

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

ZONEAMENTO DE RISCO DE ESCORREGAMENTO NA ÁREA
CENTRAL DO MUNICÍPIO DE GUARAREMA – S.P.

Farley Leandro de Souza

Orientador: Prof. Dr. Carlos H.G. Carvalho

Co-orientador: Prof. Dr. Edilson Pissato

MONOGRAFIA DE TRABALHO DE FORMATURA

(TF-11/18)

São Paulo
2011

TF
S729
FL.z

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

ZONEAMENTO DE RISCO DE ESCORREGAMENTO NA ÁREA CENTRAL DO
MUNICÍPIO DE GUARAREMA – S.P.

Farley Leandro de Souza



Orientador: Prof. Dr. Carlos H. G. Carvalho
Co-orientador: Prof. Dr. Edilson Pissato

MONOGRAFIA DE TRABALHO DE FORMATURA
(TF-2011 / 18)

DEDALUS - Acervo - IGC



30900030337

SÃO PAULO
2011

TF
S729
FL. 8

UNIVERSITY OF CALIFORNIA
LIBRARY



COMMITTEE ON THE STATUS OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA
LIBRARY

Committee on the Status of the University of California
Library

MONITORING THE STATUS OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA
LIBRARY

Agradecimentos

Talvez uma das partes mais difíceis deste trabalho, inicio pedindo desculpas a todos que mereceriam estar neste item, pelo apoio manifesto neste momento. Minha gratidão e meus agradecimentos.

Agradeço primeiramente as pessoas que contribuíram para a conclusão deste trabalho, em especial meu orientador e meu co-orientador, respectivamente, os Professores Doutores Carlos H. G. Carvalho e Edilson Pissato, pela irrefutável paciência, indiscriminável disponibilidade de ajuda e grande aprendizado. Minha gratidão também aos professores, funcionários e alunos do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo – IGc USP (seção de graduação, gráfica e biblioteca), principalmente os do Laboratório de Informática Geológica como o professor Marcelo Monteiro da Rocha e o companheiro Sidney Schaberle Goveia, que foram fundamentais no processo de utilização do software ArcGIS. Também neste sentido, não poderia me esquecer do geógrafo Marco Antonio de Oliveira. Para geógrafa Dra. Kátia Canil e ao geólogo Msc. Marcelo Fischer Gramani, amigos do Instituto de Pesquisa Tecnológica do Estado de São Paulo – IPT, meus agradecimentos pelas essenciais orientações. Retribuo a atenção dos membros da Prefeitura Municipal de Guararema, em especial do arquiteto Eduardo, sem os quais este trabalho não teria progredido tão promissoriamente.

Em seguida, quero agradecer a todos que fizeram parte da minha vida geológica acadêmica, desde meus velhos amigos de Piracicaba pelo apoio ao ingresso na Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT, ao professor Dr. Francisco Egídio Pinho pela orientação de minha primeira iniciação científica (PIBIC), até cada amigo que lá constitui. Deixo registrado também meu reconhecimento à calorosa recepção na cidade de Cuiabá pela família do tio Luiz Carlos Zangirolamo.

Ao geólogo e amigo, Prof. Dr. Paulo César Boggiani, agradeço o apoio à recepção no IGc – USP. Aos meus notáveis amigos, que me receberam muito bem e ajudaram a me manter nesta “paulicéia desvairada”, meu muito obrigado. Pela confiança, orientação e oportunidade de bolsa trabalho agradeço (a amiga do CCE) Carla Barros Amaral e (aos membros do IPT) a geóloga Msc. Elidiana Pereira Maretti e o geólogo Dr. Oswaldo Augusto Filho; todos foram agentes promovedores de prestigiosas experiências. Pelo crédito a mim depositado, mesmo sem me conhecer, agradeço o Professor Dr. Colombo Celso Gaeta Tassinari; seu suporte foi fundamental ao intercâmbio acadêmico desenvolvido na Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa em 2007. Pelo acolhimento e ensinamentos em Lisboa, à professora Dra. Lúcia Tavares Martins e aos grandes amigos que lá conheci, meu agradecimento.

Agradeço as empresas que acreditaram no meu potencial profissional, ao investirem e me oferecerem oportunidades: Sondagua Poços Artesianos Ltda., Regea – Geologia e Estudos Ambientais, e Engesonda Solo e Fundações Ltda.

Por fim, agradeço ao apoio, indiscutível e sempiterno, de minha família e minha namorada, minhas maiores riquezas.

Agradeço a Deus por ter colocado cada um em meu caminho.

MUITO OBRIGADO!

SUMÁRIO

1. RESUMO	1
2. ABSTRACT	2
3. INTRODUÇÃO	3
4. OBJETIVOS	4
5. FUNDAMENTAÇÃO BIBLIOGRÁFICA	5
5.1 MOVIMENTOS DE MASSA E CONDICIONANTES.....	6
5.2 RISCOS GEOLÓGICOS, ZONEAMENTO/CADASTRAMENTO	8
6. CARACTERIZAÇÃO GERAL DA ÁREA DE ESTUDO	9
6.1 GEOLOGIA REGIONAL	12
6.1.1 Geologia Local	13
6.2 CARTA GEOTÉCNICA	14
6.3 ENQUADRAMENTO GEOMORFOLÓGICO.....	16
6.4 MAPA DE DECLIVIDADE.....	18
6.5 MAPA DE RELEVO SOMBREADO	18
7. METODOLOGIA	19
8. DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO	20
9. RESULTADOS OBTIDOS	21
9.1 FASE DE INVENTÁRIO.....	21
9.2 INVESTIGAÇÃO.....	22
9.3 DEFINIÇÕES DAS UNIDADES DE ANÁLISE:.....	23
9.4 ELABORAÇÃO DA CARTA DE RISCO DE ESCORREGAMENTO:.....	24
10. CONCLUSÃO	26
11. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	28

1. RESUMO

Com o objetivo de auxiliar na redução do número de vítimas de deslizamento, este trabalho apresenta os resultados do zoneamento de risco a escorregamento em unidades de encostas da área central do município de Guararema, palco de diversos eventos ligados ao risco geológico, como movimentos de massa, erosão, inundação e solapamento de margens de córrego.

Um dos principais problemas na análise de risco geológico consiste na estimativa da magnitude e probabilidade de ocorrência de movimentos em encostas, pois este fenômeno envolve o conhecimento de vários aspectos do meio físico, tais como: topografia, composição das coberturas e substrato e suas propriedades geomecânicas, dinâmica das águas superficiais e subterrâneas, ação e intensidade dos fatores desencadeadores, ação antrópica, entre outros. Com o desenvolvimento dos Sistemas de Informações Georreferenciadas (SIG) e de técnicas de Sensoriamento Remoto que possibilitam a elaboração de Modelos Digitais de Terreno (MDTs) e representações tridimensionais da superfície topográfica, tais problemas foram amenizados e hoje se fazem necessários para qualquer tratamento e elaboração de uma carta geotécnica.

Depois de elaborada uma ficha de campo, identificada em escala de zoneamento e caracterizada espacialmente as áreas de risco, foi definido o grau de risco em quatro escalas: R1 (baixo risco), R2 (médio), R3 (alto) a R4 (muito alto). Com isso foram identificados 15 setores distribuídos em 7 áreas que apresentam risco de escorregamento. Destes 15 setores, 53% apresentam grau de probabilidade muito alto de escorregamento envolvendo 94 casas, 27% apresentam grau de probabilidade alto com 32 casas envolvidas e 20% apresentam grau médio de probabilidade com 61 casas registradas (nenhum setor foi considerado como de grau baixo).

Dessa forma, ao considerar a magnitude das conseqüências que os escorregamentos podem causar nestes locais, acredita-se que este trabalho pode ser um eficaz instrumento de auxílio aos órgãos responsáveis, servindo de subsídio para ações e intervenções locais.

2. ABSTRACT

In order to help reduce the number of landslides victims, this paper presents the results of the landslide risk zoning in units of the slopes of the central area of the city of Guararema, scene of several events related to geological risk, such as mass movements, erosion, flooding and washouts of stream margins.

The major problem in the analysis of geological risk is the estimated magnitude and likelihood of landslides, since this phenomenon involves the knowledge of various aspects of the physical environment, such as topography, composition of the superficial layer and substrate and their geomechanical properties, dynamics of surface and groundwater, action and intensity of the triggering factors, human action, among others. With the development of Geographic Information Systems (GIS) and Remote Sensing techniques that enable the creation of Digital Terrain Models (DTMs) and three-dimensional representations of the surface topography, such problems have been alleviated and today are necessary for any treatment and development of a geotechnical map.

After a field form has been developed, identify and spatially characterizing the areas of risk at a zoning scale, to assess the degree of risk in four scales: R1 (low risk), R2 (middle), R3 (high) to R4 (very high). We identified 15 sectors divided into seven areas that are at risk of sliding. Of these 15 sectors, 53% have a very high degree of probability of slipping which may affect 94 homes, 27% have a degree of probability to the sliding top with 32 houses and 20% have involved average degree of probability with 61 houses registered (no sector was considered as a low risk area).

Thus, when considering the magnitude of the consequences that can cause landslides in these areas, it is believed that this work can be an effective tool to aid policy-makers used as subsidies to local actions and interventions.

3. INTRODUÇÃO

O zoneamento de riscos geológicos (movimentos de massa, erosão, inundação e solapamento) vem sendo muito utilizado como instrumento na gestão urbana, identificando-os e buscando amenizar o número de vítimas e prejuízos econômicos em centros urbanos. Um dos principais problemas na análise de risco geológico consiste na estimativa da magnitude e probabilidade de ocorrência de movimentos em encostas, pois este fenômeno envolve o conhecimento de vários aspectos do meio físico, tais como: topografia, composição das coberturas e substrato e suas propriedades geomecânicas, dinâmica das águas superficiais e subterrâneas, ação e intensidade dos fatores desencadeadores, ação antrópica, entre outros. Com o desenvolvimento dos Sistemas de Informações Georreferenciadas (SIG) e de técnicas de Sensoriamento Remoto que possibilitam a elaboração de Modelos Digitais de Terreno (MDTs) e representações tridimensionais da superfície topográfica, tais problemas foram amenizados e hoje se fazem necessários para qualquer tratamento e elaboração de uma carta geotécnica.

Segundo a Associação Brasileira de Geologia de Engenharia (ABGE, 1998), os primeiros estudos sobre escorregamentos remontam há mais de 2.000 anos, em países como China e Japão.

Devido à acelerada urbanização dos países em desenvolvimento, a instalação de moradias em encostas íngremes vem sendo cada vez mais usual em todo o mundo, na maioria das vezes de forma inadequada, intensificando a ocorrência de escorregamentos e resultando na expansão de áreas de risco. Além disso, outros fatores contribuíram para esta expansão, tais como cenários relacionados a crises socioeconômicas com soluções de longo prazo, políticas habitacionais ineficientes para baixa renda, ineficácia dos sistemas de controle de uso do solo, bem como de legislação adequada para as áreas mais suscetíveis e de apoio técnico para as populações (Carvalho et al., 2007).

No Brasil, Macedo *et al.* (2004) destaca o intenso processo de urbanização indevida e irregular nas últimas duas décadas, principalmente por populações mais pobres, que tem levado à ocupação de áreas geologicamente desfavoráveis, onde as favelas constituem exemplos drásticos dessa realidade, e conseqüentemente sofrem por vítimas de escorregamentos e soterramento, perfazendo um total de 1660 mortes no período entre 1988 e junho de 2007. Rosito (2011) atualiza esses dados e é possível verificar na figura 3.1 que esse número aumenta drasticamente; somente em 2010 foram 500 vitimas.

Na cidade de Guararema (SP), Pissato (2011) apresenta matérias veiculadas em mídia impressa nacional que descrevem a morte de quatro pessoas da mesma família por escorregamentos em janeiro de 2010.



Figura 3.1: Gráfico com o número de mortos no Brasil vítimas de escorregamentos (deslizamentos), a partir de notícias de jornal, em azul: Bancos de Dados do IPT e em vermelho atualizado por Listo (2001). Fonte: Listo (2011).

Por este e outros fatores que serão mencionados ao longo do trabalho, foi realizado o mapeamento de risco de deslizamentos na área central do município de Guararema (SP), pretendendo auxiliar na redução do número de vítimas de deslizamento em tal município.

4. OBJETIVOS

Este trabalho, além de desenvolver e praticar a metodologia de mapeamento de risco de escorregamento utilizando os Sistemas de Informações Georreferenciadas - SIG, objetiva diagnosticar e quantificar parâmetros geológicos que condicionam a ocupação, através de análises e reflexões baseado num conjunto de trabalhos realizados na área de estudo, tendo por base dados bibliográficos, cartográficos, saídas de campo e elaboração do mesmo, referentes à área em estudo.

Os resultados obtidos, tiveram como bases, entre outras, a cartografia elaborada no *software ArcGIS*, disponibilizado no Laboratório de Informática Geológica do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, e a aplicação da metodologia de zoneamento de risco que fornece informações sobre os setores submetidos aos diversos níveis de

suscetibilidade a escorregamentos e sua distribuição espacial, permitindo individualizar e caracterizar cada um dos setores.

São apresentadas neste trabalho, um conjunto de cartas elaboradas para o estudo de risco a escorregamentos da área central da cidade de Guararema, incluindo uma carta de zoneamento de risco. Tais cartas podem auxiliar a prefeitura municipal a gerir de forma qualificada o território em que se vive, tirando o máximo partido das suas potencialidades e evitando maiores catástrofes.

5. FUNDAMENTAÇÃO BIBLIOGRÁFICA

De acordo com o Carvalho *et al.* (2007), verificando a necessidade de se homogeneizar as principais definições e conceitos envolvidos no tema, apresentaram-se:

DEFINIÇÕES

- **Evento:** fenômeno com características, dimensões e localização geográfica registrada no tempo;
- **Perigo:** condição ou fenômeno com potencial para causar danos;
- **Vulnerabilidade:** grau de perda para um dado elemento ou comunidade de uma área passível de ser afetada por um processo;
- **Suscetibilidade:** Indica a potencialidade de ocorrência de processos naturais e induzidos em uma dada área de interesse, expressando a suscetibilidade segundo classes de probabilidade de ocorrência;
- **Risco:** relação entre a possibilidade de ocorrência de uma dado processo ou fenômeno, e a magnitude de danos ou consequências sociais e/ou econômicas sobre um dado elemento, grupo ou comunidade. Quanto maior a vulnerabilidade, maior o risco;
- **Área de risco:** área passível de ser atingida por fenômenos ou processos naturais e/ou induzidos que causem efeito adverso. As pessoas que habitam essas áreas estão sujeitas a danos à integridade física, perdas materiais, patrimoniais e vidas. Usualmente, essas áreas correspondem a comunidades de baixa renda (assentamentos precários).

CONCEITOS

- **Taludes Naturais:** encostas de maciços terrosos, rochosos ou mistos, de solo e/ou rocha, de superfície não horizontal, originados por agentes naturais;
- **Talude de Corte:** um talude, resultante de algum processo de escavação executado pelo homem.

- **Talude de aterro:** taludes originados pelo aporte de materiais, tais como, solo, rocha e rejeitos industriais ou de mineração, onde os mesmos autores apresentam os principais elementos geométricos descritos a baixo:

Elementos geométricos básicos do talude:

- Inclinação:** traduz o ângulo médio da encosta com o eixo horizontal medido, geralmente, a partir de sua base. (inclinação = $\text{ARCTAN}(H/L)$).
- Declividade:** representa o Ângulo de inclinação em uma relação percentual entre o desnível vertical (H) e o comprimento na horizontal (L) da encosta (declividade = $H/L \times 100$). A inclinação e a declividade apresentam uma relação que pode ser verificada na tabela 5.1 a baixo, porém Carvalho et al. (2007) ressaltam que esta relação não é proporcional.

Tabela 5.1: Conversão entre os valores de declividade e inclinação.

DECLIVIDADE		INCLINAÇÃO
$D(\%) = (H/L) \times 100$		$\alpha = \text{ARCTAN}(H/L)$
100%	↔	45°
50%	↔	~ 27°
30%	↔	~ 17°
20%	↔	~ 11°
12%	↔	~ 7°
6%	↔	~ 3°

Fonte: Carvalho et al. (2007).

5.1 Movimentos de Massa e Condicionantes

Escorregamentos ou deslizamentos envolvem vários tipos de movimentos de massa de solos, rochas ou detritos, gerados pela ação da gravidade, em terrenos inclinados (Carvalho et al. 2007).

Augusto Filho (1992) classifica os movimentos de massa em quatro grandes grupos (Tab. 5.1.1): **rastejos (creep)**, **quedas (falls)**, **corridas (flows)** e **escorregamentos (slides)**. Rastejos (creep) caracteriza-se por ser lento, de poucos centímetros ao ano. Quedas de blocos são deslocamentos gravitacionais de blocos rochosos favorecidos pela presença de discontinuidades (ex. fratura, bandeamentos) e pela dilatação e contração provocada pela oscilação da temperatura; essas discontinuidades contribuem para o surgimento de caminhos preferenciais para a água, favorecendo a ruptura da encosta.

Corridas de detritos (debris-flow) são movimentos rápidos nos quais os materiais se comportam como fluidos altamente viscosos; esses movimentos se iniciam sob forma de escorregamentos que quando se encaixam na linha de drenagem assumem a forma de corridas. E no caso dos escorregamentos, fenômeno abordado com destaque no trabalho presente, os movimentos são rápidos, de duração relativamente curta, de massas de terreno geralmente bem definidas quanto ao seu volume, e com centro de gravidade que se desloca para baixo e para fora do talude. A velocidade de um escorregamento cresce de zero a mais ou menos 0,30 metros por hora, decrescendo em seguida até se estabilizar, podendo atingir velocidades maiores, da ordem de alguns metros por segundo, dependendo da inclinação da superfície de escorregamento, da causa inicial de movimentação e do tipo de terreno. Além disso, cada tipo de escorregamento é definido em função da forma e do tamanho, bem como pelo tipo de material (solo, rocha).

Em termos gerais, Almeida Filho *et al.* (1999), determinam que um escorregamento ocorre quando a relação entre a resistência ao cisalhamento do material e a tensão do cisalhamento na superfície potencial decresce (gradualmente, com uma deformação progressiva da massa de material situada acima da superfície potencial de escorregamento) até atingir uma unidade, ocorrendo escorregamentos em função da movimentação do manto de alteração de uma encosta, deslocando e abrindo fendas nas partes inferiores (solo residual e rocha).

Tab. 5.1.1 Principais tipos de movimentos gravitacionais de massa associados a encostas.

PROCESSOS	DINÂMICA/GEOMETRIA/MATERIAL
Rastejos (<i>creep</i>)	Vários planos de deslocamento (internos); Velocidades muito baixas (cm/ano) a baixas e decrescentes com a profundidade; Movimentos constantes, sazonais ou intermitentes; Solo, depósitos, rocha alterada/fraturada e; Geometria indefinida.
Escorregamentos (<i>slides</i>)	Poucos planos de deslocamento (externos); Velocidades médias (m/h) a altas (m/s); Pequenos a grandes volumes de material; Geometria e materiais variáveis: <ul style="list-style-type: none"> • Planares – solos pouco espessos, solos e rochas com 1 plano de fraqueza; • Circulares – solos espessos homogêneos e rochas muito fraturadas; • Em cunha – solos e rochas com dois planos de fraqueza.
Quedas (<i>falls</i>)	Sem planos de deslocamento; Movimentos tipo queda livre ou em plano inclinado; Velocidades muito altas (vários m/s); Material rochoso; Pequenos a médios volumes; Geometria variável: lascas, placas, blocos, etc; Rolamento de matacão e; Tombamento.
Corridas (<i>flows</i>)	Muitas superfícies de deslocamento; Movimento semelhante ao de um líquido viscoso; Desenvolvimento ao longo das drenagens; Velocidades médias a altas; Mobilização de solo, rocha, detritos e água; Grandes volumes de material e; Extenso raio de alcance, mesmo em áreas planas.

Fonte: Augusto Filho (1992).

Fernandes & Amaral (1996) dividem os escorregamentos com base na forma do plano de ruptura em rotacional ou translacional, bem como no tipo de material em movimento (solo, rocha, tálus, colúvio e detritos). Os escorregamentos rotacionais (*slumps*) possuem uma superfície de ruptura curva na qual o material sofre movimentação côncava para cima e estão associados a ambientes com presença de solos profundos que permitem a maior infiltração e a percolação profunda da água, enquanto que os translacionais possuem superfícies com a forma planar condicionados pela presença de estruturas geológicas (acamamento, fraturas, entre outros), depósitos de encostas, contatos entre o solo e rocha e entre horizontes do solo e geralmente ocorrem em encostas mais íngremes com presença de solos rasos.

Quanto aos condicionantes dos movimentos de massa, Augusto Filho & Virgilli (1998) destacam principalmente as características climáticas, em especial o regime pluviométrico; as características e a distribuição dos materiais que compõem o substrato das encostas, abrangendo solos, rochas, depósitos e estruturas geológicas (xistosidade, fraturas, etc.); as características topográficas, com destaque à declividade, à amplitude e à forma das encostas (retilíneo, convexo e côncavo), ao regime das águas de subsuperfície; as características do uso do solo (com a cobertura vegetal) e as diferentes intervenções antrópica das encostas (cortes, aterros, concentração de água pluvial e servida, desmatamento, etc).

Quanto aos diversos deslizamentos ocorridos na área de estudo em questão, os que predominam são do tipo planar raso, envolvendo a camada superficial de solo coluvionar em contato com o solo saprolítico, que podem ser observados nas fichas de campo (anexo I) correspondentes aos pontos 1, 2, 4, 8, 9, 10, 11, 13, 16, 17 e 18. Foram também identificados escorregamentos circulares nos pontos 11, 12 e 15; escorregamentos em cunha nos pontos 6 e 14; e ainda queda de blocos nos pontos 6 e 8.

5.2 Riscos Geológicos, Zoneamento/Cadastramento

Segundo Cerri e Amaral (1998), "risco geológico é definido como uma situação de perigo, perda ou dano, ao homem e as suas propriedades, em razão da possibilidade de ocorrência de processo geológico, induzido ou não", e definem Cartas de Risco Geológico como: "instrumentos cartográficos que apresentam a distribuição, o tipo e o grau dos riscos geológicos, visando a definição de prevenção de acidentes", podendo ser produzidas em diversas escalas. Os mesmos autores classificam riscos geológicos em Endógenos (terremotos, vulcanismos e tsunamis) associados aos processos da geodinâmica interna e Exógenos (escorregamentos, e processos correlatos, erosão, assoreamento, subsidências e colapsos de solo, solos expansivos) associados a geodinâmica externa. Os riscos

geológicos incluem-se nos riscos físicos, que compreendem ainda os riscos atmosféricos (furacão, secas, etc.) e os riscos hidrológicos (enchentes e inundações).

Nogueira (2002) faz uma associação entre a técnica e a ciência esclarecendo que juntas podem fornecer elementos muito importantes para a minimização de risco, produzindo instrumentos adequados às realidades ambiental, administrativa, sócio-cultural e orçamentária, sendo a gestão de riscos a forma mais moderna e eficaz para a redução das consequências sociais e econômicas dos acidentes naturais. E analisa o conceito de risco (R), que fundamenta os estudos realizados, podendo ser feita a partir do seguinte modelo:

$$R = P(A) \times C(V)/G$$

Em que o risco (R) é a probabilidade (P) de ocorrência de um acidente associado a um determinado perigo ou ameaça (A), que pode resultar em consequências (C), danosas às pessoas ou bens, em função da vulnerabilidade (V) do meio exposto ao perigo, podendo ter seus efeitos reduzidos pelo grau de gerenciamento (G) colocado em prática pelo poder público e/ou pela comunidade (Nogueira, 2002).

Cerri (1993) considerou que mapeamentos de risco de escorregamentos em encostas ocupadas podem ser realizados em dois níveis de detalhe distintos: o zoneamento de risco e o cadastramento de risco. O zoneamento de risco fornece informações de caráter geral como a quantidade aproximada de moradias submetidas aos diversos níveis de suscetibilidade a acidentes e sua distribuição espacial; e permite caracterizar os setores prioritários para intervenção dos órgãos competentes, embora possa haver algumas moradias no setor que não representem o grau de risco atribuído ao setor e, eventualmente, possa ocorrer até mesmo moradias sem risco. Já nos cadastramentos de risco de escorregamento em encostas ocupadas, os trabalhos de mapeamento são executados em maior detalhe, com os riscos identificados e analisados moradia por moradia. Na maioria das vezes inicia-se o zoneamento de risco para, em seguida, realizar o cadastramento.

Macedo *et al.* (2011) destaca que "...os resultados do zoneamento de risco possibilitam a proposição de intervenções (estruturais e não estruturais) de caráter geral, como por exemplo, a implantação de sistemas de drenagem de superfície, enquanto que os resultados do cadastramento de risco podem subsidiar a definição de intervenções de caráter particular, como por exemplo, obras de contenção localizadas".

6. CARACTERIZAÇÃO GERAL DA ÁREA DE ESTUDO

Guararema fica localizada na área central do estado de São Paulo, leste da Região Metropolitana de São Paulo, possui suas divisas intermunicipais com Santa Isabel e Jacareí a norte, Santa Branca a leste, Salesópolis e Biritiba Mirim a sul, e Mogi das Cruzes a oeste. Com extensão territorial de 270 km², essa cidade apresenta população de 25.861 habitantes

(IBGE, 2011), e tem sido palco, ao longo de sua existência e por consequência de fortes chuvas, de diversos eventos ligados ao risco geológico, tais como movimentos de massa, erosão, inundação e solapamento de margens de rios e córregos. Na figura 6.1 é possível verificar a localização da cidade de Guararema no estado de São Paulo, com destaque (em vermelho) da área de estudo, acompanhando a margem do Rio Paraíba do sul com a principal via de acesso a cidade.

A aproximadamente uma hora da cidade de São Paulo encontra-se Guararema. Partindo da capital paulista pela rodovia SP-070 sentido Taubaté, no km 70,8 pega-se uma avenida rumo ao sul (chamada Nicola Capucci). Cerca de dois quilômetros a seguir passa-se para a rodovia SP-066 onde após seis quilômetros encontra-se a rua João Barbosa de Oliveira (região norte da área em estudo), que segue então até a região central de Guararema, conforme mostra figura 6.2.

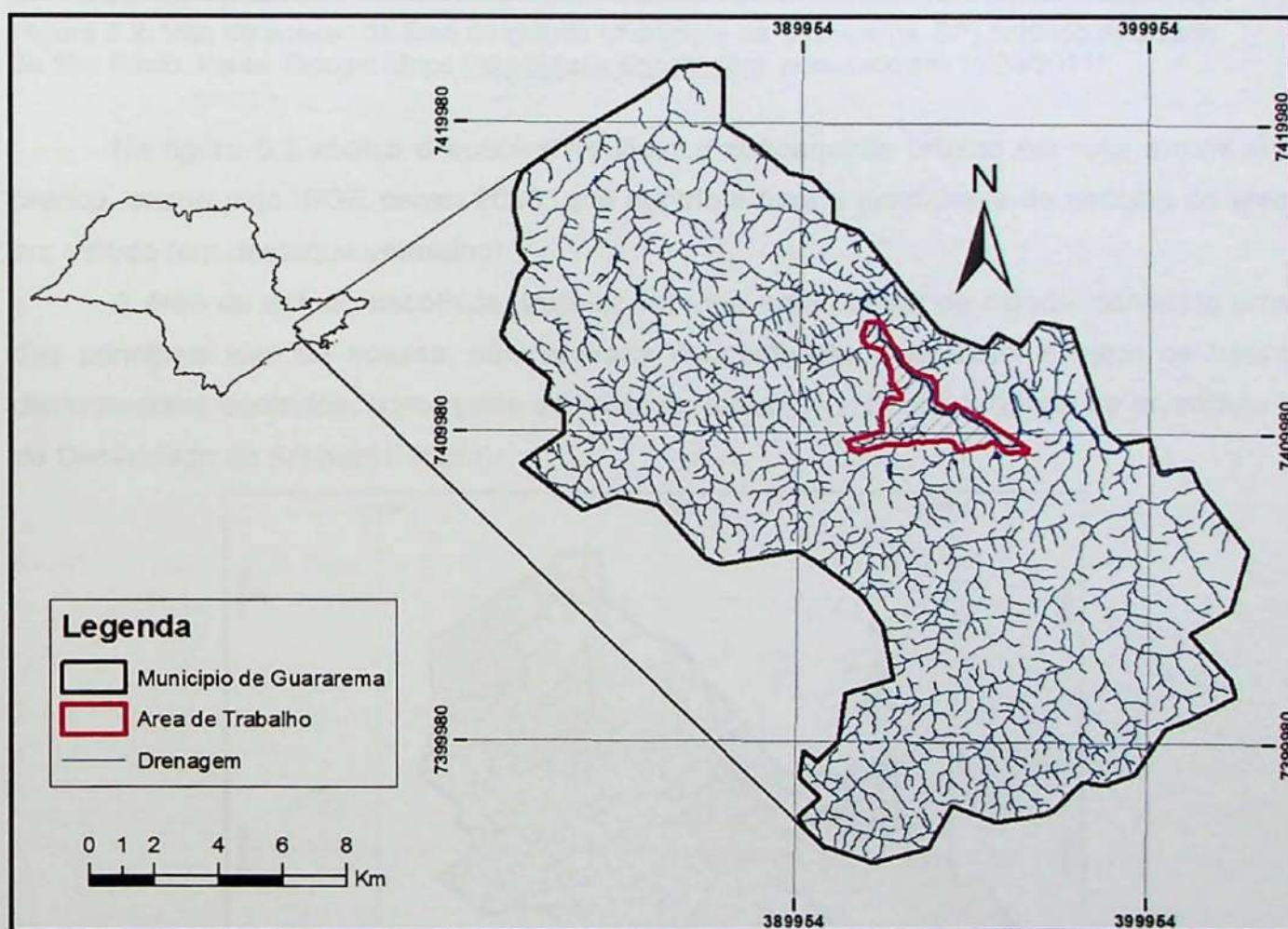


Figura 6.1: Localização da cidade de Guararema no estado de São Paulo, com destaque em vermelho da área de estudo na região central da mesma.

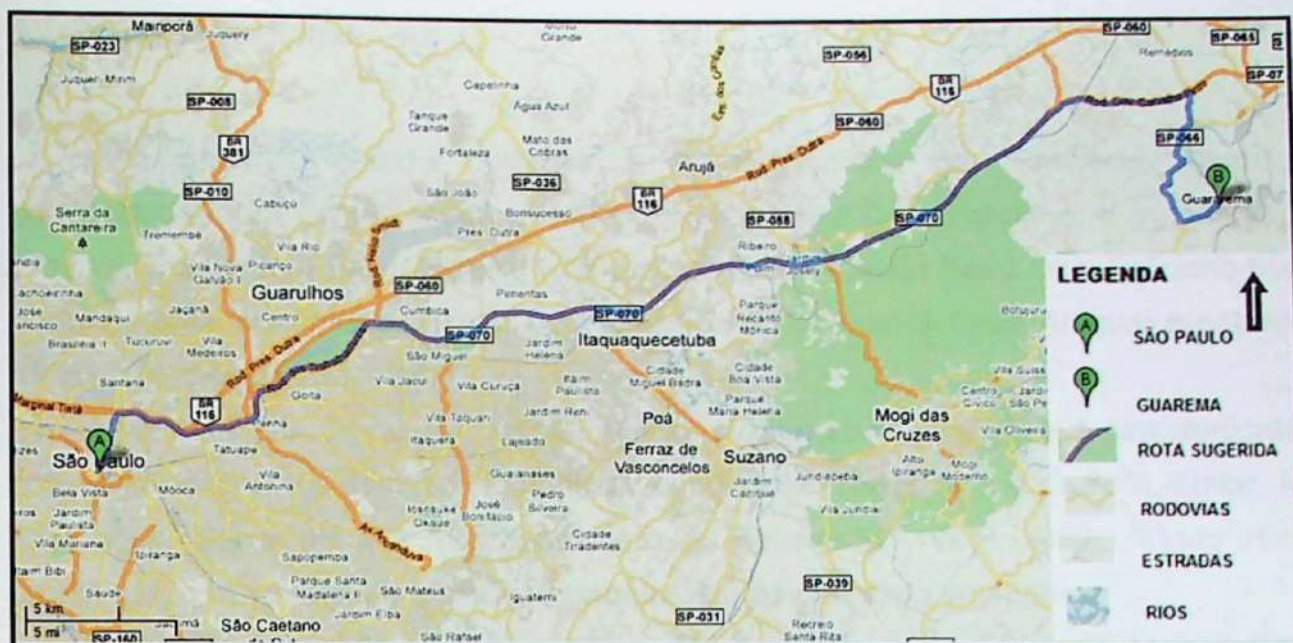


Figura 6.2: Vias de acesso da área de estudo (município de Guararema, SP) partindo da cidade de São Paulo. Fonte: Google Maps (<http://maps.google.com>, acessado em 11/03/2011).

Na figura 6.3 abaixo é possível verificar o zoneamento urbano em rosa e rural em branco, obtido pelo IBGE censo 2010, que contribuiu para a justificativa de escolha da área em estudo (em destaque vermelho).

A área de estudo escolhida, trata-se de uma área central da cidade, contendo uma das principais vias de acesso, com elevada concentração residencial e palco de vários deslizamentos ocorridos, como pode ser visto no mapa nº 1, anexo II (Mapa de Inventário e de Declividade da Área de Estudo).

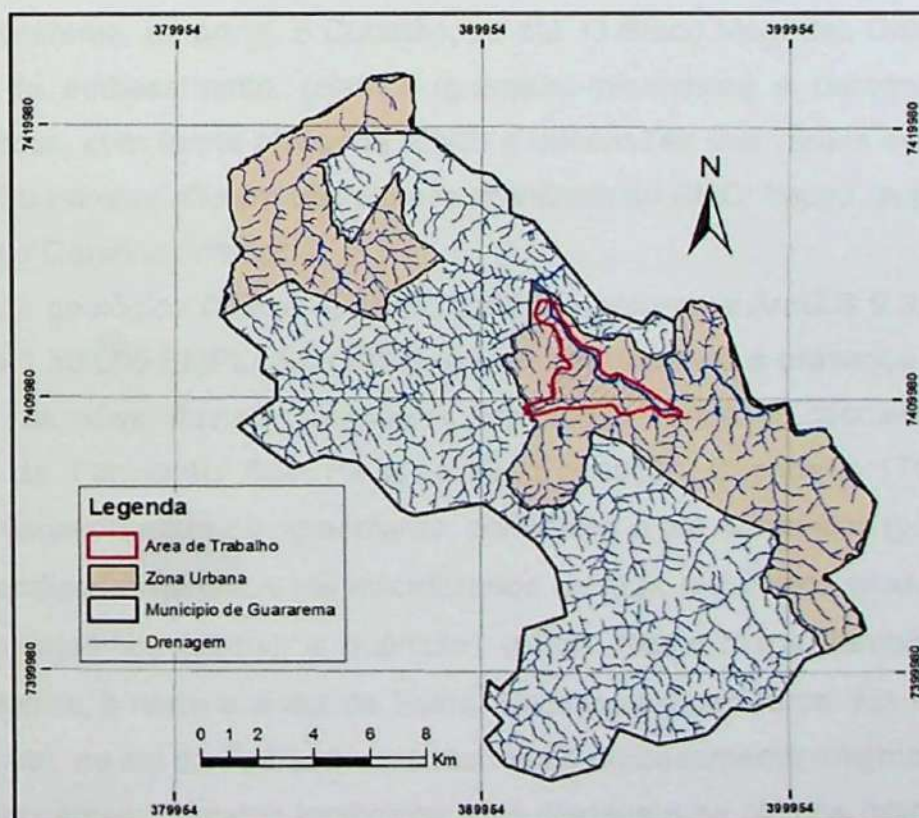


Figura 6.3: Mapa de uso do solo do Município de Guararema com o limite da zona urbana e rural, fonte IBGE (censo 2010) consultado em 11/03/2011, com destaque pra área de estudo (em vermelho).

6.1 Geologia Regional

A área de estudo pertence à porção central da "Província Mantiqueira", correspondendo a Faixa Ribeira. A sul situa-se a Faixa Dom Feliciano, e a norte, a Faixa Araçuaí. Enquanto a Faixa Ribeira é nitidamente separada da Faixa Dom Feliciano por uma pequena área cratônica (Terreno Luís Alves), o limite com a Faixa Araçuaí é pobremente definido (Almeida *et al.*, 1981).

A Faixa Ribeira possui direção estrutural predominante ENE e é caracterizada pela presença de diversos domínios tectônicos, sendo eles: Terrenos Juiz de Fora, Embu, Apiaí e Microplaca Serra do Mar (Campos Neto & Figueiredo, 1995). Além desses domínios tectônicos, o magmatismo granítico também está amplamente presente.

O município de Guararema, assim como grande parte da região Metropolitana de São Paulo, situa-se no Domínio Embu, bastante heterogêneo. De maneira geral, este Domínio é constituído, predominantemente, por rochas supracrustais metamorfizadas com variáveis graus de metamorfismo e por plútons graníticos de diferentes tipologias (Fernandes, 1991).

No Domínio Embu, a Falha de Taxaquara-Guararema com direção NE-SW destaca-se por colocar blocos com conteúdo litológico e grau metamórfico distintos em contato, na região entre Mogi das Cruzes e Santa Isabel (Motidome, 1992). A Falha de Taxaquara-Guararema atravessa o município de Guararema, inserindo-o na região denominada por Alves (2009) como "Bloco Mogi das Cruzes" (BMC), delimitado pelo encontro das Falhas Taxaquara-Guararema, ao norte, e Cubatão, ao sul. O Bloco Mogi das Cruzes é composto pelas rochas do embasamento, (cianita)-(granada)-mica-xistos e paragnaisse, e pelos maciços graníticos, com forma alongada (ENE) e dimensões que variam entre 8 e 140 km². Na cidade de Guararema afloram três plútons graníticos do BMC: Itapeti (superior), Sabaúna (central) e Santa Catarina (inferior).

No mapa geológico (anexo II), digitalizado no programa ArcGIS 9.3, com escala de detalhe igual a 1:50.000 EMPLASA (1984), é possível observar a presença de seis litotipos no município: aluviões fluviais compostos por argila, areia e cascalho (Qa); rochas sedimentares da Formação São Paulo e da Formação Caçapava (TQa); granitos a granodioritos, variando entre equigranulares, porfiróides e até gnáissicos (pEgg); migmatitos e gnaisses graníticos cisalhados até milonitizados (pEmg); micaxistos e/ou meta-arenito de médio grau metamórfico (pEmx); e quartzitos (pEq). Neste mapa, também é ilustrada a diferença geológica a norte e a sul da Falha Taxaquara-Guararema. Na região do "Bloco Mogi das Cruzes", ao sul da Falha, muitas rochas do embasamento (migmatitos, gnaisses e micaxistos) apresentam contatos tectônicos e se destacam os plútons graníticos, enquanto ao norte, o gnaisse granítico predomina continuamente, servindo de substrato para as

rochas das Formações São Paulo e Caçapava e para a deposição dos sedimentos quaternários.

6.1.1 Geologia Local

Alves (1975) descreve de forma muito condizente com o observado na região, em que ocorrem rochas gnáissicas com intercalações de xistos e migmatitos, por vezes de aspecto milonítico, finamente foliados, não sendo raras às vezes em que os xistos fazem contatos gradativos com as outras rochas ou até mesmo predominam em certos afloramentos.

Os xistos apresentam-se bem foliados, com cores variadas devido ao intemperismo, de xistosidade variavelmente ondulada e dobrada e com mergulhos preferencialmente para norte, enquanto que os gnaisses apresentam características diversificadas quanto ao seu bandamento e xistosidade, com mineralogia ou textura não dominante.

Especificamente na área de trabalho escolhida, o contexto geológico é praticamente composto por perfis de alteração com espessuras variadas (chegando a mais de 20 metros), compostos por solos residuais maduros e solos de alteração de rocha, normalmente de coloração vermelha, amarela ou roxa, podendo apresentar porções de coloração branca, marrom ou cinza, constituídos predominantemente por material fino, argila e/ou silte pouco arenoso.

Os saprólitos e os solos de alteração de rocha, por mais que estejam em avançado grau de decomposição intempérica, preservam muito bem suas estruturas reliquias, seja a foliação, o bandamento ou as discontinuidades, tais como falhas e fraturas exemplificadas na figura 6.1.1.1 a seguir.



FC_MG: Foto de campo, Município de Guararema, fora da área de estudo em detalhe.

Vista de corte de talude com ~3m de altura, correspondente ao gnaisse milonítico com foliação (planos de deslocamento de falha, *slikensides*) subvertical causando deslocamento e favorecendo ao escorregamento característico na região.

Figura 6.1.1.1: Foto de campo, vista de corte de talude com gnaisse milonítico de foliação subvertical causando deslocamento.

As características geológicas e geotécnicas dos solos de alteração de rocha e o seu comportamento bastante sensível às intervenções antrópicas condicionam processos de instabilização notáveis na área estudada. A figura 6.1.1.2 abaixo corresponde ao ponto 1 e demonstra muito bem esse tipo de ocorrência entre o contato do solo coluvionar, com aproximadamente 1,0 metro de espessura (neste caso), e o residual onde a presença da erosão interna está evidenciada. Mostra ainda a diferença de comportamento em relação à resistência à erosão, sendo que o solo coluvionar apresenta menor erodibilidade em relação ao horizonte saprolítico.

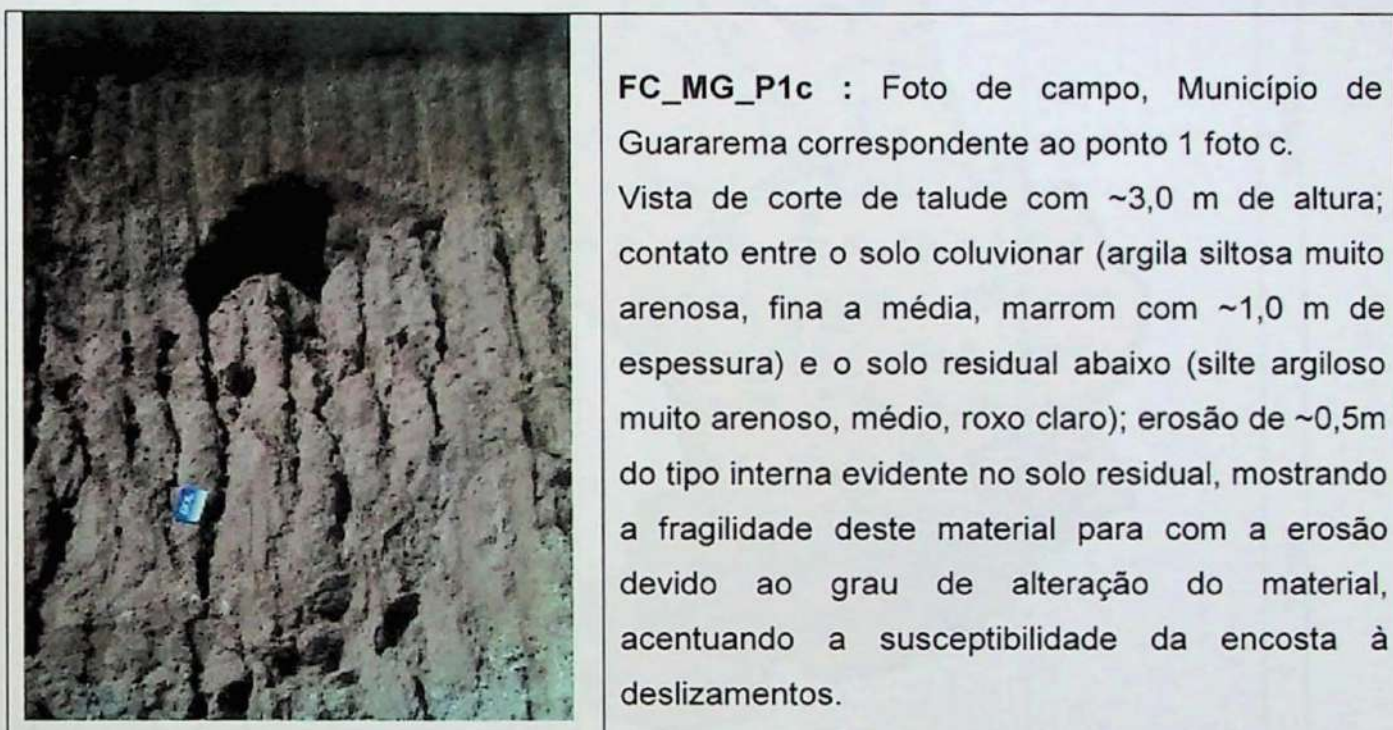


Figura 6.1.1.2: Foto de campo, Município de Guararema ponto 1 foto c: vista de corte de talude com erosão do tipo interna no solo residual.

6.2 Carta Geotécnica

Na Carta Geotécnica do Município de Guararema, como mostra a figura 6.2.1 a seguir, Fonte: Governo do Estado de São Paulo (1994), com escala 1:500.000 (apesar de não ser a melhor escala pra este tipo de trabalho) é possível verificar que todo o município está envolvido em algum tipo de risco geológico, no caso da área escolhida com ocorrências de escorregamentos em encostas e erosão.

Analisando a Carta Geotécnica do Município de Guararema e segundo sua legenda explicativa, suas condições topográficas são desfavoráveis à ocupação nesta área quando não planejadas corretamente, pois se encontram em áreas de severa restrição à ocupação por serem sujeitas à processos erosivos e à movimentos de massas.

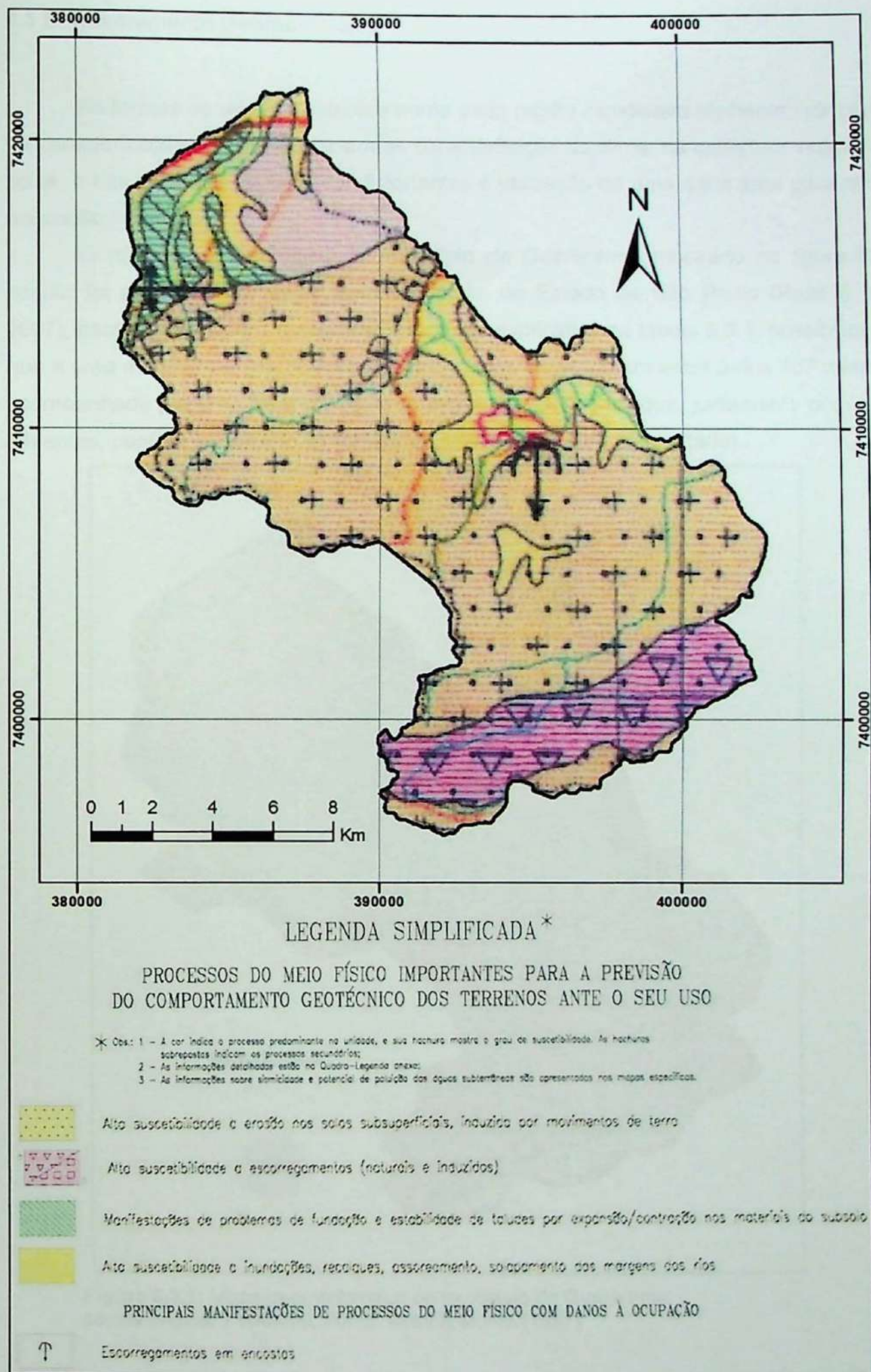


Figura 6.2.1: Carta Geotécnica do Município de Guararema, escala original 1:500.000, Fonte: Governo do Estado de São Paulo (1994).

6.3 Enquadramento Geomorfológico

As formas de relevo existentes numa dada região constituem elemento indispensável na caracterização desta; influenciam as características do clima, da cobertura vegetal e dos solos, e são uma das maiores condicionantes à utilização de uma dada área para qualquer ocupação humana.

O mapa geomorfológico do município de Guararema, mostrado na figura 6.3.1 a seguir, foi adaptado do Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo (Ross & Moroz, 1997), escala 1:500.000.e a seguir sua legenda explicativa na tabela 6.3.1; possibilita definir que a área estudada é tida como acidentada: suas cotas variam entre 549 a 707 metros, e é acompanhada por uma linha de água com direção NNW-SSE que, juntamente com os seus afluentes, confere ao terreno as formas de relevo presentes (acidentado).

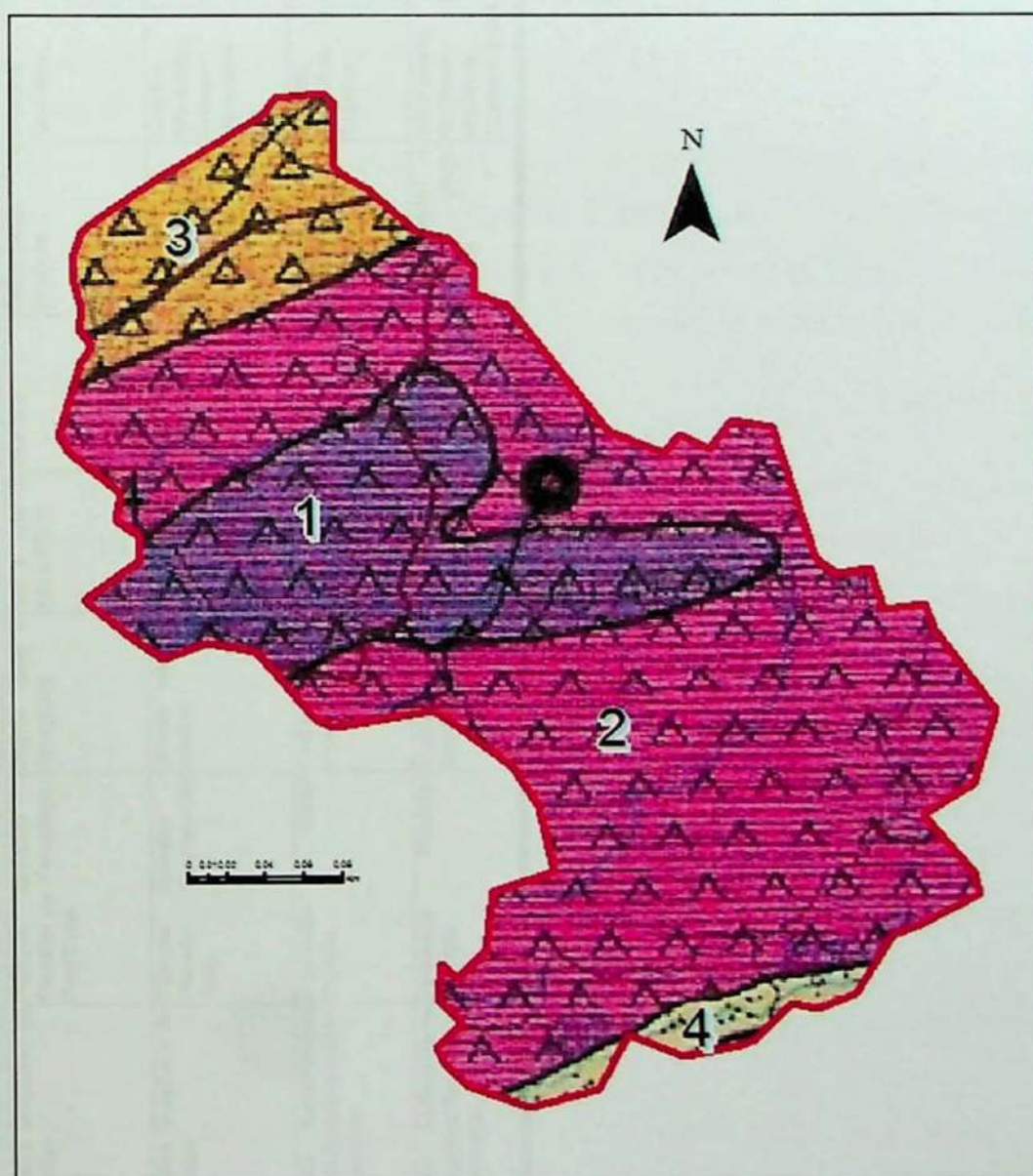


Figura 6.3.1: Mapa geomorfológico do município de Guararema, escala original 1:500.000, Fonte: Ross & Moroz (1997)

Tabela 6.3.1: Legenda do Mapa Geomorfológico do Município de Guararema (Ross & Moroz, 1997).

Índice Correspondente a Geomorfologia no	Unidades Morfoestruturais	Unidades Morfoesculturais	Formas de Relevo		Litologias Dominantes	Solos Dominantes	Índices crescentes de fragilidade dos solos	níveis de Fragilidade Potencial
			Modelados Dominantes	Altimetrias				
1	Cinturão Orogênico do Atlântico	Planalto Atlântico de Paraitinga / Paraitubuna	Morros altos e Alongados	900 a 1200 m e 800 a 900 m	20 a 30%	Cambissolos Litólicos e Granitos Gnaisses	Cambissolos Podzólico Amarelo Vermelho médio Latossolo Amarelo arenoso, Areias voçorocas.	Alta, Formas muito dissecadas, com vales entalhados associados a vales pouco entalhados, com alta densidade de drenagem. Áreas sujeitas a processos erosivos agressivos, com probabilidade de ocorrência de movimentos de massa e erosão linear com voçorocas.
2	Cinturão Orogênico do Atlântico	Planalto Atlântico Paulista/Alto Tietê	Morros altos e médios	800 a 1000 m	10 a 20%	Podzólico Vermelho Amarelo, Cambissolos	Cambissolos Podzólico Amarelo Vermelho médio Latossolo Amarelo arenoso, Areias voçorocas.	Alta, Formas muito dissecadas, com vales entalhados associados a vales pouco entalhados, com alta densidade de drenagem. Áreas sujeitas a processos erosivos agressivos, com probabilidade de ocorrência de movimentos de massa e erosão linear com voçorocas.
3	Bacias Sedimentares Cenozóicas/Depressões Tectônicas	Depressão do Paraitubuna	Colinas e topos convexos	600 a 700 m	10 a 20%	Latossolo Vermelho Amarelo	Cambissolos Podzólico Amarelo Vermelho médio Latossolo Amarelo arenoso, Areias voçorocas.	Muito Alta - Formas de dissecção muito intensa, com vales de entalhamento pequeno e densidade de drenagem alta ou vales muito entalhados, com densidades de drenagem menores. Áreas sujeitas a processos erosivos agressivos, inclusive com voçorocas.
4	Bacias Sedimentares Cenozóicas/Depressões Tectônicas	Pequenas Fluviais	Planícies e terraços fluviais	< 2%		Glei Hêmico e Gleis pouco argilosas Hêmico	Aluviais Podzólico Orgânicos e Hidromórfico	Muito Alta - Áreas sujeitas a inundações periódicas. Lençol freático pouco profundo. Sedimentos inconsolidados.

Para uma melhor compreensão das características geomorfológicas da região foi realizado o mapa de declividade, que será discutido a seguir, assim como a identificação de áreas que sofreram deslizamento. Permitiu-se assim, o estudo da distribuição de inclinações dos taludes naturais e das formas de relevo, possibilitando a previsão da evolução natural destes, de modo a evitar a ocorrência de riscos de escorregamento com elevados custos humanos e materiais.

6.4 Mapa de Declividade

O conhecimento do declive de uma dada região, isto é, da inclinação dos taludes nessa região, é fundamental para localização dos problemas de erosão, de escorregamento, de cheias, ou de qualquer outro risco inerente à geodinâmica externa.

Com base neste mapa e conhecendo as características dos terrenos da região é possível delimitar áreas susceptíveis a tais riscos.

Para a elaboração do Mapa de Declividade em Porcentagem do Município de Guararema, conforme anexo II, foi necessária a confecção da Carta Base tomando como fonte: IBGE – Superintendência de Cartografia, 1974, escala 1:50.000, com cotas de 20 metros que facilitam a visualização do relevo acentuado do município e, conseqüentemente, da área de estudo.

As classes de declives foram determinadas a partir da Lei Lehman (Lei Federal 6.766/79, 3º artigo, item III), responsável por regulamentar a ocupação urbana em encostas no Brasil, na qual as ocupações em áreas urbanas não são permitidas em “terrenos com declividade igual ou superior a 30% (trinta por cento), salvo se atendidas exigências específicas das autoridades competentes”.

6.5 Mapa de Relevo Sombreado

Ao se trabalhar com modelos de elevação, com o uso de imagens de relevo sombreado, é possível determinar a posição do luminante artificial da cena e produzir diversas imagens, a fim de realçar as orientações de lineamentos existentes (Grohmann, 2004).

Depois de produzidos quatro imagens de relevo sombreado para o município de Guararema (com luminante posicionado em: N00°, N45°, N90° e em N315°) foi verificado que o posicionado em N315° melhor destaca o lineamento da área ao ressaltar as formas de relevo perpendiculares a este luminante, evidenciando a estruturação regional geológica para NESW, como apresentado no mapa de Relevo Sombreado–315° no anexo II.

7. METODOLOGIA

Dentre os vários métodos em relação ao de mapeamento de áreas de risco a escorregamento, um dos pioneiros foi proposto por Cerri (1993), em seguida aperfeiçoado por diversos outros pesquisadores e órgãos de pesquisa, a partir do levantamento de áreas de escorregamentos por meio de fichas de campo.

A metodologia adotada neste trabalho é baseada nos principais métodos de cartografia geotécnica desenvolvidos no Brasil, em particular os desenvolvidos pela EESC/USP (Escola de Engenharia de São Paulo, da Universidade de São Paulo), e no método desenvolvido pelo IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo). Augusto Filho & Wolle (1996) propõem um roteiro para a elaboração da carta de risco de escorregamentos, que envolve uma série de atividades e pode ser dividido em duas principais fases: determinação da tipologia e suscetibilidade aos processos (carta de suscetibilidade), e determinação das consequências potenciais e graus de risco associados às diferentes zonas de suscetibilidade (carta de risco a escorregamento).

A figura 7.1 a seguir contém o fluxograma com as principais atividades da proposta metodológica para a elaboração de cartas de risco de escorregamentos, desenvolvida por Augusto Filho (1994), subdividida em quatro grandes fases: inventário, investigação, análise e síntese. De acordo com o autor, dependendo da escala adotada, algumas atividades referentes aos métodos e às técnicas de investigação propostas podem ser suprimidas.

O inventário envolve a preparação, levantamento e tratamento dos dados existentes, a partir de visitas a campo e de identificação de dados preliminares; a investigação envolve a definição das unidades de análise e dos condicionante/atributos, trabalhos de cartografia e de fotointerpretação, cadastro de escorregamentos, ensaios em laboratórios, entre outros; a análise equivale ao tratamento dos dados; e por fim, na síntese é realizada a carta de risco com legenda explicativa.

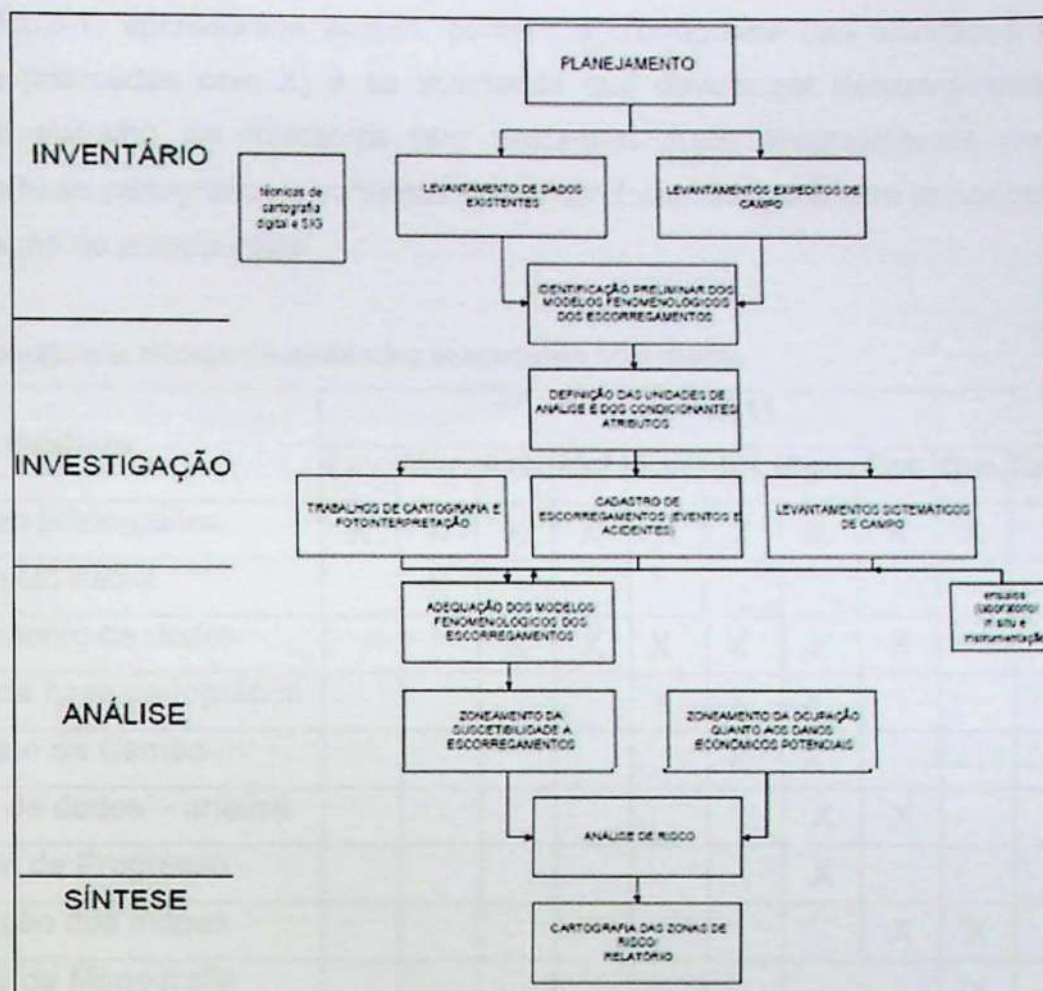


Figura 7.1: Fluxograma que representa a metodologia para elaboração de cartas de risco de escorregamentos desenvolvidas por Augusto Filho (1994).
Fonte: Augusto Filho (1994)

8. DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO

Foram realizados levantamentos bibliográficos através de pesquisa por meio de consultas ao acervo da biblioteca do IGc-USP e aos sistemas de buscas de dados, fornecidos pelo Sistema Integrado de Bibliotecas da Universidade de São Paulo (SIBi/USP), incluindo as bases de dados DEDALUS, SciELO, ERL, ProBE, *Web of Science* e uso da mapoteca IGc. Os assuntos envolvidos foram sobre instabilidade em encostas, geologia regional, local e metodologias, além de consulta de diversas cartas da área (geológicas, geotécnica, geomorfológica e topográfica).

Relatórios existentes na prefeitura municipal do município de Guararema foram pesquisados e alguns disponibilizados pela própria equipe da prefeitura, tais como fotos aéreas da cidade e fotos oblíquas de baixa altitude. Além disso, houve acompanhamento técnico de visitas em campo com os principais focos de deslizamentos da região. Todo esse auxílio foi essencial na decisão do local da área de estudo e possibilitou a elaboração do mapa nº2 (Mapa de Zoneamento de Risco de Escorregamento da Área de Estudo) em anexo.

A tabela 8.1, apresentada abaixo, contém o cronograma das atividades mensais desenvolvidas (marcadas com X) e as atividades que devem ser desenvolvidas para a finalização do trabalho de formatura (em destaque) cujos levantamentos de dados, preparação da base cartográfica e trabalhos de campo foram inclusos num maior período de tempo em relação ao projeto inicial.

Tabela 8.1: Cronograma mensal de atividades executadas no trabalho.

Atividade	2011											
	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	
Pesquisa Bibliográfica	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
Projeto Inicial		X										
Levantamento de dados			X	X	X	X	X	X				
Preparação da base cartográfica					X	X	X					
Trabalho de Campo						X	X					
Tratamento de dados - análise							X	X				
Relatório de Progresso							X					
Elaboração dos mapas								X	X			
Redação da Monografia									X			
Entrega da Monografia										X		
Defesa da Monografia												

9. RESULTADOS OBTIDOS

A fim de alcançar o objetivo, que consiste no zoneamento de risco de escorregamento da área central do município de Guararema e se baseia na teoria e metodologia já apresentadas, a orientação metodológica deste trabalho foi dividida em quatro etapas: 9.1 Fase de Inventário, 9.2 Investigação, 9.3 Definições das Unidades de Análise e 9.4 Elaboração da Carta de Risco de Escorregamento; apresentadas a seguir.

9.1 Fase de Inventário

Os mapas foram elaborados a partir de levantamentos de dados existentes, nos quais foram coletadas bases topográficas em escala 1:500.000, 1:50.000, 1:10.000 e 1:5.000.

Em escala de 1:500.000 foi elaborado, a partir do Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo (Ross & Moroz, 1997), o Mapa Geomorfológico do Município de Guararema (apresentado no sub-capítulo 6.3); e com o Mapa Geotécnico do Estado de São Paulo

(Governo do Estado de São Paulo, 1994), elaborado o Mapa Geotécnico do Município de Guararema (apresentado no sub-capítulo 6.2).

A partir da Carta Topográfica do Brasil (Brasil, 1974), foi possível gerar a Carta Base do Município de Guararema na escala de 1:50.000; e por consequência, o Mapa de Declividade em Porcentagem e o Mapa de Relevo sombreado – 315°, ambos no anexo II. Na mesma escala, foi gerado o Mapa Geológico do Município de Guararema (Emplasa - Sistema Cartográfico Metropolitano, 1984), anexo II.

Através de fotos aéreas levantadas em 2008 e fornecidas pela prefeitura do Município de Guararema, foram elaborados, em escala 1:10.000 o “Mapa de Inventário e de Declividade da Área de Estudo” e, em escala 1:5.000 o “Mapa de Zoneamento de Risco de Escorregamento da Área de Estudo” (anexo II); principais produtos deste trabalho.

Esta etapa do trabalho envolveu maior dedicação, não somente pela necessidade de familiarização ao *software ArcGIS 9.3* (disponibilizado no Laboratório de Informática Geológica do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo) mas também pela elevada quantidade de informação transferida para o mesmo.

Segundo Celestino e Diniz (1998), a geração e aquisição destes tipos de dados em forma digital são as etapas mais cruciais, consumindo maior esforço, cerca de 75% do tempo de trabalho no projeto.

Através da pesquisa efetuada para a realização deste estudo, verificou-se que a prefeitura do município de Guararema revela vontade de exercer um correto planejamento urbanístico. Ao visitar a prefeitura, constatou-se uma equipe organizada que se apresentou disposta a fornecer prontamente os dados solicitados.

9.2 Investigação

A área em estudo para a elaboração da carta de risco de escorregamentos foi a região central do município em questão, que apresenta grande ocupação e várias ocorrências de deslizamento, inclusive nas principais vias de acesso ao município.

Foram definidos como unidade de análise os setores de encosta. Em praticamente todos os pontos de campo encontra-se esta unidade com escorregamentos, que somente na área 6 (do mapa 2 – anexo II) pode ser tida como escorregamento com corrida de massa de origem secundária gerada na linha da drenagem. Ao passo que no ponto 3 essa unidade é tida como erosão.

Levantamentos expeditos em campo, que envolveram contatos com a equipe municipal e visitas técnicas à área de estudo e redondeza, tiveram o intuito de caracterizar preliminarmente os processos de instabilização e as ocupações nas áreas de risco a escorregamentos já conhecidos. Os resultados das investigações geológico-geotécnicas e

suas interpretações foram registrados em fichas de campo compiladas de Macedo *et al.* (2004) que visaram identificar os condicionantes dos processos de instabilização, as evidências de instabilidades e os indícios do desenvolvimento de processo destrutivos.

Estas fichas (anexo I) contêm a localização do ponto, o diagnóstico (características, condicionantes e indicadores do processo de instabilização), a descrição do processo de instabilização e do tipo de solo/rocha (escorregamento de solo/rocha/aterro; naturais/induzidos; materiais mobilizados; solapamentos; ação direta da água, etc.), as observações (incluindo descrição de fotos no local e das coordenadas) e o risco de escorregamento observado no local.

Nas fotos, identificadas conforme a origem, foi adotada a seguinte simbologia:

FC_MG_P1b, na qual FC significa Foto de Campo; MG, Município de Guararema; e P1, Ponto de estudo 1 (havendo mais fotos do mesmo ponto utiliza-se as siglas a, b, c, e assim por diante). Quando a foto foi adquirida de um helicóptero (oblíqua de baixa altitude), foi adotada a sigla inicial de FH, exemplo: FH_MG_P1a (Foto de Helicóptero, Município de Guararema, Ponto 1a).

A etapa inicial dos trabalhos de campo foi voltada para o reconhecimento geral do município, com a checagem dos mapas regionais (Mapa geológico e topográfico de escala 1:50.000, anexo II), identificação das áreas de risco e definição da área de estudo em detalhe (limite da área central do município). Outras etapas de campo ficaram voltadas para o preenchimento das fichas de campo (anexo I) dentro do limite da área detalhada de estudo e para o zoneamento dos setores de risco em escala 1:5.000 (mapa 2, anexo II).

9.3 Definições das Unidades de Análise:

Analisando a frequência dos processos de escorregamento nas encostas, em relação à declividade, os resultados condizem com escorregamentos nas faixas acima de 30% de declividade; predizendo o condicionante mais importante neste estudo.

Com relação a litologia, as características geológicas e geotécnicas dos solos de alteração de rocha e o seu comportamento bastante sensível às intervenções antrópicas condicionam os processos de instabilização na área estudada. Apesar de poucas ocorrências na área de detalhe, as áreas com maior potencialidade para deflagração de escorregamento com condicionante estrutural foram observadas à foliação da unidade do gnaiss migmatítico.

Com os levantamentos de campo, foi possível observar que os escorregamentos planares são os tipos predominantes nas encostas da área de estudo.

A área de detalhe de estudo se insere na área urbana do município que contém o que se considera o tipo de ocupação com os maiores danos sociais e econômicos

potenciais, por conter elevada densidade populacional e grande concentração de obras de infra-estrutura.

Macedo *et al.* (2004) fornece uma tabela (9.3.1, abaixo) que apresenta os dados utilizados para a elaboração do diagnóstico e da descrição dos processos de instabilização dos pontos de campo, presentes na "ficha de campo" conforme anexo I.

Tabela 9.3.1: Dados utilizados para elaborar o diagnóstico e a descrição dos processos de instabilização nos pontos de campo.

CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL	Talude natural/corte Altura do talude Aterro compactado/lançado Distância da moradia Declividade Estruturas em solo/rocha desfavoráveis Presença de blocos de rocha/matacões/paredões rochosos Presença de lixo/entulho Aterro em anfiteatro Ocupação de cabeceira de drenagem
VEGETAÇÃO NO TALUDE OU PROXIMIDADES	Presença de árvores Vegetação rasteira Área desmatada Área de cultivo
EVIDÊNCIAS DE MOVIMENTAÇÃO	Trincas moradia/aterro Inclinação de árvores/postes/muros Degraus de abatimento Cicatrices de escorregamentos Feições erosivas Muros/paredes "embarrigados"
ÁGUA	Concentração de água de chuva em superfície Lançamento de água servida em superfície Presença de fossa/rede de esgoto/rede de água Surgências d'água Vazamentos
MARGENS DE CÓRREGO	Tipo de canal (natural/sinuoso/retificado) Distância da margem Altura do talude marginal Altura de cheias Trincas na superfície do terreno

Fonte: Macedo *et al.* (2004)

9.4 Elaboração da Carta de Risco de Escorregamento:

O Mapa de Risco de Escorregamento da Área de estudo teve escala adotada de 1:5.000 devido ao resultado adequado de detalhe e foi elaborada de forma qualitativa, com o cruzamento do mapa nº1, Mapa de Inventário e de Declividade da Área (anexo II), com as observações de campo, integrando os parâmetros de análise contidos nas fichas de campo (anexo I) e as imagens aéreas. Nas áreas identificadas como sendo de risco nas etapas

anteriores, os graus de risco considerados foram: R1 - Baixo, R2 - Médio, R3 - Alto e R4 - Muito Alto; descritos na tabela 9.4.1, a seguir:

Tabela 9.4.1: Critérios para determinação do grau de risco a escorregamentos.

Grau de probabilidade	Descrição
R1 - Baixo	<p>1. os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes (inclinação, tipo de terreno, etc.) e o nível de intervenção no setor são de baixa ou nenhuma potencialidade para o desenvolvimento de processos de deslizamentos e solapamentos.</p> <p>2. não se observa(m) sinal/feição/evidencia(s) de instabilidade. Não há indícios de desenvolvimento de processos de instabilização de encostas e de margens de drenagens.</p> <p>3. mantidas as condições existentes não se espera a ocorrência de eventos destrutivos no período compreendido por uma estação chuvosa normal.</p>
R2 - Médio	<p>1. os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes (inclinação, tipo de terreno, etc.) e o nível de intervenção no setor são de média potencialidade para o desenvolvimento de processos de escorregamentos e solapamentos.</p> <p>2. observa-se a presença de alguma(s) evidência(s) de instabilidade (encostas e margens de drenagens), porém incipiente(s).</p> <p>3. mantidas as condições existentes, é reduzida a possibilidade de ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período compreendido por uma estação chuvosa.</p>
R3 – Alto	<p>1. os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes (inclinação, tipo de terreno, etc.) e o nível de intervenção no setor são de muito alta potencialidade para o desenvolvimento de processos de deslizamentos e solapamentos.</p> <p>2. observa-se a presença de significativo(s) sinal/feição/evidencia(s) de instabilidade (trincas no solo, degraus de abatimento em taludes, etc.). Processo de instabilização em pleno desenvolvimento, ainda sendo possível monitorar a evolução do processo.</p> <p>3. mantidas as condições existentes, é perfeitamente possível a ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período de uma estação chuvosa.</p>
R4 – Muito Alto	<p>1. os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes (declividade, tipo de terreno, etc.) e o nível de intervenção no setor são de muito alta potencialidade para o desenvolvimento de processos de deslizamentos e solapamentos.</p> <p>2. os sinais/feições/evidências de instabilidade (trincas no solo, degraus de abatimento em taludes, trincas em moradias ou em muros de contenção, árvores ou postes inclinados, cicatrizes de escorregamento, feições erosivas, proximidade da moradia em relação à margem de córregos, etc.) são expressivas e estão presentes em grande número ou magnitude. Processo de instabilização em avançado estágio de desenvolvimento. É a condição mais crítica, sendo impossível monitorar a evolução do processo, dado seu elevado estágio de desenvolvimento. É a condição mais crítica, sendo impossível monitorar a evolução do processo, dado seu elevado estágio de desenvolvimento.</p> <p>3. mantidas as condições existentes, é muito provável a ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período compreendido por uma estação chuvosa.</p>

Fonte: MINISTÉRIO DAS CIDADES & IPT (2004)

A tabela 9.4.2 a seguir foi elaborada através da observação do “Mapa de Zoneamento do Município de Guararema” (anexo II) e contém um resumo de todas as áreas e seus respectivos setores com o grau de probabilidade constatado e o número de moradias envolvidas. De acordo com a tabela, foram identificados 15 setores distribuídos em 7 áreas que apresentam risco de escorregamento. Destes 15 setores, 53% apresentam grau de probabilidade muito alto de escorregamento envolvendo 94 casas, 27% apresentam grau de probabilidade ao escorregamento alto com 32 casas envolvidas e 20% apresentam grau médio de probabilidade com 61 casas registradas (nenhum setor foi dado como grau baixo).

Tabela 9.4.2: Distribuição do grau de risco por moradia.

Área	Setor	Grau de probabilidade	n. de moradias
1	1	R4	15
2	1	R2	29
	2	R3	5
	3	R4	8
3	1	R3	12
	2	R4	23
	3	R4	4
4	1	R4	4
	2	R3	6
5	1	R3	9
	2	R2	8
6	1	R4	23
	2	R4	12
	3	R2	24
7	1	R4	5

Convém ressaltar que no cálculo de moradias nos setores de risco, realizada através das fotos aéreas e dos trabalhos de campo, devido às residências serem próximas e dividirem o mesmo telhado, houve dificuldade na contagem e identificação no número exato das mesmas.

10. CONCLUSÃO

Este trabalho permitiu a identificação de setores de risco de escorregamento da área central do município de Guararema, produto da análise dos processos de escorregamentos atuantes, possibilitando a avaliação do risco e por conseqüência, a delimitação dos setores.

O Zoneamento de Risco de Escorregamento na Área Central do Município de Guararema-SP, que se mostrou bastante eficaz, apresenta três graus de probabilidade (muito alto, alto e médio); e nas classes muito alto e alto sugere-se monitoramento, quanto aos aspectos geotécnicos, para que sejam realizadas prevenção e intervenção na área. Sua

elaboração foi fundamentada na metodologia de zoneamento de áreas de risco, mas para maior detalhamento e observações pontuais propõe-se o uso do "Roteiro de cadastro de risco de escorregamentos" (Macedo, 2001), principalmente nas áreas identificadas como de muito alto e alto risco.

As moradias presentes na área de cada setor foram identificadas e, apesar da dificuldade da contabilização das mesmas, esse procedimento foi de suma importância ao considerar a magnitude das consequências que os escorregamentos podem causar nestes locais. Das áreas estabelecidas, foram identificados 15 setores correspondendo a um total de 187 residências com grau de risco classificado como acima de médio, sendo que 94 estão em risco muito alto (R4) 32 como risco alto (R3) e 61 como risco médio (R2).

A metodologia adotada estabelece uma sucessão de etapas que facilitam a análise, contribuindo para a diminuição da subjetividade da avaliação de risco.

Dessa forma, acredita-se que este trabalho pode ser um eficaz instrumento de auxílio aos órgãos responsáveis, servindo de subsídio para ações e intervenções locais.

11. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, F.F.M, HASUI, Y., BRITO NEVES, B.B., FUCK, R.A., 1981. Brazilian structural provinces: an introduction., *Earth Science Reviews*, 1:1-29.
- ALVES, F. R., 1975. *Contribuição à geologia da região de Salesópolis – Guararema, SP*. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 136 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA, 1998. *Geologia de Engenharia*. São Paulo, ABGE, FAPESP, CNPq. 586p.
- AUGUSTO FILHO, O. 1992. Caracterização geológico-geotécnica voltada à estabilização de encostas: uma proposta metodológica. In: *1ª Conferência Brasileira de Estabilidade de Encostas (COBRAE)*. Rio de Janeiro. p. 721–733.
- AUGUSTO FILHO, O.; 1994. Cartas de risco de escorregamentos: uma proposta metodológica e sua aplicação no município de Ilha Bela, SP. São Paulo. Dissertação de mestrado – Escola Politécnica/USP. 164p.
- AUGUSTO FILHO, O.; WOLLE, C. M.; 1996. Cartas de risco de escorregamentos: uma proposta metodológica e sua aplicação no município de Ilha Bela, SP. *Solos e Rochas*, São Paulo, 19 (1): 45 – 62, Abr.
- AUGUSTO FILHO, O. & VIRGILI, J.C.; 1998. *Estabilidade de taludes*. In OLIVEIRA, A.M. dos S. & BRITO, S.N.A. de. (org). *Geologia de Engenharia*. São Paulo: ABGE-CNPq-FAPESP. P.243-269.
- ALMEIDA FILHO, G. S. de; FARIA GOUVEIA, M. I.; CANIL, K. (1999). *Mapa de Suscetibilidade à erosão no Estado de São Paulo, Brasil*. Projeto Orientações para o Combate a Erosão no Estado de São Paulo. Período 1985 a 1997. São Paulo. DAEE/IPT. 11p.
- ALVES, A. 2009. *Petrogênese de plútons graníticos do leste paulista: geocronologia, geoquímica Elemental e isotópica*. 2v. Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- BRASIL. 1974. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Superintendência de Cartografia. Cartas: SF – 23 – Y – D – I – 4; SF – 23 – Y – D – II – 3; SF – 23 – Y – D – IV – 2; SF – 23 – Y – D – V – 1/3. *Carta do Brasil*. Rio de Janeiro: IBGE, 1974. Escala 1:50.000. Projeção Universal Transversa de Mercator.
- CAMPOS NETO, M.C., FIGUEIREDO, M.C.H., 1995. The Rio Doce Orogeny, Southeastern Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, 8:143-162.
- CARVALHO, C.S.; MACEDO, E.S.; OGURA, A.T., 2007. *Mapeamento de riscos em encostas e margem de rios*. Brasília: Ministério das Cidades & Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 176p.
- CERRI L. E., 1993. *Riscos geológicos associados a escorregamentos: uma proposta para a prevenção de acidentes*. Rio Claro, Tese (doutorado em Geociências) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, 197p.
- CERRI, L.E.S. & AMARAL, C.P., 1998. Riscos Geológicos. In: OLIVEIRA, A.M.S. & BRITO, S.N.A. (Eds.) *Geologia de Engenharia*. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia (ABGE), cap. 18, p.301-310.

- CELESTINO, T.B & Diniz, N. C., 1998. Informática. In OLIVEIRA, A.M.S. & BRITO, S.N.A. (Eds.) *Geologia de Engenharia*. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia (ABGE), cap. 14, p.227-241.
- EMPLASA, Empresa Metropolitana de Planejamento da Grande São Paulo, 1984. *Carta Geológica da Região Metropolitana de São Paulo*. Escala: 1:50.000. São Paulo.
- FERNANDES, A.J., 1991. *O Complexo Embu no Leste do Estado de São Paulo: contribuição ao conhecimento da litoestratigrafia e da evolução estrutural e metamórfica*. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 120pp.
- FERNANDES, N. F. & AMARAL, C.P., 1996. *Movimentos de massa: uma abordagem Geológico-Geomorfológica*. In: CUNHA, A. J. T. G. S. B., Rio de Janeiro: Geomorfologia e Meio Ambiente. P. 123-194.
- GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO (SCTDE, DCET, IPT, 1994). *Carta Geotécnica do Estado de São Paulo*. Escala 1:500.000. Folha: São Paulo
- GROHMAN, C. H., 2004. *Morphometric analysis in Geographic Information Systems: applications of free software GRASS and R*. *Computers & Geosciences*, 30: 1055 – 1067.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). 2011. *Censo Demográfico 2010*. Disponível em:
http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/default_uf.shtm.
 Acesso em: 11 de março de 2011.
- LISTO, F.L.R., 2011. *Análise da suscetibilidade e do grau de risco a escorregamentos rasos na Bacia do Alto Aricanduva, RMSP (SP)*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, São Paulo, 151pp.
- MACEDO, E. S.; CANIL, K.; GRAMANI, M. F.; ALMEIDA FILHO, G. S.; YOSHIKAWA, N. K.; MIRANDOLA, F. A.; VIEIRA, B.C.; BAIDA, L. M. A.; AUGUSTO FILHO, O.; SHINOHARA, E. J., 2004. *Mapeamento de áreas de risco de escorregamentos e solapamento de margens no município de São Paulo – SP: o exemplo da favela Serra Pelada, Subprefeitura Butantã*. In: Simpósio brasileiro de desastres naturais, 1., 2004, Florianópolis: GEDN/UFSC, 2004. P. 59-72. (CD-ROM)
- MACEDO, E. S.; SANTORO, J.; ARAÚJO, R. E., 2004. Plano Preventivo de Defesa Civil (PPDC) para deslizamentos, Estado de São Paulo, Brasil. In: *Simpósio Brasileiro de Desastres Naturais*, 1. Florianópolis: GEDN/UFSC, 2004. p. 908-919. (CD-ROM);
- MACEDO, E. S.; L. P.; Canil, K.; Silva, F. C.; Lançone, R. B. Mirandola, F. A.; Costa, R. N., 2011. *Mapeamento de Risco em Assentamentos Precários no Município de São Paulo (SP)*, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, Prefeitura do Município de São Paulo – PMSP, In: 13º Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia e Ambiental, São Paulo, 10p.;
- MINISTÉRIO DAS CIDADES & INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2004. *Manual de treinamento de técnicos municipais para o mapeamento e gerenciamento de áreas urbanas com risco de escorregamentos, enchentes e inundações*. CPRM/SGB: Rio de Janeiro, 90p.

- MOTIDOME, M. J., 1992. *Geologia do Complexo Embu na região entre Santa Isabel e Biritiba Mirim, SP*. 2v. Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- NOGUEIRA, F.R., 2002. *Políticas públicas municipais para gerenciamento de riscos ambientais associados a escorregamentos em áreas de ocupação subnormal*. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista – Unesp, Rio Claro, 253 p.
- PISSATO, E., 2011. *Urbanização, Industrialização e Meio Ambiente*. Anotação de aula em 10 de março de 2011.
- ROSS, J.L.S. & MOROZ, I.C., 1997. *Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo*. São Paulo: Laboratório de Geomorfologia Depto. de Geografia FFLCH-USP/Laboratório de Cartografia Geotécnica – Geologia Aplicada – IPT/FAPESP, 63p.

24529

Farley Leandro de Souza

De acordo:

Dr. Carlos H. G. Carvalho (orientador)

Dr. Edilson Pissato (co-orientador)

MANEJO DE BARRAGENS DE TERRAPLENAMENTO

1. Objetivo do Trabalho: Avaliar o estado de conservação das barragens de terraplenamento existentes no município de São Paulo.

- Identificar as Barragens de Terraplenamento existentes no município de São Paulo.
- Classificar as Barragens de Terraplenamento de acordo com o grau de probabilidade de ruptura.
- Elaborar o Plano de Manutenção das Barragens de Terraplenamento.
- Elaborar o Plano de Emergência das Barragens de Terraplenamento.
- Elaborar o Plano de Monitoramento das Barragens de Terraplenamento.
- Elaborar o Plano de Comunicação das Barragens de Terraplenamento.
- Elaborar o Plano de Treinamento das Barragens de Terraplenamento.
- Elaborar o Plano de Recursos das Barragens de Terraplenamento.
- Elaborar o Plano de Avaliação das Barragens de Terraplenamento.
- Elaborar o Plano de Relatórios das Barragens de Terraplenamento.
- Elaborar o Plano de Arquivos das Barragens de Terraplenamento.
- Elaborar o Plano de Criação de um Registro das Barragens de Terraplenamento.
- Elaborar o Plano de Avaliação da Qualidade das Barragens de Terraplenamento.
- Elaborar o Plano de Comunicação das Barragens de Terraplenamento.
- Elaborar o Plano de Treinamento das Barragens de Terraplenamento.
- Elaborar o Plano de Recursos das Barragens de Terraplenamento.
- Elaborar o Plano de Avaliação das Barragens de Terraplenamento.
- Elaborar o Plano de Relatórios das Barragens de Terraplenamento.
- Elaborar o Plano de Arquivos das Barragens de Terraplenamento.
- Elaborar o Plano de Criação de um Registro das Barragens de Terraplenamento.

Anexo I

Fichas de campo

DESCRIÇÃO DO PROBLEMA DA BARRAGEM DE TERRAPLENAMENTO E TIPO DE SOLO E NÍVEL DE PROBABILIDADE DE RUPTURA (de acordo com o grau de probabilidade de ruptura):

EXEMPLO: Barragem de terraplenamento em solo de argila com nível de probabilidade de ruptura de 20% (de acordo com o grau de probabilidade de ruptura).

OBSERVAÇÕES (incluindo descrição do caso no local e condições):

Para PI, MG, PI, FC, MG, PI

Gravidade de desmoronamento no local natural que se tornou mais grave em PI, MG, PIa devido ao aumento da altura da barragem, causando toda a rede de esgoto localizada imediatamente à esquerda e toda a cidade por trás dela.

Para FC, MG, PIa devido ao aumento da altura da barragem natural que se tornou PIa em sua base que pode causar inundações e danos para a cidade e pessoas.

Localidade: URM 3247374/3348

GRAU DE PROBABILIDADE: B3 - Alto risco de ruptura via pública.

MAPEAMENTO DE RISCO, DESCRIÇÃO DE PONTOS:

Ficha de Campo: (X) Encosta() Margem de Córrego

Município de Guararema

Ponto: 1

Data: 30/09/2011

Localização da Área: Rua João Barbosa de Oliveira (200m a direita após entrada da cidade pela Rodovia Henrique Eroles)

Equipe: Aluno Farley Leandro de Souza e prof. Dr. Edilson Pissato

DIAGNÓSTICO (condicionantes e indicadores do processo de instabilização):

Talude natural e de corte;

Altura do talude: 20m (natural) e 3m (corte);

Declividade: 60–80°;

Presença de árvores e vegetação rasteira;

Árvores inclinadas;

Cicatriz de escorregamento planar e feições erosivas;

Ausência de sistema de drenagem superficial;

Concentração de águas de chuva em superfície;

DESCRIÇÃO DO PROCESSO DE INSTABILIZAÇÃO E TIPO DE SOLO E ROCHA (escorregamento de solo/rocha/aterro; naturais/induzidos; materiais mobilizados; solapamentos; ação direta da água, etc.):

Escorregamentos em talude natural, movimentando solo coluvionar (Argila silto-arenosa, fina a média de cor marrom) e residual (silte argiloso muito arenoso, média, roxa). Ameaça de acesso a cidade.

OBSERVAÇÕES (incluindo descrição de fotos no local e coordenadas):

Fotos FH_MG_P1; FC_MG_P1.

Ocorrência de escorregamentos no talude natural, que conforme mostra foto FH_MG_P1a ocorrido em janeiro de 2010 com material ocupando toda a rodovia ocasionando impedimento de entrada e saída da cidade por esta via.

Foto FC_MG_P1bcorresponde a parte da vista do talude natural com o corte de ~2m em sua base que pode ocasionar instabilidade e destaque para árvores inclinadas.

Coordenada UTM: 392470E/7412586N

GRAU DE PROBABILIDADE: R3 – Alto (risco de atingir via publica).



Foto: FH_MG_P1a
(Foto de Helicóptero, Município de Guararema, Ponto 1): Vista geral do talude com altura de ~20m, com destaque em vermelho para as cicatrizes de escorregamento tipo planar, ocorridos em janeiro de 2010.
Foto: Prefeitura do Município de Guararema



Foto: FC_MG_P1b
(Foto de Campo, Município de Guararema, Ponto 1): Vista do talude natural com o corte de ~1m em sua base e destaque para árvores inclinadas.
Foto: Farley L. Souza

MAPEAMENTO DE RISCO, DESCRIÇÃO DE PONTOS:

Ficha de Campo: (X) Encosta () Margem de Córrego

Município de Guararema

Ponto: 2

Data: 30/09/2011

Localização da Área: após 3km pela Rua João Barbosa de Oliveira (sentido centro da cidade) entrar a direita na estrada de expansão urbana - logo após a Pousada Hípica Sapucaia (este ponto fica a ~750metros depois de entrar na estrada de terra)

Equipe: Aluno Farley Leandro de Souza e prof. Dr. Edilson Pissato

DIAGNÓSTICO (condicionantes e indicadores do processo de instabilização):

Talude de corte;

Altura do talude: 6m;

Declividade: 30–45°;

Presença vegetação rasteira;

Cicatriz de escorregamento planar, e feições erosivas;

Ausência de sistema de drenagem superficial;

Concentração de águas de chuva em superfície;

DESCRIÇÃO DO PROCESSO DE INSTABILIZAÇÃO E TIPO DE SOLO E ROCHA (escorregamento de solo/rocha/aterro; naturais/induzidos; materiais mobilizados; solapamentos; ação direta da água, etc.):

Escorregamentos em talude de corte, movimentando solo coluvionar (Argila siltosa muito arenosa, média de cor marrom) e residual (silte argiloso pouco arenoso, fino, roxo). Ameaça acesso a área de expansão urbana.

OBSERVAÇÕES (incluindo descrição de fotos no local e coordenadas):

Foto FC_MG_P2 (Foto de Campo, Município de Guararema, ponto 2): Ocorrência de escorregamentos no talude de corte, que conforme mostra a foto pode ocasionar impedimento de estrada para área de expansão urbana. Foto: Prof. Dr. Edilson Pissato

Coordenada UTM: 392526E/7411355N



GRAU DE PROBABILIDADE: R3 – alto (risco de atingir de via pública)

MAPEAMENTO DE RISCO, DESCRIÇÃO DE PONTOS:

Ficha de Campo: (X) Encosta () Margem de Córrego

Município de Guararema

Ponto: 3

Data: 30/09/2011

Localização da Área: retornar a Rua João Barbosa de Oliveira do ponto 2 e seguir (num trevo a direita) para a próxima estrada de expansão urbana por 120m a direita.

Equipe: Aluno Farley Leandro de Souza e prof. Dr. Edilson Pissato

DIAGNÓSTICO (condicionantes e indicadores do processo de instabilização):

Erosão;

Declividade: 10–15°;

Presença vegetação rasteira;

Feições erosivas;

Ausência de sistema de drenagem superficial;

Concentração de águas de chuva em superfície;

DESCRIÇÃO DO PROCESSO DE INSTABILIZAÇÃO E TIPO DE SOLO E ROCHA (escorregamento de solo/rocha/aterro; naturais/induzidos; materiais mobilizados; solapamentos; ação direta da água, etc.):

Erosão superficial (argila silto-arenosa, fina a média de cor marrom) causada por concentração de água pluvial, atingindo o solo residual (silte argiloso muito arenoso, média, roxa).

OBSERVAÇÕES (incluindo descrição de fotos no local e coordenadas):

Foto FC_MG_P3 (Foto de campo, Município de Guararema, ponto 3): Ocorrência de erosão causada por concentração de água pluvial, atingindo o solo residual que conforme mostra a foto pode ocasionar impedimento de estrada de acesso a área rural, necessário obra de drenagem superficial e subterrânea. Foto: Prof. Dr. Edilson Pissato.

Coordenada UTM: 393200E/7411390N



GRAU DE PROBABILIDADE: R1 – Baixo (não possui residência)

MAPEAMENTO DE RISCO, DESCRIÇÃO DE PONTOS:

Ficha de Campo: (X) Encosta () Margem de Córrego

Município de Guararema

Ponto: 4

Data: 30/09/2011

Localização da Área: Rua João Ramos (em frente a EEE – Estação Elevatória de Esgotos)

Equipe: Aluno Farley Leandro de Souza e prof. Dr. Edilson Pissato

DIAGNÓSTICO (condicionantes e indicadores do processo de instabilização):

Talude natural e de corte;

Altura do talude: 40m (natural) e 3m (corte);

Declividade: 40–60°;

Distância de 6 m da entrada da Estação Elevatória de Esgotos;

Presença de árvores e vegetação rasteira;

Cicatriz de escorregamento planar em solo coluvionar, evoluindo para circular no solo saprolítico e feições erosivas;

Ausência de sistema de drenagem superficial;

Concentração de águas de chuva em superfície;

DESCRIÇÃO DO PROCESSO DE INSTABILIZAÇÃO E TIPO DE SOLO E ROCHA (escorregamento de solo/rocha/aterro; naturais/induzidos; materiais mobilizados; solapamentos; ação direta da água, etc.):

Escorregamentos em talude natural com corte em sua base, movimentando solo coluvionar (Argila siltosa muito arenosa, média a grossa, cor marrom escuro) e residual (silte argiloso pouco arenoso, médio, roxo). Ocorrido ocupação de metade da pista em jan. 2010. Já existe estrutura de contenção localizada.

OBSERVAÇÕES (incluindo descrição de fotos no local e coordenadas):

Fotos FC_MG_P3a; FC_MG_P3b.

FC_MG_P3a:Foto de campo, Município de Guararema, ponto 3 foto a, com cicatriz de ocorrência de escorregamentos no talude natural, desestabilizado provavelmente pelo corte em sua base. Ocorrido em janeiro de 2010 com material ocupando metade da rua.

FC_MG_P3b:Foto de campo, Município de Guararema, ponto 3 foto b, corresponde a estrutura de contenção localizada.

Coordenada UTM: 393360E/7410546N

GRAU DE PROBABILIDADE: R1 – Baixo, pois não possui residência, porém ameaça área de preservação ambiental (mata Atlântica).



Foto FC_MG_P3a (Foto de campo, Município de Guararema, ponto 3 foto a) cicatriz de ocorrência de escorregamentos no talude natural, desestabilizado provavelmente pelo corte em sua base. Descrito por moradores q foi ocorrido em janeiro de 2010 com material ocupando metade da rua
Foto: Farley L. Souza



Foto FC_MG_P3b (Foto de campo, Município de Guararema, ponto 3 foto b): corresponde a estrutura de contenção construída após deslizamento em janeiro de 2010.
Foto: Farley L. Souza

MAPEAMENTO DE RISCO, DESCRIÇÃO DE PONTOS:

Ficha de Campo: (X) Encosta () Margem de Córrego

Município de Guararema

Ponto: 5

Data: 30/09/2011

Localização da Área: Rua Bela Vista, altura da residência de numero 700

Equipe: Aluno Farley Leandro de Souza e prof. Dr. Edilson Pissato

DIAGNÓSTICO (condicionantes e indicadores do processo de instabilização):

Talude de corte;

Altura do talude: 10m;

Declividade: 50–60°;

Distância de 0,5 m de residências;

Sem presença de vegetação;

Com feições erosivas;

Presença de sistema de drenagem superficial simples, feitas por moradores;

DESCRIÇÃO DO PROCESSO DE INSTABILIZAÇÃO E TIPO DE SOLO E ROCHA (escorregamento de solo/rocha/aterro; naturais/induzidos; materiais mobilizados; solapamentos; ação direta da água, etc.):

Feições erosivas de talude de corte, movimentando solo coluvionar (Argila siltosa muito arenosa, média a grossa, cor marrom escuro) ainda não atingindo o solo residual. Existe simples estrutura de contenção feita por proprietários.

OBSERVAÇÕES (incluindo descrição de fotos no local e coordenadas):

Foto FC_MG_P5 (Foto de campo, Município de Guararema, ponto 5): Feições erosivas de talude de corte, movimentando solo coluvionar ainda não atingindo o solo residual e métodos precários de contenção feito por moradores. Foto: Farley L. Souza
Coordenada UTM: 393360E/7409764N



GRAU DE PROBABILIDADE: R3 – Risco Alto

MAPEAMENTO DE RISCO, DESCRIÇÃO DE PONTOS:

Ficha de Campo: (X) Encosta () Margem de Córrego

Município de Guararema

Ponto: 6

Data: 30/09/2011

Localização da Área: Rua Dr. Armindo, altura da residência de número 850

Equipe: Aluno Farley Leandro de Souza e prof. Dr. Edilson Pissato

DIAGNÓSTICO (condicionantes e indicadores do processo de instabilização):

Talude de corte;

Altura do talude: 10m;

Declividade: 70–80°;

Distância de 2m da rua;

Presença de árvores e vegetação rasteira;

Com feições erosivas;

Ausência de sistema de drenagem superficial;

Concentração de águas de chuva em superfície;

DESCRIÇÃO DO PROCESSO DE INSTABILIZAÇÃO E TIPO DE SOLO E ROCHA (escorregamento de solo/rocha/aterro; naturais/induzidos; materiais mobilizados; solapamentos; ação direta da água, etc.):

Feições erosivas de talude de corte, movimentando solo coluvionar (Argila silto-arenosa, média a grossa, cor marrom), o residual (silte arenoso muito argiloso, fino a médio, roxo) e já em contato com a rocha (gnaisse migmatítico) de foliação sub-vertical, gerando blocos soltos. Deslizamentos em cunhas e quedas de blocos condicionados por estruturas reliquiárias no solo saprolítico: foliação milonítica e juntas associadas.

OBSERVAÇÕES (incluindo descrição de fotos no local e coordenadas):

Foto FC_MG_P6 (Foto de campo, Município de Guararema, ponto 6): Feições erosivas de talude de corte, movimentando solo coluvionar (Argila silto-arenosa, média a grossa, cor marrom), residual (silte argiloso muito arenoso, roxo) em contato com gnaisse migmatítico de foliação sub-vertical, gerando blocos soltos. Foto: Prof. Dr. Edilson Pissato. Coordenada UTM: 394832E/7409626N



GRAU DE PROBABILIDADE: R3 – alto (em relação à via pública)

MAPEAMENTO DE RISCO, DESCRIÇÃO DE PONTOS:

Ficha de Campo: (X) Encosta () Margem de Córrego

Município de Guararema

Ponto: 7

Data: 30/09/2011

Localização da Área: partindo do ponto 6, entrar na rua sem saída (sentido do talude) na altura do número 750 da Rua Dr. Armindo.

Equipe: Aluno Farley Leandro de Souza e prof. Dr. Edilson Pissato

DIAGNÓSTICO (condicionantes e indicadores do processo de instabilização):

Talude natural;

Altura do talude: 22m;

Declividade: 70–80°;

Distância de 1m da residência;

Presença de árvores e vegetação rasteira;

Com feições erosivas;

Ausência de sistema de drenagem superficial;

Concentração de águas de chuva em superfície;

DESCRIÇÃO DO PROCESSO DE INSTABILIZAÇÃO E TIPO DE SOLO E ROCHA (escorregamento de solo/rocha/aterro; naturais/induzidos; materiais mobilizados; solapamentos; ação direta da água, etc.):

Feições erosivas de talude natural, movimentando solo coluvionar (Argila silto-arenosa, média a grossa, cor marrom claro).

OBSERVAÇÕES (incluindo descrição de fotos no local e coordenadas):

Foto FC_MG_P7 (Foto de campo, Município de Guararema, ponto 7): Feições erosivas de talude natural, movimentando solo coluvionar (Argila silto-arenosa, média a grossa, cor marrom claro). Foto: Farley L. Souza

Coordenada UTM: 394803E/7409753N



GRAU DE PROBABILIDADE: R4 – Muito Alto

MAPEAMENTO DE RISCO, DESCRIÇÃO DE PONTOS:

Ficha de Campo: (X) Encosta () Margem de Córrego

Município de Guararema

Ponto: 8

Data: 30/09/2011

Localização da Área: Rua Dr. Armindo, 680

Equipe: Aluno Farley Leandro de Souza e prof. Dr. Edilson Pissato

DIAGNÓSTICO (condicionantes e indicadores do processo de instabilização):

Talude natural e de corte;

Altura do talude: 18m (natural) e 6m (corte);

Declividade: 70–80°;

Distância de 0,4 m da residência;

Presença de vegetação rasteira;

Com escorregamentos planares em talude de corte, feições erosivas, movimentando o solo;

Ausência de sistema de drenagem superficial;

Concentração de águas de chuva em superfície;

DESCRIÇÃO DO PROCESSO DE INSTABILIZAÇÃO E TIPO DE SOLO E ROCHA (escorregamento de solo/rocha/aterro; naturais/induzidos; materiais mobilizados; solapamentos; ação direta da água, etc.):

Presença de escorregamento planar, com feições erosivas de talude natural provavelmente provocado pelo talude de corte em sua base, movimentando solo residual (Silte argiloso pouco arenoso, média a grosso, cor roxo) em contato com a rocha (gnaisse migmatítico), bandada e fraturada ocorrendo blocos desfavoráveis.

OBSERVAÇÕES (incluindo descrição de fotos no local e coordenadas):

Foto FC_MG_P8 (Foto de campo, Município de Guararema, ponto 8): Presença de escorregamento planar, com feições erosivas de talude natural provavelmente provocado pelo talude de corte em sua base, movimentando solo residual muito próximo da residência. Foto: Farley L Souza
Coordenada UTM: 394768E/7409765N



GRAU DE PROBABILIDADE: R4 – Muito Alto

MAPEAMENTO DE RISCO, DESCRIÇÃO DE PONTOS:

Ficha de Campo: (X) Encosta () Margem de Córrego

Município de Guararema

Ponto: 9

Data: 30/09/2011

Localização da Área: Rua Dr. Armindo, frente da residência de número 350

Equipe: Aluno Farley Leandro de Souza e prof. Dr. Edilson Pissato

DIAGNÓSTICO (condicionantes e indicadores do processo de instabilização):

Talude natural;

Altura do talude: 30m;

Declividade: 50–70°;

Distância de 3m da rua;

Presença de vegetação rasteira e árvores, inclusive inclinadas;

Com cicatriz de escorregamentos planares, feições erosivas, movimentando o solo e degraus de abatimento;

Ausência de sistema de drenagem superficial;

Concentração de águas de chuva em superfície;

DESCRIÇÃO DO PROCESSO DE INSTABILIZAÇÃO E TIPO DE SOLO E ROCHA (escorregamento de solo/rocha/aterro; naturais/induzidos; materiais mobilizados; solapamentos; ação direta da água, etc.):

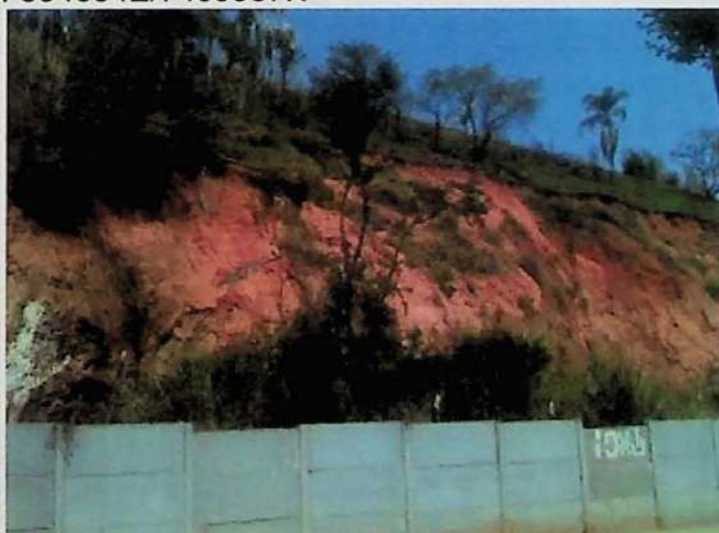
Presença de cicatriz de escorregamento planar, de talude natural, feições erosivas movimentando o solo coluvionar (Argila siltosa muito arenosa, média a grossa, cor marrom claro) em contato com solo residual (silte argiloso muito arenoso, fino a médio, roxo).

OBSERVAÇÕES (incluindo descrição de fotos no local e coordenadas):

Foto FC_MG_P9 (Foto de campo, Município de Guararema, ponto 9):

Escorregamento planar, de talude natural, com feições erosivas, movimentando o solo. Foto: Farley L. Souza

Coordenada UTM: 394654E/7409987N



GRAU DE PROBABILIDADE: R3 – alto (em relação à via pública)

MAPEAMENTO DE RISCO, DESCRIÇÃO DE PONTOS:

Ficha de Campo: (X) Encosta () Margem de Córrego

Município de Guararema

Ponto: 10

Data: 30/09/2011

Localização da Área: Rua Dr. Falcão, frente da residência de número 360

Equipe: Aluno Farley Leandro de Souza e prof. Dr. Edilson Pissato

DIAGNÓSTICO (condicionantes e indicadores do processo de instabilização):

Talude natural;

Altura do talude: 30m;

Declividade: 60–70°;

Distância de 3m da rua;

Presença de vegetação rasteira e árvores inclinadas;

Com cicatriz de escorregamento, feições erosivas movimentando o solo;

Ausência de sistema de drenagem superficial;

Concentração de águas de chuva em superfície;

DESCRIÇÃO DO PROCESSO DE INSTABILIZAÇÃO E TIPO DE SOLO E ROCHA (escorregamento de solo/rocha/aterro; naturais/induzidos; materiais mobilizados; solapamentos; ação direta da água, etc.):

Talude de corte com presença de feições erosivas, cicatrizes de escorregamento planar e árvores inclinadas, solo residual (silte argiloso muito arenoso, fino a médio, cinza).

OBSERVAÇÕES (incluindo descrição de fotos no local e coordenadas):

Fotos FC_MG_P10 (Foto de campo, Município de Guararema, ponto 10): Talude de corte com feições erosivas e movimento de massa com destaque para as árvores inclinadas. Foto: Prof. Dr. Edilson Pissato.

Coordenada UTM: 394915E/7410276N



GRAU DE PROBABILIDADE: R4 – Risco Muito Alto de atingir via pública.

MAPEAMENTO DE RISCO, DESCRIÇÃO DE PONTOS:

Ficha de Campo: (X) Encosta () Margem de Córrego

Município de Guararema

Ponto: 11

Data: 30/09/2011

Localização da Área: Rua Antônio Sayar, meio do morro sentido a torre de alta tensão.

Equipe: Aluno Farley Leandro de Souza e prof. Dr. Edilson Pissato

DIAGNÓSTICO (condicionantes e indicadores do processo de instabilização):

Talude natural;

Altura do talude: 120m;

Declividade: 50–60°;

Presença de vegetação rasteira;

Com cicatriz de escorregamentos planares e circulares, feições erosivas, movimentando o solo e degraus de abatimento;

Ausência de sistema de drenagem superficial;

Existe método de contenção de encosta no talude da base da torre;

Concentração de águas de chuva em superfície.

DESCRIÇÃO DO PROCESSO DE INSTABILIZAÇÃO E TIPO DE SOLO E ROCHA (escorregamento de solo/rocha/aterro; naturais/induzidos; materiais mobilizados; solapamentos; ação direta da água, etc.):

Talude natural e de corte de estrada com presença de escorregamento de solo com feições erosivas, induzidos provavelmente pelo corte de estrada, solo residual espesso (silte argiloso muito arenoso, fino a médio, roxo).

OBSERVAÇÕES (incluindo descrição de fotos no local e coordenadas):

Fotos FC_MG_P11a; FC_MG_P11b; FC_MG_P11c; FC_MG_P11d;

FC_MG_P11a: Vista geral desta parte do morro onde no topo contem uma torre e casas de alto padrão construtivo;

FC_MG_P11b: Talude de corte de estrada, com escorregamento planar e feições erosivas;

FC_MG_P11c: Talude de corte de estrada com alta declividade neste local e construção de contenção de talude na base da torre;

FC_MG_P11d: Alto padrão construtivo das casas nesta área, com muros de arrimo mas que não impede o risco de atingimento por material de montante.

Coordenada UTM: 395056E/7409944N

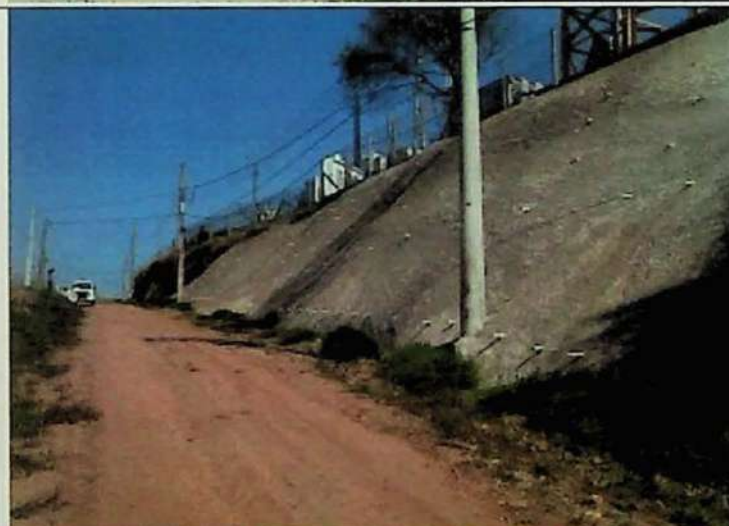
GRAU DE PROBABILIDADE: R3 –Risco Alto



FC_MG_P11a (Foto de campo, Município de Guararema, ponto 11a): Vista geral desta parte do morro onde no topo contem uma torre e casas de alto padrão construtivo. Talude natural com taludes de corte de estrada locais, presença de escorregamento de solo com feições erosivas.
Foto: Farley Leandro de Souza



FC_MG_P11b: (Foto de campo, Município de Guararema, ponto 11b). Talude de corte de estrada, com escorregamento circular raso e feições erosivas.
Foto: Farley L. Souza



FC_MG_P11c (Foto de campo, Município de Guararema, ponto 11c): Talude de corte de estrada com alta declividade neste local e construção de contenção de talude na base da torre.
Foto: Farley L. Souza



FC_MG_P11d (Foto de campo, Município de Guararema, ponto 11d): Alto padrão construtivo das casas nesta área, com muros de arrimo mas que não impede o risco de ser atingida por material de montante.
Foto: Farley L. Souza.

MAPEAMENTO DE RISCO, DESCRIÇÃO DE PONTOS:

Ficha de Campo: (X) Encosta () Margem de Córrego

Município de Guararema

Ponto: 12

Data: 30/09/2011

Localização da Área: Rua Américo Gonçalves Ferreira, frente da residência número 467

Equipe: Aluno Farley Leandro de Souza e prof. Dr. Edilson Pissato

DIAGNÓSTICO (condicionantes e indicadores do processo de instabilização):

Talude natural;

Altura do talude: 90m;

Declividade: 50–60°;

Distância de 8m da residência;

Presença de vegetação rasteira e árvores inclinadas;

Cicatriz de escorregamento circular com feições erosivas, movimentando o solo e degraus de abatimento;

Ausência de sistema de drenagem superficial;

Concentração de águas de chuva em superfície.

DESCRIÇÃO DO PROCESSO DE INSTABILIZAÇÃO E TIPO DE SOLO E ROCHA (escorregamento de solo/rocha/aterro; naturais/induzidos; materiais mobilizados; solapamentos; ação direta da água, etc.):

Escorregamento em talude natural com presença de feições erosivas e movimento de o solo coluvionar (Argila siltosa muito arenosa, média, cor marrom claro) em contato com solo residual (silte argiloso muito arenoso, fino a médio, roxo).

OBSERVAÇÕES (incluindo descrição de fotos no local e coordenadas):

FC_MG_P12 (Foto de campo, Município de Guararema, ponto 12): Marca do nível de movimento de massa ocorrido em janeiro de 2010, com aproximadamente 1,80 metros de altura e distancia de 8 metros da base da encosta. Foto: Prof. Dr. Edilson Pissato

Coordenada UTM: 395253E/7409964N



GRAU DE PROBABILIDADE: R3 – Risco Alto

MAPEAMENTO DE RISCO, DESCRIÇÃO DE PONTOS:

Ficha de Campo: (X) Encosta () Margem de Córrego

Município de Guararema

Ponto: 13

Data: 01/06/2011

Localização da Área: Rua Edwar Albert Skerrat, 45

Equipe: Aluno Farley Leandro de Souza e prof. Dr. Edilson Pissato

DIAGNÓSTICO (condicionantes e indicadores do processo de instabilização):

Talude natural;

Altura do talude: 100m;

Declividade: 50–60°;

Presença de vegetação rasteira e árvores inclinadas;

Cicatriz de escorregamento planar com feições erosivas, movimentando o solo;

Ausência de sistema de drenagem superficial;

Concentração de águas de chuva em superfície.

DESCRIÇÃO DO PROCESSO DE INSTABILIZAÇÃO E TIPO DE SOLO E ROCHA (escorregamento de solo/rocha/aterro; naturais/induzidos; materiais mobilizados; solapamentos; ação direta da água, etc.):

Escorregamento em talude natural com presença de feições erosivas e movimento de o solo coluvionar (Argila siltosa muito arenosa, média, cor marrom claro) em contato com solo residual (silte argiloso muito arenoso, fino a médio, roxo).

OBSERVAÇÕES (incluindo descrição de fotos no local e coordenadas):

FC_MG_P13 (Foto de campo, Município de Guararema, ponto 13): Residências nesta área, todas de alvenaria porém de baixo padrão construtivo, muito próxima dos taludes e ruas sem sistema de drenagem ou com sistema insuficiente.

Coordenada UTM: 395247E/7409889N



GRAU DE PROBABILIDADE: R4 – Risco Muito Alto

MAPEAMENTO DE RISCO, DESCRIÇÃO DE PONTOS:

Ficha de Campo: (X) Encosta () Margem de Córrego

Município de Guararema

Ponto: 14

Data: 30/09/2011

Localização da Área: Rua Dr. Armindo, 543 – atrás de escola técnica

Equipe: Aluno Farley Leandro de Souza e prof. Dr. Edilson Pissato

DIAGNÓSTICO (condicionantes e indicadores do processo de instabilização):

Talude de corte;

Altura do talude: 70m;

Declividade: 50–60°;

Presença de vegetação rasteira;

Cicatriz de escorregamento em cunha com feições erosivas, movimentando o solo e degraus de abatimento;

Ausência de sistema de drenagem superficial;

Concentração de águas de chuva em superfície.

DESCRIÇÃO DO PROCESSO DE INSTABILIZAÇÃO E TIPO DE SOLO E ROCHA (escorregamento de solo/rocha/aterro; naturais/induzidos; materiais mobilizados; solapamentos; ação direta da água, etc.):

Escorregamento em talude de corte com presença de feições erosivas e movimento de solo residual .

OBSERVAÇÕES (incluindo descrição de fotos no local e coordenadas):

FC_MG_P14 (Foto de campo, Município de Guararema, ponto 14): Cicatriz de escorregamento em cunha, muito próximo de escola. Foto: Farley L. Souza.

Coordenada UTM: 394716E/7409796N



GRAU DE PROBABILIDADE: R4 – Risco Muito Alto

MAPEAMENTO DE RISCO, DESCRIÇÃO DE PONTOS:

Ficha de Campo: (X) Encosta () Margem de Córrego

Município de Guararema

Ponto: 15

Data: 30/09/2011

Localização da Área: Rua Américo Gonçalves Ferreira, 347 (ponto comercial – New Center Pneus)

Equipe: Aluno Farley Leandro de Souza e prof. Dr. Edilson Pissato

DIAGNÓSTICO (condicionantes e indicadores do processo de instabilização):

Talude natural;

Altura do talude: 12 m;

Declividade: 40–50°;

Distância de 1 metro do comercio que possui muro derrubado e trinca na parede;

Presença de vegetação rasteira e árvores inclinadas;

Cicatriz de escorregamento circular com feições erosivas, movimentando o solo;

Ausência de sistema de drenagem superficial;

Concentração de águas de chuva em superfície.

DESCRIÇÃO DO PROCESSO DE INSTABILIZAÇÃO E TIPO DE SOLO E ROCHA (escorregamento de solo/rocha/aterro; naturais/induzidos; materiais mobilizados; solapamentos; ação direta da água, etc.):

Escorregamento circular ocorrido em janeiro de 2010, em talude natural com presença de feições erosivas e movimento de solo coluvionar em contato com solo residual.

OBSERVAÇÕES (incluindo descrição de fotos no local e coordenadas):

FC_MG_P15 (Foto de campo, Município de Guararema, ponto 15): Escorregamento circular ocorrido em janeiro de 2010, com tentativa de contenção de escorregamento na residência amarela acima e remoção do ponto comercial a baixo.

Foto: Farley L. Souza

Coordenada UTM: 395204E/7410018N



GRAU DE PROBABILIDADE: R4 – Risco Muito Alto

MAPEAMENTO DE RISCO, DESCRIÇÃO DE PONTOS:

Ficha de Campo: (X) Encosta () Margem de Córrego

Município de Guararema

Ponto: 16

Data: 30/09/2011

Localização da Área: Rua João Ramires

Equipe: Aluno Farley Leandro de Souza e prof. Dr. Edilson Pissato

DIAGNÓSTICO (condicionantes e indicadores do processo de instabilização):

Talude natural;

Altura do talude: 70m;

Declividade: 50–70°;

Distância de 5 metros das residências;

Presença de vegetação rasteira;

Cicatrizes de escorregamentos planares com feições erosivas, movimentando o solo;

Ausência de sistema de drenagem superficial;

Concentração de águas de chuva em superfície.

DESCRIÇÃO DO PROCESSO DE INSTABILIZAÇÃO E TIPO DE SOLO E ROCHA (escorregamento de solo/rocha/aterro; naturais/induzidos; materiais mobilizados; solapamentos; ação direta da água, etc.):

Escorregamentos generalizados em cabeceiras de drenagens, talude natural com presença de movimento de solo coluvionar em contato com solo residual também escorregado, ocasionando também corrida de lama.

OBSERVAÇÕES (incluindo descrição de fotos no local e coordenadas):

FH_MG_P16 (Foto de helicóptero Município de Guararema, ponto 16):

Escorregamentos ocorridos em janeiro de 2010, onde já houve intervenção da prefeitura com remobilização das famílias. Foto: Disponibilizada pela prefeitura Municipal de Guararema.

Coordenada UTM: 393010E/7409995N



GRAU DE PROBABILIDADE: R4 – Risco Muito Alto

MAPEAMENTO DE RISCO, DESCRIÇÃO DE PONTOS:

Ficha de Campo: (X) Encosta () Margem de Córrego

Município de Guararema

Ponto: 17

Data: 30/09/2011

Localização da Área: Rua José Ramires (em frente a Rodoviária de Guararema)

Equipe: Aluno Farley Leandro de Souza e prof. Dr. Edilson Pissato

DIAGNÓSTICO (condicionantes e indicadores do processo de instabilização):

Talude natural;

Altura do talude: 80m;

Declividade: 50–60°;

Distância de 5 metros via pública;

Presença de vegetação rasteira e arvores;

Cicatrizes de escorregamentos planares com feições erosivas, movimentando o solo;

Ausência de sistema de drenagem superficial;

Concentração de águas de chuva em superfície.

DESCRIÇÃO DO PROCESSO DE INSTABILIZAÇÃO E TIPO DE SOLO E ROCHA (escorregamento de solo/rocha/aterro; naturais/induzidos; materiais mobilizados; solapamentos; ação direta da água, etc.):

Escorregamentos em talude natural com presença de movimento de solo coluvionarem contato com solo residual também escorregado.

OBSERVAÇÕES (incluindo descrição de fotos no local e coordenadas):

FH_MG_P17 (Foto de helicóptero Município de Guararema, ponto 17):

Escorregamentos ocorridos em janeiro de 2010, ocasionando a morte de 4 pessoas na família, onde houve intervenção da prefeitura para remoção de outras famílias do local.

Foto: Disponibilizada pela Prefeitura Municipal de Guararema.

Coordenada UTM: 393250E/7410143N



GRAU DE PROBABILIDADE: R4 – Risco Muito Alto

MAPEAMENTO DE RISCO, DESCRIÇÃO DE PONTOS:

Ficha de Campo: (X) Encosta () Margem de Córrego

Município de Guararema

Ponto: 18

Data: 30/09/2011

Localização da Área: Rua Tamami Anan, próximo da residência de número 131

Equipe: Aluno Farley Leandro de Souza e prof. Dr. Edilson Pissato

DIAGNÓSTICO (condicionantes e indicadores do processo de instabilização):

Talude natural;

Altura do talude: 6m;

Declividade: 40–50°;

Distância de 0,5 metros da residência;

Presença de vegetação rasteira;

Com cicatriz de escorregamentos planares em talude de corte, feições erosivas, movimentando o solo;

Ausência de sistema de drenagem superficial;

Concentração de águas de chuva em superfície.

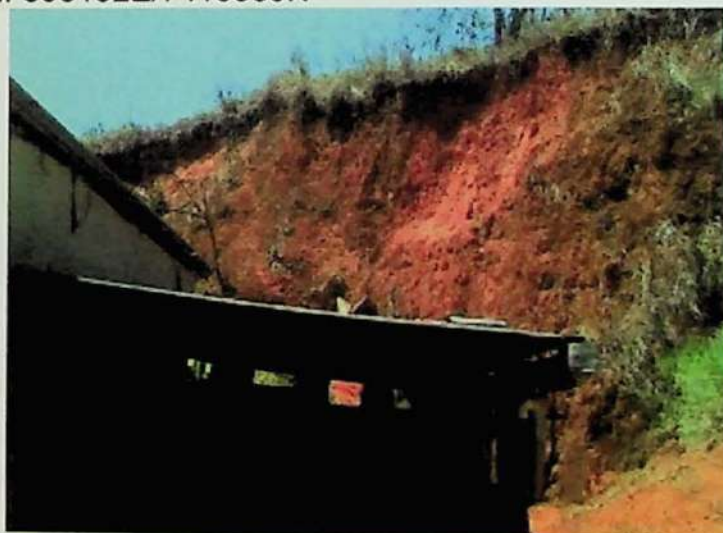
DESCRIÇÃO DO PROCESSO DE INSTABILIZAÇÃO E TIPO DE SOLO E ROCHA (escorregamento de solo/rocha/aterro; naturais/induzidos; materiais mobilizados; solapamentos; ação direta da água, etc.):

Presença de escorregamento planar, com feições erosivas de talude de corte, movimentando solo coluvionar.

OBSERVAÇÕES (incluindo descrição de fotos no local e coordenadas):

FC_MG_P18 (Foto de Campo Município de Guararema, ponto 18): escorregamento planar com feições erosivas de talude de corte, movimentando solo residual muito próximo da residência.

Coordenada UTM: 393192E/7410385N



GRAU DE PROBABILIDADE: R2 – Risco Médio












Mapa Geológico de la Provincia de Guayas

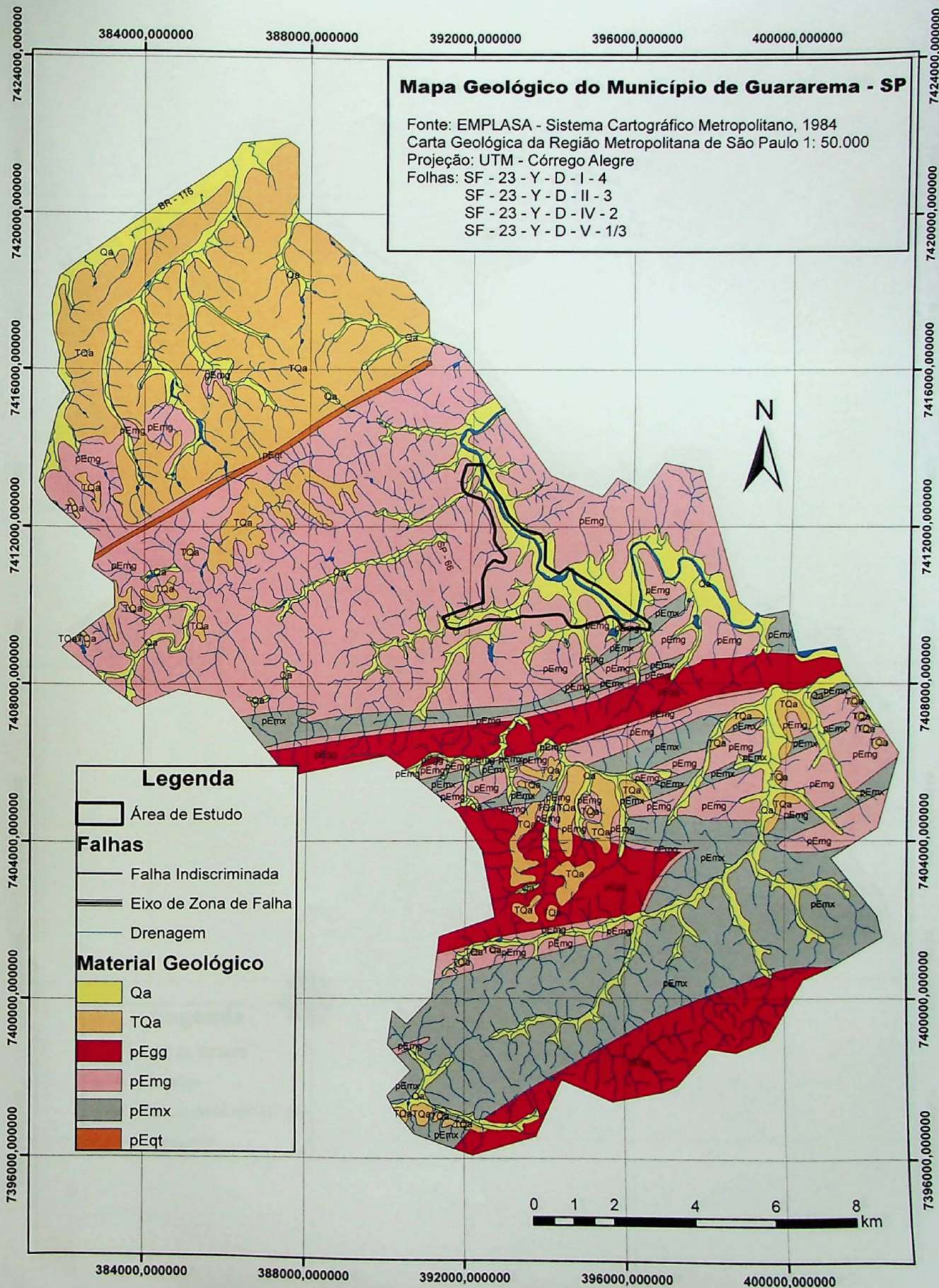
Escuela Superior Politécnica de Guayas
Departamento de Geología
Geología de la Provincia de Guayas
Escala 1:500,000
1975

Anexo II

Mapas

Legenda

-  Área de estudio
-  Faltas
-  Faja de deformación
-  Límite con la Provincia de El Oro
-  División
- Material Geológico**
-  Qz
-  T2a
-  T2b
-  T2c
-  T2d
-  T2e

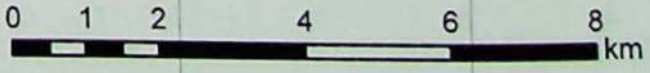


Mapa Geológico do Município de Guararema - SP

Fonte: EMLASA - Sistema Cartográfico Metropolitano, 1984
 Carta Geológica da Região Metropolitana de São Paulo 1: 50.000
 Projeção: UTM - Córrego Alegre
 Folhas: SF - 23 - Y - D - I - 4
 SF - 23 - Y - D - II - 3
 SF - 23 - Y - D - IV - 2
 SF - 23 - Y - D - V - 1/3

Legenda

- Área de Estudo
- Falhas**
- Falha Indiscriminada
- Eixo de Zona de Falha
- Drenagem
- Material Geológico**
- Qa
- TQa
- pEgg
- pEmg
- pEmx
- pEqt



384000,000000

388000,000000

392000,000000

396000,000000

400000,000000

Carta Base do Município de Guararema - SP

Fonte: IBGE - Superintendência de Cartografia, 1974

Carta do Brasil 1:50.000

Projeção: UTM - Córrego Alegre

Folhas: SF - 23 - Y - D - I - 4

SF - 23 - Y - D - II - 3

SF - 23 - Y - D - IV - 2

SF - 23 - Y - D - V - 1/3

7420000,000000

7416000,000000

7412000,000000

7408000,000000

7404000,000000

7400000,000000

7396000,000000

7420000,000000

7416000,000000

7412000,000000

7408000,000000

7404000,000000

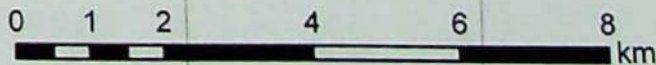
7400000,000000

7396000,000000



Legenda

- Área de Estudo
- Estradas
- Curvas de Nível: 20 mts
- Drenagem



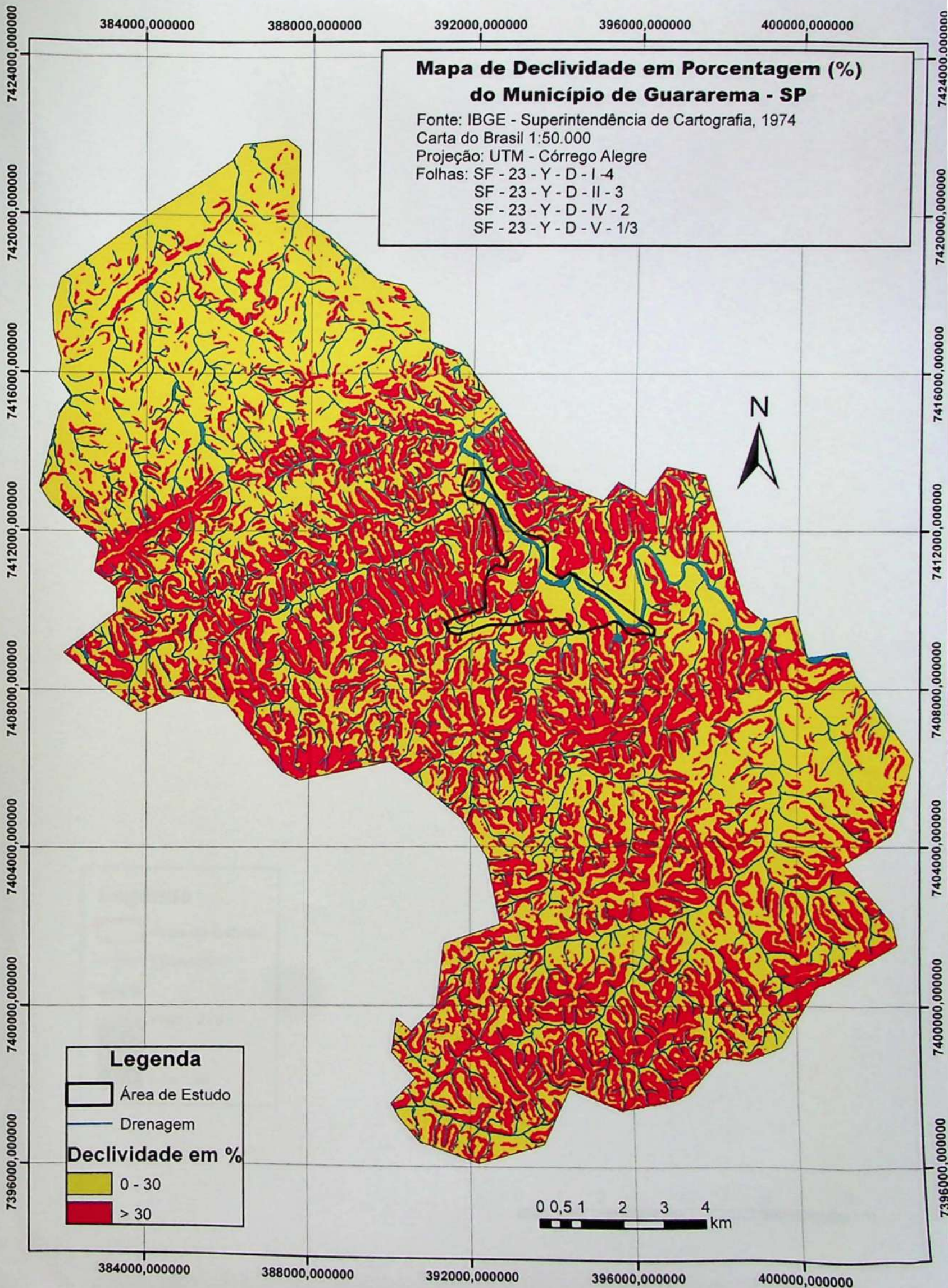
384000,000000

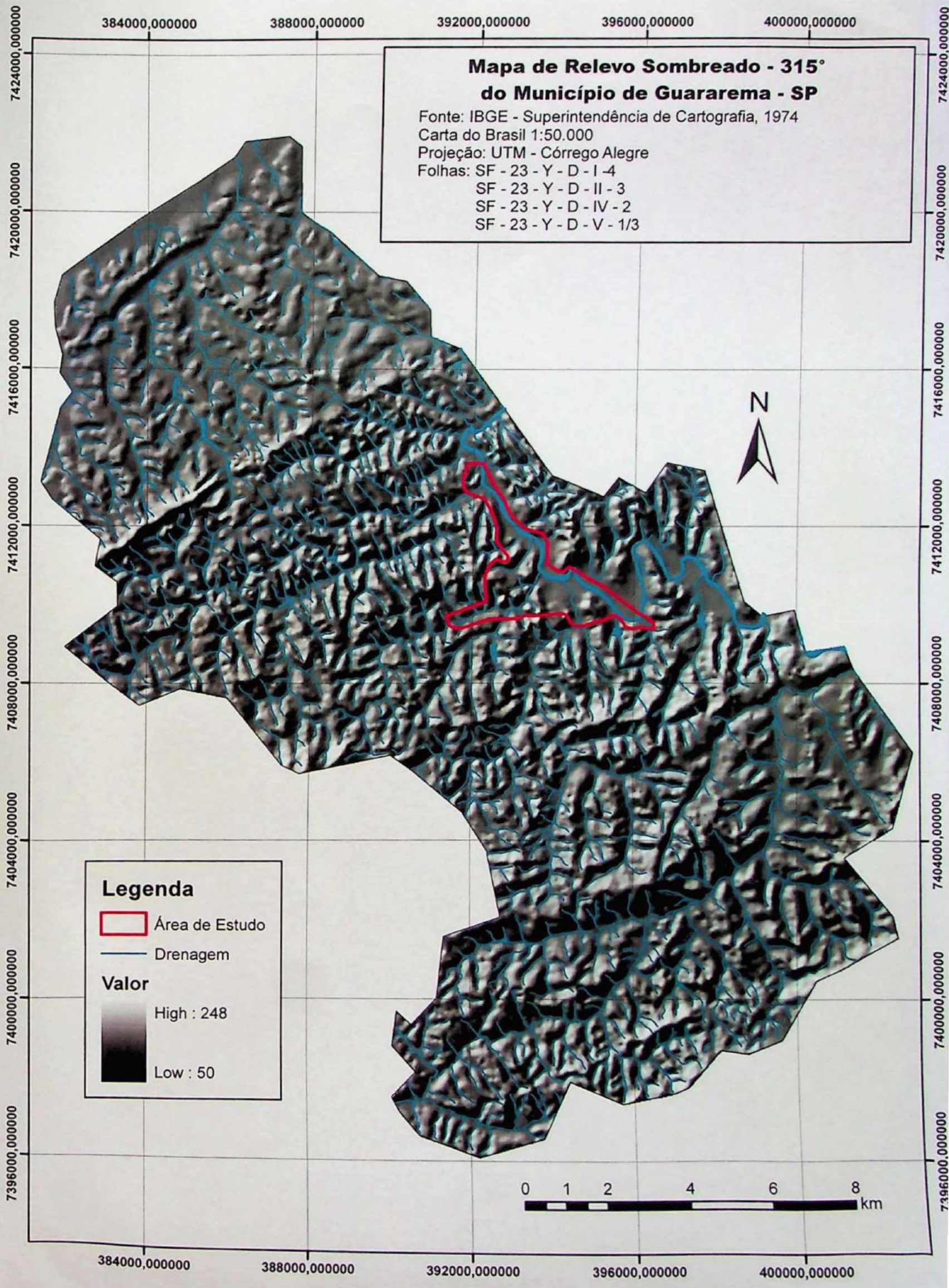
388000,000000

392000,000000

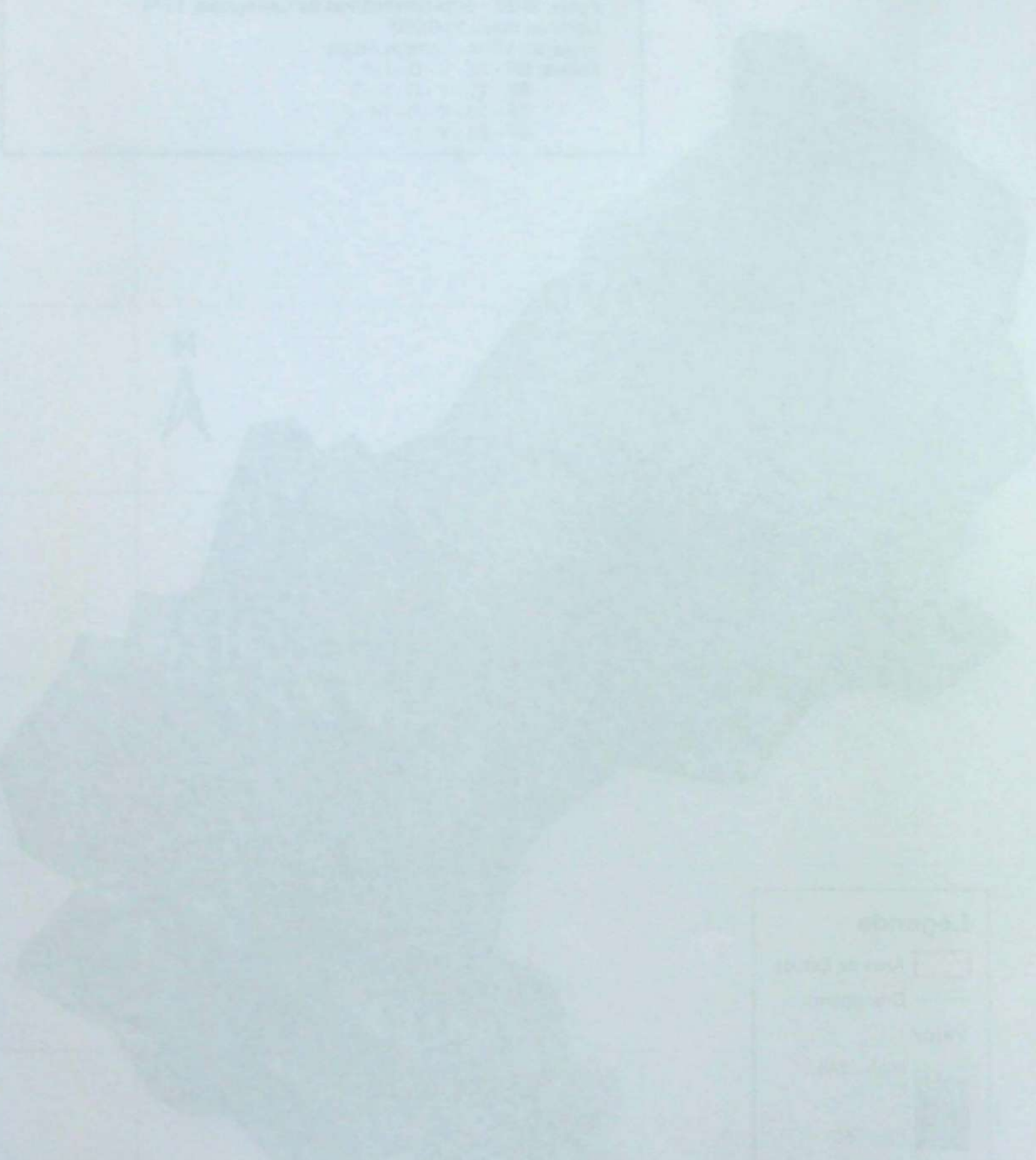
396000,000000

400000,000000





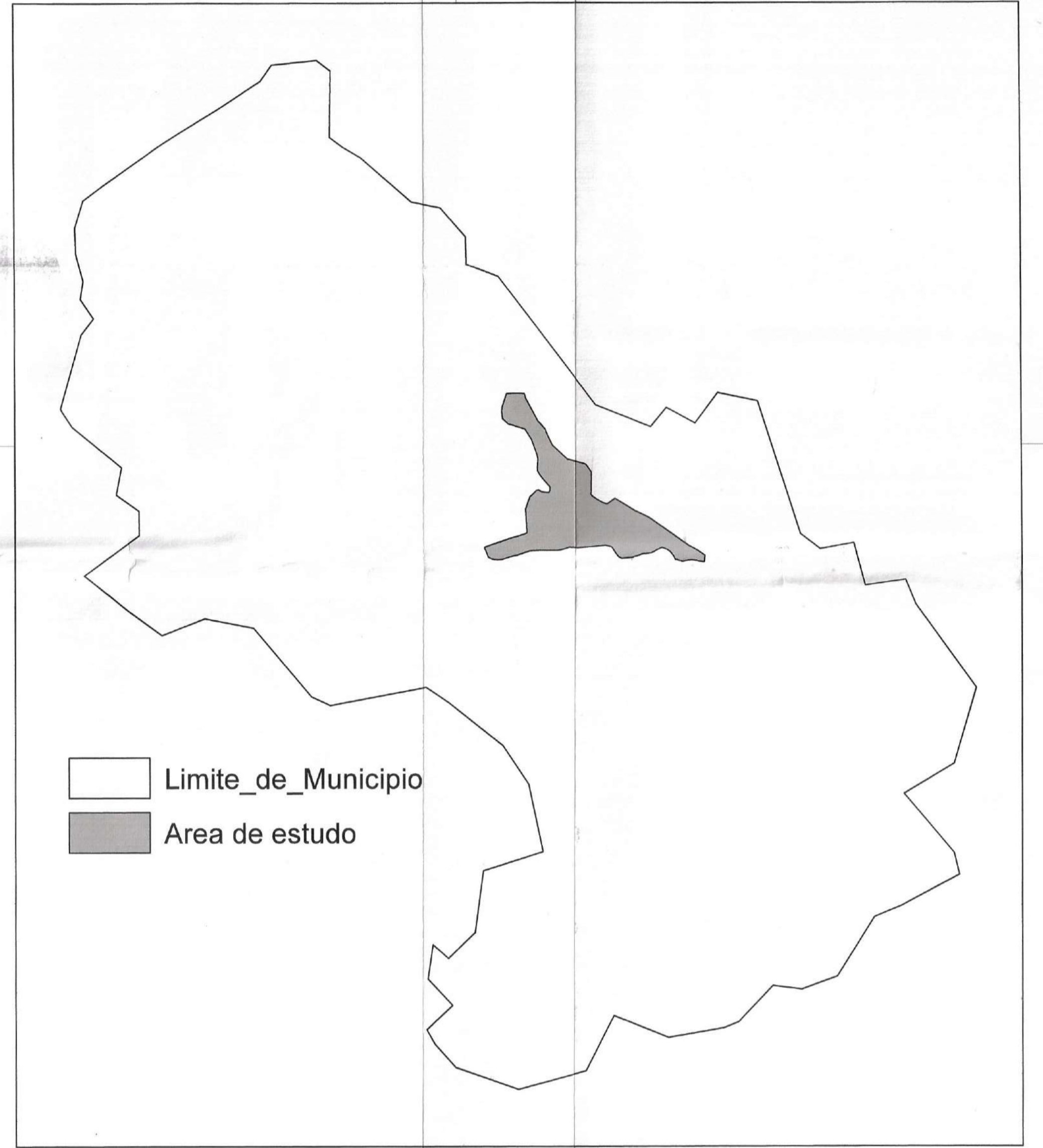
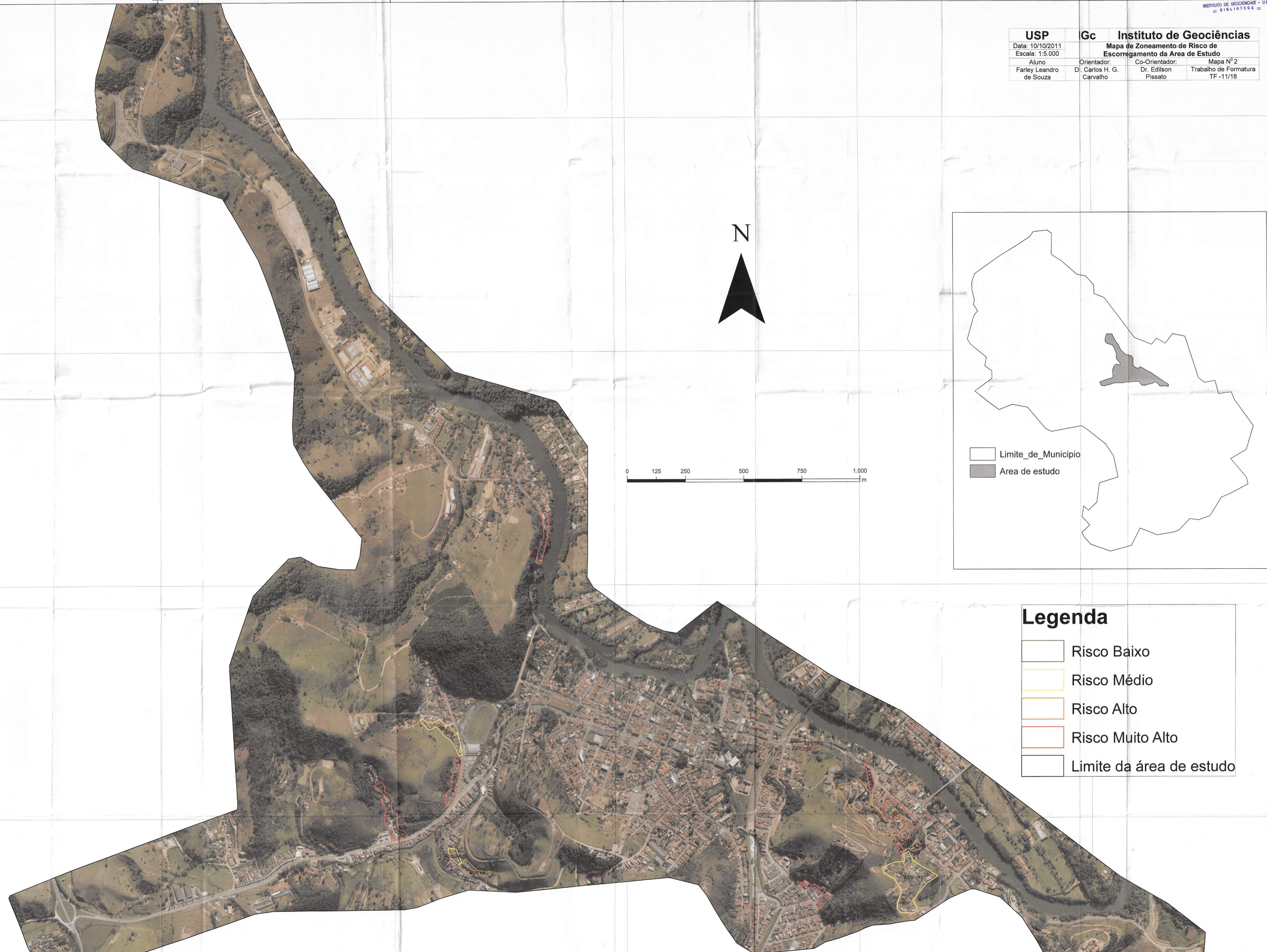
IGC - Instituto de Geografia e Cartografia
IGC - Instituto de Geografia e Cartografia
IGC - Instituto de Geografia e Cartografia



Legenda
[] Área de Proteção Ambiental
[] Reserva Biológica
[] Parque Nacional
[] Parque Estadual

DOAÇÃO _____
IGC-USP
Data: *02.02.12*

USP	Gc	Instituto de Geociências	
Data: 10/10/2011	Mapa de Zoneamento de Risco de		
Escala: 1:5.000	Escorregamento da Área de Estudo		
Aluno	Orientador:	Co-Orientador:	Mapa Nº 2
Farley Leandro de Souza	Dr. Carlos H. G. Carvalho	Dr. Edilson Pissato	Trabalho de Formatura TF -11/18

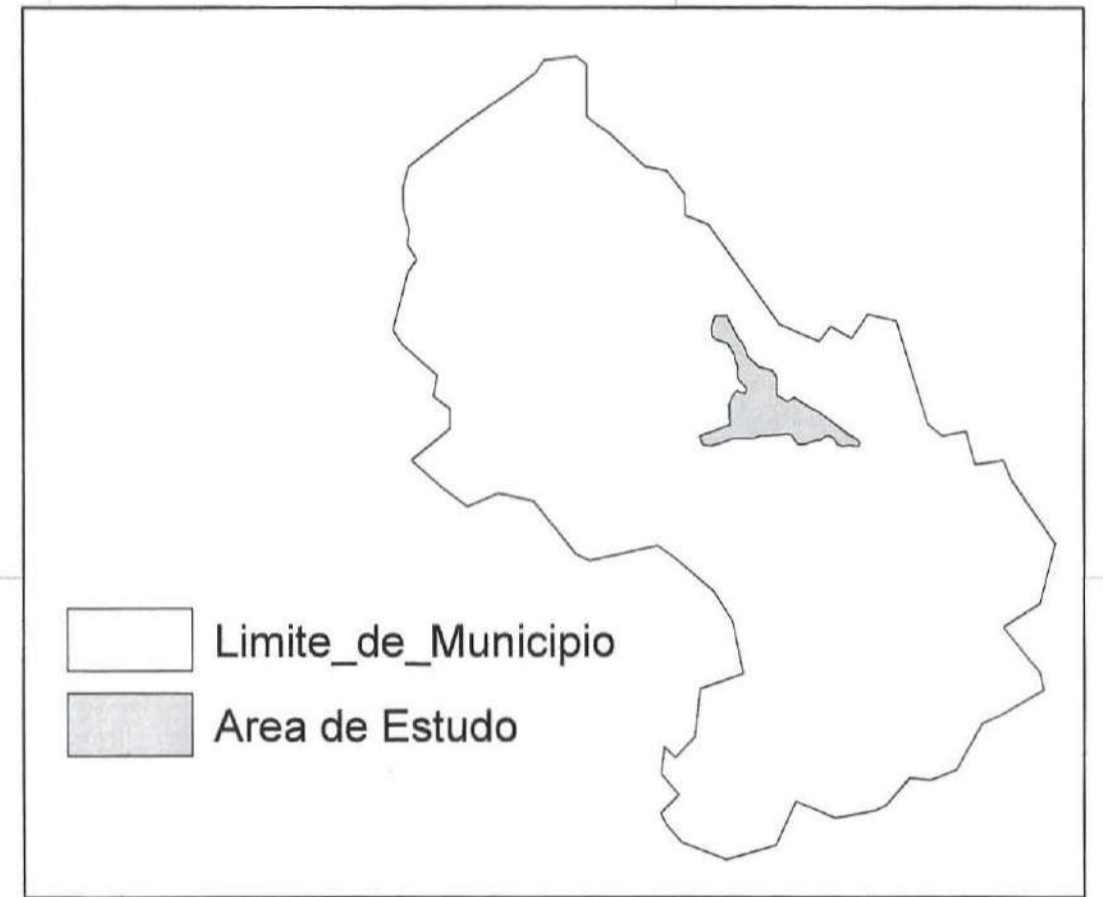


Legenda

	Risco Baixo
	Risco Médio
	Risco Alto
	Risco Muito Alto
	Limite da área de estudo

24529

USP	IGc	Instituto de Geociências	
Data: 10/10/2011	Mapa de Inventário e de Declividade da Área de Estudo		
Escala: 1:10.000	Aluno	Orientador:	Co-Orientador:
	Farley Leandro de Souza	Dr. Carlos H. G. Carvalho	Dr. Edilson Pissato
			Mapa Nº 1
			Trabalho de Formatura TF -11/18



Legenda	
	Ponto de Investigação
	Declividade: 0-30%
	Declividade: >30%

