARDO ESTEVES DE CAMARGO  
 ORIENTADOR:  
 PROF. DR. EDILSON PIZZATO



**PADRÕES DE RELEVO**

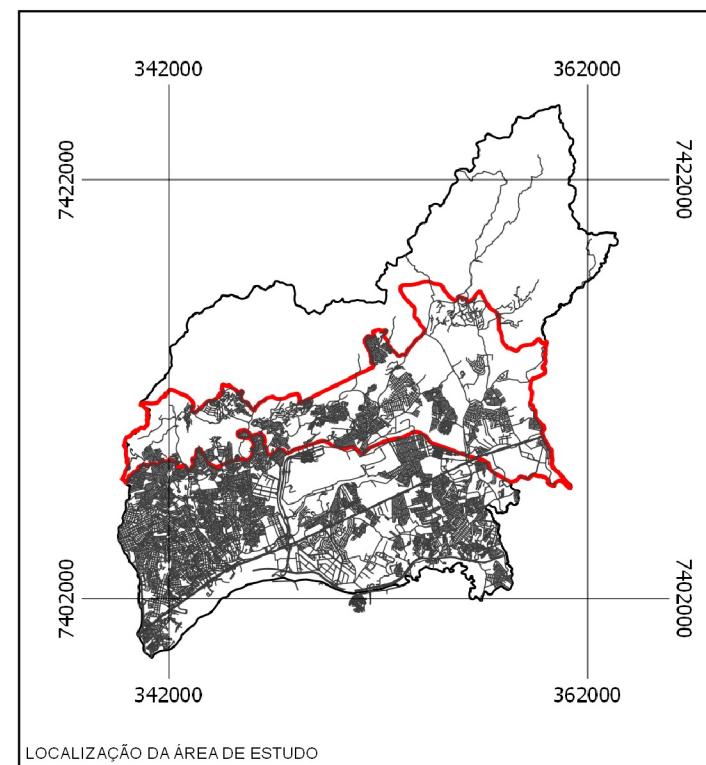
- Planícies e terraços fluviais
- Colina
- Morrotes
- Morros baixos
- Morros altos

**LEGENDA**

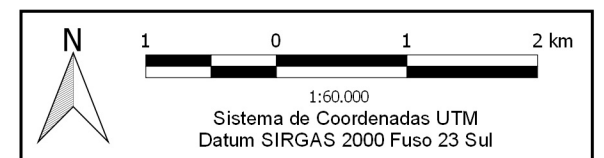
- Hidrografia
- Lagos e reservatórios
- Sistema viário

**QUADRO RESUMO DOS PADRÕES DE RELEVO E PARÂMETROS BÁSICOS**

Padrão de Relevo	Amplitude Predominante (m)	Declividade Predominante	
		(°)	(%)
Planícies e terraços fluviais	< 20	< 5	< 8
Colinas	40 a 70	< 11,3	< 20
Morrotes	60 a 90	11,3	20
Morros baixos	90 a 110	16,7	30
Morros altos	140 a 200	> 16,7	> 30



Fonte:  
 - Unidades geomorfológicas - IPT/CPRM (2015).  
 - Sistema viário urbano cedido pelo Laboratório de Geoprocessamento da Universidade de Guarulhos.  
 - Base planialtimétrica - IGC: Instituto Geográfico e Cartográfico do Estado de São Paulo - 1:10.000  
 Malha municipal digital do Brasil - IBGE, 2007.

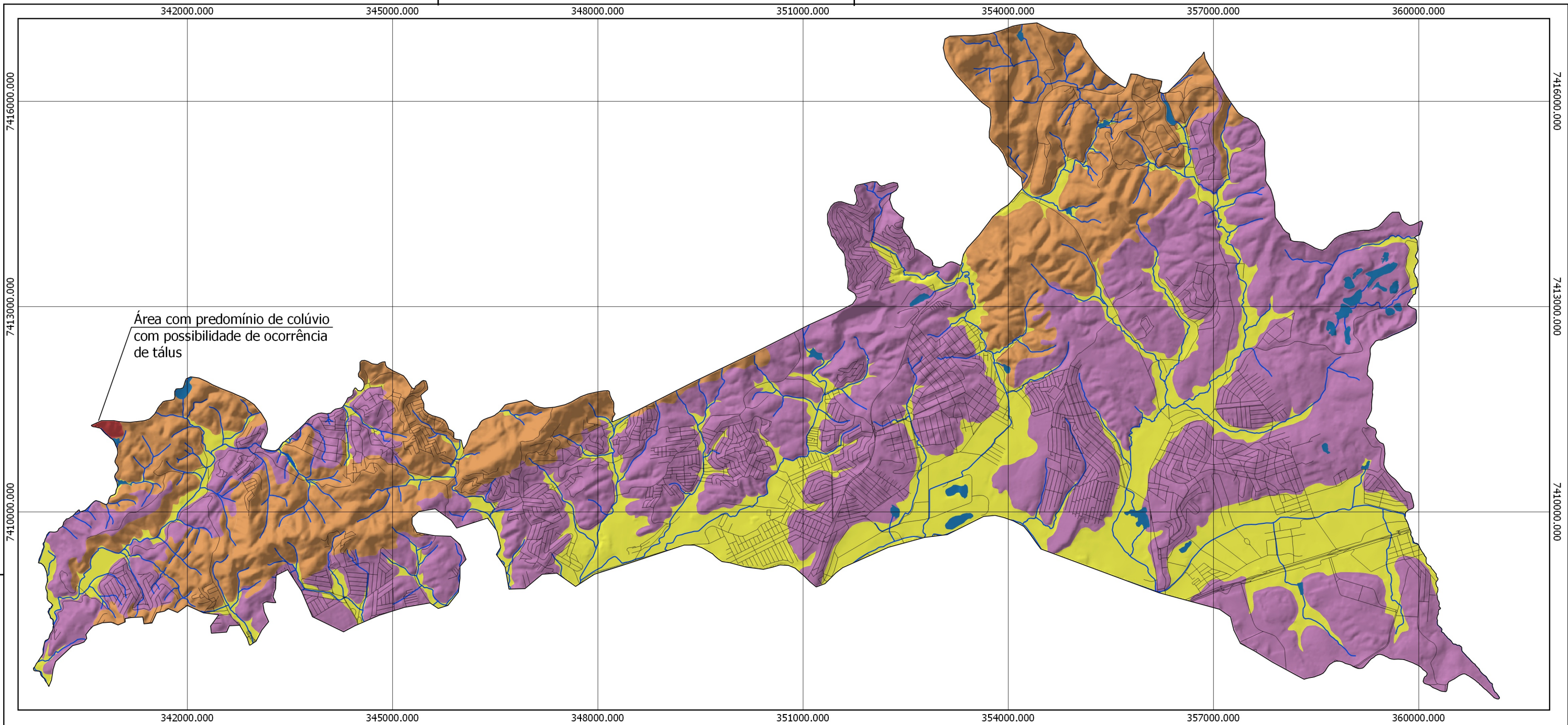


**CARTOGRAFIA GEOTÉCNICA DE APTIDÃO À URBANIZAÇÃO E APROVEITAMENTO DE AGREGADOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL NA ZONA DE EXPANSÃO DO MUNICÍPIO DE GUARULHOS - SP**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO - INSTITUTO DE GEOCÊNCIAS DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (IGc - USP)

**MAPA GEOMORFOLÓGICO**

AUTOR:  
 PAULO EDUARDO ESTEVES DE CAMARGO  
 ORIENTADOR:  
 PROF. DR. EDILSON PIZZATO

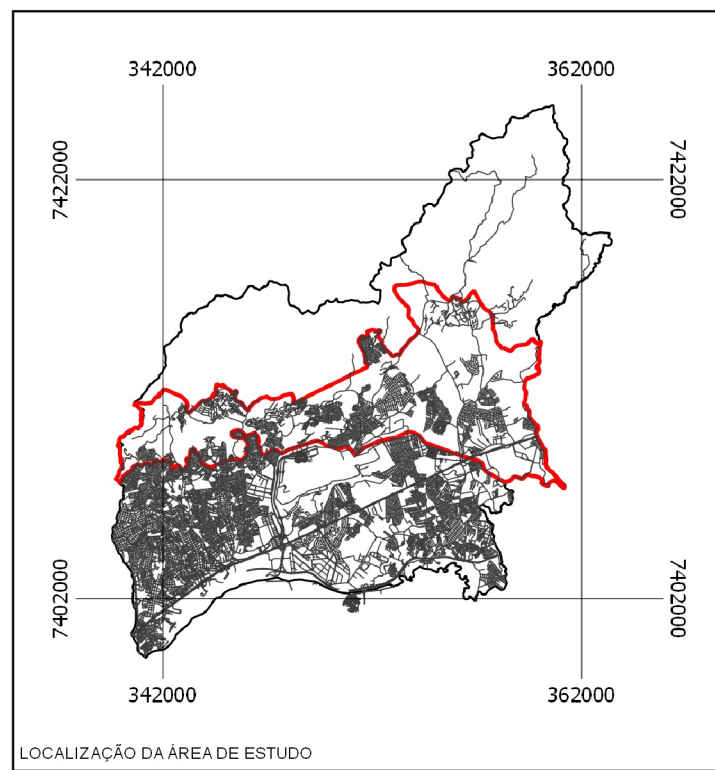


**TIPOS DE SOLO**

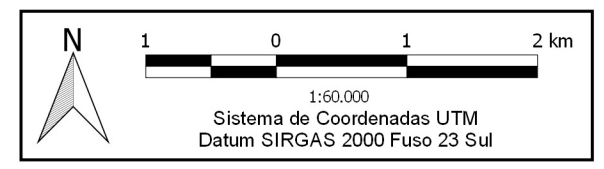
- Área com predomínio de solo residual
- Depósito aluvionar
- Área com predomínio de colúvio
- Área com predomínio de colúvio com possibilidade de ocorrência de tálus

**LEGENDA**

- Hidrografia
- Lagos e reservatórios
- Sistema viário



Fonte:  
 - Sistema viário urbano cedido pelo Laboratório de Geoprocessamento da Universidade de Guarulhos.  
 - Base planialtimétrica - IGC: Instituto Geográfico e Cartográfico do Estado de São Paulo - 1:10.000  
 Malha municipal digital do Brasil - IBGE, 2007.

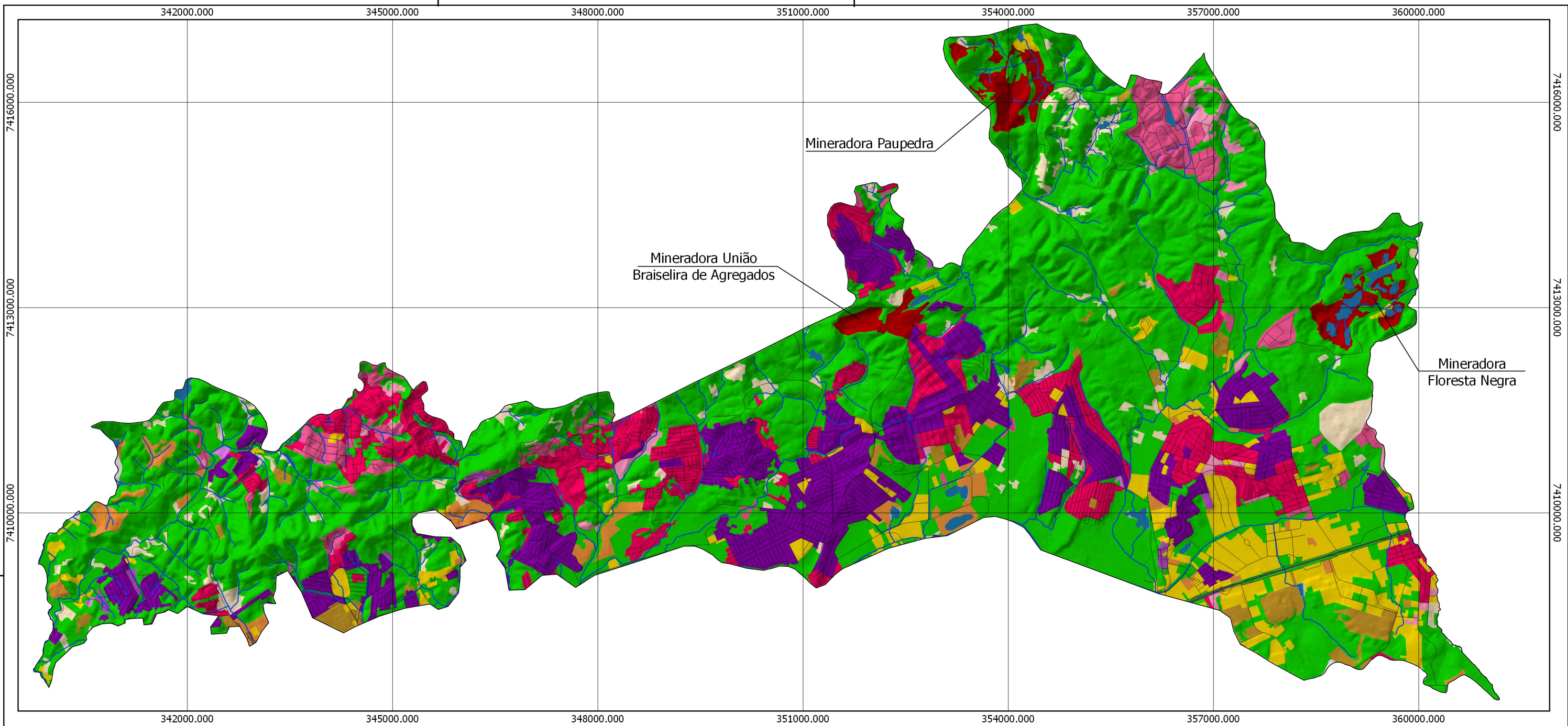


**CARTOGRAFIA GEOTÉCNICA DE APTIDÃO À URBANIZAÇÃO E APROVEITAMENTO DE AGREGADOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL NA ZONA DE EXPANSÃO DO MUNICÍPIO DE GUARULHOS - SP**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO - INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (IGc - USP)

**MAPA DE MATERIAL INCONSOLIDADO**

AUTOR:  
 PAULO EDUARDO ESTEVES DE CAMARGO  
 ORIENTADOR:  
 PROF. DR. EDILSON PIZZATO

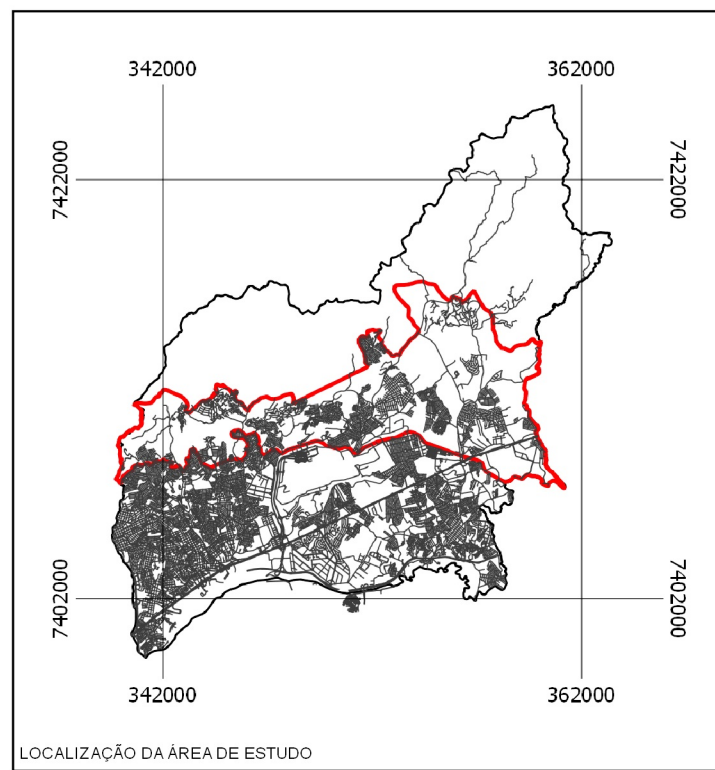


**TIPOS DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO**

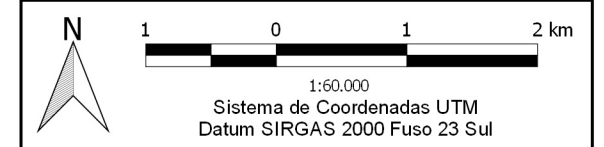
- Mata
- Grandes equipamentos
- Equipamentos lineares Rodovia
- Mineração
- Solo exposto
- Urbano residencial consolidado de alta densidade
- Urbano residencial consolidado de média densidade
- Urbano residencial consolidado baixa densidade
- Urbano residencial não consolidado alta densidade
- Uso urbano residencial não consolidado média densidade
- Uso urbano residencial não consolidado Baixa densidade
- Outras classes chácaras e propriedades rurais

**LEGENDA**

- Hidrografia
- Lagos e reservatórios
- Sistema viário
- Mineração em atividade



Fonte:  
 - Tipos de uso e ocupação do solo do Laboratório de Geoprocessamento da Universidade de Guarulhos de 2014 com atualização a partir da interpretação de imagens de satélite.  
 - Sistema viário urbano cedido pelo Laboratório de Geoprocessamento da Universidade de Guarulhos.  
 - Base planialtimétrica - IGC: Instituto Geográfico e Cartográfico do Estado de São Paulo - 1:10.000

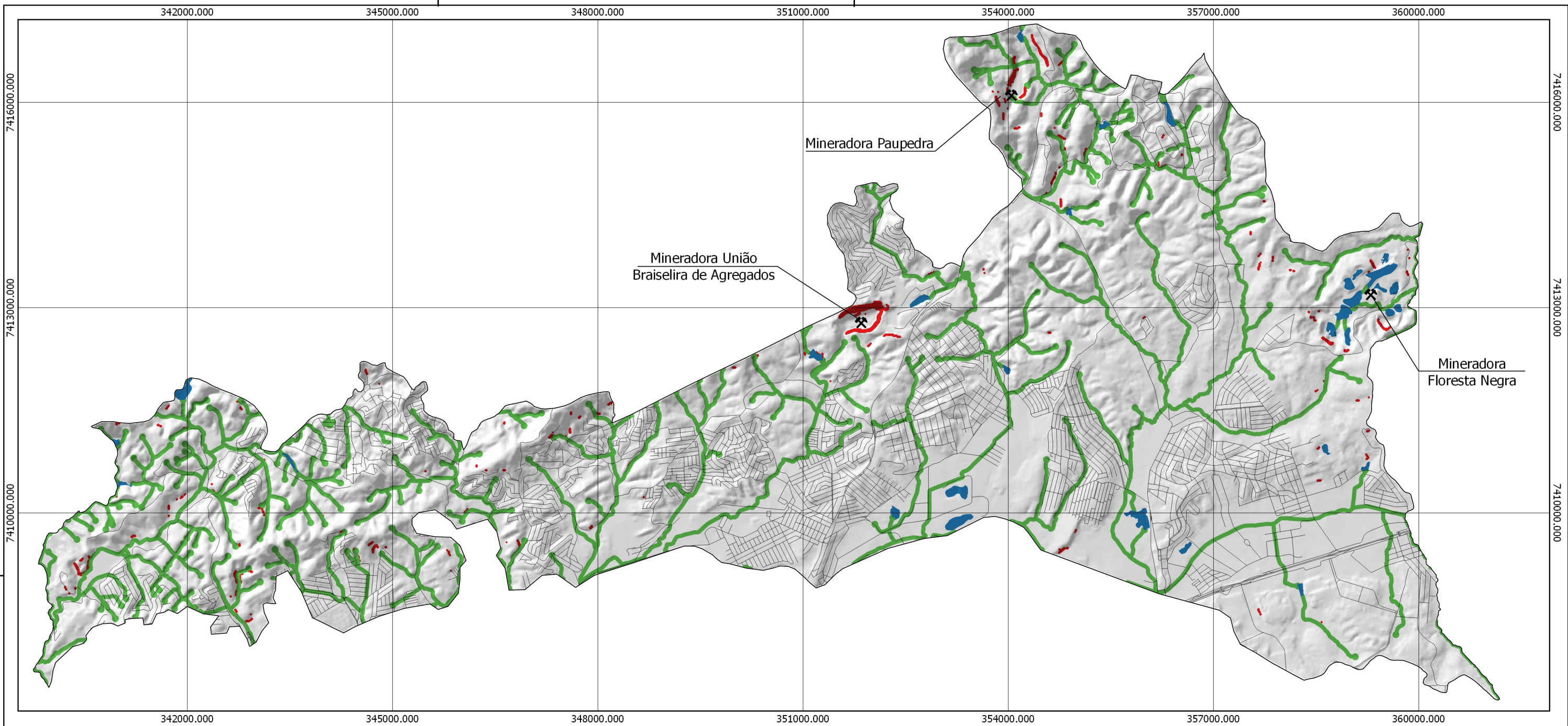


**CARTOGRAFIA GEOTÉCNICA DE APTIDÃO À URBANIZAÇÃO E APROVEITAMENTO DE AGREGADOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL NA ZONA DE EXPANSÃO DO MUNICÍPIO DE GUARULHOS - SP**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO - INSTITUTO DE GEOCÊNCIAS DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (IGC - USP)

**MAPA DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO**

AUTOR:  
 PAULO EDUARDO ESTEVES DE CAMARGO  
 ORIENTADOR:  
 PROF. DR. EDILSON PIZZATO

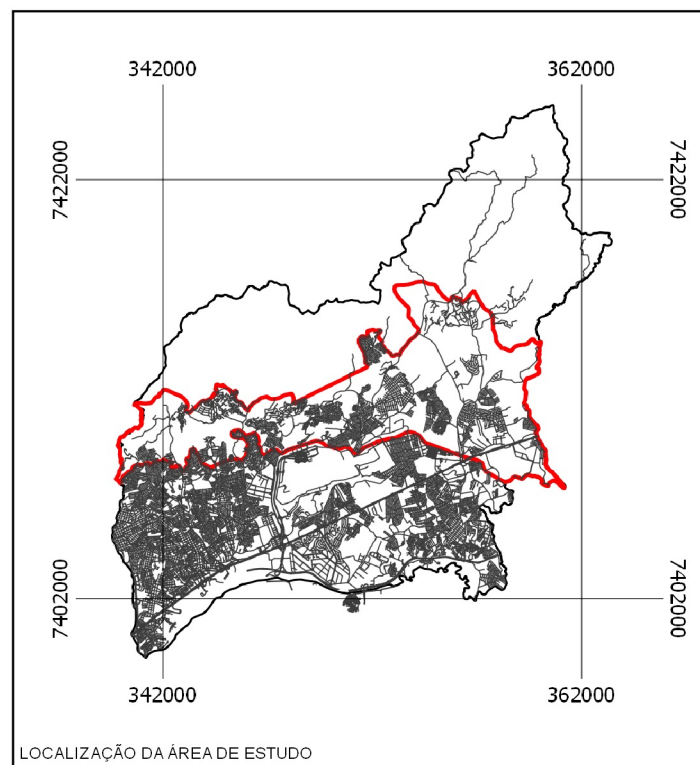


### ÁREAS DE PROTEÇÃO PERMANENTE

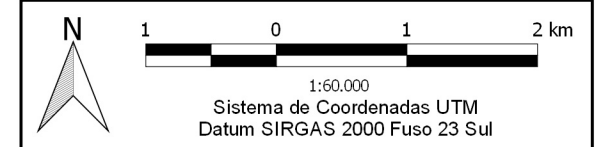
- APP de curso d' água e nascentes.
- APP de encostas com declividade maior que 45° ou 100%

### LEGENDA

- Hidrografia
- Lagos e reservatórios
- Sistema viário
- Mineração em atividade



Fonte:  
 - APPs extraídos a partir dos dados planialtimétricos com base na Lei nº 12.650/2012.  
 - Sistema viário urbano cedido pelo Laboratório de Geoprocessamento da Universidade de Guarulhos.  
 - Base planialtimétrica - IGC: Instituto Geográfico e Cartográfico do Estado de São Paulo - 1:10.000

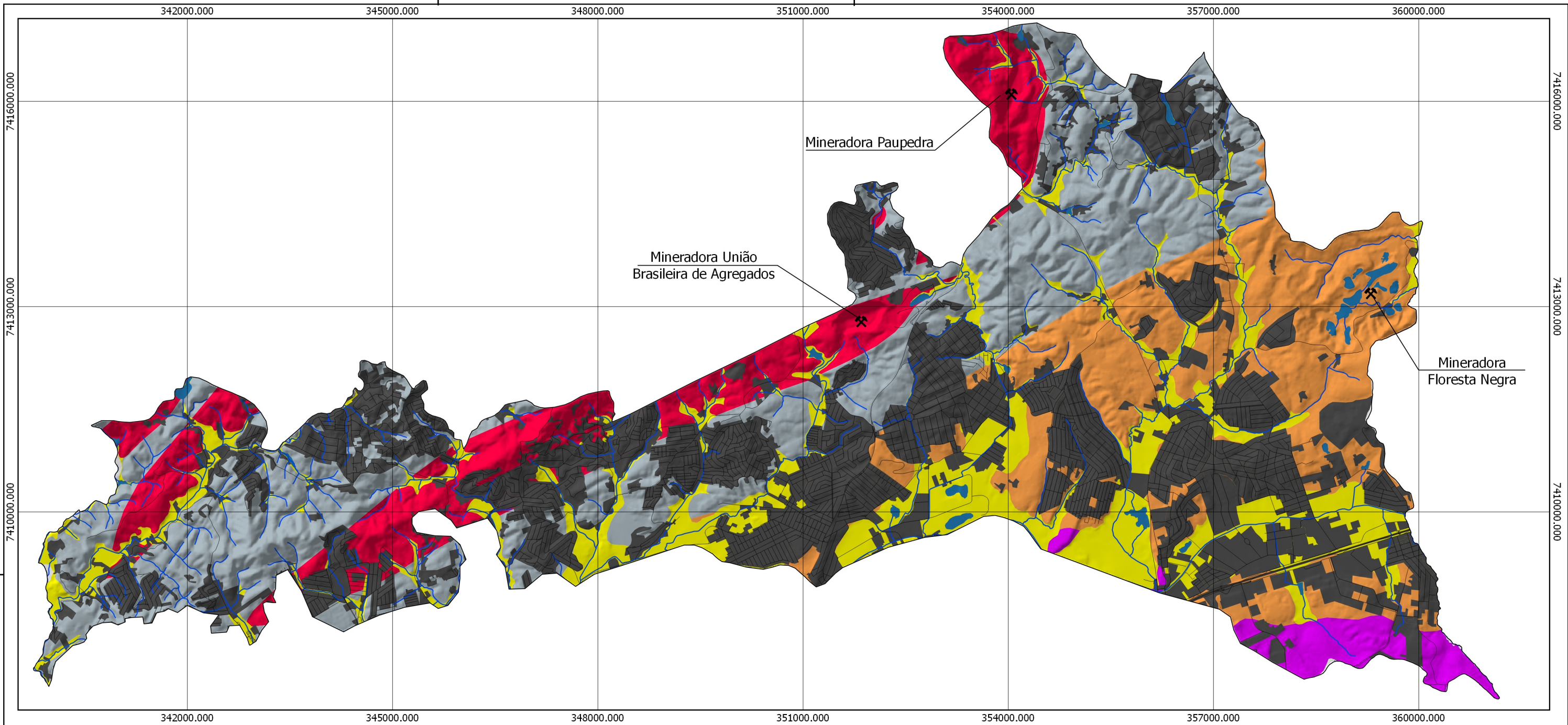


**CARTOGRAFIA GEOTÉCNICA DE APTIDÃO À URBANIZAÇÃO E APROVEITAMENTO DE AGREGADOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL NA ZONA DE EXPANSÃO DO MUNICÍPIO DE GUARULHOS - SP**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO - INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (IGC - USP)

### MAPA DE ÁREAS DE PROTEÇÃO PERMANENTE

AUTOR:  
 PAULO EDUARDO ESTEVES DE CAMARGO  
 ORIENTADOR:  
 PROF. DR. EDILSON PIZZATO

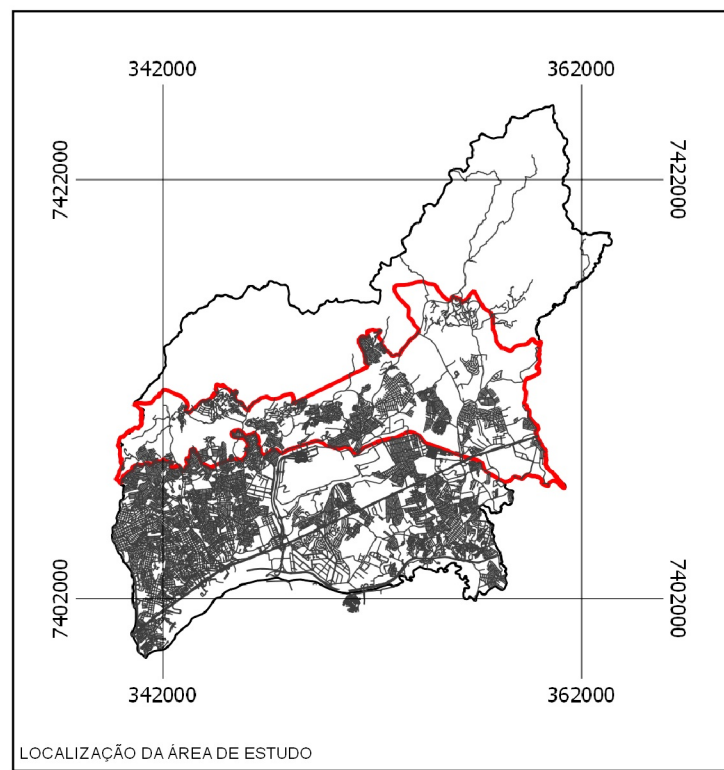


**RELAÇÃO LITOLOGIA E MATERIAL DA CONSTRUÇÃO CIVIL**

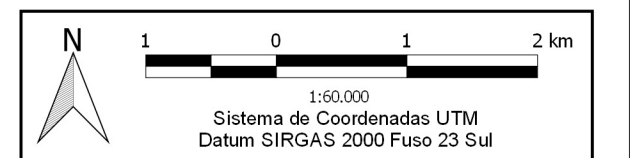
- Depósito aluvionar - Areia e argila
- Sedimentos terciários - Areia e argila
- Granitóides - Brita e saibro
- Metassedimentos - Argila refratária e saibro
- Migmatito - Brita e saibro

**LEGENDA**

- Hidrografia
- Lagos e reservatórios
- Sistema viário
- Mineração em atividade
- Áreas urbanizadas



Fonte:  
 - Potencial mineral obtido através da interpretação dos dados litológicos de Oliveira et al., (2009).  
 - Sistema viário urbano cedido pelo Laboratório de Geoprocessamento da Universidade de Guarulhos.  
 - Base planialtimétrica - IGC: Instituto Geográfico e Cartográfico do Estado de São Paulo - 1:10.000  
 Malha municipal digital do Brasil - IBGE, 2007.

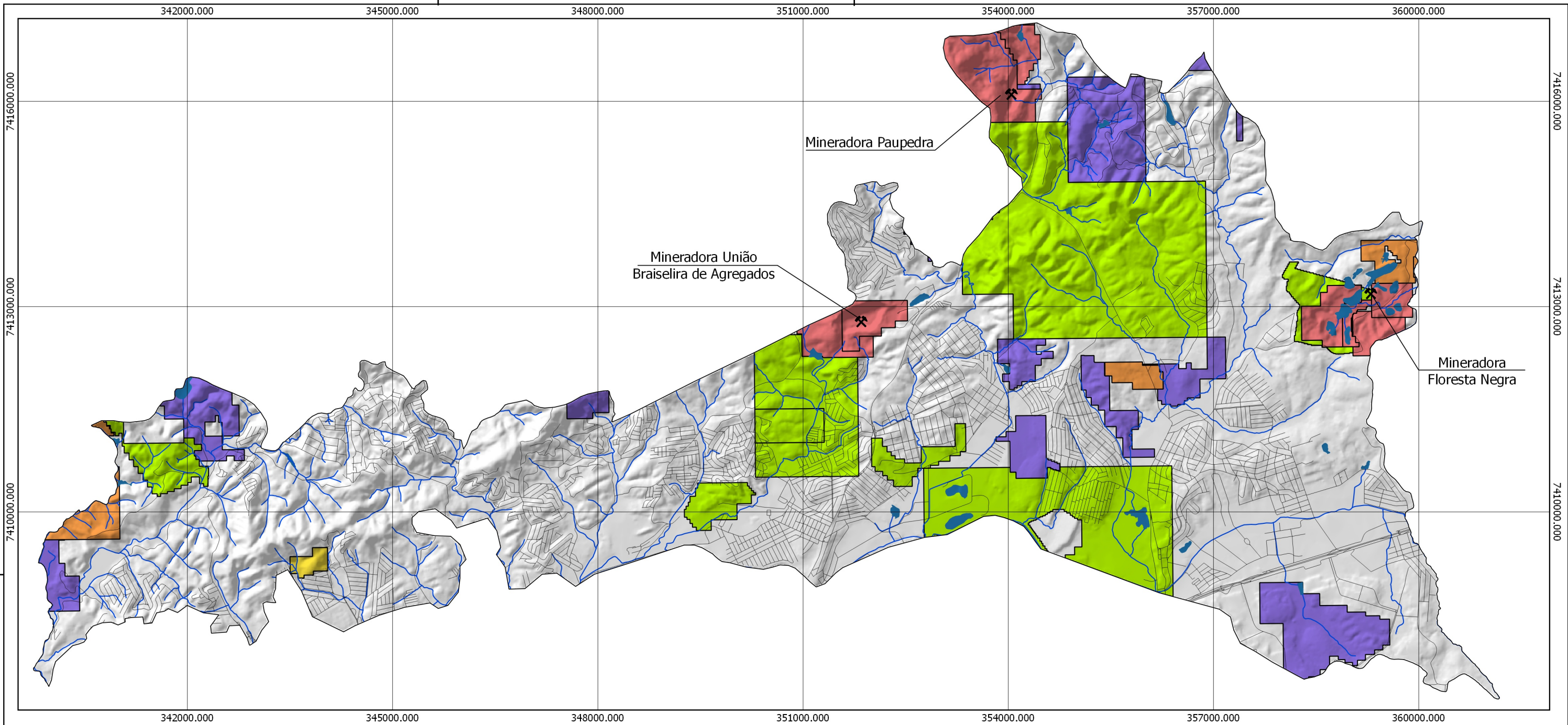


**CARTOGRAFIA GEOTÉCNICA DE APTIDÃO À URBANIZAÇÃO E APROVEITAMENTO DE AGREGADOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL NA ZONA DE EXPANSÃO DO MUNICÍPIO DE GUARULHOS - SP**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO - INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (IGc - USP)

**MAPA DE POTENCIAL MINERAL**

AUTOR:  
 PAULO EDUARDO ESTEVES DE CAMARGO  
 ORIENTADOR:  
 PROF. DR. EDILSON PIZZATO

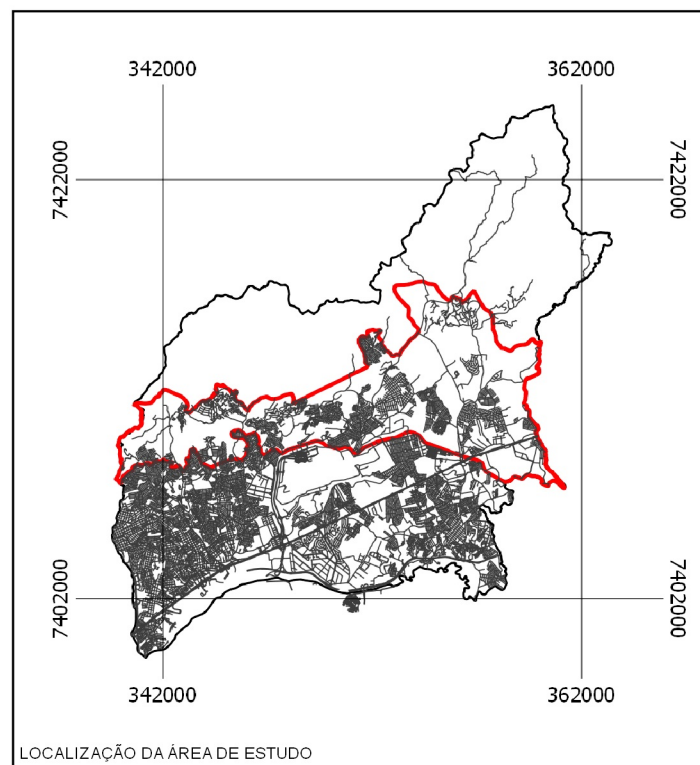


**FASES DOS PROCESSOS ANM**

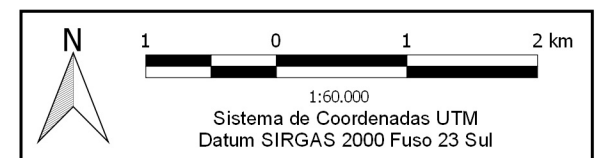
- Requerimento de pesquisa
- Autorização de pesquisa
- Requerimento de licenciamento
- Requerimento de lavra
- Concessão de lavra

**LEGENDA**

- Hidrografia
- Lagos e reservatórios
- Sistema viário
- ⚡ Mineração em atividade



Fonte:  
 - Processos minerários obtidos no SIGMINE (2017).  
 - Sistema viário urbano cedido pelo Laboratório de Geoprocessamento da Universidade de Guarulhos.  
 - Base planialtimétrica - IGC: Instituto Geográfico e Cartográfico do Estado de São Paulo - 1:10.000



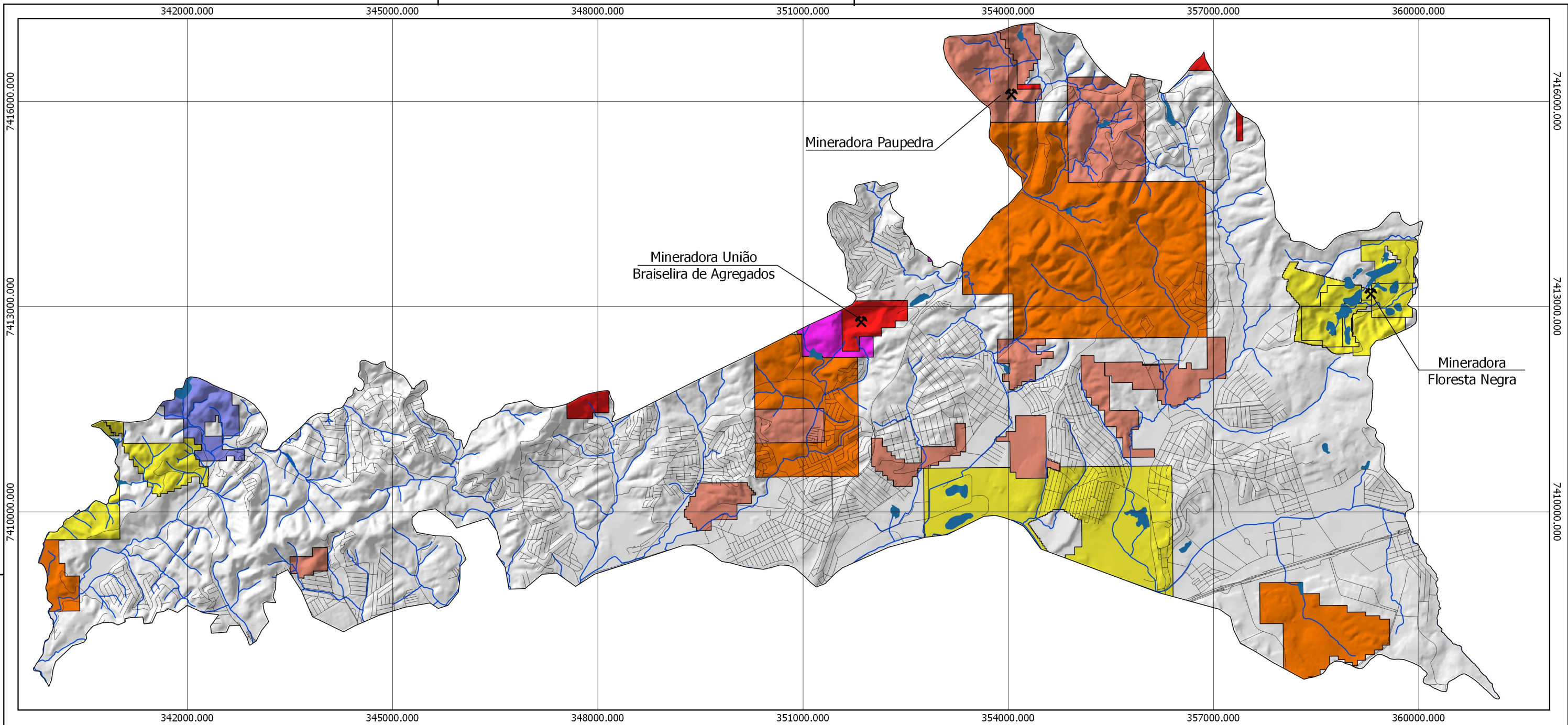
**CARTOGRAFIA GEOTÉCNICA DE APTIDÃO À URBANIZAÇÃO E APROVEITAMENTO DE AGREGADOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL NA ZONA DE EXPANSÃO DO MUNICÍPIO DE GUARULHOS - SP**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO - INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (IGc - USP)

**MAPA DE PROCESSOS MINERÁRIOS**

AUTOR:  
 PAULO EDUARDO ESTEVES DE CAMARGO  
 ORIENTADOR:  
 PROF. DR. EDILSON PIZZATO



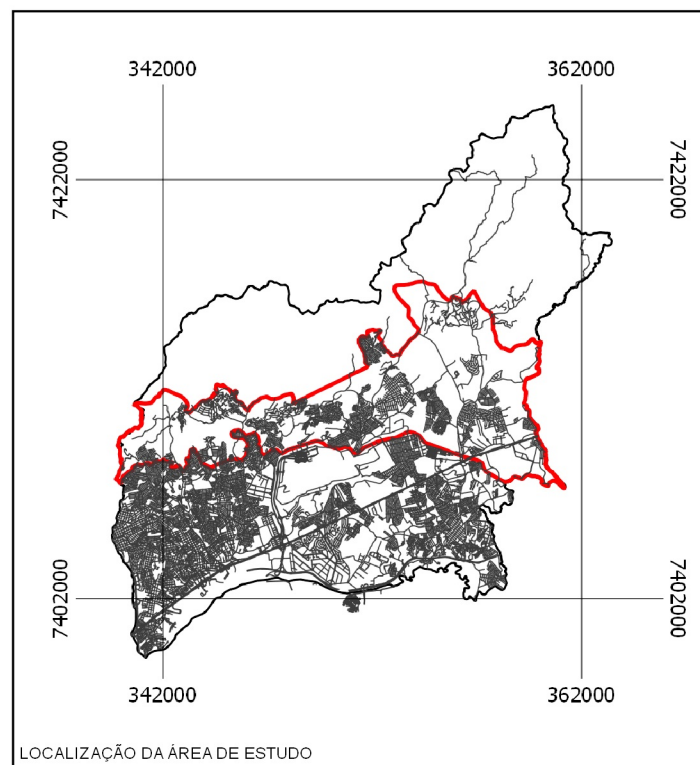


**SUBSTÂNCIAS REQUERIDAS NO ANM**

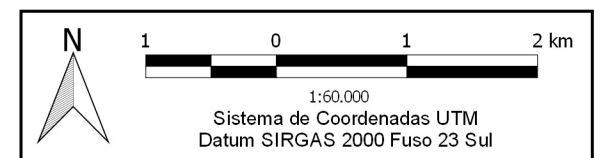
- Areia
- Argila
- Caulim
- Feldspato
- Gnaisse
- Granito
- Saibro

**LEGENDA**

- Hidrografia
- Lagos e reservatórios
- Sistema viário
- ⚒ Mineração em atividade



Fonte:  
 - Substâncias requeridas obtidas no SIGMINE (2017).  
 - Sistema viário urbano cedido pelo Laboratório de Geoprocessamento da Universidade de Guarulhos.  
 - Base planialtimétrica - IGC: Instituto Geográfico e Cartográfico do Estado de São Paulo - 1:10.000



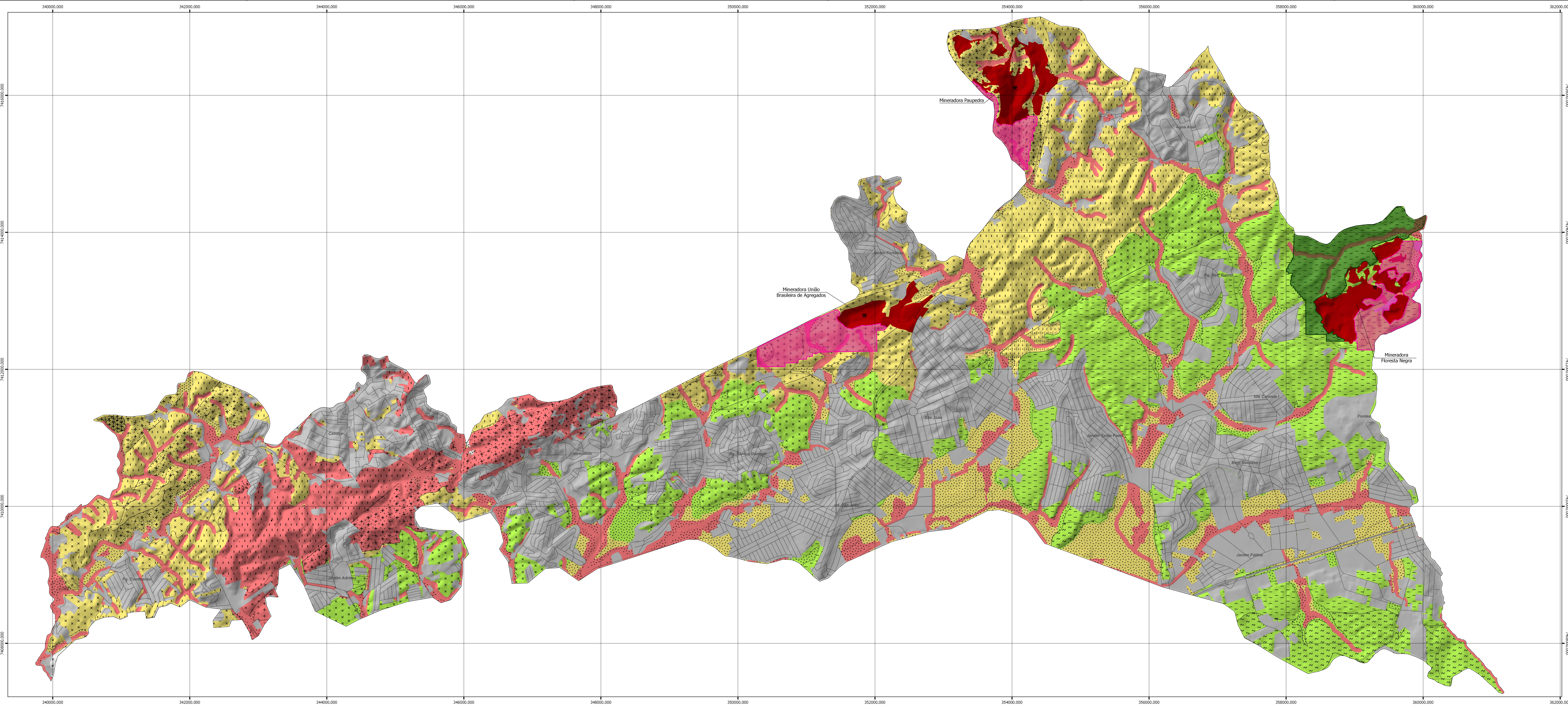
**CARTOGRAFIA GEOTÉCNICA DE APTIDÃO À URBANIZAÇÃO E APROVEITAMENTO DE AGREGADOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL NA ZONA DE EXPANSÃO DO MUNICÍPIO DE GUARULHOS - SP**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO - INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (IGc - USP)

**MAPA DE SUBSTÂNCIAS REQUERIDAS**

AUTOR:  
 PAULO EDUARDO ESTEVES DE CAMARGO  
 ORIENTADOR:  
 PROF. DR. EDILSON PIZZATO

**APÊNDICE B – CGAU para o planejamento urbano e o aproveitamento de agregados da construção civil**



UNIDADES GEOTÉCNICAS	DESCRIÇÃO DAS UNIDADES	PROCESSOS POTENCIAIS (DESASTRES NATURAIS)	RECOMENDAÇÕES PARA O PLANEJAMENTO DO USO DO SOLO	CARACTERIZAÇÃO DO POTENCIAL MINERAL DE MATERIAIS DA CONSTRUÇÃO	RECOMENDAÇÕES DE ESTUDO E INVESTIGAÇÕES DETALHADAS PARA CARACTERIZAÇÃO DO TERRENO
	Material transportado por ação das águas dos rios onde os sedimentos depositam-se ao longo das redes de drenagem formando depósitos de material de textura arenosa e argilosa com presença de cascalheiras e solo orgânico. Baixa resistência ao corte e penetração e fácil escavabilidade (1ª categoria). Os depósitos apresentam camadas horizontalizadas com características geomecânicas e hidráulicas laterais com boa homogeneidade. Apresentam também capacidade de suporte que varia de muito baixa para as camadas argilosas a média para as de caráter arenoso e depósitos de cascalho suscetíveis a resacas e processos erosivos. Declividades entre 0 a 3° e amplitude topográfica de 2 a 20 metros.	- Inundação - Enchente - Solapamento de margens de curso d'água	Evitar construções de qualquer tipo, principalmente nas áreas próximas aos cursos d'água. Quando necessária a ocupação, analisar o período de recorrência e a magnitude dos enchentes, o inundação. Recomenda-se a realização de obras de drenagem de retenção de cheias, melhoria do fluxo de escoamento e contenção dos margens dos cursos d'água. Adotar medidas de segurança para evitar a contaminação da água subterrânea.	Apresentam grande potencial para mineração de areia, argila e cascalho.	Realização de ensaios de campo como sondagens à percussão do tipo SPT. Retirada de amostras e provas de carga. Ensaios de laboratório como compressão, cisalhamento e triaxial. Em locais com impossibilidade de retirada de amostras realizar Vane test. Realizar estudos hidrológicos e simulações matemática e hidrodinâmica para caracterização hidrológica e dimensionamento de obras de drenagem.
	Sedimentos transportados por gravidade e retrabalhado por ação das águas fluviárias gerando depósitos com intercalações irregulares de areia e argila. Devido à irregularidade das camadas dos depósitos, essa unidade pode apresentar heterogeneidade nas características geomecânicas e hidráulicas e nível d'água subterrâneo variado. A escavabilidade varia de fácil à moderada de acordo com a posição do depósito. Em locais próximos às encostas, podem ocorrer materiais de primeira e segunda categoria enquanto nas áreas mais planas ocorrem materiais de primeira categoria. A capacidade de suporte varia de baixa a moderada, desenvolvem-se em terrenos cuja declividade varia de 0 a 10° e amplitude topográfica de 25 metros. O risco de inundação é menor comparado com a UG Depósito Aluvionar, porém em eventos críticos podem ocorrer inundações e erosões. Risco geológico baixo podendo ser moderado nas áreas próximas às encostas principalmente se houver cortes individuais nos taludes. Os colúvios apresentam espessura fina de ordem centimétrica a intermediária desenvolvidos sobre as rochas sedimentares pouco consolidadas da Formação Resende. Apresentam textura heteroplina de composição argilosa com presença de seixos de variados tamanhos. Fácil escavabilidade mesmo em níveis próximos ao saprolito composto por rocha sedimentar pouco consolidada, com camadas planoparalelas onde intercalam porções arenosas e argilosas. Capacidade de suporte é geralmente média a alta. O risco de inundação é muito baixo devido aos intervalos de declividade. Já o risco geológico é mais atuante principalmente se houver cortes em estudos prévios e/ou executados sem técnica apropriada. Declividades que variam de 5 a 30° e amplitude topográfica de 75 metros.	- Deslizamento	Terrenos com características geotécnicas favoráveis à urbanização. Apresentam baixa suscetibilidade a processos gravitacionais de massa e hidrológicos. Os processos de deslizamento podem ocorrer se os cortes forem realizados de forma incorreta a qual acarreta na instabilização do terreno.	Essa unidade apresenta bom potencial para exploração de areia e argila nas camadas abaixo do solo residual e pode ser extraído material de empréstimo nas porções superficiais excluindo-se os colúvios quando existentes.	Realização de ensaios de campo como sondagens à percussão do tipo SPT. Ensaios laboratoriais para a avaliação da estabilidade de taludes.
	São depósitos de solo transportado por ação da gravidade com materiais heterogêneos depositados sobre solo de alteração de rochas metasedimentares que se distribuem por toda a área de estudo. Apresentam grande variabilidade de materiais constituintes dos depósitos conferindo-lhes geralmente fácil escavabilidade onde a categoria de escavação varia de 1ª a 2ª ordem. Apresentam média capacidade de suporte. Por causa da variabilidade dos materiais constituintes, as características relacionadas à compactação e resistência ao carregamento em fundações podem ser afetadas demandando maiores cuidados na fase de investigação para implantação de obras. Apresenta geralmente alta suscetibilidade a processos de deslizamentos principalmente nas regiões com maior declividade. Por se tratar de materiais mobilizados, apresentam maior permeabilidade tornando-se muito suscetíveis a muitos processos de mobilização variando desde deslizamentos.	- Deslizamento	Evitar construções que efetuem cortes e aterros individuais. Estabelecer geotécnicamente antes da ocupação por meio de obras de contenção ou realização de aterros com técnicas e técnicas adequadas.	Potencial baixo a médio principalmente para as camadas de colúvio e de solo residual onde o material em potencial é representado por silte e material de empréstimo. Pode ocorrer também locais com potencial de exploração de argila.	Realização de ensaios de campo como sondagens à percussão do tipo SPT e rotativa para as rochas. Ensaios laboratoriais para a avaliação da estabilidade de taludes. Instrumentação para monitoramento de taludes. Em caso de abertura de rodovias realizar as análises cinemáticas em taludes com exposição de rochas.
	Ocorre em locais cuja declividade pode variar de 15° até valores maiores que 45° e amplitude topográfica da ordem de 250 metros. A escavabilidade é fácil apresentando categorias de 1ª e 2ª ordem tanto para o solo transportado quanto para o solo residual. O solo residual apresenta grandes espessuras variando de 10 a 40 metros onde podem ocorrer afloramentos localizados de saprolito e rochas muito alteradas a sã. Em meio ao solo podem ocorrer blocos de rochas mais resistentes ao intemperismo dificultando dessa forma a escavação. A capacidade de suporte varia de baixa para os colúvios a média e alta nos solos residuais. As áreas onde ocorre essa unidade estão sujeitas a deslizamentos principalmente se forem executados cortes individuais nos taludes onde já apresentam baixa estabilidade geotécnica onde ocorrem os colúvios e a rotação de blocos caso sejam expostos.	- Deslizamento - Rolamento de blocos	Evitar construções que efetuem cortes e aterros individuais. Estabelecer geotécnicamente antes da ocupação por meio de obras de contenção e realização de aterros com materiais e técnicas adequadas. Atentar-se aos locais com presença de blocos expostos.	Alto potencial principalmente para brita, rocha ornamental e cantaria.	Realização de ensaios de campo como sondagens à percussão do tipo SPT com menor espaçamento entre os furos devido o potencial de presença de matacões e rotativa para as rochas. Ensaios laboratoriais para a avaliação da estabilidade de taludes. Instrumentação para monitoramento de taludes. Em caso de abertura de rodovias realizar as análises cinemáticas em taludes com exposição de rochas. Mapeamento de rinhos de blocos de rocha que representam perigos de rolamento ou queda. Realizar análise cinemática em taludes em rocha.
	Está associada a terrenos e vertentes com alta declividade com valores acima de 35° e amplitude topográfica de 250 metros. Engloba material altamente heterogêneo variando desde blocos de rocha até materiais argilinosos. Essa grande heterogeneidade reflete-se nas características geomecânicas como nas classes de escavação variando de fácil a difícil nas categorias 1ª, 2ª e 3ª. A capacidade de suporte em geral apresenta-se como média podendo ser baixa em alguns locais. A grande variabilidade de tamanho dos materiais constituintes desses depósitos podem comprometer a execução de obras de engenharia como fundações de pontes e viadutos. Alta suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa.	- Deslizamento - Queda/Rolamento de bloco - Enuradada nos canais de drenagem	Evitar construções de qualquer tipo devido a instabilização geotécnica natural do terreno o que pode ser potencializada por qualquer tipo de intervenção. Priorizar a área para o aproveitamento de agregados na construção civil ou preservação ambiental.	Baixo a médio potencial podendo ser ser extraídos substâncias de uso na construção civil, como areia, argila, caulim, feldspato, quartzo e calcário.	Realização de ensaios de campo como sondagens à percussão do tipo SPT e rotativa para as rochas. Realização de ensaios laboratoriais para a determinação de estabilidade dos taludes. Realizar análise cinemática dos taludes com rocha exposta e presença de rinhos de blocos. Mapeamento dos rinhos de blocos.
	Está associada a terrenos e vertentes com alta declividade com valores acima de 35° e amplitude topográfica de 250 metros. Engloba material altamente heterogêneo variando desde blocos de rocha até materiais argilinosos. Essa grande heterogeneidade reflete-se nas características geomecânicas como nas classes de escavação variando de fácil a difícil nas categorias 1ª, 2ª e 3ª. A capacidade de suporte em geral apresenta-se como média podendo ser baixa em alguns locais. A grande variabilidade de tamanho dos materiais constituintes desses depósitos podem comprometer a execução de obras de engenharia como fundações de pontes e viadutos. Alta suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa.	- Deslizamento - Queda/Rolamento de bloco - Enuradada nos canais de drenagem	Evitar construções de qualquer tipo devido a instabilização geotécnica natural do terreno o que pode ser potencializada por qualquer tipo de intervenção. Priorizar a área para o aproveitamento de agregados na construção civil ou preservação ambiental.	Alto potencial mineral principalmente para a extração de brita podendo ser explorado também para rochas ornamentais e cantaria.	à percussão do tipo SPT e rotativa para as rochas. Realização de ensaios laboratoriais para a determinação de estabilidade dos taludes. Realizar análise cinemática dos taludes com rocha exposta e presença de rinhos de blocos. Mapeamento dos rinhos de blocos.
	Desenvolve-se em terrenos com declividade suave a moderada cujos valores variam de 5° a 17° e amplitude topográfica da ordem de 80 metros. A espessura dos pacotes varia pouco onde os solos residuais podem atingir 3 metros enquanto a rocha sã pode atingir 50 metros. As porções mais profundas relacionadas com o saprolito e a rocha sã correspondem aos depósitos de leques aluviais medianos a distais cuja composição é representada por lamitos argilosos e arenosos e argilões onde podem ocorrer grânulos distribuídos com baixa frequência de quartzo e mica detritica com alta plasticidade e coesão e com consistência predominantemente dura. Apresentam categoria de escavação que varia de fácil a moderada (1ª e 2ª categoria) podendo se tornar difícil em camadas mais profundas referentes à rocha sã. A capacidade de suporte é geralmente média a alta podendo ocorrer locais com baixa capacidade.	- Deslizamento rotacional	Terrenos com características geotécnicas favoráveis à urbanização. Apresentam baixa suscetibilidade a processos gravitacionais de massa e hidrológicos. Os processos de deslizamento podem ocorrer em áreas com maior declividade e onde foram realizados cortes individuais no talude.	Alto potencial mineral principalmente para a exploração de areia e de maneira menos representativa a exploração de argila.	Realização de ensaios de campo como sondagens à percussão do tipo SPT. Ensaios laboratoriais para a avaliação da estabilidade de taludes.
	solos de alteração provenientes das rochas metasedimentares do Grupo Serra do Itaberá. Geralmente ocorrem em locais com intervalo de declividade entre 5° e 15° e amplitude topográfica da ordem de 80 a 100 metros. São solos bem desenvolvidos que em perfis mais evoluídos apresentam boa capacidade de suporte, baixa erosividade natural, baixa permeabilidade e boa capacidade de compactação, características essas que garantem boa estabilidade em taludes de corte. Por outro lado, em solos pouco evoluídos, podem desenvolver argilominerais expansivos que se expostos à variação do estado úmido pode desagregar-se em pequenas pastilhas gerando pontos de erosão ou trincas em construções implantadas sobre esses solos como trincas em armamentos. Fácil escavabilidade com categoria de escavação de 1ª e 2ª ordem. O solo rochoso à intemperizar, onde a espessura média do solo residual varia de 3 a 8 metros, onde a capacidade de suporte é baixa a moderada.	- Deslizamento - Rolamento de blocos	Há áreas com bom potencial para ocupação devido à estabilização geotécnica. Em locais com maior declividade deve-se evitar a ocupação ou tomar medidas adequadas para implantação de obras como contenção dos taludes e emprego de técnicas adequadas na realização de aterros.	Médio potencial para mineração de substâncias aplicadas na construção civil como areia e argila.	Realização de ensaios de campo como sondagens à percussão do tipo SPT e rotativa para as rochas. Ensaios laboratoriais para a avaliação da estabilidade de taludes. Instrumentação para monitoramento de taludes. Em caso de abertura de rodovias realizar as análises cinemáticas em taludes com exposição de rochas. Mapeamento de rinhos de blocos de rocha que representam perigos de rolamento ou queda. Realizar análise cinemática em taludes em rocha.
	solos de alteração dos corpos granulíticos. Desenvolve-se em relevo ondulado a forte ondulado cujos intervalos de declividade encontram-se entre 8° e 15° e a amplitude topográfica fica em torno dos 100 metros. São solos bem desenvolvidos com boa capacidade de suporte, baixa erosividade natural, baixa permeabilidade e caráter moderadamente plástico com baixa suscetibilidade a processos erosivos. As rochas apresentam alto grau de coesão, baixa porosidade primária constituída por minerais a base de quartzo e feldspato cuja resistência varia de extremamente resistente a branda. Nas bordas dos corpos granulíticos podem ocorrer estruturas foliadas caracterizadas por discontinuidades nas características geomecânicas considerando-se em pontos de fraqueza suscetíveis aos processos intermitentes em relação às localidades mais centralizadas nos corpos granulíticos. A capacidade de suporte varia conforme os horizontes onde são geralmente melhores nos saprolitos e solo	- Deslizamento	Há áreas com bom potencial para ocupação devido à estabilização geotécnica. Em locais com maior declividade deve-se evitar a ocupação ou tomar medidas adequadas para implantação de obras como contenção dos taludes e emprego de técnicas adequadas na realização de aterros. Atentar-se a presença de blocos expostos. Devido ao alto potencial mineral, para as áreas com baixo ou inexistente aptidão à urbanização aconselha-se a priorização da área para exploração de agregados de construção civil.	Alto potencial para mineração principalmente para brita, rocha ornamental e cantaria.	Realização de ensaios de campo como sondagens à percussão do tipo SPT com menor espaçamento entre os furos devido o potencial de presença de matacões e rotativa para as rochas. Ensaios laboratoriais para a avaliação da estabilidade de taludes. Instrumentação para monitoramento de taludes. Em caso de abertura de rodovias realizar as análises cinemáticas em taludes com exposição de rochas. Mapeamento de rinhos de blocos de rocha que representam perigos de rolamento ou queda. Realizar análise cinemática em taludes em rocha, obras de drenagem.
	Desenvolve-se sobre terrenos levemente ondulados a ondulados com declividade entre 8° e 14° e amplitude topográfica da ordem de 100 metros. As espessuras do solo residual são variadas entre 1 e 3 metros. Os solos desenvolvidos sobre os migmatitos do Complexo Embú podem apresentar baixa capacidade de suporte em alguns locais, porém no geral apresentam capacidade moderada. A escavabilidade do solo geralmente pertence à primeira categoria podendo ocorrer locais de segunda categoria de escavação. Já as rochas são de terceira categoria onde a escavação é realizada por meio de detonação. Podem ocorrer em locais com solos pouco evoluídos, horizontes com predomínio de argilominerais expansivos que se exposto em taludes de corte poderá gerar pontos de erosão acentuadas também não sendo indicadas para utilização em aterros.	- Deslizamento	São indicadas para ocupação principalmente devido às classes de declividade porém podem torna-se suscetíveis a deslizamentos caso sejam realizados cortes individuais que desestabilizem o talude.	Alto potencial para mineração principalmente para brita, rocha ornamental e cantaria.	Realização de ensaios de campo como sondagens à percussão do tipo SPT com menor espaçamento entre os furos devido o potencial de presença de matacões e rotativa para as rochas. Ensaios laboratoriais para a avaliação da estabilidade de taludes. Instrumentação para monitoramento de taludes. Em caso de abertura de rodovias realizar as análises cinemáticas em taludes com exposição de rochas. Mapeamento de rinhos de blocos de rocha que representam perigos de rolamento ou queda. Realizar análise cinemática em taludes em rocha.

### CLASSES DE APTIDÃO À URBANIZAÇÃO PARA PLANEJAMENTO URBANO E PRIORIZAÇÃO DE ÁREAS PARA URBANIZAÇÃO OU MINERAÇÃO

	Alta	Áreas sem restrição à urbanização ou consolidada do ponto de vista geotécnico.		Áreas de mineração de agregados da construção civil em atividade.
	Média	São áreas que apresentam restrições geotécnicas porém são passíveis de serem ocupadas desde que sigam critérios técnicos e diretrizes de ocupação.		Áreas prioritárias para exploração de agregados da construção civil. Geralmente são áreas com baixa aptidão à urbanização e alto potencial para exploração mineral ou áreas cuja disponibilização das atividades minerais em atividade prejudicam a qualidade ambiental de novos loteamentos.
	Baixa ou inexistente	Baixa ou inexistente aptidão - São áreas cujas características geotécnicas são altamente desfavoráveis à ocupação pois demandam grandes obras de estabilização ou de infraestrutura cuja segurança ainda assim não é garantida. Nessas áreas também se encontram locais de caráter proibitivo para ocupação onde em ambos é aconselhável a atribuição de outros usos.		Áreas prioritárias para ocupação urbana. Geralmente são áreas com alta aptidão à urbanização e contorno desfavorável para a atuação das frentes de lavra.

### CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

	Áreas urbanizadas	- Notas: - Unidades geotécnicas delimitadas e classificadas com base nos trabalhos do Projeto do Trem de Alta Velocidade RJ-SP (TAV) de Pimentel et al., (2009) e Moraes et al., (2015). - Processos anm - Títulos Minerários do Estado de São Paulo, <a href="http://sigmine.dhpm.gov.br/Website/Titulos_SP/viewer.htm">sigmine.dhpm.gov.br/Website/Titulos_SP/viewer.htm</a> . - Sistema viário urbano e base planimétrica cedido gentilmente pelo Laboratório de Geoprocessamento da Universidade de Guanabara. - Malha municipal digital do Brasil - IBGE, 2007.
	Rios, córregos, lagoas e barramentos	
	Sistema viário	

Localização da área de estudo

ESCALA 1:20.000

Sistema de Coordenadas Universal Transversa de Mercator  
Datum horizontal SIRGAS 2000 Zona 23 Sul

CARTOGRAFIA GEOTÉCNICA DE APTIDÃO À URBANIZAÇÃO E O APROVEITAMENTO DE AGREGADOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL NO MUNICÍPIO DE GUARULHOS - SP

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO - INSTITUTO DE GEOTÉCNICAS DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (IG - USP)

CARTA GEOTÉCNICA DE APTIDÃO À URBANIZAÇÃO PARA PLANEJAMENTO URBANO E O APROVEITAMENTO DE AGREGADOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

AUTOR: PAULO EDUARDO ESTEVES DE CAMARGO

ORIENTADOR: PROF. DR. EDILSON PIZZATO

**ANEXO A - Lei N°, 10.257, de 10 de julho de 2001; Lei N°. 12.608, de 10 de abril de 2012 e Lei N°. 6.766, de 19 de dezembro de 1979.**



**Presidência da República**  
**Casa Civil**  
**Subchefia para Assuntos Jurídicos**

**LEI Nº 10.257, DE 10 DE JULHO DE 2001.**

[Mensagem de Veto nº 730](#)

Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências.

[Vigência](#)

**O PRESIDENTE DA REPÚBLICA** Faço saber que o Congresso Nacional decreta e eu sanciono a seguinte Lei:

**CAPÍTULO I**

**DIRETRIZES GERAIS**

Art. 1º Na execução da política urbana, de que tratam os [arts. 182](#) e [183 da Constituição Federal](#), será aplicado o previsto nesta Lei.

Parágrafo único. Para todos os efeitos, esta Lei, denominada Estatuto da Cidade, estabelece normas de ordem pública e interesse social que regulam o uso da propriedade urbana em prol do bem coletivo, da segurança e do bem-estar dos cidadãos, bem como do equilíbrio ambiental.

Art. 2º A política urbana tem por objetivo ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e da propriedade urbana, mediante as seguintes diretrizes gerais:

I – garantia do direito a cidades sustentáveis, entendido como o direito à terra urbana, à moradia, ao saneamento ambiental, à infra-estrutura urbana, ao transporte e aos serviços públicos, ao trabalho e ao lazer, para as presentes e futuras gerações;

II – gestão democrática por meio da participação da população e de associações representativas dos vários segmentos da comunidade na formulação, execução e acompanhamento de planos, programas e projetos de desenvolvimento urbano;

III – cooperação entre os governos, a iniciativa privada e os demais setores da sociedade no processo de urbanização, em atendimento ao interesse social;

IV – planejamento do desenvolvimento das cidades, da distribuição espacial da população e das atividades econômicas do Município e do território sob sua área de influência, de modo a evitar e corrigir as distorções do crescimento urbano e seus efeitos negativos sobre o meio ambiente;

V – oferta de equipamentos urbanos e comunitários, transporte e serviços públicos adequados aos interesses e necessidades da população e às características locais;

VI – ordenação e controle do uso do solo, de forma a evitar:

a) a utilização inadequada dos imóveis urbanos;

b) a proximidade de usos incompatíveis ou inconvenientes;

c) o parcelamento do solo, a edificação ou o uso excessivos ou inadequados em relação à infra-estrutura urbana;

d) a instalação de empreendimentos ou atividades que possam funcionar como pólos geradores de tráfego, sem a previsão da infra-estrutura correspondente;

e) a retenção especulativa de imóvel urbano, que resulte na sua subutilização ou não utilização;

f) a deterioração das áreas urbanizadas;

g) a poluição e a degradação ambiental;

h) a exposição da população a riscos de desastres naturais; [\(Incluído pela Medida Provisória nº 547, de 2011\).](#)

VII – integração e complementaridade entre as atividades urbanas e rurais, tendo em vista o desenvolvimento socioeconômico do Município e do território sob sua área de influência;

VIII – adoção de padrões de produção e consumo de bens e serviços e de expansão urbana compatíveis com os limites da sustentabilidade ambiental, social e econômica do Município e do território sob sua área de influência;

IX – justa distribuição dos benefícios e ônus decorrentes do processo de urbanização;

X – adequação dos instrumentos de política econômica, tributária e financeira e dos gastos públicos aos objetivos do desenvolvimento urbano, de modo a privilegiar os investimentos geradores de bem-estar geral e a fruição dos bens pelos diferentes segmentos sociais;

XI – recuperação dos investimentos do Poder Público de que tenha resultado a valorização de imóveis urbanos;

XII – proteção, preservação e recuperação do meio ambiente natural e construído, do patrimônio cultural, histórico, artístico, paisagístico e arqueológico;

XIII – audiência do Poder Público municipal e da população interessada nos processos de implantação de empreendimentos ou atividades com efeitos potencialmente negativos sobre o meio ambiente natural ou construído, o conforto ou a segurança da população;

XIV – regularização fundiária e urbanização de áreas ocupadas por população de baixa renda mediante o estabelecimento de normas especiais de urbanização, uso e ocupação do solo e edificação, consideradas a situação socioeconômica da população e as normas ambientais;

XV – simplificação da legislação de parcelamento, uso e ocupação do solo e das normas edilícias, com vistas a permitir a redução dos custos e o aumento da oferta dos lotes e unidades habitacionais;

XVI – isonomia de condições para os agentes públicos e privados na promoção de empreendimentos e atividades relativos ao processo de urbanização, atendido o interesse social.

Art. 3º Compete à União, entre outras atribuições de interesse da política urbana:

I – legislar sobre normas gerais de direito urbanístico;

II – legislar sobre normas para a cooperação entre a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios em relação à política urbana, tendo em vista o equilíbrio do desenvolvimento e do bem-estar em âmbito nacional;

III – promover, por iniciativa própria e em conjunto com os Estados, o Distrito Federal e os Municípios, programas de construção de moradias e a melhoria das condições habitacionais e de saneamento básico;

IV – instituir diretrizes para o desenvolvimento urbano, inclusive habitação, saneamento básico e transportes urbanos;

V – elaborar e executar planos nacionais e regionais de ordenação do território e de desenvolvimento econômico e social.

## CAPÍTULO II

### DOS INSTRUMENTOS DA POLÍTICA URBANA

#### Seção I

##### Dos instrumentos em geral

Art. 4º Para os fins desta Lei, serão utilizados, entre outros instrumentos:

I – planos nacionais, regionais e estaduais de ordenação do território e de desenvolvimento econômico e social;

II – planejamento das regiões metropolitanas, aglomerações urbanas e microrregiões;

III – planejamento municipal, em especial:

a) plano diretor;

b) disciplina do parcelamento, do uso e da ocupação do solo;

c) zoneamento ambiental;

d) plano plurianual;

e) diretrizes orçamentárias e orçamento anual;

f) gestão orçamentária participativa;

g) planos, programas e projetos setoriais;

h) planos de desenvolvimento econômico e social;

IV – institutos tributários e financeiros:

a) imposto sobre a propriedade predial e territorial urbana - IPTU;

b) contribuição de melhoria;

c) incentivos e benefícios fiscais e financeiros;

V – institutos jurídicos e políticos:

a) desapropriação;

b) servidão administrativa;

c) limitações administrativas;

d) tombamento de imóveis ou de mobiliário urbano;

e) instituição de unidades de conservação;

f) instituição de zonas especiais de interesse social;

g) concessão de direito real de uso;

h) concessão de uso especial para fins de moradia;

i) parcelamento, edificação ou utilização compulsórios;

j) usucapião especial de imóvel urbano;

l) direito de superfície;

m) direito de preempção;

n) outorga onerosa do direito de construir e de alteração de uso;

o) transferência do direito de construir;

p) operações urbanas consorciadas;

q) regularização fundiária;

r) assistência técnica e jurídica gratuita para as comunidades e grupos sociais menos favorecidos;

s) referendo popular e plebiscito;

t) ~~demarcação urbanística para fins de regularização fundiária; (Incluído pela Medida Provisória nº 459, de 2009)~~

u) legitimação de posse. (Incluído pela Medida Provisória nº 459, de 2009)



t) demarcação urbanística para fins de regularização fundiária; [\(Incluído pela Lei nº 11.977, de 2009\)](#)

u) legitimação de posse. [\(Incluído pela Lei nº 11.977, de 2009\)](#)

VI – estudo prévio de impacto ambiental (EIA) e estudo prévio de impacto de vizinhança (EIV).

§ 1º Os instrumentos mencionados neste artigo regem-se pela legislação que lhes é própria, observado o disposto nesta Lei.

§ 2º Nos casos de programas e projetos habitacionais de interesse social, desenvolvidos por órgãos ou entidades da Administração Pública com atuação específica nessa área, a concessão de direito real de uso de imóveis públicos poderá ser contratada coletivamente.

§ 3º Os instrumentos previstos neste artigo que demandam dispêndio de recursos por parte do Poder Público municipal devem ser objeto de controle social, garantida a participação de comunidades, movimentos e entidades da sociedade civil.

## Seção II

### Do parcelamento, edificação ou utilização compulsórios

Art. 5º Lei municipal específica para área incluída no plano diretor poderá determinar o parcelamento, a edificação ou a utilização compulsórios do solo urbano não edificado, subutilizado ou não utilizado, devendo fixar as condições e os prazos para implementação da referida obrigação.

§ 1º Considera-se subutilizado o imóvel:

I – cujo aproveitamento seja inferior ao mínimo definido no plano diretor ou em legislação dele decorrente;

II – (VETADO)

§ 2º O proprietário será notificado pelo Poder Executivo municipal para o cumprimento da obrigação, devendo a notificação ser averbada no cartório de registro de imóveis.

§ 3º A notificação far-se-á:

I – por funcionário do órgão competente do Poder Público municipal, ao proprietário do imóvel ou, no caso de este ser pessoa jurídica, a quem tenha poderes de gerência geral ou administração;

II – por edital quando frustrada, por três vezes, a tentativa de notificação na forma prevista pelo inciso I.

§ 4º Os prazos a que se refere o caput não poderão ser inferiores a:

I - um ano, a partir da notificação, para que seja protocolado o projeto no órgão municipal competente;

II - dois anos, a partir da aprovação do projeto, para iniciar as obras do empreendimento.

§ 5º Em empreendimentos de grande porte, em caráter excepcional, a lei municipal específica a que se refere o caput poderá prever a conclusão em etapas, assegurando-se que o projeto aprovado compreenda o empreendimento como um todo.

Art. 6º A transmissão do imóvel, por ato inter vivos ou causa mortis, posterior à data da notificação, transfere as obrigações de parcelamento, edificação ou utilização previstas no art. 5º desta Lei, sem interrupção de quaisquer prazos.

### Seção III

#### Do IPTU progressivo no tempo

Art. 7º Em caso de descumprimento das condições e dos prazos previstos na forma do caput do art. 5º desta Lei, ou não sendo cumpridas as etapas previstas no § 5º do art. 5º desta Lei, o Município procederá à aplicação do imposto sobre a propriedade predial e territorial urbana (IPTU) progressivo no tempo, mediante a majoração da alíquota pelo prazo de cinco anos consecutivos.

§ 1º O valor da alíquota a ser aplicado a cada ano será fixado na lei específica a que se refere o caput do art. 5º desta Lei e não excederá a duas vezes o valor referente ao ano anterior, respeitada a alíquota máxima de quinze por cento.

§ 2º Caso a obrigação de parcelar, edificar ou utilizar não esteja atendida em cinco anos, o Município manterá a cobrança pela alíquota máxima, até que se cumpra a referida obrigação, garantida a prerrogativa prevista no art. 8º.

§ 3º É vedada a concessão de isenções ou de anistia relativas à tributação progressiva de que trata este artigo.

### Seção IV

#### Da desapropriação com pagamento em títulos

Art. 8º Decorridos cinco anos de cobrança do IPTU progressivo sem que o proprietário tenha cumprido a obrigação de parcelamento, edificação ou utilização, o Município poderá proceder à desapropriação do imóvel, com pagamento em títulos da dívida pública.

§ 1º Os títulos da dívida pública terão prévia aprovação pelo Senado Federal e serão resgatados no prazo de até dez anos, em prestações anuais, iguais e sucessivas, assegurados o valor real da indenização e os juros legais de seis por cento ao ano.

§ 2º O valor real da indenização:

I – refletirá o valor da base de cálculo do IPTU, descontado o montante incorporado em função de obras realizadas pelo Poder Público na área onde o mesmo se localiza após a notificação de que trata o § 2º do art. 5º desta Lei;

II – não computará expectativas de ganhos, lucros cessantes e juros compensatórios.

§ 3º Os títulos de que trata este artigo não terão poder liberatório para pagamento de tributos.

§ 4º O Município procederá ao adequado aproveitamento do imóvel no prazo máximo de cinco anos, contado a partir da sua incorporação ao patrimônio público.

§ 5º O aproveitamento do imóvel poderá ser efetivado diretamente pelo Poder Público ou por meio de alienação ou concessão a terceiros, observando-se, nesses casos, o devido procedimento licitatório.

§ 6º Ficam mantidas para o adquirente de imóvel nos termos do § 5º as mesmas obrigações de parcelamento, edificação ou utilização previstas no art. 5º desta Lei.

## Seção V

### Da usucapião especial de imóvel urbano

Art. 9º Aquele que possuir como sua área ou edificação urbana de até duzentos e cinquenta metros quadrados, por cinco anos, ininterruptamente e sem oposição, utilizando-a para sua moradia ou de sua família, adquirir-lhe-á o domínio, desde que não seja proprietário de outro imóvel urbano ou rural.

§ 1º O título de domínio será conferido ao homem ou à mulher, ou a ambos, independentemente do estado civil.

§ 2º O direito de que trata este artigo não será reconhecido ao mesmo possuidor mais de uma vez.

§ 3º Para os efeitos deste artigo, o herdeiro legítimo continua, de pleno direito, a posse de seu antecessor, desde que já resida no imóvel por ocasião da abertura da sucessão.

Art. 10. As áreas urbanas com mais de duzentos e cinquenta metros quadrados, ocupadas por população de baixa renda para sua moradia, por cinco anos, ininterruptamente e sem oposição, onde não for possível identificar os terrenos ocupados por cada possuidor, são susceptíveis de serem usucapidas coletivamente, desde que os possuidores não sejam proprietários de outro imóvel urbano ou rural.

§ 1º O possuidor pode, para o fim de contar o prazo exigido por este artigo, acrescentar sua posse à de seu antecessor, contanto que ambas sejam contínuas.

§ 2º A usucapião especial coletiva de imóvel urbano será declarada pelo juiz, mediante sentença, a qual servirá de título para registro no cartório de registro de imóveis.

§ 3º Na sentença, o juiz atribuirá igual fração ideal de terreno a cada possuidor, independentemente da dimensão do terreno que cada um ocupe, salvo hipótese de acordo escrito entre os condôminos, estabelecendo frações ideais diferenciadas.

§ 4º O condomínio especial constituído é indivisível, não sendo passível de extinção, salvo deliberação favorável tomada por, no mínimo, dois terços dos condôminos, no caso de execução de urbanização posterior à constituição do condomínio.

§ 5º As deliberações relativas à administração do condomínio especial serão tomadas por maioria de votos dos condôminos presentes, obrigando também os demais, discordantes ou ausentes.

Art. 11. Na pendência da ação de usucapião especial urbana, ficarão sobrestadas quaisquer outras ações, petições ou possessórias, que venham a ser propostas relativamente ao imóvel usucapiendo.

Art. 12. São partes legítimas para a propositura da ação de usucapião especial urbana:

I – o possuidor, isoladamente ou em litisconsórcio originário ou superveniente;

II – os possuidores, em estado de comosse;

III – como substituto processual, a associação de moradores da comunidade, regularmente constituída, com personalidade jurídica, desde que explicitamente autorizada pelos representados.

§ 1º Na ação de usucapião especial urbana é obrigatória a intervenção do Ministério Público.

§ 2º O autor terá os benefícios da justiça e da assistência judiciária gratuita, inclusive perante o cartório de registro de imóveis.

Art. 13. A usucapião especial de imóvel urbano poderá ser invocada como matéria de defesa, valendo a sentença que a reconhecer como título para registro no cartório de registro de imóveis.

Art. 14. Na ação judicial de usucapião especial de imóvel urbano, o rito processual a ser observado é o sumário.

## Seção VI

### Da concessão de uso especial para fins de moradia

Art. 15. (VETADO)

Art. 16. (VETADO)

Art. 17. (VETADO)

Art. 18. (VETADO)

Art. 19. (VETADO)

Art. 20. (VETADO)

## Seção VII

### Do direito de superfície

Art. 21. O proprietário urbano poderá conceder a outrem o direito de superfície do seu terreno, por tempo determinado ou indeterminado, mediante escritura pública registrada no cartório de registro de imóveis.

§ 1º O direito de superfície abrange o direito de utilizar o solo, o subsolo ou o espaço aéreo relativo ao terreno, na forma estabelecida no contrato respectivo, atendida a legislação urbanística.

§ 2º A concessão do direito de superfície poderá ser gratuita ou onerosa.

§ 3º O superficiário responderá integralmente pelos encargos e tributos que incidirem sobre a propriedade superficiária, arcando, ainda, proporcionalmente à sua parcela de ocupação efetiva, com os encargos e tributos sobre a área objeto da concessão do direito de superfície, salvo disposição em contrário do contrato respectivo.

§ 4º O direito de superfície pode ser transferido a terceiros, obedecidos os termos do contrato respectivo.

§ 5º Por morte do superficiário, os seus direitos transmitem-se a seus herdeiros.

Art. 22. Em caso de alienação do terreno, ou do direito de superfície, o superficiário e o proprietário, respectivamente, terão direito de preferência, em igualdade de condições à oferta de terceiros.

Art. 23. Extingue-se o direito de superfície:

I – pelo advento do termo;

II – pelo descumprimento das obrigações contratuais assumidas pelo superficiário.

Art. 24. Extinto o direito de superfície, o proprietário recuperará o pleno domínio do terreno, bem como das acessões e benfeitorias introduzidas no imóvel, independentemente de indenização, se as partes não houverem estipulado o contrário no respectivo contrato.

§ 1º Antes do termo final do contrato, extinguir-se-á o direito de superfície se o superficiário der ao terreno destinação diversa daquela para a qual for concedida.

§ 2º A extinção do direito de superfície será averbada no cartório de registro de imóveis.

## Seção VIII

### Do direito de preempção

Art. 25. O direito de preempção confere ao Poder Público municipal preferência para aquisição de imóvel urbano objeto de alienação onerosa entre particulares.

§ 1º Lei municipal, baseada no plano diretor, delimitará as áreas em que incidirá o direito de preempção e fixará prazo de vigência, não superior a cinco anos, renovável a partir de um ano após o decurso do prazo inicial de vigência.

§ 2º O direito de preempção fica assegurado durante o prazo de vigência fixado na forma do § 1º, independentemente do número de alienações referentes ao mesmo imóvel.

Art. 26. O direito de preempção será exercido sempre que o Poder Público necessitar de áreas para:

I – regularização fundiária;

II – execução de programas e projetos habitacionais de interesse social;

III – constituição de reserva fundiária;

IV – ordenamento e direcionamento da expansão urbana;

V – implantação de equipamentos urbanos e comunitários;

VI – criação de espaços públicos de lazer e áreas verdes;

VII – criação de unidades de conservação ou proteção de outras áreas de interesse ambiental;

VIII – proteção de áreas de interesse histórico, cultural ou paisagístico;

IX – (VETADO)

Parágrafo único. A lei municipal prevista no § 1º do art. 25 desta Lei deverá enquadrar cada área em que incidirá o direito de preempção em uma ou mais das finalidades enumeradas por este artigo.

Art. 27. O proprietário deverá notificar sua intenção de alienar o imóvel, para que o Município, no prazo máximo de trinta dias, manifeste por escrito seu interesse em comprá-lo.

§ 1º À notificação mencionada no caput será anexada proposta de compra assinada por terceiro interessado na aquisição do imóvel, da qual constarão preço, condições de pagamento e prazo de validade.

§ 2º O Município fará publicar, em órgão oficial e em pelo menos um jornal local ou regional de grande circulação, edital de aviso da notificação recebida nos termos do caput e da intenção de aquisição do imóvel nas condições da proposta apresentada.

§ 3º Transcorrido o prazo mencionado no caput sem manifestação, fica o proprietário autorizado a realizar a alienação para terceiros, nas condições da proposta apresentada.

§ 4º Concretizada a venda a terceiro, o proprietário fica obrigado a apresentar ao Município, no prazo de trinta dias, cópia do instrumento público de alienação do imóvel.

§ 5º A alienação processada em condições diversas da proposta apresentada é nula de pleno direito.

§ 6º Ocorrida a hipótese prevista no § 5º o Município poderá adquirir o imóvel pelo valor da base de cálculo do IPTU ou pelo valor indicado na proposta apresentada, se este for inferior àquele.

## Seção IX

### Da outorga onerosa do direito de construir

Art. 28. O plano diretor poderá fixar áreas nas quais o direito de construir poderá ser exercido acima do coeficiente de aproveitamento básico adotado, mediante contrapartida a ser prestada pelo beneficiário.

§ 1º Para os efeitos desta Lei, coeficiente de aproveitamento é a relação entre a área edificável e a área do terreno.

§ 2º O plano diretor poderá fixar coeficiente de aproveitamento básico único para toda a zona urbana ou diferenciado para áreas específicas dentro da zona urbana.

§ 3º O plano diretor definirá os limites máximos a serem atingidos pelos coeficientes de aproveitamento, considerando a proporcionalidade entre a infra-estrutura existente e o aumento de densidade esperado em cada área.

Art. 29. O plano diretor poderá fixar áreas nas quais poderá ser permitida alteração de uso do solo, mediante contrapartida a ser prestada pelo beneficiário.

Art. 30. Lei municipal específica estabelecerá as condições a serem observadas para a outorga onerosa do direito de construir e de alteração de uso, determinando:

- I – a fórmula de cálculo para a cobrança;
- II – os casos passíveis de isenção do pagamento da outorga;
- III – a contrapartida do beneficiário.

Art. 31. Os recursos auferidos com a adoção da outorga onerosa do direito de construir e de alteração de uso serão aplicados com as finalidades previstas nos incisos I a IX do art. 26 desta Lei.

## Seção X

### Das operações urbanas consorciadas

Art. 32. Lei municipal específica, baseada no plano diretor, poderá delimitar área para aplicação de operações consorciadas.

§ 1º Considera-se operação urbana consorciada o conjunto de intervenções e medidas coordenadas pelo Poder Público municipal, com a participação dos proprietários, moradores, usuários permanentes e investidores privados, com o objetivo de alcançar em uma área transformações urbanísticas estruturais, melhorias sociais e a valorização ambiental.

§ 2º Poderão ser previstas nas operações urbanas consorciadas, entre outras medidas:

I – a modificação de índices e características de parcelamento, uso e ocupação do solo e subsolo, bem como alterações das normas edilícias, considerado o impacto ambiental delas decorrente;

II – a regularização de construções, reformas ou ampliações executadas em desacordo com a legislação vigente.

Art. 33. Da lei específica que aprovar a operação urbana consorciada constará o plano de operação urbana consorciada, contendo, no mínimo:

I – definição da área a ser atingida;

II – programa básico de ocupação da área;

III – programa de atendimento econômico e social para a população diretamente afetada pela operação;

IV – finalidades da operação;

V – estudo prévio de impacto de vizinhança;

VI – contrapartida a ser exigida dos proprietários, usuários permanentes e investidores privados em função da utilização dos benefícios previstos nos incisos I e II do § 2º do art. 32 desta Lei;

VII – forma de controle da operação, obrigatoriamente compartilhado com representação da sociedade civil.

§ 1º Os recursos obtidos pelo Poder Público municipal na forma do inciso VI deste artigo serão aplicados exclusivamente na própria operação urbana consorciada.

§ 2º A partir da aprovação da lei específica de que trata o caput, são nulas as licenças e autorizações a cargo do Poder Público municipal expedidas em desacordo com o plano de operação urbana consorciada.

Art. 34. A lei específica que aprovar a operação urbana consorciada poderá prever a emissão pelo Município de quantidade determinada de certificados de potencial adicional de construção, que serão alienados em leilão ou utilizados diretamente no pagamento das obras necessárias à própria operação.

§ 1º Os certificados de potencial adicional de construção serão livremente negociados, mas conversíveis em direito de construir unicamente na área objeto da operação.

§ 2º Apresentado pedido de licença para construir, o certificado de potencial adicional será utilizado no pagamento da área de construção que supere os padrões estabelecidos pela legislação de uso e ocupação do solo, até o limite fixado pela lei específica que aprovar a operação urbana consorciada.



## Seção XI

### Da transferência do direito de construir

Art. 35. Lei municipal, baseada no plano diretor, poderá autorizar o proprietário de imóvel urbano, privado ou público, a exercer em outro local, ou alienar, mediante escritura pública, o direito de construir previsto no plano diretor ou em legislação urbanística dele decorrente, quando o referido imóvel for considerado necessário para fins de:

I – implantação de equipamentos urbanos e comunitários;

II – preservação, quando o imóvel for considerado de interesse histórico, ambiental, paisagístico, social ou cultural;

III – servir a programas de regularização fundiária, urbanização de áreas ocupadas por população de baixa renda e habitação de interesse social.

§ 1º A mesma faculdade poderá ser concedida ao proprietário que doar ao Poder Público seu imóvel, ou parte dele, para os fins previstos nos incisos I a III do caput.

§ 2º A lei municipal referida no caput estabelecerá as condições relativas à aplicação da transferência do direito de construir.

## Seção XII

### Do estudo de impacto de vizinhança

Art. 36. Lei municipal definirá os empreendimentos e atividades privados ou públicos em área urbana que dependerão de elaboração de estudo prévio de impacto de vizinhança (EIV) para obter as licenças ou autorizações de construção, ampliação ou funcionamento a cargo do Poder Público municipal.

Art. 37. O EIV será executado de forma a contemplar os efeitos positivos e negativos do empreendimento ou atividade quanto à qualidade de vida da população residente na área e suas proximidades, incluindo a análise, no mínimo, das seguintes questões:

I – adensamento populacional;

II – equipamentos urbanos e comunitários;

III – uso e ocupação do solo;

IV – valorização imobiliária;

V – geração de tráfego e demanda por transporte público;

VI – ventilação e iluminação;

VII – paisagem urbana e patrimônio natural e cultural.

Parágrafo único. Dar-se-á publicidade aos documentos integrantes do EIV, que ficarão disponíveis para consulta, no órgão competente do Poder Público municipal, por qualquer interessado.

Art. 38. A elaboração do EIV não substitui a elaboração e a aprovação de estudo prévio de impacto ambiental (EIA), requeridas nos termos da legislação ambiental.

### CAPÍTULO III

#### DO PLANO DIRETOR

Art. 39. A propriedade urbana cumpre sua função social quando atende às exigências fundamentais de ordenação da cidade expressas no plano diretor, assegurando o atendimento das necessidades dos cidadãos quanto à qualidade de vida, à justiça social e ao desenvolvimento das atividades econômicas, respeitadas as diretrizes previstas no art. 2º desta Lei.

Art. 40. O plano diretor, aprovado por lei municipal, é o instrumento básico da política de desenvolvimento e expansão urbana.

§ 1º O plano diretor é parte integrante do processo de planejamento municipal, devendo o plano plurianual, as diretrizes orçamentárias e o orçamento anual incorporar as diretrizes e as prioridades nele contidas.

§ 2º O plano diretor deverá englobar o território do Município como um todo.

§ 3º A lei que instituir o plano diretor deverá ser revista, pelo menos, a cada dez anos.

§ 4º No processo de elaboração do plano diretor e na fiscalização de sua implementação, os Poderes Legislativo e Executivo municipais garantirão:

I – a promoção de audiências públicas e debates com a participação da população e de associações representativas dos vários segmentos da comunidade;

II – a publicidade quanto aos documentos e informações produzidos;

III – o acesso de qualquer interessado aos documentos e informações produzidos.

§ 5º (VETADO)

Art. 41. O plano diretor é obrigatório para cidades:

I – com mais de vinte mil habitantes;

II – integrantes de regiões metropolitanas e aglomerações urbanas;

III – onde o Poder Público municipal pretenda utilizar os instrumentos previstos no [§ 4º do art. 182 da Constituição Federal](#);

IV – integrantes de áreas de especial interesse turístico;

V – inseridas na área de influência de empreendimentos ou atividades com significativo impacto ambiental de âmbito regional ou nacional.

§ 1º No caso da realização de empreendimentos ou atividades enquadrados no inciso V do caput, os recursos técnicos e financeiros para a elaboração do plano diretor estarão inseridos entre as medidas de compensação adotadas.

§ 2º No caso de cidades com mais de quinhentos mil habitantes, deverá ser elaborado um plano de transporte urbano integrado, compatível com o plano diretor ou nele inserido.

Art. 42. O plano diretor deverá conter no mínimo:

I – a delimitação das áreas urbanas onde poderá ser aplicado o parcelamento, edificação ou utilização compulsórios, considerando a existência de infra-estrutura e de demanda para utilização, na forma do art. 5º desta Lei;

II – disposições requeridas pelos arts. 25, 28, 29, 32 e 35 desta Lei;

III – sistema de acompanhamento e controle.

Art. 42-A. Os municípios que possuam áreas de expansão urbana deverão elaborar Plano de Expansão Urbana no qual constarão, no mínimo: [\(Incluído pela Medida Provisória nº 547, de 2011\)](#)

I - demarcação da área de expansão urbana; [\(Incluído pela Medida Provisória nº 547, de 2011\)](#)

II - delimitação dos trechos com restrições à urbanização e dos trechos sujeitos a controle especial em função de ameaça de desastres naturais; [\(Incluído pela Medida Provisória nº 547, de 2011\)](#)

III - definição de diretrizes específicas e de áreas que serão utilizadas para infraestrutura, sistema viário, equipamentos e instalações públicas, urbanas e sociais; [\(Incluído pela Medida Provisória nº 547, de 2011\)](#)

IV - definição de parâmetros de parcelamento, uso e ocupação do solo, de modo a promover a diversidade de usos e contribuir para a geração de emprego e renda; [\(Incluído pela Medida Provisória nº 547, de 2011\)](#)

V - a previsão de áreas para habitação de interesse social por meio da demarcação de zonas especiais de interesse social e de outros instrumentos de política urbana, quando o uso habitacional for permitido; [\(Incluído pela Medida Provisória nº 547, de 2011\)](#)

VI - definição de diretrizes e instrumentos específicos para proteção ambiental e do patrimônio histórico e cultural; e [\(Incluído pela Medida Provisória nº 547, de 2011\)](#)

VII - definição de mecanismos para garantir a justa distribuição dos ônus e benefícios decorrentes do processo de urbanização do território de expansão urbana e a recuperação para a coletividade da valorização imobiliária resultante da ação do Poder Público. [\(Incluído pela Medida Provisória nº 547, de 2011\)](#)

§ 1º Consideram-se áreas de expansão urbana aquelas destinadas pelo Plano Diretor ou lei municipal ao crescimento ordenado das cidades, vilas e demais núcleos urbanos, bem como aquelas que forem incluídas no perímetro urbano a partir da publicação desta Medida Provisória. [\(Incluído pela Medida Provisória nº 547, de 2011\)](#)

§ 2º O Plano de Expansão Urbana deverá atender às diretrizes do Plano Diretor, quando houver. [\(Incluído pela Medida Provisória nº 547, de 2011\)](#)

§ 3º A aprovação de projetos de parcelamento do solo urbano em áreas de expansão urbana ficará condicionada à existência do Plano de Expansão Urbana. [\(Incluído pela Medida Provisória nº 547, de 2011\)](#) [\(Vigência\)](#)

§ 4º Quando o Plano Diretor contemplar as exigências estabelecidas no **caput**, o Município ficará dispensado da elaboração do Plano de Expansão Urbana. [\(Incluído pela Medida Provisória nº 547, de 2011\)](#)

## CAPÍTULO IV

### DA GESTÃO DEMOCRÁTICA DA CIDADE

Art. 43. Para garantir a gestão democrática da cidade, deverão ser utilizados, entre outros, os seguintes instrumentos:

I – órgãos colegiados de política urbana, nos níveis nacional, estadual e municipal;

II – debates, audiências e consultas públicas;

III – conferências sobre assuntos de interesse urbano, nos níveis nacional, estadual e municipal;

IV – iniciativa popular de projeto de lei e de planos, programas e projetos de desenvolvimento urbano;

V – (VETADO)

Art. 44. No âmbito municipal, a gestão orçamentária participativa de que trata a alínea f do inciso III do art. 4º desta Lei incluirá a realização de debates, audiências e consultas públicas sobre as propostas do plano plurianual, da lei de diretrizes orçamentárias e do orçamento anual, como condição obrigatória para sua aprovação pela Câmara Municipal.

Art. 45. Os organismos gestores das regiões metropolitanas e aglomerações urbanas incluirão obrigatória e significativa participação da população e de associações representativas dos vários segmentos da comunidade, de modo a garantir o controle direto de suas atividades e o pleno exercício da cidadania.

## CAPÍTULO V

### DISPOSIÇÕES GERAIS

Art. 46. O Poder Público municipal poderá facultar ao proprietário de área atingida pela obrigação de que trata o caput do art. 5º desta Lei, a requerimento deste, o estabelecimento de consórcio imobiliário como forma de viabilização financeira do aproveitamento do imóvel.

§ 1º Considera-se consórcio imobiliário a forma de viabilização de planos de urbanização ou edificação por meio da qual o proprietário transfere ao Poder Público municipal seu imóvel e, após a realização das obras, recebe, como pagamento, unidades imobiliárias devidamente urbanizadas ou edificadas.

§ 2º O valor das unidades imobiliárias a serem entregues ao proprietário será correspondente ao valor do imóvel antes da execução das obras, observado o disposto no § 2º do art. 8º desta Lei.

Art. 47. Os tributos sobre imóveis urbanos, assim como as tarifas relativas a serviços públicos urbanos, serão diferenciados em função do interesse social.

Art. 48. Nos casos de programas e projetos habitacionais de interesse social, desenvolvidos por órgãos ou entidades da Administração Pública com atuação específica nessa área, os contratos de concessão de direito real de uso de imóveis públicos:

I – terão, para todos os fins de direito, caráter de escritura pública, não se aplicando o disposto no inciso II do art. 134 do Código Civil;

II – constituirão título de aceitação obrigatória em garantia de contratos de financiamentos habitacionais.

Art. 49. Os Estados e Municípios terão o prazo de noventa dias, a partir da entrada em vigor desta Lei, para fixar prazos, por lei, para a expedição de diretrizes de empreendimentos urbanísticos, aprovação de projetos de parcelamento e de edificação, realização de vistorias e expedição de termo de verificação e conclusão de obras.

Parágrafo único. Não sendo cumprida a determinação do caput, fica estabelecido o prazo de sessenta dias para a realização de cada um dos referidos atos administrativos, que valerá até que os Estados e Municípios disponham em lei de forma diversa.

~~Art. 50. Os Municípios que estejam enquadrados na obrigação prevista nos incisos I e II do art. 41 desta Lei que não tenham plano diretor aprovado na data de entrada em vigor desta Lei, deverão aprová-lo no prazo de cinco anos.~~

Art. 50. Os Municípios que estejam enquadrados na obrigação prevista nos incisos I e II do **caput** do art. 41 desta Lei e que não tenham plano diretor aprovado na data de entrada em vigor desta Lei deverão aprová-lo até 30 de junho de 2008. [\(Redação dada pela Lei nº 11.673, 2008\)](#) [Vigência](#)

Art. 51. Para os efeitos desta Lei, aplicam-se ao Distrito Federal e ao Governador do Distrito Federal as disposições relativas, respectivamente, a Município e a Prefeito.

Art. 52. Sem prejuízo da punição de outros agentes públicos envolvidos e da aplicação de outras sanções cabíveis, o Prefeito incorre em improbidade administrativa, nos termos da [Lei nº 8.429, de 2 de junho de 1992](#), quando:

I – (VETADO)

II – deixar de proceder, no prazo de cinco anos, o adequado aproveitamento do imóvel incorporado ao patrimônio público, conforme o disposto no § 4º do art. 8º desta Lei;

III – utilizar áreas obtidas por meio do direito de preempção em desacordo com o disposto no art. 26 desta Lei;

IV – aplicar os recursos auferidos com a outorga onerosa do direito de construir e de alteração de uso em desacordo com o previsto no art. 31 desta Lei;

V – aplicar os recursos auferidos com operações consorciadas em desacordo com o previsto no § 1º do art. 33 desta Lei;

VI – impedir ou deixar de garantir os requisitos contidos nos incisos I a III do § 4º do art. 40 desta Lei;

VII – deixar de tomar as providências necessárias para garantir a observância do disposto no § 3º do art. 40 e no art. 50 desta Lei;

VIII – adquirir imóvel objeto de direito de preempção, nos termos dos arts. 25 a 27 desta Lei, pelo valor da proposta apresentada, se este for, comprovadamente, superior ao de mercado.

~~Art. 53. O art. 1º da Lei nº 7.347, de 24 de julho de 1985, passa a vigorar acrescido de novo inciso III, renumerando o atual inciso III e os subsequentes: [\(Revogado pela Medida Provisória nº 2.180-35, de 24.8.2001\)](#)~~

~~"Art. 1º .....~~

~~.....~~

~~III – à ordem urbanística;~~

~~....." (NR)~~

Art. 54. O art. 4º da Lei nº 7.347, de 1985, passa a vigorar com a seguinte redação:

"Art. 4º Poderá ser ajuizada ação cautelar para os fins desta Lei, objetivando, inclusive, evitar o dano ao meio ambiente, ao consumidor, à ordem urbanística ou aos bens e direitos de valor artístico, estético, histórico, turístico e paisagístico (VETADO)." (NR)

Art. 55. O art. 167, inciso I, item 28, da Lei nº 6.015, de 31 de dezembro de 1973, alterado pela Lei nº 6.216, de 30 de junho de 1975, passa a vigorar com a seguinte redação:

"Art. 167. ....

I - .....

.....

28) das sentenças declaratórias de usucapião, independente da regularidade do parcelamento do solo ou da edificação;

....." (NR)

Art. 56. O art. 167, inciso I, da Lei nº 6.015, de 1973, passa a vigorar acrescido dos seguintes itens 37, 38 e 39:

"Art. 167. ....

I – .....

37) dos termos administrativos ou das sentenças declaratórias da concessão de uso especial para fins de moradia, independente da regularidade do parcelamento do solo ou da edificação;

38) (VETADO)

39) da constituição do direito de superfície de imóvel urbano;" (NR)

Art. 57. O art. 167, inciso II, da Lei nº 6.015, de 1973, passa a vigorar acrescido dos seguintes itens 18, 19 e 20:

"Art. 167. ....

II – .....

18) da notificação para parcelamento, edificação ou utilização compulsórios de imóvel urbano;

19) da extinção da concessão de uso especial para fins de moradia;

20) da extinção do direito de superfície do imóvel urbano." (NR)

Art. 58. Esta Lei entra em vigor após decorridos noventa dias de sua publicação.

Brasília, 10 de julho de 2001; 180º da Independência e 113º da República.

FERNANDO HENRIQUE CARDOSO

*Paulo de Tarso Ramos Ribeiro*

*Geraldo Magela da Cruz Quintão*

*Pedro Malan*

*Benjamin Benzaquen Sicsú*

*Martus Tavares*

*José Sarney Filho*

*Alberto Mendes Cardoso*

Este texto não substitui o publicado no DOU de 11.7.2001



**Presidência da República**  
**Casa Civil**  
**Subchefia para Assuntos Jurídicos**

**LEI Nº 12.608, DE 10 DE ABRIL DE 2012.**

Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - PNPDEC; dispõe sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil - SINPDEC e o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil - CONPDEC; autoriza a criação de sistema de informações e monitoramento de desastres; altera as Leis nºs 12.340, de 1º de dezembro de 2010, 10.257, de 10 de julho de 2001, 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.239, de 4 de outubro de 1991, e 9.394, de 20 de dezembro de 1996; e dá outras providências.

[Conversão da Medida Provisória nº 547, de 2011\)](#)

**O VICE-PRESIDENTE DA REPÚBLICA**, no exercício do cargo de **PRESIDENTE DA REPÚBLICA** Faço saber que o Congresso Nacional decreta e eu sanciono a seguinte Lei:

CAPÍTULO I

DISPOSIÇÕES GERAIS

Art. 1º Esta Lei institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - PNPDEC, dispõe sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil - SINPDEC e o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil - CONPDEC, autoriza a criação de sistema de informações e monitoramento de desastres e dá outras providências.

Parágrafo único. As definições técnicas para aplicação desta Lei serão estabelecidas em ato do Poder Executivo federal.

Art. 2º É dever da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios adotar as medidas necessárias à redução dos riscos de desastre.

§ 1º As medidas previstas no caput poderão ser adotadas com a colaboração de entidades públicas ou privadas e da sociedade em geral.

§ 2º A incerteza quanto ao risco de desastre não constituirá óbice para a adoção das medidas preventivas e mitigadoras da situação de risco.

CAPÍTULO II

DA POLÍTICA NACIONAL DE PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL - PNPDEC

Seção I

Diretrizes e Objetivos

Art. 3º A PNPDEC abrange as ações de prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação voltadas à proteção e defesa civil.

Parágrafo único. A PNPDEC deve integrar-se às políticas de ordenamento territorial, desenvolvimento urbano, saúde, meio ambiente, mudanças climáticas, gestão de recursos hídricos, geologia, infraestrutura, educação, ciência e tecnologia e às demais políticas setoriais, tendo em vista a promoção do



desenvolvimento sustentável.

Art. 4º São diretrizes da PNPDEC:

I - atuação articulada entre a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios para redução de desastres e apoio às comunidades atingidas;

II - abordagem sistêmica das ações de prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação;

III - a prioridade às ações preventivas relacionadas à minimização de desastres;

IV - adoção da bacia hidrográfica como unidade de análise das ações de prevenção de desastres relacionados a corpos d'água;

V - planejamento com base em pesquisas e estudos sobre áreas de risco e incidência de desastres no território nacional;

VI - participação da sociedade civil.

Art. 5º São objetivos da PNPDEC:

I - reduzir os riscos de desastres;

II - prestar socorro e assistência às populações atingidas por desastres;

III - recuperar as áreas afetadas por desastres;

IV - incorporar a redução do risco de desastre e as ações de proteção e defesa civil entre os elementos da gestão territorial e do planejamento das políticas setoriais;

V - promover a continuidade das ações de proteção e defesa civil;

VI - estimular o desenvolvimento de cidades resilientes e os processos sustentáveis de urbanização;

VII - promover a identificação e avaliação das ameaças, suscetibilidades e vulnerabilidades a desastres, de modo a evitar ou reduzir sua ocorrência;

VIII - monitorar os eventos meteorológicos, hidrológicos, geológicos, biológicos, nucleares, químicos e outros potencialmente causadores de desastres;

IX - produzir alertas antecipados sobre a possibilidade de ocorrência de desastres naturais;

X - estimular o ordenamento da ocupação do solo urbano e rural, tendo em vista sua conservação e a proteção da vegetação nativa, dos recursos hídricos e da vida humana;

XI - combater a ocupação de áreas ambientalmente vulneráveis e de risco e promover a realocação da população residente nessas áreas;

XII - estimular iniciativas que resultem na destinação de moradia em local seguro;

XIII - desenvolver consciência nacional acerca dos riscos de desastre;

XIV - orientar as comunidades a adotar comportamentos adequados de prevenção e de resposta em situação de desastre e promover a autoproteção; e

XV - integrar informações em sistema capaz de subsidiar os órgãos do SINPDEC na previsão e no controle dos efeitos negativos de eventos adversos sobre a população, os bens e serviços e o meio ambiente.

Seção II

## Das Competências dos Entes Federados

Art. 6º Compete à União:

I - expedir normas para implementação e execução da PNPDEC;

II - coordenar o SINPDEC, em articulação com os Estados, o Distrito Federal e os Municípios;

III - promover estudos referentes às causas e possibilidades de ocorrência de desastres de qualquer origem, sua incidência, extensão e consequência;

IV - apoiar os Estados, o Distrito Federal e os Municípios no mapeamento das áreas de risco, nos estudos de identificação de ameaças, suscetibilidades, vulnerabilidades e risco de desastre e nas demais ações de prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação;

V - instituir e manter sistema de informações e monitoramento de desastres;

VI - instituir e manter cadastro nacional de municípios com áreas suscetíveis à ocorrência de deslizamentos de grande impacto, inundações bruscas ou processos geológicos ou hidrológicos correlatos;

VII - instituir e manter sistema para declaração e reconhecimento de situação de emergência ou de estado de calamidade pública;

VIII - instituir o Plano Nacional de Proteção e Defesa Civil;

IX - realizar o monitoramento meteorológico, hidrológico e geológico das áreas de risco, bem como dos riscos biológicos, nucleares e químicos, e produzir alertas sobre a possibilidade de ocorrência de desastres, em articulação com os Estados, o Distrito Federal e os Municípios;

X - estabelecer critérios e condições para a declaração e o reconhecimento de situações de emergência e estado de calamidade pública;

XI - incentivar a instalação de centros universitários de ensino e pesquisa sobre desastres e de núcleos multidisciplinares de ensino permanente e a distância, destinados à pesquisa, extensão e capacitação de recursos humanos, com vistas no gerenciamento e na execução de atividades de proteção e defesa civil;

XII - fomentar a pesquisa sobre os eventos deflagradores de desastres; e

XIII - apoiar a comunidade docente no desenvolvimento de material didático-pedagógico relacionado ao desenvolvimento da cultura de prevenção de desastres.

§ 1º O Plano Nacional de Proteção e Defesa Civil conterá, no mínimo:

I - a identificação dos riscos de desastres nas regiões geográficas e grandes bacias hidrográficas do País; e

II - as diretrizes de ação governamental de proteção e defesa civil no âmbito nacional e regional, em especial quanto à rede de monitoramento meteorológico, hidrológico e geológico e dos riscos biológicos, nucleares e químicos e à produção de alertas antecipados das regiões com risco de desastres.

§ 2º Os prazos para elaboração e revisão do Plano Nacional de Proteção e Defesa Civil serão definidos em regulamento.

Art. 7º Compete aos Estados:

I - executar a PNPDEC em seu âmbito territorial;

II - coordenar as ações do SINPDEC em articulação com a União e os Municípios;

III - instituir o Plano Estadual de Proteção e Defesa Civil;

IV - identificar e mapear as áreas de risco e realizar estudos de identificação de ameaças, suscetibilidades e vulnerabilidades, em articulação com a União e os Municípios;

V - realizar o monitoramento meteorológico, hidrológico e geológico das áreas de risco, em articulação com a União e os Municípios;

VI - apoiar a União, quando solicitado, no reconhecimento de situação de emergência e estado de calamidade pública;

VII - declarar, quando for o caso, estado de calamidade pública ou situação de emergência; e

VIII - apoiar, sempre que necessário, os Municípios no levantamento das áreas de risco, na elaboração dos Planos de Contingência de Proteção e Defesa Civil e na divulgação de protocolos de prevenção e alerta e de ações emergenciais.

Parágrafo único. O Plano Estadual de Proteção e Defesa Civil conterá, no mínimo:

I - a identificação das bacias hidrográficas com risco de ocorrência de desastres; e

II - as diretrizes de ação governamental de proteção e defesa civil no âmbito estadual, em especial no que se refere à implantação da rede de monitoramento meteorológico, hidrológico e geológico das bacias com risco de desastre.

Art. 8º Compete aos Municípios:

I - executar a PNPDEC em âmbito local;

II - coordenar as ações do SINPDEC no âmbito local, em articulação com a União e os Estados;

III - incorporar as ações de proteção e defesa civil no planejamento municipal;

IV - identificar e mapear as áreas de risco de desastres;

V - promover a fiscalização das áreas de risco de desastre e vedar novas ocupações nessas áreas;

VI - declarar situação de emergência e estado de calamidade pública;

VII - vistoriar edificações e áreas de risco e promover, quando for o caso, a intervenção preventiva e a evacuação da população das áreas de alto risco ou das edificações vulneráveis;

VIII - organizar e administrar abrigos provisórios para assistência à população em situação de desastre, em condições adequadas de higiene e segurança;

IX - manter a população informada sobre áreas de risco e ocorrência de eventos extremos, bem como sobre protocolos de prevenção e alerta e sobre as ações emergenciais em circunstâncias de desastres;

X - mobilizar e capacitar os radioamadores para atuação na ocorrência de desastre;

XI - realizar regularmente exercícios simulados, conforme Plano de Contingência de Proteção e Defesa Civil;

XII - promover a coleta, a distribuição e o controle de suprimentos em situações de desastre;

XIII - proceder à avaliação de danos e prejuízos das áreas atingidas por desastres;

XIV - manter a União e o Estado informados sobre a ocorrência de desastres e as atividades de proteção civil no Município;

XV - estimular a participação de entidades privadas, associações de voluntários, clubes de serviços, organizações não governamentais e associações de classe e comunitárias nas ações do SINPDEC e promover o treinamento de associações de voluntários para atuação conjunta com as comunidades apoiadas; e

XVI - prover solução de moradia temporária às famílias atingidas por desastres.

Art. 9º Compete à União, aos Estados e aos Municípios:

I - desenvolver cultura nacional de prevenção de desastres, destinada ao desenvolvimento da consciência nacional acerca dos riscos de desastre no País;

II - estimular comportamentos de prevenção capazes de evitar ou minimizar a ocorrência de desastres;

III - estimular a reorganização do setor produtivo e a reestruturação econômica das áreas atingidas por desastres;

IV - estabelecer medidas preventivas de segurança contra desastres em escolas e hospitais situados em áreas de risco;

V - oferecer capacitação de recursos humanos para as ações de proteção e defesa civil; e

VI - fornecer dados e informações para o sistema nacional de informações e monitoramento de desastres.

### CAPÍTULO III

#### DO SISTEMA NACIONAL DE PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL - SINPDEC

##### Seção I

##### Disposições Gerais

Art. 10. O SINPDEC é constituído pelos órgãos e entidades da administração pública federal, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios e pelas entidades públicas e privadas de atuação significativa na área de proteção e defesa civil.

Parágrafo único. O SINPDEC tem por finalidade contribuir no processo de planejamento, articulação, coordenação e execução dos programas, projetos e ações de proteção e defesa civil.

Art. 11. O SINPDEC será gerido pelos seguintes órgãos:

I - órgão consultivo: CONPDEC;

II - órgão central, definido em ato do Poder Executivo federal, com a finalidade de coordenar o sistema;

III - os órgãos regionais estaduais e municipais de proteção e defesa civil; e

IV - órgãos setoriais dos 3 (três) âmbitos de governo.

Parágrafo único. Poderão participar do SINPDEC as organizações comunitárias de caráter voluntário ou outras entidades com atuação significativa nas ações locais de proteção e defesa civil.

## Seção II

### Do Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil - CONPDEC

Art. 12. O CONPDEC, órgão colegiado integrante do Ministério da Integração Nacional, terá por finalidades:

I - auxiliar na formulação, implementação e execução do Plano Nacional de Proteção e Defesa Civil;

II - propor normas para implementação e execução da PNPDEC;

III - expedir procedimentos para implementação, execução e monitoramento da PNPDEC, observado o disposto nesta Lei e em seu regulamento;

IV - propor procedimentos para atendimento a crianças, adolescentes, gestantes, idosos e pessoas com deficiência em situação de desastre, observada a legislação aplicável; e

V - acompanhar o cumprimento das disposições legais e regulamentares de proteção e defesa civil.

§ 1º A organização, a composição e o funcionamento do CONPDEC serão estabelecidos em ato do Poder Executivo federal.

§ 2º O CONPDEC contará com representantes da União, dos Estados, do Distrito Federal, dos Municípios e da sociedade civil organizada, incluindo-se representantes das comunidades atingidas por desastre, e por especialistas de notório saber.

## CAPÍTULO IV

### DISPOSIÇÕES FINAIS

Art. 13. Fica autorizada a criação de sistema de informações de monitoramento de desastres, em ambiente informatizado, que atuará por meio de base de dados compartilhada entre os integrantes do SINPDEC visando ao oferecimento de informações atualizadas para prevenção, mitigação, alerta, resposta e recuperação em situações de desastre em todo o território nacional.

Art. 14. Os programas habitacionais da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios devem priorizar a relocação de comunidades atingidas e de moradores de áreas de risco.

Art. 15. A União poderá manter linha de crédito específica, por intermédio de suas agências financeiras oficiais de fomento, destinada ao capital de giro e ao investimento de sociedades empresariais, empresários individuais e pessoas físicas ou jurídicas em Municípios atingidos por desastre que tiverem a situação de emergência ou o estado de calamidade pública reconhecido pelo Poder Executivo federal.

Art. 16. Fica a União autorizada a conceder incentivo ao Município que adotar medidas voltadas ao aumento da oferta de terra urbanizada para utilização em habitação de interesse social, por meio dos institutos previstos na [Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001](#), na forma do regulamento.

Parágrafo único. O incentivo de que trata o caput compreenderá a transferência de recursos para a aquisição de terrenos destinados a programas de habitação de interesse social.

Art. 17. Em situações de iminência ou ocorrência de desastre, ficam os órgãos competentes autorizados a transferir bens apreendidos em operações de combate e repressão a crimes para os órgãos de proteção e defesa civil.

Art. 18. Para fins do disposto nesta Lei, consideram-se agentes de proteção e defesa civil:

I - os agentes políticos da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios responsáveis pela direção superior dos órgãos do SINPDEC;

II - os agentes públicos responsáveis pela coordenação e direção de órgãos ou entidades públicas prestadores dos serviços de proteção e defesa civil;

III - os agentes públicos detentores de cargo, emprego ou função pública, civis ou militares, com atribuições relativas à prestação ou execução dos serviços de proteção e defesa civil; e

IV - os agentes voluntários, vinculados a entidades privadas ou prestadores de serviços voluntários que exercem, em caráter suplementar, serviços relacionados à proteção e defesa civil.

Parágrafo único. Os órgãos do SINPDEC adotarão, no âmbito de suas competências, as medidas pertinentes para assegurar a profissionalização e a qualificação, em caráter permanente, dos agentes públicos referidos no inciso III.

Art. 19. Aplicam-se ao Distrito Federal as competências atribuídas nesta Lei aos Estados e aos Municípios.

Art. 20. A ementa da [Lei nº 12.340, de 1º de dezembro de 2010](#), passa a vigorar com a seguinte redação:

“Dispõe sobre as transferências de recursos da União aos órgãos e entidades dos Estados, Distrito Federal e Municípios para a execução de ações de resposta e recuperação nas áreas atingidas por desastre, e sobre o Fundo Especial para Calamidades Públicas; e dá outras providências.”

Art. 21. Os arts. 4º e 5º da Lei nº 12.340, de 1º de dezembro de 2010, passam a vigorar com a seguinte redação:

“[Art. 4º](#) São obrigatórias as transferências da União aos órgãos e entidades dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios para a execução de ações de resposta e recuperação, observados os requisitos e procedimentos previstos nesta Lei.

§ 1º As ações de que trata o caput serão definidas em regulamento, e o órgão central do SINPDEC definirá o montante de recursos a ser transferido, mediante depósito em conta específica mantida pelo ente beneficiário em instituição financeira oficial federal, de acordo com sua disponibilidade orçamentária e financeira e com base nas informações obtidas perante o ente federativo.

§ 2º No caso de execução de ações de recuperação, o ente beneficiário deverá apresentar plano de trabalho ao órgão central do SINPDEC no prazo máximo de 90 (noventa) dias da ocorrência do desastre.” (NR)

“[Art. 5º](#) O órgão central do SINPDEC acompanhará e fiscalizará a aplicação dos recursos transferidos na forma do art. 4º.

.....  
.....

§ 2º Os entes beneficiários das transferências de que trata o caput deverão apresentar ao órgão central do SINPDEC a prestação de contas do total dos recursos recebidos, na forma do regulamento.

§ 3º Os entes beneficiários manterão, pelo prazo de 5 (cinco) anos, contados da data de aprovação da prestação de contas de que trata o § 2º, os documentos a ela referentes, inclusive os comprovantes de pagamentos efetuados com os recursos financeiros transferidos na forma desta Lei, ficando obrigados a disponibilizá-los, sempre que solicitado, ao órgão central do SINPDEC, ao Tribunal de Contas da União e ao Sistema de Controle Interno do Poder Executivo federal.”

(NR)

Art. 22. A Lei nº 12.340, de 1º de dezembro de 2010, passa a vigorar acrescida dos seguintes arts. 3º-A, 3º-B e 5º-A:

“Art. 3º-A. O Governo Federal instituirá cadastro nacional de municípios com áreas suscetíveis à ocorrência de deslizamentos de grande impacto, inundações bruscas ou processos geológicos ou hidrológicos correlatos, conforme regulamento.

§ 1º A inscrição no cadastro previsto no caput dar-se-á por iniciativa do Município ou mediante indicação dos demais entes federados, observados os critérios e procedimentos previstos em regulamento.

§ 2º Os Municípios incluídos no cadastro deverão:

I - elaborar mapeamento contendo as áreas suscetíveis à ocorrência de deslizamentos de grande impacto, inundações bruscas ou processos geológicos ou hidrológicos correlatos;

II - elaborar Plano de Contingência de Proteção e Defesa Civil e instituir órgãos municipais de defesa civil, de acordo com os procedimentos estabelecidos pelo órgão central do Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil - SINPDEC;

III - elaborar plano de implantação de obras e serviços para a redução de riscos de desastre;

IV - criar mecanismos de controle e fiscalização para evitar a edificação em áreas suscetíveis à ocorrência de deslizamentos de grande impacto, inundações bruscas ou processos geológicos ou hidrológicos correlatos; e

V - elaborar carta geotécnica de aptidão à urbanização, estabelecendo diretrizes urbanísticas voltadas para a segurança dos novos parcelamentos do solo e para o aproveitamento de agregados para a construção civil.

§ 3º A União e os Estados, no âmbito de suas competências, apoiarão os Municípios na efetivação das medidas previstas no § 2º.

§ 4º Sem prejuízo das ações de monitoramento desenvolvidas pelos Estados e Municípios, o Governo Federal publicará, periodicamente, informações sobre a evolução das ocupações em áreas suscetíveis à ocorrência de deslizamentos de grande impacto, inundações bruscas ou processos geológicos ou hidrológicos correlatos nos Municípios constantes do cadastro.

§ 5º As informações de que trata o § 4º serão encaminhadas, para conhecimento e providências, aos Poderes Executivo e Legislativo dos respectivos Estados e Municípios e ao Ministério Público.

§ 6º O Plano de Contingência de Proteção e Defesa Civil será elaborado no prazo de 1 (um) ano, sendo submetido a avaliação e prestação de contas anual, por meio de audiência pública, com ampla divulgação.”

“Art. 3º-B. Verificada a existência de ocupações em áreas suscetíveis à ocorrência de deslizamentos de grande impacto, inundações bruscas ou processos geológicos ou hidrológicos correlatos, o município adotará as providências para redução do risco, dentre as quais, a execução de plano de contingência e de obras de segurança e, quando necessário, a remoção de edificações e o reassentamento dos ocupantes em local seguro.

§ 1º A efetivação da remoção somente se dará mediante a prévia observância dos seguintes procedimentos:

I - realização de vistoria no local e elaboração de laudo técnico que demonstre os riscos da ocupação para a integridade física dos ocupantes ou de terceiros; e

II - notificação da remoção aos ocupantes acompanhada de cópia do laudo técnico e, quando for o caso, de informações sobre as alternativas oferecidas pelo poder público para assegurar seu direito à moradia.

§ 2º Na hipótese de remoção de edificações, deverão ser adotadas medidas que impeçam a reocupação da área.

§ 3º Aqueles que tiverem suas moradias removidas deverão ser abrigados, quando necessário, e cadastrados pelo Município para garantia de atendimento habitacional em caráter definitivo, de acordo com os critérios dos programas públicos de habitação de interesse social.”

“Art. 5º-A. Constatada, a qualquer tempo, a presença de vícios nos documentos apresentados, ou a inexistência do estado de calamidade pública ou da situação de emergência declarados, o ato administrativo que tenha autorizado a realização da transferência obrigatória perderá seus efeitos, ficando o ente beneficiário obrigado a devolver os valores repassados, devidamente atualizados.

Parágrafo único. Sem prejuízo do disposto no caput, ocorrendo indícios de falsificação de documentos pelo ente federado, deverão ser notificados o Ministério Público Federal e o Ministério Público Estadual respectivo, para adoção das providências cabíveis.”

Art. 23. É vedada a concessão de licença ou alvará de construção em áreas de risco indicadas como não edificáveis no plano diretor ou legislação dele derivada.

Art. 24. O inciso VI do art. 2º da Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001, passa a vigorar acrescido da seguinte alínea *h*:

“Art. 2º .....  
.....  
.....

VI - .....  
.....  
.....

h) a exposição da população a riscos de desastres.

.....  
.....” (NR).

Art. 25. O art. 41 da Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001, passa a vigorar acrescido do seguinte inciso VI:

“Art. 41. ....  
.....



.....  
.....  
VI - incluídas no cadastro nacional de Municípios com áreas suscetíveis à ocorrência de deslizamentos de grande impacto, inundações bruscas ou processos geológicos ou hidrológicos correlatos.

.....  
.....” (NR)

Art. 26. A Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001, passa a vigorar acrescida dos seguintes arts. 42-A e 42-B:

“Art. 42-A. Além do conteúdo previsto no art. 42, o plano diretor dos Municípios incluídos no cadastro nacional de municípios com áreas suscetíveis à ocorrência de deslizamentos de grande impacto, inundações bruscas ou processos geológicos ou hidrológicos correlatos deverá conter:

I - parâmetros de parcelamento, uso e ocupação do solo, de modo a promover a diversidade de usos e a contribuir para a geração de emprego e renda;

II - mapeamento contendo as áreas suscetíveis à ocorrência de deslizamentos de grande impacto, inundações bruscas ou processos geológicos ou hidrológicos correlatos;

III - planejamento de ações de intervenção preventiva e realocação de população de áreas de risco de desastre;

IV - medidas de drenagem urbana necessárias à prevenção e à mitigação de impactos de desastres; e

V - diretrizes para a regularização fundiária de assentamentos urbanos irregulares, se houver, observadas a Lei nº 11.977, de 7 de julho de 2009, e demais normas federais e estaduais pertinentes, e previsão de áreas para habitação de interesse social por meio da demarcação de zonas especiais de interesse social e de outros instrumentos de política urbana, onde o uso habitacional for permitido.

§ 1º A identificação e o mapeamento de áreas de risco levarão em conta as cartas geotécnicas.

§ 2º O conteúdo do plano diretor deverá ser compatível com as disposições insertas nos planos de recursos hídricos, formulados consoante a Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997.

§ 3º Os Municípios adequarão o plano diretor às disposições deste artigo, por ocasião de sua revisão, observados os prazos legais.

§ 4º Os Municípios enquadrados no inciso VI do art. 41 desta Lei e que não tenham plano diretor aprovado terão o prazo de 5 (cinco) anos para o seu encaminhamento para aprovação pela Câmara Municipal.”

“Art. 42-B. Os Municípios que pretendam ampliar o seu perímetro urbano após a data de publicação desta Lei deverão elaborar projeto específico que contenha, no mínimo:

I - demarcação do novo perímetro urbano;

II - delimitação dos trechos com restrições à urbanização e dos trechos

sujeitos a controle especial em função de ameaça de desastres naturais;

III - definição de diretrizes específicas e de áreas que serão utilizadas para infraestrutura, sistema viário, equipamentos e instalações públicas, urbanas e sociais;

IV - definição de parâmetros de parcelamento, uso e ocupação do solo, de modo a promover a diversidade de usos e contribuir para a geração de emprego e renda;

V - a previsão de áreas para habitação de interesse social por meio da demarcação de zonas especiais de interesse social e de outros instrumentos de política urbana, quando o uso habitacional for permitido;

VI - definição de diretrizes e instrumentos específicos para proteção ambiental e do patrimônio histórico e cultural; e

VII - definição de mecanismos para garantir a justa distribuição dos ônus e benefícios decorrentes do processo de urbanização do território de expansão urbana e a recuperação para a coletividade da valorização imobiliária resultante da ação do poder público.

§ 1º O projeto específico de que trata o caput deste artigo deverá ser instituído por lei municipal e atender às diretrizes do plano diretor, quando houver.

§ 2º Quando o plano diretor contemplar as exigências estabelecidas no caput, o Município ficará dispensado da elaboração do projeto específico de que trata o caput deste artigo.

§ 3º A aprovação de projetos de parcelamento do solo no novo perímetro urbano ficará condicionada à existência do projeto específico e deverá obedecer às suas disposições.”

Art. 27. O art. 12 da Lei nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979, passa a vigorar com a seguinte redação, renumerando-se o atual parágrafo único para § 1º:

“Art. 12. ....  
.....

§ 1º O projeto aprovado deverá ser executado no prazo constante do cronograma de execução, sob pena de caducidade da aprovação.

§ 2º Nos Municípios inseridos no cadastro nacional de municípios com áreas suscetíveis à ocorrência de deslizamentos de grande impacto, inundações bruscas ou processos geológicos ou hidrológicos correlatos, a aprovação do projeto de que trata o caput ficará vinculada ao atendimento dos requisitos constantes da carta geotécnica de aptidão à urbanização. [Vigência](#)

§ 3º É vedada a aprovação de projeto de loteamento e desmembramento em áreas de risco definidas como não edificáveis, no plano diretor ou em legislação dele derivada.” (NR)

Art. 28. O art. 3º da Lei nº 8.239, de 4 de outubro de 1991, que regulamenta os §§ 1º e 2º do art. 143 da Constituição Federal, que dispõem sobre a prestação de Serviço Alternativo ao Serviço Militar Obrigatório, passa a vigorar acrescido dos seguintes §§ 4º e 5º:

“Art. 3º .....  
.....





CÂMARA DOS DEPUTADOS  
Centro de Documentação e Informação

## LEI Nº 6.766, DE 19 DE DEZEMBRO DE 1979

Dispõe sobre o parcelamento do solo urbano e dá outras providências.

O PRESIDENTE DA REPÚBLICA,  
Faço saber que o CONGRESSO NACIONAL decreta e eu sanciono a seguinte Lei:

Art. 1º O parcelamento do solo para fins urbanos será regido por esta Lei.

Parágrafo único. Os Estados, o Distrito Federal e os Municípios poderão estabelecer normas complementares relativas ao parcelamento do solo municipal para adequar o previsto nesta Lei às peculiaridades regionais e locais.

### CAPÍTULO I DISPOSIÇÕES PRELIMINARES

Art. 2º O parcelamento do solo urbano poderá ser feito mediante loteamento ou desmembramento, observadas as disposições desta Lei e as das legislações estaduais e municipais pertinentes.

§ 1º Considera-se loteamento a subdivisão de gleba em lotes destinados a edificação, com abertura de novas vias de circulação, de logradouros públicos ou prolongamento, modificação ou ampliação das vias existentes.

§ 2º Considera-se desmembramento a subdivisão de gleba em lotes destinados a edificação, com aproveitamento do sistema viário existente, desde que não implique na abertura de novas vias e logradouros públicos, nem no prolongamento, modificação ou ampliação dos já existentes.

§ 3º [\*\(VETADO na Lei nº 9.785, de 29/1/1999\)\*](#)

§ 4º Considera-se lote o terreno servido de infraestrutura básica cujas dimensões atendam aos índices urbanísticos definidos pelo plano diretor ou lei municipal para a zona em que se situe. [\*\(Parágrafo acrescido pela Lei nº 9.785, de 29/1/1999\)\*](#)

§ 5º A infraestrutura básica dos parcelamentos é constituída pelos equipamentos urbanos de escoamento das águas pluviais, iluminação pública, esgotamento sanitário, abastecimento de água potável, energia elétrica pública e domiciliar e vias de circulação. [\*\(Parágrafo acrescido pela Lei nº 9.785, de 29/1/1999 e com nova redação dada pela Lei nº 11.445, de 5/1/2007\)\*](#)

§ 6º A infraestrutura básica dos parcelamentos situados nas zonas habitacionais declaradas por lei como de interesse social (ZHIS) consistirá, no mínimo, de:

I - vias de circulação;

- II - escoamento das águas pluviais;
- III - rede para o abastecimento de água potável; e
- IV - soluções para o esgotamento sanitário e para a energia elétrica domiciliar.

(Parágrafo acrescido pela Lei nº 9.785, de 29/1/1999)

§ 7º O lote poderá ser constituído sob a forma de imóvel autônomo ou de unidade imobiliária integrante de condomínio de lotes. (Parágrafo acrescido pela Lei nº 13.465, de 11/7/2017)

§ 8º Constitui loteamento de acesso controlado a modalidade de loteamento, definida nos termos do § 1º deste artigo, cujo controle de acesso será regulamentado por ato do poder público Municipal, sendo vedado o impedimento de acesso a pedestres ou a condutores de veículos, não residentes, devidamente identificados ou cadastrados. (Parágrafo acrescido pela Lei nº 13.465, de 11/7/2017)

Art. 3º Somente será admitido o parcelamento do solo para fins urbanos em zonas urbanas, de expansão urbana ou de urbanização específica, assim definidas pelo plano diretor ou aprovadas por lei municipal. (“Caput” do artigo com redação dada pela Lei nº 9.785, de 29/1/1999)

Parágrafo único. Não será permitido o parcelamento do solo:

I - em terrenos alagadiços e sujeitos a inundações, antes de tomadas as providências para assegurar o escoamento das águas;

II - em terrenos que tenham sido aterrados com material nocivo à saúde pública, sem que sejam previamente saneados;

III - em terrenos com declividade igual ou superior a 30% (trinta por cento), salvo se atendidas exigências específicas das autoridades competentes;

IV - em terrenos onde as condições geológicas não aconselham a edificação;

V - em áreas de preservação ecológica ou naquelas onde a poluição impeça condições sanitárias suportáveis, até a sua correção.

## CAPÍTULO II DOS REQUISITOS URBANÍSTICOS PARA LOTEAMENTO

Art. 4º Os loteamentos deverão atender, pelo menos, aos seguintes requisitos:

I - as áreas destinadas a sistemas de circulação, a implantação de equipamento urbano e comunitário, bem como a espaços livres de uso público, serão proporcionais à densidade de ocupação prevista pelo plano diretor ou aprovada por lei municipal para a zona em que se situem. (Inciso com redação dada pela Lei nº 9.785, de 29/1/1999)

II - os lotes terão área mínima de 125 m<sup>2</sup> (cento e vinte e cinco metros quadrados) e frente mínima de 5 (cinco) metros, salvo quando a legislação estadual ou municipal determinar maiores exigências, ou quando o loteamento se destinar a urbanização específica ou edificação de conjuntos habitacionais de interesse social, previamente aprovados pelos órgãos públicos competentes;

III - ao longo das águas correntes e dormentes e das faixas de domínio público das rodovias e ferrovias, será obrigatória a reserva de uma faixa não-edificável de 15 (quinze) metros de cada lado, salvo maiores exigências da legislação específica; (Inciso com redação dada pela Lei nº 10.932, de 3/8/2004)

IV - as vias de loteamento deverão articular-se com as vias adjacentes oficiais, existentes ou projetadas, e harmonizar-se com a topografia local.

§ 1º A legislação municipal definirá, para cada zona em que se divida o território do Município, os usos permitidos e os índices urbanísticos de parcelamento e ocupação do solo, que incluirão, obrigatoriamente, as áreas mínimas e máximas de lotes e os coeficientes máximos de aproveitamento. ([Parágrafo com redação dada pela Lei nº 9.785, de 29/1/1999](#))

§ 2º Consideram-se comunitários os equipamentos públicos de educação, cultura, saúde, lazer e similares.

§ 3º Se necessária, a reserva de faixa não-edificável vinculada a dutovias será exigida no âmbito do respectivo licenciamento ambiental, observados critérios e parâmetros que garantam a segurança da população e a proteção do meio ambiente, conforme estabelecido nas normas técnicas pertinentes. ([Parágrafo acrescido com redação dada pela Lei nº 10.932, de 3/8/2004](#))

§ 4º No caso de lotes integrantes de condomínio de lotes, poderão ser instituídas limitações administrativas e direitos reais sobre coisa alheia em benefício do poder público, da população em geral e da proteção da paisagem urbana, tais como servidões de passagem, usufrutos e restrições à construção de muros. ([Parágrafo acrescido pela Lei nº 13.465, de 11/7/2017](#))

Art. 5º O Poder Público competente poderá complementarmente exigir, em cada loteamento, a reserva de faixa *non aedificandi* destinada a equipamentos urbanos.

Parágrafo único. Consideram-se urbanos os equipamentos públicos de abastecimento de água, serviços de esgotos, energia elétrica, coletas de águas pluviais, rede telefônica e gás canalizado.

### CAPÍTULO III DO PROJETO DE LOTEAMENTO

Art. 6º Antes da elaboração do projeto de loteamento, o interessado deverá solicitar à Prefeitura Municipal, ou ao Distrito Federal quando for o caso, que defina as diretrizes para o uso do solo, traçado dos lotes, do sistema viário, dos espaços livres e das áreas reservadas para equipamento urbano e comunitário, apresentando, para este fim, requerimento e planta do imóvel contendo, pelo menos:

I - as divisas da gleba a ser loteada;

II - as curvas de nível à distância adequada, quando exigidas por lei estadual ou municipal;

III - a localização dos cursos d'água, bosques e construções existentes;

IV - a indicação dos arruamentos contíguos a todo o perímetro, a localização das vias de comunicação, das áreas livres, dos equipamentos urbanos e comunitários existentes no local ou em suas adjacências, com as respectivas distâncias da área a ser loteada;

V - o tipo de uso predominante a que o loteamento se destina;

VI - as características, dimensões e localização das zonas de uso contíguas.

Art. 7º A Prefeitura Municipal, ou o Distrito Federal quando for o caso, indicará, nas plantas apresentadas junto com o requerimento, de acordo com as diretrizes de planejamento estadual e municipal:

I - as ruas ou estradas existentes ou projetada, que compõem o sistema viário da cidade e do município, relacionadas com o loteamento pretendido e a serem respeitadas;

II - o traçado básico do sistema viário principal;

III - a localização aproximada dos terrenos destinados a equipamento urbano e comunitário e das áreas livres de uso público;

IV - as faixas sanitárias do terreno necessárias ao escoamento das águas pluviais e as faixas não edificáveis;

V - a zona ou zonas de uso predominante da área, com indicação dos usos compatíveis.

Parágrafo único. As diretrizes expedidas vigorarão pelo prazo máximo de quatro anos. [Parágrafo único com redação dada pela Lei nº 9.785, de 29/1/1999](#)

Art. 8º Os Municípios com menos de cinquenta mil habitantes e aqueles cujo plano diretor contiver diretrizes de urbanização para a zona em que se situe o parcelamento poderão dispensar, por lei, a fase de fixação de diretrizes previstas nos arts. 6º e 7º desta Lei. [Artigo com redação dada pela Lei nº 9.785, de 29/1/1999](#)

Art. 9º Orientado pelo traçado e diretrizes oficiais, quando houver, o projeto, contendo desenhos, memorial descritivo e cronograma de execução das obras com duração máxima de quatro anos, será apresentado à Prefeitura Municipal, ou ao Distrito Federal, quando for o caso, acompanhado de certidão atualizada da matrícula da gleba, expedida pelo Cartório de Registro de Imóveis competente, de certidão negativa de tributos municipais e do competente instrumento de garantia, ressalvado o disposto no § 4º do art. 18. [“Caput” do artigo com redação dada pela Lei nº 9.785, de 29/1/1999](#)

§ 1º Os desenhos conterão pelo menos:

I - a subdivisão das quadras em lotes, com as respectivas dimensões e numeração;

II - o sistema de vias com a respectiva hierarquia;

III - as dimensões lineares e angulares do projeto, com raios, cordas, arcos, pontos de tangência e ângulos centrais das vias;

IV - os perfis longitudinais e transversais de todas as vias de circulação e praças;

V - a indicação dos marcos de alinhamento e nivelamento localizados nos ângulos de curvas e vias projetadas;

VI - a indicação em planta e perfis de todas as linhas de escoamento das águas pluviais.

§ 2º O memorial descritivo deverá conter, obrigatoriamente, pelo menos:

I - a descrição sucinta do loteamento, com as suas características e a fixação da zona ou zonas de uso predominante;

II - as condições urbanísticas do loteamento e as limitações que incidem sobre os lotes e suas construções, além daquelas constantes das diretrizes fixadas;

III - a indicação das áreas públicas que passarão ao domínio do município no ato de registro do loteamento;

IV - a enumeração dos equipamentos urbanos, comunitários e dos serviços públicos ou de utilidade pública, já existentes no loteamento e adjacências.

§ 3º Caso se constate, a qualquer tempo, que a certidão da matrícula apresentada como atual não tem mais correspondência com os registros e averbações cartorárias do tempo da sua apresentação, além das conseqüências penais cabíveis, serão consideradas insubsistentes tanto as diretrizes expedidas anteriormente, quanto as aprovações conseqüentes. [Parágrafo acrescido pela Lei nº 9.785, de 29/1/1999](#)

## CAPÍTULO IV

## DO PROJETO DE DESMEMBRAMENTO

Art. 10. Para a aprovação de projeto de desmembramento, o interessado apresentará requerimento à Prefeitura Municipal, ou ao Distrito Federal quando for o caso, acompanhado de certidão atualizada da matrícula da gleba, expedida pelo Cartório de Registro de Imóveis competente, ressalvado o disposto no § 4º do art. 18, e de planta do imóvel a ser desmembrado contendo: [“Caput” do artigo com redação dada pela Lei nº 9.785, de 29/1/1999](#)

- I - a indicação das vias existentes e dos loteamentos próximos;
- II - a indicação do tipo de uso predominante no local;
- III - a indicação da divisão de lotes pretendida na área.

Art. 11. Aplicam-se ao desmembramento, no que couber, as disposições urbanísticas vigentes para as regiões em que se situem ou, na ausência destas, as disposições urbanísticas para os loteamentos. [“Caput” do artigo com redação dada pela Lei nº 9.785, de 29/1/1999](#)

Parágrafo único. O Município, ou o Distrito Federal quando for o caso, fixará os requisitos exigíveis para a aprovação de desmembramento de lotes decorrentes de loteamento cuja destinação da área pública tenha sido inferior à mínima prevista no § 1º do art. 4º desta Lei.

## CAPÍTULO V

### DA APROVAÇÃO DO PROJETO DE LOTEAMENTO E DESMEMBRAMENTO

Art. 12. O projeto de loteamento e desmembramento deverá ser aprovado pela Prefeitura Municipal, ou pelo Distrito Federal quando for o caso, a quem compete também a fixação das diretrizes a que aludem os arts. 6º e 7º desta Lei, salvo a exceção prevista no artigo seguinte.

§ 1º O projeto aprovado deverá ser executado no prazo constante do cronograma de execução, sob pena de caducidade da aprovação. [Parágrafo único acrescido pela Lei nº 9.785, de 29/1/1999, transformado em § 1º com redação dada pela Medida Provisória nº 547, de 11/10/2011, convertida na Lei nº 12.608, de 10/4/2012](#)

§ 2º Nos Municípios inseridos no cadastro nacional de municípios com áreas suscetíveis à ocorrência de deslizamentos de grande impacto, inundações bruscas ou processos geológicos ou hidrológicos correlatos, a aprovação do projeto de que trata o *caput* ficará vinculada ao atendimento dos requisitos constantes da carta geotécnica de aptidão à urbanização. [Parágrafo acrescido pela Medida Provisória nº 547, de 11/10/2011, com redação dada pela Lei nº 12.608, de 10/4/2012, publicada no DOU de 11/4/2012, em vigor dois anos após a publicação](#)

§ 3º É vedada a aprovação de projeto de loteamento e desmembramento em áreas de risco definidas como não edificáveis, no plano diretor ou em legislação dele derivada. [Parágrafo acrescido pela Lei nº 12.608, de 10/4/2012](#)

Art. 13. Aos Estados caberá disciplinar a aprovação pelos Municípios de loteamentos e desmembramentos nas seguintes condições: [“Caput” do artigo com redação dada pela Lei nº 9.785, de 29/1/1999](#)

I - quando localizados em áreas de interesse especial, tais como as de proteção aos mananciais ou ao patrimônio cultural, histórico, paisagístico e arqueológico, assim definidas por legislação estadual ou federal;



II - quando o loteamento ou desmembramento localizar-se em área limítrofe do município, ou que pertença a mais de um município, nas regiões metropolitanas ou em aglomerações urbanas, definidas em lei estadual ou federal;

III - quando o loteamento abranger área superior a 1.000.000 m<sup>2</sup>.

Parágrafo único. No caso de loteamento ou desmembramento localizado em área de município integrante de região metropolitana, o exame e a anuência prévia à aprovação do projeto caberão à autoridade metropolitana.

Art. 14. Os Estados definirão, por decreto, as áreas de proteção especial, previstas no inciso I do artigo anterior.

Art. 15. Os Estados estabelecerão, por decreto, as normas a que deverão submeter-se os projetos de loteamento e desmembramento nas áreas previstas no art. 13, observadas as disposições desta Lei.

Parágrafo único. Na regulamentação das normas previstas neste artigo, o Estado procurará atender às exigências urbanísticas do planejamento municipal.

Art. 16. A lei municipal definirá os prazos para que um projeto de parcelamento apresentado seja aprovado ou rejeitado e para que as obras executadas sejam aceitas ou recusadas. ([“Caput” do artigo com redação dada pela Lei nº 9.785, de 29/1/1999](#))

§ 1º Transcorridos os prazos sem a manifestação do Poder Público, o projeto será considerado rejeitado ou as obras recusadas, assegurada a indenização por eventuais danos derivados da omissão. ([Parágrafo acrescido pela Lei nº 9.785, de 29/1/1999](#))

§ 2º Nos Municípios cuja legislação for omissa, os prazos serão de noventa dias para a aprovação ou rejeição e de sessenta dias para a aceitação ou recusa fundamentada das obras de urbanização. ([Parágrafo acrescido pela Lei nº 9.785, de 29/1/1999](#))

Art. 17. Os espaços livres de uso comum, as vias e praças, as áreas destinadas a edifícios públicos e outros equipamentos urbanos, constantes do projeto e do memorial descritivo, não poderão ter sua destinação alterada pelo loteador, desde a aprovação do loteamento, salvo as hipóteses de caducidade da licença ou desistência do loteador, sendo, neste caso, observadas as exigências do art. 23 desta Lei.

## CAPÍTULO VI DO REGISTRO DO LOTEAMENTO E DESMEMBRAMENTO

Art. 18. Aprovado o projeto de loteamento ou de desmembramento, o loteador deverá submetê-lo ao Registro Imobiliário dentro de 180 (cento e oitenta) dias, sob pena de caducidade da aprovação, acompanhado dos seguintes documentos:

I - título de propriedade do imóvel ou certidão da matrícula, ressalvado o disposto nos §§ 4º e 5º; ([Inciso com redação dada pela Lei nº 9.785, de 29/1/1999](#))

II - histórico dos títulos de propriedade do imóvel, abrangendo os últimos 20 (vinte) anos, acompanhados dos respectivos comprovantes;

III - certidões negativas:

a) de tributos federais, estaduais e municipais incidentes sobre o imóvel;

b) de ações reais referentes ao imóvel, pelo período de 10 (dez) anos;

c) de ações penais com respeito ao crime contra o patrimônio e contra a Administração Pública.

IV - certidões:

a) dos cartórios de protestos de títulos, em nome do loteador, pelo período de 10 (dez) anos;

b) de ações pessoais relativas ao loteador, pelo período de 10 (dez) anos;

c) de ônus reais relativos ao imóvel;

d) de ações penais contra o loteador, pelo período de 10 (dez) anos.

V - cópia do ato de aprovação do loteamento e comprovante do termo de verificação pela Prefeitura Municipal ou pelo Distrito Federal, da execução das obras exigidas por legislação municipal, que incluirão, no mínimo, a execução das vias de circulação do loteamento, demarcação dos lotes, quadras e logradouros e das obras de escoamento das águas pluviais ou da aprovação de um cronograma, com a duração máxima de quatro anos, acompanhado de competente instrumento de garantia para a execução das obras; [Inciso com redação dada pela Lei nº 9.785, de 29/1/1999](#)

VI - exemplar do contrato padrão de promessa de venda, ou de cessão ou de promessa de cessão, do qual constarão obrigatoriamente as indicações previstas no art. 26 desta Lei;

VII - declaração do cônjuge do requerente de que consente no registro do loteamento.

§ 1º Os períodos referidos nos incisos III, alínea *b*, e IV, alíneas *a*, *b* e *d*, tomarão por base a data do pedido de registro do loteamento, devendo todas elas ser extraídas em nome daqueles que, nos mencionados períodos, tenham sido titulares de direitos reais sobre o imóvel.

§ 2º A existência de protestos, de ações pessoais ou de ações penais, exceto as referentes a crime contra o patrimônio e contra a administração, não impedirá o registro do loteamento se o requerente comprovar que esses protestos ou ações não poderão prejudicar os adquirentes dos lotes. Se o Oficial do Registro de Imóveis julgar insuficiente a comprovação feita, suscitará a dúvida perante o juiz competente.

§ 3º A declaração a que se refere o inciso VII deste artigo não dispensará o consentimento do declarante para os atos de alienação ou promessa de alienação de lotes, ou de direitos a eles relativos, que venham a ser praticados pelo seu cônjuge.

§ 4º O título de propriedade será dispensado quando se tratar de parcelamento popular, destinado às classes de menor renda, em imóvel declarado de utilidade pública, com processo de desapropriação judicial em curso e imissão provisória na posse, desde que promovido pela União, Estados, Distrito Federal, Municípios ou suas entidades delegadas, autorizadas por lei a implantar projetos de habitação. [Parágrafo acrescido pela Lei nº 9.785, de 29/1/1999](#)

§ 5º No caso de que trata o § 4º, o pedido de registro do parcelamento, além dos documentos mencionados nos incisos V e VI deste artigo, será instruído com cópias autênticas da decisão que tenha concedido a imissão provisória na posse, do decreto de desapropriação, do comprovante de sua publicação na imprensa oficial e, quando formulado por entidades delegadas, da lei de criação e de seus atos constitutivos. [Parágrafo acrescido pela Lei nº 9.785, de 29/1/1999](#)

Art. 19. Examinada a documentação e encontrada em ordem, o Oficial do Registro de Imóveis encaminhará comunicação à Prefeitura e fará publicar, em resumo e com pequeno desenho de localização da área, edital do pedido de registro em 3 (três) dias consecutivos, podendo este ser impugnado no prazo de 15 (quinze) dias contados da data da última publicação.

§ 1º Findo o prazo sem impugnação, será feito imediatamente o registro. Se houver impugnação de terceiros, o Oficial do Registro de Imóveis intimará o requerente e a Prefeitura Municipal, ou o Distrito Federal quando for o caso, para que sobre ela se manifestem no prazo de 5 (cinco) dias, sob pena de arquivamento do processo. Com tais manifestações o processo será enviado ao juiz competente para decisão.

§ 2º Ouvido o Ministério Público no prazo de 5 (cinco) dias, o juiz decidirá de plano ou após instrução sumária, devendo remeter ao interessado as vias ordinárias caso a matéria exija maior indagação.

§ 3º Nas capitais, a publicação do edital se fará no Diário Oficial do Estado e num dos jornais de circulação diária. Nos demais municípios, a publicação se fará apenas num dos jornais locais, se houver, ou, não havendo, em jornal da região.

§ 4º O Oficial do Registro de Imóveis que efetuar o registro em desacordo com as exigências desta Lei ficará sujeito a multa equivalente a 10 (dez) vezes os emolumentos regimentais fixados para o registro, na época em que for aplicada a penalidade pelo juiz corregedor do cartório, sem prejuízo das sanções penais e administrativas cabíveis.

§ 5º Registrado o loteamento, o Oficial de Registro comunicará, por certidão, o seu registro à Prefeitura.

Art. 20. O registro do loteamento será feito, por extrato, no livro próprio.

Parágrafo único. No Registro de Imóveis far-se-á o registro do loteamento, com uma indicação para cada lote, a averbação das alterações, a abertura de ruas e praças e as áreas destinadas a espaços livres ou a equipamentos urbanos.

Art. 21. Quando a área loteada estiver situada em mais de uma circunscrição imobiliária, o registro será requerido primeiramente perante aquela em que estiver localizada a maior parte da área loteada. Procedido o registro nessa circunscrição, o interessado requererá, sucessivamente, o registro do loteamento em cada uma das demais, comprovando perante cada qual o registro efetuado na anterior, até que o loteamento seja registrado em todas. Denegado registro em qualquer das circunscrições, essa decisão será comunicada, pelo Oficial do Registro de Imóveis, às demais para efeito de cancelamento dos registros feitos, salvo se ocorrer a hipótese prevista no § 4º deste artigo.

§ 1º Nenhum lote poderá situar-se em mais de uma circunscrição.

§ 2º É defeso ao interessado processar simultaneamente, perante diferentes circunscrições, pedidos de registro do mesmo loteamento, sendo nulos os atos praticados com infração a esta norma.

§ 3º Enquanto não procedidos todos os registros de que trata este artigo, considerar-se-á o loteamento como não registrado para os efeitos desta Lei.

§ 4º O indeferimento do registro do loteamento em uma circunscrição não determinará o cancelamento do registro procedido em outra, se o motivo do indeferimento naquela não se estender à área situada sob a competência desta, e desde que o interessado requeira a manutenção do registro obtido, submetido o remanescente do loteamento a uma aprovação prévia perante a Prefeitura Municipal, ou o Distrito Federal quando for o caso.

Art. 22. Desde a data de registro do loteamento, passam a integrar o domínio do Município as vias e praças, os espaços livres e as áreas destinadas a edifícios públicos e outros equipamentos urbanos, constantes do projeto e do memorial descritivo.

Parágrafo único. Na hipótese de parcelamento do solo implantado e não registrado, o Município poderá requerer, por meio da apresentação de planta de parcelamento elaborada pelo loteador ou aprovada pelo Município e de declaração de que o parcelamento se encontra implantado, o registro das áreas destinadas a uso público, que passarão dessa forma a integrar o seu domínio. ([Parágrafo único acrescido pela Medida Provisória nº 514, de 1/12/2010, convertida na Lei nº 12.424, de 16/6/2011](#))

Art. 23. O registro do loteamento só poderá ser cancelado:

I - por decisão judicial;

II - a requerimento do loteador, com anuência da Prefeitura, ou do Distrito Federal quando for o caso, enquanto nenhum lote houver sido objeto de contrato;

III - a requerimento conjunto do loteador e de todos os adquirentes de lotes, com anuência da Prefeitura, ou do Distrito Federal quando for o caso, e do Estado.

§ 1º A Prefeitura e o Estado só poderão se opor ao cancelamento se disto resultar inconveniente comprovado para o desenvolvimento urbano ou se já se tiver realizado qualquer melhoramento na área loteada ou adjacências.

§ 2º Nas hipóteses dos incisos II e III, o Oficial do Registro de Imóveis fará publicar, em resumo, edital do pedido de cancelamento, podendo este ser impugnado no prazo de 30 (trinta) dias contados da data da última publicação. Findo esse prazo, com ou sem impugnação, o processo será remetido ao juiz competente para homologação do pedido de cancelamento, ouvido o Ministério Público.

§ 3º A homologação de que trata o parágrafo anterior será precedida de vistoria judicial destinada a comprovar a inexistência de adquirentes instalados na área loteada.

Art. 24. O processo de loteamento e os contratos de depositados em Cartório poderão ser examinados por qualquer pessoa, a qualquer tempo, independentemente do pagamento de custas ou emolumentos, ainda que a título de busca.

## CAPÍTULO VII DOS CONTRATOS

Art. 25. São irrevogáveis os compromissos de compra e venda, cessões e promessas de cessão, os que atribuam direito a adjudicação compulsória e, estando registrados, confirmam direito real oponível a terceiros.

Art. 26. Os compromissos de compra e venda, as cessões ou promessas de cessão poderão ser feitos por escritura pública ou por instrumento particular, de acordo com o modelo depositado na forma do inciso VI do art. 18 e conterão, pelo menos, as seguintes indicações:

I - nome, registro civil, cadastro fiscal no Ministério da Fazenda, nacionalidade, estado civil e residência dos contratantes;

II - denominação e situação do loteamento, número e data da inscrição;

III - descrição do lote ou dos lotes que forem objeto de compromissos, confrontações, área e outras características;

IV - preço, prazo, forma e local de pagamento bem como a importância do sinal;

V - taxa de juros incidentes sobre o débito em aberto e sobre as prestações vencidas e não pagas, bem como a cláusula penal, nunca excedente a 10% (dez por cento) do débito e só exigível nos casos de intervenção judicial ou de mora superior a 3 (três) meses;

VI - indicação sobre a quem incumbe o pagamento dos impostos e taxas incidentes sobre o lote compromissado;

VII - declaração das restrições urbanísticas convencionais do loteamento, supletivas da legislação pertinente.

§ 1º O contrato deverá ser firmado em 3 (três) vias ou extraídas em 3 (três) traslados, sendo um para cada parte e o terceiro para arquivo no registro imobiliário, após o registro e anotações devidas.

§ 2º Quando o contrato houver sido firmado por procurador de qualquer das partes, será obrigatório o arquivamento da procuração no registro imobiliário.

§ 3º Admite-se, nos parcelamentos populares, a cessão da posse em que estiverem provisoriamente imitidas a União, Estados, Distrito Federal, Municípios e suas entidades delegadas, o que poderá ocorrer por instrumento particular, ao qual se atribui, para todos os fins de direito, caráter de escritura pública, não se aplicando a disposição do inciso II do art. 134 do Código Civil. ([Parágrafo acrescido pela Lei nº 9.785, de 29/1/1999](#))

§ 4º A cessão da posse referida no § 3º, cumpridas as obrigações do cessionário, constitui crédito contra o expropriante, de aceitação obrigatória em garantia de contratos de financiamentos habitacionais. ([Parágrafo acrescido pela Lei nº 9.785, de 29/1/1999](#))

§ 5º Com o registro da sentença que, em processo de desapropriação, fixar o valor da indenização, a posse referida no § 3º converter-se-á em propriedade e a sua cessão, em compromisso de compra e venda ou venda e compra, conforme haja obrigações a cumprir ou estejam elas cumpridas, circunstância que, demonstradas ao Registro de Imóveis, serão averbadas na matrícula relativa ao lote. ([Parágrafo acrescido pela Lei nº 9.785, de 29/1/1999](#))

§ 6º Os compromissos de compra e venda, as cessões e as promessas de cessão valerão como título para o registro da propriedade do lote adquirido, quando acompanhados da respectiva prova de quitação. ([Parágrafo acrescido pela Lei nº 9.785, de 29/1/1999](#))

Art. 26-A. Os contratos de compra e venda, cessão ou promessa de cessão de loteamento devem ser iniciados por quadro-resumo, que deverá conter, além das indicações constantes do art. 26 desta Lei:

I - o preço total a ser pago pelo imóvel;

II - o valor referente à corretagem, suas condições de pagamento e a identificação precisa de seu beneficiário;

III - a forma de pagamento do preço, com indicação clara dos valores e vencimentos das parcelas;

IV - os índices de correção monetária aplicáveis ao contrato e, quando houver pluralidade de índices, o período de aplicação de cada um;

V - as consequências do desfazimento do contrato, seja mediante distrato, seja por meio de resolução contratual motivada por inadimplemento de obrigação do adquirente ou do loteador, com destaque negrito para as penalidades aplicáveis e para os prazos para devolução de valores ao adquirente;

VI - as taxas de juros eventualmente aplicadas, se mensais ou anuais, se nominais ou efetivas, o seu período de incidência e o sistema de amortização;

VII - as informações acerca da possibilidade do exercício, por parte do adquirente do imóvel, do direito de arrependimento previsto no art. 49 da Lei nº 8.078, de 11 de setembro de 1990 (Código de Defesa do Consumidor), em todos os contratos firmados em estandes de vendas e fora da sede do loteador ou do estabelecimento comercial;

VIII - o prazo para quitação das obrigações pelo adquirente após a obtenção do termo de vistoria de obras;

IX - informações acerca dos ônus que recaiam sobre o imóvel;

X - o número do registro do loteamento ou do desmembramento, a matrícula do imóvel e a identificação do cartório de registro de imóveis competente;

XI - o termo final para a execução do projeto referido no § 1º do art. 12 desta Lei e a data do protocolo do pedido de emissão do termo de vistoria de obras.

§ 1º Identificada a ausência de quaisquer das informações previstas no *caput* deste artigo, será concedido prazo de 30 (trinta) dias para aditamento do contrato e saneamento da omissão, findo o qual, essa omissão, se não sanada, caracterizará justa causa para rescisão contratual por parte do adquirente.

§ 2º A efetivação das consequências do desfazimento do contrato, mencionadas no inciso V do *caput* deste artigo, dependerá de anuência prévia e específica do adquirente a seu respeito, mediante assinatura junto a essas cláusulas, que deverão ser redigidas conforme o disposto no § 4º do art. 54 da Lei nº 8.078, de 11 de setembro de 1990 (Código de Defesa do Consumidor). [Artigo acrescido pela Lei nº 13.786, de 27/12/2018](#)

Art. 27. Se aquele que se obrigou a concluir contrato de promessa de venda ou de cessão não cumprir a obrigação, o credor poderá notificar o devedor para outorga do contrato ou oferecimento de impugnação no prazo de 15 (quinze) dias, sob pena de proceder-se ao registro de pré-contrato, passando as relações entre as partes a serem regidas pelo contrato-padrão.

§ 1º Para fins deste artigo, terão o mesmo valor de pré-contrato a promessa de cessão, a proposta de compra, a reserva de lote ou qualquer outro instrumento, do qual conste a manifestação da vontade das partes, a indicação do lote, o preço e modo de pagamento, e a promessa de contratar.

§ 2º O registro de que trata este artigo não será procedido se a parte que o requereu não comprovar haver cumprido a sua prestação, nem a oferecer na forma devida, salvo se ainda não exigível.

§ 3º Havendo impugnação daquele que se comprometeu a concluir o contrato, observar-se-á o disposto nos arts. 639 e 640 do Código de Processo Civil.

Art. 28. Qualquer alteração ou cancelamento parcial do loteamento registrado dependerá de acordo entre o loteador e os adquirentes de lotes atingidos pela alteração, bem como da aprovação pela Prefeitura Municipal, ou do Distrito Federal quando for o caso, devendo ser depositada no Registro de Imóveis, em complemento ao projeto original com a devida averbação.

Art. 29. Aquele que adquirir a propriedade loteada mediante ato *inter vivos*, ou por sucessão *causa mortis*, sucederá o transmitente em todos os seus direitos e obrigações, ficando obrigado a respeitar os compromissos de compra e venda ou as promessas de cessão, em todas as suas cláusulas, sendo nula qualquer disposição em contrário, ressalvado o direito do herdeiro ou legatário de renunciar à herança ou ao legado.

Art. 30. A sentença declaratória de falência ou da insolvência de qualquer das partes não rescindir os contratos de compromisso de compra e venda ou de promessa de cessão que tenham por objeto a área loteada ou lotes da mesma. Se a falência ou insolvência for do proprietário da área loteada ou do titular de direito sobre ela, incumbirá ao síndico ou ao

administrador dar cumprimento aos referidos contratos; se do adquirente do lote, seus direitos serão levados à praça.

Art. 31. O contrato particular pode ser transferido por simples trespasse, lançado no verso das vias em poder das partes, ou por instrumento em separado, declarando-se o número do registro do loteamento, o valor da cessão e a qualificação do cessionário, para o devido registro.

§ 1º A cessão independe da anuência do loteador mas, em relação a este, seus efeitos só se produzem depois de cientificado, por escrito, pelas partes ou quando registrada a cessão.

§ 2º Uma vez registrada a cessão, feita sem anuência do loteador, o Oficial do Registro dar-lhe-á ciência, por escrito, dentro de 10 (dez) dias.

Art. 32. Vencida e não paga a prestação, o contrato será considerado rescindido 30 (trinta) dias depois de constituído em mora o devedor.

§ 1º Para os fins deste artigo o devedor-adquirente será intimado, a requerimento do credor, pelo Oficial do Registro de Imóveis, a satisfazer as prestações vencidas e as que se vencerem até a data do pagamento, os juros convencionados e as custas de intimação.

§ 2º Purgada a mora, convalescerá o contrato.

§ 3º Com a certidão de não haver sido feito o pagamento em cartório, o vendedor requererá ao Oficial do Registro o cancelamento da averbação.

Art. 32-A. Em caso de resolução contratual por fato imputado ao adquirente, respeitado o disposto no § 2º deste artigo, deverão ser restituídos os valores pagos por ele, atualizados com base no índice contratualmente estabelecido para a correção monetária das parcelas do preço do imóvel, podendo ser descontados dos valores pagos os seguintes itens:

I - os valores correspondentes à eventual fruição do imóvel, até o equivalente a 0,75% (setenta e cinco centésimos por cento) sobre o valor atualizado do contrato, cujo prazo será contado a partir da data da transmissão da posse do imóvel ao adquirente até sua restituição ao loteador;

II - o montante devido por cláusula penal e despesas administrativas, inclusive arras ou sinal, limitado a um desconto de 10% (dez por cento) do valor atualizado do contrato;

III - os encargos moratórios relativos às prestações pagas em atraso pelo adquirente;

IV - os débitos de impostos sobre a propriedade predial e territorial urbana, contribuições condominiais, associativas ou outras de igual natureza que sejam a estas equiparadas e tarifas vinculadas ao lote, bem como tributos, custas e emolumentos incidentes sobre a restituição e/ou rescisão;

V - a comissão de corretagem, desde que integrada ao preço do lote.

§ 1º O pagamento da restituição ocorrerá em até 12 (doze) parcelas mensais, com início após o seguinte prazo de carência:

I - em loteamentos com obras em andamento: no prazo máximo de 180 (cento e oitenta) dias após o prazo previsto em contrato para conclusão das obras;

II - em loteamentos com obras concluídas: no prazo máximo de 12 (doze) meses após a formalização da rescisão contratual.

§ 2º Somente será efetuado registro do contrato de nova venda se for comprovado o início da restituição do valor pago pelo vendedor ao titular do registro cancelado na forma e condições pactuadas no distrato, dispensada essa comprovação nos casos em que o adquirente não for localizado ou não tiver se manifestado, nos termos do art. 32 desta Lei.

§ 3º O procedimento previsto neste artigo não se aplica aos contratos e escrituras de compra e venda de lote sob a modalidade de alienação fiduciária nos termos da Lei nº 9.514, de 20 de novembro de 1997. [\(Artigo acrescido pela Lei nº 13.786, de 27/12/2018\)](#)

Art. 33. Se o credor das prestações se recusar recebê-las ou furtar-se ao seu recebimento, será constituído em mora mediante notificação do Oficial do Registro de Imóveis para vir receber as importâncias depositadas pelo devedor no próprio Registro de Imóveis. Decorridos 15 (quinze) dias após o recebimento da intimação, considerar-se-á efetuado o pagamento, a menos que o credor impugne o depósito e, alegando inadimplemento do devedor, requeira a intimação deste para os fins do disposto no art. 32 desta Lei.

Art. 34. Em qualquer caso de rescisão por inadimplemento do adquirente, as benfeitorias necessárias ou úteis por ele levadas a efeito no imóvel deverão ser indenizadas, sendo de nenhum efeito qualquer disposição contratual em contrário.

§ 1º Não serão indenizadas as benfeitorias feitas em desconformidade com o contrato ou com a lei. [\(Parágrafo único transformado em § 1º pela Lei nº 13.786, de 27/12/2018\)](#)

§ 2º No prazo de 60 (sessenta) dias, contado da constituição em mora, fica o loteador, na hipótese do *caput* deste artigo, obrigado a alienar o imóvel mediante leilão judicial ou extrajudicial, nos termos da Lei nº 9.514, de 20 de novembro de 1997. [\(Parágrafo acrescido pela Lei nº 13.786, de 27/12/2018\)](#)

Art. 35. Se ocorrer o cancelamento do registro por inadimplemento do contrato, e tiver sido realizado o pagamento de mais de 1/3 (um terço) do preço ajustado, o oficial do registro de imóveis mencionará esse fato e a quantia paga no ato do cancelamento, e somente será efetuado novo registro relativo ao mesmo lote, mediante apresentação do distrato assinado pelas partes e a comprovação do pagamento da parcela única ou da primeira parcela do montante a ser restituído ao adquirente, na forma do art. 32-A desta Lei, ao titular do registro cancelado, ou mediante depósito em dinheiro à sua disposição no registro de imóveis. [\(“Caput” do artigo com redação dada pela Lei nº 13.786, de 27/12/2018\)](#)

§ 1º Ocorrendo o depósito a que se refere este artigo, o Oficial do Registro de Imóveis intimará o interessado para vir recebê-lo no prazo de 10 (dez) dias, sob pena de ser devolvido ao depositante.

§ 2º No caso de não se encontrado o interessado, o Oficial do Registro de Imóveis depositará quantia em estabelecimento de crédito, segundo a ordem prevista no inciso I do art. 666 do Código de Processo Civil, em conta com incidência de juros e correção monetária.

§ 3º A obrigação de comprovação prévia de pagamento da parcela única ou da primeira parcela como condição para efetivação de novo registro, prevista no *caput* deste artigo, poderá ser dispensada se as partes convencionarem de modo diverso e de forma expressa no documento de distrato por elas assinado. [\(Parágrafo acrescido pela Lei nº 13.786, de 27/12/2018\)](#)

Art. 36. O registro do compromisso, cessão ou promessa de cessão só poderá ser cancelado:

- I - por decisão judicial;
- II - a requerimento conjunto das partes contratantes;
- III - quando houver rescisão comprovada do contrato.



Art. 36-A. As atividades desenvolvidas pelas associações de proprietários de imóveis, titulares de direitos ou moradores em loteamentos ou empreendimentos assemelhados, desde que não tenham fins lucrativos, bem como pelas entidades civis organizadas em função da solidariedade de interesses coletivos desse público com o objetivo de administração, conservação, manutenção, disciplina de utilização e convivência, visando à valorização dos imóveis que compõem o empreendimento, tendo em vista a sua natureza jurídica, vinculam-se, por critérios de afinidade, similitude e conexão, à atividade de administração de imóveis.

Parágrafo único. A administração de imóveis na forma do *caput* deste artigo sujeita seus titulares à normatização e à disciplina constantes de seus atos constitutivos, cotizando-se na forma desses atos para suportar a consecução dos seus objetivos ([Artigo acrescido pela Lei nº 13.465, de 11/7/2017](#))

## CAPÍTULO VIII DISPOSIÇÕES GERAIS

Art. 37. É vedado vender ou prometer vender parcela de loteamento ou desmembramento não registrado.

Art. 38. Verificado que o loteamento ou desmembramento não se acha registrado ou regularmente executado ou notificado pela Prefeitura Municipal, ou pelo Distrito Federal quando for o caso, deverá o adquirente do lote suspender o pagamento das prestações restantes e notificar o loteador para suprir a falta.

§ 1º Ocorrendo a suspensão do pagamento das prestações restantes, na forma do *caput* deste artigo, o adquirente efetuará o depósito das prestações devidas junto ao Registro de Imóveis competente, que as depositará em estabelecimento de crédito, segundo a ordem prevista no inciso I do art. 666 do Código de Processo Civil, em conta com incidência de juros e correção monetária, cuja movimentação dependerá de prévia autorização judicial.

§ 2º A Prefeitura Municipal, ou o Distrito Federal quando for o caso, ou o Ministério Público, poderá promover a notificação ao loteador prevista no *caput* deste artigo.

§ 3º Regularizado o loteamento pelo loteador, este promoverá judicialmente a autorização para levantar as prestações depositadas, com os acréscimos de correção monetária e juros, sendo necessária a citação da Prefeitura, ou do Distrito Federal quando for o caso, para integrar o processo judicial aqui previsto, bem como audiência do Ministério Público.

§ 4º Após o reconhecimento judicial de regularidade do loteamento, o loteador notificará os adquirentes dos lotes, por intermédio do Registro de Imóveis competente, para que passem a pagar diretamente as prestações restantes, a contar da data da notificação.

§ 5º No caso de o loteador deixar de atender à notificação até o vencimento do prazo contratual, ou quando o loteamento ou desmembramento for regularizado pela Prefeitura Municipal, ou pelo Distrito Federal quando for o caso, nos termos do art. 40 desta Lei, o loteador não poderá, a qualquer título, exigir o recebimento das prestações depositadas.

Art. 39. Será nula de pleno direito a cláusula de rescisão de contrato por inadimplemento do adquirente, quando o loteamento não estiver regularmente inscrito.

Art. 40. A Prefeitura Municipal, ou o Distrito Federal quando for o caso, se desatendida pelo loteador a notificação, poderá regularizar loteamento ou desmembramento não autorizado ou executado sem observância das determinações do ato administrativo de licença,

para evitar lesão aos seus padrões de desenvolvimento urbano e na defesa dos direitos dos adquirentes de lotes.

§ 1º A Prefeitura Municipal, ou o Distrito Federal quando for o caso, que promover a regularização, na forma deste artigo, obterá judicialmente o levantamento das prestações depositadas, com os respectivos acréscimos de correção monetária e juros, nos termos do § 1º do art. 38 desta Lei, a título de ressarcimento das importâncias despendidas com equipamentos urbanos ou expropriações necessárias para regularizar o loteamento ou desmembramento.

§ 2º As importâncias despendidas pela Prefeitura Municipal, ou pelo Distrito Federal quando for o caso, para regularizar o loteamento ou desmembramento, caso não sejam integralmente ressarcidas conforme o disposto no parágrafo anterior, serão exigidas na parte faltante do loteador, aplicando-se o disposto no art. 47 desta Lei.

§ 3º No caso de o loteador não cumprir o estabelecido no parágrafo anterior, a Prefeitura Municipal, ou o Distrito Federal quando for o caso, poderá receber as prestações dos adquirentes, até o valor devido.

§ 4º A Prefeitura Municipal, ou o Distrito Federal quando for o caso, para assegurar a regularização do loteamento ou desmembramento, bem como o ressarcimento integral de importâncias despendidas, ou a despender, poderá promover judicialmente os procedimentos cautelares necessários aos fins colimados.

§ 5º A regularização de um parcelamento pela Prefeitura Municipal, ou Distrito Federal, quando for o caso, não poderá contrariar o disposto nos arts. 3º e 4º desta Lei, ressalvado o disposto no § 1º desse último. ([Parágrafo acrescido pela Lei nº 9.785, de 29/1/1999](#))

Art. 41. Regularizado o loteamento ou desmembramento pela Prefeitura Municipal, ou pelo Distrito Federal quando for o caso, o adquirente do lote, comprovando o depósito de todas as prestações do preço avençado, poderá obter o registro, de propriedade do lote adquirido, valendo para tanto o compromisso de venda e compra devidamente firmado.

Art. 42. Nas desapropriações não serão considerados como loteados ou loteáveis, para fins de indenização, os terrenos ainda não vendidos ou compromissados, objeto de loteamento ou desmembramento não registrado.

Art. 43. Ocorrendo a execução de loteamento não aprovado, a destinação de áreas públicas exigidas no inciso I do art. 4º desta Lei não se poderá alterar sem prejuízo da aplicação das sanções administrativas, civis e criminais previstas.

Parágrafo único. Neste caso, o loteador ressarcirá a Prefeitura Municipal ou o Distrito Federal quando for o caso, em pecúnia ou em área equivalente, no dobro da diferença entre o total das áreas públicas exigidas e as efetivamente destinadas. ([Parágrafo único acrescido pela Lei nº 9.785, de 29/1/1999](#))

Art. 44. O Município, o Distrito Federal e o Estado poderão expropriar áreas urbanas ou de expansão urbana para reloteamento, demolição, reconstrução e incorporação, ressalvada a preferência dos expropriados para a aquisição de novas unidades.

Art. 45. O loteador, ainda que já tenha vendido todos os lotes, ou os vizinhos, são partes legítimas para promover ação destinada a impedir construção em desacordo com restrições legais ou contratuais.

Art. 46. O loteador não poderá fundamentar qualquer ação ou defesa na presente Lei sem apresentação dos registros e contratos a que ela se refere.

Art. 47. Se o loteador integrar grupo econômico ou financeiro, qualquer pessoa física ou jurídica desse grupo, beneficiária de qualquer forma do loteamento ou desmembramento irregular, será solidariamente responsável pelos prejuízos por ele causados aos compradores de lotes e ao Poder Público.

Art. 48. O foro competente para os procedimentos judiciais previstos nesta Lei será sempre o da comarca da situação do lote.

Art. 49. As intimações e notificações previstas nesta Lei deverão ser feitas pessoalmente ao intimado ou notificado, que assinará o comprovante do recebimento, e poderão igualmente ser promovidas por meio dos Cartórios de Registro de Títulos e Documentos da Comarca da situação do imóvel ou do domicílio de quem deva recebê-las.

§ 1º Se o destinatário se recusar a dar recibo ou se furtar ao recebimento, ou se for desconhecido o seu paradeiro, o funcionário incumbido da diligência informará esta circunstância ao Oficial competente que a certificará, sob sua responsabilidade.

§ 2º Certificada a ocorrência dos fatos mencionados no parágrafo anterior, a intimação ou notificação será feita por edital na forma desta Lei, começando o prazo a correr 10 (dez) dias após a última publicação.

## CAPÍTULO IX DISPOSIÇÕES PENAIS

Art. 50. Constitui crime contra a Administração Pública.

I - dar início, de qualquer modo, ou efetuar loteamento ou desmembramento do solo para fins urbanos, sem autorização do órgão público competente, ou em desacordo com as disposições desta Lei ou das normas pertinentes do Distrito Federal, Estados e Municípios;

II - dar início, de qualquer modo, ou efetuar loteamento ou desmembramento do solo para fins urbanos sem observância das determinações constantes do ato administrativo de licença;

III - fazer, ou veicular em proposta, contrato, prospecto ou comunicação ao público ou a interessados, afirmação falsa sobre a legalidade de loteamento ou desmembramento do solo para fins urbanos, ou ocultar fraudulentamente fato a ele relativo.

Pena: Reclusão, de 1(um) a 4 (quatro) anos, e multa de 5 (cinco) a 50 (cinquenta) vezes o maior salário mínimo vigente no País.

Parágrafo único. O crime definido neste artigo é qualificado, se cometido.

I - por meio de venda, promessa de venda, reserva de lote ou quaisquer outros instrumentos que manifestem a intenção de vender lote em loteamento ou desmembramento não registrado no Registro de Imóveis competente.

II - com inexistência de título legítimo de propriedade do imóvel loteado ou desmembrado, ressalvado o disposto no art. 18, §§ 4º e 5º, desta Lei, ou com omissão fraudulenta de fato a ele relativo, se o fato não constituir crime mais grave. [\*Inciso com redação dada pela Lei nº 9.785, de 29/1/1999\*](#)

Pena: Reclusão, de 1 (um) a 5 (cinco) anos, e multa de 10 (dez) a 100 (cem) vezes o maior salário mínimo vigente no País.

Art. 51. Quem, de qualquer modo, concorra para a prática dos crimes previstos no artigo anterior desta Lei incide nas penas a estes cominadas, considerados em especial os atos praticados na qualidade de mandatário de loteador, diretor ou gerente de sociedade.

Parágrafo único. [VETADO na Lei nº 9.785, de 29/1/1999](#)

Art. 52. Registrar loteamento ou desmembramento não aprovado pelos órgãos competentes, registrar o compromisso de compra e venda, a cessão ou promessa de cessão de direitos, ou efetuar registro de contrato de venda de loteamento ou desmembramento não registrado.

Pena: Detenção, de 1 (um) a 2 (dois) anos, e multa de 5 (cinco) a 50 (cinquenta) vezes o maior salário mínimo vigente no País, sem prejuízo das sanções administrativas cabíveis.

## CAPÍTULO X DISPOSIÇÕES FINAIS

Art. 53. Todas as alterações de uso do solo rural para fins urbanos dependerão de prévia audiência do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária - INCRA, do Órgão Metropolitano, se houver, onde se localiza o Município, e da aprovação da Prefeitura municipal, ou do Distrito Federal quando for o caso, segundo as exigências da legislação pertinente.

Art. 53-A. São considerados de interesse público os parcelamentos vinculados a planos ou programas habitacionais de iniciativa das Prefeituras Municipais e do Distrito Federal, ou entidades autorizadas por lei, em especial as regularizações de parcelamentos e de assentamentos.

Parágrafo único. Às ações e intervenções de que trata este artigo não será exigível documentação que não seja a mínima necessária e indispensável aos registros no cartório competente, inclusive sob a forma de certidões, vedadas as exigências e as sanções pertinentes aos particulares, especialmente aquelas que visem garantir a realização de obras e serviços, ou que visem prevenir questões de domínio de glebas, que se presumirão asseguradas pelo Poder Público respectivo. [Artigo acrescido pela Lei nº 9.785, de 29/1/1999](#)

Art. 54. Esta Lei entrará em vigor na data de sua publicação.

Art. 55. Revogam-se as disposições em contrário.

Brasília, em 19 de dezembro de 1979; 158º da Independência e 91º da República.

JOÃO FIGUEIREDO  
Petrônio Portella  
Angelo Amaury Stábile  
Mário David Andreazza