



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
CÂMPUS DE PRESIDENTE PRUDENTE

ANTROPOSSOLOS E ÁREAS DE RISCO A ESCORREGAMENTOS: ESTUDO DE CASO NA COMUNIDADE DO SÍTIO JOANINHA (DIADEMA) E ANTIGO LIXÃO DO ALVARENGA (SÃO BERNARDO DO CAMPO) – REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO (RMSP)

JULIANA ALVES DOS SANTOS

PRESIDENTE PRUDENTE
2015



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
CÂMPUS DE PRESIDENTE PRUDENTE

ANTROPOSSOLOS E ÁREAS DE RISCO A ESCORREGAMENTOS: ESTUDO DE CASO NO SÍTIO JOANINHA (DIADEMA) E ANTIGO LIXÃO DO ALVARENGA (SÃO BERNARDO DO CAMPO) - REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO (RMSP)

ANTROPOSOILS AND RISK AREAS LANDSLIDES: CASE STUDY ON THE SÍTIO JOANINHA (DIADEMA) AND ALVARENGA'S GARBAGE (SÃO BERNARDO DO CAMPO) – METROPOLITAN REGION OF SÃO PAULO

Orientada: JULIANA ALVES DOS SANTOS

Orientadora: PROFA. DRA. MARIA CRISTINA PERUSI

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - Faculdade de Ciência e Tecnologia de Presidente Prudente, para obtenção do título de Mestre em Geografia.

Linha de Pesquisa: Dinâmicas da natureza

PRESIDENTE PRUDENTE - SP
2015

FICHA CATALOGRÁFICA

Santos, Juliana Alves dos.
S235a Antropossolos e áreas de risco a escorregamentos : estudo de caso na comunidade do Sítio Joanelha (Diadema) e Antigo Lixão do Alvarenga (São Bernardo do Campo) – Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) / Juliana Alves dos Santos. - Presidente Prudente : [s.n], 2015
132 f.

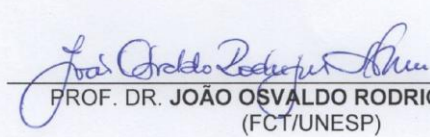
Orientador: Maria Cristina Perusi
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia
Inclui bibliografia

1. Escorregamentos. 2. Mapa de riscos. 3. Urbanização. I. Perusi, Maria Cristina. II. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências e Tecnologia. III. Título.

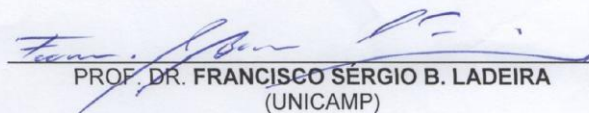
BANCA EXAMINADORA



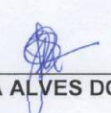
PROFA. DRA. MARIA CRISTINA PERUSI
ORIENTADORA



PROF. DR. JOÃO OSVALDO RODRIGUES NUNES
(FCT/UNESP)



PROF. DR. FRANCISCO SÉRGIO B. LADEIRA
(UNICAMP)



JULIANA ALVES DOS SANTOS

Presidente Prudente (SP), 16 de novembro de 2015.

RESULTADO:

APROVADA

Dedico este trabalho à três Marias: à Maria José, minha mãe, a quem devo tudo que sou, à Maria Cristina, minha orientadora, a quem serei eternamente grata pela amizade, pela confiança e pela aprendizagem e à Dona Maria, moradora do Sítio Joaninha, a quem, se eu pudesse, aliviaria as durezas da vida. Dedico também ao meu pai, Valdemar, ao meu noivo Luís Gustavo e à minha irmã Grazielle, pessoas que me ensinam, a cada dia, o verdadeiro sentido da palavra amor.

AGRADECIMENTOS

Antes de tudo, a Deus pela fé: Nele, nas pessoas e em mim mesma e, depois, pelas pessoas de boa vontade que Ele colocou no meu caminho. A Nossa Senhora, por me proteger e amparar com seu olhar maternal. À minha família, fundação que me sustenta: à minha parceira de trabalhos de campo, amada e carinhosa mãe, Maria José. Ao meu paciente, caridoso e valioso pai, Valdemar Pereira; à minha preciosa e muito amada irmã, Grazielle, minha companheira nos primeiros trabalhos de campo e primeiro contato com a população da área de estudo.

À minha querida, paciente e amável orientadora, Maria Cristina Perusi - a mãe que me acolheu no mundo acadêmico - que acreditou em mim, oportunizou-me crescer como pessoa e como pesquisadora, a quem eu desejo toda a paz e satisfação que a vida pode oferecer.

Ao meu amado Luís Gustavo Gaêta Cunha, paciente e atencioso companheiro e também à família dele: agradeço o carinho de Marli Menezes Gaêta Cunha, Sr. Josué Luiz Gaêta e de Lilian Gaêta.

Às pessoas de boa vontade que tornaram os desafios superáveis. Entre estas incluo: Angélica de Jesus Batista e Cássio Alves de Oliveira, pela ajuda no trabalho de campo; à Raquel Camaliente Castilho, pela disposição em ajudar sempre, no campo ou com a elaboração do questionário, amigos inestimáveis.

Ao atencioso Jakson José Ferreira, pela indispensável ajuda com as coletas de campo, também ao Fábio, motorista da Unesp, pelas boas gargalhadas.

À Luzia de Jesus Matos, pela troca de ideias, pela ajuda com o inglês e pela amizade repleta de carinho e boa vontade.

À Lidiane Pereira Lima, pelos gestos de generosidade e carinho, pelas palavras cotidianas que me fortalecem e incentivam.

À Camila Al Zaher, que me socorreu com muita disposição, acolhendo-me na casa dela e também pela incalculável ajuda e dedicação com os mapas.

Ao querido e muito estimado amigo de longa data Julio César Demarchi, pela pronta disposição em ajudar com produtos cartográficos.

A minha prima Laíza, pela ajuda com a impressão deste trabalho.

Ao amigo de trabalho, Magno Cavaliere, pelas agradáveis conversas em ambiente escolar e pelos incentivos.

À Camila Novaes Pontin, pelo acolhimento em sua casa e as palavras de ânimo.

À Lucinda e Wellington Domingos, pelos momentos de descontração e pelo apoio.

Ao Eduardo Gomes da Silva, engenheiro civil que clarificou muitas dúvidas quanto aos procedimentos de campo e laboratoriais; a Gustavo Pinheiros, técnico do laboratório de Mecânica de solos da Unesp de Bauru, que realizou as análises das amostras de solos de

maneira dedicada e generosa. A Profa. Dra. Bianca Carvalho Vieira, pela companhia e orientação nos primeiros trabalhos de campo. Ao Luiz, geógrafo atencioso da Emplasa.

Ao ex-morador e presidente da Associação de moradores do Sítio Joantina que me acolheu e apresentou para parte da população local, Sr. Erundino. Aos moradores do Sítio Joantina e de São Bernardo do Campo, representados pelas pessoas do Sr. Afonso e Dona Maria.

Agradeço à direção da Escola Estadual Reverendo Jacques Orlando Caminha D'Ávila, na pessoa do diretor Tomás Aparecido, pela compreensão durante a realização deste trabalho.

A Emplasa por conceder materiais cartográficos necessários para realização desta pesquisa.

Aos professores que gentilmente aceitaram participar da banca de Qualificação e me presentear com valiosas contribuições, assim agradeço aos Profs. Drs. Francisco Sérgio Bernardes Ladeira e João Osvaldo Rodrigues Nunes.

A todos vocês, meus mais sinceros sentimentos de gratidão.

E desceu a chuva, e correram rios, e assopraram ventos, e combateram aquela casa, e não caiu, porque estava edificada sobre a rocha (MATEUS 7:25)

RESUMO

No verão de 2010 a mídia brasileira noticiou o caso do escorregamento de terra que resultou em 267 vítimas, dentre as quais, 45 mortes no Morro do Bumba, Niterói/RJ. Estudos posteriores demonstraram que o fenômeno foi resultado da combinação de fatores como as características topográficas, a presença de gás metano, o excesso de lixo e as chuvas intensas do verão. Situações semelhantes são reincidentes em países tropicais como o Brasil. Nessa pesquisa, destaca-se a Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) onde vive a população do Sítio Joaninha, entre os municípios de Diadema e São Bernardo do Campo, sendo que este último abrigou de 1970 a 2001, o antigo lixão do Alvarenga, cujo passivo ambiental materializou-se na forma de Antropossolos Líxicos, sobre o qual atualmente existem moradias. Em virtude das condições físicas do terreno, somadas à instabilidade dessa classe de solo, já ocorreram escorregamentos e combustão espontânea, segundo alguns moradores. Nesse contexto, o presente trabalho objetivou avaliar a qualidade socioambiental da área de estudo, diretamente relacionada com a presença dos Antropossolos. Para tanto, foram aplicados 75 questionários com perguntas abertas e fechadas. Com um trado do tipo holandês, foram coletadas aproximadamente 2.000 cm³ de terra, a 1 metro de profundidade, em 5 pontos de coleta de uma colina no Sítio Joaninha. Nas amostras coletadas foram identificados materiais antrópicos como vidro, plástico, tecido, entre outros. No Laboratório de Mecânica de Solos da UNESP/FEA Câmpus de Bauru, foram realizados os seguintes ensaios de caracterização: granulometria, Limites de Atterberg ou índices de consistência e massa específica dos sólidos (ABNT, 1984). A partir das fichas descritivas do Ministério das Cidades e Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT, 2004) foi elaborado o mapa de risco a escorregamento do Sítio Joaninha e parte da área ocupada sobre o lixão, nos limites de São Bernardo do Campo e Diadema/SP. O mapa indica que as áreas mais críticas estão no limite entre os dois municípios e ocupa 1 hectare da área, o que corresponde a 3% do total mapeado. Os resultados dos questionários apresentam relatos de autocombustão do gás metano, presença de vetores e a precária oferta de serviços essenciais à saúde humana como acesso à água tratada, coleta e tratamento de esgoto, entre outros. Parâmetros como análise granulométrica e Limites de Atterberg ou índices de consistência serviram para classificar as amostras segundo condições geotécnicas adequadas ou não para ocupação residencial. Deste modo, a amostra 01, retirada baixa vertente (A), cuja granulometria identificou se tratar de argilo areno siltosa, apresentou os maiores índices de consistência, resultando em maior índice de compressibilidade, o que quer dizer que são áreas mais sujeita aos recalques. Essas características contribuem para o aumento do risco a escorregamentos na área sobre a qual se observa ocupação residencial com padrão construtivo precário. A amostra 02, média vertente (A) e 05 (vertente B), apresentaram maiores porcentagens de silte em relação à argila, consequentemente, menor Limite e Índice de Plasticidade e de compressibilidade, menos suscetíveis aos recalques. As amostras 03 e 04, respectivamente, topo e média vertente (B), apresentaram maior porcentagem de areia seguida de argila, e menor valor de Índice de Consistência e de compressão, se comparadas com a amostra 01. Apreende-se dos resultados das análises que quanto maior o Limite de Liqueidez de um solo, maior o Índice de Compressibilidade (Cc) o que, por sua vez, pode torná-lo mais suscetível à deformações, que

combinadas com inserção de materiais antropizados e áreas de declividade acentuada, podem por em risco as edificações e, sobretudo, a vida.

Palavra-chave: Antropossolo Lítico, escorregamento de terra, urbanização e risco.

ABSTRACT

During the summer in 2010, Brazilian communication media (CM) reported the case of landslides which resulted in 267 victims, among which 45 died in Morro do Bumba, Niterói / RJ. Subsequent studies revealed that the phenomenon was due to a combination of factors such as the topographic features, the presence of methane gas, the excessive trash and intense summer rainfall. Similar situations are common in tropical countries such as Brazil. In this research, we highlight the Metropolitan Region of São Paulo (MRSP) where the population of Sítio Joaninha lives. It is located between the municipalities of Diadema and São Bernardo do Campo, this last one housed from 1970 to 2001, an old landfill called Alvarenga, whose environmental liabilities were materialized in *Antropossolos Lúxicos*, on which there are housing nowadays. According to some residents the physical conditions of the land added to the instability of the soil class, landslides have already occurred and spontaneous combustion. In this context, this study aimed to evaluate the social and environmental quality of the study area, directly related to the presence of *Antropossolos*. To this end, we applied 75 questionnaires with qualitative questions. With an auger of a Dutch design were collected about 2,000 cm³ of land, with 1 meter depth in 5 collection points of a hill in Sítio Joaninha. At the samples collected were identified anthropogenic materials such as glass, plastic, fabric, among others. In Soil Mechanics Laboratory of UNESP/FEA Campus of Bauru, the following characterization tests were conducted: granularity, Atterberg limits or levels of consistency and density of solids (ABNT, 1984). With the descriptive files of the Ministry of Cities and IPT (2004), we elaborated the risk map for landslides in Sítio Joaninha and part of the occupied area on the old landfill located at the boundary of São Bernardo do Campo / SP. Its map indicates that the most critical areas are those at the boundary between the municipalities and occupies an area of 1 hectare, which corresponds to 3% of the total mapped area. The results of the questionnaires show the self-burning reports of methane, the presence of vectors and the precarious supply of essential services to human health such as access to clean water, and sewage collection, among others. Parameters such as Atterberg limits or consistency indices and granularity analysis served to classify the samples under appropriate geotechnical conditions for residential occupation. Thus, the sample 01, removed from the first slope (low part) following the collect organizing of topossequence - (Slope A) whose granularity clay sandy and silt, had the highest consistency indexes, resulting in higher compressibility index, which means they offer more conditions to the settlements areas, soil's deformations due to the application of external forces. These features contribute with the landslides increasing risk area on which it is observed residential occupation with poor construction standards: foundation on sandy clay soil with improvised foundation with woods. The sample 02, slope (average part of the slope) (slope A) and 05, the second low part of the slope (slope B) showed higher percentages of silt over the clay, consequently, lower limit and plasticity and compressibility index. According to this parameter, less susceptible to displacement. The samples 3 and 4, respectively, top and second average part of the slope (slope B), had a higher percentage of sand followed by clay, but with lower Consistency Index and compression, compared with the sample 01. Is apprehended of the results the analysis that the higher the liquid limit of soil, the greater the Compressibility Index (CC) which may turn it more susceptible to deformation, which combined with insertion of anthropic materials and steep slope areas, may hazard the buildings and, above all, life.

Keyword: Antrosoils, Antropossolo Lúxico, landslides risk, urbanization.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Área de estudo: Sítio Joanhina em Diadema e Antigo Lixão do Alvarenga em São Bernardo do Campo – Região Metropolitana de São Paulo	3
Figura 2 - Comparação entre perfil de solo natural e de área urbana	11
Figura 3 - a,b) Perfis de Antropossolos Líxicos expostos no Sítio Joanhina-Diadema/SP, com destaque para diversidade de materiais antrópicos	13
Figura 4 - Escorregamento no Morro do Bumba em 2010 - Niterói/RJ	19
Figura 5 - Mortes por escorregamentos no Brasil	23
Figura 6 - Escorregamento rotacional ou circular	24
Figura 7 - Escorregamento em cunha	24
Figura 8 - Escorregamento planar ou translacional.....	24
Figura 9 - Escorregamentos na Serra de Caraguatatuba em 1974, ao fundo enseada de Caraguatatuba/SP	25
Figura 10 - Representação gráfica da análise granulométrica.....	28
Figura 11 - Limites de Atterberg dos solos	30
Figura 12 - a) Aparelho de Casagrande para determinação do Limite de Liquidez;.....	31
Figura 13 - Representação gráfica do Limite de Liquidez.....	31
Figura 14 - Recalque por compressibilidade em Pisa, Itália	34
Figura 15 - Recalque por compressibilidade em Santos, Brasil	34
Figura 16 - a) Solo bem graduado; b) Solo de granulação uniforme	36
Figura 17 - Carta de Plasticidade elaborada por Casagrande.....	37
Figura 18 a;b - Exemplo de intervenção em áreas de riscos a escorregamento na favela Paraisópolis, zona sul da cidade de São Paulo.....	40
Figura 19 - Posição da ocupação em relação à encosta	41
Figura 20 - Localização de moradias em relação à encosta	42
Figura 21 - Exemplo setorização de riscos a escorregamentos na zona leste de São Paulo/SP.....	43
Figura 22 - Exemplo de setorização das áreas de risco a escorregamentos.....	43
Figura 23 - Rua da Divisa Verde, local de amostragem dos Antropossolos Líxicos	45
Figura 24 - Perfil topográfico no qual as amostras de terra foram coletadas	46

Figura 25 - Localização do antigo Lixão do Alvarenga e proximidade com represa Billings (RMSP)	50
Figura 26 - Destaque para ocupações no Sítio Joaninha em Diadema e Antigo Lixão do Alvarenga em São Bernardo do Campo – RMSP	54
Figura 27 - Estrutura do questionário aplicado	57
Figura 28 - a,b: Coleta de amostras no topo da colina (amostra 03), presença de artefatos ...	60
Figura 29 - Coleta de amostras na média vertente, lados A e B, respectivamente: a - amostra 02; b - amostra 04.....	60
Figura 30 - Coleta de amostras na baixa vertente ou sopé da encosta, lados A e B, respectivamente: a) destaque para degrau de abatimento no solo (linha pontilhada) - amostra 01; b) amostra 05.....	60
Figura 31 - Locais de coleta na área de estudo	62
Figura 32 - Estrutura e abordagens da pesquisa.....	64
Figura 33 - Estrutura do questionário socioambiental.....	67
Figura 34 - Rede de encanamento de água improvisada por moradores no Sítio Joaninha – Diadema/SP	69
Figura 35 - Caminhão pipa abastecendo população do Sítio Joaninha – Diadema/SP	69
Figura 36 - Moradores que vivem sobre o antigo lixão (SBC) recebem água de moradores do Sítio Joaninha, Diadema/SP	69
Figura 37 - Lançamento de esgoto a céu aberto.....	70
Figura 38 - Parte da destinação final do lixo produzido por parcela da população da área de estudo	71
Figura 39 - De acordo com moradores, local para captura do gás metano.....	72
Figura 40 - Perfil de solo exposto com materiais antrópicos incorporados.....	73
Figura 41 - Destaque para materiais antrópicos no solo em perfil decapitado	73
Figura 42 - Área de acentuada declividade e inclinação	74
Figura 43 - Cerca inclinada e detalhe para a posição da moradia em relação à encosta	75
Figura 44 - Mesma casa quase um ano depois, sem a cerca e com degrau de abatimento; árvore inclinada evidencia rastejo	75
Figura 45 - Intervenção antrópica em talude	76

Figura 46 - Estrada da Divisa Verde, divisor d'água e limite municipal aproximado entre São Bernardo do Campo e Diadema	77
Figura 47 - Casas sobre passivo ambiental do antigo Lixão do Alvarenga.....	77
Figura 48 - Precariedade de moradias sobre passivo ambiental.....	77
Figura 49 - Moradias sobre passivo ambiental	77
Figura 50 - Área limítrofe entre Diadema e São Bernardo do Campo elevada declividade e inclinação.....	78
Figura 51 - Mapa de declividade do Sítio Joaninha - Diadema/SP e área do antigo Lixão do Alvarenga - São Bernardo do Campo.....	79
Figura 52 - Rachadura no chão: possível evidência de movimentação de terra	80
Figura 53 - Padrão construtivo de alvenaria em local de elevada declividade e inclinação	81
Figura 54 - Moradia em área de acentuada declividade no limite entre os municípios.....	81
Figura 55 - Mapa de risco a escorregamento da área de estudo: Sítio Joaninha em Diadema e antigo Lixão do Alvarenga em São Bernardo do Campo	82
Figura 56 - Escorregamento em via de acesso no Sítio Joaninha ocorrido em janeiro de 2013	83
Figura 57 - Evidência de escorregamentos anteriores: casa atingida pelo processo e árvores inclinadas.....	84
Figura 58 - Local atual de lançamento de rejeitos e resíduos	85
Figura 59 - Proporção dos diferentes graus de risco a escorregamento para a área mapeada..	87
Figura 60 - a) Pedaco de vidro durante tradagem no Sítio Joaninha; b) Pedaco de tecido	89
Figura 61 - a, b) Local de coleta da amostra 01	90
Figura 62 - a;b) Local de coleta da amostra 02.....	92
Figura 63 - a;b) Local de coleta da amostra 03.....	93
Figura 64 - a;b) Local de coleta da amostra 04.....	94
Figura 65 - a;b) Local de coleta da amostra com destaque para o padrão construtivo onde se realizou a coleta	95

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Limites de frações dos solos conforme tamanho das partículas segundo a ABNT (1995).....	27
Tabela 2 - Classificação dos solos de acordo com os Índices de Plasticidade	32
Tabela 3 - Variação de umidade conforme os componentes de resíduos sólidos	39
Tabela 4 - Descrição geral dos pontos de coleta das amostras de terra	47
Tabela 5 - Ocupação profissional dos entrevistados	65
Tabela 6 - Renda familiar mensal.....	65
Tabela 7 - Tempo de residência na área de estudo.....	67
Tabela 8 - Conhecimento a respeito do uso da área antes do morador habitá-la	68
Tabela 9 - Como os moradores souberam da área de estudo	68
Tabela 10 - População atendida por serviços de saneamento básico	70
Tabela 11 - Periodicidade da coleta lixo	71
Tabela 12 - Ocorrência de combustão espontânea	72
Tabela 13 - Presença de problemas relacionados à estrutura da moradia	74
Tabela 14 - Ocorrência de escorregamento nas proximidades.....	75
Tabela 15 - Classes de declividade conforme França (1963).....	78
Tabela 16 - Distribuição dos diferentes graus de risco a escorregamento na área de estudo...	87
Tabela 17 - Resultado para massa específica, umidade, Limites de Atterberg e peneiramento das amostras.....	88
Tabela 18 - Resultado da composição granulométrica das amostras	89

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Diversidade de depósitos tecnogênicos.....	17
Quadro 2 - Classes de Antropossolos	18
Quadro 3 - Letras do Sistema de Classificação Unificada	36
Quadro 4 - Critérios para estabelecimento dos graus de risco a escorregamento	44

SÚMARIO

1 INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA	1
2 OBJETIVOS.....	4
2.1 Objetivo geral	4
2.2 Objetivos específicos.....	4
3 REVISÃO DE LITERATURA.....	5
3.1 A dimensão política dos problemas ambientais urbanos	5
3.2 Os resíduos sólidos e a cidade	8
3.3 Solos urbanos e Antropossolos: interação entre ação antrópica e a pedogênese	10
3.3.1 Antropossolos.....	13
3.4 Correspondências entre depósitos tecnogênicos e Antropossolos.....	15
3.5 Antropossolos lúxicos e riscos a escorregamentos	19
3.6 Escorregamentos e parâmetros geotécnicos	23
3.6.1 Comportamento do solo e parâmetros geotécnicos analisados nesta pesquisa	25
3.6.1.1 Massa específica de sólidos ou densidade da partícula (g/cm^3)	26
3.6.1.2 Umidade (w)	26
3.6.1.3 Análise granulométrica.....	27
3.6.1.4 Limites de Atterberg ou limites de consistência	29
3.6.1.5. Compressibilidade.....	33
3.6.2 Sistemas geotécnicos de classificação dos solos.....	34
3.6.2.1 Sistema de classificação unificada	35
3.6.3 Resíduos sólidos urbanos (RSU) e comportamento geotécnico	38
3.7 Mapeamento de riscos a escorregamentos: Ministério das Cidades e IPT (2004)	39
4 MATERIAL E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	45
4.1 Material.....	45
4.1.1 Características gerais e histórico de uso e ocupação da área de estudo	48
4.1.1.1. Histórico de ocupação do lixão do Alvarenga em São Bernardo do Campo/SP ..	51

4.1.1.2 Histórico de ocupação do Sítio Joaninha – Diadema/SP	55
4.2 Procedimentos metodológicos	56
4.2.1 Procedimentos de campo	56
4.2.1.1 Aplicação dos questionários.....	56
4.2.1.2 Mapeamento de risco a escorregamento de terra	57
4.2.1.3 Coleta das amostras de solo	58
4.2.2 Procedimentos de laboratório	63
4.2.3 Procedimentos de gabinete.....	63
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	64
5.1 Informações obtidas nos questionários	64
5.1.1 Resultados socioeconômicos	64
5.1.2 Resultados socioambientais	66
5.2 Mapeamento de risco a escorregamentos de terra.....	77
5.3 Resultados das análises de solos segundo alguns parâmetros geotécnicos	87
5.3.1 Amostra 01 – baixa vertente lado A	90
5.3.2 Amostra 02 – média vertente lado A	92
5.3.3 Amostra 03 – Topo da colina.....	93
5.3.4 Amostra 04 – média vertente lado B	94
5.3.5 Amostra 05 – baixa vertente lado B	95
6 CONCLUSÕES	97
7 REFERÊNCIAS	99
APÊNDICE 1.....	108
ANEXO 1.....	111
ANEXO 2.....	115

1 INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

Não há dúvidas de que o crescimento da população mundial resulte na maior complexidade da organização das sociedades, com a notória e exacerbada transformação do meio ecológico. Esses processos se materializam na paisagem urbana de modo conflituoso e quase sempre impactante de maneira negativa. Por isso, diferentes abordagens teórico-metodológicas surgem, ressignificando o papel do Homem como agente transformador, ao mesmo tempo em que sustentam o advento do período geológico denominado Tecnógeno ou Quinário, a exemplo de Peloggia (1997), uma das referências na reflexão sobre o Quinário. Nesse contexto, a análise geográfica da produção do espaço urbano se faz a luz da observação e problematização do papel antrópico junto aos sistemas naturais. Como ponto de articulação desse exercício analítico, têm-se os Antropossolos e, dentre eles, os Líxicos.

Os solos urbanos guardam registros históricos de ocupação em estratos superpostos e/ou depósitos mobilizados e mesmo decapitados, caracterizados pela presença de artefatos e intervenção genuinamente oriundos da dinâmica da sociedade. Corroborando com as prerrogativas geológicas da década de 1980, que consideram o homem como agente geológico, mais recentemente, na década de 2000, a Sociedade Brasileira de Ciência de Solo reflete sobre a possibilidade de considerar o Homem como agente pedológico, ao sistematizar um conjunto de circunstâncias que originaria solos cujos processos pedogenéticos estariam intensamente influenciados pela ação antrópica, surgem assim, os Antropossolos.

Esses solos, genericamente, são resultado do intenso processo da intervenção humana ou do que ela produz na pedosfera, sobretudo numa sociedade altamente tecnificada como a atual, marcada pelo intenso consumo de produtos que vão desde os orgânicos, passando por metais pesados, até material radioativo (COLETTI, 2012). Curcio et al. (2004) afirmam que essa classe apresenta morfologia muito variável, baixo grau de evolução causada pelo comprometimento da relação pedogenética entre as camadas, drenagem muito diversa em decorrência dos materiais constitutivos e comportamentos geotécnicos discrepantes, o que pode potencializar os escorregamentos de terra e, portanto, maior fragilidade para seu uso e ocupação.

O processo pedogenético de adição de materiais antrópicos, como os Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), cria os Antropossolos Líxicos, nos quais predomina a instabilidade mecânica oriunda da diversidade desses materiais e pelo modo inadequado como o meio recebe os resíduos. Uma vez ocupados indevidamente com assentamentos precários, são exemplo de

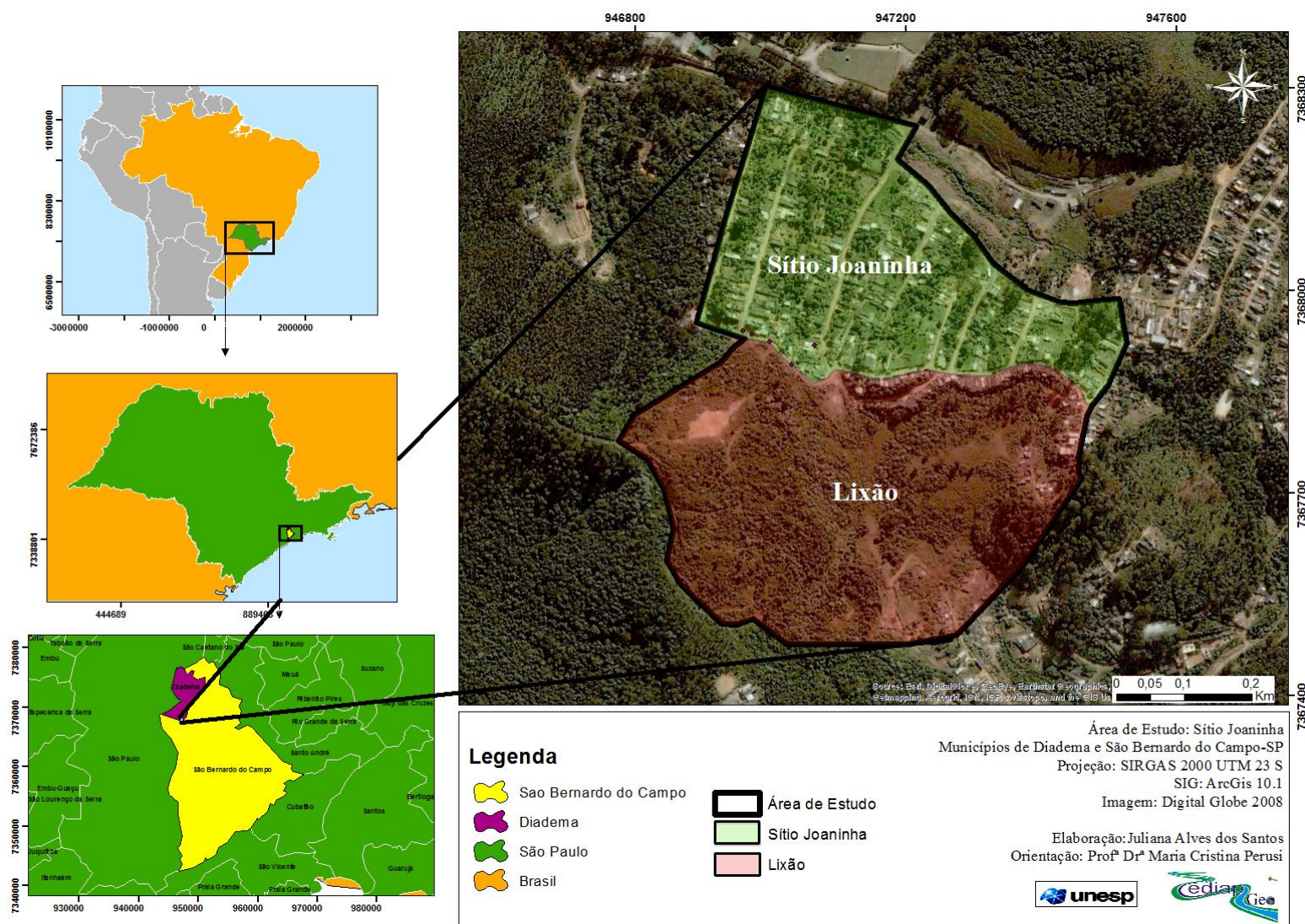
riscos circunscrito ao processo de urbanização, entendida aqui como áreas específicas nas cidades cuja origem está na combinação da suscetibilidade do meio físico e da vulnerabilidade dos sistemas econômicos e políticos, na associação entre a história natural e a história social, humana. Deste modo é que surge o risco, porque é nesse contexto que, segundo Ayala (2002), os seres humanos transformaram eventos geofísicos como terremotos, erupções vulcânicas, inundações e escorregamento de terra em desastres ditos naturais.

Por isso a Geografia, que segundo Marandola (2005) é ciência mais antiga a lidar com o risco na perspectiva ambiental, por ter como um de seus escopos principais a abordagem simultânea das dinâmicas sociais e naturais, muito pode contribuir com essa problemática. A análise da Geografia do risco permite saber que a maior parte dos mortos por desastres naturais está nos países em desenvolvimento, em decorrência mais da vulnerabilidade dos sistemas político-econômicos neles instalados do que propriamente da suscetibilidade natural (AYALA, 2002).

A combinação desses fatores se faz presente no loteamento residencial denominado Sítio Joaninha, em Diadema/SP, e também em suas proximidades com o município de São Bernardo do Campo, este por sua vez abrigou durante quase três décadas o antigo Lixão do Alvarenga (FIGURA 1), que até o ano de 1990 recebeu RSU dos municípios de Diadema, São Bernardo do Campo e de parte do município de São Paulo.

Ademais, o modo como os Antropossolos Lúxicos se configuram na área de estudo permite refletir que eles são também a materialização de um modo desarticulado de produção e execução de políticas públicas.

Figura 1 - Área de estudo: Sítio Joaninha em Diadema e Antigo Lixão do Alvarenga em São Bernardo do Campo – Região Metropolitana de São Paulo



2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

O objetivo geral desta pesquisa é relacionar o grau de risco a escorregamentos de terra com os Antropossolos Líticos resultantes da deposição de RSU no antigo lixão do Alvarenga em São Bernardo do Campo e no Sítio Joaninha, Diadema, ambos na Região Metropolitana de São Paulo, durante o período de 1970 a 1990, tendo como parâmetro a classificação para Antropossolos desenvolvida por Curcio et al. (2004).

2.2 Objetivos específicos

- a) Avaliar em que medida os RSU podem comprometer a mecânica dos solos do antigo lixão do Alvarenga e potencializar os escorregamentos de terra;
- b) Identificar o grau de risco aos escorregamentos de terra segundo a metodologia desenvolvida pelo Ministério das Cidades e IPT (2004);
- c) Compreender a urbanização e o risco expressos nos passivos ambientais, a exemplo de antigos lixões, como mais um elemento a ser considerado quando da organização dos espaços urbanos;
- d) Avaliar as condições socioambientais das famílias que ocupam a área de estudo.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 A dimensão política dos problemas ambientais urbanos

A cidade é a materialização do processo de urbanização que se efetiva com a sedentarização humana, com a divisão social do trabalho e com o excedente alimentar que libera os indivíduos para a realização de outras atividades que não a agrícola (SPOSITO, 2014).

No Brasil atual, o Estatuto das Cidades (LEI FEDERAL Nº 10.257 de 2001), afirma que 80% da população e das atividades econômicas são realizadas nas cidades, onde se concentram difíceis problemas a serem resolvidos. A promulgação de diversas leis e programas a exemplo da Política Nacional do Saneamento Básico, Política Nacional dos Resíduos Sólidos Urbanos, o próprio Estatuto das Cidades, entre outras, comprovam a complexidade dos problemas urbanos, entre eles os denominados ambientais como, as inundações, escorregamentos, poluição hídrica, atmosférica, dos solos, da destinação final de RSU. Essas situações se relacionam mais à intensa vulnerabilidade social e à pobreza extrema, do que à fragilidade do meio físico.

No entanto, observam-se muitas vezes discursos que naturalizam esse processo e desconsideram a dimensão política dos problemas urbanos, de tal modo que não é rara a leitura deles com base apenas na associação entre o aumento populacional e à pressão que esse exerce sobre o meio físico e seus recursos: “o rápido crescimento populacional pode intensificar a pressão sobre os recursos e retardar qualquer elevação dos padrões de vida” (NOSSO FUTURO COMUM, 1991, p. 10). Embora o Relatório *Brundtland* identifique outras causas para o entrave à busca do desenvolvimento sustentável, como a fragilidade das institucionais para lidar com o problema, o relatório relaciona os problemas ambientais ao acelerado crescimento das populações, de tal modo que o crescimento acelerado aparece como entrave ao chamado desenvolvimento sustentável.

Esta temática se inicia durante a década de 1970 com o economista polonês Ignacy Sachs, quando cria o termo ecodesenvolvimento, enquanto trabalhava na organização da 1ª Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, conforme Ribeiro (2010). Posteriormente, o Relatório *Brundtland* – Nosso Futuro Comum – da Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, presidida pela norueguesa Gro Harlem Brundtland, apresenta o conceito de desenvolvimento sustentável. No relatório, o desenvolvimento sustentável é o atendimento das necessidades das populações do presente sem comprometer o atendimento das necessidades das populações futuras. Para torná-lo

possível, é necessário que os mais ricos mudem seu estilo de vida compatibilizando-o com os recursos ecológicos do planeta (NOSSO FUTURO COMUM, 1991).

No entanto, o adjetivo sustentável, que acompanha o substantivo desenvolvimento, era restrito, até a década de 1980, à Biologia, e designava apenas as condições de extração de recursos naturais renováveis em que não havia comprometimento da reprodução dos ecossistemas de onde eles eram retirados, já o termo desenvolvimento, até meados da década de 1970, era entendido como sinônimo de crescimento econômico (VEIGA, 2005): o atendimento das necessidades básicas requer também uma nova era de crescimento econômico (NOSSO FUTURO COMUM, 1991).

Veiga (2005) afirma que para evitar o uso da expressão desenvolvimento sustentável como simples modismo, é necessário estudar sua pré-história e, por isso, as expressões desenvolvimento econômico, crescimento com distribuição de renda e desenvolvimento humano, conceitos anteriormente vinculados ao ideário da sustentabilidade.

A mudança de concepção sobre o desenvolvimento econômico acontece quando deixa de ser identificado apenas com o progresso material, evidenciando a importância das políticas públicas se estruturarem com base em valores que não se limitem apenas às leis da economia, com isso verifica-se a distinção entre desenvolvimento e crescimento econômico. A segunda expressão que se relaciona à noção de desenvolvimento sustentável é a de crescimento econômico e foi analisada por Amartya Sen em 1998. Conforme Veiga (2005), Sen demonstrou que o que impede o crescimento econômico não é apenas a má distribuição de renda, mas um complexo quadro de privação de liberdades, de tal modo que a pobreza deve ser vista como a privação de capacidades básicas e não apenas da privação de acesso à renda. Por fim, a expressão desenvolvimento humano se refere às capacidades humanas, entendidas como o conjunto de coisas que as pessoas podem ser ou fazer na vida. Sen e Mahbud citado por Veiga (2005) elencam as quatro capacidades humanas elementares: ter uma vida longa e saudável, ser instruído, ter acesso aos recursos necessários a um nível de vida digno e ser capaz de participar da vida da comunidade. Se uma dessas quatro capacidades humanas elementares faltar, todas as outras escolhas e possíveis realizações humanas e pessoais permanecerão inacessíveis (VEIGA, 2005). Segundo o referido autor, é com base nessa fundamentação que a Organização das Nações Unidas vê o desenvolvimento sustentável, e tais capacidades e liberdades se efetivam, ou não, por meio das políticas públicas quando se estabelece o que será prioridade. “(...) o desenvolvimento depende da maneira como os recursos gerados pelo crescimento econômico são utilizados: se para fabricar armas ou para

produzir alimentos; se para construir palácios ou para fornecer água potável (...)” (VEIGA, 2005, p. 8).

Infelizmente, esse debate escapa à maioria das políticas públicas de promoção do desenvolvimento sustentável, de modo que a agenda política que se estabelece para seu cumprimento, geralmente privilegia a preservação dos recursos ecológicos por si mesmos em detrimento do desenvolvimento das liberdades e capacidades humanas, principalmente da população residente em áreas urbanas, onde muitas vezes, as causas dos problemas socioambientais ficam latentes.

Um modo de dissimular as causas dos problemas ambientais urbanos é considerar que eles sejam resultado do aumento desenfreado da população e seu efeito sob o meio físico, ou também da falta de áreas para expansão da cidade com a consequente ocupação, quase sempre, mas não exclusivamente, de população de baixa renda em áreas de preservação e de risco. No entanto, para essa pesquisa, um fator importante a se considerar na análise da problemática é evidenciando que é da intervenção do Estado por meio de políticas públicas desarticuladas que nascem as situações conflituosas – como problemas ambientais urbanos – e as consequências negativas para as populações da cidade.

No Brasil, a origem dessa desarticulação entre as políticas é consequência de uma herança colonial, na qual a ação política ocorria pela conquista de espaços e da expansão territorial, de tal modo que o território, e não a população acabou sendo a prioridade das políticas públicas (MORAES, 1999). O resultado disso pode ser ainda sentido quando políticas públicas cuja temática é transversal, acabam por gerar objetivos conflitantes, mesmo quando o que se almeja são resultados semelhantes e até complementares, como ocorre com as políticas públicas urbanas e ambientais.

No contexto dessa pesquisa, podem-se evidenciar tais conflitos quando se observa as políticas públicas urbanas, ambientais e sanitárias. Assim, por exemplo, Moraes (2011) ao tratar da elaboração do Plano Nacional de Saneamento Básico, afirma que quatro políticas públicas setoriais ganham especial importância: a política pública urbana, de saúde, de meio ambiente e a de recursos hídricos, mas aponta a falta de coordenação entre elas quando cada uma elabora planos, estratégias e execuções que faz com que determinadas políticas acabam aparecendo como problema para outras, evidenciando a falta de prática de elaboração de estratégias e ações de modo integrado.

Exemplo de como uma política pública pode se tornar um problema para outra, é fornecido por Martins (2006), quando explica que quando houve a reformulação do Código Florestal e a ampliação das áreas a serem preservadas, muitos municípios, tentando fugir da

obrigatoriedade de preservação de seus territórios, transformaram áreas rurais em urbanas. Por causa disso, segundo a autora, a Lei nº 7.803/89 estendeu a aplicação do Código Florestal também para áreas urbanas. Se por um lado a medida resolvia um problema, de outro, criava um novo: a impossibilidade de execução de obras de melhorias de infraestrutura e saneamento básico em áreas de proteção ambiental, já antes ocupada por assentamentos irregulares.

Outro efeito da legislação ambiental sobre espaços urbanos específicos foi o desinteresse do mercado imobiliário formal pelas áreas protegidas pela lei, convertendo-as em áreas de intensa improvisação das condições técnicas de construção e de serviço sanitários, o que por sua vez elevaram os riscos relacionados à edificação, e à saúde das pessoas que habitam tais áreas. Na maior parte das vezes, a população de baixa renda se dirige para essas porções da cidade por iniciativa própria, constrói suas habitações em condições pouco salubres, intensificando o processo de instalação das situações de risco geotécnicos.

Tudo isso torna claro que os problemas ambientais urbanos são antes problemas de origem política, não dá falta dela, mas da intervenção desatenta dos agentes responsáveis pela elaboração das leis. Esse cenário de insegurança e privação das qualidades que a cidade pode oferecer é o cenário da paisagem da área de estudo, marcada pela ocupação em passivo ambiental, oriundo de condições irregulares e perigosas de disposição de RSU.

Embora segundo Plano Diretor de Diadema, Lei Complementar nº 278 de 08 de julho de 2008, o Sítio Joaninha não se caracteriza como área de risco, ele se insere na denominada Área Especial de Interesse Social 2 (AEIS 2) nas quais se fazem necessárias a “regularização urbanística e fundiária ambientalmente sustentável dos assentamentos”.

Já o Plano Diretor de São Bernardo do Campo, Lei nº 6.184 de 21 de dezembro de 2011 apresenta que a política de habitação é regida pelo princípio constitucional que garante, entre outras coisas, o direito à moradia digna assegurando padrões básicos de habitabilidade, infraestrutura e saneamento ambiental e objetiva a eliminação de riscos à vida da pessoa que estejam associados à condição da moradia promovendo a urbanização, a regularização e promoção da urbanização de modo a inserir os assentamentos precários à Cidade (SÃO BERNARDO DO CAMPO, 2011).

3.2 Os resíduos sólidos e a cidade

A Política Nacional de Saneamento Básico – Lei nº 11.445 de 5 de janeiro de 2007 e a Lei Nacional de Resíduos Sólidos – Lei nº 12.305/2010 que se desdobra no Plano Nacional de Resíduos Sólidos em 2010, emergem no contexto do desenvolvimento sustentável. O

desenvolvimento sustentável é princípio que orienta a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (Art. 6º, IV), cujo objetivo procura estimular a adoção de padrões sustentáveis de produção e consumo de bens e serviços (art. 7º inciso II).

Como instrumento da Lei nº 12.305/10 surgiu o Plano Nacional de Resíduos Sólidos no qual se reconheceu a impossibilidade da efetivação da meta que estabelecia a eliminação de lixões no país até o ano de 2014. De acordo com o IBGE (2010), no ano de 2000, 64% dos municípios brasileiros dispunham os RSU em lixões, embora tenha havido o aumento de mais de 20% dos resíduos sólidos coletados nos domicílios.

Lixão é a área na qual a disposição final de resíduos e rejeitos é feita de forma inadequada a partir do lançamento do material diretamente sobre o solo, sem qualquer medida técnica ou de controle conforme a Lei Federal nº 12.305 de 2010.

Entre os resíduos sólidos estão os urbanos, que são oriundos da vida na cidade como os resíduos domiciliares e os da limpeza pública. A disposição desses resíduos a céu aberto, na forma de lixões, gera passivos ambientais com significativos impactos à saúde dos seres vivos, ao solo, à água, ao ar, aos que residem próximos ou sobre esse passivo ambiental, como ocorre com os moradores entrevistados.

Outro agravante é que os RSU são constituídos por componentes de diferentes materiais, por isso é grande a diversidade química, física e mecânica, de tal modo que do ponto de vista do comportamento mecânico, observa-se a modificação em diferentes propriedades dos solos como grande variação na permeabilidade, na umidade, no atrito interno e coesão das partículas e dos componentes, a modificação na resistência ao cisalhamento do maciço sanitário e nos valores de compactação (BOSCOV, 2008) o que expõe as populações que habitam tais áreas aos riscos de escorregamento de terra e também de combustão espontânea.

Do ponto de vista da evolução dos solos, a inserção e degradação desses resíduos em forma de lixões são acompanhadas da modificação na evolução pedogenética.

No município de São Bernardo do Campo, a Política Municipal de Saneamento Básico constante no Plano Diretor, Lei nº 6.184/2011 obedece aos princípios da Política Nacional de Saneamento Básico e objetiva, a Lei Municipal em seu Art. 20. “universalizar o acesso ao saneamento básico, de forma adequada à saúde pública e à segurança da vida”. Segundo o Plano Municipal de Saneamento Básico de São Bernardo do Campo, em 2009, foram coletadas mais de 238 mil toneladas de resíduos sólidos domiciliares e o Plano Municipal de Resíduos Sólidos de 2010 do mesmo município afirma que foram geradas cerca de 773,0 toneladas por dia. Conforme o Plano Municipal de Saneamento Básico (2010) do município

de São Bernardo do Campo, o antigo Lixão do Alvarenga passaria por remediação o que deu origem ao EIA/RIMA do antigo Lixão elaborado em 2013 e estabeleceu que no local fosse construído um parque, retirando as famílias que ocupam o passivo ambiental, no entanto, durante a realização da pesquisa havia ainda 30 famílias residindo sobre o lixão.

3.3 Solos urbanos e Antropossolos: interação entre ação antrópica e a pedogênese

A idade estimada da Terra é de aproximadamente 4,6 bilhões de anos. Em 2003, no deserto Djourab, na África, descobriu-se um fóssil de antropóide que acredita-se datar da Época Miocena, provavelmente com 7 milhões de anos. Se assim for, a história da humanidade frente à história do planeta corresponderia, no mínimo, a 0,15%. No entanto, nossa espécie conseguiu, num curto período de existência, ao mesmo tempo em que a tecnologia se desenvolvia, grande capacidade construtiva, superando a capacidade destrutiva, conforme Suguio (2008).

A capacidade de intervir, seja criando, modificando ou destruindo é tão grandiosa que levou Suguio (2008) afirmar que na história do planeta “o volume total de rocha e solo, mobilizado anualmente pelo ser humano na superfície da Terra nos dias atuais, chega ao dobro do Monte Fuji, no Japão” (SUGUIO, 2008, p.49). Exemplificando essa situação, afirma que com a quantidade de sedimentos movimentada nos últimos 5 mil anos, seria possível, quando empilhados, criar um monte com 40 km de largura, 100 km de comprimento e 4 km de altura, o que corresponde a erosão vertical de 360 metros realizada por todos os rios e geleiras do mundo em 1 milhão de anos (SUGUIO, 2008).

Se em cinco mil anos pode-se estimar tal efeito da ação antrópica sobre sedimentos da superfície da Terra, os efeitos provavelmente seriam mais grandiosos se se pudesse quantificá-los desde o momento do cultivo de produtos agrícolas e a criação de animais domésticos para a alimentação humana ocorridos, segundo o referido autor, 10 mil anos passados. Tricart (1977, p. 17) já afirmara que “os caçadores primitivos, utilizando o fogo como uma técnica de caça, já alteravam a vegetação, as populações de insetos, de répteis, de pequenos mamíferos, etc.”.

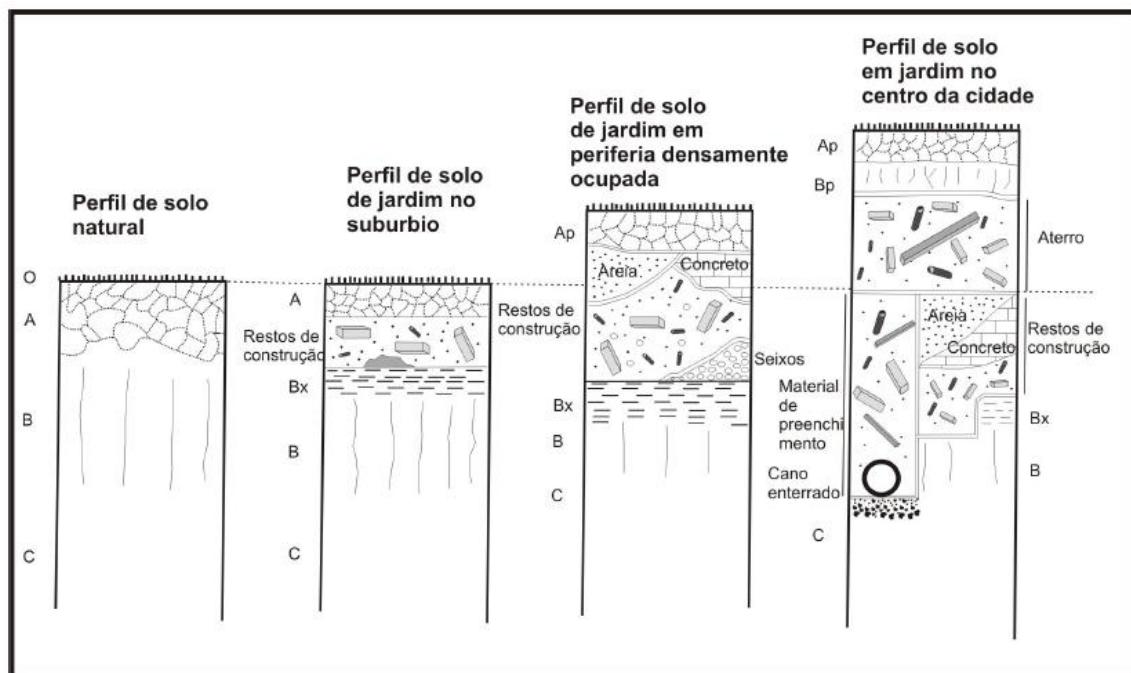
É apreensível, portanto, que desde seu advento enquanto espécie biológica, a humanidade se apropria de elementos da natureza para assegurar sua reprodução e permanência. Nesse processo, os efeitos se fazem sentir em diferentes componentes da paisagem dantes intocada. Entre esses componentes estão os solos. Portanto, a ação antrópica sobre os solos não é algo recente no contexto da história humana. Exemplo disso são os solos

denominados de Terra Preta de Índio da Amazônia, nos quais foram identificadas modificações antrópicas milenares, vinculadas a sedentarização humana em período pré-colombiano, datadas de aproximadamente 2.000 a 2.500 antes do presente. Diferenciam-se dos outros solos da região amazônica por conter elevados conteúdos de carbono, fósforo, cálcio, magnésio, zinco e manganês (LADEIRA, 2011).

A história humana e geológica prosseguem, e paralelamente aumenta o nível de complexidade com que os grupos humanos se organizam e mantêm sua reprodução, a cidade é a materialização disso. Em contexto urbano, o solo cumpre diferentes funções: de sustentar obras de engenharia como edificações e obras para o tráfego rodoviário, sustenta também a agricultura urbana ou suburbana, armazena e filtra as águas pluviais e até mesmo poluentes e serve como meio para descarte dos RSU. Esse solo é denominado urbano e sofre constantemente alterações morfológicas, físicas e químicas em decorrência do desenvolvimento da cidade na qual está inserido (DALMOLIN, 2006; PEDRON et al., 2004; BOSCOV, 2008).

A urbanização modifica a gênese, as funções, os perfis, as propriedades físicas, químicas e biológicas dos solos. Nas cidades, em razão das edificações “é comum a disposição de diferentes tipos de materiais sobre o solo, criando-se camadas de materiais sem qualquer vínculo com o solo original da área” (LADEIRA, 2011, p. 06), como se pode observar na Figura 2.

Figura 2 - Comparação entre perfil de solo natural e de área urbana



Fonte: Ladeira (2011, p.7)

Mas os impactos da ação antrópica sobre os solos vão depender do tipo de ocupação e do tempo em que essa ocupação se estabelece sobre eles (LADEIRA, 2011). No século XIX, enquanto o russo Vassily V. Dokuchaev sistematiza os conhecimentos sobre a formação dos solos, sendo considerado o pai da Pedologia a partir de estudos em campo, Charles Darwin, ocupado com o desvendamento da origem das espécies, observa a influência de animais como minhoca na formação do solo e também de animais tropicais na movimentação dos solos por causa de seus deslocamentos, o que hoje é denominado de *bioturbação* (LEPSCH, 2011). No século XXI, a interação ser vivo e solo apresenta natureza muito mais complexa, sobretudo em decorrência do alto nível tecnológico empregado nas práticas de produção agrícola ou em ambiente urbano, onde o solo sustenta as mais diversas obras de engenharia. O impacto que a ação antrópica imprime às paisagens, com destaque para o sistema solo, não se pode equiparar aos processos de bioturbação analisados por Darwin, há mais de um século.

No ambiente urbano essas modificações são tão significativas que resultam em alterações nas propriedades químicas, físicas e morfológicas.

Dalmolin et al. (2006) afirmam que as transformações morfológicas nos solos urbanos são as mais intensas a exemplo da remoção de horizontes superficiais em áreas de corte, adição de materiais em área de destinação de resíduos da construção civil e do lixo doméstico, formando camadas de solos sem horizontes pedogenéticos. Os referidos autores afirmam ainda que tais camadas geralmente apresentam transição irregular ou descontínua, o que denominam de heterogeneidade morfológica. Tal heterogeneidade, para eles, resulta em modificações no regime hídrico e térmico do solo, na cor, na consistência, na porosidade, no aumento dos valores da compactação, na capacidade de sustentar plantas e na resistência a processos como erosão e escorregamentos. Ademais, estas camadas antrópicas são reflexo do histórico de ocupação das cidades. Assim:

[...] conforme Schleuß et al. (1998), o número de camadas distintas, assim como quantidade de materiais antrópicos é tão maior quanto maior a densidade da ocupação e menor a idade da cidade. Isso significa que assentamentos urbanos mais recentes, ditos modernos, apresentam uma maior produção de resíduos e consequentemente maior modificação da sua camada de solos (DALMOLIN et al., 2006, p. 14).

Todas essas características foram identificadas empiricamente na área de estudo durante as atividades de campo, de tal modo que as intervenções geraram, inegavelmente, Antropossolos.

3.3.1 Antropossolos

Conceitualmente os Antropossolos, incluindo os Líticos (FIGURA 3 a;b) são solos que possuem 40 cm ou mais de espessura de material orgânico ou inorgânico, formados unicamente por intervenção do homem acima de qualquer horizonte, saprolito de rocha ou de uma rocha que não sofreu os processos intempéricos ainda (Curcio et.al, 2004).

Figura 3 - a,b) Perfis de Antropossolos Líticos expostos no Sítio Joaninha-Diadema/SP, com destaque para diversidade de materiais antrópicos

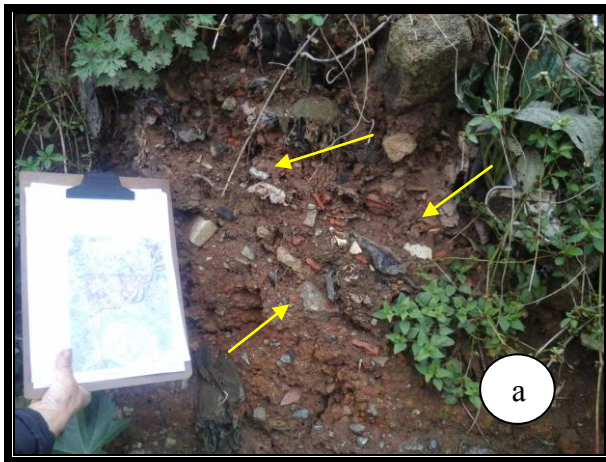


Foto: Santos (2015)



Foto: Ferreira (2015)

Suguio (2008, p. 85) aponta uma longa jornada entre o aparecimento dos primeiros processos intempéricos e o surgimento dos solos, que são materiais naturais componentes das camadas mais superficiais da crosta terrestre, mais ou menos coloridos e de natureza inorgânica e/ou orgânica, capazes de sustentar plantas através da emissão de raízes.

[...] após vários milhões de anos, nasceram seres vivos como as bactérias, que já possuem células. Elas passaram a viver sobre as rochas, atacando-as pela secreção de ácidos e com o apoio da água, ar e radiações solares promoveram o avanço do intemperismo. Até as superfícies rochosas consideradas completamente estéreis são habitadas por inúmeras bactérias, que participam dos processos pedogenéticos (SUGUIO, 2008, p.85).

Para o referido autor, entre os processos pedogenéticos está a ação antrópica, considerada por Tricart (1992) como uma terceira entrada de energia. Para este autor há duas entradas de energia na dinâmica da natureza: a energia extraterrestre advinda do sistema solar, a atração newtoniana; e a energia oriunda do interior da Terra, aquela que produz terremotos, movimentos da crosta e vulcanismos, essas expressões da atividade tectônica. Mas além dessas duas entradas – *input* – de energia no sistema Terra, o referido autor reconhece uma

terceira entrada, que tem origem humana: ela tem condições de influenciar o curso da matéria e energia dos ambientes naturais, embora não possam modificar as duas primeiras entradas porque “*the quantity of energy involved in these two inputs is enormous, so that human beings cannot modify it. They can only influence the mechanisms that result from it*”¹ (TRICART, 1992, p. 21). Para o referido autor, essa terceira entrada de energia é consequência da tecnologia inventada durante o tempo histórico, cujo uso é desigual sobre a superfície da Terra variando, portanto, conforme o nível tecnológico, sociopolítico e econômico das sociedades.

Como exemplo da entrada da energia humana no sistema natural Terra, o autor cita a influência antrópica sobre as formas da paisagem e sobre os processos morfodinâmicos: intensificação dos ventos e da ação da água nos solos; práticas de conservação como terraços ou construção de muros de contenção; alteração da topografia em áreas urbanas por causa de obras públicas; mineração; geração de processos morfodinâmicos que resultam em desequilíbrios causados por movimentos de massas, etc. Como degradação do solo tem-se a salinização, empobrecimento químico, diferenciação da matéria orgânica, poluição por pesticidas, etc., resultando na diminuição do potencial ecológico da paisagem afetando campos e a fitoestabilização (TRICART, 1992).

Tudo isso decorrente da intervenção antrópica, que com grandes avanços tecnológicos, confere cada vez mais consideráveis modificações ao estrato geográfico, ao sistema natural. Tamanha importância dessa problemática fez Guerasimov (1983) afirmar que o estudo das diferentes influências do progresso da ciência e da técnica sobre o meio ambiente constitui um dos problemas mais importantes de nossa época.

[...] a revolução técnica científica deixou ainda mais complicada a relação humanidade e meio natural, o aumento do intercâmbio de matéria e energia reforça o impacto geral do homem sobre a natureza enquanto a capacidade da própria natureza para reproduzir os recursos intensamente explorados e absorver os resíduos está limitada (GUERASIMOV, 1983, p. 57-58).

A partir da observação dos tipos de intervenções antrópicas sobre os solos Curcio et al. (2004) identificaram que elas podiam ser generalizadas em três grandes ações: adição de materiais inertes, nocivos ou até mesmo saprolito, regolito, ou rocha; decapitação que é a retirada total ou parcial de solos por causa da ação antrópica e mobilização movimentação total ou parcial do solo. A partir disso no segundo nível hierárquico se originam os

¹ “A quantidade de energia envolvida nessas duas entradas é enorme, de modo que os seres humanos não podem modificá-las. Eles só podem influenciar os mecanismos que resultam dela” (TRICART, 1977, p. 17).

Antropossolos Líxicos que designam solos nos quais ocorreram a adição de lixos nocivos. Para os Antropossolos Líxicos, a taxonomia em terceiro nível categórico se deu observando a exposição do aquífero à contaminação pelo lixo inserido ao solo, deste modo quando se observa a contaminação é denominado de Antropossolo Líxico áquico, se ela não ocorre é denominado de órtico. No quarto nível categórico, o critério que se observa é a origem do potencial de contaminação, se a contaminação se der pela presença de materiais orgânicos ou inorgânicos tóxicos ele é denominado Antropossolo tóxico, se o que se observa é a presença de materiais patogênicos é denominado Antropossolo séptico. Se as duas diferentes origens de contaminação existiram ele será um Antropossolo tóxiséptico.

3.4 Correspondências entre depósitos tecnogênicos e Antropossolos

É atual a discussão que se desenvolve nas ciências naturais e também num ramo da Geografia sobre a intensidade e o alcance da intervenção social sobre a natureza, de modo que para Oliveira e Queiroz Neto (1994) já seria possível enunciar um novo período da história do planeta, um novo período geológico denominado de “Antropógeno em substituição ao termo Quaternário” (OLIVEIRA; QUEIROZ NETO, 1994, p. 92), o que explicita a noção de que o homem passa a desempenhar a função de um agente geológico. Porém, Suguio (2008) embora reconheça a considerável intervenção antrópica sobre o planeta afirmando que “os seres humanos estão realizando “cirurgia plástica” profunda, de grande escala em tempo curtíssimo, na superfície do único planeta do universo que é habitável por nós” (SUGUIO, 2008, p. 49) ele afirma que o ser humano é incapaz de reproduzir e até de intervir nos fenômenos naturais da dinâmica interna da Terra como os movimentos orogênicos e o vulcanismo, e que:

As forças que acionam a dinâmica externa devem ser creditadas principalmente à energia potencial da gravidade e à energia térmica das radiações solares. Os processos geológicos de dinâmica externa, tais como os fenômenos de intemperismo de afloramentos rochosos ou erosão, transporte e deposição por rios, geleiras e ventos, são promovidos por essas energias.

Na vertente dos que postulam a ação humana como agente geológico, em um trabalho recente, Pellogia et al. (2014) identificam as diferentes escolas geológicas que concebem a ação humana sobre os depósitos superficiais, realidade descrita pelo conceito de “depósitos tecnogênicos”. Os depósitos tecnogênicos se referem aos depósitos construídos, como os diferentes tipos de aterros e também aos depósitos induzidos desencadeados pelo uso do solo,

e o termo tecnogênico abrange a ideia de que a ação antrópica se relaciona à ação técnica (OLIVEIRA; QUEIROZ NETO, 1994).

Um exemplo de depósitos tecnogênicos é fornecido por Silva (2012) que identificou e caracterizou os depósitos tecnogênicos do município de Presidente Prudente/SP no qual constatou que eram, em sua maioria, oriundos da atividade de construção civil e do depósito de resíduos domésticos de períodos mais recentes da ocupação do município, embora em alguns depósitos, como afirma a autora, tenha identificado sinais de queimadas que podem estar relacionadas aos primeiros grandes movimentos de ocupação do oeste paulista no início do século XX.

Nessa mesma abordagem, Pellogia et al. (2014) avaliaram a diversidade dos depósitos tecnogênicos, a qual denominaram de geodiversidade tecnogênica, lançando mão, para tanto, do arcabouço teórico e metodológico da Geologia. Assim, Silva e Nunes (2014) afirmam que o relevo e o próprio solo são modificados pela ação humana, portanto, são vistos como depósitos tecnogênicos. Os referidos autores afirmam que uma característica marcante dos depósitos tecnogênicos é a presença de “artefatos humanos nas camadas de solo”.

Para análise dos depósitos tecnogênicos, Pellogia (1997), pautado no geógrafo Ab'Saber (1969) aponta três níveis a partir dos quais é possível identificar a ação humana sobre a natureza: uma se dá na modificação do relevo e alterações fisiográficas, que para Ab'Saber (1969) seria o primeiro nível de abordagem da paisagem. É no primeiro nível que se identifica a modificação das formas, aquilo que mais facilmente pode ser captado pela visão humana. O segundo nível que Pellogia (1997) apresenta seria o das modificações antrópicas na fisiologia da paisagem, que para Ab'Saber (1969) corresponde ao terceiro nível de abordagem dos estudos do Quaternário (últimos dois milhões de anos aproximadamente) e que corresponde à funcionalidade dos sistemas na dinâmica atual. Por último, o terceiro nível de abordagem para Pellogia (1997) seria o da identificação das modificações nos depósitos superficiais ou correlativos. Estes, embora sendo depósitos, não solos, contêm os marcos estratigráficos em que a ação humana pode ser evidenciada. O mesmo autor aponta que na literatura norte americana tais depósitos são denominados de “*man influenced soil*”, que se aproxima do conceito de Antropossolos.

Assim, é no terceiro nível de abordagem que se pode estabelecer uma relação com os Antropossolos, de modo que Pellogia (1997) com base em Fanning e Fanning (1989) apresenta a seguinte classificação para designar os depósitos tecnogênicos deste nível, ou seja, aqueles que se verificam nos depósitos superficiais, incluindo a cobertura pedológica (QUADRO 01).

Quadro 1 - Diversidade de depósitos tecnogênicos

Tipo de depósito tecnogênico	Material constituinte	Possível ação antrópica que lhe dá origem
Urbícos (<i>urbans</i>)	Tijolos, Vidro, asfalto, plástico, metais diversos, pedra britada entre outros	Intervenções ligadas, sobretudo, à construção civil
Gárbícos (<i>garbans</i>)	Material detritico e lixo humano	Ações de deposição de resíduos e rejeitos das diferentes atividades humanas
Espóícos (<i>slopans</i>)	Materiais terrosos e atividades de mineração.	Ações de aterramento, terraplanagem
Dragados (<i>scalpans</i>)	Materiais terrosos	Áreas de diques ou áreas de maior altitude próximas a planícies aluviais, remoção de horizontes.

Elaborado a partir de Curcio et al. (2004); Peloggia et al. (2014)

Curcio et al. (2004) afirmam que Strain e Evans (1994) usaram estes quatro tipos de critérios diagnósticos para criar a classe dos *Anthrosols* na classificação de solos norte americana. No Brasil, para que um perfil de solo seja considerado antropogênico, conforme Curcio et al. (2004) as seguintes realidades têm que ser verificadas:

- Inversão ou mistura de horizontes genéticos e/ou diagnósticos;
- Presença de materiais antrópicos;
- Remoção de horizontes do solo feito pelo homem, de forma manual, por máquinas e/ou implementos;
- Modificações da paisagem ocasionadas pelo homem através da ação de máquinas e/ou implementos;
- Composição granulométrica e química modificadas;
- Presença de materiais tóxicos e/ou sépticos.

Em face das intervenções antrópicas que lhes dão origem e do material constitutivo, tem-se as seguintes subordens: Líxico (lixo) quando da inserção de detritos domésticos ou industriais; Decapítico (decapitado) quando há remoção de horizontes de solo; Sômico (soma) quando se verifica a adição de horizontes e Móbilico (mobilização) quando houve movimentação dos horizontes do solo (CURCIO et al., 2004), como se pode observar no Quadro 02.

Quadro 2 - Classes de Antropossolos

Tipo de Antropossolo (classe)	Material constituinte	Intervenção antrópica que o origina
Líxico	Material orgânico e/ou inorgânico de origem humana	Deposição de rejeitos ou resíduos oriundos das diferentes atividades humanas
Decapítico	Remoção de horizontes e volume dos solos	Exposição superficial de horizontes diagnósticos de subsuperfície
Sômico	Adição de camadas e aumento do volume dos solos	Construção de aterros, por exemplo
Mobilico	Movimentação de volumes dos solos	Diferentes atividades mineradoras, atividades da construção civil etc.

Elaborado a partir de Curcio et al. (2004)

Essa nova terminologia, que significa “produzido pelo homem”, tem sido apresentada na atualidade e se refere aos solos considerados fortemente alterados pela intervenção antrópica (CURCIO et al., 2004).

Em contexto internacional, a Food and Agriculture Organization (FAO) da ONU, em 2007, divulgou o grupo de solos de referência no qual se incluem os Tecnossolos. Para o grupo de trabalho desta organização, os Tecnossolos são solos com propriedades de origem técnica, isto quer dizer, advinda da atividade humana. Possuem quantidade significativa de artefatos humanos o que incluem resíduos de aterro sanitário, lama, detritos, resíduos de mineração entre outros artefatos, por isso se encontram principalmente em áreas urbanas e industriais e são frequentemente chamados de solos urbanos ou de minas. Segundo a descrição da FAO (2007) o material de origem desses solos são os próprios materiais feitos ou expostos pela ação antrópica, que acabam passando pelos processos pedogenéticos, situação a partir da qual surgem os Tecnossolos. No entanto, apesar dessa especificidade de sua formação, os Tecnossolos estão numa associação complexa com outros grupos de solos e, alguns casos, podem ser observadas evidências de pedogênese recente, como no caso de antigos lixões romanos nos quais foi identificado o translocação. Deste modo, pode-se aproximar o conceito de Antropossolos desenvolvido no Brasil com o de Tecnossolos desenvolvido pela FAO, ao observar que é o intemperismo dos depósitos antropizados que originam os Antropossolos.

3.5 Antropossolos lúxicos e riscos a escorregamentos

Em abril de 2010, em decorrência da combinação de fatores como chuvas intensas, ocupação residencial sobre elevadas declividades e o lançamento de lixo sobre as vertentes, mídia apresentou uma tragédia nacional, o escorregamento na favela Morro do Bumba (FIGURA 4) Niterói/RJ. A ruptura deste antigo lixão atingiu 267 pessoas, dentre as quais, 45 morreram (SCHULER, 2010).

Figura 4 - Escorregamento no Morro do Bumba em 2010 - Niterói/RJ



Fonte: Schuler (2010)

Essa situação assemelha-se à área de estudo dessa pesquisa, onde é identificada ocupação irregular nas proximidades e sobre o antigo Lixão do Alvarenga, Diadema/SP. Sobre esse assunto, ao estudar solos de área em terreno baldio na Bacia Hidrográfica de Anhumas, em Campinas-SP, Gomes et al. (2005) identificaram Antropossolos oriundos da adição de materiais antropizados e, portanto, constituídos por diversidade de materiais, por feições diferenciadas e com grande variação de espessura. Tais solos, localizados em área de relevo suavemente ondulado, segundo os autores, apresentam riscos à ocupação em virtude da acomodação que podem sofrer ao longo do tempo, com danos aos alicerces das edificações.

Perusi et al. (2009) comparando amostras de Antropossolos com Latossolos do município de Ourinhos/SP, observaram alteração textural ao identificarem nas amostras dos Antropossolos aumento da fração que corresponderia à areia, resultado diferente do esperado para solos resultantes do intemperismo do basalto, como é o caso dos solos da região. Essa alteração resulta da adição de materiais antropizados que aumentam a suscetibilidade dos solos aos agentes erosivos. Exemplos de como a ação antrópica provoca significativas mudanças na paisagem.

Santos Junior (2008) estudando Antropossolos no bairro residencial Jardim Paulista em Campina Grande do Sul no Paraná identificou, para determinados pontos, grande variação dos valores de areia, silte e argila, em decorrência da desagregação física e decomposição química de diversos tipos de materiais. No Canadá, pesquisadores atentos ao fenômeno do surgimento dos Antropossolos pesquisam metodologias para classificação, com vistas à regulamentação de solo desta natureza, bem como sua recuperação. Como se observa no trabalho de Naeth et al. (2012) que defendem que os marcos regulatórios devem incorporar critérios de recuperação para solos degradados como os de mineração, de construção, de aterros diversos como os destinados ao “enterro” de resíduos sólidos. Nesta classificação, o solo é tido como antrópico se se observar modificações 10 cm acima ou abaixo de sua superfície, utilizando critérios diagnósticos como artefatos antrópicos e teor de carbono orgânico.

Ainda sobre as intervenções humanas nos solos, Ab'Saber (1969) afirma que pode se manifestar em variações complexas e sutis sobre a fisiologia da paisagem, assemelhando-se até certo ponto aos acontecimentos e variações climáticas do Quaternário. Nesse contexto, as cidades vivem novos e diversos problemas sentidos no aumento dos custos para sua consolidação e manutenção, pela degradação ambiental e pelo desconforto e risco à vida, impostos a parcelas significativas da população. Problemas induzidos pela urbanização como os escorregamentos em encostas, tornam imprescindível o entendimento do uso e ocupação dos espaços urbanos associados ao entendimento dos processos do meio físico (NAKAZAWA et al., 1994).

Por tudo isso, o fenômeno dos Antropossolos Líticos toca, também, na problemática do uso e ocupação dos espaços urbanos sobre os quais, continuamente, recai a máxima de que os problemas ambientais verificados são devido ao crescimento desordenado e, portanto, à falta de planejamento adequado. Tal máxima deve em muito ser relativizada porque a ocupação de área de fragilidade ambiental, sobretudo, mas não somente, por populações de baixa renda, não se dá sem determinações legais, a exemplo do parcelamento do uso e ocupação do solo urbano, que por um lado dificulta o acesso às áreas ambientalmente adequadas para habitação

e que por outro afasta o mercado formal de áreas que poderiam, por meio de intervenção técnica, constituírem em adequadas, tal quadro acaba gerando as áreas de risco.

O risco existe porque há suscetibilidade dos sistemas naturais, combinada à vulnerabilidade dos sistemas político e socioeconômico.

O início da inter-relação entre o sistema humano com a natureza se dá com a evolução dos seres humanos, fato histórico e biológico que deixa para trás a época em que só a natureza existia, quando o sistema puramente natural governava o planeta. Nesse período de surgimento e desenvolvimento da humanidade, os eventos geofísicos como erupção vulcânica, escorregamentos, inundações e terremotos se transformaram em perigos naturais (AYALA, 2002).

O termo perigo natural se refere à ocorrência de uma condição ou fenômeno natural que ameaça ou atua ameaçadoramente num tempo e espaço definidos, mas não deixam danos apenas no momento de sua ocorrência, mas ao longo do tempo por causa das consequências a eles associadas. Ao passo que o termo risco é a probabilidade de ocorrência de fenômenos extremos. A vulnerabilidade é definida como o grau de perda ao qual uma comunidade ou indivíduo está exposto e se relaciona tanto à dimensão natural do fenômeno como aos sistemas econômicos e políticos e a resposta destes frente ao perigo (AYALA, 2002).

O Ministério das Cidades e IPT (2004) entende o risco como a relação entre a possibilidade de ocorrência de um fenômeno perigoso e a vulnerabilidade, pressupondo sempre a perda:

$\text{Risco} = \text{Possibilidade} \times \text{Consequência}$
--

Onde:

Possibilidade = Perigo

Consequência = Vulnerabilidade

O risco é a potencialidade de ocorrência de um evento que resulte em perdas e danos à sociedade e à economia, por isso ele pressupõe a existência humana.

O risco, objeto social, define-se como a percepção do perigo da catástrofe possível. Ele existe apenas em relação a um indivíduo e a um grupo social ou profissional, uma comunidade, uma sociedade que o aprende por meio de representações mentais e com ele convive por meio de práticas específicas. Não há risco sem uma população ou indivíduo que o perceba e que poderia sofrer seus efeitos. Correm-se riscos, que são assumidos, recusados, estimados, avaliados, calculados o risco é uma construção social. A percepção que os atores têm de algo que representa um perigo para eles próprios, para os outros e seus bens contribui para construir o risco que não depende unicamente de fatos ou processos objetivos. Nada espantoso, ainda, que o risco, tal como acabamos de defini-lo, não exista em todas as culturas (VEYRET, 2007, p.02).

Por isso mesmo, os riscos são de diferentes naturezas: social, econômico, ambiental, etc. Se não existe a presença humana, não há risco associado à evolução da paisagem.

Os geógrafos, ao se preocuparem com o entendimento dos fenômenos naturais extremos, potencialmente causadores de danos às populações a eles expostos, bem como com a possibilidade da ocorrência de tais fenômenos, foram pioneiros na análise dos perigos naturais e dos riscos (MARANDOLA, 2005). Para ele, tal preocupação, por sua vez, se desdobrou na busca pela melhor compreensão da interação homem e meio e avaliação de riscos. Para tradição geográfica construída, risco é a probabilidade da ocorrência de um fenômeno potencialmente danoso, perigo natural é a ocorrência de eventos naturais extremos causadores de danos e a vulnerabilidade é a conjunção de fatores ambientais e políticos e socioeconômicos.

Pelo exposto é possível, portanto, apreender que o risco é um conceito genuinamente geográfico, pois para que seja considerado ou apreendido é necessário que o ser humano possa identificá-lo. Desse modo, estudar a Geografia dos riscos associados aos processos dinâmicos da natureza torna-se imprescindível, e fortalece os esforços na direção da articulação entre o humano e o meio físico. Naturalmente, a paisagem evolui sem riscos, esses só aparecem quando surge a realidade social.

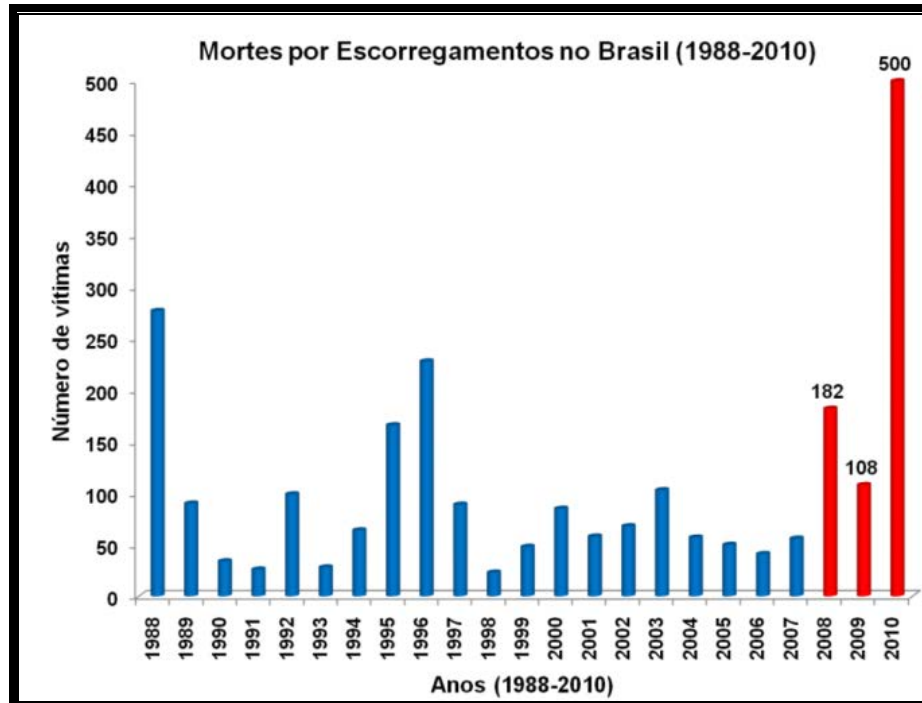
Os processos morfodinâmicos como os escorregamentos de terra são processos integrantes dessa evolução e atuam sobre o modelado do relevo. No Brasil, escorregamentos são os processos naturais que mais vitimam pessoas. Entre 1988 e 2011, pelo menos 3.250 pessoas morreram afetadas por escorregamentos, fenômeno natural que se agrava com a ocupação de áreas suscetíveis (MACEDO, 2011).

O primeiro escorregamento registrado com foto no país ocorreu em Santos em 1928, e em 1956 a cidade sofreu novamente evento dessa natureza. Dez anos depois, 1966, o Rio de Janeiro vivenciou a deflagração generalizada de escorregamentos. Em 1988, pelo menos 171 pessoas morreram em Petrópolis/RJ. Santa Catarina em 2008; Angra dos Reis, Niterói e Rio de Janeiro em 2010, tiveram graves perdas. No início de 2011 a região serrana do Rio de Janeiro sofre com os movimentos generalizados de massa. Nesse mesmo ano, o número de mortes em decorrência dos escorregamentos foi de quase mil no Brasil (MACEDO, 2011).

Entre 1991 e 2000, no mundo todo, em média 211 milhões de pessoas foram anualmente afetadas por desastres naturais ou sócio-naturais, como os escorregamentos, valor sete vezes maior que a média de 31 milhões de afetados anualmente por conflitos. A Organização das Nações Unidas (ONU) estima que em 2.050, as perdas econômicas causadas por desastres sócio-naturais chegarão a 300 bilhões de dólares, e 100 mil vidas se perderão

por ano (LAVELL, 2003). No Brasil, o ano de 2010 registrou 500 vítimas fatais em decorrência de escorregamentos (FIGURA 5).

Figura 5 - Mortes por escorregamentos no Brasil



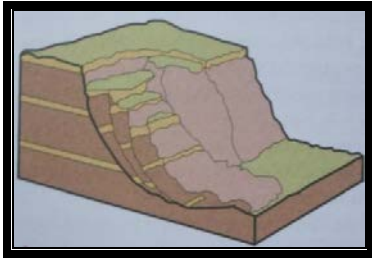
Fonte: Listo (2011, p.4)

3.6 Escorregamentos e parâmetros geotécnicos

Os escorregamentos são deslocamentos rápidos de terra ou rocha que se deslocam com volume definidos para fora do talude ou vertente por causa da ação da gravidade. Acontecem com diferentes velocidades, entre m/h ou m/s, a depender da inclinação da vertente, das diferentes superfícies de ruptura ou planos de fraqueza (TOMINAGA, 2012).

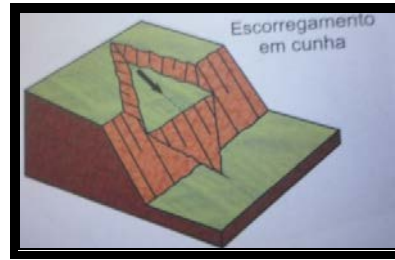
Segundo a referida autora, eles podem ser distinguidos a partir de sua geometria e dos materiais instabilizados. Distinguem-se três tipos de escorregamentos: rotacional ou circular (FIGURA 6), em cunha (FIGURA 7) e os translacionais ou planares (FIGURA 8), sendo estes últimos os mais recorrentes entre todos os tipos de movimento de massa.

Figura 6 - Escorregamento rotacional ou circular



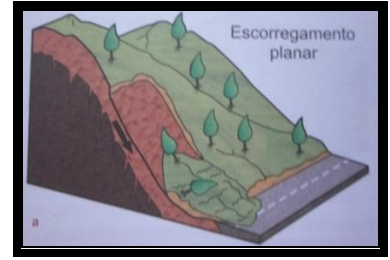
Fonte: Tominaga et al. (2012, p. 29)

Figura 7 - Escorregamento em cunha



Fonte: Tominaga et al. (2012, p. 32)

Figura 8 - Escorregamento planar ou translacional



Fonte: Tominaga et al. (2012, p. 31)

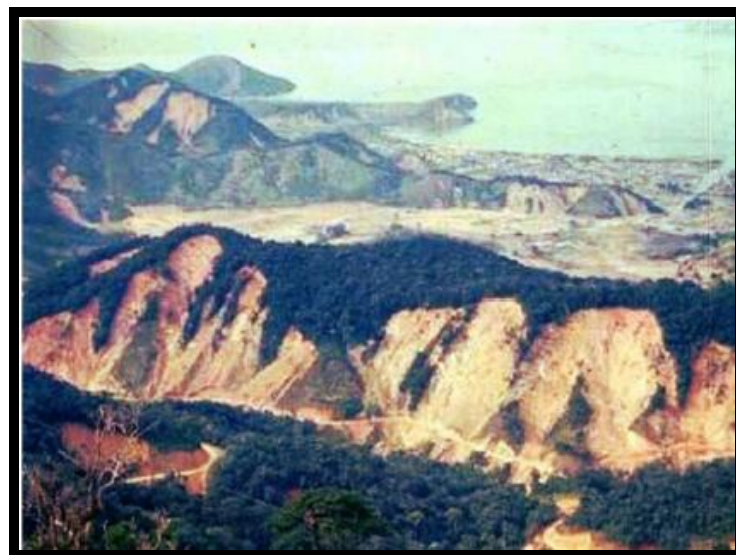
Os escorregamentos de terra ocorrem por causa da alteração da geometria dos taludes por meio de cortes e aterros, por causa do aumento da carga no topo das encostas; do desmatamento que prejudica o papel da estabilização das encostas pela vegetação que absorve parte das águas das chuvas ou ainda que reforça, por meio de suas raízes, a resistência ao cisalhamento dos solos sobre os quais estão, e da água da chuva que infiltra no solo e reduz a resistência dele (MASSAD, 2003) tudo isso são fatores que contribuem para a desestabilização das encostas, vertentes ou taludes.

Ferreira (2013) ao analisar a influência das propriedades físicas dos solos na deflagração dos escorregamentos na Serra do Mar no município de Caraguatatuba em São Paulo, precisamente na Bacia Hidrográfica do Rio Guaxinduba, identificou que os escorregamentos se iniciam mais nas altas escarpas com declividade acima dos 40%. Além disso, determinadas amostras de horizontes superficiais de cicatrizes de escorregamentos nesta Bacia Hidrográfica eram constituídos por silte e também apresentaram textura franco argilosa. Segundo a autora, no contexto da Serra do Mar, tal constituição granulométrica favorece a percolação superficial e subsuperficial da água ocasionando significativa perda da resistência destes solos, o que pode contribuir para saturação dos mesmos e a instalação de condições de deflagração de escorregamentos, sobretudo, dos translacionais rasos.

No Brasil, o tipo de movimento de massa que mais ocasiona vítimas fatais é o escorregamento translacional, cuja superfície de ruptura é plana porque se associa às estruturas geológicas como fraturas, acamamentos, e também ao contato entre solo e a rocha. Esse tipo de escorregamento se desenvolve mais comumente em solos rasos e encostas íngremes, com o plano de ruptura variando entre 1,0 a 4,0 metros. No território brasileiro, este processo transforma frequentemente as paisagens do sul e do sudeste do país (SELBY, 1993; MATOS, 2014), a exemplo do escorregamento no Morro do Bumba em Niterói, na região Serrana do Rio de Janeiro em 2011 e os da porção da Serra do Mar de São Paulo, por exemplo, na década de 1960 e 1970.

Sobre os eventos na região serrana do estado de São Paulo, extensos trabalhos foram realizados a exemplo do apresentado por Cruz (1990). Segundo a autora, a Serra do Mar, no litoral norte do estado, é constituída por “um conjunto de escarpas que marcam a borda oriental dos terrenos pré-cambrianos do Planalto Atlântico”. Nesta porção do relevo paulista verifica-se o que Cruz denominou de “agrupamentos de milhares de vertentes em escarpas”, caracterizados por grandes amplitudes topográficas e elevadas inclinações das vertentes, o que para ela são condicionantes que perturbam a estabilidade das vertentes. Tais fatores somados aos elevados índices pluviométricos e às intervenções antropogênicas, resultam em escorregamentos como os que ocorreram em 1967 na Serra do Mar (FIGURA 9) no litoral paulista (CRUZ, 1990).

Figura 9 - Escorregamentos na Serra de Caraguatatuba em 1974, ao fundo enseada de Caraguatatuba/SP



Fonte: Cruz (1974) apud Ferreira (2013, p.2)

3.6.1 Comportamento do solo e parâmetros geotécnicos analisados nesta pesquisa

Para a geotecnia, que se ocupa de determinar a interação terreno-fundação-estrutura, solo é um aglomerado de partículas oriundas da decomposição das rochas podendo ser escavado com facilidade e utilizado como suporte para estruturas e edificações (CAPUTO, 1988; PINTO, 2006; ORTIGÃO, 2007).

Conforme Pinto (2006) para caracterização geral do tipo de solo, sob ponto de vista geotécnico, são utilizados dois tipos de ensaios: o de análise granulométrica e de Limites de

Atterberg. Para tanto, parâmetros como massa específica dos sólidos e umidade são avaliados, e foram adaptados para compreensão dos Antropossolos da área da pesquisa.

3.6.1.1 Massa específica de sólidos ou densidade da partícula (g/cm^3)

Importante utilidade tem a massa específica dos sólidos ou densidade das partículas (g/cm^3) porque ela permite o cálculo dos valores de outras propriedades dos solos como a porosidade total (VTP), quando a Densidade do Solo (D_s) é conhecida, e da análise granulométrica ao viabilizar os cálculos de sedimentação das partículas em meio líquido. Também a partir da massa específica dos sólidos, pode-se inferir sobre a composição química e a estrutura cristalina de determinado mineral, de modo a identificar solos minerais ou orgânicos. No Brasil, solos minerais têm a densidade da partícula variando entre $2,60 \text{ g/cm}^3$ a $2,75 \text{ g/cm}^3$, intervalo comumente empregado para solos com predominância de minerais como quartzo, feldspato, mica e colóides silicatados. Quando se trata de solo com elevado teor de matéria orgânica, esses valores diminuem para $0,9 \text{ g/cm}^3$ a $1,4 \text{ g/cm}^3$ (BRADY; WEIL, 2013).

3.6.1.2 Umidade (w)

Expressa em porcentagem a umidade que, nesta pesquisa, foi utilizada para determinar a sedimentação, é a relação entre o peso da água e o peso dos sólidos. Os teores de umidade variam entre 10 e 40%, podendo ocorrer valores considerados muito baixos quando o solo são caracterizados como muito secos, quando com menos de 10%, ou ainda valores muito altos, 150%, segundo Pinto (2006).

Para a mecânica de solos e geotecnia, a umidade tem papel fundamental para a compactação dos solos. Proctor, no fim da década de 1930, realizou ensaios nos quais buscava identificar o teor de água (valor de umidade) no qual ocorria a máxima compactação do solo, que é um processo mecânico que reduz o número de vazios dos solos pela expulsão do ar. Assim, dependendo da quantidade de água no solo, o ar é mais facilmente retirado ao se comunicar com a atmosfera através de “canais” ou o contrário: dependendo da quantidade de água torna-se mais difícil retirá-lo, pois o ar pode ficar “preso” na água em forma de bolhas, este é o momento em que é passível de compressão ou dissolução na água. Foi observando tal fato que Proctor estabeleceu a umidade ótima para cada diferente situação de compactação dos solos (MASSAD, 2003).

3.6.1.3 Análise granulométrica

A análise granulométrica determina a dimensão e estabelece a proporção que diferentes partículas ocupam em uma porção de solo. O estabelecimento dos limites para cada grupo das partículas depende do sistema de classificação dos solos usado no âmbito da geotecnia. A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT)² a partir da análise granulométrica classifica as partículas em: pedregulho, areias (grossa, média e fina), silte e argila, conforme a Tabela 1.

Tabela 1- Limites de frações dos solos conforme tamanho das partículas segundo a ABNT (1995)

Dimensão dos grãos d (mm)	Classificação das partículas	Características principais
$2 \leq d \leq 20$	pedregulho	Elemento inerte e resistente
$0,06 \leq d < 2$	areia	Elemento inerte, sem coesão
$0,002 \leq d < 0,06$	silte	Sem coesão, diminui a resistência da areia
$d < 0,002$	argila	Possui forte coesão, sem estabilidade volumétrica, expande na presença de água; apresenta propriedades físicas e químicas bastante variadas segundo sua origem

Fonte: Neves et al. (2009, p.8)

Segundo Pinto (2006) a deformação ou resistência dos solos quando solicitados por forças externas dependem do contato entre as partículas que o constituem. A análise granulométrica pode ser manipulada com diferentes materiais a fim de se obter a granulometria que proporcione melhor resistência ao solo em função do fim que se deseja, como evidenciado por Amprino (2011) que analisou a mistura de borracha de pneu como material de reforço nos solos para obras de engenharia civil, modificando a granulometria inicial do solo.

No Brasil, o procedimento para análise granulométrica é normatizado pela NBR 7181 (Out/Dez.) e se dá em duas etapas: peneiramento e sedimentação. Por combinar essas duas etapas, é também denominada análise granulométrica conjunta. A etapa de peneiramento, também consiste em dois momentos: o de peneiramento grosso e peneiramento fino.

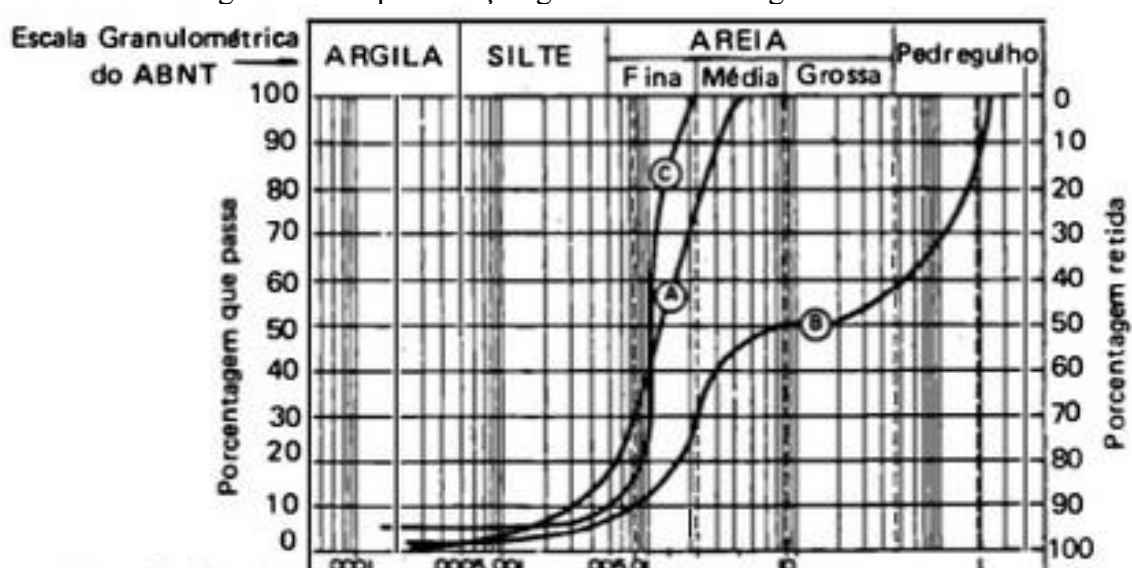
² Neste trabalho, considerar-se-á conjuntamente os limites definidos pela a ABNT e pelo Sistema de Classificacao Unificada, explicado adiante.

Resumidamente, o peneiramento grosso tem início quando o solo passa pela peneira com abertura de 2,0mm. Depois de lavado, para eliminação do material fino, é levado a estufa a 105°C a 110°C. Deste mesmo material, retira-se aproximadamente 120g e lava-o na peneira de 0,075 mm, esse material será o utilizado no peneiramento fino. O material retido na peneira de 2,0 mm, com auxílio do agitador mecânico, passa por peneiras com diferentes diâmetros: 50mm, 38mm, 25mm, 19mm, 9,5mm e 4,8mm. O peneiramento fino se inicia quando o material retido na peneira de 0,075mm, seco a estufa de 105°C a 110°C, também com agitador mecânico é passado nas peneiras de 1,2mm, 0,6mm, 0,42mm, 0,25mm, 0,15mm e 0,075mm. A análise granulométrica continua quando o material que passa na peneira 0,075 vai para o procedimento da sedimentação.

A sedimentação se dá com a aplicação da Lei de Stokes apenas na porcentagem da amostra que passa na peneira de abertura de 0,075mm, que corresponde à fração fina do solo. A Lei de Stokes se baseia na demonstração de que a velocidade de queda de uma partícula em sedimentação num fluido é diretamente proporcional à aceleração da gravidade, proporcional à diferença entre a densidade da partícula e da densidade do fluido e proporcional ao quadrado do diâmetro efetivo da partícula (LEPSCH, 2011).

A análise granulométrica é representada graficamente pela curva de distribuição granulométrica, que relaciona no eixo das abscissas o diâmetro das partículas e no eixo das ordenadas a porcentagem que passa por cada peneira, representado na Figura 10.

Figura 10 - Representação gráfica da análise granulométrica



Fonte: Caputo (1988, p. 25)

A partir disso, pode-se identificar a composição granulométrica das amostras.

Relacionando a composição granulométrica do solo, sua umidade e o comportamento que resulta dessas duas características, se estabelecem os Limites de Atterberg: quanto mais partículas finas (silte e argila) há no solo, maior a retenção da água e maior é seu Limite de Liquidez (teor de umidade necessário para o solo variar entre estado líquido e plástico). Quanto maior o Limite de Liquidez do solo, maior sua compressibilidade, ou seja, menor é sua resistência aos recalques (rebaixamento da edificação por causa da redução dos vazios do solo em razão da expulsão da água; quando ocorre a expulsão do ar denomina-se compactação).

Os recalques podem ocorrer em edificações feitas em fundações superficiais (sapatas ou *radiers*), as deformações devido aos recalques podem ser as que ocorrem de modo rápido logo após a construção, e são recorrentes em solos arenosos ou argilosos não saturados; ou lentamente, em resposta a aplicação das forças externas (cargas) e ocorrem em solos argilosos saturados, pois o rebaixamento da edificação acontece após a saída da água dos poros, vazios do solo (PINTO, 2006).

Deste modo, o Índice de Compressibilidade (C_c) expressa a compressibilidade do solo de modo que quanto maior o Índice de Compressibilidade, mais sujeitos a recalque ele está. Por isso a grande empregabilidade dos Limites de Atterberg nas análises preliminares do comportamento dos solos.

3.6.1.4 Limites de Atterberg ou limites de consistência

O comportamento mecânico do solo é resultado das forças transmitidas no contato direto das e entre as partículas que o constitui, sendo elas formadas por um ou mais minerais. Os solos, assim como suas partículas sólidas, são resultado da desagregação da rocha matriz, do processo de intemperismo químico e físico. A força da água entre seus vazios, poros, também é responsável pelas forças entre as partículas e poros do solo. Por isso, é importante que o conhecimento do comportamento das partículas dos solos se dê em face de variações de umidade (PINTO, 2006).

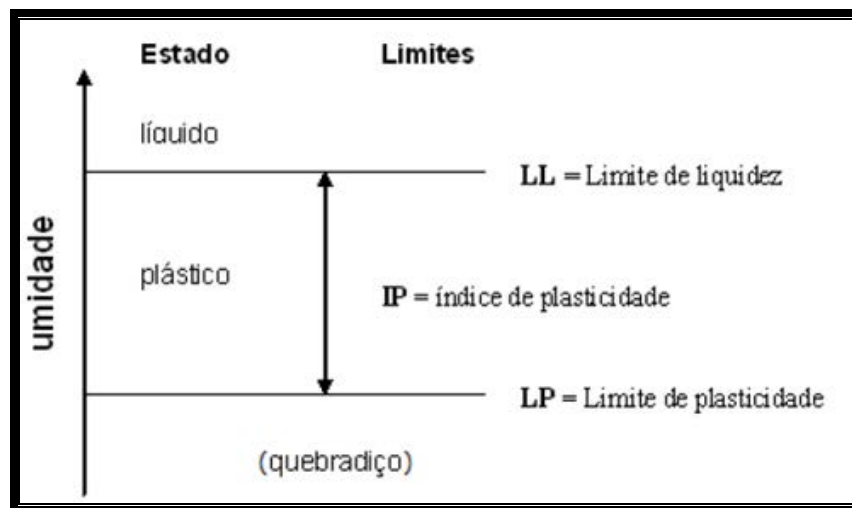
A plasticidade e a consistência dos solos são propriedades que se relacionam diretamente à mudança do estado do solo em função da variação de umidade, e isso viabiliza caracterização preliminar do comportamento do solo.

A determinação dos Limites de Atterberg ou Limites de Consistência é feita com base nos ensaios desenvolvidos pelo engenheiro químico sueco Atterberg. Esses ensaios estabelecem os limites de umidade a partir dos quais se verifica a modificação do estado dos

solos com elevadas porcentagens de argila. Considera-se que quanto mais úmido estiver, mais semelhante ao líquido eles se comportarão. Quando diminui a quantidade de água, apresenta comportamento plástico e o solo fica mais facilmente moldado. Quanto mais seco ele estiver, mais quebradiço se tornará (PINTO, 2006).

O teor de umidade que promove essas mudanças no estado dos solos é chamado de Limite de Liquidez (LL) e Limite de Plasticidade (LP) (FIGURA 11). O Limite de Liquidez é o teor de umidade que corresponde à transição entre o estado líquido e o estado plástico do solo, acima desse limite, o solo adquire comportamento líquido; abaixo, apresenta comportamento plástico (PINTO, 2006).

Figura 11 - Limites de Atterberg dos solos



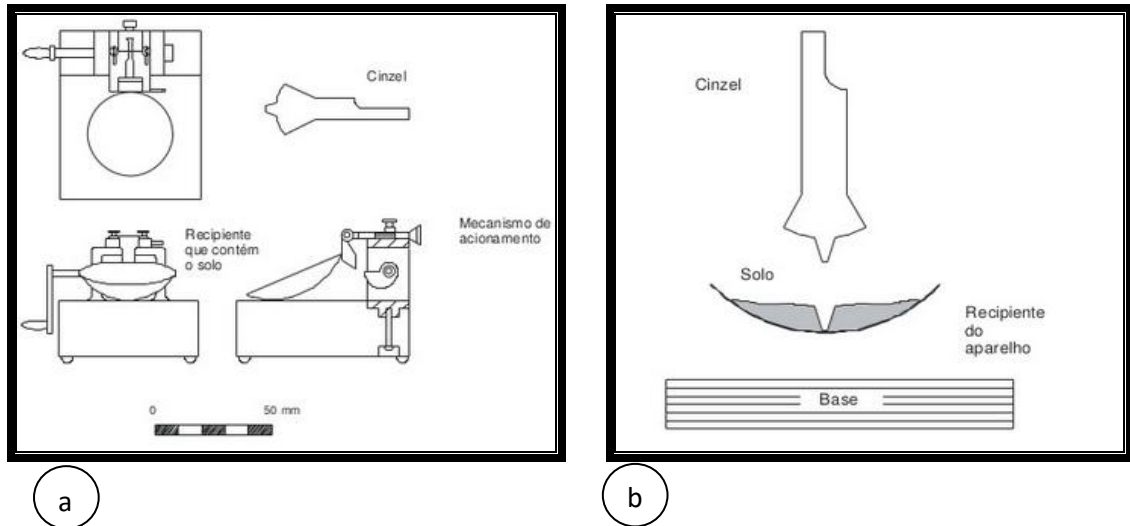
Fonte: Pinto (2006, p. 25)

Esse fato é bem ilustrado pelo comportamento do material transportado e depositado por rio ou córrego que transborda e invade as ruas da cidade. Logo que o rio retorna ao seu leito, o barro resultante se comporta como líquido: quando um automóvel passa, o barro é espirrado lateralmente. No dia seguinte, tendo evaporado parte da água, os veículos deixam moldado o desenho de seus pneus no material plástico em que se transformou o barro. Secando um pouco mais, os veículos não penetram no solo depositado, mas sua passagem provoca o desprendimento do pó (PINTO, 2006, p. 25).

Os procedimentos para determinação do Limite de Liquidez foram sistematizados pelo engenheiro e professor Arthur Casagrande, quando determinada quantidade de amostra de solo é colocada num recipiente metálico com formato de concha e se faz uma abertura com um risco nela no sentido longitudinal, logo depois a amostra é submetida a quedas (golpes) constantes de 1cm de altura. O valor do Limite de Liquidez é obtido a partir do número de golpes necessários para que a abertura feita na amostra se feche (FIGURA 12). O ensaio é

utilizado no mundo inteiro e no Brasil é normatizado pela ABNT NBR 6459 (PINTO, 2006; CAPUTO, 1988; ORTIGÃO, 2007; NBR 6459). O Limite de Liquidez é correspondente a 25 golpes.

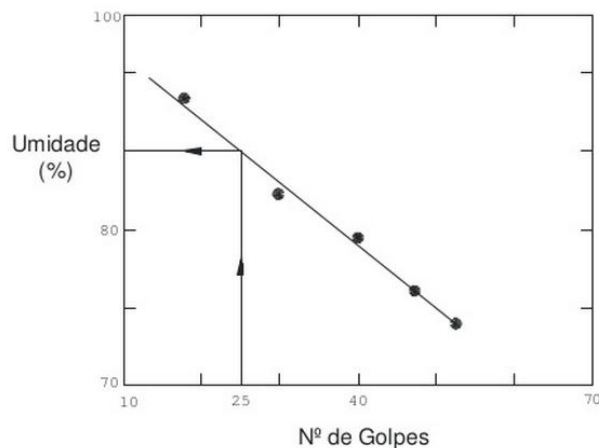
Figura 12 - a) Aparelho de Casagrande para determinação do Limite de Liquidez;
b) amostra de solo com abertura feita pelo cinzel



Fonte: Ortigão (2007, p. 25)

A cada golpe vai-se acrescentando água à amostra até que a abertura se feche. A partir disso se estabelece o gráfico que relaciona a umidade ao número de golpes necessários para fechar a abertura (FIGURA 13).

Figura 13 - Representação gráfica do Limite de Liquidez



Fonte: Ortigão (2007, p. 27)

O ensaio é relevante porque “a resistência que o solo oferece ao fechamento do sulco, medida pelo número de golpes requerido, provém da sua “resistência ao cisalhamento” correspondente à umidade que apresenta” (CAPUTO, 1988, p.55). A resistência ao

cisalhamento indica a capacidade do solo de suportar a máxima tensão de cisalhamento sem sofrer a ruptura. Tensão é o conceito que se refere ao conjunto de forças atuantes sobre determinada superfície. As rupturas verificadas nos solos são comumente um fenômeno de cisalhamento a partir da aplicação de tensões (forças) normais (perpendiculares à superfície) ou tangenciais, como por exemplo, quando ocorre a ruptura de uma fundação ou de uma encosta natural (PINTO, 2006).

O Limite de Plasticidade (LP) é o menor teor de umidade necessário para moldar um cilindro com três mm de diâmetro rolando-se o solo com a palma da mão. Esse procedimento é normatizado pela NBR 7180 e se assemelha em muito com o procedimento realizado em campo quando da análise da textura para descrição morfológica. Entre esses dois limites, tem-se o Índice de Plasticidade.

$$(LL - LP = IP)$$

O Limite de Plasticidade (LP) é utilizado para a determinação do Índice de Plasticidade (IP), este por sua vez objetiva identificar o menor teor de umidade necessário para se moldar um cilindro de 3mm com a mão e identifica, portanto, o valor de umidade com o qual o solo passa do estado líquido para o plástico. Sendo assim, o IP depende da quantidade de argila presente no solo: quanto mais argiloso for o solo, maior será o IP, e serve para classificar o solo conforme Tabela 2.

Tabela 2 - Classificação dos solos de acordo com os Índices de Plasticidade

Tipo de solo	IP (%)	LL (%)
Arenoso	0 a 10	0 a 30
Siltoso	5 a 25	20 a 50
Argiloso	> 20	> 40

Fonte: Craterre (1979) apud Neves et al. (2009, p. 10)

O estudo do índice de consistência dos solos ou Limites de Atterberg possibilita a previsão do comportamento do solo para a engenharia: conforme aumenta o teor de umidade, aumenta o estado líquido do solo e isso diminuiu sua estabilidade volumétrica (NEVES et al., 2009). Foi a partir desses parâmetros que Terzaghi pôde estabelecer correlações ao observar que quanto maior os Limites de Liquidez dos solos, mais compressíveis e, portanto, se tornam mais sujeitos aos recalques (PINTO, 2006).

3.6.1.5. Compressibilidade

A compressibilidade é o recalque que acontece quando uma força externa é aplicada ao solo ou maciço sanitário, provocando imediata diminuição do volume por causa da diminuição dos vazios; é importante para avaliação do tempo de vida útil dos aterros sanitários (BOSCOV, 2008; SCHULER, 2010; CARVALHO, 1999). Quanto maior a compressibilidade, maiores as chances de recalques.

Pinto (2006) afirma que Terzaghi observou que os solos são mais compressíveis, mais sujeitos ao recalque: rebaixamento da edificação por causa do adensamento (redução do volume do solo devido a expulsão da água de seus vazios), quanto maior for seu Limite de Liquidez (LL). Ele expressou a compressibilidade pelo Índice de compressão ou de compressibilidade (C_c):

$$C_c = 0,009.(LL - 10)$$

No entanto, é importantíssimo salientar que tal correlação foi proposta como uma simplificação para obtenção da compressibilidade dos solos quando da dificuldade, morosidade e elevado custo para realização dos ensaios mais comumente empregados para a identificação dessa característica. Assim, nesta correlação, o índice de compressão apresenta-se como variável dependente de outros parâmetros como dos ensaios granulométricos, Limites de Atterberg, umidade do solo etc. (GOMES; LADEIRA, 1995).

Por essa razão, essa equação será utilizada para apreensão da compressibilidade dos solos da área de estudo, porém, se reconhece a importância de ensaios em que a compressibilidade é variável independente, como ocorre com os ensaios de subsuperfície e aqueles que se baseiam em corpos de provas colocados sobre aplicação de forças externas padrozinadas. Os autores supracitados afirmam que, com o uso da equação, o índice de compressão apresenta maior dependência da umidade e do índice de vazios dos solos.

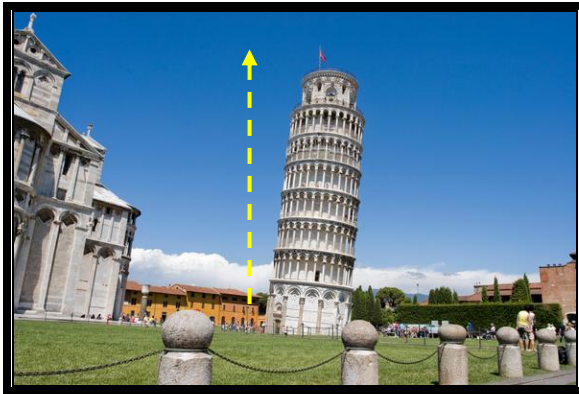
A compressibilidade determina qual a variação do volume do solo quando forças externas a ele são aplicadas (BRANDY; WEIL, 2013). Para Caputo (1988) essa propriedade é uma das principais causas de recalques. Solos arenosos, argilosos e orgânicos apresentam diferentes graus de compressibilidade por causa da porosidade e de suas partículas.

Devido à baixa porosidade e ao formato equidimensional dos grãos minerais, os solos muito arenosos resistem depois que as partículas se depositam na forma de material adensado. Desta forma, tais solos são considerados excelentes para fundações. As argilas, com seu formato de placas e

agregação em flóculos de alta porosidade, fazem com que solos argilosos tenham uma maior compressibilidade. [...] Talvez o exemplo mais famoso de assentamento desigual devido à compressibilidade seja o processo de inclinação da Torre de Pisa, na Itália – infelizmente, na maioria dos casos, esse problema se transforma em dores de cabeça, em vez de atrações turísticas (BRANDY; WEIL, 2013, p. 141).

Um exemplo internacional famoso de recalque por compressibilidade é o da Torre de Pisa na Itália (FIGURA 14). No Brasil, um exemplo de problema relacionado aos recalques são os edifícios da cidade litorânea de Santos. Vargas (1965) citado por Dias (2010) afirma que o problema dos edifícios tortos de Santos se deve à compressibilidade secundária (FIGURA 15).

Figura 14 - Recalque por compressibilidade em Pisa, Itália



Fonte: desconversa.com.br/fisica/torre-de-pisa-e-levantamento-de-peso-tem-algo-em-comum-o-equilibrio-estatico-desvenda-esse-misterio/

Figura 15 - Recalque por compressibilidade em Santos, Brasil



Fonte: Dias (2010, p. 27)

Porém, é imprescindível salientar que o uso da equação que resulta no índice de compressão (C_c) objetiva aproximação, que permita caracterizar mais genericamente os solos da área de estudo, não se tratando o trabalho de métodos e instrumentalização de avaliação geotécnica para implementação de obras.

3.6.2 Sistemas geotécnicos de classificação dos solos

Cada disciplina cujo solo é objeto de estudo apresenta diferentes sistemas de classificação a fim de conhecer e otimizar seu uso. No âmbito da mecânica de solos, na engenharia civil, a classificação, segundo Pinto (2006) ajuda a organizar, planejar e orientar os estudos para os projetos de engenharia, como construção de rodovias, barragens, habitações etc., e é o primeiro passo para a previsão do comportamento do solo.

No entanto, importantes sistemas de classificações tradicionais como o Sistema de Classificação Unificada de Solos (*Unified Soil Classification System* – USCS) elaborada por Casagrande em 1951 e a classificação *Highway Research Board* (HRB) organizada e normatizada pela Associação Americana de Rodovias Estaduais (*American Association of State Highway Officials* - AASHTO) após a Segunda Guerra Mundial, têm sido alvo de críticas por terem sido elaboradas com vistas aos solos de clima temperado e não os de ambiente tropical (MALANCONI, 2013).

Diante desta constatação, Nagoni e Villibor (1981) elaboraram o sistema de classificação Miniatura, Compactado Tropical (MCT) e se pautam sobretudo na divisão dos solos em dois grandes grupos: solos de comportamento laterítico e não laterítico. Embora este sistema tenha em vista solos tipicamente de regiões tropicais, Silva et al. (2010) ao analisarem diferentes sistemas de classificação para pavimentação de rodovias, afirmam que esse sistema apresenta algumas limitações, como o número de golpes necessários para o ensaio de compactação, a grande quantidade de dados e curvas a serem manipulados e interpretados dentro do período de 48h o que, segundo os referidos autores, pode responder pela pouca utilização da metodologia.

3.6.2.1 Sistema de classificação unificada

Para interpretação dos dados da análise granulométrica a pesquisa utiliza o Sistema de Classificação Unificada. Como mencionado, embora este sistema tenha sido elaborado nos EUA, país de clima temperado, ele será utilizado na pesquisa em virtude do baixo custo para realizar os ensaios necessários para esta classificação, da praticidade dos ensaios, e por possibilitar uma caracterização preliminar do comportamento do solo, atingindo deste modo o objetivo específico da pesquisa, que é avaliar em que medida os resíduos sólidos urbanos comprometem a estabilidade dos solos.

O Sistema de Classificação Unificada foi elaborado pelo professor e engenheiro Casagrande, em 1951. Inicialmente foi direcionado para obras de aeroportos e só posteriormente seu uso foi generalizado para outras áreas da engenharia civil. Nesse sistema de classificação, os diferentes tipos de solos são identificados por um conjunto de letras, como indica o Quadro 3 (PINTO, 2006; CAPUTO, 1988; MALANCONI, 2013).

Quadro 3 - Letras do Sistema de Classificação Unificada

Letra	Tradução
G (Gravel)	Pedregulho
S (Sand)	Areia
M (Mo – sueco)	Silte
C (Clay)	Argila
O (Organic)	Solo orgânico
Pt (Peat)	Turfa
W (Well – graded)	Bem graduado
P (Poorly – graded)	Mal graduado
H (High)	Alta
L (Low)	Baixa

Fonte: Pinto (2006, p. 64)

A classificação elaborada por Casagrande classifica a amostra de solo em dois grandes grupos: solos granulares, formados por areia e pedregulhos, e solos de granulação fina, constituídos por silte e argila. Primeiramente, para realizar a classificação conforme esse sistema, observa-se a porcentagem da amostra em análise que passa na peneira número 200 (#200) que corresponde a abertura de 0,075 mm. Se a porcentagem que passa for inferior a 50, tem-se solos granulares ou de granulação grosseira; se a porcentagem for superior, será considerado solo de granulação fina. A partir dessa distinção, a classificação continua com procedimentos próprios para cada um dos dois grandes conjuntos.

- Solos granulares

Quando o solo é classificado com granulação grossa, a primeira principal distinção feita é a que caracteriza-o como predominantemente arenoso ou formado predominantemente por pedregulhos. Posteriormente tem-se outra caracterização, que os identifica como bem graduados ou mal graduados. Mal graduados são solos em que há certa regularidade no diâmetro das partículas que o constituem, ao passo que nos solos bem graduados existe uma variação gradual dos diâmetros das partículas, como se pode observar na Figura 16, de acordo com Pinto (2006); Caputo (1988); Ortigão (2007).

Figura 16 - a) Solo bem graduado; b) Solo de granulação uniforme



Fonte: Caputo (1988, p. 26)

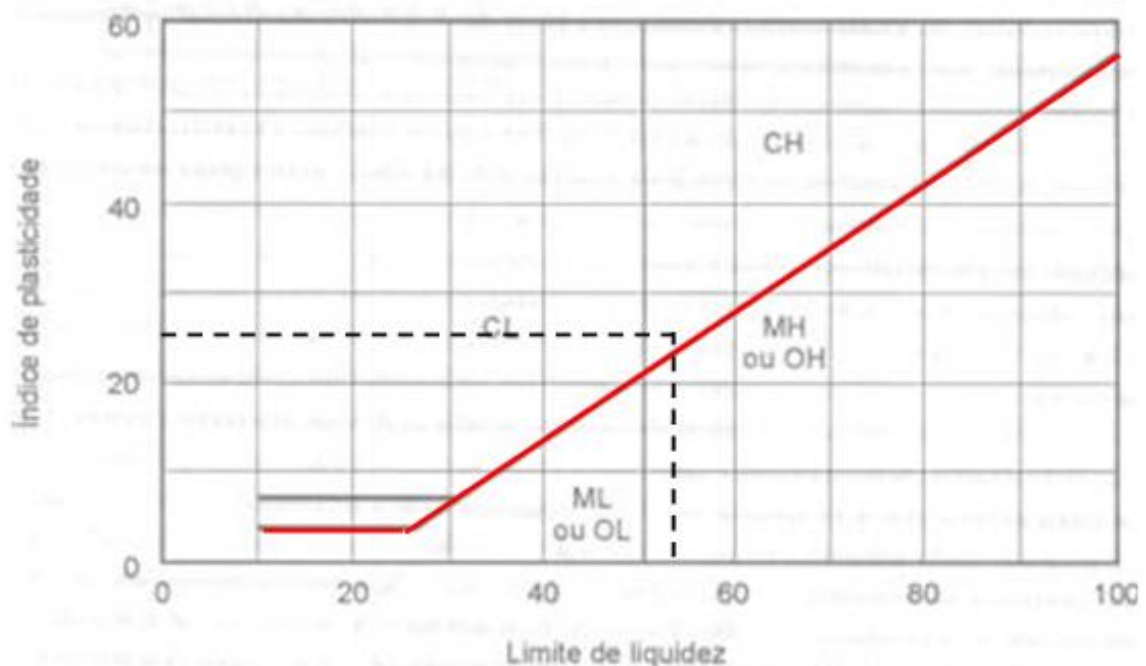
Segundo Pinto (2006) os solos classificados como bem graduados apresentam menor compressibilidade e, portanto, maior resistência à aplicação de forças externas porque os grãos com diferentes tamanhos permitem que partículas de menor tamanho ocupem os vazios criados pelo espaço entre as maiores, conferindo ao solo melhor comportamento do ponto de vista da engenharia.

- Solos finos

Se o solo é constituído principalmente por silte e argila, para caracterizá-lo, a análise granulométrica só não basta, é preciso avaliar os Limites de Atterberg ou limites de consistência. Com os “índices de consistência pode-se prever muito do comportamento do solo” (PINTO, 2006, p. 27).

Casagrande (1951) citado por Pinto (2006) ao criar os procedimentos para análise do comportamento dos solos, colocou em um gráfico o Índice de Plasticidade em função do Limite de Liquidez, criando a Carta de Plasticidade. Nela, a classificação do solo se dá com a localização do ponto que corresponde ao par das informações de Limite de Liquidez e do Índice Plasticidade, o autor do Sistema de Classificação observou que os solos argilosos se localizavam em algum ponto acima de uma linha inclinada, que denominou de Linha A, os solos orgânicos, mesmo que argilosos e siltosos, encontram-se abaixo da Linha A (PINTO, 2006; CAPUTO, 1988), como se pode observar na Figura 17.

Figura 17 - Carta de Plasticidade elaborada por Casagrande



Fonte: Pinto (2006, p. 68)

M= Silte, C= argila, L= Baixo, H= Alto, O= Orgânico

No Sistema de Classificação Unificada, os solos finos podem ser identificados com alta ou baixa compressibilidade. De modo que quanto maior a compressibilidade maior a condição do solo se deformar quando exposto às forças externas, como as advindas das estruturas sobrepostas a ele.

3.6.3 Resíduos sólidos urbanos (RSU) e comportamento geotécnico

Aos parâmetros apontados como meios pelos quais se pode conhecer o comportamento do solo, devem ser tecidas relevantes considerações: primeiro, como mencionado, eles servem como primeira caracterização geral dos solos. O estudo sobre o comportamento geotécnico deve ser complementado com uma série de outros ensaios, próprios da engenharia de geotecnia como, por exemplo, o de resistência ao cisalhamento, comumente determinada por ensaios em campo e laboratórios, e de retroanálise de dados em campo, que requer perfurações e sondagens no maciço sanitário ou nos solos (CARVALHO, 1999); segundo, os RSU e a avaliação de suas propriedades mecânicas têm sido realizadas com base na fundamentação teórica construída para resolver problemas de fundação, sustentadas por solos com suas propriedades físicas e químicas preservadas, portanto, difere significativamente dos RSU e/ou solos como o da área de estudo, que recebeu durante aproximadamente três décadas RSU. Por isso, alguns pesquisadores como Schuler (2010) e Boscov (2008) afirmam que cuidados devem ser tomados ao aplicar os conceitos da mecânica clássica dos solos para áreas como essa, em decorrência da diversidade de partículas constituintes desses solos. Boscov (2008) afirma que é difícil estabelecer parâmetros generalizados para o comportamento geotécnico dos RSU. Esta dificuldade de quantificar as propriedades geomecânicas para os RSU ou mesmo para solos como da área de estudo, está no fato deles apresentarem grande heterogeneidade; dificuldade de se coletar amostras representativas; e de possuírem alterações drásticas de algumas propriedades com o tempo. Para resolver esse problema tem-se trabalhado em duas frentes: melhorando a estimativa dos parâmetros e buscando modelos de comportamento mais adequados.

Tendo em vistas tais limitações, somadas às restrições de ordem práticas como a realização dispendiosa de ensaios de caracterização geotécnica mais precisa, considera-se adequado, para atingir o objetivo desse trabalho, a análise dos parâmetros analisados nesta pesquisa. Desse modo, é útil conhecer a umidade e a compressibilidade das amostras em questão.

O teor de umidade é importante porque influencia a velocidade da degradação dos materiais putrescíveis, e assim no desenvolvimento de pressões neutras (pressões sobre o ar e água dos vazios do solo) e recalques (BOSCOV, 2008). Na Tabela 3, apresenta-se a variação de umidade em virtude dos diversos componentes dos RSU.

Tabela 3 – Variação de umidade conforme os componentes de resíduos sólidos

Teor de umidade dos diversos componentes dos RSU³	
COMPONENTES	TEOR DE UMIDADE (%)
Metais	19,6
Papel	74,8
Vidro	5,9
Plástico	41,5
Borracha	24,5
Têxteis	55,0
Pedra	12,6
Madeira	69,8
Matéria putrescível	47,0

Fonte: Boscov (2008, p. 36)

3.7 Mapeamento de riscos a escorregamentos: Ministério das Cidades e IPT (2004)

O reconhecimento pelo poder público federal das áreas de risco a desastres nos municípios se dá por meio de requerimento feito pelo poder executivo estadual ou municipal à União, conforme o que dispõe a Lei Federal nº 12.340/2010. No entanto, o cadastro nacional de municípios com áreas suscetíveis aos escorregamentos de grande impacto, inundações e processos geológicos ou hidrológicos ou associados a esses eventos, deve obedecer alguns critérios, entre eles, a elaboração do mapeamento de áreas de riscos a esses processos (BRASIL, Lei nº 12.340 de 2010).

A Lei Federal nº 12.608 de 2012 que dispõe sobre a Política Nacional de Defesa Civil, afirma que as medidas de redução dos riscos de desastres é dever da União, dos estados, do Distrito Federal e dos municípios e devem fazer parte das políticas de ordenamento do território e das políticas de desenvolvimento urbano.

Segundo a referida lei, é um de seus objetivos “combater a ocupação de áreas ambientalmente vulneráveis e de risco e promover a realocação da população residente nessas

³ Segundo Boscov (2008) o teor de umidade é um parâmetro difícil de determinar nos RSU em decorrência da diversidade de materiais que os constituem e as respectivas variações de umidade de cada um deles. Soma-se a isso o fato de não haver ensaio normalizado específico para identificação da umidade dos RSU de modo geral, a mediação é feita avaliando individualmente os diferentes materiais de um maciço sanitário, por exemplo.

áreas” (BRASIL, Lei nº 12.608 de 2012). O cumprimento desse objetivo, no entanto, perpassa pela política de desenvolvimento urbano e de medidas de redução do déficit habitacional.

É importante evitar a instalação nas áreas de risco, mas igualmente importante é resolver os problemas das áreas de risco já instaladas. Geralmente, as soluções para tal problema socioambiental da cidade é a remoção das populações que nelas habitam, mas o mapeamento dessas áreas é instrumento que pode auxiliar na consolidação da ocupação ao apontar as áreas onde é possível a redução do risco por meio de medidas estruturais, como obras de contenção, reurbanização (FIGURA 18 a;b) e também medidas não estruturais: planejamento urbano, parcelamento de uso e ocupação do solo, cartas geotécnicas, planos de defesa civil, educação etc. (MINISTÉRIO DAS CIDADES; IPT, 2004).

Figura 18 a;b - Exemplo de intervenção em áreas de riscos a escorregamento na favela Paraisópolis, zona sul da cidade de São Paulo



Fonte: Prefeitura da cidade de São Paulo (2010)

Entre os anos de 2002 e 2003, equipes de pesquisadores do Departamento de Geologia Aplicada, da Universidade Estadual Paulista UNESP/Câmpus de Rio Claro e do Departamento de Geologia Aplicada ao Meio Ambiente do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do estado de São Paulo (IPT), desenvolveram a metodologia para o mapeamento de risco ao mapearem 214 áreas de encostas e margens de córregos em assentamentos precários no município de São Paulo (CERRI et al., 2007). Depois, essa metodologia foi adotada pelo Ministério das Cidades para mapeamento das áreas de risco a escorregamentos e inundações das cidades do país.

O mapeamento de risco avalia a possibilidade da ocorrência do evento adverso na forma de um fenômeno físico num determinado local e período de tempos definidos, tal evento adverso tem consequências sociais e econômicas e a avaliação dessas consequências envolve o estudo da vulnerabilidade dos elementos em risco.

O mapeamento de risco a escorregamento e inundações se dá com investigações geológico-geotécnicas de superfície, a partir da identificação de algumas feições indicadoras da instalação dos processos. Ele serve para delimitar áreas, identificar os problemas e corrigi-los. Geralmente realizado por equipes, se faz em dois diferentes níveis de detalhes: zoneamento de risco e cadastramento de risco (CERRI et al., 2007).

O mapeamento por meio do zoneamento consiste em duas etapas: a pré setorização e a setorização (MINISTÉRIO DAS CIDADES; IPT, 2004).

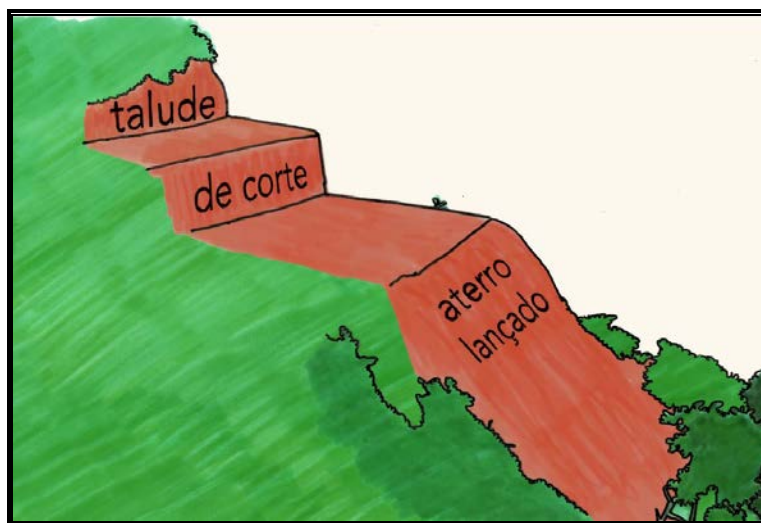
A pré setorização é realizada no princípio dos trabalhos e se pauta muito na percepção e na avaliação de quatro parâmetros básicos para identificação do risco e da vulnerabilidade. A pré setorização é a análise preliminar da área e vai se realizando quando em campo se avalia a área observando as condições de declividade e qual tipo de processo pode ocorrer. Nesse contexto, as características litológicas e pedológicas se sobressaem. A tipologia do processo vai variar também de acordo com o modo como se deu a intervenção antrópica, incluindo a distância da ocupação em relação ao corte feito no talude (fator de segurança) quanto mais perto do corte maior o risco.

Os parâmetros básicos avaliados nessa etapa são:

-Declividade/inclinação

Declividade e inclinação dependem do tipo de solo, rocha e variam com os diferentes tipos de dissecação do relevo, com a intervenção antrópica feita na encosta como corte ou Aterro (FIGURA 19).

Figura 19 - Posição da ocupação em relação à encosta



Fonte: IPT, 2012

-Tipologia dos processos

Esse parâmetro indica que tipo de processos morfodinâmicos é possível ocorrer na área como, por exemplo, escorregamento planar ou os escorregamentos induzidos pela intervenção antrópica na forma de corte ou aterro, ou outros processos como solapamento de margens, inundações, dependendo das condições físicas da área. Esses processos podem ocorrer de modo associado.

A localização da ocupação em relação à encosta também é fator de diferença de vulnerabilidade e, portanto, pode aumentar ou diminuir o grau de risco a que as pessoas se expõem. As ocupações no alto da encosta podem sofrer a queda, as localizadas nos sopés podem ser atingidas e as que estão no meio das encostas podem sofrer a queda ou ser atingida pelas do alto da encosta. Geralmente, as ocupações mais recentes são as localizadas no meio das encostas, são quase sempre os habitantes que chegam por último na área (FIGURA 20).

Figura 20 - Localização de moradias em relação à encosta



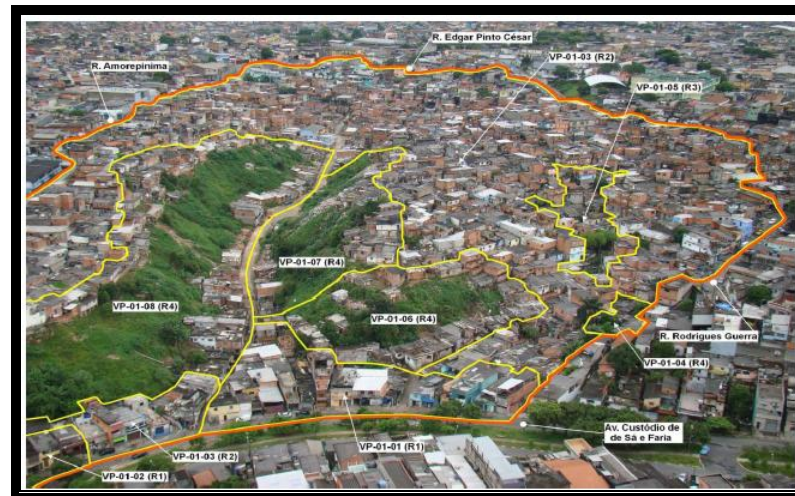
Fonte: IPT (2012)

- Qualidade da ocupação

O material com que as ocupações são construídas também é uma variável de vulnerabilidade e de risco aos movimentos de massa. As moradias construídas com alvenaria são menos vulneráveis que as de madeiras ou outros tipos de materiais.

A setorização (FIGURA 21) é a fase da sistematização das informações levantadas durante a pré-setorização, é nessa etapa que ocorre em campo a aplicação das fichas descritivas (ANEXO 1) que servem como roteiro para identificação de ocorrências passadas ou evidências de possíveis ocorrências futuras dos processos que são esperados para a área.

Figura 21 - Exemplo setorização de riscos a escorregamentos na zona leste de São Paulo/SP



Fonte: Prefeitura de São Paulo (2010)

Essa sistematização se dá pela delimitação (zoneamento) de áreas com base na pré setorização e na avaliação das fichas descritivas. Nas fotografias aéreas ou nas imagens de satélite se identificam os setores com o mesmo grau de risco (FIGURA 22).

Figura 22 - Exemplo de setorização das áreas de risco a escorregamentos



Fonte: Prefeitura de São Paulo (2010)

O zoneamento de risco delimita os setores com conjunto de moradias sob o mesmo grau de risco, de acordo com a probabilidade de ocorrência de processos de instabilização (QUADRO 4).

Quadro 4 - Critérios para estabelecimento dos graus de risco a escorregamento

Grau de probabilidade	Descrição
Baixo (R1)	Os condicionantes geológicos e geotécnicos predisponentes (declividade, tipo de terreno, etc.) e o nível de intervenção no setor são de baixa potencialidade para o desenvolvimento de processos de escorregamentos e solapamentos. Não há indícios de desenvolvimento de processos de instabilização de encostas e de margens de drenagens. É a condição menos crítica. Mantidas as condições existentes, não se espera a ocorrência de eventos destrutivos no período de um ano.
Médio (R2)	Os condicionantes geológicos e geotécnicos predisponentes (declividade, tipo de terreno, etc.) e o nível de intervenção no setor são de baixa potencialidade para o desenvolvimento de processos de escorregamentos e solapamentos. Observa-se a presença de alguma(s) evidência(s) de instabilidade (encostas e margens de drenagem), porém incipiente(s).
Alto (R3)	Os condicionantes geológicos e geotécnicos predisponentes (declividade, tipo de terreno, etc.) e o nível de intervenção no setor são de alta potencialidade para o desenvolvimento de processos de escorregamentos e solapamentos. Observa-se a presença de significativa(s) evidência(s) de instabilidade (trincas nos solos, degraus de abatimento em taludes, etc.)
Muito Alto (R4)	Os condicionantes geológicos e 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 escorregamentos e solapamentos. As evidências de instabilidade (trincas nos solos, degraus de abatimento em taludes, trincas em moradias ou em muros de contenção, árvores ou postes inclinados, cicatrizes de escorregamento, feições erosivas, proximidade das moradias em relação à margem dos córregos, etc.) são expressivos e estão presentes em grande número e/ou magnitude. É a condição mais crítica. Mantidas as condições existentes, é muito provável a ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período de um ano.

Fonte: Cerri et al. (2007, p.145)

O segundo nível de detalhe, o cadastramento avalia o grau de risco individualmente nas moradias. Macedo (2011) afirma que esse tipo de procedimento é mais utilizado pelo poder público para realização de intervenções mais pontuais nas moradias, por exemplo.

4 MATERIAL E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

4.1 Material

O material de interesse nesta pesquisa são os Antropossolos Líxicos oriundos da deposição irregular de RSU durante aproximadamente três décadas no antigo Lixão do Alvarenga, entre os limites de São Bernardo do Campo e Diadema, na Região Metropolitana de São Paulo.

As coletas foram realizadas na Estrada da Divisa Verde (FIGURA 23), em uma colina ocupada por residências e estabelecimentos como bicicletaria e uma igreja, no limite municipal entre Diadema e São Bernardo do Campo/SP.

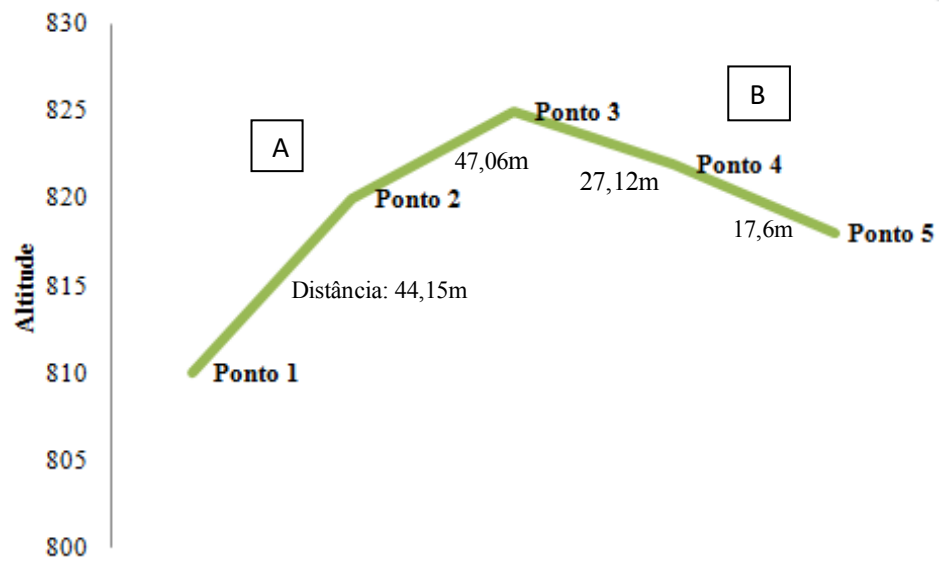
Figura 23 - Rua da Divisa Verde, local de amostragem dos Antropossolos Líxicos



Foto: Santos (2015)

A tradagem para amostragem dos Antropossolos foi feita com profundidade de 1 metro, em cinco diferentes pontos da colina: topo, média e baixa vertente, lados A e B, de acordo com orientações da engenharia civil (FIGURA 24).

Figura 24 - Perfil topográfico no qual as amostras de terra foram coletadas



As condições gerais a partir das quais foram retiradas as amostras encontram-se sintetizadas na Tabela 4.

Tabela 4 - Descrição geral dos pontos de coleta das amostras de terra

OBSERVAÇÃO	PONTO 01	PONTO 02	PONTO 03	PONTO 04	PONTO 05
Latitude (X)	335257	335223	335189	335164	335147
Longitude (Y)	7373876	7373846	7373880	7373890	7373892
Altitude	810 m	820 m	825m	822m	818m
Compartimento	Sopé da encosta (baixa vertente) Lado A	Meia encosta (média vertente) Lado A	Topo	Meia encosta (média vertente) Lado B	Sopé da encosta (baixa vertente) Lado B
Vegetação primária	Floresta Estacional de Montana	Floresta Estacional de Montana	Floresta Estacional de Montana	Floresta Estacional de Montana	Floresta Estacional de Montana
Cobertura vegetal sobre perfil	Solo exposto	Solo exposto	Solo exposto	Solo exposto	Solo exposto
Uso atual	Ocupação residencial	Ocupação residencial	Ocupação residencial	Ocupação residencial	Ocupação residencial
Unidade litoestratigráfica	Grupo Açungui – Complexo Pilar	Grupo Açungui – Complexo Pilar	Grupo Açungui – Complexo Pilar	Grupo Açungui – Complexo Pilar	Grupo Açungui – Complexo Pilar
Cronologia	1000 a 570 milhões de anos - Pré-Cambriano Superior	1000 a 570 milhões de anos - Pré-Cambriano Superior	1000 a 570 milhões de anos - Pré-Cambriano Superior	1000 a 570 milhões de anos - Pré-Cambriano Superior	1000 a 570 milhões de anos - Pré-Cambriano Superior
Material de origem	Xistos	Xistos	Xistos	Xistos	Xistos
Relevo regional	Morros médio e altos com topos convexos	Morros médio e altos com topos convexos	Morros médio e altos com topos convexos	Morros médio e altos com topos convexos	Morros médio e altos com topos convexos
Erosão	Não aparente	Não aparente	Não aparente	Não aparente	Não aparente
Clima	Tropical úmido	Tropical úmido	Tropical úmido	Tropical úmido	Tropical úmido
Descrito e coletado por	Juliana Alves dos Santos, Profª Maria Cristina Perusi, Jakson José Ferreira	Juliana Alves dos Santos, Profª Maria Cristina Perusi, Jakson José Ferreira	Juliana Alves dos Santos, Profª Maria Cristina Perusi, Jakson José Ferreira	Juliana Alves dos Santos, Profª Maria Cristina Perusi, Jakson José Ferreira	Juliana Alves dos Santos, Profª Maria Cristina Perusi, Jakson José Ferreira
Outras observações	Área residencial com evidências de movimento de solo, amostra com presença de materiais antrópicos como vidro, plástico, madeira, entre outros	Grande quantidade de tecido incorporado e cobrindo as camadas superficiais do solo	Tecido incorporado à amostra do solo	Presença de RSU	Presença de RSU

4.1.1 Características gerais e histórico de uso e ocupação da área de estudo

A paisagem é sempre uma herança, herança de processos antigos, combinados com processos de atuação mais recentes. Nesse conjunto de processos naturais se inscreve a ação das sociedades que herdaram as paisagens e seus recursos ecológicos (AB'SABER, 2012).

Delpoux (1974) afirma que a paisagem terrestre é formada por duas unidades elementares: de um lado o **suporte** que se relaciona às características geológicas como orogênese, estratigrafia e litologia, às características climáticas que geram diferentes tipos de erosão e características antrópicas (barragens, grandes obras) e de outro a **cobertura** sobre a qual se materializa a influência do clima, da pedogênese, das atividades biológicas e também da ação antrópica.

Assim, a cobertura que originalmente compunha a paisagem da área de estudo é resultado de um **clima** caracterizado pela concentração das chuvas durante o verão e períodos secos durante o inverno, denominado clima tropical de altitude, de acordo com a classificação de Koeppen, Cwa (CEPAGRI, 2015), acompanhado de **cobertura vegetal** de Floresta Ombrófila Densa ou Floresta Tropical Pluvial. Essa floresta é subdividida em cinco diferentes formações a depender da topografia onde se desenvolve, no caso da área de estudo, é denominada Floresta Ombrófila Densa Formação Montana, porque é fortemente influenciada pelos relevos dissecados e por solos delgados ou litólicos. Apresenta dossel uniforme em torno de 20 m (IBGE, 2012).

Embora não seja consenso que a cobertura vegetal ofereça apenas condições favoráveis à estabilidade das encostas, um efeito desfavorável seria o tipo alavanca exercido pela ação do vento sobre as árvores, e o efeito cunha, pela penetração das raízes em fendas acompanhada da sobrecarga vertical por causa do peso da vegetação (PRANDINI et al., 1976). No entanto, como aspectos favoráveis, tem-se a redistribuição da água da chuva e o aumento da resistência do solo quando as raízes cumprem papel de reforço mecânico e escoramento. A cobertura vegetal também intercepta a água da chuva retardando os efeitos nos solos (AUGUSTO FILHO, 1994 citado por TABALIPA; FIORI, 2008). Massad (2003) também afirma que a retirada da cobertura vegetal diminui a resistência ao cisalhamento dos solos por causa da ausência desse reforço mecânico promovido pelas raízes das árvores. Na RMSP a Floresta Ombrófila Densa Montana sentiu os efeitos mais extremos da ocupação, e sua retirada tem impactos sobre a estabilidade das vertentes.

Nessa paisagem regional, verifica-se a presença de morros altos e médios com declividades dominantes entre 10% a 20% (ROSS; MOROZ, 1997). A unidade

geomorfológica na qual se encontra o antigo lixão e o Sítio Joanhinha tem fragilidade ambiental muito alta, porque apresentam “formas de dissecação muito intensa, com vales de entalhamento pequeno e densidade de drenagem alta ou vales muito entalhados. São áreas sujeitas a processos erosivos agressivos, inclusive com movimentos de massas” (ROSS; MOROZ, 1997).

A origem do suporte geológico e litológico que sustenta a paisagem da região está nos fenômenos antecedentes à abertura do Atlântico, no Mesozóico. A área está em terreno cristalino correspondente ao Cinturão Orogênico do Atlântico, com litologia muito antiga, datada do Pré-Cambriano e de grande complexidade litológica no Planalto Paulistano do Alto Tietê (ROSS; MOROZ, 1997). Como resultado de processos geológicos mais antigos e de grande escala de abrangência, verifica-se na área o Grupo Açungui, Complexo Pilar, datados do Proterozóico Superior (1000 – 570 m.a), de acordo com o IPT (1981). Nesse domínio de natureza predominam os processos de mamelonização, sendo marcado por “forte decomposição de rochas cristalinas e de processos de convexização” (AB’ SABER, 2012, p. 16), onde a litologia regional é constituída por rochas metamórficas e intrusivas, com migmatitos, gnaisses e micaxistos, cujos processos intempéricos originaram o predomínio dos Argissolos e Cambissolos (ROSS; MOROZ, 1997).

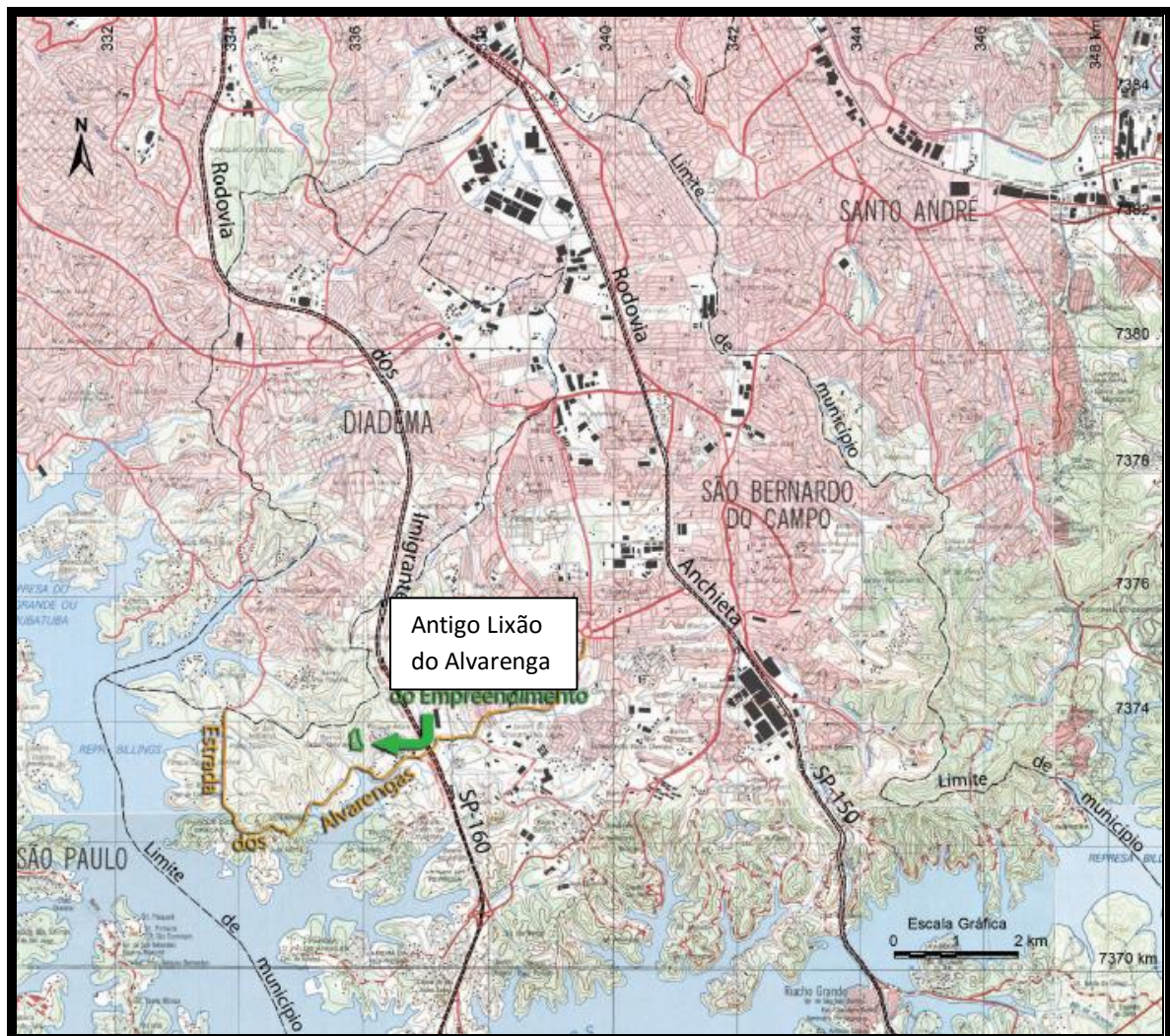
Brighenti et al. (2012) analisando solos resultantes do intemperismo de micaxistos no Complexo Metamórfico de Brusque, identificaram Argissolo Amarelo Alítico com elevada quantidade de argilominerais 2:1 como a ilita ou mica. Esse argilomineral se caracteriza como relativamente não expansível, ao contrário das argilas expansivas também de grade 2:1 como, por exemplo, as esmectitas, representada pela montmorilonita, que devido à saturação do solo apresenta elevada viscosidade, plasticidade e coesão. Esse comportamento de expansão quando saturadas e contração quando não saturadas, solos ricos em motmorilonita, tornam-se inadequados para a maioria das atividades de construção (BRADY; WEIL, 2013).

“Na área do lixão do Alvarenga ocorrem rochas metamórficas de baixo grau, representadas por xistos e filitos” (GALLAS et al., 2003), o que por sua vez pode gerar solos com valores relativamente altos de argila e silte com presença de mica como, por exemplo, os Cambissolos (PRADO, 2015). Cambissolos são solos em pleno processo de evolução, “*cambiare*” do latim quer dizer mudança (LEPSCH, 2011). São solos recorrentes em áreas de relevo bastante dissecado, variando de forte ondulado a escarpado e apresentam grande erodibilidade (OLIVEIRA, 1999). Segundo este autor, excetuando-se os Cambissolos de áreas de relevo ondulado, as demais ocorrências desses solos possuem severas limitações de uso para fins de aterro sanitário, depósito de efluentes ou lagoas de decantação, no entanto,

contam com boa drenagem interna de modo que não oferecem resistência física às raízes das plantas.

Desse modo, a deposição de lixo urbano durante quase trinta anos sobre esses solos, com boa drenagem interna, pode significar contaminação das águas subterrâneas, pois o antigo lixão do Alvarenga, anterior a Lei nº Estadual 1.172 de Proteção aos Mananciais de 1976, encontra-se a aproximadamente 10 km do ponto de captação de águas feita pela SABESP no Rio Grande na Bacia Hidrográfica da Billings, como se pode observa na Figura 25.

Figura 25 - Localização do antigo Lixão do Alvarenga e proximidade com represa Billings (RMSP)



Fonte: EIA São Bernardo do Campo (2013)

A oeste de São Bernardo do Campo, próximo ao limite municipal com Diadema encontra-se o antigo Lixão do Alvarenga, cujas coordenadas centrais são 7373600N e 335500E (SÃO BERNARDO DO CAMPO, 2010).

4.1.1.1. Histórico de ocupação do lixão do Alvarenga em São Bernardo do Campo/SP

O antigo Lixão do Alvarenga localiza-se no município de São Bernardo do Campo, município com área de 409,508 km² e população absoluta estimada em 811.489 habitantes. O surgimento do lixão data do início da década de 1970, entre 1972 e 1973, quando Diadema, São Bernardo do Campo e São Caetano do Sul desapropriaram uma cava de exploração de argila e areia, transformando a gleba de utilidade pública para criação de um aterro (CETESB, 2011). A partir desse momento, a área passa a receber resíduos sólidos de diferentes origens, sem que tenha havido planejamento e preparo prévio para essa finalidade.

Em 1986 o acesso ao lixão pela porção de São Bernardo do Campo foi fechado, porém, Diadema continuou direcionando seus resíduos domiciliares para a área até 1995, com isso o local recebeu, clandestinamente, durante quase 30 anos, os resíduos sólidos das cidades do entorno (SÃO BERNARDO DO CAMPO, 2010).

A partir de 1998 inicia-se processo para encerramento e desativação do lixão, impulsionado pelo programa “Lixo e Cidadania”, por meio do decreto municipal nº 13.616 de 23 de Janeiro de 2002, quando São Bernardo do Campo estabelece parceria com o Instituto Polis e a Unicef, objetivando a erradicação do trabalho infantil e da precariedade da vida das pessoas que viviam do e no lixão. Este programa priorizou o antigo Lixão do Alvarenga por se tratar de um dos maiores lixões da América Latina. Na ocasião da implantação do projeto, foram cadastradas 92 famílias morando sobre o lixão (LIMA; GRIMBERG, 2015). Durante a realização deste trabalho foi possível encontrar 30 famílias ainda vivendo sobre o passivo ambiental.

O lixão foi oficialmente desativado em 2001, quando o Ministério Público encaminha ofício de Termo de Ajustamento de Conduta para São Bernardo do Campo e Diadema. Este termo foi assinado pelos municípios e previa o fechamento e a recuperação ambiental da área.

Com área em torno de 330.000m², estima-se que o lixão recebia cerca de 1.000t/dia de resíduos sólidos, dos quais 400t/dia eram de resíduos industriais (IPT, 1998 apud SÃO BERNARDO DO CAMPO, 2010). Segundo estudo da CETESB (2011) realizado para a Prefeitura de São Bernardo do Campo, no lixão foram lançados aproximadamente dois milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos desde sua abertura até seu fechamento.

A paisagem da área de estudo é marcada por ocupação residencial caracterizada pela autoconstrução. Na sua porção sudeste há moradias, no entanto, as da porção leste são de notória precariedade quanto às edificações e salubridade. No entanto, a maior parte do lixão está recoberto por vegetação.

Em fevereiro de 2008, a prefeitura de São Bernardo do Campo registrou processo na CETESB Nº 230/2010 para instalação do Sistema de Processamento e Aproveitamento de Resíduos e Unidade de Recuperação de Energia (SPAR-URE). O objetivo era a produção de energia elétrica a partir da queima de RSU. A área onde será instalado o sistema, declarada de utilidade pública pelo município, encontra-se próximo ao antigo lixão do Alvarenga. Inicialmente, conforme Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA) o sistema seria instalado sobre o antigo lixão, porém, estudos realizados não garantiram a segurança geotécnica da área em decorrência da disposição aleatória dos resíduos ao longo dos anos.

Além disso, a coleta de amostras não saturadas feita por iniciativa do município constatou a contaminação dos solos. Para esse estudo foram analisados os seguintes parâmetros (SÃO BERNARDO DO CAMPO, 2010):

Compostos Orgânicos Voláteis (VOC),
Compostos Orgânicos Semivoláteis (SVOC),
Pesticidas Organofosforados (POF),
Pesticidas Organoclorados (POC),
Metano por meio do Limite Inferior de Inflamabilidade (LIF)
Metais: Ag, As, Be, Cd, Cu, Cr, Hg, Ni, Pb, Sb, Se e Zn.

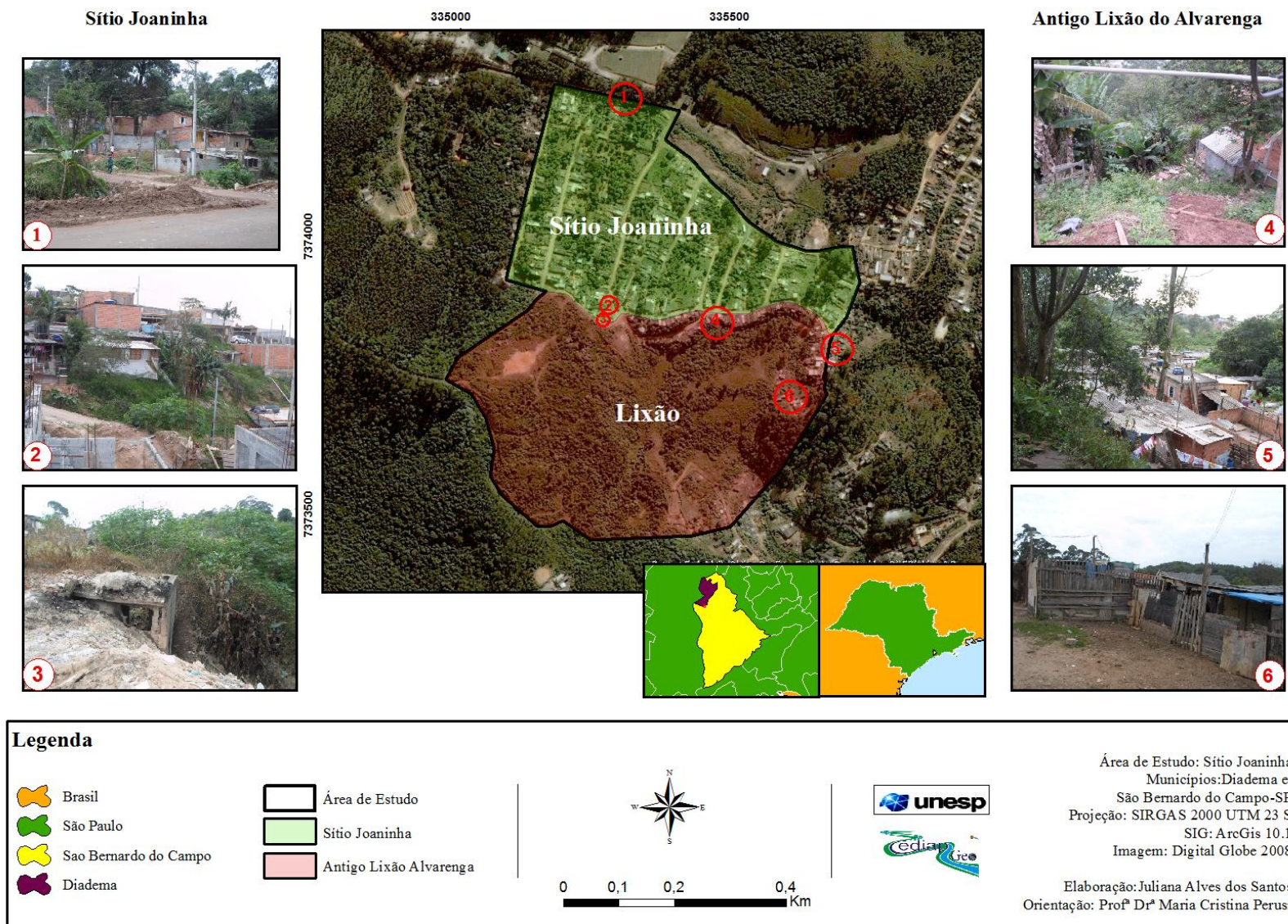
Os resultados indicaram a presença de SVOC (Benzo(b)fluoranteno, Dimetilftalato, Bis (2 Etilhexil) Falato); o Pesticida Organoclorado Endrin Aldeído, o Pesticida Organofosforado Azinfós Metílico. Também foram identificados metais como Cromo, Chumbo, Cobre, Níquel e Zinco. O estudo também detectou a presença de metano na área. Os valores para os Compostos Orgânicos Voláteis foram identificados abaixo dos valores orientadores apresentados pela CETESB (2005) para Gerenciamento de áreas contaminadas (SÃO BERNARDO DO CAMPO, 2010).

Na área do lixão que se limita com Diadema (porção norte/nordeste do mesmo) verifica-se o aumento da declividade e altitude, coincidido, portanto, com o divisor d'água. Nesse limite encontra-se parte do núcleo habitacional Sítio Joaninha, em Diadema/SP, no qual foram coletadas as amostras. Conforme se dirige para a porção sul da área, a declividade e altitude diminuem, a partir do qual pode-se encontrar um vale na porção central do antigo lixão. Na

porção noroeste e oeste, concentram-se sobretudo os resíduos da construção civil. Há dois pontos na área de estudo nos quais se concentram os RSU: a noroeste e leste, locais em que a espessura do depósito chega a 25m, na parte central a espessura é de aproximadamente seis metros (SÃO BERNARDO DO CAMPO, 2010). Na porção leste encontram-se famílias que aguardam por remoção.

Embora a utilização da área receptora de RSU tenha se dado anteriormente à Lei Estadual nº 898/75 e a Lei de Proteção aos Mananciais nº 1.172/1976, a situação dessas famílias é marcada pela irregularidade, precariedade e ameaça constante à vida por estarem em passivo ambiental (FIGURA 26).

Figura 26 - Destaque para ocupações no Sítio Joaquina em Diadema e Antigo Lixão do Alvarenga em São Bernardo do Campo – RMSP



4.1.1.2 Histórico de ocupação do Sítio Joaninha – Diadema/SP

O Sítio Joaninha encontra-se em Diadema, município com aproximadamente 31 km² e 409, 613 habitantes.

Entre início e meados da década de 1980, Mikhael William Mallouk, um loteador, comprou de Joaninha Pedrosa um lote com 225.835km². Na ocasião, a compra se efetivou por meio de contrato particular. Sobre a área, Joaninha Pedrosa já havia movido ação de usucapião (direito de propriedade sobre móvel ou imóvel que o indivíduo adquire em decorrência da utilização por tempo determinado) que só em 1995 foi considerada procedente (LOPES, 2009). Porém, segundo a referida autora, antes do julgamento da ação de usucapião de Joaninha Pedrosa, e posteriormente à Lei Federal nº 6.766 de 1979 e a Lei Estadual nº 898 de 1975, sobre parcelamento do solo urbano e Proteção e Recuperação aos Mananciais, respectivamente, Mallouk iniciou a venda de terrenos. Para tanto, apresentava uma planta do loteamento com registros de técnico da prefeitura de Diadema, porém, sem validade nenhuma. Desde então se deu a ocupação da área e permanece até então.

Tramita ainda na 3ª Vara Cível da comarca de Diadema, ação civil pública movida pelo Ministério Público (MP) do Estado de São Paulo, na qual o município de Diadema e familiares de Mallouk constam como réus. A ação foi movida com os seguintes argumentos utilizados pelo MP: o loteamento não contou com projeto para captação de águas pluviais para contenção de processos erosivos e para pavimentação dos arruamentos, o que gerou a precariedade das vias, que em dias de chuvas dificultam o acesso às residências. A área em litígio apresenta declividades superiores a 20% e os cortes e aterros geram riscos as edificações; não há ainda nenhum equipamento urbano, o abastecimento de água é feito por caminhão pipa, quando não se dá dessa maneira, a captação ocorre por poços sem nenhuma orientação técnica e qualquer medida para melhora da qualidade da água captada. Como não há serviços de saneamento básico, o esgoto é lançado a céu aberto com possível contaminação da água por se localizar em área de manancial. Além disso, a falta da coleta de lixo pode gerar novos lixões. Ademais, por ser vizinho ao antigo lixão do Alvarenga, a área não era adequada para ocupação residencial e em face da legislação de Proteção aos Mananciais. Na área onde se instalou o Sítio Joaninha, era proibido qualquer tipo de edificação (LOPES, 2009). A autora afirma que os réus parentes de Mallouk se defenderam afirmando que não participaram da venda de lotes e a prefeitura de Diadema afirmou improcedente a acusação de omissão perante a ocupação, porque tomou as providências cabíveis para solucionar a situação

exercendo seu direito de polícia quando necessário, enviando notificações aos loteadores ou imobiliárias bem como realizando reuniões com os moradores da área.

4.2 Procedimentos metodológicos

Para alcançar os objetivos propostos foram realizados procedimentos metodológicos em diferentes condições: em campo, laboratório e gabinete.

4.2.1 Procedimentos de campo

Em campo foi feita a aplicação de questionários, das fichas descritivas com identificação das áreas de risco a escorregamento de terra, a coleta de amostras de Antropossolos Lúxicos e comparecimento à prefeitura municipal de São Bernardo do Campo, na Secretaria do Desenvolvimento Urbano, bem como à instituições como a Emplasa e o Instituto Geográfico e Cartográfico (IGC).

4.2.1.1 Aplicação dos questionários

O questionário, com 20 questões abertas e fechadas, foi aplicado durante os dias 28/02; 01/03; 16/03 e 01/05 de 2014, sendo composto por duas partes: socioeconômica e socioambiental, essa última está subdividida em outras duas, que por sua vez tratam das condições sanitárias da área de estudo e, por conseguinte, da existência de Antropossolos Lúxicos; e outra que investiga a presença de indicadores de risco aos escorregamentos (APÊNDICE 1). 75 pessoas responderam ao questionário e dessas, 10 moravam sobre o antigo lixão do Alvarenga.

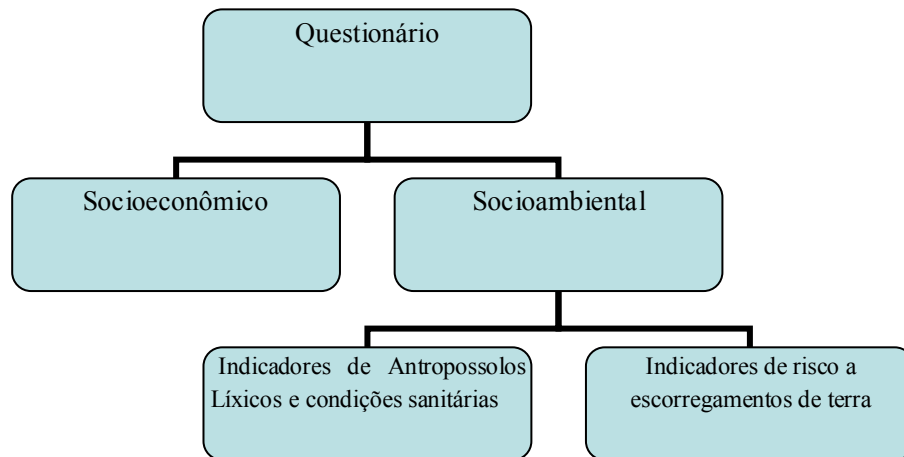
Quanto aos critérios de seleção da amostragem para a aplicação do questionário, o tipo é o da probabilística, o que quer dizer, conforme Neto (1977) que todos os elementos da população têm probabilidade de pertencer à amostra. No caso do presente trabalho isto se aplica ao observar que todos os entrevistados, elementos da amostra, eram residentes da área de estudo, população, portanto, assegurariam a representatividade dos resultados sobre as condições socioambientais da amostra desta população, objeto de estudo. Por isso, para o autor, a amostragem probabilística é a melhor para se garantir a representatividade da amostra.

Uma vez determinado o tipo de amostragem a ser utilizada, foi selecionada a técnica de amostragem casual simples, também denominada de simples ao acaso, aleatória, simples,

elementar, randômica (NETO, 1977). Segundo o referido autor, essa técnica é aquela em que todos os elementos da amostra têm a mesma probabilidade de fazer parte da população. A escolha dos elementos da amostra se dá por sorteio aleatório, porque quaisquer que sejam os elementos da amostra, todos pertencerão à população avaliada. O tipo de amostragem bem como essa técnica de amostragem casual simples ou ao acaso, se adequou ao objetivo da pesquisa, pois todos os entrevistados faziam parte da mesma população, que justifica o uso deste procedimento estatístico.

O esquema representado na Figura 27 expõe a estrutura do questionário aplicado.

Figura 27 - Estrutura do questionário aplicado



Cumpramos esclarecer que o projeto foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética da Faculdade de Ciências e Tecnologia - UNESP/Câmpus de Presidente Prudente, via Plataforma Brasil, Processo número 349.323 (ANEXO 2).

4.2.1.2 Mapeamento de risco a escorregamento de terra

Em campo foram realizadas a pré setorização e a aplicação das fichas descritivas. A pré setorização constituiu numa investigação da paisagem em busca de evidências de movimentação de terra e, conseqüentemente, que pudessem indicar evolução dos processos de escorregamentos, tais como cercas, árvores, muros inclinados, rachaduras no chão, nas casas e cicatrizes, conjuntamente com a análise dos quatro parâmetros básicos: declividade/inclinação, tipos de processos esperados, no caso escorregamentos planares, posição da moradia em relação à encosta e material construtivo das moradias. Após essa investigação preliminar da área de estudo, na qual as informações foram anotadas e as áreas

delimitadas na fotografia aérea, passou-se à aplicação das fichas descritivas, etapa da setorização e determinação dos graus de risco.

Para elaboração do mapeamento de risco foram utilizadas fotografias aéreas fornecidas pela Prefeitura de São Bernardo do Campo em escala 1:2000 e ortofotos Emplasa 2015 com escala 1:5000. Utilizando a base cartográfica obtidas na Emplasa na forma de ortofotos, o mapa de risco foi elaborado inicialmente em campo, quando da identificação das evidências de movimentação, relatos dos moradores e simultaneamente, com a delimitação nas fotografias aéreas dos setores com seus respectivos graus de risco e coordenadas. Posteriormente, as informações foram transferidas para o SIG ArcGis.

Foi considerado mais adequado o mapeamento pelo nível de detalhe do zoneamento, a partir do qual se realizou a setorização com os respectivos graus de risco.

Inicialmente procedeu-se com a pré setorização avaliando os quatro parâmetros básicos: declividade, tipologia dos processos, padrão construtivo e posição da moradia em relação a encosta. Durante a pré setorização foram investigadas evidências de escorregamentos, como cercas e árvores inclinadas no sentido da vertente, rachaduras nas paredes das casas de alvenaria, degraus de abatimento, entre outros.

Também para realização do mapa de declividade foram utilizadas as cartas de declividade em escala 1:5000 a fornecidas pela Emplasa a partir das quais e com o SIG ArcGis foi elaborado o mapa de declividade da área de estudo com classes baseadas na proposta de França (1963).

4.2.1.3 Coleta das amostras de solo

As amostras de solos foram coletadas em topossequência, tendo em vista o fato de que a cada compartimento do relevo pode-se ter noção dos processos pedogenéticos atuantes, com adaptações para os Antropossolos. Foram amostrados cinco pontos em uma colina, considerada representativa da ocupação da área como um todo, por meio de tradagem, a profundidade de 1 metro, totalizando aproximadamente 2.000 cm³ de terra de cada ponto.

Conforme a literatura pesquisada sobre fundação e edificações no âmbito da engenharia civil, o procedimento para avaliação da profundidade de uma fundação bem como seu dimensionamento inicia-se com cálculos que determinam as cargas que serão distribuídas sobre a fundação e sobre o solo. No entanto, como tais procedimentos (sondagem a percussão, ensaio triaxial) são dispendiosos, estimou-se conforme orientações de profissionais da engenharia civil, a carga que uma residência de baixo custo como, por exemplo, uma casa de

100 m² e com pé direito de 3m de altura tendo 1 cozinha, 2 quartos, banheiro e sala – casa térrea mais comum. Neste caso, com base em cálculos previamente realizados, a carga sobre o solo de fundação deste tipo de moradia será de 2,0 t/m. Assim, a fundação da residência pode ser realizada a 1m de profundidade se o solo for resistente em sua porção mais superficial. No entanto, de acordo com os profissionais da área, é importante que sejam realizadas sondagens a percussão para avaliar com exatidão a resistência do solo e a profundidade com que se deve fazer a fundação. Porém, como o trabalho não objetiva a construção de moradias, mas sim a avaliação dos riscos sob os quais as moradias já construídas podem estar submetidas, adotou-se, com base nestas orientações, a profundidade de 1m como profundidade padrão para coleta das amostras.

As coletas foram feitas no topo da colina, na média e baixa vertente, lados A e B (FIGURAS 28, 29 e 30).

Figura 28 - a,b: Coleta de amostras no topo da colina (amostra 03), presença de artefatos



Figura 29 - Coleta de amostras na média vertente, lados A e B, respectivamente: a - amostra 02; b - amostra 04

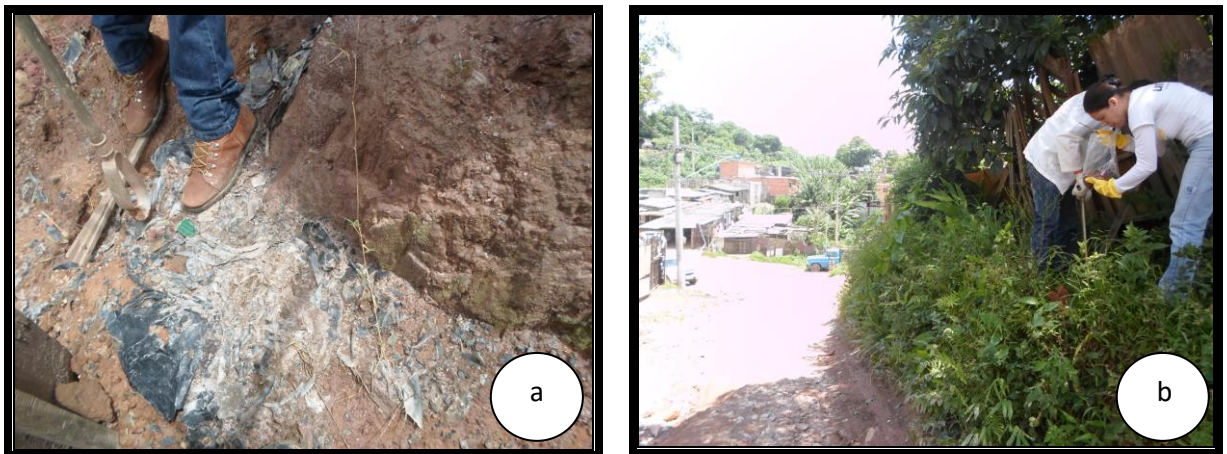


Figura 30 - Coleta de amostras na baixa vertente ou sopé da encosta, lados A e B, respectivamente: a) destaque para degrau de abatimento no solo (linha pontilhada) - amostra 01; b) amostra 05

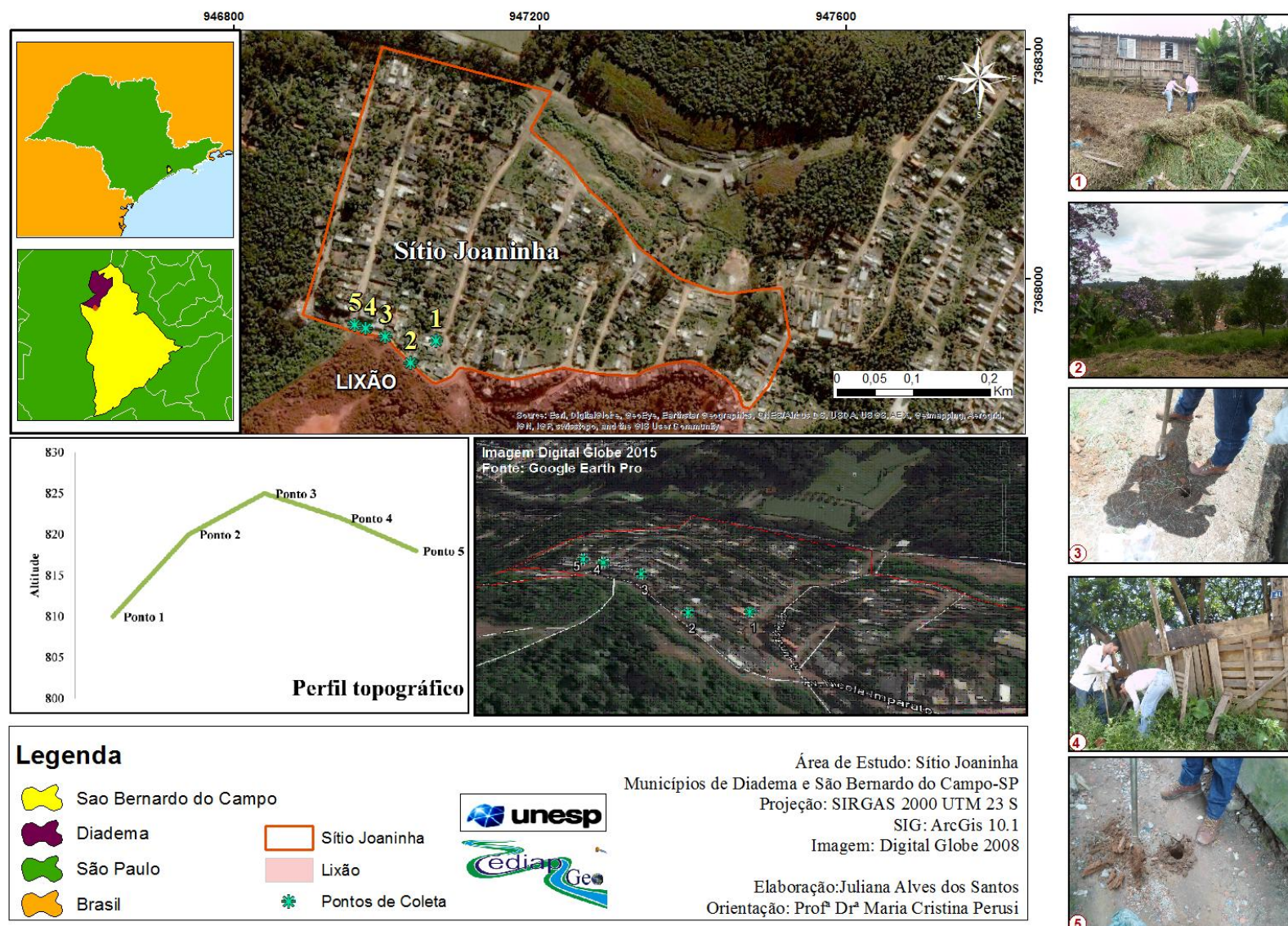


Fotos: Perusi e Ferreira (2015)

As cinco amostras foram submetidas aos ensaios de granulometria conjunta (NBR 7181 de Dez/1984) a partir da qual se estabelece a constituição granulométrica dos solos; aos ensaios de determinação dos Limites de Atterberg obtido pelo Limite de Liquidez (NBR 6459 de Outubro de 1984) e Limite de Plasticidade (NBR 7180 de outubro de 1984), a partir dos quais se obtém o Índice de Plasticidade (IP), o Índice de compressão (Cc) que viabiliza a classificação segundo o Sistema Unificado de Casagrande, além da determinação específica dos sólidos (NBR 6508 de outubro de 1984).

A colina na qual as amostras foram retiradas foi segmentada em baixa, média vertente e topo, na porção correspondente ao município de Diadema, área limítrofe entre São Bernardo do Campo, borda do antigo lixão do Alvarenga (FIGURA 31).

Figura 31 - Locais de coleta na área de estudo



4.2.2 Procedimentos de laboratório

Nas amostras coletadas foram feitas a análise granulométrica conjunta, conforme explicitado anteriormente, por combinar o peneiramento e a sedimentação conforme denominação da NBR 7181 (DEZ/1984); análise da massa específica dos sólidos NBR 6508 (OUT/1984); análise do Limite de Liquidez – NBR 6459 (OUT/1984) e Limite de Plasticidade – NBR 7180 (OUT/1984) denominados de Limites de Atterberg. As análises foram realizadas no laboratório de Mecânica de Solos do Departamento de Engenharia Civil e Ambiental da FEB/UNESP Câmpus de Bauru, pelo técnico Gustavo Pinheiros.

Cumprе esclarecer que a escolha dos parâmetros analisados, caracterização geral: massa específica dos sólidos, umidade, Limites de Atterberg ou Índice de Consistência – Limite de Liquidez, Limite de Plasticidade e Índice de Plasticidade, bem como Índice de Compressibilidade, se deu em decorrência, como já salientado, da maior facilidade para obtenção dos resultados, seja em decorrência da maior simplicidade para realização dos procedimentos de campo, seja por causa da maior acessibilidade para realização dos ensaios em termos de custo. Considera-se importante informar que se tem conhecimento de que os parâmetros analisados se prestam apenas para uma preliminar avaliação do solo, e que a identificação mais sólida e confiável do comportamento desse recurso para fundação e edificações requer o estudo e aplicação de diferentes ensaios como o de sondagem SPT (*Standard Penetration Test*) ou à percussão, ensaios para análise da resistência ao cisalhamento, do estado de tensões, de critérios de ruptura, deveras dispendiosos para serem aplicados na área de estudo.

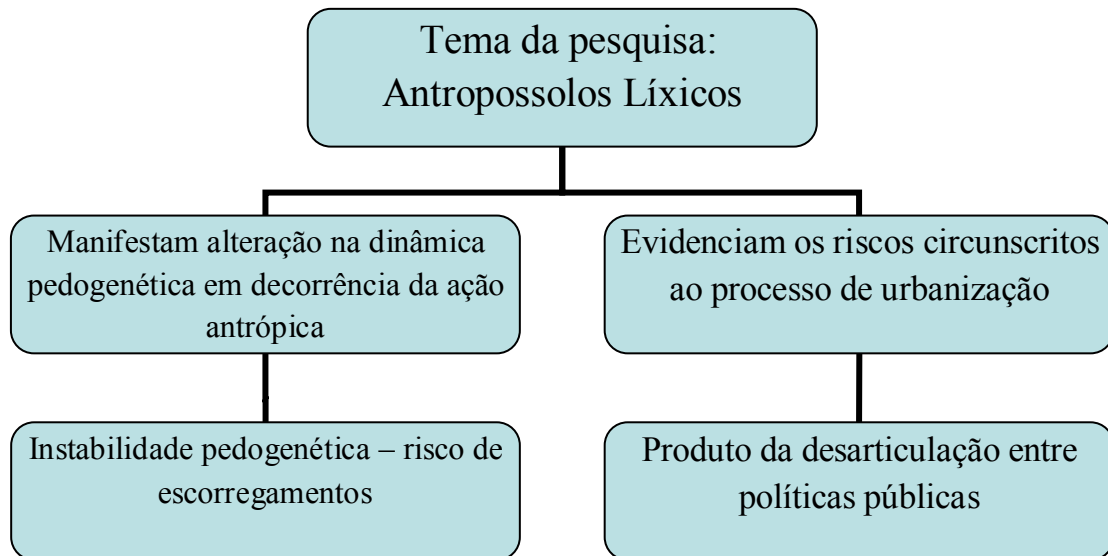
4.2.3 Procedimentos de gabinete

Nesta etapa realizou-se a sistematização e interpretação dos dados obtidos em campo e em laboratório, levantamento bibliográfico e sistematização da leitura pertinente ao assunto central e periférico, elaboração dos mapas bem como do relatório do Exame Geral de Qualificação e desta Dissertação.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A pesquisa buscou articular duas dinâmicas distintas: da natureza, movida por leis que independem da vontade humana, sendo essa apenas capaz de influenciá-la; e pela dinâmica da sociedade. O esquema representado na Figura 32 apresenta a estrutura das abordagens da pesquisa.

Figura 32 - Estrutura e abordagens da pesquisa



5.1 Informações obtidas nos questionários

5.1.1 Resultados socioeconômicos

Como resultado de uma das etapas de campo, a fim de caracterizar as condições socioambientais do antigo Lixão do Alvarenga, foram realizadas entrevistas com 75 pessoas de diferentes famílias. Assim, 77% dos entrevistados tinham entre 29 e 59 anos; 54% eram mulheres e 46% homens; metade é oriunda da região Nordeste do Brasil. Pode-se concluir que esses dados fortalecem o fato de que as periferias da Região Metropolitana de São Paulo têm considerável parte da população composta por nordestinos e seus descendentes. Muitas vezes excluídos de melhores oportunidades de trabalho e, portanto, do acesso à renda que lhes garantam moradia adequada, acabam por ter que improvisar a habitação, em que as condições de segurança, tanto do ponto de vista da estabilidade geotécnica como segurança da posse do terreno, não existem.

Quanto ao grau de escolaridade, de todos os representantes de família entrevistados, 39% interromperam seus estudos no ciclo escolar Fundamental I, o que corresponde aos anos iniciais de alfabetização; 32% estudaram até ciclo do Ensino Fundamental II; 18% da amostra concluiu o ensino médio; 1% iniciou a graduação, mas não a concluiu e 1% não frequentou a

escola. Tal constatação vai ao encontro com os dados divulgados em 2014 pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) da ONU, no mês de novembro em Brasília, onde foi constatado que “mais de 9% dos adolescentes cursando o Ensino Médio no Brasil abandonaram os estudos, enquanto 12,2% já foram reprovados em algum momento, e 31,1% não estão na série adequada para a sua idade” (PNUD, 2014). Tal situação incide na ocupação profissional da população e, conseqüentemente, na renda familiar.

Quanto à ocupação profissional, 99% dos entrevistados estavam trabalhando no setor de prestação de serviços (TABELA 5) ou trabalho informal como pedreiros, babás, comerciantes, diaristas, etc.

Tabela 5 - Ocupação profissional dos entrevistados

Ocupação	Frequência	%
Ajudantes em geral	05	7
Aposentados	03	4
Babá	01	1
Coletor de materiais recicláveis	01	1
Comerciantes	06	8
Cozinheiro	01	1
Desempregados	06	8
Faxineiros Diarista	06	8
Dona de casa	15	20
Eletricista	02	3
Encanador	01	1
Laminador de fibra	01	1
Manicure	01	1
Mecânico	02	3
Motorista	02	3
Padeiro	01	1
Pedreiros	07	9
Porteiro	02	3
Vidraceiros	01	1
Não informaram	12	16
Total	75	100%

Mais da metade da população entrevistada recebe entre um e dois salários mínimos (TABELA 6).

Tabela 6 - Renda familiar mensal

Salários mínimos	Frequência	%
Até 1	28	37
De 1 a 2	17	22
De 2 a 3	04	6
Mais que 3	01	1
Não possui renda	05	7
Não informou	20	27
Total	75	100

Dos que não informaram a renda familiar mensal, 3% estão aposentados e 12,5% afirmaram exercer atividade remunerada como autônomos.

A respeito da residência onde moram, dos 75 participantes, 85% afirmam que são donos dos imóveis (embora não possuam escritura, o que evidencia a falta de garantia jurídica sobre a moradia); 7% pagam aluguel; 5% declaram que a moradia foi cedida por terceiros e 3% não responderam à questão.

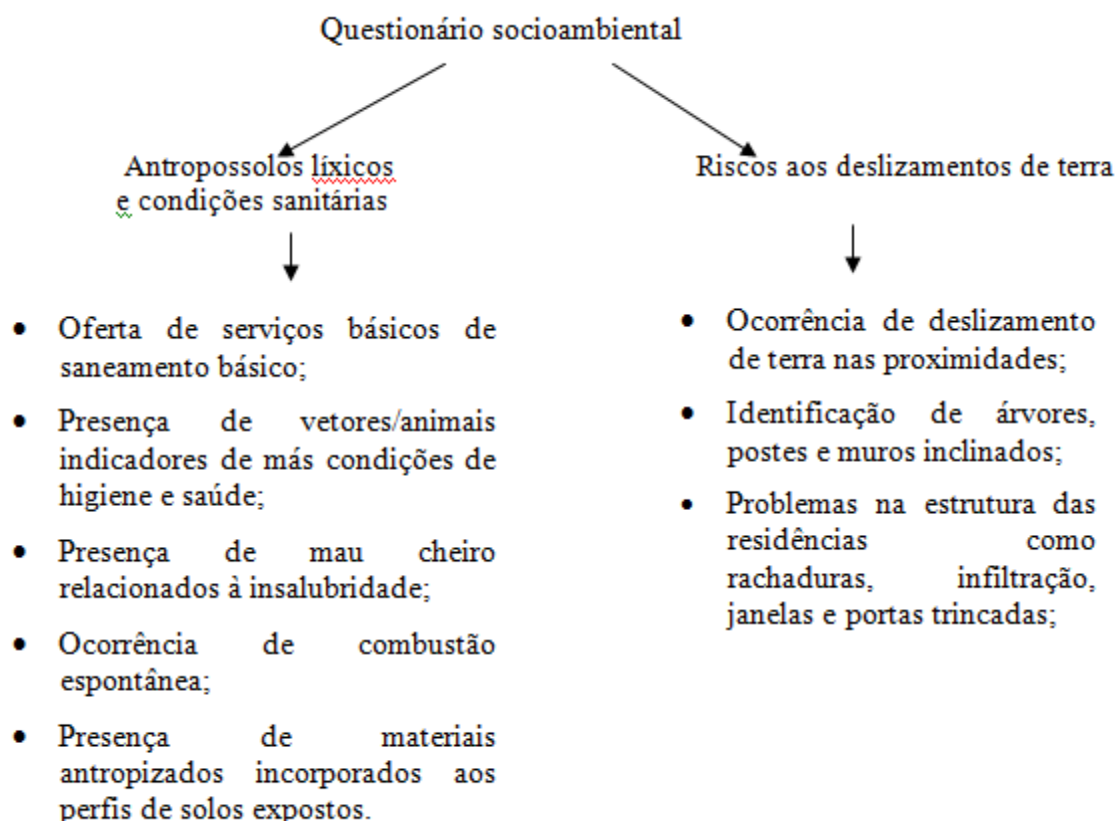
Não se pode afirmar que haja homogeneidade nas condições socioeconômicas da população da área de estudo, mas o questionário identificou que, de modo geral, elas são precárias e que a elas se relacionam às péssimas condições sanitárias, de saúde e habitação, situação que o questionário socioambiental identificou.

Inferese-se que a baixa escolaridade é a causa da baixa qualificação, que tem relação direta com atividades informais, o que por seu turno, resulta em baixos rendimentos para a família. De modo geral, a renda familiar mensal está aquém da média brasileira.

5.1.2 Resultados socioambientais

O questionário socioambiental identificou 30 famílias vivendo em cima do lixão desativado. Além disso, foi realizada a aplicação das fichas descritivas elaborada pelo Ministério das Cidades e IPT (2004) para identificação do grau de risco aos escorregamentos de solos na área estudada e seu entorno. O questionário socioambiental foi estruturado com dois conjuntos de perguntas para identificar as condições socioeconômicas e evidências de possível movimento de massa (FIGURA 33).

Figura 33 - Estrutura do questionário socioambiental



Para verificar o histórico de ocupação da área e se os moradores tinham conhecimento do antigo lixão, os participantes responderam há quanto tempo residem na área. Os resultados são apresentados na Tabela 7.

Tabela 7 - Tempo de residência na área de estudo

Tempo de residência na área de estudo ⁴	Frequência	%
Até 1 ano	04	5
De 1 a 5 anos	12	16
De 5 a 10 anos	17	23
De 10 a 15 anos	15	20
De 15 a 20 anos	12	16
De 20 a 25 anos	07	9
De 25 a 30 anos	06	8
Mais de 30 anos	02	3
Total	75	100

⁴ Os intervalos de tempo foram estabelecidos considerando a década 1970 como período de surgimento do lixão do Alvarenga.

Os entrevistados também foram questionados se tinham conhecimento da existência do antigo lixão. A Tabela 8 relaciona o período de residência na área com as respostas afirmativas sobre a existência do antigo lixão.

Tabela 8 - Conhecimento a respeito do uso da área antes do morador habitá-la

Tempo de residência na área	Frequência	Responderam que sabiam do antigo lixão	%
Até 1 ano	04	00	00
1 a 5 anos	12	07	58
5 a 10	17	10	59
10 a 15	15	06	36
15 a 20	12	05	42
20 a 25	07	04	57
25 a 30	06	04	67
Mais de 30	02	01	50

Os dados permitem concluir, de modo geral, que os moradores mais antigos têm conhecimento da existência do antigo lixão. Dos 75 entrevistados, 49% afirmou saber que a área abrigava o Antigo lixão do Alvarenga.

Para identificar o modo como se deu a ocupação do antigo lixão e seu entorno, os entrevistados foram questionados quanto ao meio pelo qual ficaram sabendo da existência do Sítio Joaninha, e a consequente ocupação: 41% souberam por amigos e familiares, há aqueles que já moravam nas proximidades. A Tabela 9 apresenta os resultados para esse questionamento.

Tabela 9 - Como os moradores souberam da área de estudo

Conheceram a área	Frequência	%
Familiares, amigos ou conhecidos	43	57
Sem intermediários (morava próximo da área)	15	20
Comprou de terceiros	07	9
Imobiliária	03	4
Nasceu	02	3
Trabalhava no lixão	01	1
Não respondeu	04	6
Total	75	100

Segundo moradores, mesmo se tratando de área de manancial e com presença de lixo, imobiliárias, clandestinamente, comercializavam lotes no e próximo do local.

De modo geral, o saneamento básico na maior parte é improvisado (FIGURA 34) e só mais recentemente está sendo implementado.

Figura 34 - Rede de encanamento de água improvisada por moradores no Sítio Joaninha – Diadema/SP



Foto: Santos (2014)

Alguns serviços essenciais como água encanada e energia elétrica passaram a ser oferecidos pela empresa consorciada apenas na porção de Diadema. Porém, como o serviço não se estendeu a todos, a água é ainda fornecida por caminhão pipa (FIGURA 35), os moradores sobre o lixão têm acesso à água quando moradores de Diadema fornecem-na de modo improvisado (FIGURA 36).

Figura 35 - Caminhão pipa abastecendo população do Sítio Joaninha – Diadema/SP



Foto: Santos (2013)

Figura 36 - Moradores que vivem sobre o antigo lixão (SBC) recebem água de moradores do Sítio Joaninha, Diadema/SP



Foto: Santos (2014)

Não há coleta nem tratamento do esgoto em toda área de estudo. Dos participantes, 67% declararam usar fossa séptica para destinar o esgoto doméstico, os demais, 33%, lançam esgoto a céu aberto.

A Tabela 10 quantifica a prestação dos serviços de saneamento básico.

Tabela 10 - População atendida por serviços de saneamento básico

Serviços prestados	Frequência	%
Oferta de água encanada	13	18
Drenagem das águas pluviais	0	0
Coleta e tratamento de esgoto	0	0
Coleta de lixo	66	92
Água fornecida por caminhão pipa	42	59
Energia elétrica	63	87,5
Pavimentação das vias	0	0

Durante os trabalhos de campo e pelo questionário aplicado, foi possível concluir que é inexistente o sistema para captação e drenagem das águas pluviais, os que não fazem uso da fossa séptica lançam as águas servidas e esgoto a céu aberto, como evidencia a Figura 37. Esse tipo de destinação do esgoto doméstico aumenta o risco a escorregamento, pois a água infiltra, podendo contribuir para saturação do solo em período chuvoso, em declividades mais acentuadas, potencializar escorregamentos.

Figura 37 - Lançamento de esgoto a céu aberto



Foto: Santos (2014)

Sobre a coleta de lixo, 92% dos entrevistados disseram ser atendidos por esse serviço, embora o serviço não consiga atender eficazmente à demanda (TABELA 11).

Tabela 11 - Periodicidade da coleta lixo

Periodicidade da coleta de lixo	Frequência	%
3x por semana	19	27
Menos de 3 vezes por semana	43	63
Irregular	02	3
Não respondeu	05	7
Total	69	100

Dos entrevistados, 89% afirmaram que é comum passar mais de 15 dias sem terem seus resíduos coletados, e que quando isso acontece, o meio de eliminar o lixo é queimando-o, por isso mais da metade afirmou que a qualidade do serviço não é boa. Dos moradores, 11% afirmaram não dispor de nenhum tipo de mecanismo para recolhimento do lixo (FIGURA 38).

Figura 38 - Parte da destinação final do lixo produzido por parcela da população da área de estudo



Foto: Santos (2013)

Dos entrevistados, mais de 80% afirmam ver e conviver com ratos e cobras, o que pode acarretar problemas de saúde e risco à vida. Durante a entrevista, uma moradora disse a respeito dos ratos: *"há momentos em que eles só faltam nos colocar para fora de casa"*. Durante as entrevistas, alguns moradores afirmaram que duas pessoas morreram por terem sido picadas por carrapato estrela (*Amblyomma cajennense*) transmissor da febra-maculosa.

Alguns associam esses animais à presença do lixo não recolhido com frequência, ao esgoto que não é tratado ou à vegetação próxima. Porém, poucos os relacionaram com o antigo lixão. Os moradores entrevistados também apontaram a presença de outros tipos de animais como lagartos, gambás, macacos, preás e morcegos.

Como mais um indicador da presença do antigo lixão, os participantes foram questionados quanto a percepção de algum tipo de mau cheiro próximo à residência, e se era possível identificar qual a origem do odor. Dos 75 entrevistados, 51% disseram não sentir mau cheiro nenhum; 47% responderam positivamente e um morador não respondeu a essa questão. Apenas 8% dos que responderam afirmativamente, disseram sentir cheiro parecido com de gás de cozinha, possivelmente metano, resultante da decomposição da matéria orgânica por processos químicos, como fermentação anaeróbia na fase de degradação dos RSU, denominada de metanogênica. Nessa fase, os compostos orgânicos simples são consumidos pelas bactérias e isso origina o metano. Para a saúde, o maior risco direto da presença do gás é o de explosão, quando não drenado ou queimado (BOSCOV, 2008).

Foi averiguada a ocorrência de combustão espontânea, incêndio ou explosão sem causa aparente. Os resultados são apresentados na Tabela 12.

Tabela 12 - Ocorrência de combustão espontânea

Combustão espontânea	Frequência	%
Sim	19	25
Não	51	71
Não responderam	05	4

Alguns moradores disseram ter havido intervenção da prefeitura de São Bernardo do Campo para controlar a saída dos gases, como indica a Figura 39.

Figura 39 - De acordo com moradores, local para captura do gás metano



Foto: Santos (2014)

Para auxiliar na delimitação espacial do lixão e a caracterização de solos nesse contexto ambiental, os participantes também responderam se identificavam com frequência materiais antrópicos como "sacolinhas de supermercado, tijolos, plásticos" ou materiais de outra

natureza inseridos nos solos; 4% dos moradores afirmaram que se cortaram ao manipular a terra do quintal de suas residências; 65% dos entrevistados responderam afirmativamente à essa pergunta, o que denota a presença de lixo, mesmo fora do limite oficial do lixo do Alvarenga.

Durante os trabalhos de campo foi possível encontrar diferentes locais com materiais antropizados incorporados aos perfis de solo. Um morador disse que já viu mangueira e até seringa na terra. Nas Figuras 40 e 41, há presença de camada antrópica e também de decapitação de perfil, conforme classificação dos Antropossolos em Curcio et al. (2004). Também se observa variações nas cores, que podem decorrer da introdução desses materiais.

Figura 40 - Perfil de solo exposto com materiais antrópicos incorporados



Foto: Santos (2014)

Figura 41 - Destaque para materiais antrópicos no solo em perfil decapitado



Foto: Santos (2013)

Nessas condições, é possível concluir que a área de estudo carece de serviços de saneamento básico e apontam para a existência dos Antropossolos Líticos, como manifestação do passivo ambiental.

Outra informação importante para se identificar as condições econômicas e da vulnerabilidade das habitações, face aos movimentos de massa, é a informação sobre o padrão construtivo das casas. Sobre essa informação, 68% da população respondeu que mora em casa de alvenaria; 26% moram em casa de madeira e 6% em casa de madeira e alvenaria (mista).

Também foram perguntados aos moradores sobre a presença de problemas como infiltração, rachaduras, portas e janelas trincadas, entre outras. Essas informações são importantes porque podem oferecer indícios do desenvolvimento dos processos estudados. A Tabela 13 apresenta as respostas afirmativas para a presença de problemas na estrutura das casas.

Tabela 13 - Presença de problemas relacionados à estrutura da moradia

Problemas identificados	Frequência	%
Infiltração	15	21
Rachaduras	10	14
Portas e janelas trincadas	07	10
Não há problemas na moradia	22	30
Não responderam	18	25

Nas metodologias para averiguação do grau de risco a processos como escorregamentos bem como para seu mapeamento, há diferentes indicadores que, se observados, conferem maior grau. A declividade é um deles (FIGURA 42).

Figura 42 - Área de acentuada declividade e inclinação



Foto: Santos (2014)

Também muros, cercas, árvores inclinadas, denominado pela metodologia do Ministério das Cidades e IPT (2004) de “embarrigados”, podem ser evidências da instalação dos processos de movimentação. Por esses motivos, foi perguntado aos moradores se já observaram a presença de materiais nessas condições, sendo que 47% dos entrevistados afirmaram já terem visto. As Figuras 43 e 44 ilustram cerca e árvore inclinada no entorno do antigo lixão, o que configura um processo de rastejo, movimento de massa lento, mas que pode evoluir.

Figura 43 - Cerca inclinada e detalhe para a posição da moradia em relação à encosta



Foto: Santos (2014)

Figura 44 - Mesma casa quase um ano depois, sem a cerca e com degrau de abatimento; árvore inclinada evidencia rastejo



Foto: Santos (2015)

Foi perguntado aos entrevistados se alguma vez tiveram conhecimento de eventos como escorregamentos nas proximidades da área. Conforme a Tabela 14, dos que disseram sim à ocorrência de escorregamentos, 42% das pessoas afirmam ter ocorrido uma única vez; 37,5% não souberam especificar; 17% das pessoas disseram que o evento já aconteceu várias vezes e 4% disse que ocorreu 03 vezes.

Tabela 14 - Ocorrência de escorregamento nas proximidades

Deslizamento de terra	Frequência	%
Sim	24	32
Não	47	63
Não respondeu	04	5
Total	75	100

A presença de feridos e/ou mortos como resultado grave de uma situação de risco em decorrência de ocupação inadequada é a materialização do risco e vulnerabilidade levados às últimas consequências, sobre isso apenas um morador disse ter havido vítima em decorrência de escorregamentos. Sobre danos materiais, 25% dos entrevistados disseram haver perda da casa e 4% afirmaram que a família foi retirada e passou a receber auxílio aluguel; 46% disseram que houve perda de bens como móveis e outros utensílios domésticos; 29% não especificaram o tipo de dano nem souberam precisar o ano.

Sabe-se que as chuvas intensas são as grandes deflagradoras dos escorregamentos, que associadas às declividades mais altas e tipo de cobertura vegetal e pedológica, aumentam o risco da ocorrência desse processo.

Por esse motivo, foi perguntado aos moradores se os escorregamentos presenciados ocorreram em períodos de chuva intensa ou não. Dos 24 que responderam ter havido escorregamentos, apenas 16% afirmaram que eles aconteceram fora do período chuvoso, os demais associaram o evento aos períodos com muitas chuvas. Uma entrevistada afirmou *"é só chover para tudo começar a desbarrancar"*.

Em campo também se constatou que a área, embora esteja ocupada há mais de três décadas, ainda se verifica processo de ocupação recente, o que por seu turno torna bastante expressiva as intervenções perigosas nos taludes (FIGURA 45) e que pode aumentar o risco para a moradia se ela for feita imediatamente ao lado da intervenção.

Figura 45 - Intervenção antrópica em talude



Foto: Santos (2014)

Com isso, constata-se que a área de estudo apresenta locais com riscos a escorregamentos, o que exige maior presença e intervenção do poder público municipal para controlar as situações que expõe a população ao risco.

Na área da pesquisa, conforme se dirige a montante do Sítio Joanhina, encontra-se o limite entre os municípios de Diadema e São Bernardo do Campo, na via denominada Estrada da Divisa Verde (FIGURA 46), também denominada de antiga Rua da Divisa.

Figura 46 - Estrada da Divisa Verde, divisor d'água e limite municipal aproximado entre São Bernardo do Campo e Diadema



Foto: Santos (2013)

Há 30 famílias (FIGURAS 47, 48 e 49) vivendo sobre o antigo lixão. Por se tratar de passivo ambiental, a prefeitura de São Bernardo do Campo não pode realizar nenhuma intervenção a fim de urbanizar a área. Esses moradores afirmaram esperar pela remoção de suas residências há oito anos. Nessa porção da área de estudo, a maioria das residências é construída de madeira e de modo muito improvisado.

Figura 47 - Casas sobre passivo ambiental do antigo Lixão do Alvarenga

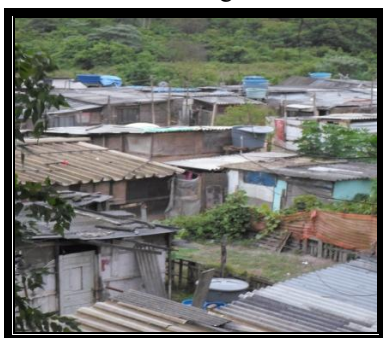


Foto: Santos (2014)

Figura 48 - Precariedade de moradias sobre passivo ambiental



Foto: Santos (2014)

Figura 49 - Moradias sobre passivo ambiental



Foto: Santos (2014)

5.2 Mapeamento de risco a escorregamentos de terra

No limite municipal entre Diadema e São Bernardo do Campo, encontram-se as áreas de maior risco a escorregamento (MINISTÉRIO DAS CIDADES; IPT, 2004). Conforme a metodologia aplicada, a declividade é parâmetro a se observar durante os trabalhos em campo,

depois se observa a posição da ocupação em relação a encosta de tal modo que quando a ocupação é localizada no meio da encosta (FIGURA 50) é considerada de maior risco, pois pode tanto cair, como também pode ser atingida por outras ocupações que estejam acima dela caso ocorra o escorregamento.

Figura 50 - Área limítrofe entre Diadema e São Bernardo do Campo elevada declividade e inclinação



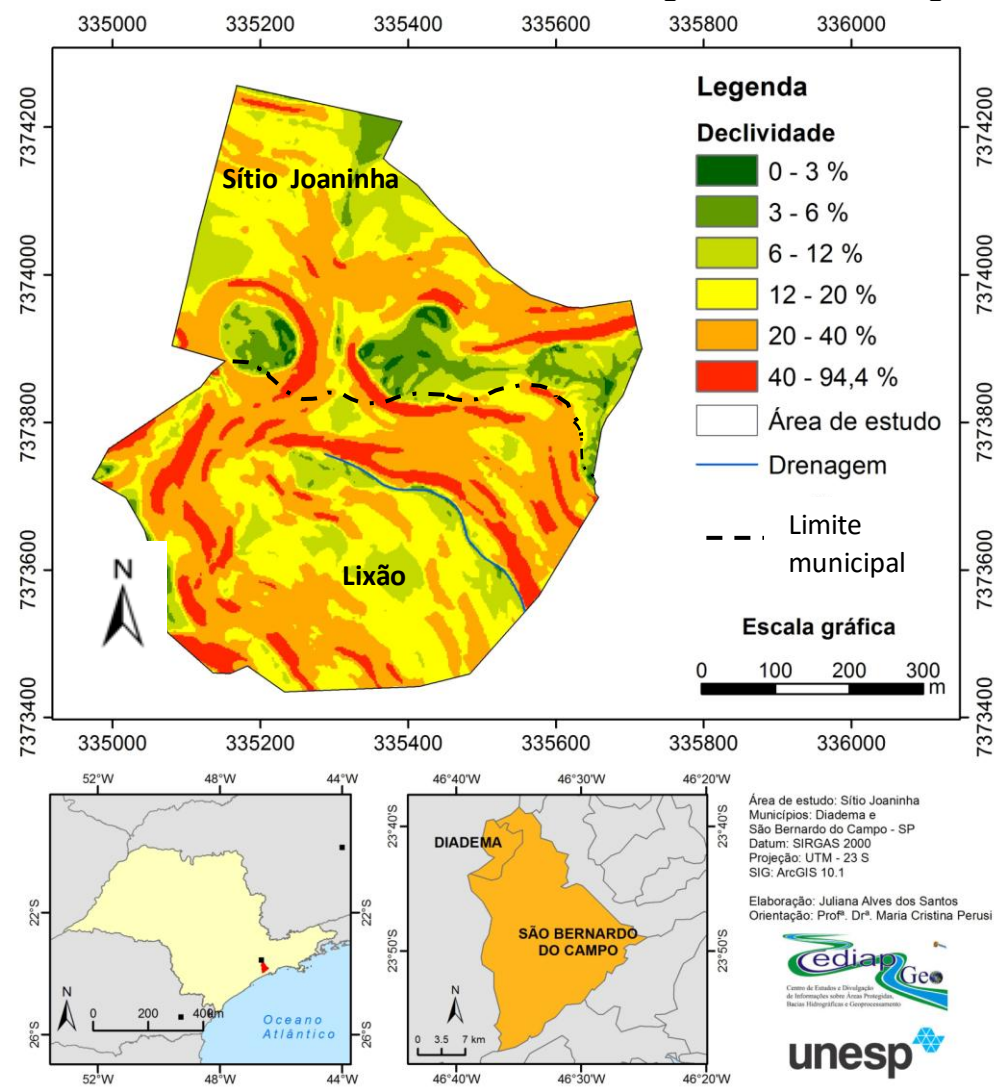
Foto: Santos (2014)

No caso da área de estudo, as maiores declividades são as encontradas nos limites dos municípios (FIGURA 51) e apresentam, conforme as classes de declividade de França (1963) (TABELA 15), formas de relevo entre forte ondulado, montanhoso e em alguns pontos considerados escarpados.

Tabela 15 - Classes de declividade conforme França (1963)

Classes de declividade (%)	Forma de relevo
0 – 3	Plano
3 – 6	Suave ondulado
6 – 12	Ondulado
12 – 20	Forte ondulado
20 – 40	Montanhoso
>40	Escarpado

Figura 51 - Mapa de declividade do Sítio Joaninha - Diadema/SP e área do antigo Lixão do Alvarenga - São Bernardo do Campo



A metodologia utilizada também aponta para a presença de rachaduras no chão, nas casas, tanto teto como paredes, como formas de evidência de movimentação. Em determinadas áreas de estudo, com acentuada inclinação da vertente foram identificadas evidências de movimentação na forma de rachaduras, que podem ser indicativos de evolução dos processos de escorregamento (FIGURA 52).

Figura 52 - Rachadura no chão: possível evidência de movimentação de terra



Foto: Santos (2014)

Nessa porção da área de estudo, infere-se que as casas, predominantemente de alvenaria, podem ser menos vulneráveis que moradias precárias construídas com madeira (FIGURAS 53 e 54).

Figura 53 - Padrão construtivo de alvenaria em local de elevada declividade e inclinação



Foto: Santos (2014)

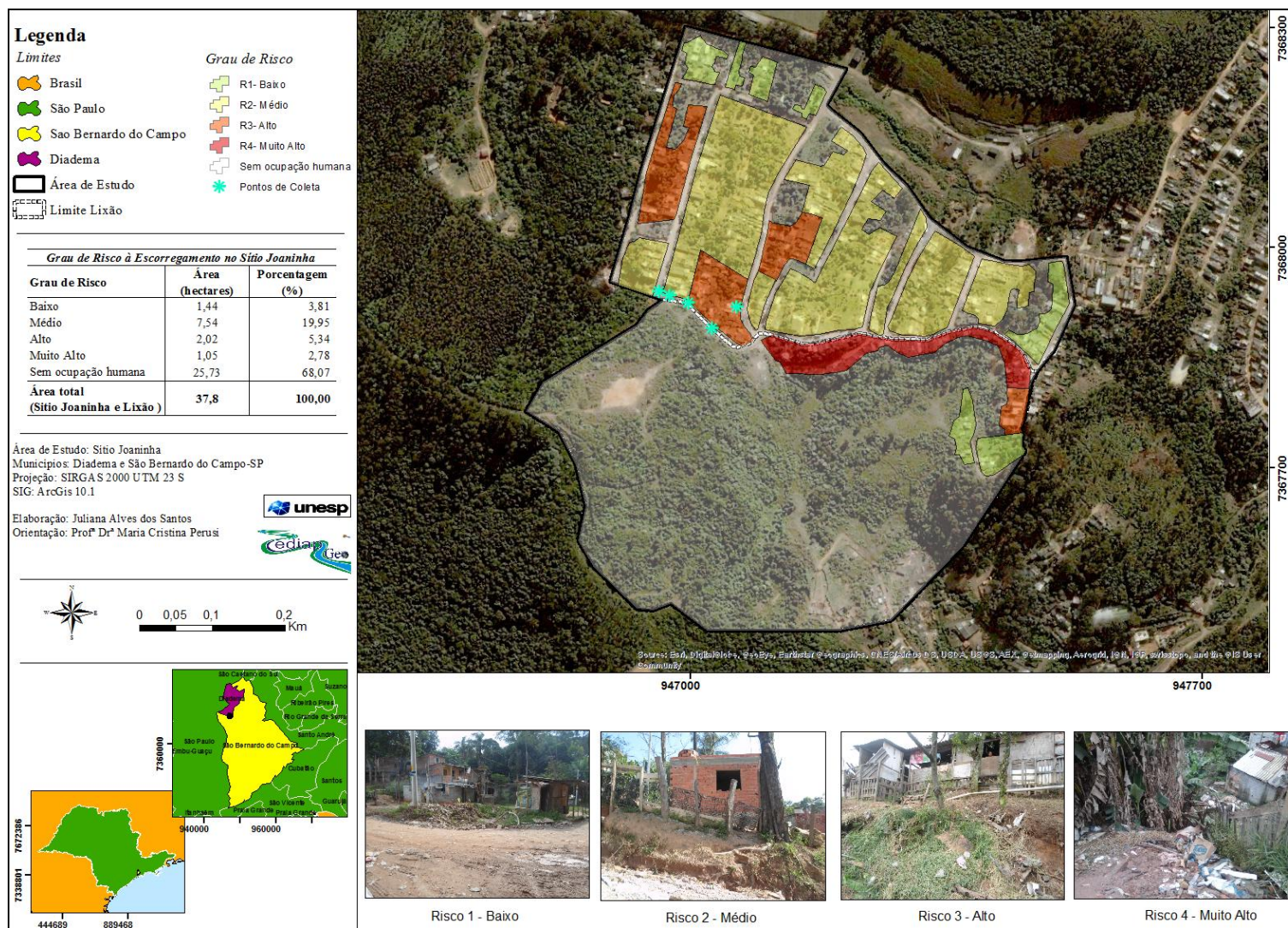
Figura 54 - Moradia em área de acentuada declividade no limite entre os municípios



Foto: Santos (2014)

A entrevista com os moradores, os trabalhos de campo e a identificação de evidências de movimentação obtida com a pré setorização e a setorização, resultaram no mapa de risco a escorregamento (FIGURA 55). Pelo mapeamento, as áreas de maior risco são as compreendidas entre os limites municipais, na borda do antigo lixão.

Figura 55 - Mapa de risco a escorregamento da área de estudo: Sítio Joaquinha em Diadema e antigo Lixão do Alvarenga em São Bernardo do Campo



Observou-se que as áreas de risco muito alto a escorregamento (R4) são as que se encontram na borda do antigo lixão, com quase 3% da área total mapeada. Nesta porção da área de estudo se encontram as maiores declividades e a conjunção dos quatro parâmetros básicos avaliados (declividade/inclinação; tipologia do processo passível de ocorrência; posição da moradia em relação a encosta e a qualidade da ocupação, ou seja, o material construtivo das habitações).

Trata-se de local onde as evidências de escorregamentos se fazem presentes de maneira mais crítica: cicatrizes de outros escorregamentos ou outras características que demonstrem a ocorrência anterior do fenômeno. Nesta porção da área de estudo, moradores afirmaram sobre a ocorrência de escorregamentos anteriores e isso pode ser evidenciado pela presença de casa atingida pelo fenômeno (FIGURAS 56 e 57). Em um setor mapeado como R4, se mantidas as condições existentes, é muito provável a ocorrência de escorregamentos.

Figura 56 - Escorregamento em via de acesso no Sítio Joaninha ocorrido em janeiro de 2013



Foto: Santos (2013)

Figura 57 - Evidência de escorregamentos anteriores: casa atingida pelo processo e árvores inclinadas



Foto: Santos (2015)

Apesar de todas as evidências de perigo, essas áreas ainda são utilizadas para lançamento dos resíduos sólidos (FIGURA 58).

Soma-se a isso a precariedade na oferta de alguns serviços essenciais à saúde e à boa qualidade da moradia. Nesse quadro é notório, a partir do estudo da paisagem, o imprevisto adotado para a “solução” de alguns problemas de natureza sanitária e de construção civil.

Figura 58 - Local atual de lançamento de rejeitos e resíduos



Foto: Santos (2015)

As áreas de risco alto (R3) também no limite entre o antigo lixão do Alvarenga e o Sítio Joanelinha, possuem menores declividades, importante parâmetro para estabelecimento dos diferentes graus de risco. No entanto, é significativa a intervenção antrópica sobre os taludes o que potencializa o desenvolvimento dos processos neste setor. Foi nessa área que foi realizada a coleta das amostras de terra.

A área ocupada pelo risco médio (R2) é a mais expressiva de todas as áreas identificadas com algum grau de risco. O risco médio identifica que os condicionantes geológicos e geotécnicos bem como o nível da intervenção são de baixa potencialidade para o desenvolvimento dos processos de interesse nessa pesquisa.

O mapa indica que quanto mais distante do limite entre os municípios, divisor d'água e borda do antigo lixão, menores são a declividade e inclinação, de modo que há diminuição do grau de risco a escorregamento. Assim, as ocupações sobre as áreas de risco baixo (R1) são aquelas que se encontram sobre as menores declividades. Isto quer dizer que tais ocupações estão situação menos crítica, no qual não se verificam evidências do desenvolvimento de processos de instabilização das encostas e que se mantidas as condições dos condicionantes geotécnicos e geológicos e o nível de intervenção, não se espera a ocorrência de eventos.

A distribuição dos diferentes graus de risco a escorregamento da área de estudo está sistematizada na Figura 59 e na Tabela 16.

Figura 59 - Proporção dos diferentes graus de risco a escorregamento para a área mapeada

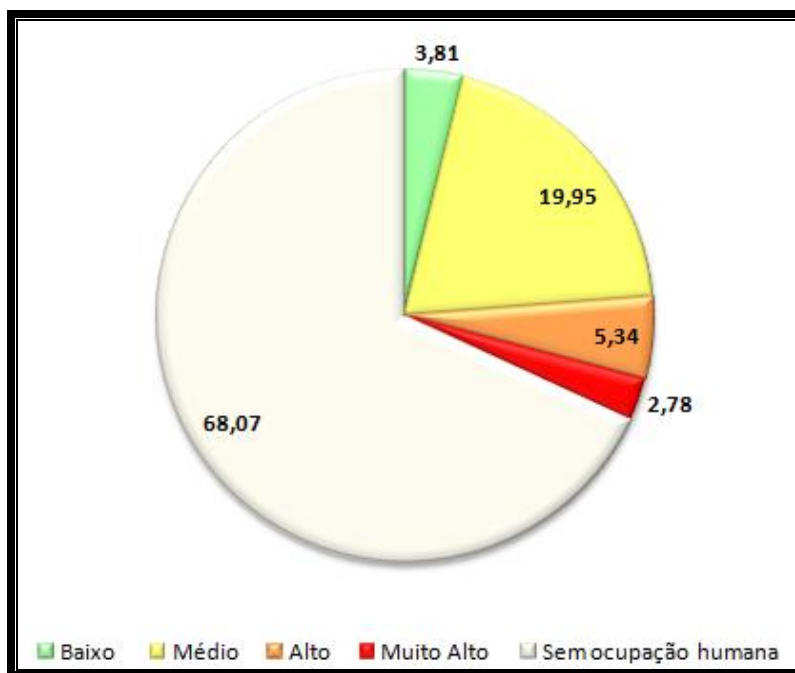


Tabela 16 - Distribuição dos diferentes graus de risco a escorregamento na área de estudo

Risco: escorregamento	Área (hectares)	Porcentagem (%)
Baixo	1,44	3,81
Médio	7,54	19,95
Alto	2,02	5,34
Muito Alto	1,05	2,78
Sem ocupação humana	25,73	68,07
Área total: Sítio Joanelha (Diadema) e antigo Lixão do Alvarenga (São Bernardo do Campo)	37,8	100

5.3 Resultados das análises de solos segundo alguns parâmetros geotécnicos

Do ponto de vista da construção civil, importante para as edificações é o tipo de fundação que vai suportá-las e para isso os solos devem ter condições adequadas segundo alguns parâmetros geotécnicos. Deste modo, há parâmetros que possibilitam a ideia preliminar do comportamento dos diferentes tipos de solo, quando submetidos à aplicação de forças externas. Para essa avaliação preliminar, a análise granulométrica o caracteriza do ponto de vista das partículas que o constitui. A partir dessa informação, juntamente com a umidade, é possível avaliar o comportamento que determinado solo apresenta quando submetido à forças externas. Assim, quanto maior a quantidade de argila, maior será seu

Limite de Liquidez e menor sua resistência aos recalques. Estes últimos podem ocorrer rapidamente se se tratar de solos arenosos ou argilosos que ainda não estejam saturados, ou podem ocorrer lentamente, se forem argilosos já saturados.

De acordo com a literatura sobre o tema, a composição litológica da área de estudo é de rochas metamórficas como xistos e filitos, portanto, os processos de intemperismo originariam Argissolos e Cambissolos, com valores relativamente altos de argila e silte e presença de mica. Esse fato é comprovado pelas análises granulométricas realizadas nas cinco amostras. Os locais amostrados podem ser classificadas como Antropossolos Líxicos, em decorrência da presença de 40 cm ou mais de materiais antropizados, lixo. Cumpre destacar também que área foi intensamente mobilizada e recebeu terra, Antropossolo Sômico, para cobrir as células de lixo (FIGURA 60 a;b). Isso pode explicar o aumento considerável da fração areia em algumas das amostras coletadas. Os resultados gerais para os parâmetros analisados estão sistematizados nas Tabelas 17 e 18.

Tabela 17 - Resultado para massa específica, umidade, Limites de Atterberg e peneiramento das amostras

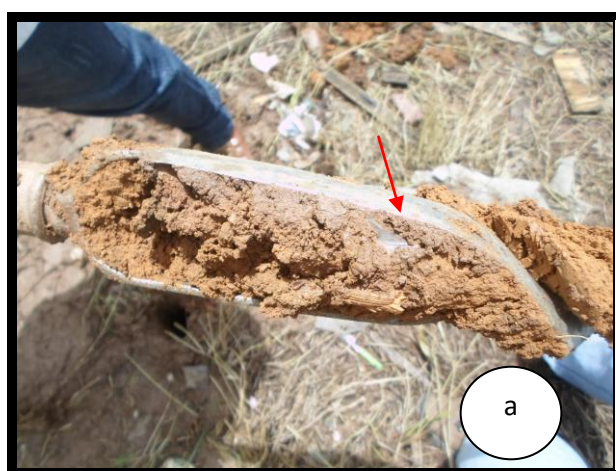
Amostra	Det.	Massa específica de sólidos (g/cm ³)	Umidade (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	Porcentagem de finos (passa na 0,075mm)	Cc
01	A	2,700	7,7	51	27	24	68,1	0,37
	B	2,652	6,9	51	28	22	68,5	
	C	2,728	6,3	50	28	22	69,5	
02	A	2,722	0,9	33	NP	--	65,6	0,21
	B	2,756	0,9	33	NP	--	67,0	
	C	2,769	1,0	34	NP	--	65,7	
03	A	2,688	1,6	45	28	17	67,3	0,31
	B	2,651	1,6	47	26	21	65,2	
	C	2,727	1,6	45	26	18	64,5	
04	A	2,661	1,1	33	22	11	52,5	0,21
	B	2,816	0,6	34	23	10	52,3	
	C	2,683	1,1	33	22	11	53,2	
05	A	2,816	0,6	30	NP	--	63,7	0,19
	B	2,755	0,6	30	NP	--	63,8	
	C	2,793	0,7	31	NP	--	66,0	

Det. Determinação; LL: Limite de Liquidez; LP: Limite de Plasticidade; IP: Índice de Plasticidade; Cc: Índice de compressibilidade

Tabela 18 - Resultado da composição granulométrica das amostras

Amostra	Det.	Composição granulométrica (%)						Classificação granulométrica
		Pedregulho ⁵	Areia			Silte	Argila	
			Grossa	Media	Fina			
01	A	1,4	1,1	2,5	33	22,5	39,5	Argila areno siltosa marrom amarelado com mica
	B	2	1	2	33,5	21,5	40	
	C	1,5	1	2	33,5	23	39	
02	A	4,5	1,5	2,5	34	37	20,5	Silte areno argiloso marrom claro micaceo
	B	4,5	0,5	2,5	33	39	20,5	
	C	4	1	3	34	38	20	
03	A	4,5	2,5	2	32	27	32	Areia fina argilo siltosa marrom amarelado com mica
	B	6	3	2	32,5	24,5	32	
	C	7,5	2,5	2	34,5	22,5	31	
04	A	0,5	1	5,5	47,5	21,0	24,5	Areia fina argilo siltosa marrom avermelhado com mica
	B	2,5	2,5	3	47	20,5	24,5	
	C	0,5	1	4,5	48	22,5	23,5	
05	A	1	0,5	3,5	33,5	48,5	13	Silte arenoso marrom escuro micaceo
	B	0,5	0,5	4	36	46,5	12,5	
	C	0,5	0,5	3,5	40	49	10,5	

Figura 60 - a) Pedaco de vidro durante tradagem no Sítio Joantina; b) Pedaco de tecido



Fotos: Santos (2015)

Conforme o Sistema de Classificação Unificada, as amostras analisadas são de granulação fina com a porcentagem de partículas que passa pela peneira de 0,075mm, superando os 50%, o que quer dizer que por se tratar de amostras com expressiva porcentagem de finos (argila e silte) para apreender a influência destas partículas no comportamento dos solos, foi avaliado os Limites de Atterberg ou Índice de Consistência.

⁵ O termo “pedregulho” é empregado na geotecnia para se referir a grãos (partículas) do solo com dimensões entre 2 e 20mm.

Todas as amostras foram coletadas em área residencial, com intenso impacto da intervenção antrópica como a deposição de RSU. Em setor de risco a escorregamento alto (R3) em área da borda do antigo lixão, conforme o mapa de risco a escorregamentos (FIGURA 55).

5.3.1 Amostra 01 – baixa vertente lado A

A amostra 01 retirada da baixa vertente Lado A com altitude de 810m (FIGURA 61 a,b), apresentou os seguintes dados para massa específica dos sólidos, umidade, Limites de Atterberg e Índice de Compressibilidade (TABELA 17).

Figura 61 - a, b) Local de coleta da amostra 01

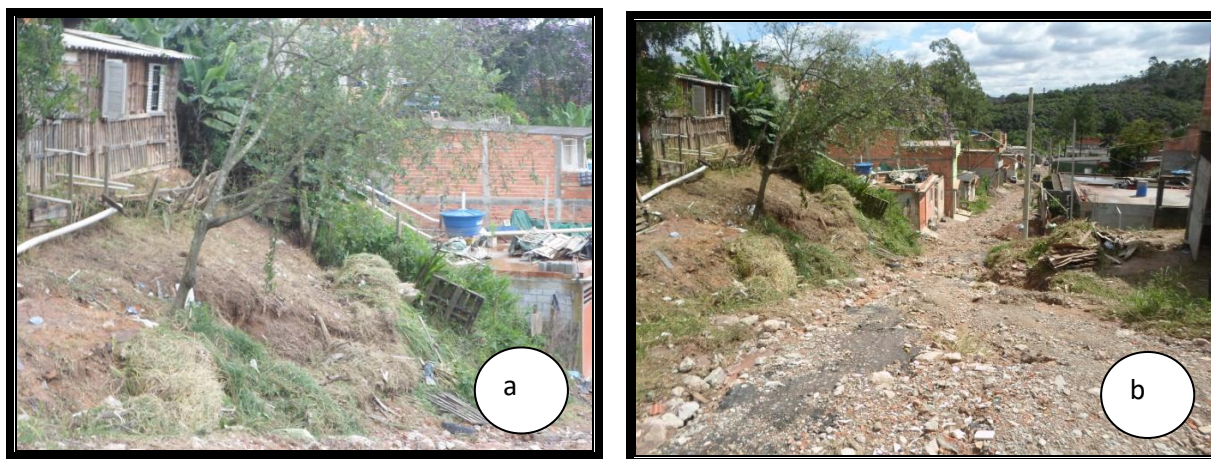


Foto: Perusi (2015)

Como se pode observar na Tabela 16 os valores da massa específica das partículas da amostra 01 ficaram entre $2,60\text{g/cm}^3$ e $2,75\text{g/cm}^3$, portanto, trata-se de amostra predominantemente mineral, compatível com a densidade do quartzo e/ou mica, como era esperado.

O resultado elevado de umidade, quando comparado com as outras amostras, tem relação direta com as partículas mais finas, pois a argila retém mais água, o que pode contribuir para aumento da saturação do solo em períodos de elevados índices pluviométricos, e aumento do escoamento superficial. Esses fatores, combinados com intervenções antrópicas inadequadas como, por exemplo, intervenções em taludes que aumentam a inclinação da vertente, pode resultar em deflagração de escorregamentos. No entanto, o valor da umidade caracteriza a amostra 01 como solo seco, apesar de apresentar maior umidade comparada às

outras 4 amostras. Uma razão para este fato é que se trata de amostra retirada no sopé da vertente, portanto, de acúmulo de água.

O elevado Limite de Liquidez, por sua vez, se relaciona ao fato da maior porcentagem de argila presente nesta amostra e isso significa que a umidade necessária para que o sulco na amostra se feche após 25 golpes foi de 50%. Quanto maior o Limite de Liquidez mais compressível é o solo, situação observável ao se comparar o Índice de Compressibilidade (C_c) da amostra 01 (0,37) com o C_c das outras amostras. A amostra 01 apresentou, portanto, os maiores LL e IP em decorrência da maior presença de argila, trata-se de maior comportamento plástico e mais suscetível a mudança de comportamento, com alteração do volume, quando da variação de sua umidade, ou seja, quanto maior o teor de umidade menor a resistência à aplicação de forças externas. Sob este ponto de vista, a amostra 1 é a mais suscetível a deformações em decorrência de exigências externas. Valioso ressaltar que se reconhece a importância da análise da atividade da argila para comprovação do seu estado de plasticidade, no entanto, para a caracterização que se objetiva, os parâmetros mencionados possibilitam tais considerações sobre a amostra em questão.

Os resultados da composição granulométrica da amostra 01 estão sintetizados no Tabela 18.

A amostra 01 pode ser classificada conforme o Sistema de Classificação Unificada como de solo fino, com mais de 69% do material com dimensão menor que 0,075mm. Ao se identificar os valores dos Limite de Liquidez e do Índice de Plasticidade na Carta de Plasticidade, a amostra é classificada como argila e silte de alta compressibilidade, o que condiz quando se compara com o resultado do C_c da amostra 01 com o das outras amostras. Isso quer dizer que é a mais sujeita aos recalques. Desta forma, a ocupação dessa porção torna-se mais problemática face ao imprevisto com que parte das famílias construiu suas casas, a ocupação nessa porção da colina requer mais intervenções técnicas para evitar possíveis deflagrações de movimentos de massa. Na área de coleta da amostra 01, como evidenciado ao longo da dissertação, há indícios de movimentação de terra.

5.3.2 Amostra 02 – média vertente lado A

A amostra 02 retirada da média vertente lado A, altitude 820m (FIGURA 62 a;b), tem como resultado para parâmetros como umidade e Limite de Atterberg os sintetizados na Tabela 17.

Figura 62 - a;b) Local de coleta da amostra 02

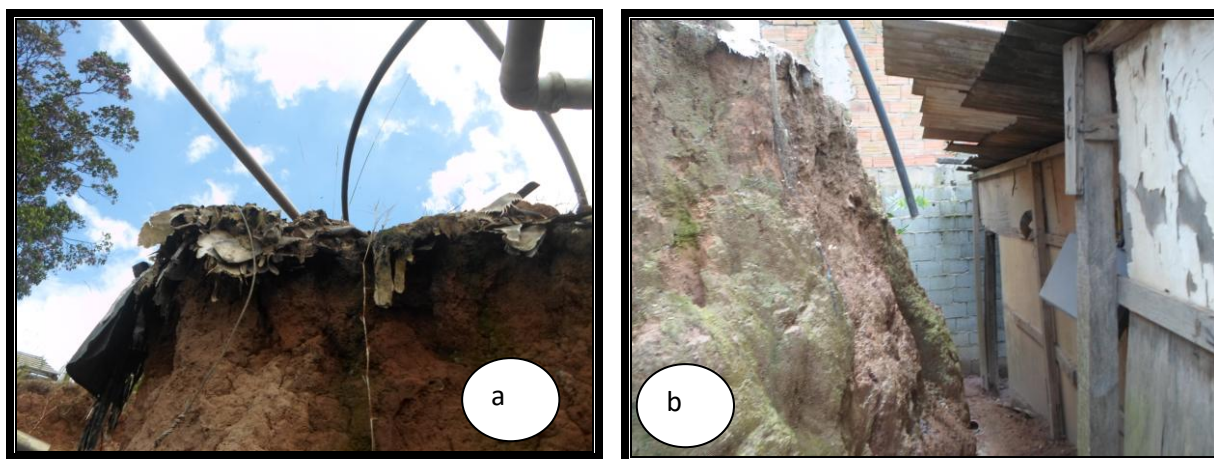


Foto: Santos (2015)

A amostra 02 apresentou valores maiores do que a amostra 01 para a massa específica das partículas, sendo o valor da determinação C maior que o estabelecido como referência para alguns minerais, trata-se também de amostra mineral.

Considerável diminuição da umidade apresentou a amostra 2 quando comparada com a amostra 1. Nessa parte da colina amostrada, tal redução da umidade está relacionada a menor porcentagem da argila e também em virtude da maior declividade, tendo também como referência a amostra 01. Quanto aos Limites de Atterberg (%) e Índice de Compressibilidade (C_c), a redução da porcentagem de argila e da umidade, resultou em menor Limite de Liquidez, de modo que a amostra não apresentou comportamento plástico, não sendo possível identificar o valor do Índice de Plasticidade. Por isso a amostra apresentou também menor Índice de Compressibilidade que a amostra 01. Observando este parâmetro, a amostra 2 apresenta menor risco aos recalques do que a amostra 1.

Os resultados para a composição granulométrica da amostra 2 são apresentados na Tabela 18.

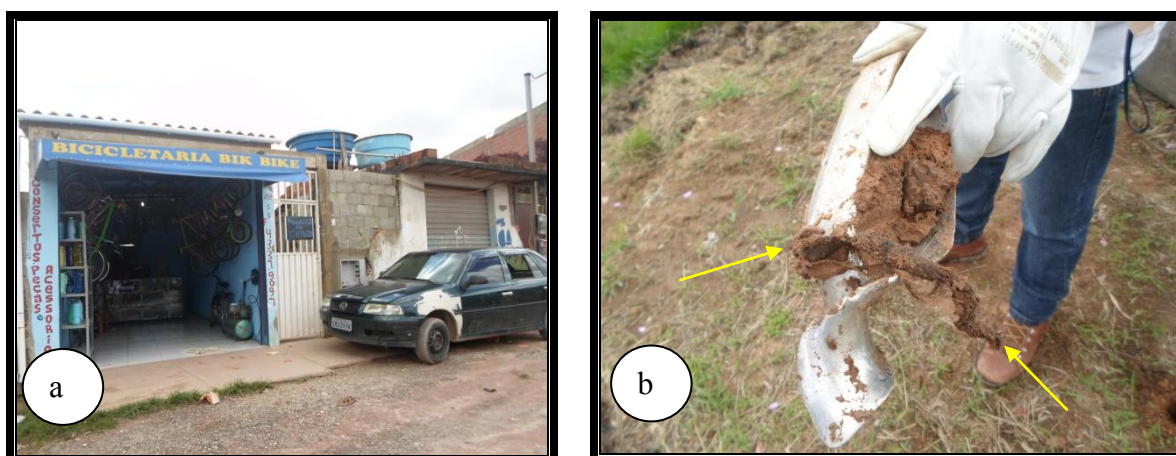
A amostra 02 apresentou de modo geral, maior porcentagem de silte seguido pela areia fina, com redução da porcentagem de argila em comparação com a amostra 01, por isso apresentou considerável diminuição da umidade e do Limite de Liquidez, de tal modo que o

solo não apresentou comportamento plástico. Portanto, não é possível dizer qual o grau de compressibilidade desta amostra, pois sem o Índice de Plasticidade não se identifica a amostra na Carta de Plasticidade. No entanto, embora a amostra não apresente comportamento plástico, a porcentagem de finos ainda se manteve acima de 50% em relação à fração granular, areia e pedregulho, o que permite classificar a amostra em solo fino. Durante a amostragem, foram identificados materiais antrópicos como tecido incorporados às porções mais superficiais e profundas deste ponto da coleta.

5.3.3 Amostra 03 – Topo da colina

Retirada a altitude de 825 metros, no topo da colina, a amostra 3 (FIGURA 63 a,b) apresentou os seguintes dados para massa específica de sólidos, umidade, Limites de Atterberg e Índice de Compressibilidade (TABELA 17).

Figura 63 - a;b) Local de coleta da amostra 03



Para os valores da massa específica dos sólidos da amostra 3, foram observadas algumas variações entre as três determinações, no entanto, a amostra pode ser caracterizada como mineral. Quanto a umidade, a amostra 3 apresentou sutil aumento se comparada com amostra 2, possivelmente devido ao aumento da porcentagem de argila (TABELA 18) também quando se compara com a fração argila da amostra 2, o que consequentemente incidirá sobre os Limites de Atterberg.

A amostra 3 apresentou maior porcentagem de areia fina comparadas as amostras 1 e 2 (TABELA 18), seguida da fração argila.

Do ponto de vista da composição granulométrica, essa amostra ainda é considerada como solos finos, pois é constituída por mais de 50% de partículas passando pela peneira nº 200. Embora tenha ocorrido o aumento da fração areia fina.

O aumento de argila na amostra, mesmo que não seja elevado, é suficiente para conferir a amostra comportamento plástico, elevando o Limite de Liquidez para 45%, e Índice de Plasticidade entre 17 a 21%. Segundo o Sistema de Classificação Unificada, a amostra 03 é identificada como argila de baixa compressibilidade, tendo em vista o aumento da porcentagem de areia fina. Isto se evidencia pelo valor do Índice de Compressibilidade, maior que da amostra 2, porém menor que o da amostra 01, que apresenta maior porcentagem de argila. Deste ponto de vista, a amostra 03 seria mais resistente aos recalques do que amostra 01, e menos resistente do que a amostra 02.

5.3.4 Amostra 04 – média vertente lado B

Amostra 04 foi retirada a altitude de 822m na média vertente, Lado B da colina conforme Figura 64 a,b.

Figura 64 - a;b) Local de coleta da amostra 04



Fotos: Santos e Perusi (2015)

Os resultados gerais de massa específica de sólidos, umidade, Limites de Atterberg e Índice de Compressibilidade foram apresentados na Tabela 17.

Para os valores da massa específica dos sólidos da amostra 3, observa-se valores mais altos, mas ainda assim, esperado para solos tropicais. Trata-se de uma amostra com predomínio de minerais leves.

Como se observa na Tabela 24, a amostra 04 apresenta diminuição de umidade, o que por sua vez, reduz o LL e LP, portanto, o Índice de Compressibilidade. A diminuição da

umidade novamente se relaciona a considerável diminuição da porcentagem de argila e aumento da areia (TABELA 18).

A amostra apresentou elevada porcentagem de areia fina e por isso a redução de partículas que passaram pela peneira 0,075mm quando comparada as amostra anteriores.

O aumento da areia fina e redução da argila é responsável pela redução dos valores dos Limites de Atterberg e, portanto, do Índice de compressibilidade, embora seja possível observar comportamento plástico, baseada no Índice de Plasticidade, entorno de 11 %. Segundo o Sistema de Classificação Unificada, a amostra é caracterizada como argila ou silte de baixa compressibilidade.

5.3.5 Amostra 05 – baixa vertente lado B

A amostra 05 foi retirada a altitude de 818 metros na baixa vertente lado B (FIGURA 65 a,b).

Figura 65 - a;b) Local de coleta da amostra com destaque para o padrão construtivo onde se realizou a coleta



Fotos: Santos e Perusi (2015)

Os resultados para massa específica de sólidos, umidade, Limites de Atterberg e Índice de Compressibilidade estão resumidos na Tabela 17.

A amostra 05 apresentou os maiores valores para a massa específica de sólidos, isso permite inferir que pode haver minerais com composição química e estrutura cristalina que confere maior massa específica dos sólidos. Essa amostra apresentou redução significativa de umidade comparada às demais, podendo ser considerada, portanto, a mais seca. Tal fato se

relaciona ao aumento da fração areia na qual a água percola mais facilmente, mas sobretudo, pela redução expressiva da fração argila.

Por causa da redução significativa da fração argila e da umidade, a amostra não apresentou comportamento plástico, de tal modo que não se identificou o Índice de Plasticidade e houve a redução do Índice de Compressibilidade que foi de 0,19. Observando a compressibilidade da amostra esse ponto foi o que apresentou maior resistência à aplicação de forças externas, ou seja, menor risco a recalque.

Os dados para a composição granulométrica da amostra 05 estão sintetizados Tabela 18.

Na amostra 05 houve aumento considerável do silte com redução expressiva da fração argila, mas ainda assim, a amostra é classificada como de solo fino. Observa-se também o aumento da fração areia, podendo o aumento estar relacionado ao uso que se faz deste ponto de coleta, como salientado, trata-se de quintal de uma residência do Sítio Joaninha, Diadema/SP.

Comparando as cinco amostras de modo geral, a 01 obteve maiores índices de umidade por estar também nas porções mais baixas da vertente, onde, por ação gravitacional, ocorre a concentração de água. Mesmo assim, os valores das amostras para umidade caracterizam-na como seca, embora seja constituída por finos. As amostras 01 e 03 apresentaram os maiores valores para os Índices de Compressibilidade (TABELA 17), portanto, dentre os cinco pontos de amostragem, são os que estariam, segundo este parâmetro, menos resistentes quando submetidas a tensões (forças) externas, tendo em vista que os Limites de Atterberg para tais amostras foram os maiores em decorrência da maior porcentagem de argila.

6 CONCLUSÕES

É explícita a precariedade das condições socioambientais em que vivem os moradores da área de estudo. O risco ao qual esta população está submetida não se limita aos de escorregamento de terra, embora tenha se identificado 3% da área em risco muito alto (R4), também se relaciona com a insegurança do ponto de vista da posse jurídica das moradias, dos riscos à saúde da população associados aos contaminantes do solo, ao uso de água potencialmente contaminada, da ausência de condições urbanísticas e sanitárias: ausência de serviços essenciais à vida como oferta adequada de água potável, coleta e o tratamento de esgoto, a coleta constante do lixo, ou em decorrência dos riscos associados à presença do antigo lixão do Alvarenga.

Importante destacar a intrínseca relação dos Antropossolos Líticos com a ocupação de risco, bem espacializada nesta paisagem da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP). Os riscos a eles associados se expressam na exposição aos materiais tóxicos e sépticos, além da liberação do gás metano, ou seja, está associado à ausência de condições que garantam uma vida digna à população.

No que tange aos resíduos sólidos urbanos e a deflagração de escorregamentos, identificou-se na literatura que a inserção de materiais antrópicos, se realizada com os devidos aparatos técnicos, pode ser um fator de estabilização do solos, a exemplo da borracha de pneu, a partir da qual pode-se obter a granulometria adequada para determinados fins geotécnicos, ou seja, intervenção humana nem sempre significa impacto negativo, embora o histórico da área de estudo caminhe exatamente nessa direção.

A avaliação do comportamento e estabilidade dos solos segundo alguns parâmetros da geotecnia (umidade, Limites de Atterberg, Índice de Compressibilidade, Composição granulométrica) permite identificar pontos da área de estudo em que o solo estaria menos resistente às forças externas, como a exemplo da amostra 01. No entanto, este é apenas um diagnóstico preliminar, pois a pesquisa reconhece a complexidade que envolve um estudo desta natureza, e que as variáveis analisadas servem apenas como ponto de partida para avaliações mais profundas e criteriosas.

A metodologia empregada para identificar o grau de risco a escorregamentos na área de estudo mostrou-se eficaz. O mapeamento, via identificação dos setores com mesmo grau de risco, demonstrou que as áreas com maior risco a escorregamento estão nos limites municipais entre Diadema e São Bernardo do Campo, nos quais já se verificou ocorrências

passadas do fenômeno, onde há pessoas residindo e que coincide com a borda do antigo Lixão do Alvarenga.

Do ponto de vista político, a análise sobre a ocupação da área de risco, seja a escorregamento ou à saúde, como ocorre com quem habita antigos lixões, permite inferir que a máxima bastante difundida, de que as cidades muitas vezes crescem de forma desordenada e que serve para justificar constantemente o caos urbano, deve ser relativizada. A aparente desordem da cidade pode também ser resultado do descompasso de políticas públicas que não dialogam entre si, porque priorizam a base territorial e não as populações. Devem ser as pessoas a prioridade e objetivo do planejamento territorial urbano.

Os procedimentos adotados permitiram classificar os Antropossolos da área de estudo até o 4º nível categórico, conforme Curcio et al. (2004), em Antropossolos Líticos Órticos toxissépticos, ou seja, Antropossolos com materiais antrópicos orgânicos e/ou inorgânicos misturados ou dispostos em camadas, nocivos ao ambiente e que não estão sujeitos a ação do aquífero freático, pelo menos não identificável a partir dos procedimentos metodológicos adotados nessa pesquisa.

A temática dos Antropossolos Líticos na perspectiva da Geografia permite refletir de um jeito novo a compreensão dos processos pedogenéticos atuais, pois contemporaneamente, a ação das leis da natureza não é mais a única a responder pela formação do referido recurso, nesse caso, não mais natural. Seguramente, as atividades humanas causam importantes alterações nas características pedogenéticas. Em função disso, é preciso vislumbrar novos parâmetros para estudar os horizontes diagnósticos, de modo a ressignificar e incluir o ser humano nesse processo. A temática é também pertinente no contexto da Geografia, porque é uma forma de abordar e refletir sobre a interação entre homem-meio, sociedade-natureza.

Por fim, toda a situação vivenciada pela população da área de estudo evidencia uma atuação pouco comprometida dos agentes tomadores de decisões para com todas aquelas famílias. Infelizmente, essa realidade certamente se repete em outros espaços urbanos, onde se verifica a conjugação entre fragilidade ambiental se combina com condições de grande vulnerabilidade social, resultando em privação de certos direitos essenciais aos seres humanos.

Para não concluir, a população da área de estudo expressa uma realidade urbana sofrida, e esse sofrimento materializa-se no recurso, já não tão natural, solo. Eis o desafio para pesquisas futuras.

7 REFERÊNCIAS

AB'SÁBER, A. N. Um conceito de geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o quaternário. Instituto de Geografia, In. **Geomorfologia**, n. 18, São Paulo, 1969.

AB' SÁBER, A. N. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. 7. ed. São Paulo: Ateliê Editorial, 2012

AMPRINO, D.A.C. **Estudo e análise do comportamento de reforços e suas aplicações na engenharia geotécnica. Estudo de misturas de solo com adição de borracha moída de pneus**. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Engenharia Civil, 2011

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 7181. **Solo – análise granulométrica método de ensaio**, Rio de Janeiro, 1988. Disponível em: <https://docs.google.com/file/d/1WucjRUTFFU0fz_TPewbwiHAlraXuDYXyjYIVByK8_fxzQMweZ_A8LdRZr9YG/edit?pli=1> Acesso em: 18 de jul. 2015

_____. NBR 6459. Solo-Determinação do limite de liquidez. Rio de Janeiro, 1984

_____. NBR 6508. Solo-Determinação da massa específica. Rio de Janeiro, 1984

_____. NBR 7180. Solo-Determinação do limite de plasticidade. Rio de Janeiro, 1984

AYALA. A. I, **Geomorphology, natural hazards, vulnerability and prevention of natural disasters in developing countries**. In Geomorphology, 2002, p. 107-124.

BOSCOV, G. M. E. **Geotecnia Ambiental**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

BRADY, N. C., WEIL, R. R. **Elementos da natureza e propriedades dos solos**. Tradução Técnica: LEPSCH, I. F. Porto Alegre: Bookman. 3. ed. 2013.

BRASIL. **Lei 6.766, de 19 de dezembro de 1979**. Dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano e dá outras Providências. Disponível em< http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6766.htm> Acesso em. 24 jul.2014.

_____. **Lei 7.803, de 15 de julho de 1989**. Altera a redação da Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, e revoga as Leis nºs 6.535, de 15 de junho de 1978, e 7.511, de 7 de julho de 1986. Disponível em< http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l7803.htm>. Acesso em: 24 jul.2014.

_____. **Lei 10.257, de 10 de julho de 2001**. Estatuto da Cidade e Legislação Correlata. 2. ed., atual. Brasília : Senado Federal, Subsecretaria de Edições Técnicas, 2002. 80 p.

_____. **Lei 11.445 de 5 janeiro de 2007.** Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nºs 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências.

Disponível em < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/11445.htm>. Acesso em: 24 jul.2014.

_____. **Lei 12.305, de 2 de agosto de 2010.** Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências.

Disponível em < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/12305.htm> Acesso em. 28 jan. 2015.

_____. **Lei 12.340 de, 1º de dezembro de 2010.** Dispõe sobre as transferências de recursos da União aos órgãos e entidades dos Estados, Distrito Federal e Municípios para a execução de ações de prevenção em áreas de risco de desastres e de resposta e de recuperação em áreas atingidas por desastres e sobre o Fundo Nacional para Calamidades Públicas, Proteção e Defesa Civil; e dá outras providências. Disponível em <

http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/12340.htm> Acesso em. 24 jul.2014.

_____. **Lei 12.608, de 10 de abril de 2012.** Institui a Política Nacional de Proteção de Defesa Civil. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. 2012.

BRIGHENTI, I.; ALMEIDA, J.A.; HOFER, A. **Mineralogia e gênese de argissolos das Serras do Tabuleiro/Itajaí, Estado de Santa Catarina.** In.: Rev. Bras. Ciênc.

Solo vol.36 no.4 Viçosa, Jul./Ago. 2012. Disponível em:

http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-06832012000400001&script=sci_arttext. Acesso em 07 de mar. 2014

CAPUTO, P.H. **Mecânica dos solos e suas aplicações:** fundamentos. Editora JC, 6. ed. 1988, 244p.

CARVALHO, M.F. **Comportamento mecânico de resíduos sólidos urbanos.** Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 1999, 300p.

CEPAGRI. **CLIMA dos municípios paulistas.** Campinas: CEPAGRI, UNICAMP *on line*, 2015. Apresenta informações sobre os climas dos municípios paulistas. Disponível em < <http://www.cepagri.unicamp.br/outras-informacoes/clima-dos-municipios-paulistas.html>> Acesso em: 22 de fev. 2015

CERRI, L.; NOGUEIRA, F. R.; CARVALHO, C.S; MACEDO, E.S; AUGUSTO FILHO, O. **Mapeamento de risco em assentamento precário no município de São Paulo (SP).** In.: **Geociências**, São Paulo, UNESP Rio Claro, v. 26, n 2 p. 143 – 150, 2007.

CETESB - COMPANHIA DE SANEAMENTO BASICO DO ESTADO DE SAO PAULO. Secretaria Estadual do Meio Ambiente. **Parecer técnico para elaboração de EIA-Rima para licenciamento de Sistema de Processamento e Aproveitamento de Resíduos e Unidade de Recuperação de Energia.** 2011. Processo nº 230/2010

COLETTI, G. L.; PERUSI, M. C. **Aterro controlado do município de ourinhos/sp: disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos como potencial contaminante do solo.** In: XIX Reunião Brasileira de Manejo e Conservação de Solo e Água, 2012, Lages/SC. XIX Reunião Brasileira de Manejo e Conservação de Solo e Água, 2012.

CRUZ, O. **Contribuições geomorfológica ao estudo de escarpas da Serra do Mar.** In. **Rev. IG**, São Paulo, 8-10, 11(1), 9-20, jan./jun./1990. Disponível em: http://www.igeologico.sp.gov.br/downloads/revista_ig/v8-11n1a02.pdf Acesso em: 02 de set. de 2015

CURCIO, G. R.; LIMA, V. C.; GIAROLA, N. F. B. **Antropossolo: proposta de ordem** (1ª aproximação). Colombo: EMBRAPA Florestas, 2004. 49 p.

DALMOLIN, R. S. D., PEDRON, F. A., AZEVEDO, A. C. **Levantamento e classificação de solos urbanos: oportunidades e limitações.** Santa Maria: Orium, 2004

DALMOLIN, R. S. D., PEDRON, F. A., AZEVEDO, A. C. **Modificações do solo em áreas urbanas.** Santa Maria: Orium, 2006

DELPOUX, M. **Ecossistema e Paisagem.** Série Métodos em Questão, São Paulo, n.13, 1974. p. 01-23

DIADEMA. **Lei complementar nº 273 de 08 de julho de 2008.** Dispõe sobre o Plano Diretor do município de Diadema estabelecendo as diretrizes gerais da política municipal de desenvolvimento urbano, e dá outras providências. Disponível em <http://www.cmdiadema.sp.gov.br/Textos/PD_CARTA1_LEI343_2011.pdf> Acesso em: 28 de Jun. de 2015

DIAS, M.S. **Análise do comportamento de edifícios apoiados em fundação direta no bairro da Ponta da Praia na cidade de Santos.** Dissertação de Mestrado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Estruturas e Geotécnica, São Paulo, 2010, 145p.

EIA/RIMA. Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental. **Para Sistema de Processamento e Aproveitamento de Resíduos e Unidade de Recuperação de Energia – SPAR-URE. São Bernardo do Campo,** Geotecnia Ambiental Consultoria e Projetos, GEOTECH 2013

FRANÇA, G.V. **A classificação de terras de acordo com sua capacidade de uso como base para um programa de conservação de solo.** In: ANAIS DO CONGRESSO NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DO SOLO, Campinas, 1963, 1, pp. 399-408.

FERREIRA, F. S. **Análise da influencia das propriedades físicas do solo na deflagração dos escorregamentos translacionais rasos na Serra do Mar (SP).** Dissertação de Mestrado – Faculdade de Filosofia Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo – Depto. De Geografia, São Paulo, 2013, 112f

GALLAS, J. D. F.; MALAGUTTI FILHO, W.; PRADO, L. R.; TAIOLI, F. Lixão de Alvarenga – **Mapeamento da pluma de contaminação pelos métodos Geofísicos**. In: VIII Congresso Internacional da Sociedade Brasileira de Geofísica 2003, Rio de Janeiro.

GOMES, L. M. F.; LADEIRA, F.L. **Equações para determinar o índice de compressão**. Depto. De Engenharia Civil, Covilhã, Portugal. Depto. De Geociências, Universidade de Aveiro, Portugal, 1995. Disponível em < http://www.civil.uminho.pt/cec/revista/Num2/Num2_pag_17_28.pdf > Acesso em 24 de Jul. de 2015

GOMES, D.C.H, COELHO, R.M., ROSSI, M., GUADALUPE, G. W. Solos antropogênicos da bacia do Ribeirão das Anhumas: caracterização, legenda e implicações ambientais In, Torres, R.B.; Costa, M.C.; Nogueira, F.P. & Perez Filho, A. (coord.). **Recuperação ambiental, participação e poder público: uma experiência em Campinas**. Relatório de Pesquisa. 2005. Disponível em: < www.iac.sp.gov.br/projetoanhumas >. Acesso em 21 de fev. 2015

GUERASIMOV, I. **Problemas metodológicos de ecologización de la ciência contemporanea**. In La sociedad el medio natural. Editorial Progreso, Moscou, 1983

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA. (IBGE). **Dados estatísticos do Censo Demográfico**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em: <<http://serieestatisticas.ibge.gov.br> > Acesso em: 29 de jan. de 2015

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA. (IBGE). **Manual técnico da vegetação brasileira**. Manuais Técnicos em Geociências. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. Disponível em: < http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/recursosnaturais/vegetacao/manual_vegetacao.shtm > Acesso em: 29 de jan. de 2015

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLOGICAS – IPT. **Mapa geológico do estado de São Paulo**. São Paulo: IPT. 1981.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLOGICAS – IPT. **Vídeo institucional**. São Paulo: IPT. 2012.

IUSS Grupo de Trabajo WRB. 2007. Base Referencial Mundial del Recurso Suelo. Primera actualización 2007. **Informes sobre Recursos Mundiales de Suelos** No. 103. FAO, Roma.

LADEIRA, F. S. B. **A ação antrópica sobre os solos nos diferentes biomas brasileiros – o caso das terras pretas de índios e solos de áreas urbanas**. In XVI Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. Mato Grosso do Sul. Jul. 2005

LAVELL, A. **Gestión del riesgo**. Nociones y precisiones en torno al concepto y la práctica, (CEPREDEAC-PNUD) Centro de Coordinación para la Prevención de los Desastres Naturales en América Central, 2003, 6p.

LEPSCH, I. F. **19 lições de pedologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011

LIMA, S. & GRIMBERG, E. **Programa Lixo e Cidadania**. São Bernardo do Campo, s/d. Disponível em < http://www.mobilizadores.org.br/wp-content/uploads/2014/05/artigo_grimberg_lima.pdf> Acesso em: 15 de jan. 2015

LISTO, F. L. R. **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, 2011.

LOPES, R. C. A. **Ação Civil e ajustamento de conduto em área de proteção aos Mananciais na Região Metropolitana de São Paulo**. 184f, 2009. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009

MACEDO, E. M. **Desastres Naturais. Chuvas. E agora?** Revista Emergência. São Paulo, Dez. 2011

MALANCONI, M. **Considerações sobre misturas de solos tropicais estabilizados quimicamente para uso como camada de pavimento urbano**. 2013. Dissertação em Engenharia Urbana) – Faculdade de São Carlos, São Carlos, 2010. Disponível em: < http://www.bdt.d.ufscar.br/htdocs/tedeSimplificado/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=5869 > Acesso em 17 de jul. 2015 às 12h46

MARANDOLA, E.J. & HOGAN, D.J. **Vulnerabilidades e riscos: entre geografia e demografia**. Revista Brasileira de Estudos Populacionais. São Paulo, v. 22, n. 1, p. 29-53, jan./jun. 2005

MARTINS, M. L. R. **Moradas e mananciais: tensão e diálogo na Metrópole**. São Paulo: FAUUSP/FAPESP, 2006, 206p

MASSAD, F. **Obras de terra: curso básico de Geotecnia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2003

MATOS, L. J. **A vulnerabilidade das construções às corridas de detritos na bacia experimental do rio Guaxinduba – município de Caraguatatuba – SP**. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014

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, 90 p

MORAES, A. C. R. **Notas sobre formação territorial e políticas ambientais no Brasil**. Revista Território. Rio de Janeiro, ano IV, n° 7, p.43-50, jul./dez. 1999

MORAES, A. C. R. In BRASIL. Ministério das Cidades. **Panorama do Saneamento Básico no Brasil**: Cadernos temáticos para o panorama do saneamento básico no Brasil. Volume 7- Capítulo 02. Brasília: MCidades, 2011. Disponível em:

<http://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSNSA/PlanSaB/PANORAMA_vol_7.pdf> Acesso em: 02 jul.2013

NAETH, M. A. , HEATHER, A. A., CANDACE, N.L., LESKIW, L. A., BRIERLEY J. A., BOCK, M. D., VANDENBYGAART , A. J., CHANASY, D.S. **Proposed classification for human modified soils in Canada: Anthrosolic order**. In Canadian Journal of Soil Science, 2012, 92(1): 7-18. Disponível em < <http://pubs.aic.ca/doi/abs/10.4141/cjss2011-028>> Acesso em: 24 de Mar. de 2015

NAKAZAWA, V.A.; FREITAS, C.G.L.; DINIZ, N.C. 1994a. **Carta Geotécnica do Estado de São Paulo** (Escala 1:500.000). In: Congresso Brasileiro de Nakazawa, V.A.; Freitas, C.G.L.; Diniz, N.C. 1994b.

NETO, P. L. C. **Formas de amostragem Estatística**. Ed. Blucher Ltda, 1977

NEVES, C. M.M; FARIAS, O.B.; ROTONDARO, R.;CEVALLOS,P.S.;HOFFMANN,M. V. **Seleção de solos e métodos de controle de construção com terra – práticas de campo**. Rede Ibero-americana PROTERRA. 2009. Disponível em <<http://www.redproterra.org.br>> Acesso em: 09 de set. 2015

NOGAMI, J.S. & VILLIBOR, D. F. **Uma nova classificação de solos para finalidades rodoviárias**. Simpósio Brasileiro de Solos Tropicais em Engenharia, Rio de Janeiro, 1981

NOSSO FUTURO COMUM - COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1991, 430 p

OLIVEIRA, J.B. **Solos do Estado de São Paulo: descrição das classes registradas no mapa pedológico**. Campinas, Instituto Agrônomo, 1999, p.112

OLIVEIRA, A. M.S., NETO, J.P.Q.**Depósitos tecnogênicos induzidos pela erosão acelerada no planalto ocidental paulista**. Boletim Paulista de Geografia, nº 73, São Paulo, 1994.

ORTIGÃO, J.A.R. **Introdução à mecânica dos solos: estados críticos**. Ed. Terratek, 3ª edição, 2007, 391p.

PEDRON, F. A.,DALMOLIN, R.S.D.;AZEVEDO, A.C.; KAMINSKI, J. Solos urbanos. Universidade Federal de Santa Maria, Ciência Rural. v.34, n.5, p.1647-1653, set-out, 2004.

PELOGGIA, A.U. G. **A ação do homem enquanto ponto fundamental da geologia do tecnógeno: proposição teórica básica e discussão acerca do caso do município de São Paulo**. Revista Brasileira de Geociências. São Paulo, n. 27, 1997

PELOGGIA A.U.G.; OLIVEIRA A.M.S.; OLIVEIRA, A.A.; SILVA E.C.N., NUNES J.O.R. 2014. **Technogenic landforms: conceptual framework and application to geomorphologic mapping of artificial ground and landscapes as transformed by human geological action.** In: Quaternary and Environmental Geosciences. 05(1):28-40

PERUSI, M. C. ; SOBRAL, A. C. ; ZANATA, J. M. . **Antropossolos e erosão urbana: realidades do quinário.** In: IV Simpósio sobre solos tropicais e processos erosivos do centro-oeste e de Minas Gerais, 2009, Uberlândia-MG. IV Simpósio sobre solos tropicais e processos erosivos do centro-oeste e de Minas Gerais, 2009.

PINTO, C. S. **Curso básico de mecânica de solos em 16 aulas.** 3ª Edição. São Paulo: Oficina de Textos, 2006

PNUD – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. Relatório do Desenvolvimento Humano. Sustentar o Progresso Humano: Reduzir as Vulnerabilidades e Reforçar a Resiliência. (2014) Disponível em <<http://www.pnud.org.br/arquivos/RDH2014pt.pdf>> . Acesso em 4 de mai. De 2015

PRADO. H. **As rochas e os solos.** On line, 2015. Apresenta informações sobre os solos e seus respectivos materiais de origem. Disponível em <<http://www.pedologiafacil.com.br/enquetes/enq31.php>> Acesso em: 22 de fev. 2015

PRANDINI, L.F.; GUIDICINI, G.; BOTTURA, J.A.; PONÇANO, W.L.; SANTOS, A.R. **Atuação da cobertura vegetal na estabilidade de encostas: uma resenha crítica.** São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT, 38 p., 1976. (Relatório n. 1074)

RIBEIRO, C. W. **Teorias socioambientais: em busca de uma nova sociedade.** Instituto de Estudos avançados (IEA-SP), 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ea/v24n68/03.pdf>>. Acesso em: 15 de jan. de 2015

ROSS, J. L. S & MOROZ, I.C. **Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo:** FFLCH USP. FAPESP. Mapas e Relatórios, 1997.

SANTOS JUNIOR, J. B. **Solos urbanos residenciais do bairro Jardim Paulista, Campina Grande do Sul (PR).** Dissertação (Mestrado). Departamento de Solos e Engenharia Agrícola, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná. Paraná, 2008. Disponível em, <http://dspace.c3sl.ufpr.br/dspace/bitstream/handle/1884/17209/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20Jaime.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> Acesso em 04 de set. 2015

SÃO BERNARDO DO CAMPO. **Decreto Municipal nº 13.616** de 23 de Janeiro de 2002 Dispõe sobre declaração de utilidade pública, para fins de desapropriação, de área de terreno e benfeitorias existentes, necessária a recuperação ambiental e ulterior utilização de interesse público, compatível com a recuperação, e da outras providências.

_____. **Plano de Recuperação do Antigo Lixão do Alvarenga.** 2010. Disponível em <

http://www.saobernardo.sp.gov.br/dados2/residuo/outorga/AnexoIb/001_Apresentacao.pdf> Acesso em: 01 de mai. 2014

_____. LEI Nº 6184, DE 21 DE DEZEMBRO DE 2011. Dispõe sobre a aprovação do Plano Diretor do município de São Bernardo do Campo, e dá outras providências. Disponível em < <https://www.leismunicipais.com.br/plano-diretor-sao-bernardo-do-campo-sp> > Acesso em: 31 de ago. de 2015

_____. Plano municipal de resíduos sólidos do município de São Bernardo do Campo. 2010. Disponível em <<http://www.saobernardo.sp.gov.br/documents/10181/23617/plano-municipal-de-residuos-solidos-sbc.pdf>> Acesso em: 31 de ago. de 2015

SÃO PAULO. (Estado) **Lei nº 898, de 18 de dezembro de 1975**. Disciplina o uso de solo para a proteção dos mananciais, cursos e reservatórios de água e demais recursos hídricos de interesse da Região Metropolitana da Grande São Paulo e dá providências correlatas.

Disponível em: <

<http://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/1975/lei%20n.898,%20de%2018.12.1975.htm>> Acesso em 28 de jan. 2015

SÃO PAULO. (Estado) **Lei nº 1172 de 17 de novembro de 1976**. Delimita as áreas de proteção relativas aos mananciais, cursos e reservatórios de água, a que se refere o artigo 2º da Lei nº 898 (*), de 18 de dezembro de 1975, estabelece normas de restrição de uso do solo em tais áreas e dá providências correlatas. Disponível em: <

http://www.daee.sp.gov.br/legislacao/arquivos/760/LEI1172_17111976.pdf> Acesso em 28 de jan. 2015

SÃO PAULO. (Município). Mapeamento de áreas de risco. (2010). Disponível em: <

http://www3.prefeitura.sp.gov.br/saffor_bueiros/Image/Areas_de_Risco_2010.pdf>. Acesso em 7 de fevereiro de 2013

SCHULER, A. R. **Análise do comportamento de um aterro municipal de resíduos sólidos urbanos instrumentado**. Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2010, 152p

SELBY, M.J. **Mass Wasting of soils. In: Hillslope: Materials & process**. New York,. Publisher: Oxford University Press. USA, 1993, 2. Editions. 480p

SILVA, T. O. , CARVALHO, C. A.B. de, LIMA, D. C.de, CALIJURI, M. L., LANI, LANI, J. L. e OLIVEIRA, T. M. **Sistemas de classificações geotécnicas de solos: estudo de caso aplicado à rodovia não pavimentada VCS 346**. Rev. Árvore, Viçosa-MG, v.34, n.2, p.313-321, 2010

SILVA E.C.N. 2012. **Formação de depósitos tecnogênicos e relações com o uso e ocupação do solo no perímetro urbano de Presidente Prudente – SP**. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Faculdade de Ciência e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 183p. Disponível em<http://www.athena.biblioteca.unesp.br/F/?func=find-b-0&local_base=BPP> Acesso em 14 de Março, 2015.

SILVA E.C.N., NUNES, J.O.R., **O tecnógeno na cidade de Presidente Prudente-SP**. 2014. Disponível em < <http://www.scielo.br/pdf/sn/v26n3/0103-1570-sn-26-3-0483.pdf>>. Acesso em 21 de jul.2015

SPOSITO, M. E. B. **Capitalismo e urbanização**. 16 ed., 1ª reimpressão. São Paulo: Contexto, 2014

SUGUIO, K. **Mudanças Ambientais da Terra**. São Paulo: Instituto Geológico, 2008, p. 336

TABALIPA, L.N. & FIORI, A.P. MORAES, A. C. R. **Influência da vegetação na estabilidade de talude na Bacia do Rio Ligeiro (PR)**. Revista de Geociências. São Paulo, nº3, v. 27, p. 387-399, 2008. Disponível em:< http://ppegeo.igc.usp.br/scielo.php?script=sci_pdf&pid=S0101-90822008000300008&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt> Acesso em: 04de jan. 2015

TRICART, J. **Classificação ecodinâmica**. In Ecodinâmica, Rio de Janeiro, IBGE, 1977, 91p

TRICART, J. **Ecogeography and rural manegement**. In Longman scientific & technical, Paris, 1992

TOMINAGA, L. K; SANTORO, J; AMARAL, R. do (Organizadores). **Desastres naturais: conhecer para prevenir**. 2ªed. São Paulo: Instituto Geológico, 2012, 196p.

VEIGA, J.E. In. Oliva, P. M. (ORG.). **Economia Brasileira: Perspectivas do Desenvolvimento**, Ed. CAVC, São Paulo, 2005, pp. 243-266

VEYRET, Y (Org.) **Os riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente**. Tradução: Dílson Ferreira da Cruz. São Paulo: Contexto, 2007.

APÊNDICE 1

TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DIVULGAÇÃO DE DADOS DAS ENTREVISTAS

REFERENTES À PESQUISA: Antropossolos e áreas de risco a escorregamentos: estudo de caso no núcleo habitacional Sítio Joaninha, município de Diadema/SP

Este questionário é parte integrante da pesquisa. Ele foi elaborado para subsidiar a pesquisa sobre solos intensamente alterados por atividades humanas (Antropossolos) e processos em vertentes bem como sobre condições de saúde e saneamento.

A participação no questionário é voluntária, e não gerará ônus para o entrevistado. Ao mesmo, será entregue uma cópia desse documento. Assume-se o compromisso de não divulgar o nome do participante na análise do questionário e, ao término da pesquisa, divulgar todos os resultados numa linguagem possível de ser entendida por todos os interessados.

Com isso, vislumbra-se a possibilidade de discutir passivos ambientais, como antigos lixões, como mais um critério para planejamento urbano e mapeamento de áreas de riscos. Finalmente, a pesquisa busca colaborar com a melhoria da eficácia das políticas públicas urbanas.

Muito grata.

Juliana Alves dos Santos - Professora da rede pública de ensino básico e aluna de mestrado da UNESP/Presidente Prudente. Telefone para contato: 11-95152-0923

Profª. Dra. Maria Cristina Perusi – Orientadora da pesquisa. Telefone para contato: 14-3302-5788

Juliana Alves dos Santos
email: juanark@hotmail.com

Nome e assinatura do entrevistado

QUESTIONÁRIO APLICADO

Nº _____ DATA _____ Endereço: _____ Idade _____
Sexo () M () F

A - IDENTIFICAÇÃO SOCIOAMBIENTAL

1) Há quanto **tempo** vive aqui? () até 1 ano () 1 a 5 () 5 a 10 () 10 a 15 () 15 a 20 () 25 a 30 () mais de 30

2) **O que era** essa área antes de vir morar aqui? _____
() Não sei

3) **Como** **soube** **dessa** **área?**

4) Sua **moradia** é de? () Alvenaria () Madeira () Alvenaria e madeira () Outro Qual? _____

5) Sua **moradia** tem acesso à:

Água encanada	Pavimentação das vias	Coleta/ Tratamento de esgoto	Fossa sanitária	Drenagem das águas pluviais	Energia elétrica fornecida por empresa/serviço público
() sim	() sim	() sim	() sim	() sim	() sim
() não	() não	() não	() não	() não	() não

5.1) Água potável? () Não () Sim () Caminhão pipa

5.1.1) O serviço de prestação da água potável é: () bom () regular () ruim

5.2) Coleta regular dos resíduos sólidos (lixo)? () Não () Sim

5.2.1) Sim, a coleta é feita: () 3X por semana () 1X por semana () Nenhuma vez por semana

5.2.2.) O serviço de coleta de lixo: () bom () regular () ruim

6) Em sua moradia é possível encontrar:

Infiltração () sim () não	Rachaduras nas paredes/ laje/ chão () sim () não	Portas e/ ou janelas trincadas? () sim () não
-----------------------------	--	---

6.1) Já realizou alguma reforma para resolver esses problemas? () Não () Sim

6.2) Resolveu? () Não () Sim

6.3) Você acha que esses problemas podem estar ligados ao antigo lixão? () Não () Sim
() Não sei

7) Você identifica árvores, muros ou postes inclinados: () Sim () Não

8) Você já viu próximo a sua casa animais como:

Ratos () sim () não	Baratas () sim () não	Cobras () sim () não	Escorpiões () sim () não	Outros _____
--------------------------	----------------------------	---------------------------	-------------------------------	-----------------

8.1) Eles aparecem por causa do: () Antigo lixão () Esgoto () Lixo jogado em locais inadequados () Outros _____

9) Você sente mau cheiro próximo a sua casa? () Não () Sim

9.1) Cheiro de: () Gás de cozinha () Algo apodrecendo () Esgoto () Lixo () Outros – Quais?

10) Já viu ou ouviu falar de deslizamento de terra nas proximidades? () Não () Sim, quantas vezes?

10.1) Houve feridos? () Não () Sim, quantos? _____ **10.2)** Houve mortes? () Não () Sim, quantas? _____

10.3) Prejuízos patrimoniais como: () Perda de utensílios domésticos ou móveis () Problemas na estrutura da casa () Outros tipos de prejuízos como:

11) Você já viu deslizamento de terra fora dos períodos de chuvas? () Não () Sim O _____ que aconteceu? _____

11.1) Houve feridos? () Não () Sim, quantos? _____ **11.2)** Houve mortes? () Não () Sim, quantas? _____

11.3) Prejuízos patrimoniais como: () Perda de utensílios domésticos ou móveis () Problemas na estrutura da casa () Outros tipos de prejuízos como:

12) Já viu ou ouviu falar de combustão involuntária (explosões sem causa aparente) nas proximidades? () Não () Sim Como soube? _____

13) Já viu materiais como tijolos, plásticos, “sacolinhas de supermercado” dentro da terra? () Não () Sim Outros _____

B - IDENTIFICAÇÃO SOCIOECONÔMICA**14) Cidade de origem/ Estado** (onde nasceu): _____**15) Grau de escolaridade?** ☐ Não alfabetizado

Ensino Fundamental I ☐ Completo ☐ Incompleto	Ensino Fundamental II ☐ Completo ☐ Incompleto	Ensino Médio ☐ Completo ☐ Incompleto	Ensino Superior ☐ Completo ☐ Incompleto
--	---	--	---

16) Renda familiar? ☐ Até 01 salário mínimo ☐ De 01 a 02 ☐ De 02 a 03 ☐ Mais que 03**17) Profissão** _____☐ Trabalho com registro em carteira ☐ Trabalho sem registro ☐ Sou autônomo (a) ☐ No momento estou desempregado (a)**18) Sua residência é?** ☐ Própria ☐ Alugada ☐ Cedida ☐ Outros ☐ Não sei**19) Quantos moram na residência contando com você** _____**20) Na sua moradia residem:**

☐ Crianças, quantas? _____	☐ Adolescentes, quantos? _____	☐ Adultos, quantos? _____	☐ Idosos, quantos? _____
--	--	---	--

ANEXO 1



1

ROTEIRO – MAPEAMENTO DE RISCO DE ESCORREGAMENTOS

- Este roteiro objetiva auxiliar a tomada de decisão sobre as moradias que estão sob risco de escorregamentos.
- Ao final do preenchimento será possível se estabelecer o nível de risco ao qual estão sujeitas as moradias.
- O preenchimento deve ser feito passo-a-passo. Para cada passo existem instruções que devem ser lidas com atenção. Nos espaços em branco preencher as informações solicitadas.
- Converse com os moradores das casas e vizinhos. As pessoas têm a tendência de tentar esconder fatos, pensando nos problemas que uma remoção pode lhes causar. Quando for possível pergunte para crianças.

1º PASSO – CARACTERÍSTICAS DA ÁREA

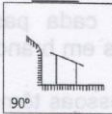
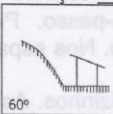
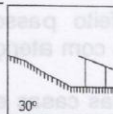
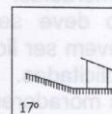
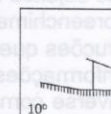
Instruções: Este campo deve ser preenchido com cuidado, pois deverá permitir que qualquer pessoa possa chegar (retornar) ao local. Colocar a localização ("endereço") das moradias (usar nome ou número da rua, viela, escadaria, ligação de água ou luz, nomes de vizinhos), nomes de moradores e as condições de acesso à área, como por exemplo: via de terra, escadaria de cimento, rua asfaltada, boas ou más condições, etc. Mencionar os tipos de moradias (se em alvenaria, madeira ou misto dos dois).

Município:	Área:
Nome da área	Setor:
Equipe:	Data: / /
Localização:	
Coordenadas:	
Condição de acesso a área:	
Nome de Moradores	

Unidade de Análise	
☐ Encosta	☐ Margem de Córrego
Inclinação Média do Setor: °	
Tipos de moradias: ☐ Alvenaria ☐ Madeira ☐ Misto (alvenaria e madeira)	

2º PASSO - CONDICIONANTES

Instruções: Descrever o terreno onde estão as moradias. Utilize o desenho no primeiro quadro como referência para as condições encontradas. Antes de preencher dê um "passeio" no entorno das moradias. Olhe com atenção os barrancos (taludes) e suba neles se for necessário.

☐ Encosta Natural Altura max _____ m Inclinação: _____ °	
 90°	 60°
 30°	 17°
 10°	
Dist. das moradias: _____ m da base da encosta ou _____ m do topo da encosta	
☐ Talude de corte Altura max _____ m Inclinação: _____ ° Dist. das moradias: _____ m da base do talude ou _____ m do topo do talude	
☐ Maciço rochoso Altura max _____ m Inclinação: _____ ° Dist. das moradias: _____ m da base do maciço ou _____ m do topo do maciço Há estrutura desfavorável à estabilidade? _____	
☐ Presença de blocos de rocha e matacões _____	
☐ Depósito de encosta sobre: _____	
☐ Encosta Natural ☐ Talude de corte ☐ Talude de aterro ☐ Talude marginal Material presente: ☐ Solo ☐ Lixo ☐ Entulho Obs: _____	
☐ Drenagens Naturais ☐ retificado ☐ natural ☐ retilíneo ☐ meandrante ☐ assoreado ☐ lixo ☐ entulho Obs: _____	
☐ Talude marginal Altura max _____ m Dist. das moradias: _____ m do topo do talude marginal	

3º PASSO - ÁGUA

Instruções: A água é uma das principais causas de escorregamentos. A sua presença pode ocorrer de várias formas e deve ser sempre observada. Pergunte aos moradores de onde vem a água (servida) e o que é feito dela depois do uso e o que ocorre com as águas das chuvas.

☐ Concentração de água de chuva em superfície	☐ Lançamento de água servida em superfície (a céu aberto ou no quintal)
☐ Vazamento de tubulação ☐ Fossa	☐ Surgência d'água
Sistema de drenagem superficial ☐ inexistente ☐ precário ☐ satisfatório	

4º PASSO - VEGETAÇÃO NA ÁREA OU PROXIMIDADES

Instruções: Dependendo do tipo de vegetação, ela pode ser boa ou ruim para a segurança da encosta. Anotar a vegetação que se encontra na área que está sendo avaliada, principalmente se existirem bananeiras.

☐ Presença de árvores	☐ Vegetação rasteira (arbustos, capim, etc)
☐ Área desmatada	☐ Área de cultivo

5º PASSO - EVIDÊNCIAS DE MOVIMENTAÇÃO (Feições de instabilidade)

Instruções: Lembre-se que antes de ocorrer um escorregamento, a encosta dá sinais que está se movimentando. A observação desses sinais é muito importante para a classificação do risco, a retirada preventiva de moradores e a execução de obras de contenção.

☐ Trincas na moradia	☐ Trincas no terreno
☐ Degraus de abatimento	☐ Muros/paredes embarrigados
☐ Árvores, postes, muros inclinados	☐ Solapamento de margem
☐ Cicatriz de escorregamento	☐ Fraturas no maciço

6º PASSO - TIPOS DE PROCESSOS DE INSTABILIZAÇÃO ESPERADOS OU JÁ OCORRIDOS

Instruções: Em função dos itens anteriores é possível se prever o tipo de problema que poderá ocorrer na área de análise. Leve em conta a caracterização da área, a água, a vegetação e as evidências de movimentação. A maioria dos problemas ocorre com escorregamentos. Existem alguns casos de queda ou rolamento de blocos de rocha, que são de difícil observação. Neste caso, encaminhe o problema para um especialista.

☐ Escorregamento em encosta natural	☐ Queda de bloco
☐ Escorregamento em talude de corte	☐ Rolamento de bloco
☐ Escorregamento em dep. de encosta	☐ Desplacamento
☐ Solo ☐ Lixo ☐ Entulho	☐ Corrida
☐ Erosão	☐ Solapamento de margem

7º PASSO - DETERMINAÇÃO DO GRAU DE RISCO

Instruções: Agora junte tudo o que você viu: caracterização do local das moradias, a água na área, vegetação, os sinais de movimentação, os tipos de escorregamentos que já ocorreram ou são esperados. Avalie, principalmente usando os sinais, se esta área está em movimentação ou não e se o escorregamento poderá atingir alguma moradia. Utilize a tabela de classificação dos níveis de risco. Caso não haja sinais, mas a sua observação dos dados mostra que a área é perigosa, coloque alto ou médio, mas que deve ser observada sempre. Cadastre só as situações de risco, marcando também as de baixo risco.

☐ RISCO MUITO ALTO - R4
☐ RISCO ALTO - R3
☐ RISCO MÉDIO - R2
☐ RISCO BAIXO - R1

Número de moradias em cada Setor: _____

8º PASSO – NECESSIDADE DE REMOÇÃO
Instruções: Esta é uma informação para a Defesa Civil e para o pessoal que trabalha com as remoções. Marque quantas moradias estão em situação que necessite remoção imediata e mais ou menos quantas pessoas talvez tenham que ser removidas.

Número de moradias com necessidade de remoção: _____	Estimativa do nº de pessoas p/ remoção: _____
---	--

9º PASSO – OUTRAS INFORMAÇÕES
Instruções: Escreva neste espaço quaisquer informações adicionais que você julgar importante.

DESENHO 1 – PLANTA
Instruções: Neste espaço faça um desenho de como chegar até a área. Coloque a casa, os taludes, os sinais de movimentação, árvores grandes, etc.

DESENHO 2 – PERFIL
Instruções: Neste espaço faça um desenho com um perfil da área ou a casa vista de lado, com a distância e altura do talude e do aterro, posição dos sinais de movimentação, etc.

EQUIPE TÉCNICA (NOME / INSTITUIÇÃO)	ASSINATURA

LEMBRETE IMPORTANTE: Em caso de dúvidas encaminhe o problema para um técnico especialista mais experiente.

ANEXO 2

FACULDADE DE CIÊNCIAS E
TECNOLOGIA - UNESP/
CAMPUS DE PRESIDENTE

COMPROVANTE DE ENVIO DO PROJETO

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: ANTROPOSSOLOS E ÁREAS DE RISCO A ESCORREGAMENTOS: ESTUDO DE CASO NA COMUNIDADE DO SÍTIO JOANINHA, MUNICÍPIOS DE SÃO BERNARDO DO CAMPO E DIADEMA/SP

Pesquisador: Juliana Alves dos Santos

Versão: 1

CAAE: 17959013.2.0000.5402

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA JULIO DE MESQUITA FILHO

DADOS DO COMPROVANTE

Número do Comprovante: 052239/2013

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

Endereço: Rua Roberto Simonsen, 305

Bairro: Centro Educacional

CEP: 19.060-900

UF: SP

Município: PRESIDENTE PRUDENTE

Telefone: (18)3229-5315

Fax: (18)3229-5353

E-mail: cep@fct.unesp.br