UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, LETRAS E CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA FÍSICA

CARTA DE RISCO A MOVIMENTOS DE MASSA ASSOCIADO ÀS CONDIÇÕES
ATUAIS DE USO E OCUPAÇÃO DA TERRA NA BACIA HIDROGRÁFICA DAS
FURNAS, MUNICÍPIO DE SANTANA DE PARNAÍBA, SÃO PAULO

Michele Flores Pereira

SÃO PAULO

2015

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, LETRAS E CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA FÍSICA

**CARTA DE RISCO A MOVIMENTOS DE MASSA ASSOCIADO ÀS CONDIÇÕES
ATUAIS DE USO E OCUPAÇÃO DA TERRA NA BACIA HIDROGRÁFICA DAS
FURNAS, MUNICÍPIO DE SANTANA DE PARNAÍBA, SÃO PAULO**

Michele Flores Pereira

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia Física, do Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Carlos Colangelo

SÃO PAULO

2015

A minha família e amigos pela dedicação, paciência e por compreender a minha ausência em muitos momentos.

Minha mãe que me ensinou a correr atrás dos meus objetivos, as minhas irmãs pelas lições de superação e me ensinando a sonhar e lutar pelo que acredito, aos meus sobrinhos por não deixar eu esquecer das principais virtudes da vida que é a brincadeira de viver, aos meus amigos por me ensinar que precisamos de ajuda e mostrando a verdadeira amizade.

Em memória da minha avó pela lição de vida.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por estar presente em todos os momentos da minha vida.

Ao Prof. Dr. Antonio Carlos Colangelo, por me aceitar na pós-graduação me permitindo a estudar em uma universidade pública, a confiança na minha capacidade de superação, a oportunidade de desenvolver a minha pesquisa e entendendo as minhas dificuldades e limitações em alguns momentos, a paciência, a compreensão e orientação na realização deste trabalho.

A Profa. Dra. Sidneide Manfredini, pela eterna disposição em ajudar na construção do meu conhecimento superando as minhas deficiências, as conversas, sugestões, as visitas a campo. Agradeço o carinho, o apoio durante a realização deste trabalho, meu especial obrigado.

Ao Geógrafo Marcos Roberto Pinheiro pela ajuda primordial nos trabalhos de campo, pela orientação nas descrições morfológicas, pela disposição em ouvir as minhas ideias, sugestões, pelo incentivo e amizade.

Ao Geólogo João.Christophe pela ajuda incondicional nos trabalhos de campo, pelas sugestões, revisão do texto de geologia e amizade.

A Geóloga Maria Cristina de Moraes pelos ensinamentos, pela eterna amizade, carinho, sugestões, pela disposição em revisar a minha dissertação, meu especial obrigado.

Ao Geógrafo Fernando Nadal Junqueira Villela e ao Geólogo Vital Yuiti Assano pela disposição em ajudar no trabalho de campo.

A Geógrafa Mirna Ferracini pela ajuda na elaboração das bases cartográficas, pelo apoio, incentivo e amizade.

Kátia Canil pelo seus ensinamentos, sugestões e amizade.

A Regea Geologia e Estudos Ambientais, em especial os Geólogos Oswaldo Yujiro Iwasa e Carlos F. Castro Alves pelo apoio para realização dessa pesquisa.

Aos meus parceiros e colegas de trabalho, em especial as Geógrafas Mariana Sgarbi Claro, Mariana Guarnier Fagundes, Cyntia Mary Gotto de Paula, ao Engenheiro Ambiental Augusto Barbosa e as futuras Geógrafas Darliane Oliveira e Jennifer Terriaga, pela disposição em ouvir minhas dúvidas, pelas orientações, paciência e amizade.

Ao laboratório de pedologia do Departamento de Geografia da FFLCH - USP, por ter me oferecido a infraestrutura para análise das amostras indeformadas.

Ao laboratório de Sensoriamento Remoto e Aerofotografia do Departamento de Geografia da FFLCH - USP e ao Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT, por ter disponibilizado as fotos aéreas.

A Prefeitura de Santana de Parnaíba, por ter disponibilizado os dados pluviométricos e os dados das ocorrências registradas.

Aos meus amigos e familiares, Sarah, Juscelene, Samuel, Juliana, Ana Paula, Severina, Aroldo Silva, Debora, Vivian, Agata, David, Maria Rita, entre outros tantos que me ajudaram por meio de conversas, paciência, compreensão na ausência de muitos momentos.

SUMÁRIO

RESUMO.....	ii
ABSTRACT.....	iii
ÍNDICE.....	iv
ÍNDICE DE DESENHOS.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vi
ÍNDICE DE FOTOGRAFIAS.....	ix
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xii
ÍNDICE DE QUADROS.....	xiii
ÍNDICE DE TABELAS.....	xiv
RELAÇÃO DE SIGLAS E ABREVIACÕES.....	xv
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. FUNDAÇÃO TEÓRICA.....	2
3. ÁREA DE ESTUDO.....	23
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	27
5. RESULTADOS.....	58
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	239
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	242
APÊNDICE	
ANEXO	

RESUMO

O presente trabalho apresenta a carta de risco a movimentos de massa e enchentes em escala de semidetalhe (1:10.000) realizado na bacia hidrográfica das Furnas inserida no Município de Santana de Parnaíba-SP.

Na bacia hidrográfica das Furnas foram identificados os inventários das ocorrências no bairro Cidade São Pedro, entre o período de 2002 a 2014 foram registradas 70 ocorrências provenientes dos processos de movimentação de massa e eventos hidrológicos (enchentes), causando prejuízos sócio-econômicos e ambientais. A partir desse conhecimento, essa pesquisa objetivou investigar a compartimentação da aptidão física e identificar os tipos de uso e ocupação da terra que atuam diretamente na potencialidade do risco.

Na carta de risco a movimentos de massa e enchentes prepondera a avaliação de dano potencial à ocupação, determinado segundo diferentes graus de risco, resultante da conjugação da probabilidade de ocorrência de manifestações naturais ou induzidas e das consequências sociais e econômicas decorrentes.

Para este documento, foram estabelecidos cinco unidades homogêneas correspondentes à aptidão física e às restrições para o assentamento urbano, definidas como área de instabilidade ocorrente, área de instabilidade ocorrente de forma pontual, área de instabilidade potencial iminente, área de instabilidade potencial e área de instabilidade potencial com cobertura vegetal.

Os resultados da pesquisa podem subsidiar o poder público no planejamento urbano, direcionando as tomadas de decisões referente ao parcelamento do solo possibilitando à redução das potencialidades de risco, bem como a prevenção de medidas de mitigação dos eventos.

Palavras chave: Áreas de riscos, movimentos de massa, erosões, enchentes, planejamento urbano

ABSTRACT

This study presents the mass movement and floods risk map of the Furnas basin, Santana de Parnaíba - SP in a semi-detailed scale of 1:10.000.

There was identified, in the Furnas basin, the inventories of mass movement and flood occurrences at Cidade São Pedro neighborhood. In the period between 2002 and 2014. Were recorded 70 occurrences of mass movement processes and hydrological events (floods), causing socio-economic and environmental damage. Based on this records, this study investigated the partitioning of physical aptitude and identified the types of use and occupancy of land that act directly on the potential risk.

The mass movement and floods risk map preponderates assessing potential damage to the occupation, determined by different risk levels, resulting from the conjugation of the probability of occurrence of natural or induced events and social and economic consequences arising.

For this document, there was set out five homogeneous units corresponding to the physical aptitude and urban settlement restrictions, and defined as occurrent instability area, pontual occurrent instability area, imminent potential instability area, potential instability area and potential instability area with vegetation coverage.

The research results may help guide the government in urban planning by directing decision making regarding the land subdivision allowing the reduction of potential risk as well as the prevention and adoption of mitigation actions to the events.

Key Words: Risk areas, mass movement, erosion, flooding, urban planning

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. OBJETIVOS.....	2
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	2
2.1. CLIMA	3
2.2. DINÂMICA HIDROLÓGICA EM VERTENTES	3
2.2.1. <i>Escoamento Superficial</i>	4
2.2.2. <i>Escoamento Subsuperficial</i>	5
2.3. MORFODINÂMICA E EQUILÍBRIO DE FORÇA NA VERTENTE	5
2.4. MOVIMENTOS DE MASSA	6
2.4.1. <i>Rastejos (Creep)</i>	8
2.4.2. <i>Escorregamentos (Landslides)</i>	9
2.4.3. <i>Quedas (Falls)</i>	12
2.4.4. <i>Corridas (Flows)</i>	15
2.5. EROÇÃO	16
2.6. SUSCETIBILIDADES E VULNERABILIDADES POTENCIAL A MOVIMENTAÇÃO DE MASSA	18
2.6.1. <i>Suscetibilidade aos processos da dinâmica superficial</i>	18
2.6.2. <i>Vulnerabilidade potencial a movimentação de massa</i>	18
2.7. RISCOS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS EM ENCOSTA	21
3. ÁREA DE ESTUDO.....	23
3.1. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	23
3.2. HISTÓRICO REGIONAL E EVOLUÇÃO URBANA DO MUNICÍPIO DE SANTANA DE PARNAÍBA.....	26
4. MATERIAL E MÉTODOS	27
4.1. AQUISIÇÃO DE MATERIAL	29
4.1.1. <i>Softwares e Equipamentos</i>	30
4.2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	31
4.3. PREPARAÇÃO E MANUSEIO DE BANCO DE DADOS	31
4.4. PREPARAÇÃO DE BASE CARTOGRÁFICA	32
4.5. ELABORAÇÃO DO MAPA DE ELEVAÇÃO DO TERRENO	32
4.6. ELABORAÇÃO DA CARTA CLINOGRÁFICA.....	32
4.7. INTERPRETAÇÃO DAS FOTOGRAFIAS AÉREAS E IMAGEM DE SATÉLITE.....	34
4.8. MAPEAMENTO GEOLÓGICO	37
4.8.1. <i>Unidades litológicas e estruturais</i>	37
4.9. MAPEAMENTO GEOMORFOLÓGICO	38
4.9.1. <i>Formas do relevo</i>	38
4.9.2. <i>Feições do relevo</i>	40
4.10. LEVANTAMENTO CLIMÁTICO.....	40
4.10.1. <i>Levantamento Pluviométrico</i>	40
4.10.2. <i>Radiação Solar</i>	42
4.11. MAPEAMENTO PEDOLÓGICO E MORFOPEDOLÓGICO.....	44
4.12. COBERTURA VEGETAL.....	46
4.13. USO E OCUPAÇÃO DA TERRA.....	47
4.13.1. <i>Histórico do uso e ocupação da terra</i>	47
4.13.2. <i>Caracterização do uso e ocupação da terra atual</i>	48

4.14. ELABORAÇÃO DO MAPA DE INVENTÁRIO DAS OCORRÊNCIAS	51
4.15. ELABORAÇÃO DA CARTA DE SUSCETIBILIDADE A MOVIMENTOS DE MASSA E ENCHENTES	53
4.16. ELABORAÇÃO DA CARTA DE VULNERABILIDADE A MOVIMENTOS DE MASSA	54
4.17. ELABORAÇÃO DA CARTA DE RISCO A MOVIMENTOS DE MASSA E ENCHENTES	55
4.18. VISITAS DE CAMPO	55
5. RESULTADOS.....	58
5.1 GEOLOGIA REGIONAL.....	58
5.1.1. <i>Geologia da área de estudo</i>	59
5.1.1.1. Metamorfitos do grupo São Roque	62
5.1.1.2. Granitos e granitóides.....	76
5.1.1.3. Depósitos aluvionares	76
5.1.2. <i>Controle estrutural</i>	78
5.2. GEOMORFOLOGIA	79
5.2.1. <i>Unidade morfotectônica</i>	83
5.2.1.1. Assimetria dos vales.....	86
5.2.2. <i>Clinografia</i>	91
5.3. CLIMA	97
5.3.1. <i>Análise Quantitativa da Pluviosidade com base nos dados do Posto de Santana de Parnaíba (E-3-020)</i>	98
5.3.2. <i>Radiação Solar</i>	112
5.4. PEDOLOGIA.....	117
5.4.1. <i>Unidades Pedogenéticas</i>	118
5.4.2. <i>Pedogênese e sua relação com a orientação da vertente</i>	128
5.4.3. <i>Unidades morfopedológica</i>	132
5.4.1.3. Compartimentos morfopedológico e litomorfopedológico e sua relação com a suscetibilidade a processos erosivos e movimentação de massa	177
5.5. COBERTURA VEGETAL	183
5.5.1. <i>Cobertura vegetal nativa como agente estabilizador de encostas</i>	184
5.5.2. <i>Cobertura vegetal nativa como agente instabilizador de encostas</i>	186
5.5.3. <i>Atuação da cobertura vegetal exótica e/ou cultivo na encosta</i>	186
5.5.4. <i>Cobertura vegetal na área de estudo</i>	187
5.6. USO E OCUPAÇÃO DA TERRA	193
5.6.1. <i>Uso e ocupação da terra pretérito</i>	194
5.6.2. <i>Uso e ocupação da terra atual</i>	201
5.7. MAPEAMENTO DO INVENTÁRIO DAS OCORRÊNCIAS	211
5.8. CARTA DE SUSCETIBILIDADE A MOVIMENTOS DE MASSA E ENCHENTES	226
5.9. CARTA DE VULNERABILIDADE A MOVIMENTOS DE MASSA	230
5.10. CARTA DE RISCO A MOVIMENTOS DE MASSA.....	235
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	239
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	243

APÊNDICE

APÊNDICE A - Ficha de campo para caracterização da área de estudo

APÊNDICE B - Inventário das ocorrências, com data e ano da ocorrência, tipo de área, tipologia do processo, localização, identificação do morador, nº pessoas residentes do imóvel em risco, situação, observação e medida tomada

ANEXO

ANEXO A - Dados da precipitação pluviométrica obtida juntamente a Guarda Municipal Comunitária e a Defesa Civil do município de Santana de Parnaíba, SP

ÍNDICE DE DESENHOS

Desenho 1- Mapeamento da orientação da vertente e classificação de suscetibilidade de movimentação de massa	116
---	-----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Feições da ocorrência do rastejo	9
Figura 2 – Feições da ocorrência do escorregamento planar ou translacional	10
Figura 3 – Feições da ocorrência do escorregamento circular ou rotacional	11
Figura 4 – Feições da ocorrência do escorregamento em cunha	12
Figura 5 – Feições da ocorrência de queda de blocos rochosos	13
Figura 6 – Feições da ocorrência do tombamentos de blocos rochosos	13
Figura 7 – Feições da ocorrência de rolamentos de blocos rochosos	14
Figura 8 – Feições da ocorrência do deslocamento rochoso	14
Figura 9 – Corrida de detritos	16
Figura 10 - Localização da área de estudo	24
Figura 11 - Bacia Hidrográfica do Alto Tietê, limites Municipais e Sub-bacias hidrográficas	25
Figura 12 – Fluxograma das etapas desenvolvidas e dos produtos obtidos	28
Figura 13 – Fluxograma de informações extraídas por meio de fotografias aéreas, imagens de satélite e produtos obtidos	36
Figura 14 – Representação das orientações de vertentes a partir de um octógono	43
Figura 15 – Áreas vistoriadas na bacia hidrográfica das Furnas	57
Figura 16 – Distribuição das grandes unidades litoestratigráficas da RMSP	58
Figura 17 - Mapa de localização dos pontos de afloramentos visitados	60
Figura 18 - Mapeamento geológico no entorno imediato da área de estudo	61
Figura 19 - Análise cinemática da ruptura do filito no P12	63
Figura 20 - Análise cinemática do filito densamente fraturado (P22)	67
Figura 21 - Análise cinemática do filito densamente fraturado (P23)	67
Figura 22 - Análise cinemática do filito intemperizado (Afloramento: P19)	69

Figura 23 - Análise cinemática das discontinuidades do xisto intemperizado	75
Figura 24 - Mapa geológico da área de estudo.....	77
Figura 25 – Análise cinemática das discontinuidades do xisto intemperizado.....	78
Figura 26 – Análise cinemática das discontinuidades do filito intemperizado.....	78
Figura 27 - Mapa geomorfológico da área de estudo.....	82
Figura 28 - Secção esquemática do relevo associado ao fator estrutural (Perfil N - S)	83
Figura 29 - Secção esquemática do relevo associado ao fator estrutural (Perfil NW - SE).....	84
Figura 30 – Lineamentos estruturais, ordens dos cursos d'água e feições do relevo.....	85
Figura 31 - Localização das 07 secções esquemáticas do relevo associado ao fator estrutural	87
Figura 32 - Secção esquemática do vale assimétrico assentado sobre filitos, em setor do relevo de morrote baixo, na porção oeste da bacia hidrográfica (Perfil W - E)	86
Figura 33 - Secção esquemática do vale assimétrico assentado sobre filitos, em setor do relevo de morrote alto, na porção sudeste da bacia hidrográfica (Perfil W-E).....	88
Figura 34 - Secção esquemática do vale assimétrico assentado sobre filitos, em setor do relevo de morrote baixo, na porção leste da bacia hidrográfica (Perfil W-E)	88
Figura 35 - Secção esquemática do vale assimétrico assentado no contato do filonitos e filitos, em setor do relevo de morros baixo e morrote baixo, na porção leste da bacia hidrográfica (Perfil N-S)	89
Figura 36 - Secção esquemática do vale assimétrico assentado sobre filitos, em setor do relevo de morrote baixo, na porção centro norte da bacia hidrográfica (Perfil W-E)	90
Figura 37 - Secção esquemática do vale assimétrico assentado sobre filitos, em setor do relevo de morrote baixo, na porção central da bacia hidrográfica (Perfil W-E).....	90
Figura 38 - Secção esquemática do vale assimétrico assentado sobre filitos, em setor do relevo de morrote alto, na porção centro sul da bacia hidrográfica (Perfil W-E).....	91
Figura 39 - Carta clinográfica da área de estudo.....	95
Figura 40 - Carta clinográfica e classificação de suscetibilidade de movimentação de massa	96
Figura 41 – Totais pluviométricos anuais médios na Região Metropolitana de São Paulo no período de 1968 a 2003.	97
Figura 42 – Estações pluviométricas distribuídas no Município de Santana de Parnaíba	102
Figura 43 – Totais pluviométricos anual de 2011 (janeiro a dezembro) no município de Santana de Parnaíba.	104
Figura 44 – Totais pluviométricos anual de 2012 (janeiro a dezembro)no município de Santana de Parnaíba.	104
Figura 45 – Totais pluviométricos anual de 2013 (janeiro a julho) no município de Santana de Parnaíba..	105
Figura 46 – Totais pluviométricos anual de 2011 na área de estudo.....	106
Figura 47 – Totais pluviométricos anual de 2012 na área de estudo.....	106
Figura 48 – Totais pluviométricos anual de 2013 na área de estudo.....	107
Figura 49 (a, b, c e d) - Comportamento pluviométrico nas estações do ano no período de 2011.....	109
Figura 50 (a e b) - Comportamento pluviométrico nas estações do ano no período de 2012.	110
Figura 51 (a e b) - Comportamento pluviométrico nas estações do ano no período de 2013.	112
Figura 52 - Estágios de desenvolvimento do solo na área de estudo..	119
Figura 53 – Mapa Pedológico da área de estudo.....	127
Figura 54 – Classes de solos e sua relação com a radiação solar	131
Figura 55 – Localização dos perfis morfológicos analisados.....	135
Figura 56 - Descrição morfológica do Perfil 01(P01).....	141

Figura 57 - Descrição morfológica do Perfil 02 (P02).....	145
Figura 58 - Descrição morfológica do Perfil 03 (P03).....	149
Figura 59 - Descrição morfológica do Perfil 04 (P04).....	153
Figura 60 - Descrição morfológica do Perfil 05 (P05).....	157
Figura 61 - Descrição morfológica do Perfil 06 (P06).....	163
Figura 62 - Descrição morfológica do Perfil 07 (P07).....	167
Figura 63 - Descrição morfológica do Perfil 08 (P08).....	172
Figura 64 - Descrição morfológica do Perfil 09 (P09).....	176
Figura 65 – Carta morfopedológica da área de estudo.....	178
Figura 66 – Carta litomorfopedológica da área de estudo.....	181
Figura 67 – Alguns municípios da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê, limítrofes do município de Santana de Parnaíba.....	184
Figura 68 – Vegetação nativa secundária e seus estágios de regeneração.....	190
Figura 69 – Vegetação nativa secundária no loteamento Gênese.....	192
Figura 70 - Foto aérea de 1962.....	194
Figura 71 - Foto aérea de 1963.....	195
Figura 72 - Foto aérea de 1972.....	196
Figura 73 - Foto aérea de 1994.....	197
Figura 74 - Foto aérea de 2001.....	199
Figura 75 - Imagem de Satélite.....	200
Figura 76 - Uso e ocupação da terra na área de estudo.....	205
Figura 77 - Uso e ocupação da terra dos bairros Cidade São Pedro e Parque Panorama, em parte da área de estudo.....	206
Figura 78 – Classificação de vulnerabilidade de movimento de massa por uso e ocupação da terra ..	210
Figura 79 – Mapa do inventário das ocorrências registradas no bairro Cidade São Pedro, em parte da área de estudo.....	213
Figura 80 – Mapa do inventário das ocorrências registradas e associadas ao uso e ocupação da terra no bairro Cidade São Pedro (Gleba A, B e C), em parte da área de estudo.....	220
Figura 81 – Mapa do inventário das ocorrências registradas e associadas aos intervalos de declividade no bairro Cidade São Pedro, em parte da área de estudo.....	222
Figura 82 – Mapa do inventário das ocorrências registradas e associadas com a orientação das vertentes no bairro Cidade São Pedro, em parte da área de estudo.....	223
Figura 83 – Mapa do inventário do histórico dos eventos ocorridos e associadas com unidades litomorfológicas no bairro Cidade São Pedro, área de estudo.....	225
Figura 84 - Carta de suscetibilidade a movimentos de massa e enchentes.....	229
Figura 85 - Carta de vulnerabilidade a movimentos de massa.....	234
Figura 86 - Carta de risco a movimentos de massa e enchentes.....	238

ÍNDICE DE FOTOGRAFIAS

Foto 1 – Erosão em sulcos ocorrentes no contato do solo com a alterita.	17
Foto 2 – Detalhe da erosão em sulcos.	17
Foto 3 - Erosão em sulcos e erosão diferencial ocorrentes no contato do solo com a alterita.	17
Foto 4 – Detalhe da erosão diferencial de forma aproximadamente circular, associada a contribuição estrutural.	17
Foto 5 - Ilustração dos processos realizados para coleta da amostra indeformada do solo.	46
Foto 6 – Filito com foliação subvertical (P12).	64
Foto 7 - (a, b e c) - Detalhe da foliação do filito e a variação no comportamento geotécnico (P12).	64
Foto 8 - Filito alterado com deslocamento preferencial para N-W (P12).	64
Foto 9 - Detalhe do filito com intercalações carbonáticas orientadas pela foliação (P12).	64
Foto 10- Ilustração da análise das amostras quanto ao seu grau de alteração e resistência.	65
Foto 11 - Filito de aspecto grafitoso com foliação subvertical (P13).	65
Foto 12 - Idem foto anterior (P13).	65
Foto 13 - Exposição do Filito com diferentes graus de alteração (P14).	66
Foto 14 - Detalhe da foto anterior, filito de coloração arroxeada e intercalação restrita de coloração cinza escuro (P14).	66
Foto 15 - Filito de foliação vertical a subvertical (P22).	67
Foto 16 - Filito com intenso fraturamento perpendicular ao plano de foliação da rocha (P22).	67
Foto 17 – Filito com corte de inclinação entre 80° a 90°, altura aproximada 12m.	68
Foto 18 – Detalhe do filito com corte de inclinação entre 80° a 90°. Afloramento: P16.	68
Foto 19 – Detalhe do corte do talude paralelo a foliação. Afloramento: P16.	68
Foto 20 - Filito formado por alternância rítmica e presença de estrias. Afloramento: P16.	68
Foto 21 – Ilustração da análise das amostras quanto ao seu grau de alteração e resistência	69
Foto 22 – Veios de quartzo no filito intemperizado. Afloramento: P18.	70
Foto 23 – Filito com bandas carbonáticas e presença de veios de quartzo. Afloramento: P18.	70
Foto 24 – Idem foto anterior. Afloramento: P18.	70
Foto 25 – Fragmentos de quartzo angulosos de maiores dimensões no filito intemperizado. Afloramento: P19.	70
Foto 26 - Detalhe do fragmento de quartzo. Afloramento: P19.	70
Foto 27 – Filonito bastante intemperizado com erosão em zonas de fraqueza estrutural. Afloramento: P32.	71
Foto 28 – Filonito com diferentes graus de intemperismo. Afloramento: P32.	71
Foto 29 – Detalhe do filonito com menor grau de intemperismo. Afloramento: P32.	72
Foto 30 - Detalhe do filonito com alto grau de intemperismo. Afloramento: P32.	72
Foto 31 – Detalhe dos bandamentos do filonito. Afloramento: P32.	72
Foto 32 – Idem foto anterior. Afloramento: P32.	72
Foto 33 – Amostra do filonito com alto índice de durabilidade.	72
Foto 34 – Amostra do filonito com baixo a médio índice de durabilidade.	72
Foto 35 – Veios de quartzo no xistos intemperizado. Afloramento: P02.	73
Foto 36 – Contato entre neossolo litólico e o xisto intemperizado. Afloramento: P04.	73
Foto 37 – Medição das atitudes das descontinuidades no xisto. Afloramento: P03.	73
Foto 38 – Detalhe das descontinuidades presentes no xisto. Afloramento: P03.	73
Foto 39 – Xisto alterado com deslocamento. Afloramento: P10.	74

Foto 40 – Detalhe da descontinuidade presente no xisto. Afloramento: P02.	74
Foto 41 – Detalhe da amostra do xisto com atuação do processo supergênico	74
Foto 42 – Detalhe da amostra do xisto com formato de romboedros.	74
Foto 43 – Encosta com depósito de talús. Afloramento: P28.	76
Foto 44 – Detalhe da encosta com depósito de talús. Afloramento: P28.	76
Foto 45 – Neossolo Litólico assentado sobre a linha de pedra, subsequente a alterita.	120
Foto 46 – Solo Neossolo Litólico assentado sobre a linha de pedra, subsequente a alterita.	120
Foto 47 - Solo Neossolo Litólico assentado sobre a linha de pedra, subsequente a alterita.	120
Foto 48 – Perfil do Cambissolo Háplico.	121
Foto 49 – Cambissolo Háplico assentado sobre a alterita.	121
Foto 50 – Perfil do Cambissolo Háplico.	122
Foto 51 – Descrição morfológica do cambissolo Háplico.	122
Foto 52 – Perfil do Cambissolo Háplico latossólico.	122
Foto 53 – Amostra do bolsão latossólico de coloração avermelhada/hematita.	122
Foto 54 – Cambissolo Háplico latossólico assentado sobre a linha de pedra, subjacente a alterita.	123
Foto 55 – Vista geral da área com ocorrência de neossolo flúvico.	123
Foto 56 – Solo coluvial decorrente de antigo movimento de massa.	124
Foto 57 - Solo coluvial assentado sobre a alterita.	124
Foto 58 – Solo coluvial solto.	125
Foto 59 – Detalhe do solo coluvial solto.	125
Foto 60 – Encosta com depósito de talús.	125
Foto 61 – Vista detalhe da encosta com depósito de talús.	125
Foto 62 – Base da encosta com depósito de talús.	126
Foto 63 (a, b e c) - Etapas da análise da estabilidade da estrutura do solo na amostra 07 do perfil 01.	138
Foto 64 (a, b e c) - Etapas da análise da estabilidade da estrutura do solo na amostra 08 do perfil 01.	139
Foto 65 (a, b e c) - Etapas da análise da estabilidade da estrutura do solo na amostra 09 do perfil 01.	139
Foto 66 – No canto esquerdo superior da foto, observa-se vegetação nativa em estágio médio de regeneração secundária e na área urbanizada presença de vegetação esparsa nativa, exótica e/ou cultivo.	191
Foto 67 - No topo do morro observa-se presença de vegetação arbustiva e fragmento de vegetação arbórea. Na meia encosta e o sopé, ocorre presença de vegetação nativa em estágio médio de regeneração secundária.	191
Foto 68 – Cobertura vegetal secundária de estágio médio a avançado de regeneração no talvegue.	191
Foto 69 – Área parcialmente edificada com cobertura vegetal nativa.	203
Foto 70 – Área parcialmente edificada com solo exposto e cobertura vegetal nativa.	203
Foto 71 – Área parcialmente edificada com cobertura vegetal esparsa e presença de bananeira entre a meia encosta e o sopé.	203
Foto 72 – Área parcialmente edificada com cobertura vegetal de cultivo.	203
Foto 73 – Área parcialmente edificada com solo exposto e cobertura vegetal exótica de cultivo.	203
Foto 74 – Área parcialmente edificada com solo exposto e gramínea.	203
Foto 75 – Área parcialmente edificada com solo exposto e cobertura vegetal de cultivo.	204
Foto 76 – Indicação do setor da encosta com área edificada.	204
Foto 77 – Área institucional - Sistema de lazer e educacional (SESI).	204

Foto 78 – Área institucional - Colégio Municipal Pres. Juscelino Kubitschek de Oliveira.	204
Foto 79 – Cicatriz de movimentação de massa em talude de corte, com comprometimento da estrutura da residência e ocasionando a desocupação.	215
Foto 80 – Detalhe da cicatriz do movimento de massa.	215
Foto 81 - Cicatriz de movimentação de massa na meia encosta, proveniente de corte vertical (90°) ocasionando desmoronamento da garagem.	215
Foto 82 - Agravamento do processo de movimentação de massa com instabilização da encosta.	215
Foto 83 - Idem foto anterior.	215
Foto 84 - Cicatriz de movimento de massa em talude de corte com presença de vegetação esparsa nativa (arbustiva e gramínea).	215
Foto 85 - Cicatriz de movimento de massa em talude de corte para a construção da escada de pedestre.	216
Foto 86 - Cicatriz de movimento de massa em talude corte, com comprometimento estrutural da residência. Como medida de mitigação, a água servida está sendo lançada na canaleta pluvial, parte do talude foi cimentado e construído muro de contenção na base da residência.	216
Foto 87 - Cicatrizes de movimentação de massa na meia encosta, proveniente de talude de corte para a construção de residência e da abertura da via de acesso.	216
Foto 88 - Cicatriz de movimentação de massa com ocorrência de degrau de abatimento, comprometendo a estabilidade da via de acesso (lado direito) e cicatriz em talude de corte com presença de bananeira na encosta (lado esquerdo).	216
Foto 89 - Cicatriz de movimento de massa em talude de corte e rompimento de parte da via de acesso (meia encosta), bem como ocupação na margem do curso d'água, em parte canalizado.	216
Foto 90 - Movimento de massa na antiga cabeceira do curso d'água, com rompimento de parte da Av. Fortunato Camargo. Como medida mitigadora foi construído muro de arrimo e remoção de uma residência de jusante.	216
Foto 91 - Cicatriz de movimento de massa próximo da base da residência, provavelmente em decorrência da concentração de água superficial e associado com a presença da bananeira.	217
Foto 92 - Cicatriz em talude de corte vertical (entre 80° a 90°) de aproximadamente 11 m.	217
Foto 93 - Cicatrizes de movimento de massa em talude de corte para a construção da escada de passagem para pedestre.	217
Foto 94 - Cicatriz de movimentação de massa em talude de corte.	217
Foto 95 - Cicatrizes de movimento de massa em talude de corte.	217
Foto 96 - Idem foto anterior.	217
Foto 97 - Cicatriz de movimento de massa na meia encosta.	218
Foto 98 - Cicatriz de movimento de massa na meia encosta e presença de bananeiras inclinadas.	218
Foto 99 - Antigas residências localizadas na margem do curso d'água sem denominação, em áreas com ocorrência de enchentes.	218
Foto 100 - Idem foto anterior.	218

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Unidades de relevo com indicação das dimensões e porcentagens das áreas	80
Gráfico 2 – Classes de declividade, número e porcentagens em áreas	92
Gráfico 3 – Classes de declividade, dimensão e porcentagens em áreas	93
Gráfico 4 – Dimensão em áreas por classificação de suscetibilidade de movimentação de massa.....	94
Gráfico 5 - Variabilidade da média mensal da precipitação do Posto de Santana de Parnaíba (1968 a 2003)	100
Gráfico 6 - Totais pluviométricos anuais do Posto de Santana de Parnaíba - 1968 a 2003	101
Gráfico 7 - Frequência anual de dias de precipitação acima de 30mm	101
Gráfico 8 - Dimensionamento e porcentagem em áreas por orientação de vertente	114
Gráfico 9 - Quantificação e porcentagem das classes de suscetibilidade de movimentação de massa identificadas por orientação de vertente	115
Gráfico 10 - Densidade das amostras de solo - P01	140
Gráfico 11 - Densidade das amostras de solo - P02	144
Gráfico 12 - Densidade das amostras de solo - P03	148
Gráfico 13 - Densidade das amostras de solo - P04	152
Gráfico 14 - Densidade das amostras de solo - P05	156
Gráfico 15 - Densidade das amostras de solo - P06	161
Gráfico 16 - Densidade das amostras de solo - P07	166
Gráfico 17 - Densidade das amostras de solo - P08	171
Gráfico 18 - Densidade das amostras de solo - P09	175
Gráfico 19 – Classificação por uso e ocupação da terra atual e indicação da porcentagem por dimensão em área ocupada e sem ocupação.....	207
Gráfico 20 - Quantificação por área e porcentagem dos tipos de uso e ocupação da terra atual	208

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 - Síntese das interferências antrópicas, inadequações geotécnicas ou de infraestrutura e potencialização ao movimento de massa.....	19
Quadro 2 – Listagem e descrição do material adquirido	29
Quadro 3 – Parâmetros morfométricos dos 21 perfis topográficos analisados da área de estudo.....	39
Quadro 4 – Determinação das formas do relevo por meio da amplitude, declividade predominante e atributos qualitativo a suscetibilidade de movimentos de massa.	39
Quadro 5 – Atributos qualitativos para a compartimentação das classes de uso e ocupação da terra e sua classificação de vulnerabilidade.....	50
Quadro 6 - Coluna estratigráfica da área de estudo.....	59
Quadro 7 - Compartimentação morfológica- Aptidão Física para Assentamento Urbano.....	81
Quadro 8 – Intervalos de declividade e justificativa da classificação	91
Quadro 9 - Classificação do solo residual, processo e característica morfológica.....	134
Quadro 10 - Síntese da compartimentação morfopedológica.....	179
Quadro 11 - Síntese da compartimentação litomorfopedológica	182
Quadro 12 - Classificação da suscetibilidade a movimentos de massa e enchentes	226
Quadro 13- Classificação da vulnerabilidade a movimentos de massa.....	230
Quadro 14 - Compartimentação da aptidão física e restrições para o uso e ocupação da terra.....	235

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Principais tipos de movimentação de massa em encosta.....	7
Tabela 2 – Atributos qualitativos para classes de declividade suscetíveis a movimentos de massa.....	33
Tabela 3 – Atributos qualitativos para classes de orientação da vertente e suas respectivas classes de suscetibilidade a movimentação de massa	43
Tabela 4 - Identificação dos perfis, camadas morfológicas e coletas de amostras indeformadas analisadas	45
Tabela 5 - Inventário no período de 2002 a 2013 das ocorrências e quantificação dos processos registrados pela Prefeitura Municipal de Santana de Parnaíba	52
Tabela 6 – Unidades de relevo com indicação das dimensões das áreas e porcentagens.....	80
Tabela 7 – Classes de declividade, número e porcentagens em áreas, dimensionamento e porcentagens em áreas e classificação de suscetibilidade de movimentação de massa	92
Tabela 8 – Classificação de suscetibilidade a movimentos de massa com indicação do dimensionamento e porcentagens em áreas.....	93
Tabela 9 - Totais pluviométricos mensais e anuais do Posto E3-020, em Santana de Parnaíba/SP.....	98
Tabela 10 - Estações pluviométricas cadastradas no Município de Santana de Parnaíba com endereço, estabelecimento institucionais e coordenadas	103
Tabela 11 - Precipitação (mm) mensal das estações pluviométricas no ano de 2011	108
Tabela 12 - Precipitação (mm) mensal das estações pluviométricas no ano de 2012	110
Tabela 13 - Precipitação (mm) mensal das estações pluviométricas no ano de 2013	111
Tabela 14 – Orientação das vertentes com indicação das porcentagens da dimensão por área e classificação de suscetibilidade de movimentação de massa.	114
Tabela 15 - Grau de desenvolvimento, categorias evolutivas e classes do solo presentes na área de estudo	118
Tabela 16 - Grau de desenvolvimento pedológico, classe do solo, declividade e orientação da vertente predominante.....	129
Tabela 17 - Municípios limítrofes do Município de Santana de Parnaíba da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê e respectivas áreas de vegetação remanescente	183
Tabela 18 – Identificação da classificação de uso e ocupação da terra atual, números e porcentagem, dimensão e porcentagem por área ocupada e sem ocupação.....	207
Tabela 19 – Classes de uso e ocupação da terra atual com indicação do número de áreas, porcentagens e dimensão por área e classificação de vulnerabilidade de movimentação de massa	209

RELAÇÃO DE SIGLAS E ABREVIACÕES

AFA - Acerco, Fotoíndices e Aerolevantamentos
BASE - Base Aerofotogrametria e Projetos
CBH-AT - Comitê da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê
CONPDEC - Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil
CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente
CPRM - Serviço Geológico do Brasil
DAEE - Departamento de Águas e Energia Elétrica
DAP - Diâmetro a altura do peito
DNPM - Departamento Nacional de Produção Mineral
EMAE - Empresa Metropolitana de Água e Energia
EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EMPLASA - Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano
FIDEM - Fundação do Desenvolvimento Municipal
GERCA - Grupo Executivo de Racionalização da Cafeicultura
GPS - Sistema de Posicionamento Global
IAC - Instituto Agrônomo de Campinas
IBC - Instituto Brasileiro do Café
IBGE - Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo
LASERE - Laboratório de Aerofotogeografia e Sensoriamento Remoto do Departamento de Geografia da FFLCH da USP
MDE - Modelo Digital de Elevação
MDT - Modelo Digital de Terreno
PNPDEC - Política Nacional de Proteção e Defesa Civil
PUC/SP - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo
RMSP - Região Metropolitana de São Paulo
SCM - Sistema Cartográfico Metropolitano
SEADE - Sistema Estadual de Análise de Dados
SEPLANDES - Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Social do Estado de São Paulo
SESI - Serviço Social da Indústria
SIG - Sistema de Informação Geográfica
SIGRH - Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos de São Paulo
SINPDEC - Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil
TAI - Trado para coleta de amostras indeformadas
UGRHI - Unidade de Gerenciamento dos Recursos Hídricos
USAF - Força Aérea dos EUA
USP - Universidade de São Paulo

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, o crescimento urbano tornou-se um problema mundial, sendo objeto de inúmeras pesquisas no meio acadêmico e governamental, refletindo uma complexidade de questões ambientais, sociais, econômicas e políticas. A aglomeração populacional e a consequente expansão de áreas urbanas, principalmente por ocupação desordenada ou sem critérios técnicos, tem intensificado a ocorrência de movimentos de massa em áreas de risco.

Entre as questões relacionadas ao uso e ocupação da terra, destaca-se o estudo referente às áreas de risco em encostas.

O presente estudo evidencia a necessidade para o conhecimento do meio físico com vista ao planejamento territorial. O planejamento prevê uma melhor articulação dos tipos de ocupação da terra, levando em conta os interesses e as necessidades sociais e econômicas em consonância com a conservação ambiental.

Inserido neste contexto, a bacia hidrográfica das Furnas foi selecionada para investigar os processos ocorridos no passado e no presente possibilitando gerar dados de análise visando alcançar um conhecimento detalhado de seus condicionantes (aspectos físico ou antrópicos) no desencadeamento dos eventos.

O levantamento dos eventos antigos, recentes e ocorrentes, proporcionou o entendimento dos padrões do comportamento das instabilidades, das causas e favorecendo a compartimentação de áreas favoráveis e com restrições à ocupação. Para tanto, os condicionantes naturais e antrópicos foram analisados de forma integrada possibilitando resultados mais coerentes acerca das potencialidades dos riscos a movimentação de massa e enchentes.

A carta de risco à movimentação de massa e enchentes indica as possíveis áreas suscetíveis a ocorrência de eventos, podendo proporcionar diretrizes para a ocupação da terra. Este documento fornece subsídios do meio físico para o Plano Diretor Municipal, no que diz respeito ao parcelamento do solo urbano.

O planejamento territorial tornou-se um instrumento de fundamental importância dentro dos planos pilotos das grandes metrópoles; fazendo-se necessário devido o aumento da urbanização. Assim a urbanização comumente ocorre com pouco ou nenhum uso de regulamentação e planejamento, condicionando a ocupação em áreas tanto regularizadas, como clandestinas, em fundos de vales, morros e cabeceiras de drenagens. Essa ocupação contribui para a ocorrência

dos desastres naturais de movimentação de massa que são registrados todos os anos nas cidades brasileiras.

Nesse contexto, esta pesquisa teve por finalidade buscar maior conhecimento sobre as compartimentações do meio físico associadas com a suscetibilidade aos processos de movimentação de massa, e vinculadas com os diferentes uso e ocupação da terra e suas potencialidades ao risco.

1.1. Objetivos

Esta pesquisa tem por objetivo analisar o uso e ocupação da terra e sua vinculação com os processos de movimentação de massa, observando e procurando evidenciar que a ocupação sem planejamento implica na ocorrência de áreas de risco.

Para a realização da análise dos processos de movimentação de massa na área de estudo, este trabalho compreendeu o uso da multidisciplinaridade, permitindo identificar as potencialidades da área de estudo.

Os principais objetivos foram:

- a) Identificar e analisar as compartimentações do meio físico, visando o entendimento dos processos desencadeadores de movimentação de massa;
- b) Verificar o comportamento pluviométrico da área de estudo e sua associação com áreas de risco;
- c) Identificar e analisar os tipos de uso e ocupação da terra associando-os com a vulnerabilidade a movimentos de massa;
- d) Identificar as áreas com ocorrência de movimentação de massa atual e/ou pretérita.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A elaboração da Carta de risco a movimentação de massa associada ao uso e ocupação da terra depende de fatores relacionados ao clima, à dinâmica hidrológica em vertentes (escoamento superficial e subsuperficial); morfodinâmica e equilíbrio de força na vertente; movimentos de massa; suscetibilidades e vulnerabilidade aos processos da dinâmica superficial e mapeamento de risco geológico-geotécnico em encosta.

2.1. Clima

O clima é um dos fenômenos naturais que influenciam mais diretamente no cotidiano e nas atividades humanas; esse vem sendo modificado pelas interferências antrópicas sobre o meio ambiente.

Muitos fenômenos climáticos têm sido identificados como efeitos da intervenção humana, em grandes extensões territoriais, das mais diversas formas. O que faz da ciência climatológica universal é que as mudanças desses elementos não são somente regionais, locais, mas também globais, não basta se intervir em políticas que visam à conservação da natureza em escala regional, pois essas possuem interações com várias escalas espaciais.

Nos últimos anos, intensificaram-se os estudos que condicionam o clima como agente primordial dos impactos sobre o meio urbano, onde vem sendo registrado o aumento da temperatura, em especial nas áreas que sofreram um desmatamento generalizado e esse impacto tem como agravante o aumento da intensidade das chuvas.

As chuvas e a relação entre escoamento e infiltração são considerados os agentes mais importantes na deflagração dos processos erosivos e de movimento de massa, devido ao: 1) aumento do grau de saturação do solo, 2) ao aumento do peso do solo, 3) impacto direto das gotículas de água sobre solo desprotegido, 4) desenvolvimento da pressão hidrostática. que faz do fator chuva um elemento desencadeador da instabilidade de taludes.

2.2. Dinâmica hidrológica em vertentes

A dinâmica hidrológica em vertentes está associada aos escoamentos superficiais e subsuperficiais, enfocando fatores controladores do tipo difuso e concentrado, o que contribuiu para a deflagração de feições erosivas e movimentação de massa.

A dinâmica hidrológica também se relaciona com fatores físico (intensidade das chuvas; características geológica, pedológica, geomorfológica e cobertura vegetal) e antrópico (uso e ocupação da terra).

Em eventos chuvosos intensos a água apresenta três comportamentos distintos: evaporar, infiltrar e/ou escoar (em superfície e/ou subsuperfície).

A água que não se infiltrar tenderá a escoar superficialmente, enquanto a água infiltrada, depois de preencher o déficit hídrico do solo, gerará uma rede de fluxo (ou escoamento) subsuperficial na vertente. Estes fluxos (superficiais e subsuperficiais) apesar de possuírem características e dinâmicas distin-

tas, desempenham papel fundamental na deflagração de processos geodinâmicos, como erosão dos solos (Molinari, 2010, pág. 70).

2.2.1. Escoamento Superficial

A dinâmica dos fluxos hídricos superficiais é controlada fundamentalmente por dois fatores: o primeiro deles condiciona a energia cinética transferida aos fluxos, referindo-se, portanto, à atuação da componente lateral da força gravitacional, que é por sua vez controlada pela declividade do terreno; o segundo controla o padrão espacial do escoamento, subordinando-o ao comportamento das linhas de fluxo, referindo-se, portanto, à geometria do terreno (Molinari, 2010, pág. 71).

O escoamento superficial em uma vertente está associado à umidade antecedente do solo e a intensidade pluviométrica, pois um solo que se apresenta saturado e/ou próximo da saturação tende a apresentar um maior escoamento em superfície. A umidade do solo é dependente da intensidade das precipitações e/ou das intervenções antrópicas (concentração de água servida e/ou esgoto no solo, cultivo de bananeira e mamão que comumente concentram água nas raízes, entre outras).

Em decorrência das características naturais e/ou antrópicas na dinâmica hidrológica da vertente, o escoamento superficial pode ocorrer concentrado e/ou difuso.

O escoamento concentrado está associado ao caminho preferencial da água, ou seja, a linha de fluxo, o que contribui para que estas áreas concentrem maiores volumes e intensidade da água em superfície, acarretando o destacamento das partículas do solo e favorecendo a ocorrência de erosão e movimento de massa.

Quando a linha do escoamento concentrado apresenta-se saturado a água tende a percorrer áreas adjacentes, ou seja, a água percorre caminhos não preferenciais, resultando no que se chama de escoamento difuso.

O escoamento superficial depende das características hidráulicas dos solos e das rochas, da cobertura vegetal e das estruturas biológicas, assim como da forma da bacia de drenagem, da declividade de sua superfície e do teor de umidade dos seus terrenos. Nas regiões ocupadas pelo homem, deve-se ainda considerar as diversas formas de uso do solo que intensificam ou atenuam o escoamento superficial (Jorge & Uehara, 1998, pág. 102).

2.2.2. Escoamento Subsuperficial

A superfície do terreno quando apresenta permeabilidade, associada ou não a presença de cobertura vegetal, permite a infiltração da água da chuva favorecendo o processo de escoamento subsuperficial da vertente.

Segundo Molinari (2010) e Colangelo (1990 e 1995), os fluxos e os caminhos a serem percorridos pela água estão relacionados a diversos fatores interligados: pedológicos (descontinuidades texturais entre os horizontes, variações de porosidade e umidade, diferentes graus de alteração da rochas e solos, condutividade hidráulica saturada, capacidade de infiltração); litológicos (tipos de rochas, diques, bandamentos, xistosidades); geomorfológicos (declividade, área de contribuição, descontinuidade nas formações superficiais, formas e posição da encosta); climatológicos (frequência, intensidade e duração de chuva), bióticos (variação da espécie da cobertura vegetal), entre outros.

2.3. Morfodinâmica e equilíbrio de força na vertente

A encosta não apresenta uniformidade morfológica (topo, meia encosta e base), o que está associada à dinâmica hidrológica da vertente, visto que as formas convexas e côncavas condicionam, respectivamente, fluxos dispersores e concentradores de drenagem, enquanto que a forma retilínea está associada à neutralidade dos fluxos.

De acordo com a configuração morfológica da encosta, haverá variações no comportamento hidrológico, principalmente no que se refere à direção e à velocidade dos fluxos superficiais e subsuperficiais, estando estes vinculados a outros fatores como a taxa de recarga, feições estruturais, espessura do solo, propriedade hidráulica do solo e da rocha, entre outros. Todos estes elementos estão conectados no entendimento do equilíbrio de força na vertente, visto que as áreas concentradoras de drenagem apresentam maior suscetibilidade de saturação do solo e os materiais tendem a ter suas propriedades alteradas e a modificar seu comportamento físico e mecânico, tornando-se mais susceptíveis a distintos processos erosivos e movimentos de massa.

Segundo Colangelo (2005), a dinâmica das encostas é comandada por um jogo de tensões que interage diretamente com os processos geomorfológicos. Há um permanente confronto entre as tensões passivas, de sustentação dos materiais superficiais não consolidados, e as tensões ativas de cisalhamento.

Para que ocorra a ruptura ou a instabilidade de encosta é necessário o desequilíbrio entre as forças atuantes, força ativa e a força passiva.

Vários mecanismos podem influenciar no desequilíbrio, ou seja, na instabilidade das encostas, dentre eles a pluviosidade (magnitude, frequência e duração das chuvas), alteração das características naturais da área (uso e ocupação da terra, cobertura vegetal), geologia (tipos de rochas, grau de fraturamento), geomorfologia (feições e formas do relevo, declividade, direção da vertente) propriedade do solo (granometria, textura, grau de fragilidade).

Como descrito anteriormente, quando se verifica na encosta uma alteração na condutividade hidráulica saturada, seja por padrões naturais como intensidade pluviométrica ou por intervenção antrópica, essa alteração contribui para a diminuição da tensão da resistência do cisalhamento, podendo ocasionar uma ruptura e instabilidade na encosta. Esta ruptura ou instabilidade da encosta depende diretamente do equilíbrio entre as forças estabilizantes e desestabilizadoras.

Segundo Molinari (2010), a erosão e/ou movimento de massa ocorrem sempre que a força de cisalhamento excede a força de resistência, resultante de propriedades mecânicas intrínsecas aos materiais.

Portanto, o equilíbrio no sistema de vertente é condicionado por mecanismos ligados às propriedades (internas) dos materiais, fatores ambientais locais (falhas geológicas, configuração topomorfológica) e das forças gravitacionais atuantes nas partículas individuais e nas massas de solos e rochas ao longo de tais superfícies (Molinari, 2010, pág. 91).

2.4. Movimentos de massa

Tominaga (2009) e Molinari (2010) definem que os movimentos de massa (*landslides* ou *mass movement*) correspondem ao deslocamento de solo, rocha e/ou vegetação ao longo da vertente sob a ação direta da gravidade.

Este processo de movimentação de massa pode ocorrer devido a processos naturais (características dos solos e rochas, relevo, vegetação e clima) e/ou induzidos pelo uso e ocupação da terra (ocupação da terra em áreas susceptíveis aos movimentos de massas, técnicas inadequadas como corte e exposição do talude, execução de aterros inadequados, lançamento de água servida e/ou esgoto em superfície, presença de fossa e/ou poço no talude, cultivo inadequado, entre outros).

Os movimentos de massa são definidos, em função da geometria, do tipo do material envolvido, das características da movimentação do material, da velocidade do processo e do volume de água associado ao processo (**Tabela 1**). “Contudo, os diferentes tipos podem ser divididos entre aqueles com características de fluxo e aqueles que apresentam uma superfície de ruptura definida (Thomas, 1994 e Luiz, 1996 apud Molinari, 2010, pág.91)”.

Tabela 1 – Principais tipos de movimentação de massa em encosta
(Augusto Filho, 1992, apud Tominaga, 2009)

Processos	Dinâmica/Geometria/Material
Rastejos	<ul style="list-style-type: none"> vários planos de deslocamento (internos) velocidades muito baixas (em/ano) a baixas e decrescentes com a profundidade movimentos constantes, sazonais ou intermitentes solo, depósitos, rocha alterada/fraturada geometria indefinida
Escorregamentos	<ul style="list-style-type: none"> poucos planos de deslocamento (externos) velocidades médias (m/h) a altas (m/s) pequenos a grandes volumes de material geometria e materiais variáveis: Planares - solos pouco espessos, solos e rochas com um plano de fraqueza; Circulares - solos espessos homogêneos e rochas muito fraturadas; Em cunha - solos e rochas com dois planos de fraqueza
Quedas	<ul style="list-style-type: none"> sem planos de deslocamento movimentos tipo queda livre ou em planos inclinado velocidades muito altas (vários m/s) material rochoso pequenos a médios volumes geometria variável : lascas, placas, blocos, etc. rolamento de matacão tombamento
Corridas	<ul style="list-style-type: none"> muitas superfícies de deslocamento movimento semelhante ao de um líquido viscoso desenvolvimento ao longo das drenagens velocidade médias a altas mobilização de solo, rocha, detritos e água grandes volumes de material extenso raio de alcance, mesmo em áreas planas

2.4.1. Rastejos (Creep)

Os rastejos são movimentos lentos, que envolvem grandes massas de materiais, cujo deslocamento resultante ao longo do tempo é mínimo (mm a cm/ano). Esse processo não apresenta superfície de ruptura bem definida (plano de movimentação), ou seja, os limites entre a massa em movimentação e o terreno estável são transicionais (Cunha et al., 1991 apud Molinari, 2010).

Esse processo pode atuar sobre os horizontes superficiais do solo, nos horizontes de transição solo/rocha, alterita, corpos de talús e até mesmo em rocha.

O rastejo pode ser dividido em dois tipos: contínuo ou sazonal. O primeiro é totalmente devido à atuação da força da gravidade e depende da presença de significativa quantidade de argila no solo. A argila sofre não só a influência da força da gravidade, como também *stress* do peso do material sobrejacente e, como consequência, se deforma, pois tem natureza plástica. Já o rastejo sazonal é influenciado por processos cíclicos ou sazonais que atingem o solo, como a variação do conteúdo de umidade. Os horizontes superficiais do solo apresentam maior taxa de movimento, pois concentram mais raízes e promovem mais trocas com o ambiente (Tersaghi, 1952 e Luiz 1996 apud Molinari, 2010, pág. 92).

As evidências para identificar o processo do rastejo podem ser: inclinação de árvores, postes e cercas, outras estruturas deslocadas, surgimento de fissuras e/ou trincas no solo e pequenos abatimentos na encosta (**Figura 1**).

O rastejo pode causar danos significativos em rodovias, edificações como residências, comércios e/ou indústrias, e também evoluir para escorregamentos.

Figura 1 – Feições da ocorrência do rastejo

(Fonte: modificado de Bloomm, 1988, Reis, 2001 apud Fernandes, 2008)

2.4.2. Escorregamentos (*Landslides*)

São movimentos rápidos de duração relativamente curta, caracterizados por uma geometria bem definida, tanto em seus limites laterais como em profundidade. Em geral a geometria dos escorregamentos depende do tipo de material e de sua espessura, além da forma e inclinação da encosta (Selby, 1990 apud Molinari, 2010, pág. 94).

Nos escorregamentos é possível observar a distinção entre o material deslizado e aquele não movimentado. Este processo é representado por cicatrizes de tamanho (altura e profundidade) diversificado, variando em decorrência do processo de instabilidade, altura e comprimento da vertente, podendo mobilizar pequenos a grandes volumes de material.

De acordo com Guidicini e Nieble (1976), Molinari (2010), Augusto Filho (1992) e Fernandes (2008), os mecanismos de deformação atuantes para ocorrência do escorregamento podem ser por: aumento das tensões atuantes e/ou queda da resistência em períodos curtos, levando os terrenos a sofrer rupturas por cisalhamento, ou seja no momento em que a força gravitacional vence o atrito interno das partículas, responsável pela estabilidade, a massa de solo e/ou rocha movimenta-se encosta abaixo. A perda do atrito entre as partículas está comumente associada a infiltração de água no maciço do solo, pois a saturação do solo favorece a diminuição do atrito das partículas.

Existem três tipos de escorregamento: translacionais ou planares, rotacionais ou circulares e em cunha.

➤ *Escorregamentos translacionais ou planares*

Os escorregamentos translacionais ou planares são os mais frequentes de movimento de massa. Estão associados à movimentação de superfície pouco espessa de solo, podendo atingir a alterita e a rocha sã. A superfície de ruptura se caracteriza pela forma planar (**Figura 2**).

Os planos de fraqueza à ocorrência da ruptura ocorrem normalmente em períodos de intensa precipitação, originando-se ao longo da interface solo-rocha sã, a qual representa importante descontinuidade mecânica e hidrológica.

Esses planos de ruptura podem também estar associados às atividade de processos geológicos (acamamentos e fraturas, entre outros), geomorfológicos (depósitos de encostas) ou pedológicos (contato entre horizontes, contato solo-saprolito (Fernandes e Amaral, 1996 apud Molinari, 2010 pág. 96).

Figura 2 – Feições da ocorrência do escorregamento planar ou translacional
(Fonte: modificado de Infanti Jr e Fornasari Filho, 1998 e Reis, 2001 apud Fernandes, 2008).

➤ *Escorregamentos rotacionais ou circulares*

Diferentemente dos escorregamentos planares os escorregamento rotacionais ou circulares ocorrem em vertentes que apresentam solos espessos homogêneos e rochas muito fraturadas.

A característica perceptível nesse processo é representada por uma superfície de ruptura curva, côncava, ao longo da qual se dá um movimento rotacional da massa do solo (**Figura 3**).

Figura 3 – Feições da ocorrência do escorregamento circular ou rotacional
(Fonte: modificado de Infanti JR & Fornasari Filho, 1998 e Reis, 2001 apud Fernandes, 2008)

O escorregamento rotacional de solo é um fenômeno que ocorre frequentemente nas encostas do sudeste brasileiro, mobilizando geralmente o manto de alteração. Podem ser tornar processos catastróficos, com o deslizamento súbito do solo residual que recobre a rocha ao longo de uma superfície qualquer de ruptura, ou ao longo da própria superfície da rocha. Como exemplos desse tipo de escorregamento, pode-se citar o grande escorregamento do Monte Serrat, ocorrido em 1928 e muitos dos sessenta escorregamentos simultâneos que ocorreram nos morros de Santos em 1956 (Tominaga, 2009, pág. 29).

➤ *Escorregamentos em cunha*

Os escorregamentos em cunha ocorrem em solos e rochas com dois planos de fraqueza, associados a saprolitos e maciços rochosos, nos quais a existência de duas estruturas planares desfavoráveis à estabilidade desloca o material (**Figura 4**). Estas estruturas que se desprendem ao longo do eixo de intersecção destes planos, representado pelo formato de prisma, ocorrem mais restritivamente em regiões com um relevo fortemente controlado por estruturas geológicas (Augusto Filho, 1992; Infanti Jr e Fornasari Filho, 1998; Reis, 2001; Fernandes 2008 e Tominaga, 2009).

Figura 4 – Feições da ocorrência do escorregamento em cunha
(Fonte: modificado de Infanti Jr e Fornasari Filho, 1998; Reis, 2001 apud Fernandes, 2008).

Conforme representado na **Figura 4**, este tipo de processo pode ocorrer em taludes de corte ou em encosta que sofreram algum tipo de desconfinamento, natural ou antrópico.

2.4.3. Quedas (Falls)

Os movimentos do tipo queda são extremamente rápidos (da ordem de m/s) e envolvem blocos e/ou lascas de rocha em movimento de queda livre a partir de uma elevação do terreno (Brasil, Ministério das Cidades, 2007; Tominaga, 2009).

As causas decorrentes deste processo são a presença de descontinuidades no maciço rochoso, que propiciam isolamento de blocos unitários de rocha, a subpressão por meio de acúmulo de água, descontinuidades ou penetração de raízes e associados à presença de afloramentos rochosos em encostas íngremes, abruptas, intensidade pluviométrica e intervenções antrópicas (taludes de escavação, cortes de rocha, frentes de lavra, vibrações provenientes das detonações das pedreiras), podendo repercutir na instabilidade da rocha e acarretar no rolamento de blocos já instáveis pela perda da resistência mecânica de apoio.

➤ ***Quedas de blocos rochosos***

Os blocos de rocha podem apresentar diferentes tamanhos e litologias, se destacam dos taludes ou encostas íngremes e se deslocam em movimento de queda livre (**Figura 5**).

Figura 5 – Feições da ocorrência de queda de blocos rochosos
(Fonte: modificado de Infanti Jr e Fornasari Filho, 1998; Reis, 2001 apud Fernandes, 2008).

➤ ***Tombamentos de blocos rochosos***

Ocorrem em decorrência das descontinuidades presentes na rocha, estando esta condicionada por estruturas geológicas subverticais no maciço rochoso (**Figura 6**).

Figura 6 – Feições da ocorrência do tombamentos de blocos rochosos
(Fonte: modificado de Infanti Jr e Fornasari Filho, 1998; Reis, 2001 apud Fernandes, 2008).

➤ ***Rolamento de blocos rochosos***

Os blocos rochosos e/ou matacões normalmente encontram-se parcialmente imersos na alterita, podem apresentar tamanhos variados, e podem desprender dos taludes e encostas por perda da resistência mecânica de apoio (**Figura 7**).

Figura 7 – Feições da ocorrência de rolamentos de blocos rochosos
(Fonte: modificado de Infanti Jr e Fornasari Filho, 1998; Reis, 2001 apud Fernandes, 2008).

➤ *Desplacamento rochoso*

“Lascas ou placas de rocha se desprendem condicionadas pelas feições geológicas presentes, devido a variações térmicas ou alívio de tensão. O deslocamento pode ser por queda livre ou por deslizamento ao longo de uma superfície inclinada” (Fernandes, 2008, pág. 31).

A **Figura 8** representa este tipo de queda.

Figura 8 – Feições da ocorrência do deslocamento rochoso
Fonte: Reis, 2001 apud Fernandes, 2008.

2.4.4. Corridas (Flows)

As corridas são movimentos rápidos de escoamento de caráter essencialmente hidrodinâmico. Os materiais se comportam como fluidos altamente viscosos e são ocasionados pela perda de atrito interno das partículas do solo, recorrente do excesso de água (Brasil, Ministério das Cidades, 2007; Fernandes, 2008; Tominaga, 2009).

A origem dos mecanismos de geração de corridas de massa pode ser: primária, quando as corridas são provenientes da desestruturação total do material de escorregamento da encostas e; secundária, quando as corridas ocorrem nas drenagens principais formadas pela remobilização de detritos acumulados no leito e por barramentos naturais, envolvendo ainda o material de escorregamento das encostas e grandes volumes de água das cheias das drenagens (Infanti Jr e Fornasari Filho, 1998 apud Fernandes, 2008, pág. 32).

As corridas podem ser classificadas por três tipos, em decorrência do tipo de material mobilizado; corrida de terra, corrida de lama e corrida de detritos.

➤ Corrida de terra

O material predominante deste processo é solo, o volume de água apresentando neste evento se comparado como a corrida de lama é baixa e conseqüentemente apresenta baixa velocidade na corrida.

➤ Corrida de lama

Este processo consiste em solo com alto teor de água, apresentando velocidade relativa média e alto poder de destruição.

➤ Corrida de detritos

O material envolvido neste processo é grosseiro, constituído por fragmentos de rocha de tamanhos variados e conseqüentemente apresenta alto poder destrutivo (**Figura 9**).

Figura 9 – Corrida de detritos

(a) Esquema de corrida detrítica (Fonte: Lopes, 2006 apud Tominaga, 2009); e (b) Corrida detrítica no Morro do Baú, SC, dez.2008 (Fonte: Acervo IG).

2.5. Erosão

De acordo com Carvalho (1991) e Gerscovich (2012), a ação antrópica, associada principalmente a desmatamentos e talude de cortes (estrada e/ou construção civil), tem sido o fator condicionante na deflagração dos processos erosivos. Entende-se como processo erosivo a destruição da estrutura do solo e sua remoção, estando diretamente relacionado a ação das águas de escoamento superficial.

A concepção da erosão neste trabalho se dá por meio da intervenção antrópica em taludes de corte, acarretando a ocorrência da **erosão em sulcos** e da **erosão diferencial**.

A execução de cortes em solos propicia a exposição de superfícies mais frágeis, em geral a alterita. Geralmente as alteritas apresentam material solto, intensa perda de matéria provocada pelo intemperismo, tanto física (em partículas) como química (em solução), e associada às discontinuidades propicia a erosão nas zonas de fraqueza.

Os fatores primordiais para a ocorrência da erosão estão associados a intensidade da precipitação e da coesão do solo o que favorece a desagregação e o carreamento do material para a base da vertente.

A **erosão em sulcos** corresponde a desagregação do solo acarretado pelo escoamento pluvial concentrado, apresentando traçado bem definido. Tal fato está associado ao contraste de resistência do solo. Essa erosão é mais suscetível a ocorrência em áreas de maior declividade e sem proteção superficial (**Fotos 1 e 2**).

A **erosão diferencial** está associada a desagregação do solo em camadas inferiores da alterita, por apresentar maior concentração das estruturas reliquias da rocha, no contato das camadas que apresentam forte contraste de resistência, seja ao intemperismo químico ou desgaste mecânico, condicionando o rompimento do material (**Fotos 3 e 4**).

Essa erosão está associada ao fator estrutural, e em decorrência do rompimento do solo nas camadas inferiores favorece o descalçamento das partes superiores mais resistentes, podendo romper o equilíbrio entre as forças atuantes (força ativa e a força passiva), acarretando o movimento de massa em maior proporção. Este tipo de erosão pode manifestar-se com intensidades distintas ao longo do talude.

Foto 1 – Erosão em sulcos ocorrentes no contato do solo com a alterita. Bairro: Cidade São Pedro, Gleba A. Fonte: Pereira, M.F. Foto: Maio/2014.

Foto 2 – Detalhe da erosão em sulcos. Bairro: Cidade São Pedro, Gleba A. Fonte: Pereira, M.F. Foto: Maio/2014.

Foto 3 - Erosão em sulcos e erosão diferencial ocorrentes no contato do solo com a alterita. Bairro: Cidade São Pedro, Gleba C. Fonte: Pereira, M.F. Foto: Abril/2012.

Foto 4 – Detalhe da erosão diferencial de forma aproximadamente circular, associada a contribuição estrutural. Bairro: Cidade São Pedro, Gleba C. Fonte: Pereira, M.F. Foto: Abril/2012.

2.6. Suscetibilidades e vulnerabilidades potencial a movimentação de massa

A suscetibilidade aos processos da dinâmica superficial está associada às condições naturais do terreno (geologia, geomorfologia, declividade, pedologia, direção de vertente, pluviosidade e vegetação).

De acordo com Macedo & Bressani (2013), a vulnerabilidade é avaliada empiricamente para pessoas e propriedades, a potencialidade do evento de movimentação de massa esta associada às intervenções antrópicas sobre o meio ambiente.

2.6.1. Suscetibilidade aos processos da dinâmica superficial

Segundo Fernandes (2008), os processos de dinâmica superficial são naturalmente resultantes da interação de fatores físicos, químicos e biológicos e podem afetar as encostas naturais, com substratos tanto em solo ou rochoso.

De acordo IPT & CPRM (2014), a suscetibilidade pode ser sintetizada como predisposição ou propensão dos terrenos ao desenvolvimento de um fenômeno do meio físico.

Os fatores físicos naturais do terreno, com suas respectivas variações na declividade, geologia, geomorfologia, pedologia, cobertura vegetal, direção da vertente e pluviosidade, podem apresentar em determinadas áreas maiores ou menores suscetibilidades de ocorrência de um evento (movimentos de massa).

2.6.2. Vulnerabilidade potencial a movimentação de massa

Nas áreas urbanas, verifica-se mais intensamente as modificações antrópicas na superfície terrestre, conseqüentemente apresenta maior vulnerabilidade de ocorrência de um evento (movimento de massa), estando associada às condições inadequadas do uso e ocupação da terra e condicionando valores mais expressivos no grau de perdas e danos econômicos e ate mesmo da própria vida humana. Geralmente, estas áreas apresentam características naturais do meio físico suscetíveis ao processo da dinâmica superficial e associadas às intervenções antrópicas podem acarretar o desencadeamento de eventos desastrosos.

A ocupação, ao se desenvolver em encostas de declividades acentuadas, trás consigo grandes impactos, começando com a retirada da cobertura vegetal que funciona como uma “capa protetora do solo”, além de ser um amortecedor contra a energia liberada pela água da chuva e dos lançamentos de água servida e/ou esgoto sobre o solo.

O impacto das gotículas de água causa a instabilidade nos terrenos, uma vez que promove o selamento da superfície, restringindo a infiltração da água no solo, esta por sua vez se acumula e escorre, causando enxurradas em lugares de topografias acentuadas. O escoamento superficial concentrado, favorece a ocorrência da erosão que é acarretado pela perda dos sedimentos que vão em direção à rede de drenagem, atingindo as partes mais baixas da cidade, assoreando os rios, córregos e agravando os problemas de enchentes e inundações.

A instabilidade das encostas constitui um dos problemas mais frequentes nas periferias das cidades, estando correlacionados com o inchaço populacional concentrado.

Esta instabilidade ocorrem mais intensamente em decorrência da ação antrópica, como corte do talude (utilizando-se de técnicas inadequadas), execução deficiente de aterros (compactação, geometria e fundação), e uso de resíduos sólidos para aterro. Os aterros com resíduos sólidos contribuem para a acumulação de água, que muitas vezes rompe com o equilíbrio de sustentação do solo, devido à saturação, acarretando movimentos de massa (**Quadro 1**).

Quadro 1 - Síntese das interferências antrópicas, inadequações geotécnicas ou de infraestrutura e potencialização ao movimento de massa

Interferências antrópicas	Inadequações geotécnicas ou de infraestrutura	Potencialização ao movimento de massa
Desmatamento	Retirada indiscriminada da vegetação	Exposição do solo e perda da estruturação superficial conferida pelas raízes; aumento da infiltração com favorecimento à elevação da carga piezométrica em chuvas; exposição à erosão, podendo evoluir para movimentação de massa.
Execução de cortes	Alteração inadequada de maciços	Desconfinamento do maciço, com possibilidade do aparecimento de fissuras e trincas a montante, possibilitando infiltrações e potencializando os movimentos de massa.
	Cortes com inclinação e/ou altura excessiva	Possibilidade de ultrapassagem do limite natural de estabilidade do solo cortado, possibilitando movimentação de massa.
	Cortes em descontinuidades de maciços	Possibilidade de movimentação de massa pela quebra de situação anterior de equilíbrio de camadas de solos sobrepostas. Descontinuidades de maciços são comuns em estruturas residuais reliquias, manifestando-se em fraturas e em planos estruturais (xistossidades) herdados da rocha matriz. Verificam-se também em contatos solo-rocha.
	Cortes com ausência ou deficiência de proteção superficial ou drenagem	Possibilidade de movimentação de massa, mesmo em declives suaves, pela saturação do solo, combinada ou não com a elevação do lençol freático. Favorecidos em terrenos com múltiplos lençóis suspensos, comuns em solos sedimentares.
	Cortes com erosões remontantes	Possibilidade de movimentação de massa pelo "descalçamento" do pé do talude de corte.
Execução de aterros	Aterros com fundações inadequadas	Possibilidade de movimentação de massa originados pelo recalque do aterro, bastante frequente em baixadas, principalmente durante obras. Ocorre também em aterros sobre rocha, por falta de aderência em interfase não tratada adequadamente, principalmente sob a ação de infiltrações d'água. Frequentemente também em aterros diretamente executados sobre solo vegetado ou surgências d'água. Pode ocorrer também em aterros à meia encosta, por excesso de carga.
	Deficiências do corpo de aterro propriamente dito	Movimentação de massa devido à deficiência ou ausência de compactação ou à adoção de características geométricas (altura e/ou inclinação) inadequadas ao tipo de solo.
	Inadequações em aterros sobre linhas de	Necessários na implantação de vias para transposição de vales, em entalhes de encostas, os aterros devem possibilitar a travessia das águas, o que normal-

Interferências antrópicas	Inadequações geotécnicas ou de infraestrutura	Potencialização ao movimento de massa
	drenagem	mente se consegue através de galerias. A não execução de galerias, ou seu subdimensionamento, ou ainda sua obstrução (acúmulo de lixo, entulho e demais materiais provenientes de montante), podem facilmente induzir a ocorrência de movimentação de massa nos aterros.
	Deficiências ou ausência de drenagens internas e superficiais e de proteção superficial	Taludes de aterro normalmente requerem sistemas de drenagem interna e superficial para sua estabilidade (filtros-dreno, escadas d'água e canaletas de pé e de crista etc). A não adoção destes dispositivos ou sua concepção ou manutenção deficiente podem possibilitar ações erosivas mais pronunciadas, capazes de evoluir para movimentação de massa. A ausência ou deficiência de proteção superficial (por vegetação ou outro sistema) expõe também os taludes a erosões e a movimentação de massa.
Concentração de águas pluviais	Deficiência de concepção ou ausência de sistema de drenagem	Concentrações de fluxos e lançamentos de águas pluviais podem causar movimentação de massa ou erosões que podem evoluir para escorregamentos tanto em taludes naturais quanto em taludes de corte ou aterro.
Lançamento de águas servidas	Ausência de redes de esgotamento sanitário	Infiltrações contínuas de água, tendendo a saturar o solo e participando da elevação da carga piezométrica, principalmente quando somadas a chuvas, tendem a propiciar movimentação de massa.
Tubulações de água e de esgotos	Vazamentos	Saturação do solo e/ou criação de fluxos subterrâneos, favorecendo a ocorrência de movimentação de massa.
Fossas negras ou sépticas	Ausência de redes de esgotamento sanitário	Saturação do solo e/ou criação de fluxos subterrâneos, favorecendo a ocorrência de movimentação de massa. Particularmente perigosas nas proximidades de taludes de corte ou aterro. Riscos de escorregamentos crescentes, de acordo com o número de fossas presentes.
Lançamentos de lixo e entulho	Ausência ou deficiência de coleta de lixo e entulhos e/ou deficiências de educação ambiental	A massa heterogênea constituída pelos detritos e refugos, com reduzidos parâmetros de resistência, é capaz de armazenar grande quantidade de água durante as chuvas e instabiliza-se, afetando ainda a estabilidade de porções variáveis do terreno base.

Fonte: Modificado de Farah, 2003

De acordo com Garcia (2005), Ross (2005), Cunha (1991), Guerra; Silva; Botelho (1999), Araújo; Almeida e Guerra (2005), a cobertura vegetal nativa desempenha um importante papel na proteção do solo, definido como um agente estabilizador das encostas. Ainda segundo esses autores, outros fatores que devem ser levados em consideração quanto à estabilidade de encostas são a intensidade pluviométrica, além das outras formas de interferências antrópicas.

Geralmente os movimentos de massa estão associados a mais de um fator condicionante, tais como, evidências de instabilidade e pelo conjunto de elementos intrínsecos do terreno (declividade, feições abruptas, descontinuidades, entre outras) que acabam determinando a deflagração do evento com diferentes frequências e magnitudes.

Segundo Prandini et al. (1976), aos fatores acima citados, deve-se somar uma série de outros, que intervêm no jogo de estabilidade, como a forma e inclinação das encostas, natureza da cobertura vegetal, características dos solos e das rochas, natureza geológica, abalos naturais e induzidos e ação antrópica.

2.7. Riscos geológico-geotécnicos em encosta

O risco geológico é uma condição potencial de ocorrência de um acidente, ou seja, uma situação na qual a possibilidade de ocorrência de um evento e caso o processo adverso de fato ocorra, pode acarretar consequência social e/ou econômica. Desse modo, conceitualmente, só há risco quando há alguma possibilidade de perda ou dano (Cerri, 1993).

Segundo BRASIL, MINISTÉRIO DAS CIDADES e IPT (2007), Alheiros (2010), Cerri (1993), entre outros autores, definem que os fatores considerados como essenciais à análise do risco, são:

- a) Tipologia do processo esperado e a sua probabilidade ou possibilidade de ocorrência;
- b) Vulnerabilidade dos elementos sob risco; e
- c) Potencial de danos.

A probabilidade de ocorrência dos fenômenos de instabilidades está associada às características do terreno, bem como às interferências antrópicas, possibilitando identificar áreas de maior a menor vulnerabilidade, bem como indicando quando existente áreas com restrição ao uso e ocupação da terra.

A vulnerabilidade dos assentamentos urbanos esta diretamente relacionado ao uso e ocupação da terra, considerando:

- A qualidade construtiva intrínseca aos diferentes padrões construtivos (alvenaria, madeira e misto);
- Aos tipos de intervenções (execução de cortes com geometria inadequada "altura e inclinação");
- Execução deficiente de aterros (geometria, compactação e fundação);
- Lançamento de lixo e entulho na encosta;
- Remoção da cobertura vegetal nativa;
- Lançamento e concentração de águas pluviais e /ou servidas na encosta; e
- Vazamentos na rede de abastecimento, esgoto e presença de fossa na encosta.

Todos os fatores descritos acima, contribui para a variação entre maior ou menor capacidade relativa dessas casas e seus moradores de sofrer danos proveniente do processo de movimentação de massa.

O potencial de dano consiste em uma estimativa da dimensão dos efeitos danosos (pessoas vitimadas e edificações destruídas), pela probabilidade de ocorrência de um evento.

O risco geológico-geotécnico está associado aos fatores naturais ou induzidos por ação antrópica, desta forma identificar as eventuais causas e a proporção do evento possibilita entender os condicionantes que provocaram a instabilização da encosta .

Tendo em vista a complexidade dos fatores predisponentes ao desenvolvimento dos movimentos de massa e da erosão e a importância de um produto que propicia informação e orientação para o planejamento preventivo aos cenários potenciais de risco, foi elaborada a carta de risco.

A carta de risco representa a situação atual ou potencial de risco da área de estudo, possibilitando identificar setores com risco já instalados ou de risco potencial (áreas em processo de ocupação e/ou ainda não ocupadas). Este produto é proveniente do cruzamento dos fatores naturais (aspectos do meio físico) e antrópicos (intervenções inadequadas), no qual para a sua elaboração exige uma análise integrada dos fatores e tendo como resultado a indicação de áreas potenciais, com restrição e não apropriadas para ocupação, além de indicar as áreas atualmente críticas e/ou afetadas pelo movimento gravitacional de massa e/ou erosivo e enchentes.

A principal função da carta de risco é a indicação de medidas preventivas para o uso e ocupação da terra, fornecendo subsídios para o Plano Diretor Municipal, no que diz respeito ao parcelamento do solo.

3. ÁREA DE ESTUDO

3.1. Localização da área de estudo

A área de estudo está inserida no Município de Santana de Parnaíba-SP, localizado na porção oeste da Região Metropolitana de São Paulo, distando 35 km da Capital com acesso pela Rodovia Castelo Branco (**Figura 10**). O Município abrange uma área de 176 km², apresentando relevo acidentado com altitude média em torno de 719 m (Plano Diretor do Município de Santana de Parnaíba, 2005/2006).

A bacia hidrográfica das Furnas, área de estudo, foi escolhida por meio do conhecimento preliminar das ocorrências de movimentação de massa, pelo histórico do uso e ocupação da terra sem planejamento e por apresentar uma complexidade dos aspectos do meio físico (geologia, geomorfologia, pedologia, declividade e comportamento pluviométrico).

Esta bacia hidrográfica é representada pelo bairro Cidade São Pedro, localizado na porção nordeste do Município de Santana de Parnaíba, e faz divisa com o bairro Parque Panorama, na porção sudeste do Município de Cajamar. Possui uma área de 6,3 km², com as seguintes coordenadas limítrofes: 309.800 e 312.100 kmL e 7.405.540 e 7.409.300 kmS.

O bairro Cidade São Pedro apresenta-se subdividido nas Glebas "A", "B" e "C". A Gleba "B" e parte da Gleba "A" (vias principais) foram urbanizadas com maior intensidade (no início da década de 90), recebendo no início da ocupação obras de infraestrutura. Atualmente as três glebas são similares em relação à infraestrutura e ao uso e ocupação da terra.

A delimitação da área de estudo, em que se insere o bairro Cidade de São Pedro, foi definida a partir do limite da bacia hidrográfica das Furnas. O córrego das Furnas é afluente da margem direita do rio Jaguari e localiza-se na sub-região hidrográfica Jusante Pinheiros-Pirapora, uma das seis sub-regiões que integram a Bacia Hidrográfica do Alto Tietê, denominada por Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Alto Tietê (UGRHI-06) (**Figura 11**).

Figura 10 - Localização da área de estudo

Figura 11 - Bacia Hidrográfica do Alto Tietê, limites Municipais e Sub-bacias hidrográficas (indicação da área de estudo em vermelho)

3.2. Histórico regional e evolução urbana do município de Santana de Parnaíba

Santana de Parnaíba é uma das mais antigas cidades do Estado de São Paulo; já em 1600 rivalizava com a Vila de São Paulo, hoje capital do Estado, em importância política e econômica.

Como primeira cidade da reconhecida grande São Paulo, em extensão territorial, Santana de Parnaíba foi a cidade mãe de importantes municípios paulistas, tais como: Itu (1657), São Roque (1768), Barueri (1809), Pirapora do Bom Jesus (1892), Cajamar e Água Fria (1938), além de outros bairros e distritos que foram se emancipando ou sendo incorporados a outros Municípios, como Barueri em 1949, Pirapora, em 1959 e Cajamar, 1959 (Jornal Cidade de Barueri, 1993).

Com as emancipações, o município de Santana de Parnaíba mais uma vez fracionado em seu território e conseqüentemente com redução populacional, sofreu uma estagnação e só voltou a ter uma gradativa recuperação populacional depois da inauguração da rodovia Castelo Branco em fins da década de 60 e da construção dos residenciais de Alphaville em parte do seu território, a partir das décadas de 70 e 80.

Nos últimos anos, o município de Santana de Parnaíba apresentou um crescimento populacional rápido e desordenado, fato favorecido pelo processo industrial facilitado com a oferta abundante da mão de obra, advinda da intensa migração.

Mais recentemente, o processo de ocupação periférica da população metropolitana foi claramente demonstrado através de estudos realizados para o Plano da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê. Constatou-se que, entre 1991 e 1996, áreas mais centrais da Região Metropolitana de São Paulo apresentaram taxas de crescimento demográfico negativo. Estas taxas tendiam a aumentar gradualmente em direção à periferia da região, onde se registraram índices extremamente elevados – superiores a 5% a.a., expressando processos migratórios internos à Grande São Paulo e que estão na base da expansão da sua área urbanizada (Emplasa, 2003, p.38).

À medida que ultrapassaram a periferia do município de São Paulo, os loteamentos populares adentraram o território da cidade, substituindo os usos pré-existentes, provocando profundas alterações na paisagem local tradicional.

O município também foi atingido por esse espraiamento metropolitano, de assentamento periférico de populações de baixa renda e de migrantes, condicionando uma nova dinâmica na paisagem.

Esse crescimento vertiginoso no município, e a maneira como se deu o uso e ocupação da terra, contribuiu para a implantação de loteamentos em lugares inapropriados, sob o ponto de vista geotécnico, propiciando a ocorrência de áreas de risco. Os eventos identificados (movimentação de massa e enchentes) no município de Santana de Parnaíba realçam os aspectos da interação do homem com os meios físico e biótico, bem como demonstram a forma como se deu o ordenamento territorial na região, estabelecido de forma desigual entre as classes sociais.

Tal fato permite enfocar, como exemplo, a degradação na área urbana que vem favorecendo a expansão dos registros das áreas de riscos, que se dá pela desigualdade social entre a população, o que favorecem a ocupação em áreas de maiores fragilidades ambientais. Essas áreas, além de não serem aconselhadas à ocupação, quando degradadas demoram anos para sua regeneração. Muitas delas provavelmente nunca serão recuperadas, pois antes que ocorra a estabilização/recuperação do terreno já foram ocupadas, devido ao rápido crescimento populacional nas áreas urbanas.

4. MATERIAL E MÉTODOS

Para elaboração da Carta de Risco a movimentos de massa e enchentes, é necessário a execução de diversas etapas, entre elas: a compilação dos dados e realização de levantamentos de campo, como uso e ocupação da terra atual, mapeamento geológico, geomorfológico, pedológico, levantamento clinográfico e orientação da vertente da bacia envolvida.

Essas etapas envolvem o desenvolvimento de outras fases, tais como: definição da área de estudo, revisão bibliográfica e aquisição de material cartográfico, fotografias aéreas e imagens de satélite. A partir desses materiais foi possível a preparação da base cartográfica e a interpretação das fotografias aéreas e imagens de satélite.

Os levantamentos preliminares originados da compilação bibliográfica foram detalhados em trabalhos de campo, permitindo subsidiar a definição das classes de suscetibilidade de risco e propiciando a elaboração da carta de risco a movimentos de massa e enchentes.

A seqüência geral das etapas de trabalho encontra-se no fluxograma apresentado na **Figura 12**.

Figura 12 – Fluxograma das etapas desenvolvidas e dos produtos obtidos

4.1. Aquisição de material

Para se atingir os objetivos desta pesquisa, foram adquiridos os materiais relacionados e descritos no **Quadro 2**.

Quadro 2 – Listagem e descrição do material adquirido

CARTAS TOPOGRÁFICAS					
Formato	Escala	Folhas		Informações Utilizadas	Fonte
Impresso	1:10.000	2441 e 2443		Levantamentos geográficos (Coordenadas, curvas de nível, drenagem)	Emplasa/SCM, 1981
MAPEAMENTOS DO MEIO FÍSICO					
Formato	Escala	Folha	Informações Utilizadas		Fonte
Impresso	1:50.000	Carta Geológica da Região Metropolitana da Grande São Paulo	Informações geológicas regionais		Emplasa/SCM, 1979
	1:100.000	Carta Geológica da Região Metropolitana da Grande São Paulo			Emplasa/SCM, 1980
	1:25.000	Mapa Geológico do Município de Santana de Parnaíba			Emplasa, 1985
	1:500.000	Mapa Geológico do Estado de São Paulo			IPT, 1981a
Digital (pdf)	*	Litológica			Emplasa, 2003
Impresso	1:500.000	Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo	Informações geomorfológicas regionais		IPT, 1981b
	1:500.000	Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo			Ross e Moroz, 1997
Digital (pdf)	*	Relevo			Emplasa, 2003
Digital (pdf)	*	Aptidão Física ao assentamento Urbano da Bacia do Alto Tietê	Aptidão Física a ocupação da terra regional		Emplasa, 2003
Impresso	1:500.000	Mapa Pedológico do Estado de São Paulo	Informações pedológicas regionais		IAC, 1999
Impresso	1:500.000	Carta Geotécnica do Estado de São Paulo	Informações regionais da suscetibilidade de ocorrência de eventos físicos		IPT, 1994
FOTOGRAFIAS AÉREAS					
Formato	Escala	Faixas	Fotos	Informações Utilizadas	Fonte
Impresso	1:25.000	*	7 1762; 7 1763; 7 1824 e 7 1825	Histórico do uso e ocupação da terra, geomorfologia, geologia, pedologia, cobertura vegetal e mapeamento das cicatrizes.	BASE, 1962
	1:60.000	*	50909 e 50910		USAF, 1963
	1:25.000	54	38986; 38987 e 38988	Delimitação da bacia hidrográfica, histórico do uso e ocupação da terra, geomorfologia, geologia, pedologia, cobertura vegetal e mapeamento das cicatrizes	IBC – GERCA, 1972
	1:25.000	54	45; 46; 47 e 48	Histórico do uso e ocupação da terra e mapeamento das cicatrizes de movimento de massa	BASE, 1994
	1:15.000	012A	6745; 6747; 6748; 6749; 6778 e 6779		MULTISPECTRAL, 2001
IMAGENS DE SATÉLITE					
Formato	Escala	Área de abrangência - Imagem		Informações Utilizadas	Fonte
Digital (jpg)	sem escala	Bacia Hidrográfica do bairro Cidade São Pedro		Uso e ocupação da terra atual	Google Earth, 2012

OBS: * Não identificado

As cartas topográficas foram adquiridas da Empresa Metropolitana de Planejamento da Grande São Paulo S/A – EMPLASA.

As fotografias aéreas foram emprestadas do acervo do AFA - FFLCH/USP (LASERE - Laboratório de Aerofotogeografia e Sensoriamento Remoto do Departamento de Geografia – USP) e acervo do IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo).

As imagens de satélite foram obtidas nos arquivos do Google Earth, disponível na internet.

A presente pesquisa foi embasada no material disponível nos acervos das bibliotecas Universidade de São Paulo – USP, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – PUC/SP, dos Municípios de Santana de Parnaíba e Barueri, bem como referências e publicações disponibilizadas em cursos de aprimoramento. Em meio eletrônico, foram consultados outros acervos bibliográficos nacionais e internacionais.

4.1.1. Softwares e Equipamentos

Os *Softwares* utilizados para elaboração desta dissertação foram:

- Editor de texto: *Microsoft Office Word* Versão 2007;
- Confeção de gráficos, tabelas e quadros: *Microsoft Office Excel* Versão 2007;
- Banco de dados tradicional: *Microsoft Office Access* Versão 2007;
- Análise pluviométrica na forma de isoietas: *Surfer* versão 11;
- Projeção estereográfica das atitudes das discontinuidades: *Openstereo* - Free Software Foundation, 2000;
- Seção esquemática do relevo: *Global Mapper v12*
- Confeção de figuras e desenhos: *AutoCad Map 3D* versão 2012 e *ArcMap* v10.

Os equipamentos utilizados em trabalhos de campo e em etapas da pesquisa, foram:

- Martelos (geológicos e pedológicos);
- Facas;
- Enxada;
- Trenas;
- Saquinhos zip para coleta de amostras;
- Amostrador do tipo TAI (Trado para coleta de amostras indeformadas do solo);
- Bússolas geológicas (modelos Brunton e Klar);
- Tabela de Cor Munsell;
- Estereoscópios de bolso e de espelho;

- Lupa de bolso; e
- GPS manual (Garmin).

4.2. Revisão Bibliográfica

No âmbito dos temas de abrangência do estudo do uso e ocupação da terra e suas principais vinculações com as áreas de riscos no Município de Santana de Parnaíba, a busca pelas fontes de informações envolveram, o suporte bibliográfico utilizado principalmente no embasamento teórico para análise dos processos envolvidos em movimentos de massa.

Para a execução desta pesquisa, procurou-se obter o maior número de dados, possibilitando a integração dos diferentes ramos da geociências, e a confirmação da importância da interdisciplinaridade para a realização deste trabalho. Assim, para delimitar, identificar e definir o objeto de análise realizou-se além das consultas bibliográficas, consultas a especialistas e estudiosos, acervos e centros de pesquisa digital.

4.3. Preparação e manuseio de banco de dados

Para a elaboração e agrupamento das informações foram utilizados o banco de dados tradicional - ACCESS e Banco de dados geográficos em ambiente SIG (ArcGis).

Estes bancos de dados apresentam as seguintes características:

- ***Banco de dados tradicional (ACCESS):*** armazenamento e análise de grande quantidade de dados, interação de dados, consulta e análise de dados e ferramenta de visualização.
- ***Banco de dados geográficos em ambiente SIG (ArcGis):*** armazenamento de informações, permitindo a realização de análises complexas com dados de diversas fontes.

A importância do banco de dados em ambiente SIG é confirmada pois:

Tornam possível, ainda, automatizar a produção de documentos cartográficos. Em resumo, os SIGs são sistemas voltados à aquisição, análise, armazenamento, manipulação e apresentação de informações espaciais (Ministério das Cidades / IPT, 2007, pag.116).

Estes bancos foram elaborados e interligados, visto que ambos se complementam facilitando o manuseio das informações levantadas.

4.4. Preparação de base cartográfica

A partir das cartas topográficas de Santana de Parnaíba, folhas 2441 e 2443, escala 1:10.000, Emplasa/SCM, 1981, foram digitalizadas as curvas de nível, cursos d'água e pontos cotados, permitindo a criação de um banco de dados geográficos no formato *Geodatabase*, utilizando o sistema de informações geográficas (SIG) *software ArcGis*.

Este trabalho foi representado por documentos denominados por mapas e cartas.

O mapa é um documento que representa e descreve uma informação sem o uso de uma análise detalhada, já a carta corresponde um documento complexo, detalhado, no qual foram realizadas análises integradas com diversas informações.

4.5. Elaboração do mapa de elevação do terreno

A partir da base cartográfica digitalizada (EMPLASA, 1981, escala 1:10.000), foi possível interpolar os dados originando o modelo digital de elevação (MDE).

Segundo Rodrigues (2008), o MDE é uma representação numérica do relevo, além da visualização em 3D, e permite a produção de outros mapas como de declividade e orientação da vertente apresentados neste trabalho.

A representação da elevação do terreno possibilita observar as feições do relevo em função da declividade, orientação de vertentes, drenagem e delimitação da bacia hidrográfica.

4.6. Elaboração da carta clinográfica

A partir da base cartográfica digitalizada (EMPLASA, 1981, escala 1:10.000), foi elaborada a carta clinográfica da área de estudo a fim de subsidiar a análise do relevo do terreno.

Segundo Aguiar e Kreling (1982), as cartas topográficas de grandes escalas (1:5.000 e 1:10.000) representam com maior precisão a realidade topográfica, menores distorções ou generalizações da realidade, e portanto, um maior detalhamento das características topográficas do terreno.

A carta clinográfica foi gerada a partir da representação da elevação do terreno (MDT) que permite por meio da visualização em 3D, observar as representações do relevo em função dos ângulos de exposição (declividade, orientação de vertentes, drenagem e delimitação da bacia hidrográfica).

Este documento foi elaborado com auxílio do *software ArcGis*. Os intervalos de declividade utilizados foram adaptados de Kertzman & Diniz (1995). A definição dos intervalos de clas-

ses de declividade foram estabelecidos por meio do objetivo do trabalho, tendo como análise a dinâmica hidrológica associada à instabilidade das vertentes.

As classes escolhidas são as que se mostraram mais representativas das relações entre a geomorfologia, geologia, compartimentação morfopedológica e litomorfopedológica e inventário das ocorrências de movimentos de massa, bem como considerou as restrições legais ambientais estabelecidas pelo Código Florestal Brasileiro (Lei Nº 12.651, de 25 de maio de 2012).

Foram estabelecidos oito intervalos de classes de declividade: 0 a 5%; 5 a 10%; 10 a 15%; 15 a 20%; 20 a 22%; 22 a 25%; 25 a 30%; e maior que 30%.

Para a carta clinográfica foi atribuído a cada classe de declividade um atributo qualitativo, sendo classificados em quatro graus hierárquicos (baixo, médio, alto e muito alto) de suscetibilidade a movimentos de massa, conforme apresentado na **Tabela 2**.

Tabela 2 – Atributos qualitativos para classes de declividade suscetíveis a movimentos de massa

Classes de declividade	Justificativa da classificação do intervalo	Classificação de suscetibilidade
0 a 5%	Corresponde aos terrenos quase planos situados ao longo de cursos d'água (planícies) e em topo de morrotes.	Baixo
5 a 10%	Corresponde aos terrenos com baixa declividade e favoráveis a ocupação, com restrição apenas na faixa da área de preservação permanente.	Baixo
10 a 15%	Corresponde aos terrenos com baixa declividade e favoráveis a ocupação	Baixo
15 a 20%	Corresponde aos terrenos com baixa a média declividade e favoráveis a ocupação	Médio
20 a 22%;	Corresponde aos terrenos com média declividade e favoráveis a ocupação, mas carecem de cuidados específicos	Médio
22 a 25%	Corresponde aos terrenos com média declividade e favoráveis a ocupação, mas apresenta suscetibilidade a ocorrência de movimentação de massa.	Médio
25 a 30%	Corresponde aos terrenos com média a alta declividade e favoráveis a ocupação, mas apresenta suscetibilidade a ocorrência de movimentação de massa.	Alto
maior que 30%	De acordo com a Lei Lehmann (Lei Federal 4.771, de 15.09.65) e Código Florestal Brasileiro (Lei Nº 12.651, de 25 de maio de 2012.), não será permitido o parcelamento do solo “em terrenos com declividade igual ou superior a 30% (trinta por cento) salvo se atendidas exigências específicas das autoridades competentes”.	Muito Alto

Os quatro graus hierárquicos (baixo, médio, alto e muito alto), foram definidos com base nos intervalos de menor a maior suscetibilidade a movimentação de massa averiguado em campo.

Essa carta esta apresentada em base cartográfica e representados na escala 1:10.000.

4.7. Interpretação das fotografias aéreas e imagem de satélite

A pesquisa se pautou em levantamento de bases aerofotográficas de cinco períodos históricos e tendo como suporte o levantamento preliminar de campo.

As bases aerofotográficas utilizadas foram:

- Levantamento aerofotográfico de 1962, escala 1:25.000, editado pela BASE S/A;
- Levantamento aerofotográfico de 1963, escala 1:60.000, editado pelo USAF;
- Levantamento aerofotográfico de 1972, escala 1:25.000, editado pela IBC-GERCA;
- Levantamento aerofotográfico de 1994, escala 1:25.000, editado pela BASE S/A; e
- Levantamento aerofotográfico de 2001, escala 1:15.000, editado pela MULTISPECTYRAL LTDA.
- Imagem de Satélite de 2012, sem escala, Google Earth.

Com base nos anos do sobrevôo e nas escalas das fotografias aéreas, foram estabelecidos critérios técnicos e procedimentos para a análise do meio físico por meio da fotointerpretação por estereoscopia.

Esses critérios técnicos e procedimentos adotados levaram em conta os seguintes aspectos:

- Estabelecimento da legenda a ser adotada;
- Correlação das informações obtidas a partir do exame estereoscópico das fotografias aéreas; e
- Informações apresentadas em cada overlay, levando em consideração o objetivo proposto da pesquisa.

O uso da fotointerpretação teve como finalidade auxiliar na compreensão da dinâmica hidrológica da vertente, associando com os processos de movimento de massa ocorrido na área de estudo, seja em decorrência dos fatores naturais e/ou antrópicos, histórico do uso e ocupação, mapeamentos da cobertura vegetal, geológico, geomorfológico e pedológico.

Para a análise geomorfológica foi utilizado à legenda proposta por Doornkamp & Cooke(1990) adaptada de Savigear (1967).

Na fotointerpretação foram analisados os padrões de drenagem existentes, visto que estes podem estar associados a assimétrica das vertentes dos vales. Outra característica importante

analisada foi averiguar a existência de alinhamento da drenagem, manifestado por segmentos retilíneos, ou até mesmo por alinhamento da vegetação, podendo ser identificado tanto pela forma como pela variação de tonalidade na mudança da feição. A configuração da vertente representada pelas rupturas de declive também foi considerada um indicador para a interpretação geológica.

Os critérios que contribuem para interpretação geológica baseiam-se fundamentalmente, por meio fatores do reconhecimento como a rede de drenagem, feições morfológicas, vegetação, estando estes associados à variação da tonalidade, textura e estrutura. Como suporte para a interpretação foi necessário um conhecimento preliminar da geologia regional da área estudada, visto que associada às informações identificadas em campo permitiu evitar interpretações equivocadas.

Conforme Ricci e Petri (1965), a drenagem superficial funciona como indicador da estrutura do terreno, visto que a drenagem de uma região, além de depender da pluviosidade, da topografia, da vegetação e da textura do solo, é grandemente influenciada também pela litologia e estrutura das rochas.

As fotografias aéreas foram georreferenciadas no aplicativo ArcMap-ArcGIS versão 10, tendo como base as coordenadas das cartas topográficas de Santana de Parnaíba (Emplasa/SCM/, 1981).

As informações analisadas e os produtos obtidos por meio de fotografias aéreas e imagem de satélite estão apresentadas em fluxograma na **Figura 13**.

Figura 13 – Fluxograma de informações extraídas por meio de fotografias aéreas, imagens de satélite e produtos obtidos

4.8. Mapeamento Geológico

O mapeamento litológico foi realizado por meio de pesquisa bibliográfica, incluindo levantamentos regionais, interpretação de fotografias aéreas e visitas de campo.

4.8.1. Unidades litológicas e estruturais

O levantamento regional das unidades litológicas existentes foi realizado a partir da análise do Mapa Geológico da Região Metropolitana da Grande São Paulo (Emplasa/SCM, 1980, escala 1:100.000 e Emplasa/SCM, 1979, escala 1:50.000 - Folha Santana de Parnaíba), Mapa Geológico do Estado de São Paulo (IPT, 1981a, escala 1:500.000) e Mapa Geológico do Município de Santana de Parnaíba (EMPLASA, 1985, escala 1:25.000).

Foi realizado a compilação dos mapas geológicos considerando as unidades estratigráficas e estruturais da área de estudo e da região, bem como a indicação dos pontos visitados.

O trabalho de campo foi realizado considerando a densidade de pontos necessários, compatível com a escala do mapeamento, e de acordo com as particularidades geológicas existentes. Cada ponto de observação foi analisado por meio do afloramento litológico e quando possível realizada a medição das atitudes (direção e mergulho) por meio das bussolas do tipo Brunton e Clar.

As medidas estruturais foram obtidas para compreensão dos padrões de comportamento lito-estrutural, tais como direções e caimento de camadas, foliações, fraturas e falhas geológicas.

Para este levantamento foram analisadas as exposições em taludes de corte (construção civil e/ou abertura de estradas), por apresentarem fácil acesso e altura do talude favorável para análise.

O reconhecimento de campo foi dificultado pela variação litológica complexa, poucas áreas com ocorrência de afloramentos de rocha sã e por áreas de difícil acesso.

Para as áreas de difícil acesso e/ou com fragmento de cobertura vegetal no qual não foi possível realizar investigação de campo, foi inferido o contato entre as litologias descritas nos mapeamentos regionais, bem como interpretado nas fotografias aéreas e com o cruzamento com a geomorfologia, declividade e da cobertura vegetal, contribuiu em primeiro momento a elaboração preliminar do mapa geológico da área de estudo e possibilitando indicar as demais áreas a serem investigadas.

Em decorrência das dificuldades identificadas para realização do mapeamento geológico, é provável que os limites das unidades litológicas e os fatores estruturais não estejam precisos, mas como subsídio ao levantamento para a compartimentação das áreas de suscetibilidades a movimentos de massa, se faz coerente e de grande relevância.

Cada ponto de observação foi descrito macroscopicamente. Os mais representativos foram fotografados e obtendo-se ao final 31 áreas observadas. Destas, em 13 áreas foram realizadas 25 medições das atitudes (direção e mergulho). Para localização dos pontos observados utilizou-se o GPS manual, no qual foram locados em imagem de satélite (Google Earth, 2012). O mapa geológico está apresentado em base cartográfica na escala 1:10.000.

Os levantamentos de campo foram realizados entre agosto de 2012 a janeiro de 2014, no entanto em nenhuma etapa de campo foi realizada com o intuito apenas de averiguar informações geológicas, visto que estas informações estão associadas a outros fatores como uso e ocupação da terra, geomorfologia, declividade, pedologia, entre outras.

4.9. Mapeamento Geomorfológico

Para o mapeamento geomorfológico foram utilizados dois métodos de estudo, tendo por objetivo representar as formas e feições do relevo de forma mais precisa e detalhada.

4.9.1. Formas do relevo

Para o mapeamento das formas de relevo foi utilizado o método proposta por IPT (1981) e citado por Moreira e Pires Neto (1998). Este método permite identificar as formas do relevo associadas com a dinâmica hidrológica da vertente, por meio dos índices morfométricos, incluindo a amplitude e a declividade do perfil das encostas.

Esse levantamento, juntamente com a compartimentação topográfica apresentado pela EMPLASA (2003), permitiu a caracterização e a representação mais precisa das formas de relevo.

Com base nos índices morfométricos foram estabelecidas diferentes classificações de formas de relevo, utilizando a declividade e o gradiente topográfico.

As diferentes formas do relevo foram analisadas com a conjugação entre a geologia, interpretação das fotos aéreas (Base S/A, escala 1:25.000, 1962) e levantamento de campo.

Para os parâmetros morfométricos foram analisados 21 perfis topográficos, utilizando as informações disponíveis na carta topográfica (Emplasa, 1981), como altitude do topo, altitude do talvegue, amplitude, comprimento da rampa e resultando o gradiente médio (**Quadro 3**).

A definição da quantificação necessária de perfis topográficos a ser considerada e o trecho analisado, foram definidos por meio da interpretação da declividade e da vistoria de campo.

Os perfis topográficos permitem definir a distribuição das compartimentações morfológicas na bacia hidrográfica da área de estudo.

Quadro 3 – Parâmetros morfométricos dos 21 perfis topográficos analisados da área de estudo.

Parâmetro morfométrico	Perfis topográficos																				
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
Altitude do topo (m)	855	845	837	770	770	764	764	800	802	802	838	893	893	948	914	914	847	846	808	783	786
Altitude do talvegue (m)	745	725	735	725	730	740	730	755	745	745	770	820	790	820	805	785	760	770	750	735	730
Amplitude (m)	110	120	102	45	40	24	34	45	57	57	68	73	103	128	109	129	87	76	58	48	56
Comprimento da rampa (m)	285	535	370	300	145	158	272	220	250	220	230	190	380	360	280	465	606	458	185	250	385
Gradiente médio	38,6	22,4	27,6	15,0	27,6	15,2	12,5	20,5	22,8	25,9	29,6	38,4	27,1	35,6	38,9	27,7	14,4	16,6	31,4	19,2	14,5

Para cada compartimentação geomorfológica foi definido um atributo qualitativo, variando entre as formas e feições de relevo com maior e a menor suscetibilidade a movimentos de massa. Estas compartimentações geomorfológicas foram classificados em quatro graus hierárquicos (baixo, médio, alto e muito alto), conforme apresentado na **Quadro 4**.

Quadro 4 – Determinação das formas do relevo por meio da amplitude, declividade predominante e atributos qualitativo a suscetibilidade de movimentos de massa.

Formas do Relevo	Amplitudes	Declividade predominante	Classificação de suscetibilidade
Planícies Aluviais	Amplitude inferior a 24m	declividade < 5%	Baixo
Morotes Baixo	Amplitudes de 24 a 40m	15 a 22%	Médio
Morotes	Amplitudes de 40 a 60m	> 20%	Médio
Morotes alto	Amplitudes de 60 a 80m	20 a 30%	Alto
Morros Baixo	Amplitudes de 100m	22 a 30%	Muito Alto

OBS: Restrições nas áreas com curvaturas abruptas das vertentes e declividades maiores que 30%

A classificação de suscetibilidade foram delimitadas para cada forma do relevo por meio da percepção de campo, permitindo representar maior confiabilidade das informações.

4.9.2. Feições do relevo

Para o mapeamento das feições do relevo foi utilizado a foto aérea de 1972 (IBC-GERCA, escala 1:25.000) e a legenda proposta por Doornkamp & Cooke (1990) adaptada de Savigear (1967).

Para o mapeamento geomorfologia foi interpretado e restituído as formas, feições do relevo e rede de drenagem.

Para a análise das feições de drenagem foram considerados os tipos de canais, a densidade de drenagem, os padrões de drenagem, os cursos d'água perenes (canais fluviais) e intermitentes ou temporários (canais pluviais).

A partir da análise por estereoscopia foram identificadas as discontinuidades de declive das vertentes por meio das curvaturas e das discontinuidades presentes no meio da zona de transição que marca a variação da declividade de maneira suave (mudança convexa ou côncava) e abrupta (ruptura convexa ou côncava). Após a interpretação das feições representadas pelas rupturas convexas ou côncavas e das mudanças convexas ou côncavas, foram indicados os segmentos que representam a variação existente ao longo de uma vertente, ou seja, as discontinuidades suaves e/ou abruptas, estando estas associadas à dinâmica hidrológica da vertente.

Para a interpretação geomorfológica da área de estudo foram definidos as feições de drenagem (curso d'água perene e curso d'água intermitente), ações fluviais (vale em V e vale com vertente convexa), configuração da vertente entre rupturas, mudanças (convexa e côncava), segmentos de vertente (convexa, côncava e retilínea) e ações antrópicas (cicatrizes de movimento de massa).

A carta geomorfológica esta apresentada em base cartográfica na escala 1:10.000.

4.10. Levantamento Climático

Para o levantamento climático foram analisados os dados pluviométricos existentes no município de Santana de Parnaíba, bem como análise da radiação solar por meio da carta de orientação da vertente.

4.10.1. Levantamento Pluviométrico

A investigação das áreas com ocorrência de movimento de massa pode estar associada à intensidade e ao período de chuva acumulada. Uma investigação minuciosa, na busca do resgate

dos registros dos processos ocorridos no passado e no presente gera um banco de dados para análise, visando alcançar um conhecimento detalhado da área de estudo .

Para associar as áreas de riscos com a pluviosidade, foi analisada a evolução do comportamento pluviométrico no Município de Santana de Parnaíba, Região Metropolitana de São Paulo, procedendo a levantamentos de registros pluviométricos diários, mensais e anuais para o período de 1968 a 2003 do posto Santana de Parnaíba (E3-020).

A partir do levantamento dos dados pluviométricos do posto de Santana de Parnaíba (E3-020), fornecidos pelo Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos de São Paulo (SIGRH), foram observadas falhas na série, sendo estas preenchidas pelo posto de Cajamar (E3-233), que pertence à mesma bacia hidrográfica e que faz divisa com o Município estudado. Foram analisados também os registros pluviométricos de outros Municípios como Barueri, Pirapora do Bom Jesus, Osasco, Cotia, Jandira e Carapicuíba, como forma de cruzar os dados e verificar se o Município de Santana de Parnaíba foi o único que sofreu alterações no âmbito pluviométrico ou se este fator ocorreu em toda a subregião Oeste da Região Metropolitana de São Paulo. Ressalta-se que, o único município que dispunha dos dados da série estudada (1968 a 2003) foi Cajamar.

A série pluviométrica foi analisada com dados anuais, mensais e diários, este último tendo como procedimento metodológico levantar os dias que registraram maiores totais pluviométricos no período de 24 horas. Outro problema encontrado foi a falta de registro dos dados pluviométricos dos últimos anos no SIGRHI, o que acarretou na investigação e obtenção de dados pluviométricos das estações existentes junto a Prefeitura Municipal de Santana de Parnaíba.

No Município de Santana de Parnaíba a partir do ano de 2011 foram instalados 07 pluviômetros distribuído em 07 pontos estratégicos (estações) e iniciadas as medições da pluviosidade em áreas institucionais (Quartel da Guarda Municipal Comunitária, Guarda Municipal e Escola e/ou Colégio Municipal).

O monitoramento da pluviosidade, bem como o atendimento das ocorrências foram realizadas pela Guarda Municipal Comunitária de Santana de Parnaíba/Quartel da Guarda Municipal Comunitária no período de 2011 a 2012. A partir de 2013 foi estabelecido a unidade da Defesa Civil Municipal que assumiu ambas as responsabilidades. No entanto, em decorrência da data da solicitação do banco de dados de pluviosidade do Município de Santana de Parnaíba (Agosto/2013) e por causa da migração dos dados a outro departamento municipal, apresenta

falhas e falta de dados a partir de julho de 2013, este fato não impediu a realização da pesquisa.

Em primeiro momento, foram realizadas avaliações com os dados das 07 estações para verificar o comportamento pluviométrico no município de Santana de Parnaíba e em etapa posterior, restringiu a análise a 4 estações inseridas no limite da bacia hidrográfica das Furnas.

4.10.2 Radiação Solar

A partir da base cartográfica digitalizada (EMPLASA, 1981, escala 1:10.000), foi possível elaborar a carta de orientação de vertente, o que possibilita verificar a variação da radiação solar e consequentemente a umidade na área de estudo.

“A orientação da vertente é uma medida de ângulo horizontal da direção esperada do escoamento superficial, geralmente expressa em azimuth, isto é, em relação ao Norte geográfico, onde o valor é 0° (ou 360°), crescendo dessa direção, no sentido horário” (Valeriano, 2008, pág.87).

DE BIASI *et al.* (1977) descrevem vários métodos para a construção da carta de orientação de vertente. Neste trabalho foi utilizado o octógono, que representa as 8 fases da vertente por apresentar um melhor nível de detalhamento. Cada ponto cardinal (8 fases) é representado por um ângulo de 45° e cada qual corresponde à variação do ângulo de maior ao de menor incidência solar e umidade.

Para direção Norte (N) foi considerado o ângulo de 337,5° a 22,5°; Nordeste (NE) 22,5° a 67,5°; Leste (E) 67,5° a 112,5°; Sudeste (SE) 112,5° a 157,5°; Sul (S) 157,5° a 202,5°; Sudoeste (SW) 202,5° a 247,5°; Oeste (W) 247,5° a 292,5° e Noroeste (NW) 292,5° a 337,5°.

As cores adotadas para a radiação solar seguem a ordenação do círculo das cores, no qual foram atribuídas cores quentes para as vertentes que recebem maior insolação, ou seja aquelas voltadas para as porções Norte, Noroeste, Oeste e Nordeste e cores frias para as vertentes voltadas para as porções Sudoeste, Sul, Sudeste e Leste.

A **Figura 14** apresenta a posição dos quadrantes no octógono e indica as orientações das vertentes com base na variação da incidência solar por meio das cores quentes a frias.

Figura 14 – Representação das orientações de vertentes a partir de um octógono

Para a carta de orientação de vertente foi atribuído um atributo qualitativo, variando entre a direção da vertente que recebe a maior e a menor insolação. Estes atributos foram classificados em quatro graus hierárquicos (baixo, médio, alto e muito alto) de suscetibilidade a movimentos de massa, conforme apresentado na **Tabela 3**.

Tabela 3 – Atributos qualitativos para classes de orientação da vertente e suas respectivas classes de suscetibilidade a movimentação de massa

Orientação das vertentes	Faixa de variação (em graus)	Classificação de suscetibilidade
Norte (N)	337,5° a 22,5°	Baixo
Nordeste (NE)	22,5° a 67,5°	Baixo
Leste (E)	67,5° a 112,5°	Médio
Sudeste (SE)	112,5° a 157,5°	Alto
Sul (S)	157,5° a 202,5°	Muito Alto
Sudoeste (SW)	202,5° a 247,5°	Alto
Oeste (W)	247,5° a 292,5°	Médio
Noroeste (NW)	292,5° a 337,5°	Baixo

Esta carta tem como finalidade entender sua relação com o grau de desenvolvimento do solo, por meio da evapotranspiração, insolação e consequentemente a relação com os eventos de movimentação de massa.

Com base nos resultados obtidos na carta de orientação de vertente, foram averiguados em visita de campo, oito pontos localizados no bairro Cidade São Pedro para verificar se as in-

formações obtidas apresentavam coerência em relação a classificação de suscetibilidade definida.

A carta de orientação de vertente esta apresentada na base cartográfica e representada na escala 1:10.000.

4.11. Mapeamento Pedológico e Morfopedológico

O mapeamento morfopedológico foi realizado com base na interação de produtos temáticos existentes, no qual foram sobrepostos para averiguar a interação com o embasamento geológico, geomorfologia, declividade, orientação da vertente e a cobertura pedológica.

A conceituação das classes de solo e a descrição morfológica foi elaborada segundos os critérios adotados pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006), os critérios definidos pela Embrapa (1997) e o Manual Técnico de Pedologia (IBGE, 2007).

As classes de solos foram classificadas pelo grau de desenvolvimento pedológico, considerando áreas homogêneas com delineamentos pedológicos concisos. Em algumas áreas em decorrência da complexidade da categoria evolutiva dos solos na área de estudo, dificultando em separá-los como unidades autônomas, foram agrupados por classes de maior a menor expressão. Nestas classes do solo, foram considerados os solos coluvionares e os depósitos de tálus por estarem associados a grande representatividade nos fatores pedogeotécnicos. Para as áreas de fragmento de cobertura vegetal e que não foi possível realizar investigação de campo, foram inferidas as classes do solo por meio das características do estágio de desenvolvimento da vegetação, geomorfologia e geologia.

Com base no cruzamento dos documentos temáticos, interpretação de fotografias aéreas e vistoria de campo, em primeiro momento, foi elaborado uma mapa preliminar pedológico. Permitindo indicar 5 (cinco) áreas a serem investigadas quanto ao grau de desenvolvimento pedológico, bem como para averiguação dos horizontes subsuperficiais do solo, alterita, subsidiando o diagnóstico geotécnico.

Na segunda etapa, foram indicadas 4 (quatro) áreas para complementação e compressão das categorias evolutivas do solo (imaturos, mesomaduros e maduros). Em todas as áreas foram analisadas a densidade do solo e a porosidade, nas camadas pedogenizadas e na transição para alterita.

Foram analisados perfis em taludes de corte (ocorrentes da construção cívil e/ou abertura de estradas), por apresentarem fácil acesso, altura do talude favorável para análise morfológica e coleta das amostras.

Como descrito anteriormente, foram realizados (9 perfis com 66 camadas morfológicas) e coletadas 52 amostras indeformadas, para análise de solo. Foram estabelecidos os nove (09) perfis, por apresentarem características morfológicas heterogêneas (textura, estrutura, profundidade, transição, coloração, atividade biológica e consistência), proporcionando desta forma resultados que possibilitou inferências sobre as possíveis condições de ruptura em taludes naturais e de corte (**Tabela 4**).

Tabela 4 - Identificação dos perfis, camadas morfológicas e coletas de amostras indeformadas analisadas

Identificação do Perfil analisado	Camadas morfológicas analisadas	Coleta de amostra indeformada
P01	9	8
P02	7	7
P03	5	4
P04	9	9
P05	5	4
P06	12	3
P07	7	7
P08	7	5
P09	5	5
Total de análise	66	52

Foram coletadas amostradas indeformadas com trado para coleta de amostras indeformadas do solo (TAI), manufaturado em aço-inox, com 50mm de diâmetro, 51mm de altura e volume de coleta de 100cm³. Com o talude de corte limpo, cravou-se o anel na parede do perfil, e para a penetração foi utilizado o martelo como batedor, com o anel volumétrico de aço completo de solo, este era removido, retirado o excesso de terra, com auxílio de uma faca cortante, até igualar com ambas as superfícies do anel, tendo o devido cuidado para não perder amostra. Posteriormente inseriam-se as tampas no anel. No processo da retirada do excesso do solo, caso ocorria perda da amostra esta era descartada e realizada nova coleta (**Foto 5**).

Em laboratório, em primeiro momento, realizava-se a pesagem das bandejas de alumínio (formato retangular, redonda ou quadrada), posteriormente era inserido as amostras indeformadas nos recipientes, contendo o devido cuidado para não perder amostra e realizava a medição para averiguar o peso real da amostra de solo. Em seguida, estas amostras era inseridas em estufa com temperaturas de 105°C por 24 horas, posteriormente retirava, esfriava e nova-

mente pesava as amostras. Com os dados obtidos, seguiu-se as recomendações descritas em EMBRAPA, 1997 para determinação da densidade do solo e da porosidade.

Foto 5 - Ilustração dos processos realizados para coleta da amostra indeformada do solo. Bairro: Cidade São Pedro. Fonte: Pereira, M.F. Foto: Dezembro/2013 e fevereiro/2014

Para analisar a estabilidade das estruturas do solo em água, as amostras do solo e da alterita foram imersas em recipiente de vidro com água. Esta técnica permitiu verificar o comportamento das amostras, no período de 2 minutos independente do tamanho do torrão. Neste período de 2 minutos, observou-se que independente da morfogênese e/ou morfologia da amostra esta apresentava saturada, bem como o diâmetro da amostra não alterava o resultado.

Este levantamento foi realizado entre setembro de 2013 a junho de 2014, com tomadas de fotografias do local, indicação dos pontos observados com auxílio de GPS manual. Posteriormente os pontos foram locados em imagem de satélite (Google Earth, 2012).

A partir da investigação morfopedológica, foi elaborado o mapa pedológico, classes de solos e sua relação com radiação solar, carta morfopedológica e carta litomorfopedológica, todas apresentadas na escala 1:10.000.

4.12. Cobertura Vegetal

O mapeamento da cobertura vegetal não foi analisado de forma minuciosa, visto que o principal fator para a caracterização fitofisionômica consiste em associar com o processo de uso e ocupação da terra, bem como o papel da cobertura vegetal como parâmetro de vinculação com o processo de estabilização e/ou instabilização da encosta.

Para este levantamento foram utilizadas as fotos aéreas de 1962 (escala 1:25.000), 1963 (escala 1:60.000), 1972 (escala 1:25.000), 1994 (escala 1:25.000) e 2001 (escala 1:15.000) e imagem de satélite de 2012 (sem escala) para obter um breve histórico da vegetação do local e associar com os estágios de desenvolvimento e condições de conservação da cobertura vegetal local. Esta percepção da cobertura vegetal com uso de fotografias aéreas foram obtidas por meio da variação das formas, da tonalidade, da coloração e da rugosidade.

Este mapeamento está sendo apresentado no mapa de uso e ocupação da terra atual, no qual as classes da cobertura vegetal serão distinguidas com base na fisionomia, presença de estratos arbóreos, densidade de bosque e sub-bosque, presença de trepadeiras e epífitas, gramíneas e cobertura vegetal exótica e/ou cultivo.

Em campo foi avaliado o estágio de regeneração da cobertura vegetal, com base em parâmetros visuais indicadores. Foi realizado o registro fotográfico da cobertura vegetal de algumas áreas vistoriadas.

4.13. Uso e Ocupação da Terra

O levantamento de uso e ocupação da terra tem como objetivo a identificação e o reconhecimento das diferentes classes de ocupação, atentando-se, no aspecto ambiental, para a identificação de riscos a movimentos de massa.

4.13.1. Histórico do uso e ocupação da terra

A caracterização do uso e ocupação da terra constituiu-se a partir da comparação evolutiva da mancha urbana, com base nos registros de fotos aéreas de 1962 (escala 1:25.000), 1963 (escala 1:60.000), 1972 (escala 1:25.000), 1994 (escala 1:25.000) e 2001 (escala 1:15.000) e imagem de satélite de 2012 (sem escala). Outras ferramentas utilizadas foram visitas a campo e pesquisas em sítios eletrônicos da Prefeitura Municipal de Santana de Parnaíba, e entrevistas com moradores.

Para análise do histórico do uso e ocupação da terra, foram realizadas interpretações das fotografias aéreas com o manuseio do estereoscópio de bolso. Foram analisadas os elementos da paisagem (vegetação, curso d'água, relevo e uso e ocupação da terra), considerando a variação entre cor, textura, tonalidade, rugosidade, forma, dimensão e convergência de evidências, observadas nas fotos aéreas.

Este levantamento teve como objetivo identificar o início da ocupação da terra na área de estudo e associar com as evidências de movimento de massa, cicatrizes, quando existentes.

4.13.2. Caracterização do uso e ocupação da terra atual

A análise do uso e ocupação da terra foi realizada a partir do histórico de ocupação da região incluindo a identificação dos tipos de ocupação e as características antrópicas da paisagem, associado com as evidências de movimentos de massa.

Para a identificação e delimitação dos tipos e formas de uso e ocupação da terra foram consideradas as possíveis vulnerabilidades de risco referentes ao padrão construtivo das residências, bem como as intervenções decorrentes da ação antrópica na ocupação das vertentes, como remoção da cobertura vegetal nativa, execução de cortes com geometria inadequada quanto a altura e a inclinação, execução de aterros de modo inadequado quanto à compactação, geometria e fundação e plantação de cobertura vegetal exótica e de cultivo (bananeira, entre outros). Essas intervenções avaliadas subsidiaram na definição das classes do uso e ocupação da terra na área de estudo.

As classes de uso e ocupação da terra foram interpretadas através de fotointerpretação da imagem de satélite (2012) e trabalhos de campo, agrupando as unidades homogêneas que apresentam condições semelhantes de ocupação.

A partir da interpretação da imagem de satélite (2012) foram diferenciadas as classes de uso, por meio de cor, elementos de textura, edificações e evidências antrópicas.

A definição destas classes de uso e ocupação da terra foram estabelecidas por meio de padrões integrados entre a homogeneidade da ocupação nas encostas, analisando tanto os aspectos físicos (relevo, solo, declividade, forma de encosta), bióticos (vegetação nativa e/ou de cultivo/exótica) e os aspectos antrópicos (talude de corte, solo exposto, água servida/esgoto visualizado através de encanamento exposto em superfície, instabilidade do talude e/ou encosta, moradias localizadas em crista do talude, sopé do talude, próxima a talude de corte ou a margem de córrego).

Sob essa ótica, foram definidas as seguintes classes de uso da terra para a área de estudo, agrupadas em áreas sem ocupação e áreas com ocupação da terra:

Área sem ocupação da terra

- Área não edificada com cobertura vegetal nativa (arbórea);
- Área não edificada com cobertura vegetal arbustiva e/ou gramínea;
- Área não edificada com cobertura vegetal nativa, exótica e/ou cultivo;

- Área não edificada com solo exposto e cobertura vegetal nativa; e
- Área não edificada com solo exposto.

Para as áreas classificadas como sem ocupação da terra apesar de não apresentarem vulnerabilidade significativa em relação ao risco, foram consideradas compartimentações de classes de uso detalhadas por apresentarem informações relevantes para os aspectos do meio físico (geologia, geomorfologia, pedologia, declividade e orientação de vertente) e biótico.

Área com ocupação da terra

- Área parcialmente edificada com cobertura vegetal nativa (arbórea e arbustiva);
- Área parcialmente edificada com cobertura vegetal arbustiva e gramínea;
- Área parcialmente edificada com cobertura vegetal nativa, exótica e/ou de cultivo;
- Área parcialmente edificada com cobertura vegetal exótica e/ou de cultivo;
- Área parcialmente edificada com solo exposto e cobertura vegetal nativa (arbórea e arbustiva);
- Área parcialmente edificada com solo exposto e gramínea;
- Área parcialmente edificada com solo exposto e cobertura vegetal exótica e/ou de cultivo;
- Área edificada; e
- Área institucional (escolas, creches, unidade básica de saúde e sistema de lazer e educacional – SESI).

Para a classe de uso e ocupação da terra foi estabelecido o atributo qualitativo, variando entre a menor e a maior vulnerabilidade para cada tipo e uso a ocupação do terreno. Estas classes foram classificadas por três graus hierárquicos (baixo, médio e alto) com base na vulnerabilidade a ocorrência de movimentos de massa identificado em campo, conforme apresentado no **Quadro 5**.

Na área de estudo não foi considerada a classificação de vulnerabilidade muito alta, em decorrência dos condicionantes e evidências identificados na interpretação da imagem de satélite (*Google Earth, 2012*) e vistoria de campo. Não foram identificados classes de uso e ocupação da terra que representassem como formadores de áreas de risco muito alta .

A identificação das classes de ocupação da terra foram realizadas por meio de escala de detalhe entre 1:500 a 1:2.000 e para averiguar as classes delimitadas foram realizadas vistoria de campo. Para a apresentação do uso e ocupação da terra na área de estudo adotou-se a escala 1:10.000 e para as áreas que abrangem os bairros Cidade São Pedro e Parque Panorama, adotou-se a escala 1:8.000.

Quadro 5 – Atributos qualitativos para a compartimentação das classes de uso e ocupação da terra e sua classificação de vulnerabilidade

Classes de uso e ocupação da terra	Justificativa da classificação	Classificação de vulnerabilidade
Área sem ocupação da terra		
Área não edificada com cobertura vegetal nativa (arbórea)	*Sem condicionantes de risco	Baixo
Área não edificada com cobertura vegetal arbustiva e/ou gramínea		Baixo
Área não edificada com cobertura vegetal nativa, exótica e/ou cultivo		Baixo
Área não edificada com solo exposto e cobertura vegetal nativa		Baixo
Área não edificada com solo exposto		Baixo
Área com ocupação da terra		
Área parcialmente edificada com cobertura vegetal nativa (arbórea e arbustiva)	Apesar dos terrenos apresentarem em sua maioria talude de corte, considera-se que a vegetação nativa e a gramínea sejam agentes estabilizadores da vertente	Médio
Área parcialmente edificada com cobertura vegetal arbustiva e gramínea		Médio
Área parcialmente edificada com cobertura vegetal nativa, exótica e/ou de cultivo	Terrenos que apresentam em sua maioria talude de corte, além de possuir cobertura vegetal exótica e/ou cultivo, altamente vulneráveis a ocorrência de movimentos de massa e processos erosivos..	Alto
Área parcialmente edificada com cobertura vegetal exótica e/ou de cultivo		Alto
Área parcialmente edificada com solo exposto e cobertura vegetal nativa (arbórea e arbustiva)	Apesar dos terrenos apresentarem em sua maioria talude de corte, considera-se que a vegetação nativa e a gramínea sejam agentes estabilizadores da vertente, mesmo em áreas com solo exposto.	Médio
Área parcialmente edificada com solo exposto e gramínea		Médio
Área parcialmente edificada com solo exposto e cobertura vegetal exótica e/ou de cultivo	Terrenos que apresentam em sua maioria talude de corte, cobertura vegetal exótica e/ou cultivo e solo exposto, altamente vulneráveis a ocorrência de movimentos de massa e processos erosivos..	Alto
Área edificada	*Sem condicionantes de risco	Baixo
Área institucional	Baixo ou sem condicionantes de risco	Baixo

***Obs:** áreas sem condicionantes de risco: são áreas edificadas e/ou sem edificações que não possuem condicionantes para que ocorra o risco.

4.14. Elaboração do Mapa de Inventário das ocorrências

A documentação e a investigação das ocorrências dos movimentos de massa e enchentes fazem parte de uma das etapas fundamentais para análise dos acidentes registrados, contribuindo para a elaboração do mapa de inventário com indicação da tipologia dos processos.

Para obter as informações das ocorrências atendidas pela prefeitura de Santana de Parnaíba, na área de estudo, levantaram-se os registros de atendimentos das áreas de riscos no Departamento de Patrimônio e Fiscalização (primeiro órgão responsável pelo atendimento das ocorrências no Município de Santana de Parnaíba). Foram verificadas falhas nos dados da prefeitura, pois não era registrada a localização da área, bem como nas informações obtidas no atendimento das ocorrências, fato justificado pela pouca quantidade de funcionários no setor; com isso as informações das ocorrências passaram a ser feitas somente a partir do ano de 2003. Outra medida proposta para complementar e comparar os dados levantados foi coletar informações de notícias publicadas nos jornais e revistas da Cidade de Santana de Parnaíba. No Museu Municipal de Barueri foi analisado o acervo de todas as publicações, tais como: "Jornal Cidade de Barueri" (responsável pela divulgação de todas as notícias da região) de 01/05/1984 a 30/12/2005, "Jornal D' Oeste" de 01/12/1981 a 01/12/1991, "Revista Nós" nos anos de 1994 a 2005, "Revista Boas Novas" de 2005, "Revista Barueri Saúde" de 2005 e, em todas essas consultas, não foi encontrado nenhum registro de ocorrências de áreas de riscos no município analisado, apenas informações sobre o turismo e o desenvolvimento econômico.

É importante ressaltar as dificuldades encontradas, quando da realização da presente pesquisa, na verificação dos inventários das ocorrências atendidas, pois, em sua maioria, observaram-se falhas na sequência dos registros, bem como informações incompletas das ocorrências. As falhas na série, foi justificada por funcionários da prefeitura por ter ocorrido mudança de governo e administração municipal, tal fato, contribuiu na perda de registros dos atendimentos.

O mapa de inventário foi organizado com intuito de representar e localizar as ocorrências de movimentos de massa, enchentes e inundações na área de estudo. Foram obtidas dados de sete fontes: documentos das ocorrências do Departamento de Patrimônio e Fiscalização do período de 2002 a 2005; Mapa Inventário do Município de Santana de Parnaíba de 2003/2004 (obtido na Prefeitura Municipal); ocorrências atendidas pela Guarda Municipal Comunitária de Santana de Parnaíba no período de 2010 a 2011; Defesa Civil Municipal no período de 2013; Plano Municipal de Redução de Risco 2011 a 2013 (Prefeitura Municipal de Santana de Parnaíba).

ba, 2013) e dos levantamentos de campo realizados no período de 2012 a 2014 para esta pesquisa (**Tabela 5**).

Tabela 5 - Inventário no período de 2002 a 2013 das ocorrências e quantificação dos processos registrados pela Prefeitura Municipal de Santana de Parnaíba

Ano	Quantificação dos Processo registrados	
	Movimentos de massa	Enchentes
2002	1	-
2003	5	-
2004/2005	42	4
2010	1	1
2011	7	-
2013	9	-
Total de ocorrências	65	5

Conforme a **Tabela 5**, desde de 2002 foram registrados 70 ocorrências (65 movimentação de massa e 5 enchente e/ou inundação) em 53 locais distintos, tal fato está associado que em alguns locais obteve mais de uma solicitação de atendimento por técnicos da Prefeitura Municipal de Santana de Parnaíba. Dentre as áreas registradas no período de 2003/2004, representadas no mapa inventario do Município de Santana de Parnaíba, foram indicadas mais 3 áreas com ocorrência de eventos hidrológicos (enchentes).

Paralelamente à organização do cadastro, foram realizadas visitas a campo, para reconhecimento das áreas com eventos ocorridos, proporcionando a indicação das ocorrências em uma imagem de satélite (Google Earth, 2012). Para a representação das áreas com eventos registrados, levou-se em consideração a localização pontual quando o cadastro apresentava o endereço e a numeração da residência, em caso de ausência destes dados, inferiu-se a localização das áreas por meio de ocorrência de cicatrizes, depósitos de colúvios e quando possível entrevistas com os moradores. Nas vistorias de campo realizadas no período de 2012 a 2014, foram identificadas mais 5 áreas com cicatrizes de movimentação de massa, além das registradas no cadastro das ocorrências.

Por meio do mapa dos registros, foi possível visualizar os principais pontos da área de estudo onde ocorreram e ocorrem os processos e respectivos cenários de movimentação de massa e de risco hidrológico (enchentes), especialmente relacionados a movimentação de massa, foco desta pesquisa, delimitando as áreas de maior incidência dos mesmos e averiguando casos isolados de ocorrências.

Este mapa tem como finalidade proporcionar o cruzamento com informações referentes aos aspectos físicos (elevação do terreno, declividade, orientação de vertente, geologia, geomorfologia e pedologia) e antrópicos (uso e ocupação da terra atual), permitindo associar com a suscetibilidade e a vulnerabilidade de cada área de ocorrência e contribuindo para a elaboração da carta de risco.

O mapa inventário foi elaborado em escala de detalhe em 1:500, mas está sendo apresentado na escala 1:8.000, visto que a representação das áreas de ocorrências nesta escala é considerada adequada.

4.15. Elaboração da Carta de suscetibilidade a movimentos de massa e enchentes

A carta de suscetibilidade é originada a partir da análise integrada de informações do meio físico, obtidos por meio de mapas temáticos, interpretação de fotografia aérea e ensaios de campo.

A partir da análise e restituição das características identificadas dos aspectos do meio físico da área de estudo, foram elaborados os seguintes documentos: mapa de elevação do terreno, carta clinográfica, mapeamentos geológicos, geomorfológicos e pedológicos, mapa da cobertura vegetal, carta de orientação de vertente e mapa do comportamento pluviométrico. Para cada um destes documentos foram delimitadas as áreas homogêneas e a partir desta compartimentação foram definidos os atributos (informações) em ordens decrescentes de hierarquização, o que corresponde a unidades de maior a menor suscetibilidade e/ou probabilidade de ocorrência de um evento.

Segundo Zuquetti & Gandofi (2004), é importante realizar uma análise criteriosa dos atributos a serem mapeados, principalmente quanto à validade, ao limite de investigação e à exatidão dos dados nos intervalos estipulados. Para tanto foram averiguados a qualidade dos dados por meio de visitas de campo, tendo como objetivo verificar se os atributos qualitativos a cada elemento apresentam coerência com a realidade da área de estudo.

Como os documentos descritos acima originaram um número grande de informações a serem consideradas e para facilitar e assegurar uma confiabilidade dos dados foi elaborado uma matriz de cruzamento. Esta matriz de cruzamento teve como fundamento ordenar as informações do meio físico por ordem de hierarquização de relevância na indicação das áreas de maior suscetibilidade para ocorrência dos movimentos de massa.

A obtenção de atributos, a sobreposição de informações e a matriz de cruzamento foi elaborada de acordo com a metodologia proposta por Zuquetti & Gandofi (2004).

A matriz de cruzamento foi analisada de forma qualitativa em quatro graus hierárquicos (baixo, médio, alto e muito alto) e tratados em ambiente SIG (ArcGis).

As áreas de suscetibilidade foram definidas por meio de comportamentos semelhantes, em termos da predisposição ao desenvolvimento do processo, resultante da combinação das informações do meio físico e do mapa de inventário das ocorrências, determinando a carta de suscetibilidade.

A carta de suscetibilidade a movimentos de massa e enchentes esta apresentada em base cartográfica e representada na escala 1:10.000.

4.16. Elaboração da Carta de vulnerabilidade a movimentos de massa

A carta de vulnerabilidade é proveniente do cruzamento dos tipos de uso e ocupação da terra com o mapa inventário.

A análise comparativa das classes de uso e ocupação da terra permitiu identificar quais as formas de ocupação favorece a instabilidade das vertentes, bem como se o desequilíbrio desenvolveu em ordem local ou afetou o conjunto do sistema (aspectos físico, biótico e econômico).

Este levantamento procedeu da comparação evolutiva do processo de uso e ocupação da terra na área de estudo, permitindo identificar os cenários de riscos a movimentos de massa.

A hierarquização dos cenários de riscos a movimentos de massa foi estabelecida por meio de: a) possíveis processos de instabilização (escorregamentos de encosta, corte e aterro, erosão, rolamentos de blocos/matações e solapamentos de margem); b) por evidências de movimentação (trincas em moradias, muros, e/ou terreno, degraus de abatimento, depósito de corridas de detritos, muro e/ou parede embarrigados, postes, muros e/ou árvores inclinados, depósito de lixo e entulho, cicatrizes e depósito de escorregamento pretérito); c) identificação de infraestrutura instalada; d) padrão construtivo das moradias.

As informações levantadas por meio de vistorias de campo, foram inseridas em banco de dados tradicional (ACCESS) e vinculada com o banco de dados geográficos em ambiente SIG (ArcGis).

O cruzamento dos fatores descrito acima, permitiu a elaboração da carta de vulnerabilidade a movimentos de massa, no qual procedeu por meio da forma qualitativa definindo três graus hierárquicos (baixo, médio e alto).

Esta carta de vulnerabilidade esta apresentada na escala 1:10.000.

4.17. Elaboração da Carta de risco a movimentos de massa e enchentes

A partir da análise da carta de suscetibilidade e da carta de vulnerabilidade, foi preparada uma matriz de cruzamento para a definição das unidades potenciais a risco.

O cruzamento de forma qualitativa atribuiu 5 graus hierárquicos enquanto ao potencial das áreas, definidas por meio da concepção de áreas sem restrição e com restrição a ocupação da terra.

Para as áreas identificadas como potenciais a risco, analisou-se os aspectos referente ao meio físico, biótico e antrópico de forma detalhada, no entanto não foram realizados mapeamentos das áreas de risco em nível de setorização, com definição do grau de probabilidade de ocorrência de processos de instabilização, no entanto não compromete o resultado desta pesquisa.

As unidades de compartimentação foram definidas por meio de comportamentos homogêneos, reunindo características semelhantes do meio físico e o seu comportamento frente às várias formas de ocupação.

A sobreposição da carta de suscetibilidade e da carta de vulnerabilidade foram realizadas em ambiente SIG (ArcGis), no entanto a compartimentação das unidades potenciais foram delimitadas manualmente, permitindo desta forma gerar resultados mais coerentes em relação às aptidões e restrições para o uso da terra. Esta carta de risco esta apresentada na escala 1:10.000.

4.18. Visitas de Campo

As visitas de campos objetivaram o reconhecimento expedito de informações levantadas em fotografias aéreas e imagens de satélite quanto aos aspectos dos meios físico e antrópico.

Os principais trabalhos de campo realizados seguiram as seguintes etapas:

- 1º Etapa - reconhecimento da área de estudo com o intuito de averiguar os tipos de uso e ocupação da terra, aspectos do meio físico e mapear as cicatrizes de movimentação de massa.

Para esta etapa foi elaborado uma ficha de campo com a finalidade de direcionar e identificar os principais fatores condicionantes da instabilidade da encosta, subsidiando as etapas posteriores (**APÊNDICE A**). A ficha de campo possibilitou uma melhor organização e manuseio das informações, bem como proporcionou o abastecimento do banco de dados em ambiente ACCESS e SIG, contribuindo em etapa posterior para a elaboração de produtos cartográficos;

- 2º Etapa - checagem das informações apresentadas no mapa geomorfológico, orientação de vertente e declividade;
- 3º Etapa - levantamento dos tipos de uso e ocupação da terra em escala de detalhe e averiguação das áreas de risco;
- 4º Etapa - checagem dos afloramentos litológico e obtenção das medidas estruturais;
- 5º Etapa - análise morfológica (solo e alterita) por meio de perfis em taludes de corte; e
- 6º Etapa - checagem das informações apresentadas na carta de risco a movimentos de massa e enchentes.

As vistorias de campo foram realizadas, como descrito anteriormente, e também com o intuito de averiguar todas as informações, visto que os aspectos referentes ao meio físico e antrópico estão interligados.

Praticamente toda a área de estudo foram visitadas, destaca-se as áreas com fragmentos de cobertura vegetal e na porção sul, área particular pertencente ao condomínio residencial de alto padrão econômico localizado no Alphaville (Projeto Gêneses - Gêneses I e Gêneses II), no qual não foi autorizada a entrada na área (**Figura 15**).

As visitas a campo ocorrem entre agosto de 2011 a junho de 2014, com aproximadamente 45 visitas, no qual foram tomadas fotografias do local, indicação dos pontos observados com auxílio de GPS manual e locados em base topográfica e/ou imagem de satélite.

Figura 15 – Áreas vistoriadas na bacia hidrográfica das Furnas

5. RESULTADOS

5.1 Geologia Regional

"O município de Santana de Parnaíba situa-se na Região de Dobramentos Sudeste (Almeida et al. 1981), sobre a Faixa de Dobramentos Ribeira. Esta Faixa é sub-dividida nos sistemas de Dobramentos Apiaí e São Roque, pelo Falhamento Transcorrente de Taxaquara" (Emplasa, 1985, pág. 18).

De acordo com Rodriguez (1997), o grupo São Roque é constituído por rochas metassedimentares e metavulcânicas representadas principalmente por filitos, metarenitos e quartzitos, tendo secundariamente a ocorrência de anfibolitos, metacalcários, dolomitos, xistos porfiroblásticos e rochas calciossilicatadas.

Ao sul, o grupo São Roque entra em contato através do sistema de falhas de Taxaquara e são separados do Complexo de Embu e do Suítes Graníticas indiferenciadas, bem como ao norte este grupo é separado pelo sistema de falha de Jundiuvira do Grupo Amparo (**Figura 16**).

Figura 16 – Distribuição das grandes unidades litoestratigráficas da RMSP, modificado de DNPM/CPRM, 1991 apud Rodriguez 1997 (indicação da área de estudo, circunferência em preto).

5.1.1. Geologia da área de estudo

A área de estudo esta sobre o Sistema de Dobramentos São Roque pertencente ao conjunto de rochas Pré-Cambrianas do Escudo Atlântico.

Na bacia hidrográfica das Furnas, área de estudo, foram distinguidas três unidades estratigráficas: os **metamorfitos do grupo São Roque** (i) Anfibolitos, metabasitos (metadiabásio, metagabro), (ii) Filitos e/ou metassiltitos, (iii) Filonitos, (iv) Xistos, (v) Quartzitos; os **granítóides** (vi) Rochas Graníticas e os **sedimentos cenozóicos** (vii) Depósitos aluvionares (**Quadro 6**).

Os afloramentos visitados correspondem a 32 áreas, sendo que em 13 áreas foram realizadas 25 medições das atitudes (direção e mergulho) (**Figura 17**).

A **Figura 18** apresenta o arcabouço geológico aflorante no entorno imediato da área de estudo. A delimitação da falha localizada a montante representa o fator estrutural altamente relevante da geomorfologia, condicionando o alto grau de dissecação.

Quadro 6 - Coluna estratigráfica da área de estudo

Domínio São Roque			
<i>Idade</i>	<i>Unidades geológica</i>	<i>Unidade litológica</i>	<i>Litologia principal</i>
Quaternário	Depositos aluvionares	Sedimentos cenozoicos	Depósitos aluvionares
Pré-Cambriano	Grupo São Roque	Metamorfitos do Grupo São Roque	Anfibolitos, metabasitos
			Filitos e/ou metassiltitos
			Filonitos
			Xistos
			Quartzitos
		Granítóides	Rochas Graníticas

Figura 17 - Mapa de localização dos pontos de afloramentos visitados

Figura 18 - Mapeamento geológico no entorno imediato da área de estudo

5.1.1.1. Metamorfitos do grupo São Roque

Esta unidade estratigráfica apresenta predominância na área de estudo, e conforme descrito anteriormente, é representada pela litologias: (i) Anfibolitos, metabasitos (metadiabásio, metagabro); (ii) Filitos e/ou metassiltitos, (iii) Filonitos, (iv) Xisto, (v) Quartzitos, conforme apresentado na **Figura 24**.

Anfibolitos, metabasitos - estas rochas apresentam-se em uma faixa restrita na porção norte da área de estudo, no entanto não foi possível realizar análise desta litologia, em decorrência da não exposição do afloramento de rocha conservada.

De acordo com Emplasa (1985), estas rochas constituem-se por corpos de dimensões e formas variegadas, geralmente lenticulares e sua granulação varia de fina a grossa, de coloração cinza escuro esverdeado a negro. Sua alteração origina um solo de cores fortes, vermelho, roxo, cinza claro e amarelo e seu aspecto é maciço.

Filitos e/ou metassiltitos - estas rochas apresentam-se em maior distribuição na área de estudo.

Estas rochas normalmente apresentam estruturas fortemente laminadas, com aspecto foliado, de granulação muito fina composta principalmente por silte. Quando sãs apresentam coloração acinzentada, e quando alteradas variam entre roxa e avermelhadas.

De acordo com Emplasa (1985), o bandamento do filito é de espessura variável e de cores alternantes, dando a rocha um aspecto rítmico. Em meio aos filitos têm-se frequentes intercalações de metarenitos e metarcóseos, podendo também ocorrer filonitos em zonas de movimentação tectônica intensificada.

Na área de estudo estas rochas encontram-se bastante intemperizadas e apresentam tipicamente um espesso manto de alteração denominado de alterita, de coloração bruno arroxeadas, formado por intenso intemperismo. Esse manto de alteração é um importante fator intrínseco para a caracterização geotécnica em especial nas vertentes sob intervenção antrópica.

Os depósitos de filito ocorrem na forma de corpos interdigitados, cujos contatos geralmente são marcados por zonas de cisalhamento de alto ângulo de regime essencialmente rúptil-dúctil a dúctil.

Outra característica do filito é a variação na cor das bandas, principalmente quando as rochas encontram-se alteradas, podendo-se identificar intercalações de filitos carbonáticos e presença de veios de quartzo, frequentemente paralelas a subparalelas à foliação.

Em decorrência da diferenciação composicional das bandas pode apresentar comportamento geotécnico muito variado, em especial quando muito fraturada, podendo ser altamente suscetíveis a movimentos de massa quando expostas nos taludes de corte.

Na área de estudo o filito apresenta um comportamento heterogêneo em decorrência do grau de alteração e da influência estrutural. Em um mesmo talude foram analisados três pontos (P12, P13 e P14), com características estruturais distintas, conforme descrito:

- **Ponto 12** - afloramento de filito de cores variegadas, dando a rocha um aspecto rítmico e proporcionando uma visualização do sentido da foliação, estratificação cruzada, bem como permitindo identificar os diferentes níveis de alteração da rocha neste corte (**Fotos 6 a 10**).

A pesar da rocha aparentemente menos alterada a olho nu (**Foto 10** lado esquerdo), foi realizado um teste de durabilidade (inferido por meio de pressão com ferramenta corte "faca"). Esta análise possibilitou inferir que neste ponto apresenta baixo índice de durabilidade em decorrência do alto grau de alteração e quando expostas aos agentes intempéricos, especialmente à água, pode causar instabilidade.

A direção predominante deste corte é ESE-WNW, com camadas mergulhando para SE, com mergulho médio em torno de 60°. A **Figura 19** apresenta o resultado da análise cinemática para o ponto 12, utilizando-se a projeção hemisférica horizontal. As áreas que apresentam estas características e quando submetidos a interferência antrópica (corte com inclinação e/ou altura excessiva) podem acarretar movimentação de massa.

Figura 19 - Análise cinemática da ruptura do filito no P12

Foto 6 – Filito com foliação subvertical (P12). Bairro: Cidade São Pedro, Avenida Manuel da Silva. Fonte: Pereira, M.F. Foto: Outubro/2013.

a

b

c

Foto 7 - (a, b e c) - Detalhe da foliação do filito e a variação no comportamento geotécnico (P12). a) Desmorte da rocha com deslocamento concordante à foliação; b) Filito com ruptura provável do tipo cunha e intercalações de banda do filito carbonático; c) Detalhe do filito de coloração variegada e presença de estrias. Bairro: Cidade São Pedro, Avenida Manuel da Silva. Fonte: Pereira, M.F. Foto: Outubro/2013.

Foto 8 - Filito alterado com deslocamento preferencial para N-W (P12).. Bairro: Cidade São Pedro, Avenida Manuel da Silva. Fonte: Pereira, M.F. Foto: Outubro/2013.

Foto 9 - Detalhe do filito com intercalações carbonáticas orientadas pela foliação (P12).. Bairro: Cidade São Pedro, Avenida Manuel da Silva. Fonte: Pereira, M.F. Foto: Outubro/2013.

Foto 10- Ilustração da análise das amostras quanto ao seu grau de alteração e resistência (inferida por meio de pressão com ferramenta cortante "faca").

a) Possível identificar a linha de corte na metade das amostras. b) Detalhe da ruptura da amostra (esquerda) condicionado pelo alto grau de alteração e baixo índice de durabilidade. Fonte: Pereira, M.F. Foto: Agosto/2014.

- **Ponto 13** - afloramento de filito com intercalações de termos grafitosos, bandas de coloração bruno acinzentado escuro, foliação subvertical. Apresenta a mesma direção preferencial do ponto anterior (P12) (**Fotos 11 e 12**).

Dentro da área de estudo, este foi o único ponto de exposição com estas característica da rocha, no entanto, não foi possível realizar uma análise detalhada por não se obter autorização para entrada da área (terreno particular).

Foto 11 - Filito de aspecto grafitoso com foliação subvertical (P13). Bairro: Cidade São Pedro, Avenida Manuel da Silva. Fonte: Pereira, M.F. Foto: junho/2013.

Foto 12 - Idem foto anterior (P13). Bairro: Cidade São Pedro, Avenida Manuel da Silva. Fonte: Pereira, M.F. Foto: junho/2013.

- **Ponto 14** - afloramento de filito avermelhado arroxeadado com intercalações restrita de filito de coloração cinza escuro, pouco alterado. Estas intercalações, bem marcadas, contribuíram na percepção da identificação dos distintos níveis de cor e do grau de intemperismo sofrido pela rocha (**Fotos 13 e 14**).

Foto 13 - Exposição do Filito com diferentes graus de alteração (P14). Bairro: Cidade São Pedro, Avenida Manuel da Silva. Fonte: Pereira, M.F. Foto: Outubro/2013

Foto 14 - Detalhe da foto anterior, filito de coloração arroxeadada e intercalação restrita de coloração cinza escuro (P14). Bairro: Cidade São Pedro, Avenida Manuel da Silva. Fonte: Pereira, M.F. Foto: Outubro/2013

Na porção sul do bairro Cidade São Pedro (P22), foi possível identificar exposição do filito em talude de corte, com foliações que se inter cruzam em diferentes direções e ângulos de mergulhos, intenso fraturamento e baixa durabilidade (inferido por meio de pressão com ferramenta corte "faca") da rocha. Estes afloramentos sugerem tratar-se de uma zona de fraqueza estrutural e quando expostos apresentam alta suscetibilidade a movimentação de massa.

As **Figuras 20 e 21** apresentam os resultados da análise cinemática respectivas utilizando-se a projeção hemisférica horizontal para os afloramentos dos pontos P22 e P23. As atitudes das descontinuidades indicam dois vetores predominantes de atitude para as estruturas (**Fotos 15 e 16**). As inclinações da foliação variam de médio ângulo até ângulos de mergulhos mais elevados.

Figura 20 - Análise cinemática do filito densamente fraturado (P22)

Figura 21 - Análise cinemática do filito densamente fraturado (P23)

Foto 15 - Filito de foliação vertical a subvertical (P22). Bairro: Cidade São Pedro, Rua Recife. Fonte: Pereira, M.F. Foto: Janeiro/2014.

Foto 16 - Filito com intenso fraturamento perpendicular ao plano de foliação da rocha (P22). Cidade São Pedro, Rua Recife. Fonte: Pereira, M.F. Foto: Janeiro/2014.

Na porção norte da área de estudo (P16), identificou no filito metassedimento exibindo um fino bandamento formado por alternância rítmica de estreitas camadas planoparalelas de cores variegadas e com ocorrência de várias estrias. Exibem-se recortados por denso sistema de micro-falhas, as quais deslocam o bandamento.

A exposição do corte desta rocha, corresponde a uma encosta com declividade acentuada (25 a 30 %), com corte de inclinação entre 80° a 90°, de altura aproximada de 12m, subparalelas a foliação e com lançamento periódico de água servida (identificado em vistoria de campo). No entanto por apresentar média durabilidade (inferido por meio de pressão com ferramenta corte "faca") e em decorrência do corte do talude concordante a foliação condiciona menor instabilidade (**Fotos 17 a 21**).

Foto 17 – Filito com corte de inclinação entre 80° a 90°, altura aproximada 12m. Afloramento: P16. Bairro: Cidade São Pedro, Avenida Fortunato Camargo. Fonte: Pereira, M.F. Foto: Agosto/2012.

Foto 18 – Detalhe do filito com corte de inclinação entre 80° a 90°. Afloramento: P16. Bairro: Cidade São Pedro, Avenida Fortunato Camargo. Fonte: Pereira, M.F. Foto: Agosto/2012.

Foto 19 – Detalhe do corte do talude paralelo a foliação. Afloramento: P16. Bairro: Cidade São Pedro, Avenida Fortunato Camargo. Fonte: Pereira, M.F. Foto: Dezembro/2013.

Foto 20 - Filito formado por alternância rítmica e presença de estrias. Afloramento: P16. Bairro: Cidade São Pedro, Avenida Fortunato Camargo. Fonte: Pereira, M.F. Foto: Dezembro/2013.

Foto 21 – Ilustração da análise das amostras quanto ao seu grau de alteração e resistência (inferida por meio de pressão com ferramenta cortante "faca").

a) Deslocamento da amostras ao aplicar pressão (esquerda). b) Amostras do filito altamente laminado com alternância rítmica de cores. Fonte: Pereira, M.F. Foto: Agosto/2014.

No setor oeste da bacia hidrográfica das Furnas (P18), identificou-se a ocorrência de veios de quartzo de escala centimétrica intrudidos no filito intemperizado, de caráter concordante ou sub-concordante à foliação regional. Os veios de quartzo estão associados a ocorrência de mineralizações ligados ao evento hidrotermal. Em apenas uma área foi identificado fragmentos de quartzo angulosos de maior dimensionamento (P19).

Neste setor também pode-se evidenciar bandas do filito carbonático no contato com os veios de quartzo, apresentando uma alternância rítmica das cores variegadas (**Fotos 22 a 26**).

A **Figura 22** apresenta o resultado da análise cinemática para o afloramento do P19. As atitudes das descontinuidades estruturas estão orientadas preferencialmente SSE-WNW.

Figura 22 - Análise cinemática do filito intemperizado (Afloramento: P19)

Foto 22 – Veios de quartzo no filito intemperizado. Afloramento: P18. Bairro: Cidade São Pedro, Avenida Conselheiro Ramalho. Fonte: Pereira, M.F. Foto: Outubro/2013.

Foto 23 – Filito com bandas carbonáticas e presença de veios de quartzo. Afloramento: P18. Bairro: Cidade São Pedro, Avenida Conselheiro Ramalho. Fonte: Pereira, M.F. Foto: Maio/2013.

Foto 24 – Idem foto anterior. Afloramento: P18. Bairro: Cidade São Pedro, Avenida Conselheiro Ramalho. Fonte: Pereira, M.F. Foto: Junho/2013.

Foto 25 – Fragmentos de quartzo angulosos de maiores dimensões no filito intemperizado. Afloramento: P19. Bairro: Cidade São Pedro, Avenida Conselheiro Ramalho. Fonte: Pereira, M.F. Foto: Agosto/2012.

Foto 26 - Detalhe do fragmento de quartzo. Afloramento: P19. Bairro: Cidade São Pedro, Avenida Conselheiro Ramalho. Fonte: Pereira, M.F. Foto: Agosto/2012.

Filonito - esta rocha apresenta-se em uma faixa restrita na área de estudo (P32), no contato entre o filito e o xisto.

De acordo com Hasui (1975), o intenso metamorfismo cataclástico produziu rochas com uma foliação conspícua, que confere às rochas um caráter filonítico, paralela à orientação da zona de falhamento.

Na área de estudo, esta rocha associada a zona de movimentação tectônica intensificada (**Fotos 27 a 34**), apresenta-se fortemente laminada. Nos setores da encosta com baixo a médio grau de alteração apresenta-se de coloração acinzentada de alto índices de durabilidade (inferido por meio de pressão com ferramenta corte "faca"), já nos setores altamente intemperizados, ocorre intenso fraturamento paralelo a subparalelo ao acampamento sedimentar, tendo um deslocamento muito intenso na zona de fraqueza estrutural (micro-falhas e juntas).

Estes afloramentos quando submetidos a intervenção antrópica sem prever obras de contenção e estruturas hidráulicas para captação das águas superficiais em talude de corte com inclinação e/ou altura excessiva, pode apresentar alta suscetibilidade a movimentação de massa.

Foto 27 – Filonito bastante intemperizado com erosão em zonas de fraqueza estrutural. Afloramento: P32. Bairro: Cidade São Pedro, Avenida Jaguari. Fonte: Pereira, M.F. Foto: Dezembro/2013.

Foto 28 – Filonito com diferentes graus de intemperismo. Afloramento: P32. Bairro: Cidade São Pedro, Avenida Jaguari. Fonte: Pereira, M.F. Foto: Dezembro/2013.

Foto 29 – Detalhe do filonito com menor grau de intemperismo. Afloramento: P32. Bairro: Cidade São Pedro, Avenida Jaguari. Fonte: Pereira, M.F. Foto: Dezembro/2013.

Foto 30 - Detalhe do filonito com alto grau de intemperismo. Afloramento: P32. Bairro: Cidade São Pedro, Avenida Jaguari. Fonte: Pereira, M.F. Foto: Dezembro/2013.

Foto 31 – Detalhe dos bandamentos do filonito. Afloramento: P32. Bairro: Cidade São Pedro, Avenida Jaguari. Fonte: Pereira, M.F. Foto: Dezembro/2013.

Foto 32 – Idem foto anterior. Afloramento: P32. Bairro: Cidade São Pedro, Avenida Jaguari. Fonte: Pereira, M.F. Foto: Dezembro/2013.

Foto 33 – Amostra do filonito com alto índice de durabilidade. Fonte: Pereira, M.F. Foto: Agosto/2014.

Foto 34 – Amostra do filonito com baixo a médio índice de durabilidade. Fonte: Pereira, M.F. Foto: Agosto/2014.

Xistos - estas rochas apresentam-se na porção norte da área de estudo (P02 a P04 e P10), no contato entre o filonito, quartzito e as rochas graníticas.

"São rochas de granulção fina a média, geralmente apresentam-se alteradas. Os minerais mais comuns são quartzo, sericita e muscovita. É comum a presença de porfiroblastos de grana-
da, estaurolita e sillimanita de dimensões milimétricas e sub-milimétricas" (Emplasa, 1985, pág. 24).

Na área de estudo, estas rochas apresentam fortemente intemperizadas, textura siltosa, de coloração entre vermelho a roxo esbranquiçada (**Fotos 35 a 42**).

Os planos de descontinuidades apresentam predominantemente subverticais e em alguns setores a rocha apresenta intenso fraturamento. Essa trama estrutural encontra-se em toda a área que abrange esta litologia, correspondendo a uma foliação metamórfica definida por uma xistosidade.

Foto 35 – Veios de quartzo no xistos intemperizado. Afloramento: P02. Bairro: Parque Panorama, Rua Gastão Vidigal. Fonte: Pereira, M.F. Foto: Junho/2013.

Foto 36 – Contato entre neossolo litólico e o xisto intemperizado. Afloramento: P04. Bairro: Parque Panorama, Rua Gastão Vidigal. Fonte: Pereira, M.F. Foto: Junho/2013.

Foto 37 – Medição das atitudes das descontinuidades no xisto. Afloramento: P03. Bairro: Parque Panorama, Rua Gastão Vidigal. Fonte: Pereira, M.F. Foto: Dezembro/2013.

Foto 38 – Detalhe das descontinuidades presentes no xisto. Afloramento: P03. Bairro: Parque Panorama, Rua Gastão Vidigal. Fonte: Pereira, M.F. Foto: Dezembro/2013.

Foto 39 – Xisto alterado com deslocamento. Afloramento: P10. Bairro: Parque Panorama, Rua Gastão Vidigal. Fonte: Pereira, M.F. Foto: Dezembro/2013.

Foto 40 – Detalhe da descontinuidade presente no xisto. Afloramento: P02. Bairro: Parque Panorama, Rua Gastão Vidigal. Fonte: Pereira, M.F. Foto: Dezembro/2013.

Foto 41 – Detalhe da amostra do xisto com atuação do processo supergênico (dissolução dos minerais). Bairro: Parque Panorama, Rua Gastão Vidigal. Fonte: Pereira, M.F. Foto: Dezembro/2013.

Foto 42 – Detalhe da amostra do xisto com formato de romboedros. Bairro: Parque Panorama, Rua Gastão Vidigal. Fonte: Pereira, M.F. Foto: Dezembro/2013.

A **Figura 23** apresenta o resultado da análise cinemática para os pontos de afloramentos do xisto intemperizado (P03 a P08).

Figura 23 - Análise cinemática das discontinuidades do xisto intemperizado
a) Ponto 03 (P03); b) Ponto 04 (P04); c) Ponto 05 (P05); d) Ponto 06 (P06); e) Ponto 07 (P07); f) Ponto 08 (P08).

Quartzitos - estas rochas apresentam-se em porções restritas da área de estudo, noroeste (NW) do bairro Parque Panorama e nas porções sudoeste (SW) e sudeste (SE) dos bairros Cidade São Pedro e Chácara Jaguarí. Estas rochas sustentam os relevos mais elevados ocorrentes na área.

Não foi possível visitar o setor com ocorrência do quartzito, por apresentar parte em área particular e não sendo liberada a visitação.

No entanto de acordo com Emplasa (1985), o quartzito desta região é laminado de granulometria fina a média, possui coloração bege a esbranquiçada, caracteriza-se por apresentar bandas quartzosas intercaladas a bandas mais ricas em feldspatos, sendo estas mais frágeis.

5.1.1.2. Granitos e granitóides

Estas rochas apresentam-se na porção norte da área de estudo, no contato entre o filito, filonito e os xistos.

"São rochas leucocráticas de coloração cinza amarelada (por alteração), constituídas basicamente por quartzo e feldspato. Apresentam-se bastante cataclassadas através de pequenas falhas onde se observam os minerais moidos e estirados" (Emplasa, 1985, pág. 24).

Na área de estudo não foi identificado presença das rochas graníticas alteradas in situ. Foi observado um depósito de talús no contato do filito com as rochas graníticas e granitoides (**Fotos 43 e 44**). Provavelmente o depósito de talús é oriundo de processos de diferentes períodos, apresenta aparentemente solto, intemperizado e que foi deslocado pela ação da gravidade e acumulando na base da encosta.

Foto 43 – Encosta com depósito de talús. Afloramento: P28. Bairro: Cidade São Pedro, Gleba B. Fonte: Pereira, M.F. Foto: Dezembro/2013.

Foto 44 – Detalhe da encosta com depósito de talús. Afloramento: P28. Bairro: Cidade São Pedro, Gleba B. Fonte: Pereira, M.F. Foto: Dezembro/2013.

5.1.1.3. Depósitos aluvionares

São constituídos por sedimentos aluvionares recentes, inconsolidados, que se distribuem na planície aluvial do córrego das Furnas e seu tributário.

A exposição desses sedimentos só é identificada na porção noroeste (NW) da área de estudo.

A **Figura 24** apresenta a geologia da área de estudo.

Figura 24 - Mapa geológico da área de estudo

5.1.2. Controle estrutural

O controle estrutural foi analisado com base nas diferenças cinemáticas e geométricas obtidas em alguns pontos da área de estudo.

As discontinuidades estruturais (planos de micro-falhas e juntas) ocorrentes foram representados por 02 projeções estereograficas. A **Figura 25** representa os pontos assentados sobre as rochas xistosas e a **Figura 26** os filitos.

O conjunto das discontinuidades permite identificar o comportamento estrutural das rochas predominantes na área de estudo.

As atitudes estão orientadas preferencialmente NW-SE e NE-SW para os xistos e WNW-ESE para os filitos.

Figura 25 – Análise cinemática das discontinuidades do xisto intemperizado

Figura 26 – Análise cinemática das discontinuidades do filito intemperizado.

Os movimentos de massa ocorrentes e/ou que podem ocorrer na área de estudo, geralmente estão associados aos fatores estruturais (acamamento, juntas e micro-falhas) e que influenciam a cinemática dos blocos.

5.2. Geomorfologia

No mapeamento geomorfológico permitiu identificar as formas do relevo, associando com a dinâmica hidrológica da vertente, por meio da amplitude e declividade das encostas.

Neste mapeamento foram verificadas as discontinuidades de declive das vertentes por meio das curvaturas e das discontinuidades marcada no meio da zona de transição. A discontinuidade determina a variação da declividade de maneira suave a abrupta, o que contribui para a associação com as áreas suscetíveis a movimentação de massa.

As mudanças abruptas por apresentarem uma inclinação mais acentuada na vertente podem induzir maior suscetibilidade a ocorrência de movimentação de massa.

As diferentes formas do relevo foram identificadas por meio da análise de 21 perfis topográficos, resultando nas seguintes unidades morfológicas: planícies aluviais, morrotes baixo, morrotes, morrotes alto e morros baixo, conforme apresentado na **Figura 27**.

As formas de relevo representadas por planícies aluviais são de *agração*, enquanto os morrotes baixo, morrotes, morrotes alto e morros baixo são de *degradação*.

Planícies aluviais - caracteriza-se por terrenos baixos e mais ou menos planos, cotas topográficas entre 720 a 725 m, ocorre predominantemente em parte da margens do córrego das Furnas.

Morrotes baixo e morrotes - predominam feições altamente dissecadas, topos aplainados a arredondados, vertentes com seguimentos convexos, côncavos e restritamente retilíneos. A drenagem é de média a baixa densidade, com padrão subparalelo à dendrítico, vales fechados. As cotas topográficas atingem valores entre 725 a 850 m. A transição entre os morrotes baixo e morrotes apresenta variações brandas, diferenciando por meio da amplitude das encostas.

Morrotes alto - apresentam feições dissecadas, com vertentes convexas a retilíneas, drenagem de baixa a média densidade e presença de vales fechados. As cotas topográficas, no trecho deste relevo atingem valores superiores a 800 m, principalmente no trecho do divisor de água, definido pelo limite do bairro Cidade São Pedro.

Morros baixo - apresentam características similares aos morrotes altos. Nos morros baixo ocorrem feições convexas abruptas em setores a montante da vertente, no limite da bacia hidrográfica de estudo. A drenagem é de baixa densidade, com padrão subparalelo com presença de vales fechados. As cotas topográficas atingem valores superiores a 900 m.

Para a área de estudo, o relevo de morrotes baixo (56,7%) apresenta maior dimensionamento em área, seguido por morrotes altos (23,7%), morros baixos (15,9%), morrotes (2,9%) e planície aluviais(0,9%), conforme apresentado na **Tabela 6** e no **Gráfico 1**

Tabela 6 – Unidades de relevo com indicação das dimensões das áreas e porcentagens

Formas do Relevo	Área (m ²)	(%) em relação ao total em áreas
Planícies Aluviais	58.025	0,9
Morrotes baixos	3.570.929	56,7
Morrotes	180.371	2,9
Morrotes alto	1.494.160	23,7
Morros baixo	999.989	15,9
Total	6.303.475	100

Gráfico 1 – Unidades de relevo com indicação das dimensões e porcentagens das áreas

Foram identificadas 28 feições que representam as discontinuidades de declive das vertentes, das quais 14 correspondem a mudanças de declive, 11 rupturas nas formas convexas (fluxos dispersores) e 3 feições de mudanças côncavas (fluxos concentrados).

A análise geomorfológica permite direcionar o melhor uso da terra na área de estudo, descrevendo as diversas formas de relevo, permitindo com isso direcionar as novas práticas de planejamento urbano, tendo como pressupostos as diretrizes de Política Urbana dispostas no Estatuto da Cidade.

Com base no estudo realizado pela EMPLASA (2003), levantou-se a compartimentação topográfica, com a caracterização e descrição mais precisas das formas de relevo, além da extração de informações sistemáticas da estrutura superficial da paisagem, proporcionando a classificação de suscetibilidade morfodinâmica das formas do relevo.

Foi produzida mediante a integração dos padrões de relevo com os tipos litológicos (solos e rochas), o que permitiu definir unidades homogêneas, de comportamento diferenciado em relação ao uso e ocupação do solo. A distribuição destas unidades resulta na definição dos compartimentos mais ou menos frágeis ou vulneráveis à formação de áreas degradadas, sendo, a partir daí, estabelecidas diretrizes para o assentamento urbano (Emplasa, 2003, p.94).

O **Quadro 7** apresenta a compartimentação morfológica com ênfase no assentamento urbano, descrevendo a aptidão física dos relevos analisados, unidades geológicas e a caracterização geral que contém os principais problemas enfrentados na área.

Quadro 7 - Compartimentação morfológica- Aptidão Física para Assentamento Urbano

Aptidão Física	Unidades Homogêneas Relevo	Geologia	Caracterização Geral
Áreas com Severas Restrições	1 <ul style="list-style-type: none"> Planícies Aluviais Predominam Declividades inferiores a 5% 	Aluviões	Baixa declividade de terreno, pouca profundidade do lençol freático e ocorrência de solos com baixa capacidade de suporte. Sérios problemas de enchentes e dificuldades para implantação das obras de saneamento, edificações e sistema viário
Áreas com Restrições Localizadas	2 <ul style="list-style-type: none"> Morrotes baixo Predominam Amplitudes entre 24 a 40m e Declividades de até 30% 	Filitos e Filonitos	Condições topográficas predominantemente favoráveis, com alguns setores que apresentam restrições (cabeceras de drenagem e nas curvaturas abruptas das vertentes em especial nas áreas com filonitos, podendo apresentar declividades maiores que 30%).
Áreas com Restrições Localizadas	3 <ul style="list-style-type: none"> Morrotes Predominam Amplitudes entre 40 a 60m e Declividades de até 20% 	Filitos	Condições topográficas predominantemente favoráveis, com alguns setores problemáticos (declividades até 20% nos talvegues).
Áreas com Restrições Localizadas	4 <ul style="list-style-type: none"> Morrotes alto Predominam Amplitudes entre 60 a 80m e Declividades > 30% 	Filitos e Quartizitos	Declividade acentuada nas encostas que se apresentam bastante recortadas por linhas de drenagem natural. Setores favoráveis limitados aos topos, que se apresentam isolados e constituem pequena parcela da unidade. Tal fato implica em parcelamento descontínuo, sendo difícil e onerosa a implantação de obras de infra-estrutura. (declividades até 30% nos talvegues e nas curvaturas abruptas das vertentes).
Áreas Passíveis de Ocupação com Sérias Restrições	5 <ul style="list-style-type: none"> Morros baixo Predominam Amplitude de 100m e Declividades de 30% 	Quartzito, Xistos, Filonitos, Anfibolitos e Rochas graníticas	Condições topográficas desfavoráveis em muitos setores da encosta que impõe diretrizes rígidas de projeto e implantação (podendo apresentar declividades maiores que 30%).

Fonte: Emplasa (2003), extraído do Plano Diretor 2004 - Município de Santana de Parnaíba. Adaptado por Pereira, M.F. (2014).

Por meio da análise do **Quadro 7**, verifica-se que a maior parte da área de estudo apresenta condições topográficas predominantemente favoráveis a ocupação da terra, com restrições em alguns setores (declividades inferiores a 5% e declividades maiores que 30%).

Figura 27 - Mapa geomorfológico da área de estudo

5.2.1. Unidade morfotectônica

A morfotectônica estuda processos e formas relacionadas a alguma atividade tectônica. Adota como linhas de atuação o reconhecimento de geoformas como indicadoras de movimentos recentes, estudo de deformações pediplanares e estudo dos caracteres morfológicos de terrenos atuais (Salamuni, 1998, pág.11).

Na área da bacia das furnas são perceptíveis algumas rupturas de declive. Há um nítido padrão ortogonal dos lineamentos, bem como assimetria dos vales, estando as formas e as feições morfológicas provavelmente associadas aos fatores estruturais.

As **Figuras 28 e 29** apresentam os lineamentos das drenagens, evidenciando o controle estrutural.

Figura 28 - Seção esquemática do relevo associado ao fator estrutural (Perfil N - S)

Figura 29 - Secção esquemática do relevo associado ao fator estrutural (Perfil NW - SE)

A bacia das Furnas é drenada pelo córrego das Furnas e seus tributários de primeira, segunda, terceira e quarta ordens e apresenta padrões subparalelos a dendríticos (**Figura 30**).

Na porção sul da área de estudo, foram identificados vales assimétricos situados nos setores de relevo morrotes alto e morro baixo, de cursos d'água de primeira e segunda ordens, com vales em V encaixados, em algumas áreas ocorrem a presença de queda d'água.

O córrego das Furnas em seu trecho de quarta ordem apresenta padrão subparalelo, influenciado provavelmente pela estrutura. Em trecho com ocorrência de vale com vertente convexa ampla, condiciona a formação da planície aluvial.

Nesta pesquisa não foi realizado um estudo de detalhe sobre o possível sistema de falhas, contudo destaca-se a importância do aprofundamento sobre a imposição da tectônica na geomorfologia da área de estudo.

Figura 30 – Lineamentos estruturais, ordens dos cursos d'água e feições do relevo

5.2.1.1. Assimetria dos vales

A assimetria dos vales na área de estudo se faz presente em toda a área. A influência da estrutura geológica na paisagem é marcante, tendo forte expressão no relevo, onde lados opostos da encosta apresentam declives heterogêneos e são muito visíveis tanto dos fundos de vale quanto nos alinhamentos de vertentes, permitindo inferir sobre a direção predominante das foliações, falhamentos e fraturas.

Estas feições assimétricas no relevo ora apresentam declividades mais acentuadas com feições abruptas do lado direito, ora se invertem. Muitas vezes esta variação assimétrica ocorre ao longo do mesmo talvegue

Esta análise da assimetria do relevo possibilita a identificação de áreas com maior suscetibilidade a movimentos de massa em decorrência da declividade, variação do comportamento da água superficial e da velocidade do material carreado.

A **Figura 31** apresenta a indicação das sete seções esquemáticas do relevo associado ao fator estrutural.

As **Figuras 32 a 34** apresentam os vales assimétricos de aspectos abruptos assentados sobre os filitos.

Figura 312 - Seção esquemática do vale assimétrico assentado sobre filitos, em setor do relevo de morrote baixo, na porção oeste da bacia hidrográfica (Perfil W - E)

Figura 321 - Localização das 07 secções esquemáticas do relevo associado ao fator estrutural

Figura 33 - Secção esquemática do vale assimétrico assentado sobre filitos, em setor do relevo de morrote alto, na porção sudeste da bacia hidrográfica (Perfil W-E)

Figura 34 - Secção esquemática do vale assimétrico assentado sobre filitos, em setor do relevo de morrote baixo, na porção leste da bacia hidrográfica (Perfil W-E)

A **Figura 35** apresenta o vale assimétrico de aspecto abrupto na margem da vertente (esquerda) assentado sobre os filonitos e na margem direita assentado sobre os filitos apresenta a forma de relevo mais suave.

Figura 35 - Secção esquemática do vale assimétrico assentado no contato do filonitos e filitos, em setor do relevo de morros baixo e morrote baixo, na porção leste da bacia hidrográfica (Perfil N-S)

As **Figuras 36 a 38** apresentam que em um mesmo vale, assentados sobre os filitos, pode apresentar inversões na assimetria, fato este diretamente associado à trama estrutural.

Figura 36 - Secção esquemática do vale assimétrico assentado sobre filitos, em setor do relevo de morrote baixo, na porção centro norte da bacia hidrográfica (Perfil W-E)

Figura 37 - Secção esquemática do vale assimétrico assentado sobre filitos, em setor do relevo de morrote baixo, na porção central da bacia hidrográfica (Perfil W-E)

Figura 38 - Secção esquemática do vale assimétrico assentado sobre filitos, em setor do relevo de morrote alto, na porção centro sul da bacia hidrográfica (Perfil W-E)

5.2.2. Clinografia

A carta clinográfica da área de estudo permite observar as representações do relevo em função dos ângulos de exposição (declividade).

Com base na análise da dinâmica hidrológica e das compartimentações geológicas e geomorfológicas existentes na área de estudo, foram considerados os intervalos de declive entre: 0 a 5%; 5 a 10%; 10 a 15%; 15 a 20%; 20 a 22%; 22 a 25%; 25 a 30% e maior que 30% (**Quadro 8 e Figura 39**).

Quadro 8 – Intervalos de declividade e justificativa da classificação

Classes de declividade	Justificativa da classificação
0 a 5%	Corresponde aos terrenos quase planos situados ao longo de cursos d'água (planícies) e em topo de morrotes.
5 a 10%	Corresponde aos terrenos com baixa declividade e favoráveis a ocupação, com restrição apenas na faixa da área de preservação permanente.
10 a 15%	Corresponde aos terrenos com baixa declividade e favoráveis a ocupação
15 a 20%	Corresponde aos terrenos com baixa a média declividade e favoráveis a ocupação
20 a 22%;	Corresponde aos terrenos com média declividade e favoráveis a ocupação, mas carecem de cuidados específicos
22 a 25%	Corresponde aos terrenos com média declividade e favoráveis a ocupação, mas apresenta suscetibilidade a ocorrência de movimentação de massa.
25 a 30%	Corresponde aos terrenos com média a alta declividade e favoráveis a ocupação, mas apresenta suscetibilidade a ocorrência de movimentação de massa.
maior que 30%	De acordo com a Lei Lehmann (Lei Federal 4.771, de 15.09.65) e o Código Florestal Brasileiro (Lei Nº 12.651, de 25 de maio de 2012.), não será permitido o parcelamento do solo “em terrenos com declividade igual ou superior a 30% (trinta por cento) salvo se atendidas exigências específicas das autoridades competentes”.

Da análise da **Tabela 7** e dos **Gráficos 2 e 3**, observa-se que as classes de declividade, com intervalos entre 20 a 22% (23,3%) e 22 a 25% (22,0%) predominam em relação ao número total de áreas. No entanto em relação ao dimensionamento em áreas, os intervalos 10 a 15% (25,3%) e 15 a 20% (22,4%) ocorrem em maior proporção na área de estudo, subsequente pelas classes 5 a 10% (17,7%), 25 a 30% (8,9%), > 30% (7,1%), 22 a 25% (6,8%), 0 a 5% (6,1%) e 20 a 22% (5,6%).

Tabela 7 – Classes de declividade, número e porcentagens em áreas, dimensionamento e porcentagens em áreas e classificação de suscetibilidade de movimentação de massa

Classes de declividade	Número de áreas	(%) em relação ao total em áreas	Total em dimensão da área (m ²)	(%) em relação ao total da dimensão em áreas	Classificação de suscetibilidade
0 a 5%	990	3,0	384.839	6,1	Baixo
5 a 10%	2.329	7,0	1.120.447	17,7	Baixo
10 a 15%	3.795	11,5	1.603.963	25,3	Baixo
15 a 20%	5.349	16,1	1.421.690	22,4	Médio
20 a 22%;	7.702	23,3	356.271	5,6	Médio
22 a 25%	7.278	22,0	431.839	6,8	Médio
25 a 30%	4.885	14,7	566.056	8,9	Alto
> 30%	796	2,4	450.074	7,1	Muito Alto
Total	33.124	100	6.335.179	100,0	-

Gráfico 2 – Classes de declividade, número e porcentagens em áreas

Gráfico 3 – Classes de declividade, dimensão e porcentagens em áreas

Conforme apresentado na **Tabela 7**, apesar de ocorrer uma variação em relação ao número de áreas (20 a 22% e 22 a 25%) e o dimensionamento em áreas (10 a 15% e 15 a 20%) dos intervalos de declividade, esta diferença não é significativa, visto que estes intervalos foram classificados como de média suscetibilidade a ocorrência de movimentação de massa, com exceção para a classe 10 a 15% (baixa suscetibilidade).

Para a carta clinográfica foi definido a cada classe de declividade um atributo qualitativo, sendo classificados por quatro graus hierárquicos (baixo, médio, alto e muito alto) de suscetibilidade a movimentos de massa, conforme apresentado nas **Tabela 8**.

Tabela 8 – Classificação de suscetibilidade a movimentos de massa com indicação do dimensionamento e porcentagens em áreas

Classificação de suscetibilidade	Total em dimensão da área (m²)	(%) em relação ao total da dimensão em áreas
Baixo	3.109.249	49,0
Médio	2.209.799	34,8
Alto	566.056	8,9
Muito Alto	450.074	7,1
Total	6.335.179	100,0

Apesar das declividades mais acentuadas ocorrerem em menor proporção em áreas, estas apresentam maiores suscetibilidades de movimentos de massa.

Na **Figura 40** e no **Gráfico 4** pode ser evidenciado o dimensionamento em áreas por classes de declividade. A classificação de baixa suscetibilidade apresenta-se em maior proporção com 48,8%, subseqüente pelas classes média (34,88%), alta (8,94%) e muita alta (7,10%).

Gráfico 4 – Dimensão em áreas por classificação de suscetibilidade de movimentação de massa

Os intervalos de declividades classificados como baixa suscetibilidade de movimentação de massa (0 a 5%, 5 a 10% e 10 a 15%) estão inseridos nas feições brandas da encosta, como nos topos dos morrotes baixo, morrotes e morrotes alto, nas linhas preferenciais da água superficial e subterrânea e nos vales.

As áreas classificadas como média suscetibilidade de movimentação de massa (15 a 20%, 20 a 22% e 22 a 25%) ocorrem nas formas de relevo de encosta amplas com feições convexas e côncavas, predominantemente na meia encosta. As vertentes inseridas nesta classificação apresentam predominantemente setor de vertente retilínea.

As áreas que apresentam alta (25 a 30%) e muita alta (>30%) suscetibilidade de movimentação de massa, predominam feições altamente dissecadas e com formas convexas abruptas nas formas de relevos de morrotes altos e morros baixo, bem como nos vales assimétricos.

Figura 39 - Carta clinográfica da área de estudo

Figura 40 - Carta clinográfica e classificação de suscetibilidade de movimentação de massa

5.3.Clima

O município de Santana de Parnaíba situa-se na unidade climática: denominada clima tropical úmido de altitude.

Na bacia hidrográfica das Furnas, o mesoclima predominante apresenta altitudes entre 948 a 715 metros, boa ventilação com ventos dominantes de E e W e temperatura média anual de 18°C (Plano Diretor de 2004/2005/2006 do Município de Santana de Parnaíba e Emplasa, 1981).

A **Figura 41**, mostra as isoietas referentes às variações médias anuais pluviométricas de vários municípios pertencentes à Região Metropolitana de São Paulo, no período de 1968 a 2003, e estes complementam as informações levantadas neste trabalho. Pode-se analisar que tanto o Município de Santana de Parnaíba, como Pirapora do Bom Jesus e Cajamar possuem média anual pluviométrica semelhante, tal fato pode ser justificado pela proximidade geográfica, estando sujeito às mesmas variações climatológicas.

Figura 41 – Totais pluviométricos anuais médios na Região Metropolitana de São Paulo no período de 1968 a 2003. Fonte: SIGRH, 2005

No Município de Santana de Parnaíba foi realizada uma análise das séries históricas de precipitação.

Na bacia hidrográfica das Furnas, foram analisados os dados pluviométricos recentes, bem como análise da radiação solar.

5.3.1. Análise Quantitativa da Pluviosidade com base nos dados do Posto de Santana de Parnaíba (E-3-020)

A análise temporal do comportamento pluviométrico total mensal e anual em Santana de Parnaíba/SP foi realizada com dados da série de 36 anos (1968 a 2003), conforme apresentado na **Tabela 9**, compreendendo um período maior do que a normal climatológica de 30 anos.

Tabela 9 - Totais pluviométricos mensais e anuais do Posto E3-020, em Santana de Parnaíba/SP

ANOS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAIS
1968	170	96	163,3	38,6	79,5	48,5	40,5	58,1	10,6	22,8	37,6	146,6	912,1
1969	139,8	80,4	119,8	75,6	36	77,5	17,1	19	9,7	205,8	294,7	124,9	1200,3
1970	303,7	378,1	145,9	74,9	88,3	59,2	18,7	90,1	96	72	67,5	152,4	1546,8
1971	207,3	130,3	216,5	114,6	61,7	122,9	47,1	13,1	71,3	185,6	85,4	143,5	1399,3
1972	334,5	188,5	47,4	56,3	36,9	8	91,5	74,3	94,5	200,5	171,6	113,6	1417,6
1973	190,1	103,5	125,2	83	71,4	35	82,3	29,2	64,1	125,7	200,8	284,4	1394,7
1974	261,4	103,7	211,8	27,5	2,7	123,5	1,1	5,9	35,2	142,3	137	250,7	1302,8
1975	132,2	241,3	49,8	27,5	26,4	9,7	60,2	0,7	57,2	162,8	218,3	269,9	1256
1976	142,5	293,1	90,5	112,4	153,9	83,5	137,3	120	187,4	200,3	108,6	162,7	1792,2
1977	308,1	118,4	167,1	77,7	14,1	28,3	22,5	11,2	82,5	93,6	198,9	247	1369,4
1978	214	94,4	174,7	3,4	118,1	75,5	93,5	8,3	43,2	91,2	371,1	202,3	1489,7
1979	151	204	102,8	60,9	149,2	13,8	69,7	118,2	136,4	181,3	129,9	*187,0	1504,2
1980	*312,6	280,7	84,9	120,9	8,7	61,4	28,3	25,8	*81,2	58,9	117,7	368	1549,1
1981	*250,6	67,1	87,4	70,9	12,1	80,1	32,8	6,5	8,8	*370,0	*370,0	123,6	1479,9
1982	*388,4	343,3	177,6	51,5	60,7	*217,8	58,1	60,7	15,5	267,4	209,3	307,3	2157,6
1983	285,6	*348,8	214,1	213,8	187,4	209,3	33,1	17,6	249,5	174,9	216,3	191,2	2341,6
1984	283,5	12,3	74,7	81,8	103,3	3,4	15	107,9	163,4	*57,4	105,7	183,3	1191,7
1985	166,9	200,4	173,5	60,2	137,5	18,9	6,5	28,6	84,7	42,9	128,8	129	1177,9
1986	180	198,6	173,4	89,5	110,7	6,2	36,4	118,1	29,3	*87,6	164,9	335	1529,7
1987	360,5	288,4	120,3	104,5	245	215,3	16,6	15,4	69,1	75,9	93,0	152	1756
1988	175,4	274,6	214	122,7	169,5	71,9	6,2	1,0	23,8	193,1	91,0	257,1	1600,3
1989	373,5	217,3	241,8	45,3	14,4	38,1	179,5	23,6	56,6	86,1	139,6	139,1	1554,9
1990	342,1	162,4	200,4	100,8	51,1	34,6	153,7	56,5	55,9	121,5	67,3	205,9	1552,2
1991	254,6	262,1	338,6	138,1	82	85,3	30,6	33,9	87,1	192,3	66,9	238,4	1809,9
1992	79,9	194,8	181,2	59,4	96,1	4	35,2	29,8	131,3	144,5	201	175,6	1332,8

ANOS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAIS
1993	249,8	223,9	110,5	100,7	121,6	103,9	19	67,3	259,5	105,9	117,8	157,4	1637,3
1994	243,7	189,4	224	160,3	80,8	38,2	41,9	1,8	0,3	165	141,4	397,1	1683,9
1995	230	363,9	237,4	84,1	46,6	36,3	65,1	12,8	67,4	173,2	70,9	154,1	1541,8
1996	205,1	248,9	322,7	58,1	21,3	48,4	10,1	27,9	159,4	146	88,5	212,6	1549
1997	472,2	147,6	85,8	40,7	76,5	119,1	11,7	23	114,8	112,2	175,5	146,7	1525,8
1998	167,1	239,1	188,9	69,8	127,6	18,4	14	46,5	89,3	146,6	26,8	246,8	1380,9
1999	296,2	310,2	129,5	32,5	39,9	87,9	33	1,6	100	63,5	65,3	93,6	1253,2
2000	294,9	245,9	126,8	*0,1	6,9	14,7	68,3	32,8	43,3	34,1	62,4	29,5	959,7
2001	25	0,4	114,4	33,6	88,5	23,8	48,8	30,9	70,7	212,7	133,8	151,5	934,1
2002	216,6	212,7	213,2	4,8	47	0	14,7	43,4	87,7	89,2	166	179,2	1274,5
2003	400,6	117,6	88,9	35,8	37	3,4	13,8	18,1	29,5	67,2	102,1	92,1	1006,1
Média Mensal	250,0	204,9	162,36	75,18	80,24	62,7	48,2	38,4	82,53	128,03	142,9	193,1	1468,5

* falhas preenchidas com os registros do posto de Cajamar

Obs: Posto de Santana de Parnaíba, Prefixo E3-020, Altitude 720m, Latitude 23°27', Longitude 46°55, Bacia Tietê (Superior)

Fonte: SIGRH, 2005 apud Pereira e Cabral (2007).

Para execução da tabela anterior, foi realizada uma análise do registro da precipitação dos últimos anos, visando avaliar as variações pluviométricas no Município. Os registros foram obtidos no posto de Santana de Parnaíba (E3-020), fornecidos pelo Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos de São Paulo (SIGRH, 2005).

Os resultados da pesquisa, abrangendo particularmente a análise pluviométrica do Município de Santana de Parnaíba, tendo como resultado um estudo minucioso do comportamento das chuvas, são apresentados a seguir.

Ao analisar o **Gráfico 5**, observa-se que o comportamento das precipitações no decorrer dos meses, sofre grandes variações, evidenciando o regime tropical, com o período mais chuvoso e aquecido, correspondendo aos meses de outubro a março e o período com menores totais pluviométricos e menores valores térmicos representados pelos meses de abril a setembro. O gráfico mostra que o mês de maior pluviosidade é janeiro, com média de 250,0mm, seguido pelos meses de fevereiro, 204,9mm e dezembro, 193,1mm. Já os meses com menor precipitação são agosto, com média de 38,4mm, julho com 48,0mm e junho com 62,7mm.

Gráfico 5 - Variabilidade da média mensal da precipitação do Posto de Santana de Parnaíba (1968 a 2003)

Fonte: SIGRH, 2005 apud Pereira e Cabral (2007)

A série temporal de precipitação anual de Santana de Parnaíba (**Gráfico 6**) mostra uma média de aproximadamente 1.450 mm para o período de 36 anos de registros, com totais mais expressivos nos anos de 1983 (2.341,6 mm), 1982 (2.157,6 mm), 1991 (1.809,9 mm) e 1976 (1.792,2 mm), enquanto que os anos com menores totais pluviométricos da série foram 1968 com 912,1mm; 2001 com 934,1mm; e 2000 com 959,7mm.

O gráfico evidencia, ainda, a variabilidade dos valores anuais de precipitação pluviométrica, embora sem apresentar tendência estatisticamente significativa em relação a um possível aumento ou diminuição em relação ao período abrangido pela série, como se pode observar na leve inclinação em sua reta de tendência.

A reta de tendência da série de dados é expressa pela equação $y = b \cdot x + a$, onde **a** representa o coeficiente linear da reta ou intercepto e **b** representa o coeficiente angular da reta ou taxa de variação anual, expressa em milímetros por meio da técnica de regressão linear.

Para a série, foram calculados, também, o coeficiente de determinação (r^2), o erro padrão e o nível descritivo do teste, para verificar se a taxa de variação anual era nula ou não.

Gráfico 6 - Totais pluviométricos anuais do Posto de Santana de Parnaíba - 1968 a 2003

Fonte: SIGRH, 2005 apud Pereira e Cabral (2007)

No **Gráfico 7**, ocorreram oscilações em relação a quantidade de dias com precipitação acima dos 30 mm, mas foi em 1983 que se registrou a maior frequência, totalizando 25 casos.

Gráfico 7 - Frequência anual de dias de precipitação acima de 30mm
Posto de Santana de Parnaíba - 1968 a 2003

Fonte: DAEE, 2006 apud e Cabral (2007)

O Comportamento pluviométrico de Santana de Parnaíba foi analisado a partir de dados fornecidos pela Guarda Municipal Comunitária de Santana de Parnaíba (2011 e 2012) e pela Defesa Cível (2013), os quais foram coletados através de 07 estações pluviométricas, instaladas em vários pontos do município, relativos aos anos de 2011 a 2013, com a finalidade de perceber a distribuição da precipitação (**Figura 42 e Tabela 10**).

Inicialmente, o foco principal deste levantamento era correlacionar os totais e a intensidade pluviométrica com as ocorrências atendidas pela defesa civil, mas com as falhas na série e nos dados coletados, como a não anotação do registro da data do atendimento, não foi possível executar esta comparação.

Figura 42 – Estações pluviométricas distribuídas no Município de Santana de Parnaíba

Tabela 10 - Estações pluviométricas cadastradas no Município de Santana de Parnaíba com endereço, estabelecimento institucionais e coordenadas

Estações Pluviométricas	Denominação da Prefeitura de Santana de Parnaíba	Endereço das estações pluviométricas	Bairro	Estabelecimento institucional	Coordenadas	
					UTM - S (m)	UTM - L (m)
E01	Colinas Colégio Padre Anacleto	Rua Di Cavalcanti, 888	Colinas da Anhanguera	EMEF Padre Anacleto Camargo	7.407.470	313.280
E02	Fazendinha PG Tenente Marques	Estrada Tenente Marques, 7295	Fazendinha	Guarda Municipal Tenente Marques	7.410.024	308.960
E03	São Pedro Colégio JK	Rua Curitiba, 179	Cidade São Pedro	Escola Municipal Juscelino Kubitschek de Oliveira Presidente	7.407.457	310.138
E04	PG Tamboré	Avenida Alpha Norte, 800	Alphaville	Guarda Municipal de Alphaville	7.404.431	307.308
E05	Centro Quartel	Rua Padre Luiz Alves de Siqueira Castro	Centro	Quartel da Guarda Municipal Comunitária	7.406.529	304.795
E06	Refúgio Colégio M ^a Fernandes	Rua do Rubi, 300	Refugio dos Bandeirantes	Colegio Municipal Maria Fernandes Machado de Oliveira	7.408.926	299.960
E07	PG Cururuquara	Estrada Amador Bueno, 87	Recanto Maravilha III	Guarda Municipal Cururuquara	7.401.392	296.360

Fonte: Guarda Municipal Comunitária de Santana de Parnaíba, 2013.

O **Anexo A** apresenta os dados referentes a precipitação pluviométricas obtidos juntamente a Guarda Municipal Comunitária de Santana de Parnaíba e a Defesa Civil, no período de janeiro de 2011 a julho de 2013.

As **Figuras 43 a 45** apresentam o comportamento médio anual da precipitação no Município de Santana de Parnaíba.

Com base nos totais pluviométricos do ano de 2011 representada na **Figura 43**, observa-se que a distribuição temporal das precipitações foram mais expressivas na porção noroeste do município, no qual a estação 06 (E06) registrou o total acumulado de 1.434mm e as estações com valores menos expressivos registraram 1.079mm (Centro Quartel - E05) e 1.095 mm (Colinas Colégio Padre Anacleto - E01), porções centro-sul.

Figura 43 – Totais pluviométricos anual de 2011 (janeiro a dezembro) no município de Santana de Parnaíba.

Fonte: Guarda Municipal Comunitária de Santana de Parnaíba, 2013.

No ano de 2012 obteve uma queda brusca dos totais pluviométricos anual na região (**Figura 44**), visto que o maior porcentual registrado no ano ocorreu na porção central com 660mm (Centro Quartel - E05) e de menor valor com 520mm na porção nordeste (Colinas Colégio Padre Anacleto - E01).

Figura 44 – Totais pluviométricos anual de 2012 (janeiro a dezembro) no município de Santana de Parnaíba.

Fonte: Guarda Municipal Comunitária de Santana de Parnaíba, 2013.

No ano de 2013 a média anual dos totais pluviométricos apresentaram similaridade com o ano de 2011 (**Figura 45**), no entanto ocorreu uma inversão da incidência pluviométrica no município. Com relação a 2011, na porção nordeste registrou 1.362mm (São Pedro Colégio JK - E03) e de menor percentual acumulado ocorreu entre a porção central com 1.079mm (Centro Quartel - E05) e a porção norte com 1.095mm (Colinas Colégio Padre Anacleto - E01).

Figura 45 – Totais pluviométricos anual de 2013 (janeiro a julho) no município de Santana de Parnaíba. **Fonte:** Defesa Civil Municipal de Santana de Parnaíba, 2013.

Para uma análise mais detalhada da distribuição pluviométrica na área de estudo, foram definidos 4 pontos (E01 a E04) que abrangem o entorno imediato, contribuindo para uma percepção da dinâmica das chuvas anuais, mensais e diárias. Estes pontos permitem associar as áreas com ocorrência de movimentos de massa e erosão.

Observa-se que apesar da variação nos totais pluviométricos entre os anos de 2011 a 2013, já mencionados anteriormente, apresenta uma tendência em relação ao comportamento pluviométrico. A estação E03 (São Pedro Colégio JK) localizado na porção oeste da área de estudo, registra maior incidência pluviométrica que as demais estações.

Para o período de 2011 a 2013, permite avaliar que a tendência preferencial em relação a maior pluviosidade ocorre da porção nordeste do município Santana de Parnaíba (área de estudo) para o município de Cajamar.(**Figuras 46 a 48**).

Outro fator importante em relação aos maiores totais pluviométricos é que estão concentrados nas áreas urbanizadas da área de estudo. Os menores valores estão situados nas porções sul,

nordeste e norte onde a ocupação ocorre em áreas restritas e/ou sem ocupação e consequentemente apresentam baixa suscetibilidade de movimentação de massa.

Figura 46 – Totais pluviométricos anual de 2011 na área de estudo.
Fonte: Guarda Municipal Comunitária de Santana de Parnaíba, 2013.

Figura 47 – Totais pluviométricos anual de 2012 na área de estudo.
Fonte: Guarda Municipal Comunitária de Santana de Parnaíba, 2013.

Figura 48 – Totais pluviométricos anual de 2013 na área de estudo.

Fonte: Defesa Civil Municipal de Santana de Parnaíba, 2013.

Os departamentos da Defesa Civil e da Guarda Municipal Comunitária do Município de Santana de Parnaíba, monitora os índices pluviométricos registrados, no qual por meio de totais pluviométrico acumulados no período de 24 horas define os níveis de precaução, estabelecidos pelo **estado de alerta** (20,00mm³), **estado de atenção** (50,00 mm³) e **estado de emergência** (75,00 mm³).

Estes departamentos do município utilizam com ferramenta de prevenção dos desastres o acompanhamento das chuvas e seus estados de alerta, atenção e emergência, possibilitando o monitoramento das áreas de risco e/ou com suscetibilidade de ocorrência de eventos, prevenindo contra perdas humanas, materiais, econômicas ou ambientais.

A **Tabela 11** apresenta a precipitação mensal das estações pluviométricas (E1 a E4) distribuídas no entorno imediato da área de estudo, no ano de 2011.

Tabela 11 - Precipitação (mm) mensal das estações pluviométricas no ano de 2011

Meses	Estações pluviométricas			
	Colinas Colégio Padre Anacleto (E01)	Fazendinha PG Tenente Marques (E02)	São Pedro Colégio JK (E03)	PG Tamboré (E04)
Janeiro	408	426	422	328
Fevereiro	144	146	115	154
Março	170	156	231	203
Abril	88	111	79	89
Maio	6	10	12	11
Junho	39	49	39	30
Julho	7	9	7	7
Agosto	24	28,5	30	36
Setembro	13	13	3	4,5
Outubro	183	184	207	157
Novembro	134	131	138	160
Dezembro	121	64	83	124
Total acumulado anual	1337	1327,5	1366	1303,5

A **Figura 49** apresenta o comportamento da precipitação nas quatro estações do ano de 2011. Observa-se que as estações mais chuvosas são primavera e verão, sendo os meses de janeiro, fevereiro, março e outubro aqueles com os mais altos totais pluviais, representando praticamente metade da chuva que ocorre durante o ano. Para esses meses deverá haver uma maior preocupação e monitoramento das áreas suscetíveis de movimentação de massa, com o objetivo de minimizar e reduzir as consequências sociais e/ou econômicas dos episódios pluviais concentrados.

A estação pluviométrica (E03) instalada na porção oeste da área de estudo, registrou no mês de janeiro 05 dias em **estado de alerta** (dia 03 com 37mm³; dia 12 com 30 mm³; dia 13 com 27 mm³; dia 24 com 25 mm³; 26 com 27 mm³), 01 dia em **estado de atenção** (dia 06 com 75 mm³) e 01 dia em **estado de emergência** (dia 11 com 86 mm³) no mês de janeiro.

Para o mês de fevereiro não registrou pluviosidade acima de 20 mm³, já no mês de março obteve 01 dia em **estado de emergência** (dia 01 com 97,00mm³) e 04 dias em **estado de alerta** (dia 03 e 14 com 20,00 mm³, dia 19 com 34 mm³ e dia 25 com 21 mm³).

Em outubro registrou 02 dias em **estado de alerta** (dia 14 com 23,00 mm³, dia 17 com 27,00 mm³) e 01 dia em **estado de atenção** (dia 16 com 55,00 mm³).

A **Figura 50** apresenta o comportamento da precipitação em apenas duas estações (verão e inverno) do ano de 2012. Observa-se que os meses de janeiro, fevereiro e março apresentaram os mais altos totais pluviométricos.

A **Tabela 12** apresenta a precipitação mensal das estações pluviométricas analisadas (E01 a E04), distribuídas no entorno imediato da área de estudo.

Tabela 12 - Precipitação (mm) mensal das estações pluviométricas no ano de 2012

Meses	Estações pluviométricas			
	Colinas Colégio Padre Anacleto (E01)	Fazendinha PG Tenente Marques (E02)	São Pedro Colégio JK (E03)	PG Tamboré (E04)
Janeiro	315	324	352	331
Fevereiro	76	155	119	108
Março	55	47	74	51
Abril	0	0	0	0
Maio	0	0	0	0
Junho	0	0	0	0
Julho	70	78	81	80
Agosto	0	0	0	0
Setembro	4	6	6	6
Outubro	0	0	0	0
Novembro	0	0	0	0
Dezembro	0	0	0	0
Total acumulado anual	520	610	632	576

Fonte: Guarda Municipal Comunitária de Santana de Parnaíba, 2013.

Obs: Não foram registrados índices pluviométricos para as estações de outono e primavera

No ano de 2012, a estação pluviométrica (E03) instalada na área de estudo, registrou no mês de janeiro 06 dias em **estado de alerta** (dia 01 com 45 mm³; dia 11 com 27 mm³; dia 16 com 35 mm³; dia 19 com 30 mm³, dia 22 com 38 mm³; dia 28 com 25 mm³) e 01 dia em **estado de atenção** (dia 18 com 53 mm³) no mês de janeiro. No mês de fevereiro registrou 02 dias em **estado de alerta** (dia 11 com 20 mm³ e dia 12 com 21 mm³), já no mês março registrou 01 dia em **estado de atenção** (dia 11 com 68 mm³).

A **Tabela 13** apresenta a precipitação mensal das estações pluviométricas analisadas (E01 a E04) para os meses de janeiro a junho de 2013.

Tabela 13 - Precipitação (mm) mensal das estações pluviométricas no ano de 2013

Meses	Estações pluviométricas			
	Colinas Colégio Padre Anacleto (E01)	Fazendinha PG Tenente Marques (E02)	São Pedro Colégio JK (E03)	PG Tambo-ré (E04)
Janeiro	137	119	155	165
Fevereiro	254	209	231	279
Março	186	249	314	210
Abril	190	254	317	212
Maio	62	64	59	87
Junho	250	265	269	267
Total acumulado anual	1079	1160	1345	1220

A **Figura 51** apresenta o comportamento da precipitação em apenas duas estações (verão e outono) do ano de 2013, no período de janeiro a junho, em decorrência da falta de dados, data da solicitação do banco de dados de pluviosidade (Agosto/2013) e por causa da migração dos dados a outro departamento municipal.

Figura 51 (a e b) - Comportamento pluviométrico nas estações do ano no período de 2013.

a) Verão e b) Outono. **Fonte:** Defesa Civil Municipal de Santana de Parnaíba, 2013.

OBS: Não foram disponibilizados os dados referentes ao inverno e primavera

O ano de 2013 apresentou um aumento dos totais pluviométricos (estação pluviométrica - E03) se comparado com o ano de 2012. O mês de janeiro registrou 01 dia em **estado de alerta** (dia 13 com 25 mm³). No mês de fevereiro registrou 04 dias em **estado de alerta** (dia 02 com 37 mm³; dia 04 com 21 mm³; dia 09 com 30 mm³; dia 16 com 28 mm³), já no mês de março 02 dias em **estado de emergência** (dia 08 com 100 mm³ e dia 10 com 80 mm³) e 01 dia em **estado de alerta** (dia 25 com 25 mm³).

5.3.2 Radiação Solar

A Carta de direção da vertente indica que as superfícies com orientações e inclinações diferentes recebem quantidades distintas de reflectância solar.

De acordo com Saydelles e Sartoli (2007) e Rovani e Cassol (2012), durante a movimentação aparente do sol ao longo do ano no hemisfério Sul, somente nas áreas tropicais o Sol atinge o zênite durante o solstício de verão, e nas áreas equatoriais nos equinócios de primavera e outono. Assim sendo, as áreas localizadas nas regiões subtropicais apresentam menor incidência quanto à insolação anual, pois os raios solares atingem a região formando um ângulo sempre menor que 90° durante o ano inteiro. Por isso, nas regiões subtropicais austrais as vertentes inclinadas para norte recebem maior insolação do que as vertentes orientadas para sul.

Desse modo, com a movimentação diária do sol a insolação acentua-se diferente de leste para oeste. As vertentes orientadas para os quadrantes leste (L) e nordeste (NE), recebem a insolação na parte da manhã e apresentam temperaturas elevadas, as vertentes orientadas para os quadrantes oeste (W) e noroeste (NW) recebem insolação mais intensa no período da tarde, já as vertentes orientadas para o quadrante norte (N) recebem intensa insolação ao meio dia, horário em que as temperaturas estão mais elevadas. Portanto, as vertentes orientadas ou próximas ao Norte geográfico auferem maior quantidade de energia, apresentando maior temperatura e menor umidade relativa.

As vertentes orientadas para os quadrantes sudeste (SE), sudoeste (SW) e sul (S) recebem pouca insolação devido à inclinação dos raios solares.

Associar a relação da direção da vertente com os fatores climáticos são extremamente importante, pois de acordo com Moraes (2012), a quantidade e a intensidade de insolação recebidas pelas vertentes tendem a influenciar nas taxas de evaporação e consequentemente na infiltração.

Em termos de orientação, as vertentes leste (L), nordeste (NE) e norte (N) apresentam maiores suscetibilidade para perder umidade por causa da intensidade e duração da insolação nas horas mais quentes do dia, e podendo proporcionar temperaturas mais elevadas nas camadas profundas do solo se comparado com as vertentes orientadas sudeste (SE), sudoeste (SW) e sul (S), que concentram maiores teores de umidade, estando menos suscetível ao processo de evaporação. Esta variação em relação a incidência solar e a umidade do solo, esta diretamente relaciona ao potencial do grau de desenvolvimento do solo, estágio sucessional da cobertura vegetal e consequentemente estando diretamente relacionado com o grau de suscetibilidade de movimentação de massa.

Os resultados obtidos são apresentados na **Tabela 14** e do **Gráfico 8**, conclui-se que as vertentes que apresentam maior dimensionamento em áreas (m²) indicam as vertentes orientadas para as porções noroeste, nordeste e leste. Tal fato indica que uma parte significativa das vertentes da área da bacia hidrográfica das Furnas, apresenta intensa incidência solar.

Tabela 14 – Orientação das vertentes com indicação das porcentagens da dimensão por área e classificação de suscetibilidade de movimentação de massa.

Orientação das vertentes	Faixa de variação (em graus)	(%) em relação ao total do dimensionamento em áreas	Classificação de suscetibilidade
Norte (N)	337,5° a 22,5°	12,12	Baixo
Nordeste (NE)	22,5° a 67,5°	15,58	Baixo
Leste (E)	67,5° a 112,5°	13,87	Médio
Sudeste (SE)	112,5° a 157,5°	8,68	Alto
Sul (S)	157,5° a 202,5°	7,05	Muito Alto
Sudoeste (SW)	202,5° a 247,5°	12,72	Alto
Oeste (W)	247,5° a 292,5°	13,17	Médio
Noroeste (NW)	292,5° a 337,5°	16,81	Baixo
Total		100,00	-

Gráfico 8 - Dimensionamento e porcentagem em áreas por orientação de vertente

Em relação ao grau de incidência solar nas vertentes, foram definidas a classe de suscetibilidade de movimentação de massa, no qual: as vertentes orientadas nas direções norte, nordeste e noroeste (44,51%) foram consideradas como áreas que apresentam baixa suscetibilidade de movimentação de massa, as vertentes orientadas para leste e oeste (27,04%) de média suscetibilidade, as vertentes voltadas para as porções sudeste e sudoeste (21,04%) de alta, já as vertentes orientadas para a porção sul (7,05%) apresentam muito alta suscetibilidade por apresentar maior concentração de umidade em decorrência da menor exposição solar, se comparado com as demais vertentes (**Gráfico 9**).

As áreas que estão inseridas na classe de alta e muito suscetibilidade de movimentação de massa, estão localizadas em sua maioria nos setores situados nas porções norte, nordeste e leste da área de estudo. Para os demais setores, também encontram-se estas suscetibilidades para as encostas assimétricas e abruptas.

Gráfico 9 - Quantificação e porcentagem das classes de suscetibilidade de movimentação de massa identificadas por orientação de vertente

O **Desenho 01** apresenta a carta de orientação de vertente, bem como a classificação em relação a suscetibilidade de movimentação de massa.

Projeção Universal Transversa de Mercator - Fuso 23°S
Datum Sirgas 2000

Escala gráfica

Legenda

- Bacia hidrográfica das Furnas
- Curvas de nível
- Curso d'água
- Fluxo preferencial

Orientação da vertente

- Norte (N) - 337,5° a 22,5°
- Nordeste (NE) - 22,5° a 67,5°
- Leste (E) - 67,5° a 112,5°
- Sudeste (SE) - 112,5° a 157,5°
- Sul (S) - 157,5° a 202,5°
- Sudoeste (SW) - 202,5° a 247,5°
- Oeste (W) - 247,5° a 292,5°
- Noroeste (NW) - 292,5° a 337,5°

Legenda

- Bacia hidrográfica das Furnas
- Curvas de nível
- Curso d'água

Classificação de suscetibilidade de movimentação de massa

- Baixo
- Médio
- Alto
- Muito Alto

Orientação das vertentes	Classificação de suscetibilidade
Norte (N)	Baixo
Nordeste (NE)	Baixo
Leste (E)	Médio
Sudeste (SE)	Alto
Sul (S)	Muito Alto
Sudoeste (SW)	Muito Alto
Oeste (W)	Médio
Noroeste (NW)	Baixo

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO		TÍTULO			
Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas Departamento de Geografia		Mapeamento da orientação da vertente e classificação de suscetibilidade de movimentação de massa			
Programa de pós-graduação em geografia física		DISSERTAÇÃO DE MESTRADO			
ALUNA	ORIENTADOR	DATA	DESENHO		
Michele Flores Pereira	Antonio Carlos Colangelo	Agosto/2014	01		

5.4. PEDOLOGIA

De acordo com Kertzman e Diniz (1995) e Santos et al. (2009), a formação dos solos está vinculada às associações intrínsecas com a litologia, geomorfologia, hidrologia e o clima da região. Para a sua caracterização são considerados informações sobre as propriedades morfológicas, mineralógicas, físicas, químicas e biológicas. Estas informações, quando interpretadas em conjunto, podem indicar limitações e potencialidades da cobertura pedológica.

Um grande limitante da pedologia está associado à sua heterogeneidade, complexidade e o nível de detalhe dos atributos diagnósticos utilizados nas tipologias e definidas nas diferentes chaves de classificação. No entanto, o conhecimento a cerca do grau de desenvolvimento pedológico e o seu aproveitamento para os diagnósticos geotécnicos passa a ser fundamental para a compreensão do seu comportamento, permitindo inferir as possíveis condições de resistência a deformação nos taludes.

A correlação pedogeotécnica requer um conhecimento acerca dos níveis subjacentes ao perfil do solo, a alterita, o que propicia análises mais coerentes e precisas a cerca dos movimentos de massas, erosão diferencial e/ou erosão em sulcos.

Procurou-se estabelecer um protocolo de análise baseado na avaliação expedita de parâmetros morfológicos comuns tanto ao solo quanto à alterita, indicativos do funcionamento hidrodinâmico e da estabilidade das estruturas: cor, textura, densidade, estabilidade dos agregados em água, espessura das camadas friáveis. Estas características morfológicas do solo são representadas pelos seguintes atributos:

- Cor - indicativo dos teores e natureza dos polímeros de Fe e m.o ; presentes na amostra, estes componentes atuam como agentes cimentantes → estabilidade estrutural;
- Textura - indicativo da proporção entre argila, silte e areias presente na amostra. A fração argila, junto com os polímeros metálicos e orgânicos e a água, vão compor o sistema coloidal do solo, responsável pela evolução e estabilidade da estrutura;
- Densidade - diz respeito à relação entre o volume de sólidos e o volume de poros em amostra indeformada, permitindo inferências sobre a permeabilidade e a capacidade de armazenamento da água;
- Estabilidade dos agregados em água - como todos os constituintes do solo são hidrófilos, sua estrutura tende a se afrouxar quando hidratada. Além disto, a entrada da água

irá exercer pressão sobre o ar presente nos poros. A reação a essa pressão pode levar a ruptura da estrutura; e

- Espessura das camadas friáveis - diz respeito ao volume de material passível de ser mobilizado por processos erosivos.

5.4.1. Unidades Pedogenéticas

De acordo com Espindola (2013), nos solos tropicais são concebíveis três graus fundamentais de desenvolvimento pedológico (solos fracamente desenvolvidos, solos moderadamente desenvolvidos, solos fortemente desenvolvidos) e três categorias evolutivas (imaturos ou rudossolos, mesomaduros ou mesossolos e maduros ou plenossolos).

"O propósito de reunir proeminentes solos pelos seus graus de evolução leva em conta, basicamente, os horizontes nos pedons (tipos e organizações), a relação silte/argila, o índice Ki e a quantidade de minerais alteráveis" (Espindola, 2013, pág. 203).

A **Tabela 15** apresenta o grau de desenvolvimento e as respectivas categorias evolutivas de solos identificados na área de estudo.

Tabela 15 - Grau de desenvolvimento, categorias evolutivas e classes do solo presentes na área de estudo

Graus de desenvolvimento pedológico	Categoria evolutivas de solos	Classe do solo
Solos fracamente desenvolvidos	Imaturos	Neossolo Litólicos
		Colúvio
		Neossolos Flúvicos
Solos moderadamente desenvolvidos	Mesomaduros	Cambissolo Háplico
		Cambissolo Háplico latossólico
Solos fortemente desenvolvidos	Maduros	Latossolo e Argissolo

Fonte: Modificado de Espindola, 2013

De acordo com IAC (1999), o solo predominante no município de Santana de Parnaíba é o argissolo, no entanto na área de estudo não foi identificado.

Conforme ilustrado por Lepsch (2011), depois que a rocha é exposta na superfície (tempo zero), o solo começa a se formar, podendo passar, com o tempo, por vários estágios de desenvolvimento (**Figura 52**)

Figura 52 - Estágios de desenvolvimento do solo na área de estudo. Fonte: Lepsch (2011).

Conforme as **Figuras 52 e 53**, na área de estudo ocorrem solos fracamente e moderadamente desenvolvidos, representados por solos rasos, no entanto a alterita apresenta camadas mais espessas, o que permite averiguar as diferentes características morfológicas (solum e alterita), bem como as correlações entre as diversas características. Este estudo se faz importante, pois permite entender o comportamento pedogeotécnico, possibilitando inferir sobre as áreas suscetíveis a movimentação de massa, bem como sobre os volumes dos materiais que poderão ser movimentados, seja *solum* e/ou alterita.

Neossolo Litólico - são solos de encostas de altas declividades, rasos (menos de 50cm), bem drenados (presença de atividade biológica). Este solo pouco evoluído apresenta pouca ou nenhuma evidência de horizontes pedogenéticos, ora foi configurado em um horizonte A assentado diretamente sobre a rocha, ora sobre um horizonte C constituído de rocha em decomposição (alterita), ora assentado sobre a linha de pedra (**Fotos 45 a 47**).

Segundo Lepsch (2011), esses solos são definidos como constituídos de material mineral ou orgânico, não apresentando qualquer tipo de horizonte B diagnóstico.

Na área de estudo, esses solos predominaram em áreas com relevo de morros baixo e apresentam cor bruno predominante (7,5R 5/8, 7,5R 4/4, 7,5YR 4/6 e 5YR 3/4) e textura silte- argilosa.

Foto 45 – Neossolo Litólico assentado sobre a linha de pedra, subsequente a alterita. Bairro: Cidade São Pedro, Gleba A. Fonte: Pereira, M.F. Foto: Maio/2014.

Foto 46 – Neossolo Litólico assentado sobre a linha de pedra, subsequente a alterita. Bairro: Cidade São Pedro, Gleba C. Fonte: Pereira, M.F. Foto: Abril/2012.

Foto 47 - Neossolo Litólico assentado sobre a linha de pedra, subsequente a alterita. Bairro: Cidade São Pedro, Gleba A. Fonte: Pereira, M.F. Foto: Dezembro/2013.

Cambissolo Háplico - solos de encostas, moderadamente desenvolvidos, onde os horizontes superficiais A e B são pouco profundos. Este solo recobre uma espessa camada de alterita, denominada horizonte C.

De acordo com Lepsch (2011), estes solos são definidos como possuidores de um horizonte B incipiente subjacente a qualquer tipo de horizonte superficial e são caracterizados por apresentar argilas de atividade média a alta, discreta variação de textura, quantidades relativamente elevadas de minerais primários facilmente intemperizáveis e frequentes fragmentos de rocha.

Na área de estudo, este solo predomina em regiões com relevo de morrote baixo, morrote e morrote alto, de profundidade entre a 0,70 a 1,20m. Apresentam cor bruno (7,5R 5/8, 7,5R 4/4, 7,5YR 4/6 e 5YR 3/4), bruno amarelado (5YR 6/6, 5YR 5/4, 7,5YR 7/6 e 7,5YR 5/4) com variações avermelhadas (5YR 4/6, 5YR 5/8 e 5YR 5/6), textura média a argilosa, de média a alta atividade de porosidade com variação entre as camadas morfológicas (**Fotos 48 a 51**). Característica frequente identificada, o Cambissolo Háplico assenta-se sobre a linha de pedra ou quartzo (entre 0,05 a 0,20m), subjacente ao horizonte C constituído de rocha em decomposição (alterita). Em áreas de predomínio do Cambissolo Háplico, em trechos das encostas de maiores declividades, foram identificados solos de menor estágios de desenvolvimento, os Neossolos Litólicos.

Foto 48 – Perfil do Cambissolo Háplico. Bairro: Parque Panorama. Fonte: Pereira, M.F. Foto: Dezembro/2013.

Foto 49 – Cambissolo Háplico assentado sobre a alterita. Bairro: Cidade São Pedro, Gleba B. Fonte: Pereira, M.F. Foto: Fevereiro/2014.

Foto 50 – Perfil do Cambissolo Háplico. Bairro: Cidade São Pedro, Gleba B. Fonte: Pereira, M.F. Foto: Fevereiro/2014.

Foto 51 – Descrição morfológica do cambissolo Háplico. Bairro: Cidade São Pedro, Gleba A. Fonte: Pereira, M.F. Foto: Fevereiro/2014.

Cambissolo Háplico latossólico - são solos pertencentes ao Cambissolo Háplico, diferenciando-se pelo fato de estar em estágio de desenvolvimento mais avançado, com presença de bolsões latossólicos e por apresentar mais espesso.

Na área de estudo foram identificadas 2 (duas) áreas de pequenas dimensões, situadas nas formas de relevo de morrote e morrote baixo, solo de profundidade entre 1,10 a 3,70m. A estrutura latossólica está mais restrita a bolsões, de coloração bruno avermelhado (7,5R 4/6 e 2,5YR 4/6).

Como característica frequente identificada, o cambissolo latossólico por apresentar mais desenvolvido, e conseqüentemente mais espesso, foi averiguado que a linha de seixo/cascalho, depositado sobre o horizonte C, também apresenta-se mais espessa entre 0,30 a 0,70m (**Fotos 52 a 54**).

Foto 52 – Perfil do Cambissolo Háplico latossólico. Bairro: Cidade São Pedro, Gleba A. Fonte: Pereira, M.F. Foto: Fevereiro/2014.

Foto 53 – Amostra do bolsão latossólico de coloração avermelhada/hematita. Bairro: Cidade São Pedro, Gleba A. Fonte: Pereira, M.F. Foto: Fevereiro/2014.

Foto 54 – Cambissolo Háplico latossólico assentado sobre a linha de pedra, subjacente a alterita. Bairro: Cidade São Pedro, Gleba A. Fonte: Pereira, M.F. Foto: Dezembro/2013.

Neossolo Flúvico - este solo foi identificado na planície aluvial do córrego das Furnas e seu tributário, apresenta-se raso (menos de 50cm). Predominam processos de hidromorfia, com influência do regime hídrico local (**Foto 55**).

Foto 55 – Vista geral da área com ocorrência de neossolo flúvico . Bairro: Cidade São Pedro, Gleba A. Fonte: Pereira, M.F. Foto: Junho/2013.

Solo Coluvial - na área de estudo, este solo foi formado a partir de depósitos superficiais de movimentos de massa recente e depositados na meia e na base da encosta.

"No caso dos colúvios, esses sedimentos depositados ao longo das encostas, pelo deflúvio, costumam se mesclar aos materiais já pedogeneizados, podendo tornar difícil a distinção de discontinuidades nos pedons" (Espindola, 2013, pág. 217).

Este solo foi identificado em áreas de pequeno dimensionamento, proveniente de antiga classe de Cambissolo Háplico e Neossolo Litólico, caracterizado por solos soltos, de média a alta porosidade, cor bruno escuro a avermelhado (5YR 4/6 e 5YR 5/8). O solo coluvial ocorre sobre a forma de relevo de morrote e morrote baixo, com declividades acentuadas.

A área de colúvio localizado na Avenida Conselheiro Ramalho, inserido nas fases sul e sudoeste da vertente (menor exposição solar), com camada mais espessa de solo, solto, friável, contribui para maior suscetibilidade de movimentação de massa. Na área localizada na Avenida Manuel da Silva, inserida na fase leste (incidência solar pela manhã), com material menos espesso e com processo de pedogenização ativo, apesar da declividade mais acentuada, apresenta menor suscetibilidade de movimentação de massa (**Fotos 56 a 59**).

Foto 56 – Solo coluvial decorrente de antigo movimento de massa. Bairro: Cidade São Pedro. Avenida Conselheiro Ramalho. Fonte: Pereira, M.F. Foto: Junho/2013.

Foto 57 - Solo coluvial assentado sobre a alterita. Bairro: Cidade São Pedro. Avenida Manuel da Silva. Fonte: Pereira, M.F. Foto: Dezembro/2013.

Foto 58 – Solo coluvial solto. Bairro: Cidade São Pedro. Avenida Conselheiro Ramalho. Fonte: Pereira, M.F. Foto: Junho/2013.

Foto 59 – Detalhe do solo coluvial solto. Bairro: Cidade São Pedro. Avenida Conselheiro Ramalho. Fonte: Pereira, M.F. Foto: Junho/2013.

Depósito de Talús - na área de estudo, este material heterogêneo, intemperizado e deslocado pela ação da gravidade se acumula na base da encosta, no contato entre as formas do relevo de morro baixo e morrote baixo, de declividade acentuada.

Esta área de depósito de talús apresenta blocos provenientes da rocha, angulosos, arredondados, sob os Cambissolo Háplico e Neossolo Litólico (**Fotos 60 a 62**).

Os depósitos de talús por possuir grande heterogeneidade interna, oriundos de processos de diferentes períodos, mal estruturado, aparentemente solto, apresentam maior suscetibilidade de movimentação de massa, bem como rolamento de matacões.

Foto 60 – Encosta com depósito de talús. Bairro: Cidade São Pedro, Gleba B. Rua Gen. Salgado. Fonte: Pereira, M.F. Foto: Dezembro/2013.

Foto 61 – Vista detalhe da encosta com depósito de talús. Bairro: Cidade São Pedro, Gleba B. Rua Gen. Salgado. Fonte: Pereira, M.F. Foto: Dezembro/2013.

Foto 62 – Base da encosta com depósito de talús. Bairro: Cidade São Pedro, Gleba B. Rua Gen. Salgado. Fonte: Pereira, M.F. Foto: Dezembro/2013.

Figura 53 – Mapa Pedológico da área de estudo

5.4.2. Pedogênese e sua relação com a orientação da vertente

De acordo com Ferreira et al., (2005), no hemisfério sul, devido a maior interceptação de radiação solar e consequentemente maior evapotranspiração potencial, diferenças químicas, físicas e morfológicas ocorrem nos solos, em especial aqueles voltados nas faces para o norte em relação às voltadas para o sul, podendo surgir graus de desenvolvimento pedológicos diferenciados. As áreas que recebem maior incidência solar estão mais suscetíveis as reações de transformação do solo, já que o aumento da temperatura intensifica a reatividade e mobilidade da água.

Em escala regional esta diferença pode ser pequena e/ou não perceptível, mas em estudos pedogenéticos mais detalhados, em especial na relação pedogeotécnica pode ser de grande relevância.

Por outro lado, a orientação da vertente irá condicionar a incidência de maior ou menor volume de água sobre a superfície e a energia cinética com que ela a atinge, definindo a erosividade da chuva. Vertentes perpendiculares à orientação dos ventos dominantes recebem chuvas de maior intensidade e são mais suscetíveis a processos erosivos.

Na área de estudo foi realizado uma comparação com os tipos de solos identificados e com a orientação das vertentes, permitindo identificar se existe uma correlação com o desenvolvimento do solo com a exposição solar. Visto que de acordo com Teixeira, et al., (2003) e apud Becker et al., (2010), áreas com mesma litologia podem formar tipos de solos diferentes, bem como o contrario também ocorre, rochas diferentes, com condições climáticas semelhantes, por um longo período de tempo, formam o mesmo tipo de solo.

Foi possível identificar, que áreas de mesma litologia apresentam grau de desenvolvimento do solo diferenciada e que as encostas voltadas para as faces expostas à maior insolação e chuvas de menor intensidade apresentam solos de maior grau de desenvolvimento, ressaltando-se para as áreas de declividades acentuadas que condiciona a ocorrência de solos pouco desenvolvido (**Tabela 16**).

Tabela 16 - Grau de desenvolvimento pedológico, classe do solo, declividade e orientação da vertente predominante

Graus de desenvolvimento pedológico	Classe do solo	Intervalo de declividade (%)	Orientação da vertente (predominante)	Geomorfologia	Litologia
Solos fracamente desenvolvidos	Neossolo Litólico	22 a >30	Sul, sudeste e sudoeste	Morros baixo, morrotes alto e morrotes baixo	Anfibolitos, rochas graníticas, xisto; quartzitos, filitos e filonitos
	Colúvio	25 a >30	sul e sudeste	Morrotes e Morrotes baixo	Filitos
	Neossolo Flúvico	0 a 15	Contato entre as vertentes orientadas sul, norte e nordeste	Planície aluviâis	Aluviões fluviais
Solos moderadamente desenvolvidos	Cambissolo Háplico	5 a 25	Norte, nordeste, leste, oeste, noroeste	Morrotes baixo, morrotes e morrotes alto	Filitos
	Cambissolo Háplico latossólico	15 a 30	norte	Morrotes baixo	Filitos

O **Neossolo Litólico** estão predominantemente associados a áreas de declividades acentuadas, feições moderadas a abruptas, diretamente condicionado aos fatores geológicos e geomorfológicos. Sobretudo, em encosta com litologia de menor resistência aos fatores químicos, como xisto, e sujeitos a menor exposição solar, encostas voltadas para a posição sul, sudeste e sudoeste (recebem pouca insolação), foi identificado solo pouco evoluído, bem como em alguns setores da encosta apresenta pouca ou nenhuma evidência de horizontes pedogenéticos.

No talvegue do curso d'água sem denominação (área central), que deságua no córrego das Furnas, encostas voltadas para a face sudoeste, que recebem pouco exposição solar, também foi identificado presença do Neossolo Litólico. No contato desta encosta, orientada para fase sudeste e leste (recebem insolação pela manhã), foi identificado áreas restritas de Cambissolo Háplico.

Em relação a formação do solo e a orientação da vertente, exceção ocorreu na porção sul da área de estudo, apesar da encosta orientadas para as faces oeste (insolação intensa período da tarde) e nordeste (insolação na parte da manhã), predomina ocorrência dos Neossolo Litólico, provavelmente associados a litologia (quartzito) e a geomorfologia (morros baixo e morrotes alto).

As áreas de **Colúvios** orientadas para as faces sul e sudeste (recebem pouca insolação) e associada ao setor de declividade acentuada, estando sujeito a menor atuação do intemperismo químico e maior intensidade de processos erosivos, proveniente do intemperismo mecânico (cobertura vegetal, impacto direto das chuvas sobre a encosta associado a direção do vento e

as intervenções antropicas com cortes no talude e lançamento de água servida sobre a encosta), proporciona a formação dos solos colúviais.

O **Neossolo Flúvico** esta associado a planície aluvial. Este solo apresenta-se no contato entre a vertente do sul (menor insolação) de porção de montante e na porção de jusante as vertentes norte (insolação meio dia) e nordeste (insolação pela manhã). Este solo esta associada diretamente as condições morfológicas.

O **Cambissolo Háplico** predomina nas encostas que recebem maiores incidência solar (fases de nordeste, leste, oeste e noroeste), destaca-se para as áreas restritas com ocorrência do Neossolo Litólico, que estão associados as vertentes orientadas para fase sul, sudeste e sudoeste, de maiores declividades e que estão situadas em geral nas linhas dos talwegues.

O **Cambissolo Háplico latossólico** está predominantemente associado a direção da vertente, orientada na face norte (recebem intensa insolação), estando sujeito a maiores intemperismo químico o que condiciona a formação de solos mais desenvolvidos representados pelos bolsões latossólicos e por ser mais profundos.

A **Figura 54** apresenta as classes de solos e sua relação com a radiação solar.

Figura 54 – Classes de solos e sua relação com a radiação solar

5.4.3. Unidades morfopedológica

A caracterização do solo consiste em, *a priori*, identificar as camadas que sofreram e vem sofrendo o processo de pedogenização, identificadas por meio das características morfológicas, definidos por: textura, estrutura, profundidade, transição, cor e consistência. Estas características possibilitam inferir sobre o caráter pedogeotécnico.

Na área de estudo foram analisados os solos residuais (09 perfis, subdivididos em solos e alterita (**Figura 55**)).

- Os **solos** são derivados da evolução pedogenética, com poucos ou nulas estrutura reliquiares da rocha matriz, com maior conteúdo de matéria orgânica e intensa atividade biológica nas camadas superiores (raízes, insetos, cupins, fezes de minhoca, entre outras). Geralmente apresentam homogeneização em relação à cor e granulometria. Estes solos situam-se predominantemente acima da linha de pedra que ocorrem assentados sobre a alterita.
- A **Alterita** é derivada do processo de alteração intempérica da rocha matriz. A evolução pedogenética é incipiente ou nula, podendo ainda ser identificadas estruturas reliquiares. Apresenta heterogenização em relação à cor, com camadas intensamente variegadas em função da transformação mineralógica, decorrente da ação do intemperismo químico.

Estes solos são produzidos a partir de processos que dependem de fatores como a rocha matriz, do clima, do tempo decorrido, do relevo e dos agentes biológicos. A rocha matriz possui o papel definir os solos desse tipo, em função de sua composição mineralógica que influenciará o estado final do solo, sua espessura e a quantidade de horizontes em função do intemperismo que a rocha sofreu sob a ação do clima. Sua composição será determinante para os parâmetros de plasticidade, granometria e na composição dos argilominerais presentes, nos quais possuem grande importância no comportamento geomecânico desses solo (Ferreira, 2012, pág. 21).

Por meio da compartimentação morfopedológica foram realizadas análises que subsidiassem a determinação das principais características pedogeotécnicas dos solos e da alterita, como a densidade e consistência (resistência à deformação).

Ressalta-se que este levantamento é de grande relevância, podendo ser utilizado como indicador geotécnico no diagnóstico e prognóstico na caracterização do risco a movimentação de massa.

- A densidade do solo consiste na relação entre a massa e volume de uma amostra indeformada e seca. A densidade do solo pode ser muito variável, em decorrência da textura, teores de matéria orgânica, estrutura, mineralogia e possíveis intervenções antrópicas (manejo do solo com destruição das estruturas do solo e compactação). Ao definir a geometria dos espaços vazios, a estrutura do solo desempenha um papel fundamental em seu comportamento pedogeotécnico ao condicionar o funcionamento hidrodinâmico e as trocas gasosas que controlam o potencial redox. A análise da densidade do solo associada com a descrição morfológica, permite inferir sobre o comportamento geotécnico, quando esses solos são submetidos a interferências antrópicas (corte do talude, lançamento de água servida, plantação de cobertura vegetal nativa e/ou exótica inadequada, etc.).

Dentre as principais propriedades do solo, que determinam entre a maior e menor suscetibilidade a resistência a deformação, destacam-se a textura, a estrutura e a permeabilidade. A textura, caracterizada pelo tamanho das partículas, possui um papel fundamental em seu comportamento, seja em termos de resistência ao cisalhamento, compressibilidade ou permeabilidade. A estrutura caracterizada pelo arranjo das partículas do solo, também apresentam grande influência no comportamento pedogeotécnico do solo. Tanto a textura como a estrutura influenciam na capacidade de infiltração, bem como na absorção d' água da chuva.

Como característica determinante obtida por meio das análises dos **solos**, em relação a densidade do solo e as propriedades do solo, destaca-se que: os solos com elevada atividade biológica (raízes, pedotúbulos, insetos (formigas, cupins), minhocas), bem estruturado com maior espaço poroso que sólidos consequentemente apresentam menor densidade do solo. Estes solos definem maior capacidade de absorção da água em decorrência das fissuras e dos poros.

Os solos compactados (aterro, manejo agrícola, impacto da chuva na superfície do solo sem cobertura vegetal) apresentam estrutura degradada, observa-se maior densidade do solo.

As alteritas apresentam menor densidade, possuem camadas com estruturas reliquiais da rocha, presença de poros tubulares e/ou fissuras e indício do processo de pedogenização. Geralmente as camadas com ocorrência de material solto, intensa perda de matéria por lixiviação tanto física (em partículas) como química (em solução), observa-se maior densidade do solo.

O **Quadro 9** apresenta as principais características morfológicas do solo e da alterita.

Quadro 9 - Classificação do solo residual, processo e característica morfológica

Classificação		Processos	Característica morfológica
Solo residual	Solo	Pedogênese	<ul style="list-style-type: none"> • Solo bem estruturado • Atividade biológica presente • Presença de óxidos de ferro e alumínio • Coloração homogênea • Permeabilidade média a elevada • Médio a baixo grau de saturação • Baixa a média suscetibilidade de ruptura do solo
	Linhas de pedra/quartzo		(as vezes ausentes)
	Alterita	Intemperismo químico e físico	<ul style="list-style-type: none"> • Estrutura reliquiar presente • Porosidade e permeabilidade muito variável em decorrência dos condicionantes (textura, foliações, fraturas) • Atividade biológica nas camadas menos profunda (as vezes ausente) • Poros tubulares e/ou fissuras (as vezes ausentes) • Coloração heterogênea • Fragmentos da rocha alterada (as vezes ausentes) • Material geralmente friável • Maior suscetibilidade de ruptura geralmente nas camadas com maior densidade do solo

Como descrito anteriormente, foram analisados 09 perfis em taludes de corte (decorrentes da construção civil e/ou abertura de estradas) com descrição morfológica, análise da densidade do solo e estabilidade das estruturas em água (refere-se à resistência do solo a manipulações ou estresse mecânicos/pequena pressão).

Figura 55 – Localização dos perfis morfológicos analisados

Descrição Morfológica do Perfil 01

O Perfil 01 é representado por 09 camadas e destas foram analisados 08 amostras para medição da densidade do solo (**Gráfico 10**), sendo 04 correspondente ao solo (derivados da evolução pedogenética) e 05 amostras da alterita.

Os atributos morfológicos das 04 camadas do **solo**, correspondente ao Cambissolo Háptico de textura predominante argila-siltosa, estrutura subangular (pequena a moderada), cor variando entre bruno escuro (7,5R 5/8) a amarelo avermelhado (7,5R 7/6, 7,5R 6/8 e 7,5R 6/6), transição difusa plana a ondulada (**Figura 56**).

- Na camada A (amostra 01), a atividade biológica mais intensa (raízes muito finas), representada por maiores espaços vazios em relação os horizontes subjacentes, favoreceu a menor densidade ($0,85 \text{ g/cm}^3$) registrada dentre as camadas do solo. Nesta amostra (camada A) foi realizado análise da estabilidade das estruturas em água, no qual demonstrou desintegração das partículas nas laterais, mas mesmo quando o solo apresentava saturado preservava a estrutura subangular, e ao aplicar um estresse mecânico (pequena pressão) ocorreu rompimento da estrutura em partículas de solo.
- Na camada A/B (amostra 02) ocorreu uma perda de argila se comparado com o horizonte A, com perda de ferro (inferida pela cor) e menor representatividade da atividade biológica (raízes muito finas e moderadas) o que proporcionou um aumento da densidade do solo ($1,27 \text{ g/cm}^3$). A análise de estabilidade em água demonstrou que em apenas 0,20 minutos toda estrutura do solo havia se rompido em partículas, tal fato provavelmente seja em decorrência da redução de argila e perda do ferro (inferida pela cor) se comparado com camada A, apesar desta amostra enquanto seca apresentar maior resistência ao esboroamento, observado com a retirada da amostra no perfil e ao aplicar uma pequena pressão com as mãos.
- A camada Bi (amostra 03) apresenta redução da atividade biológica (raízes muito finas e esparsas), contudo apresenta maior concentração de argila e ferro (inferida pela cor) se comparado com a camada anterior (A/B). Provavelmente em decorrência do ligeiro aumento da argila neste horizonte e com diminuição da atividade biológica, influenciou na diminuição da densidade do solo ($0,88 \text{ gcm}^3$). Na análise da estabilidade das estruturas em água, esta apresentou semelhante a camada anterior. Destaca-se que para ocorrência do rompimento da estrutura foi necessário aplicar uma pressão maior que no horizonte A, tal fato pode estar associado ao ligeiro aumento do agente cimen-

tante.

- Na camada B/C (amostra 04) é representado por uma linha de quartzo o que indica a transição entre o solo e a alterita. Nesta camada não foi realizada a coleta de amostra para análise da densidade do solo.

A análise das camadas do solo neste perfil, não apresenta características naturais condicionantes para a deformação individualizada das estruturas, ou seja existência de uma camada de maior fraqueza para o rompimento, apresentando um comportamento pedogeotécnico semelhante entre as camadas do solo.

Os atributos morfológicos das 05 camadas da **alterita** (camadas denominadas pelas amostras 05 a 09), correspondente a finos agregados do xistos apresentando textura predominante silte-argilosa, estrutura subangular pequena e fraca, bem como apresenta estrutura da rocha milimétrica, de coloração variando entre bruno amarelada (10YR 6/6) e amarelo (10YR 7/8 e 10YR 8/6), transição difusa plana a ondulada.

- A camada 05 apresenta fragmentos de quartzo de coloração semelhante ao horizonte anterior (B/C), com densidade do solo de $1,08 \text{ g/cm}^3$. A análise de estabilidade em água demonstrou rompimento das partículas superficiais, já as estruturas preservadas apresentavam fissuras e em instantes ocorreu a desintegração completa da estrutura da rocha.
- A camada 06 apresentou densidade do solo ($1,07 \text{ g/cm}^3$) um pouco menor que horizonte anterior, e na análise de estabilidade em água apenas ocorreu desintegração das partículas nas laterais da estrutura do solo (alívio de pressão). Para o esboroamento da mesma, foi necessário aplicar um estresse mecânico (uma pequena pressão) para desintegração.
- As camadas 07, 08 e 09 apresentam características morfológicas semelhantes com perda de matéria provocada pela lixiviação tanto física (em partículas) como química (em solução), representado pela consistência do material solto e quando úmido friável. As densidades do solo destas amostras apresentam pouca variação, na amostra 07 ($0,95 \text{ g/cm}^3$), amostra 08 de densidade do solo de $0,99 \text{ g/cm}^3$, já de menor valor a amostra 09 com $0,91 \text{ g/cm}^3$. A porosidade total das amostras apresentam pouca variação amostra 07 (64,01 %), amostra 08 (62,51 %) e amostra 09 (65,74%), indicando a média da porosidade destas camadas de 64,08%. Para análise da estabilidade das estruturas em água observou que a amostra 07 em instantes (0,15 minutos) havia de-

sintegrado toda a estrutura em partículas, já as amostras 08 e 09 levou um tempo maior (2 minutos) para o dismantelamento de todas as estruturas (**Fotos 63 a 65**).

Diferentemente do solo a alterita, apresentou-se mais heterogênea no que concerne aos parâmetros morfológicos densidade e consistência. A camada 07 apresenta maior suscetibilidade a solifluxão quando saturada em água (chuva torrenciais ou prolongadas, água servida e/ou variação do lençol freático). No entanto, esta deformação do solo (erosão em sulcos e/ou erosão diferencial) apenas ocorrera em áreas que apresentam intervenção antrópica com corte em taludes (construção civil ou abertura de estradas).

Foto 64 (a, b e c) - Etapas da análise da estabilidade da estrutura do solo na amostra 08 do perfil 01.

a) Amostra e recipiente com água; b) Amostra imersa em água por 0,20 minutos; c) Amostra imersa em água por 2 minutos com desintegração das partículas. Fonte: Pereira, M.F. Foto: Agosto/2014.

Foto 65 (a, b e c) - Etapas da análise da estabilidade da estrutura do solo na amostra 09 do perfil 01.

a) Amostra e recipiente com água; b) Amostra imersa em água por 0,15 minutos; c) Amostra imersa em água por 2 minutos com desintegração das partículas. Fonte: Pereira, M.F. Foto: Agosto/2014.

Gráfico 10 - Densidade das amostras de solo - P01

Conforme o **Gráfico 10**, a densidade das amostras de solo e da alterita não apresentam grandes variações, entende-se que estes solos devem ser analisados separadamente, visto que as características morfológicas de formação, bem como em relação ao caráter geotécnico são distintos.

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA DO PERFIL 01 (P01)								
Data	09/12/2013	Coordenadas: E 310.594 m e S 7.408.805 m - Datum WGS 84	Endereço: Rua Floreal	Bairro: Parque Panorama, Santana de Parnaíba - SP				
Classificação Pedológica: Cambissolo Háplico		Situação: Terço médio da encosta de morrote alto, convexo		Litologia: Xistos		Uso da terra: Área não edificada com vegetação arbustiva e gramínea	Declividade: 20 -22%	Orientação da vertente: Sudoeste (SW)

Prof. (m)		Perfil		Amostra	Horizonte	Distinção	Profundidade (cm)	Cor	Textura	Consistência molhado	Descrição morfológica	Densidade do solo (g/cm³)	Porosidade total (%)	Tempo da resistência da estrutura do solo em água (minutos)	Descrição da estabilidade das estruturas em água	Foto do horizonte em detalhe
0			01	A	Solo	0,0-0,33	7,5R 5/8	Média	Plástica, pegajosa	Argilo-siltosa, cor bruno escuro, atividade biológica (raízes muito finas), estrutura subangular, pequena e fraca, transição difusa plana a ondulada .	0,85	68,04	2	Ao inserir a amostra de solo em água, as partículas superficiais se desintegram. Após 2 minutos, em amostra saturada, ao aplicar uma pequena pressão ocorre um rompimento das partículas de solo, não preservando quaisquer características da estrutura do solo.

02	A/B		0,33 - 0,81	7,5R 7/6	Média	Pouco, ligeiramente plástica e pegajosa	Argilo-siltosa, cor amarelo avermelhado, tendo composição granulométrica de menor fração de argila que no horizonte anterior, com perda de ferro, atividade biológica (raízes muito finas e moderadas) estrutura subangular, pequena e moderada, transição difusa plana a ondulada.	1,28	52,05	0,20	Ao inserir a amostra de solo no recipiente com água, em segundos toda a estrutura do solo se desintegra, apresentando apenas pequenas partículas. Esta característica do rompimento rápido das partículas, pode ser em decorrência da diminuição da argila se comparado com o horizonte anterior.

03	Bi		0,81 - 0,98	7,5R 6/8	Argilosa	Ligeiramente plástica e pegajosa	Argilo-siltosa., cor amarelo avermelhado, com perda de ferro, atividade biológica (raízes muito finas esparsas), estrutura subangular, pequena e fraca, transição difusa plana a ondulada	0,88	66,79	2	A amostra imersa em água apresenta rompimento de parte das partículas de solo, apenas com a aplicação de uma pressão na amostra saturada se desfaz toda a estrutura em pequenas partículas. Para rompimento das partículas, após 2 minutos, foi necessário aplicar uma pressão um pouco maior que o horizonte 1, tal fato pode ser pelo fato da densidade do solo ser um pouco mais elevada.
1			04	B/C	Alterita	0,98 - 1,19	7,5R 6/8	Média	Ligeiramente plástica e pegajosa	Argilo-siltosa, cor amarelo avermelhado, com presença de linha de quartzo, estrutura subangular, pequena e fraca, transição difusa plana a ondulada.	não analisado	na	2	Ao inserir a amostra de solo em água, parte das partículas superficiais do solo se desintegra e o restante apresenta pequenas fissuras. Após 2 minutos, ao aplicar uma pressão sobre a amostra saturada esta se desfaz em pequenas estruturas subangulares. Neste horizonte não foi realizado medição da densidade por apresentar linha de quartzo facetado em até 2cm.

05			1,19 - 1,45	7,5R 6/6	Média	Ligeiramente plástica e pouco pegajosa.	Silte-argiloso, cor amarelo avermelhado, com presença de linha de quartzo, com estrutura da rocha milimétrica, estrutura subangular, pequena e moderada, transição difusa plana a ondulada.	1,08	59,52	2	Ao inserir a amostra de solo em água, parte das partículas superficiais se rompe em instante o restante da amostra apresenta fissuras e logo se desfaz completamente, restando apenas pequenas partículas de solo. Neste horizonte não foi necessário aplicar uma força sobre a amostra.

06			1,45 - 1,55	10YR 7/6	Siltosa	Ligeiramente plástica e pegajosa.	Silte-argiloso, cor amarelo, estrutura subangular, pequena e fraca, com estrutura da rocha milimétrica, transição difusa plana a ondulada.	1,07	59,76	2	Ao inserir a amostra de solo em água, parte das partículas superficiais se desintegra. Após 2 minutos, ao aplicar uma força sobre o restante da amostra saturada as partículas se rompem apresentando pequenas estruturas da rocha.
2		07	C	1,55 - 1,76		10YR 6/6	Siltosa	Ligeiramente plástica e pouco pegajosa.	Silte-argiloso, cor bruno amarelada, estrutura subangular, pequena e fraca, com estrutura da rocha milimétrica, transição difusa plana a ondulada.	0,96	64,01	0,15	Ao inserir a amostra de solo em água, toda a estrutura se rompe instantaneamente, não restando nenhuma característica da estrutura original do solo.

08		1,76 - 1,95		10YR 7/8	Siltosa	Ligeiramente plástica e pegajosa.	Silte-argiloso, cor amarelo, com fração de argila entre 20 a 30%, com estrutura da rocha milimétrica, material muito solto e friável, transição difusa plana a ondulada.	1,00	62,51	2	Ao inserir a amostra de solo em água, toda estrutura se rompe, no entanto neste horizonte o rompimento das partículas ocorrem um pouco mais lentamente que no horizonte anterior, o que proporciona visualizar pequenos fragmentos da rocha .

09		1,95 - 2,27		10YR 8/6	Siltosa	Ligeiramente plástica e pegajosa.	Silte-argiloso, cor amarelo, com característica de solo pobre, com estrutura da rocha milimétrica, material muito solto e friável, transição difusa plana a ondulada.	0,91	65,74	2	Ao inserir a amostra de solo em água, toda estrutura se rompe em instante, não restando nenhuma característica da estrutura original da rocha.
	3															

OBS: Para analisar a estabilidade das estruturas em água, foi imerso amostras de dimensões diversificadas em mesmo recipiente. Esta técnica ocorreu para verificar se o comportamento das amostras eram diferentes, no entanto observou que independente do diâmetro da amostra não modifica o resultado.
na - não analisado (amostra não coletada para análise)

Figura 56 - Descrição morfológica do Perfil 01(P01)

Descrição Morfológica do Perfil 02

O Perfil 02 é representado por 07 camadas, no qual foram coletadas as amostras de solo para as descrições morfológicas e medição da densidade (**Gráfico 11**). Das 07 camadas observadas no perfil, 03 correspondente ao solo (derivados da evolução pedogenética) e 04 da alterita.

Os atributos morfológicos das 03 camadas do solo, correspondem Cambissolo Háplico de textura predominante argilo-siltosa, estrutura subangular pequena, grau de desenvolvimento fraco a moderado, cerosidade entre fraca a abundante, com presença de fragmentos da rocha milimétrica pouco alterada, cor variando entre bruno a bruno avermelhado, transição plana difusa (**Figura 57**).

- Na camada A (amostra 01), apresenta atividade biológica (raízes muito finas) e estrutura subangular pequena, condicionando maiores espaços vazios, favoreceu com uma densidade do solo menor ($1,005 \text{ g/cm}^3$) do que a camada subjacente. Análise de estabilidade em água demonstrou que a estrutura subangular se manteve preservada. Apenas ocorreu desintegração de pequena porção das partículas nas laterais da estrutura, por alívio de pressão. Ao aplicar um estresse mecânico (pequena pressão) sobre a amostra de solo saturado, estas subdividiram-se em pequenas estruturas subangulares (firmes e bem definidas).
- Na camada Bi (amostra 02) ocorreu uma perda de argila se comparado com o horizonte A, sem indicação de qualquer atividade biológica o que favoreceu um pequeno aumento da densidade do solo ($1,070 \text{ g/cm}^3$). Na análise de estabilidade em água, apresentou resultado semelhante a amostra 01.
- A camada B/C (amostra 03) apresenta estrutura subangular pequena, com grau de desenvolvimento fraco e cerosidade moderada, bem como presença de fragmentos milimétricos de rocha pouco alterado, o que provavelmente favoreceu a diminuição da densidade do solo ($1,001 \text{ g/cm}^3$) se comparado com a camada anterior (Bi), por apresentar maior porosidade. Na análise da estabilidade em água apresentou semelhança no comportamento das estruturas com as camadas A e Bi.

Tendo em vista as pequenas variações em relação a morfologia e a densidade do solo, as camadas do solo apresentaram-se semelhantes em relação a estabilidade, o que condiciona a não existência de camadas de maior e menor suscetibilidade a resistência a deformação, visto que as características são homogêneas.

Os atributos morfológicos das 04 camadas da alterita, correspondente as amostras 04 a 07, constituída pelos finos agregados de origem de filitos, apresentando textura argilo-siltosa com variação nas camadas mais subsuperficiais silte-argiloso, estrutura subangular pequena (estrutura herdada da rocha). As camadas subjacentes, em decorrência da intensa alteração não possuem estrutura. Observam-se fragmentos milimétricos da rocha alterada, transição plana difusa.

- A mostra 04 apresenta estrutura em bloco subangular pequeno, com grau de desenvolvimento fraco e cerosidade muito fraca, provavelmente em decorrência do material fino e presença de média porosidade (59,62%), contribuindo para ocorrência da densidade do solo de 1,074 g/cm (porosidade 59,62%). Na avaliação da estabilidade em água, verificou-se apenas a desintegração das partículas nas superfícies dos torrões, e para rompimento da mesma, foi necessário aplicar um estresse mecânico (pressão) para desintegração total da estrutura da rocha.
- A mostra 05 apresenta estrutura em bloco subangular e bolsões com estrutura micro agregada, possui muitos canais biológicos de ate 1mm, o que favoreceu a diminuição da densidade do solo (0,976 g/cm³) e maior porosidade (63,31%) se comparado com a amostra 04. Observou-se fragmentos da rocha milimétrica pouco alterada e cerosidade moderada. A análise de estabilidade em água verificou-se que a estrutura subangular manteve-se preservada, com pequena quantidade de particulados liberados da superfície dos agregados por alívio de pressão. Ao aplicar um estresse mecânico (pressão moderada) sobre as amostra de solo saturado, subdividiu-se em pequenas estruturas subangulares, podendo observar que esta amostra apresenta alta porosidade e resistência (inferida pela consistência), comparado com a amostra anterior.
- As amostra 06 e 07 apresentam morfologias semelhantes, com textura silte-argiloso, com alto grau de alteração, mas com evidência da rocha. A amostra 06 ocorre presença de poros tubulares, material solto, menos poroso (54,09%) que a camada anterior, no entanto mais poroso (51,22%) que a camada subjacente o que condicionou a densidade do solo de 1,221 g/cm³. A mostra 07 apresenta-se material menos alterado que a camada anterior, no entanto quando imerso em água, todas as partículas do solo se rompem.

Com base nas características morfológicas e da densidade do solo, a alterita apresenta-se heterogeneidade nas camadas com prováveis deformação do solo (erosão em sulcos e/ou

erosão diferencial). Em contato com a água, a camada 07 apresentou plano de maior fraqueza, no entanto para que ocorra a deformação é necessário apresentar intervenção antrópica com corte em taludes (construção civil ou abertura de estradas), em especial as encostas orientadas para fases sul (S), sudeste (SE) e sudoeste (SW) por receberem pouco insolação.

Gráfico 11 - Densidade das amostras de solo - P02

Conforme o **Gráfico 11**, a densidade das amostras de solo e da alterita não apresentam grandes variações. Para os solos a variação da densidade do solo provavelmente foram em decorrência do grau de desenvolvimento das estruturas e da presença da atividade biológica, já para a alterita a influencia do grau de alteração do material e a consistência contribuíram para esta variação.

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA DO PERFIL 02 (P02)							
Data	30/01/2014	Coordenadas: E 309.637 m e S 7.408.555 m - Datum WGS 84	Endereço: Avenida Conselheiro Ramalho			Bairro Cidade São Pedro, Gleba A, Santana de Parnaíba - SP	
Classificação Pedológica: Cambissolo Háplico		Situação: Base da encosta de morrote baixo, convexo		Litologia: Filitos		Uso da terra: Área parcialmente edificada com vegetação arbustiva e/ou gramínea	Declividade: 15 -20% Orientação da vertente: Entre sudoeste (SW) e Oeste (W)

Prof. (m)	Perfil	Amostra	Horizonte	Distinção	Profundidade (cm)	Cor	Textura	Consistência molhada	Descrição morfológica	Densidade do solo (g/cm³)	Porosidade total (%)	Tempo da resistência da estrutura do solo em água (minutos)	Descrição da estabilidade das estruturas em água	Foto do horizonte em detalhe
0		01	A	Solo	0,0-0,35	7.5YR 4/6	Média	Ligeiramente plástica e pegajosa	Argilo-siltosa, cor bruno, atividade biológica (raízes muito finas), estrutura em bloco subangular pequena, grau de desenvolvimento fraco a moderado, cerosidade abundante, transição horizontal plana difusa, com fragmentos de rocha milimétrica pouco alterada.	1,005	62,21	2	Ao inserir a amostra de solo em água, as estruturas em blocos subangulares são preservadas, apenas pequenas partículas superficiais são desintegradas. Após 2 minutos ao aplicar uma pequena pressão tende-se a subdividir em pequenas estruturas, mas preservando suas características. As estruturas são firmes e bem definida e apresenta alta porosidade.
		02	Bi		0,35 - 0,50	5YR 4/6	Média	Ligeiramente plástica e pegajosa	Argilo-siltosa, cor bruno avermelhado, composição granulométrica de menor fração de argila que no horizonte anterior, estrutura em bloco subangular, grau de desenvolvimento pequeno e fraco, cerosidade fraca, transição plana difusa, com fragmentos de rocha milimétrica pouco alterada.	1,070	59,79	2	Como o horizonte anterior, ao inserir a amostra de solo em água, as estruturas em blocos subangulares são preservadas, apenas pequenas partículas superficiais do solo são desintegradas. Após 2 minutos ao aplicar uma pequena pressão tende-se a subdividir em pequenas estruturas, mas preservando suas características. As estruturas são firmes e bem definida.
		03	B/C		0,50 - 0,73	5YR 4/6	Média	Ligeiramente plástica e pouco pegajosa	Argilo-siltosa, cor bruno avermelhado, estrutura em bloco subangular pequena (estrutura herdada da rocha), grau de desenvolvimento fraco, cerosidade moderada, transição plana difusa, com fragmentos de rocha milimétrica pouco alterada.	1,001	62,36	2	A amostra imersa em água apresenta parte do rompimento das partículas superficiais e separam em pequenos blocos subangulares, conservando a maior parte da estrutura original da amostra. Após 2 minutos, quando aplicado uma pressão na amostra saturada, a estrutura se rompe em pequenos blocos subangulares.
1		04	C	Alterita	0,73 - 0,92	5YR 5/8	Média	Pouco plástica e pegajosa	Argilo-siltosa, cor bruno avermelhado, composição granulométrica de menor fração de argila que no horizonte anterior, estrutura em bloco subangular pequeno (estrutura herdada da rocha), de grau desenvolvimento fraco, cerosidade muito fraca, transição plana difusa, com fragmentos de rocha milimétrica pouco alterada.	1,074	59,62	2	Semelhante ao horizonte anterior, a amostra imersa em água apresenta parte do rompimento das partículas superficiais e separam em pequenos blocos subangulares, conservando a maior parte da estrutura original da amostra. Para o rompimento de toda a estrutura da amostra saturada, após 2 minutos, foi necessário aplicar uma pressão maior que o horizonte anterior.
		05			0,92 - 1,55	5YR 5/6	Média	Pouco plástica e pegajosa	Argilo-siltosa, cor bruno avermelhado, composição granulométrica semelhante ao horizonte anterior, estrutura em bloco subangular e existência de bolsões com estrutura micro agregadas, possui muitos canais biológicos de ate 1mm, cerosidade moderada, transição plana difusa, com fragmentos de rocha milimétrica pouco alterada.	0,976	63,31	2	Ao inserir a amostra de solo em água, as estruturas em blocos subangulares são preservadas, apenas pequenas partículas superficiais são desintegradas. Após 2 minutos ao aplicar uma pequena pressão tende-se a subdividir em pequenas estruturas da rocha, mas preservando suas características. A amostra apresenta alta porosidade e resistência.
		06			1,55 - 1,77	5YR 6/6	Média	Ligeiramente plástica e pouco pegajosa	Silte-argiloso, cor bruno amarelado, alterita bastante alterada, mas com evidente influência da rocha, presença de poros tubulares de até 1mm, material solto.	1,221	54,09	2	Ao inserir a amostra de solo em água, parte das partículas superficiais se desintegram e o restante apresenta pequenas fissuras. Após 2 minutos, ao aplicar uma força sobre a amostra saturada esta se desfaz em pequenas estruturas da rocha.
2		07	C	Alterita	1,77 - 2,19	7.5YR 7/6	Média	Ligeiramente plástica e pegajosa.	Silte-argiloso, cor bruno amarelada, alterita pouco alterada, material menos alterado que horizonte anterior.	1,298	51,22	2	Ao inserir a amostra de solo em água, todas as partículas se rompem em instante, não restante nenhuma característica da estrutura original da rocha.
2,19
2,5														

OBS: Para analisar a estabilidade das estruturas em água, foi imerso amostras de dimensões diversificadas em mesmo recipiente. Esta técnica ocorreu para verificar se o comportamento das amostras eram diferentes, no entanto observou que independente do diâmetro da amostra não modifica o resultado.

Figura 57 - Descrição morfológica do Perfil 02 (P02)

Descrição Morfológica do Perfil 03

O Perfil 03 é representado por 05 camadas e destas foram analisados 04 amostras para medição da densidade do solo (**Gráfico 12**). Das 05 camadas do perfil, 03 correspondente ao solo e 02 alterita.

Os atributos morfológicos das 03 camadas do **solo**, correspondente ao Cambissolo Háplico de textura predominante silte-argiloso, estrutura blocos angulares moderado a forte, cerosidade moderada, atividade biológica (raízes muito finas), porosidade alta tubular e fissural, cor variando entre bruno escuro (5YR 5/4) a bruno amarelo escuro (7,5YR 5/6, 7,5YR 5/4 e 5YR 4/4), transição difusa ondulada e ondulada a gradual (**Figura 58**).

- Na camada A (amostra 01) apresenta atividade biológica (raízes muito finas e presença de insetos, cupins) e estrutura em blocos angulares, forte, apresentando porosidade alta tubular e fissural condicionando abundante espaços vazios no solo (inferida pela consistência e percepção visual). Nesta camada não foi realizada coleta de solo por estar associado a material movimentado da encosta de montante.
- Na camada Bi (amostra 02) apresenta atividade biológica (raízes muito finas e pedotúbulos), estrutura em blocos angulares, moderada, cerosidade moderada, bem como apresenta porosidade tubular e fissural contribuindo para a densidade do solo de 1,311 g/cm³. A análise de estabilidade em água demonstrou na percepção visual porosidade mediana (50,73%), bem como alta resistência a deformação em estado de saturação, preservando a estrutura em blocos angulares e ao aplicar um estresse mecânico (pequena pressão) a amostra subdivide em pequenas estruturas.
- Na camada B/C (amostra 03) apresenta característica morfológica semelhante a camada anterior, exceto por apresentar baixa porosidade fissural (48,0%) e provavelmente em decorrência da presença de seixos milimétricos e quartzo centimétricos, favorecendo para um ligeiro aumento na densidade do solo de 1,383 g/cm³. A análise de estabilidade em água demonstrou uma ligeira diminuição da resistência a deformação se comparado com camada anterior, com rompimento das partículas superficiais e ao aplicar um estresse mecânico (pequena pressão) ocorreu rompimento de parte das partículas e o restante do torrão subdividiu-se em pequenos blocos angulares.

Tendo em vista as pequenas variações em relação a morfologia e a densidade do solo, entende-se que nas camadas do solo apresentam comportamento homogênea, o que condiciona a não existência de camadas de maior e menor suscetibilidade a deformação.

Os atributos morfológicos das 02 camadas da **alterita**, correspondente as amostras 04 e 05, constituída pelos finos agregados de filitos, apresentando textura silte-argiloso, estrutura em bloco subangular a angular, transição gradual ondulada a ondulada.

- A amostra 04 apresenta característica semelhante a camada Bi (amostra 02), destaca-se por apresentar porosidade tubular e fissural abundante, resultando em uma ligeira diminuição na densidade do solo de 1,310 g/cm³. A análise de estabilidade em água demonstrou que em 1 minuto parte das partículas superficiais se desintegraram e o restante da amostra subdividiu em pequenos blocos sub-angulares, não necessitando aplicar um estresse mecânico (pressão) para o desprendimento das partículas.
- A amostra 05 apresenta característica morfológicas semelhantes a amostra 04 (horizonte anterior), contudo a amostra 05 apresenta porosidade fina abundante e tubular pouco frequente, representando porosidade total maior (51,29%) do que as camadas superiores e consequentemente a densidade do solo é menor 1,296 g/cm³.

A característica morfológica da alterita neste perfil analisado, apresentou poucas variações o que condiciona uma certa homogeneidade entre as camadas, portanto não apresentando característica pedogeotécnica determinante para ocorrência da deformação em encosta sujeita a interferência antrópica, (corte em taludes por construção civil ou abertura de estradas), tal fato constatado em vistoria de campo nas áreas que apresentam esta característica morfológica.

Gráfico 12 - Densidade das amostras de solo - P03

Conforme o **Gráfico 12**, a densidade das amostras de solo e da alterita não apresentam grandes variações. Para os solos a variação da densidade do solo foram em decorrência da presença da atividade biológica e da porosidade tubular e fissural, já para a alterita a variação na frequência da porosidade tubular e fissural foi determinante para a diferença da densidade do solo e da porosidade total.

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA DO PERFIL 03 (P03)						
Data	30/01/2014	Coordenadas: E 309.399 m e S 7.407.615 m - Datum WGS 84	Endereço: Rua Recife		Bairro: Cidade São Pedro, Gleba C, Santana de Parnaíba - SP	
Classificação Pedológica: Cambissolo Háplico		Situação: Base da encosta de morrote baixo, convexo		Litologia: Filitos com intercalações de metassiltitos		Uso da terra: Área parcialmente edificada com vegetação arbustiva e/ou gramínea
				Declividade: 15 -20%		Orientação da vertente: entre sul (s) e sudoeste (SW)

OBS: Para analisar a estabilidade das estruturas em água, foi imerso amostras de dimensões diversificadas em mesmo recipiente. Esta técnica ocorreu para verificar se o comportamento das amostras eram diferentes, no entanto observou que independente do diâmetro da amostra não modifica o resultado.

na - não analisado (amostra não coletada para análise)

Figura 58 - Descrição morfológica do Perfil 03 (P03)

Descrição Morfológica do Perfil 04

O Perfil 04 é representado por 09 camadas com análise da densidade do solo (**Gráfico 13**), sendo 05 correspondente ao solo (derivados da evolução pedogenética) e 04 amostras da alterita.

Os atributos morfológicos das 05 camadas do **solo**, correspondente ao Cambissolo Háptico de textura argilo-siltosa a silte-argiloso, estrutura grumosa (moderada e pequena) a estrutura granular moderada e blocos subangular (fracos e pequenas), cor bruno avermelhado (2,5YR 4/6, 2,5YR 4/4, 10R 4/6, 10R 4/8 e 10R 4/4), transição predominante ondulada a difusa (**Figura 59**).

- A camada A (amostra 01) e a camada A/B (amostra 02) apresentam morfologias semelhantes, com textura argila-siltosa, presença de atividade biológica (raízes muito finas e fezes de minhoca), estrutura grumosa, moderada a pequena e presença de cascalho de quartzo. A densidade do solo de ambas as amostras são similares, a amostra 01 com 1,088 g/cm³ e a amostra 02 com 1,020 g/cm³. A análise de estabilidade em água na amostra 01 (59,09% porosidade) demonstrou resistência a deformação e ao aplicar um estresse mecânico (pequena pressão) houve rompimento em pequenos grumos com presença de pequenas fissuras, já na amostra 02 (camada A/B), esta apresenta evidência de maior porosidade que a camada anterior (61,65%), mas a estrutura apresenta preservada e ao aplicar uma pequena pressão a estrutura se rompe com maior facilidade.
- Na camada Bi (amostra 03) apresenta composição granulométrica de menor fração de argila que na camada anterior (A/B), atividade biológica (raízes muito finas raras e com muitos canais biológicos de até 1mm), estrutura em blocos subangulares, fraca, que se desfaz em granular, presença de quartzo facetado, transição ondulada a difusa. Por apresentar maior espaço vazios que horizonte anterior (66,04% porosidade), apresenta menor densidade no solo de 0,903 g/cm³. A análise de estabilidade em água demonstrou resistência a deformação e ao aplicar um estresse mecânico (pequena pressão) houve um rompimento de parte da estrutura em partícula e o restante subdividiu em pequenos blocos granulares.
- As amostras 04 e 05 da camada B/C, apresentam características morfológicas semelhantes, de textura silte-argiloso, com redução da atividade biológica, estrutura granular moderada e blocos subangulares, fracos e pequenos, com presença de bolsões de

cascalhos de quartzo, apresentam densidade do solo similares, a amostra 04 de 0,945 g/cm³ e amostra 05 com 0,962 g/cm³. Na análise da estabilidade em água demonstraram que ambas as amostras possuem resistência a deformação por preservar a estrutura do solo, mas ao aplicar uma pequena pressão (estresse mecânico) a mostra 04 desintegrou em partículas, já a mostra 05 parte da estrutura subdividiu em pequenos blocos subangulares e o restante rompeu em partículas.

Tendo em vista as pequenas variações em relação a morfologia e a densidade do solo, entende-se que nas camadas do solo apresentam comportamento pedogeotécnico homogênea ao longo das camadas.

Os atributos morfológicos das 04 camadas da alterita, correspondente as amostras 06 a 09, constituída pelos finos agregados de filitos, apresentando textura silte-argiloso, estrutura subangular fraca que se desfaz em granular, bem como nas camadas subjacentes em decorrência da intensa alteração indícios da estrutura da rocha, apresentam fragmentos de quartzo facetado de ate 1cm e rocha milimétrica alterada, transição difusa ondulada a plana ondulada.

- A mostra 06 apresenta estrutura em bloco subangular pequeno, com grau de desenvolvimento moderado, com presença de alguns micro agregados, material bastante solto, com maior proporção de espaço poroso que sólidos (inferida pela consistência e percepção visual), resultando menor densidade do solo que as camadas subjacentes com 0,935 g/cm³. A análise de estabilidade em água demonstrou resistência a deformação e ao aplicar um estresse mecânico (pequena pressão) houve um rompimento de parte da amostra em partículas e o restante subdividiu em pequenos blocos subgranulares.
- As amostras 07 e 08 apresentam morfologias semelhantes, com textura silte-argiloso, estrutura em blocos subangulares, fraca, que se desfaz em granular, com presença de fragmentos de quartzo, porosidade total 60,32 %. A amostra 08 apresenta estrutura reliquiar da rocha de ate 0,5mm, condicionando a ocorrência de maior espaço poroso que a camada anterior (63,17% porosidade total), resultando a densidade do solo de 0,979 g/cm³, já a amostra 07 apresenta densidade de 1,055 g/c³. Na análise da estabilidade em água demonstraram resistência a deformação e ao aplicar um estresse mecânico (pequena pressão) ocorreu a desintegração da estrutura em partículas.
- A amostra 09 apresenta textura silte-argiloso, com alto grau de alteração, mas com evidência da rocha, material muito solto, favorecendo para a densidade do solo de 0,946 g/cm³, menor que as duas camadas antecedentes. Na análise da estabilidade em

água a amostra apresentou alta porosidade (64,40%), bem como apresenta alta resistência em estado de saturação, ao aplicar um estresse mecânico (pequena pressão) parte da amostra subdivide em pequenas estruturas subangulares e o restante se desfaz em partículas.

Com base nas características morfológicas e da densidade do solo, a alterita apresenta-se heterogeneidade nas camadas com prováveis deformações (erosão em sulcos e/ou erosão diferencial). Em contato com a água, as camadas 07 e 08 apresentaram menor resistência, podendo ocorrer deformação.

Em áreas que apresentam característica semelhante e associada a intervenção antrópica com corte em taludes (construção civil ou abertura de estradas), em especial as encostas orientadas para fases que recebem pouco insolação (sul (S), sudeste (SE) e sudoeste (SW)) podem estar sujeitas aos eventos de movimentação de massa.

Gráfico 13 - Densidade das amostras de solo - P04

Conforme o **Gráfico 13**, a densidade das amostras de solo e da alterita apresentam poucas variações. Para os solos as variações da densidade foram decorrentes da variação da estrutura e da atividade biológica, já para a alterita, a variação se dá pelo grau de alteração da rocha e pelo grau de desenvolvimento da estrutura.

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA DO PERFIL 04 (P04)										
Data	30/01/2014	Coordenadas: E 310.869 m e S 7.408.258- Datum WGS 84	Endereço: Rua da Tartaruga			Bairro: Cidade São Pedro, Gleba B, Santana de Parnaíba - SP				
Classificação Pedológica: Cambissolo Háplico		Situação: Meia encosta de morrote baixo, convexo		Litologia: Filitos com intercalações de metassiltitos		Uso da terra: Área parcialmente edificada com vegetação arbustiva e/ou gramínea		Declividade: 15 -20%		Orientação da vertente: Sudeste (SE) e Leste (E)

Prof. (m)	Perfil		Amostra	Horizonte	Distinção	Profundidade (cm)	Cor	Textura	Consistência molhado	Descrição morfológica	Densidade do solo (g/cm³)	Porosidade total (%)	Tempo da resistência da estrutura do solo em água (minutos)	Descrição da estabilidade das estruturas em água	Foto do horizonte em detalhe
	0														

OBS: Para analisar a estabilidade das estruturas em água, foi imerso amostras de dimensões diversificadas em mesmo recipiente. Esta técnica ocorreu para verificar se o comportamento das amostras eram diferentes, no entanto observou que independente do diâmetro da amostra não modifica o resultado.

na - não analisado (amostra não coletada para analise)

Figura 59 - Descrição morfológica do Perfil 04 (P04)

Descrição Morfológica do Perfil 05

O Perfil 05 é representado por 05 camadas com análise da densidade do solo (**Gráfico 14**), sendo 03 correspondente ao solo (derivados da evolução pedogenética) e 02 amostras da alterita.

Os atributos morfológicos das 03 camadas do **solo**, correspondente ao solo Cambissolo Háptico de textura argilo-siltosa a silte-argiloso, com variação entre a estrutura grumosa (moderada e pequena) a estrutura subangular moderada, cor bruno escuro (5YR 3/4) a avermelhado (2,5YR 4/6) transição predominante difusa plana(**Figura 60**).

- A camada A (amostra 01) apresenta textura argilo-siltosa, presença de atividade biológica (raízes muito finas), porosidade tubular elevada, estrutura grumosa, moderada a pequena e presença de quartzo milimétrico e fragmento de rocha. Provavelmente em decorrência da estrutura do solo e dos fragmentos de rocha e de quartzo apresentou maior densidade do solo ($1,33 \text{ g/cm}^3$) entre as camadas do solo. Na análise da estabilidade em água demonstraram resistência a deformação, mesmo ao aplicar um estresse mecânico (pequena pressão), evidenciando alto grau de resistência a coesão.
- A camada A/B (amostra 02) apresenta morfologia semelhante a camada A (amostra 01), destaca-se por apresentar microporos entre grânulos e macroporos nos canais de raízes, a estrutura grumosa fraca se desfaz em granular, material solto, provavelmente influenciou na diminuição da densidade do solo ($1,25 \text{ g/cm}^3$) se comparado com a camada anterior. Na análise da estabilidade em água demonstraram resistência a deformação e para esboroamento da mesma, foi necessário aplicar um estresse mecânico (uma pequena pressão) para desintegração em pequenas estruturas granulares.
- A camada B/C (amostra 03) apresenta textura silte argilosa, com redução da atividade biológica (raízes finas, média frequência) e provavelmente em decorrência da estrutura subangular de grau de desenvolvimento moderado, indícios da estrutura reliquiar da rocha, contribuiu para a diminuição da densidade do solo ($1,16 \text{ g/cm}^3$) se comparado com as camadas mais superficiais. Na análise da estabilidade em água esta camada apresentou característica similar a camada A/B (amostra 02).

Tendo em vista as pequenas variações em relação a estrutura, atividade biológica e a densidade do solo, as camadas do solo apresentam comportamento pedogeotécnico homogênea ao longo das camadas.

Os atributos morfológicos das 02 camadas da **alterita**, correspondente as amostras 04 e 05, constituída pelos finos agregados de filitos, apresentando textura silte-argiloso, estrutura subangular, pequena e fraca, já nas camadas subjacentes caracterizadas por alto grau de alteração, indícios da estrutura da rocha, fragmentos de quartzo facetado e rocha milimétrica alterada.

- A mostra 04 apresenta textura silte-argiloso, estrutura em bloco subangular pequeno, provavelmente por apresentar grau de desenvolvimento fraco que se desfaz em granular e alta porosidade (58,32%), contribuindo para a menor densidade do solo (1,11 g/cm³) entre as camadas. Na análise da estabilidade em água demonstraram resistência a deformação e ao aplicar um estresse mecânico (uma pequena pressão) ocorreu a desintegração das partículas nas laterais e o restante rompeu em pequenas estruturas subgranulares.
- A amostra 05 apresenta textura silte-argiloso, com alto grau de alteração com ocorrência de fragmentos da rocha, nesta camada não foi realizada coleta de amostra para análise da densidade do solo e da resistência.

Neste perfil não é possível fazer uma análise morfológica e da densidade do solo, considerando que foi realizada apenas uma coleta de solo entre as camadas C.

Gráfico 14 - Densidade das amostras de solo - P05

Conforme o **Gráfico 14**, a densidade das amostras de solo e da alterita apresentam poucas variações. Para os solos a variação da densidade do solo foram em decorrência da variação da estrutura e do grau de desenvolvimento, já para a alterita não foi possível realizar uma comparação.

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA DO PERFIL 05 (P05)						
Data	30/01/2014	Coordenadas: E 309.654m e S 7.408.254m - Datum WGS 84		Endereço: Avenida Conselheiro Ramalho		Bairro: Cidade São Pedro, Gleba A, Santana de Parnaíba - SP
Classificação Pedológica: Cambissolo Háplico		Situação: Base da encosta de morrote baixo, convexo		Litologia: Filitos com intercalações de metassiltitos	Uso da terra: Área parcialmente edificada com vegetação arbustiva e/ou gramínea	Declividade: 15 -20% Orientação da vertente:Oeste (W)

Prof. (m)	Perfil	Amostra	Horizonte	Distinção	Profundidade (cm)	Cor	Textura	Consistência molhado	Descrição morfológica	Densidade do solo (g/cm³)	Porosidade total (%)	Tempo da resistência da estrutura do solo em água (minutos)	Descrição da estabilidade das estruturas em água	Foto do horizonte em detalhe	
0		01	A	Solo	0,0 - 0,19	5YR 3/4	Média	Ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa.	Argilo-siltosa, cor bruno escuro, atividade biológica (raízes finas), porosidade tubular elevada (inferido pela percepção visual), estrutura grumosa, pequena e moderada, transição difusa plana, presença de fragmentos de rocha e quartzo milimétrico, arestado.	1,33	50,07	2	Ao inserir a amostra de solo em água a estrutura é preservada. Após 2 minutos, ao aplicar uma pressão sobre a amostra saturada não ocorre o rompimento, o que condiciona o alta grau de resistência de coesão entre as partículas.		
		02	Bi		0,19 - 0,40	2,5YR 4/6	Média	Ligeiramente plástica e pouco pegajosa.	Argilo-siltosa, , cor bruno escuro, atividade biológica (raízes finas), alta porosidade com microporos entre grânulos e macroporos nos canais de raízes, estrutura grumosa, fraca que se desfaz em granular, material solto, transição difusa a plana, presença de fragmentos de rocha e quartzo de até 2cm facetados.	1,25	52,98	2	Ao inserir a amostra de solo em água a estrutura é preservada. Após 2 minutos é aplica uma pressão sobre a mostra, parte da estrutura se rompe em partículas e o restante se divide em pequenas estruturas granulares.		
1		03	B/C		0,40 - 0,74	2,5YR 4/6	Média	Ligeiramente plástica e pegajosa	Silte-argiloso, cor bruno avermelhado, atividade biológica (raízes finas, media frequência), estrutura subangular moderada, com indícios da estrutura da rocha, presença de fragmentos centimétricos da rocha, transição difusa plana a difusa.	1,16	56,48	2	Ao inserir a amostra de solo em água a estrutura é preservada. Após 2 minutos é aplica uma pressão sobre a mostra, parte da estrutura se rompe em partículas e o restante se divide em pequenas estruturas subangulares.		
		2	04	C	Alterita	0,74 - 0,94	2,5YR 4/6	Siltosa	Ligeiramente plástica e pouco pegajosa.	Silte-argiloso, cor bruno avermelhado, estrutura subangular, pequena e fraca que se desfaz em granular, com fragmentos de rocha centimétrica faceta e bem preservado, com alta porosidade (inferido pela percepção visual.	1,11	58,32	2	Ao inserir a amostra de solo em água a estrutura é preservada. Após 2 minutos é aplica uma pressão sobre a mostra, parte da estrutura se rompe em partículas e o restante se divide em pequenas estruturas subgranulares. Este horizonte apresenta menor resistência que o anterior.	
			05			0,94 - 1,77	2,5YR 4/6	Siltosa	Ligeiramente plástica e pouco pegajosa.	Silte-argiloso, cor bruno avermelhado, rocha ligeiramente alterada.	Não analisado	Não analisado	Não analisado	Não analisado	

OBS: Para analisar a estabilidade das estruturas em água, foi imerso amostras de dimensões diversificadas em mesmo recipiente. Esta técnica ocorreu para verificar se o comportamento das amostras eram diferentes, no entanto observou que independente do diâmetro da amostra não modifica o resultado.

na - não analisado (amostra não coletada para análise)

Figura 60 - Descrição morfológica do Perfil 05 (P05)

Descrição Morfológica do Perfil 06

O Perfil 06 é representado por 09 camadas com análise da morfologia (**Gráfico 15**), sendo 03 correspondente ao solo (derivados da evolução pedogenética) e 06 amostras a alterita. Foram analisadas 03 amostras de solo para averiguação da densidade do solo e da resistência da estrutura, distribuída entre: camada pedológica do Cambissolo Háplico latossólico (camada Bi - amostra 03 e amostra 3'3) e alterita (camada C - amostra 06).

Os atributos morfológicos das 03 camadas do solo, correspondente ao Cambissolo Háplico latossólico de textura argilo-siltosa a silte-argiloso, estrutura colunar herdada da rocha pouco alterada, estrutura pouco desenvolvida a cerosidade moderada a forte, cor bruno avermelhado (7,5R 3/6, 7,5R 4/6, 10R 4/8), transição predominante difusa plana a ondulada (**Figura 61**).

- A camada A (amostra 01) apresenta textura argilo-siltosa, presença de atividade biológica (raízes muito finas e raras, presença de muitas formigas), presença de pequenos grãos de quartzo e mica (menor de 1mm), porosidade fissural associada a fratura da estrutura. Acima desta camada, apresenta aproximadamente 3m de solo aparentemente com as mesmas características, no entanto não foi possível a análise em decorrência do difícil acesso associado a altura.
- A camada A/B (amostra 02) apresenta morfologia semelhante a camada A (amostra 01), destaca-se por apresentar estrutura mais dura.
- A camada Bi (amostra 03) apresenta morfologia semelhante a camada A e A/B, destaca-se por apresentar bolsões de estrutura latossólica micro agregada, interno aos agregados nas fissuras, transição difusa plana a ondulada, porosidade fissural. Nesta camada foi realizada a coleta da amostra de solo para análise da densidade do solo (1,11 g/cm³) e da resistência das estruturas. A análise da estabilidade em água demonstrou resistência a deformação e ao aplicar um estresse mecânico (uma pequena pressão) desintegrou em pequenos blocos colunares. Nesta camada foram identificadas a presença de 03 bolsões com estrutura latossólica (amostras 3'1, 3'2 e 3'3), conforme descrito:
 - ✓ A amostra 3'1 caracterizada por apresentar bolsão com estrutura em blocos angulares herdada da rocha, mas com grande quantidade de material organizado em estrutura micro agregada. Os bolsões apresentam-se com pedogênese mais avançada em relação ao horizonte como um todo.

- ✓ A amostra 3'2 caracterizado por apresentar bolsão com características e estrutura latossólica intermediária entre os bolsões 3'1 e 3'3.
- ✓ A amostra 3'3 caracterizado por apresentar bolsão com estrutura da rocha menos evidente que o bolsão 3'1. A estrutura em blocos angulares são menores e mais fracos, moderada a forte, embora se perceba algum fragmento milimétrica de rocha, o que contribui para ocorrência da densidade do solo de 0,92 g/cm³. A densidade do solo provavelmente apresenta menor do que a mostra 03 por apresentar solo mais estruturado, menores e mais fracos, favorecendo a ocorrência de maior espaço poroso que sólidos, maior capacidade de absorção da água em decorrência dos poros.

Na análise da estabilidade em água demonstraram resistência a deformação e ao aplicar um estresse mecânico (uma pequena pressão) ocorreu a desintegração em partículas, provavelmente associado a menor resistência da estrutura do solo.

As camadas do solo apresentam pequenas variações em relação a estrutura, atividade biológica, com distinção apenas em relação ao grau de desenvolvido nos bolsões latossólicos o que condiciona um comportamento pedogeotécnico homogênea ao longo das camadas.

Os atributos morfológicos das 06 camadas da **alterita**, correspondente as amostras 04 a 09, constituída pelos finos agregados de filitos, apresentando textura silte-argiloso. As camadas da alterita assentadas sobre linha de seixos, apresentam bolsões com estrutura microagregada, coloração variando entre bruno avermelhado (7,5R 4/6) a bruno avermelhado claro, variegado (10R 5/8, 5YR 6/8 e 7,5YR 7/8).

- A mostra 04 apresenta textura silte-argiloso, com baixo grau de alteração e estrutura herdada da rocha, presença de grandes seixos de até 10cm e formação de estrutura microagregada em bolsões.
- A mostra 05 é representada por bolsão de rocha menos alterada que os horizontes 4 e 6.
- A mostra 06 apresenta textura silte argiloso, com variação em relação as camadas sobrejacentes por apresentar alterita menos alterada que o camada 4. Apresenta bolsões de estrutura microagregadas, com presença de seixos milimétricos a centímetros de quartzo e rocha arestada. Na análise de estabilidade em água apenas ocorreu desintegração das partículas nas laterais da estrutura do solo (alívio de pressão). Para

esboroamento da mesma, foi necessário aplicar um estresse mecânico (uma pequena pressão) para desintegração.

- A mostra 07 apresenta menos alteração que a camada 6, com presença de seixos e quartzo de maior proporção e diâmetro.
- A amostra 08 apresenta linha de cascalheira de 0,20 a 0,30m sobre a alterita. Na encosta onde foi analisado este perfil a cascalheira pode apresentar até 0,70m de profundidade, sendo este o local de maior representatividade em relação a profundidade da cascalheira da área de estudo.
- A camada 09 é representada pela alterita com alto grau de alteração.

Com base nas características morfológicas, a alterita apresenta-se poucas variações, destaca-se na camada 06 por apresentar solo com maior grau de alteração e portanto maior suscetibilidade a deformação por erosão em sulcos e/ou erosão diferencial. No **gráfico 15** é possível verificar a variação entre a densidade do solo das camadas pedológicas e da alterita.

Gráfico 15 - Densidade das amostras de solo - P06

Conforme o **Gráfico 15**, a densidade das amostras de solo e da alterita apresentam poucas variações. Para os solos a variação da densidade do solo foram em decorrência da variação da estrutura e do grau de desenvolvimento, já para a alterita não foi possível realizar uma comparação por ter realizado apenas uma coleta de amostra.

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA DO PERFIL 06 (P06)									
Data	03/02/2014	Coordenadas: E 310.354m e S 7.408.768m - Datum WGS 84	Endereço: Avenida Jaguarí	Bairro: Cidade São Pedro, Gleba A, Santana de Parnaíba - SP					
Classificação Pedológica: Cambissolo Háplico latossólico (estrutura latossólica mais restrita a bolsões)			Situação: Base da encosta de morrote, convexo	Litologia: Filitos com intercalações de metassiltitos			Uso da terra: Área parcialmente edificada com vegetação arbustiva e/ou gramínea	Declividade: 22-30%	Orientação da vertente: Norte (N)

Prof. (m)		Perfil	Amostra	Horizonte	Distinção	Profundidade (cm)	Cor	Textura	Consistência molhado	Descrição morfológica	Densidade do solo (g/cm³)	Porosidade total (%)	Tempo da resistência da estrutura do solo em água (minutos)	Descrição da estabilidade das estruturas em água	Foto do horizonte em detalhe
0			01	-	Solo	3,00 - 3,23	7,5R 3/6	Média	Pouco, ligeiramente plástica e pegajosa	Argilo-siltosa, cor bruno avermelhado, atividade biológica (raízes muito finas e raras e presença de muitas formigas), estrutura colunar herdada da rocha pouco alterada, presença de pequenos grão de quartzo e mica (menor de 1mm), apesar da estrutura pouco desenvolvida a cerosidade, moderada a forte, transição ondulada, porosidade fissural associada a fratura da estrutura..	Não analisado	Não analisa-do	Não analisado	Não analisado
			02	-		3,23 - 3,74	10R 4/8	Siltosa	Ligeiramente plástica e pouco pegajosa	Silte-argiloso, cor bruno avermelhado, atividade biológica (raízes muito finas e raras e presença de muitas formigas), estrutura colunar herdada da rocha pouco alterada. Esta estrutura é mais firme que o horizonte A e ocorre presença de pequenos grão de quartzo e mica (menor de 1mm), apesar da estrutura pouco desenvolvida a cerosidade, moderada a forte, transição difusa e plana, porosidade fissural associada a fratura da estrutura..	Não analisado	Não analisa-do	Não analisado	Não analisado
1		03	Bi	3,23 - 3,74		7,5R 4/6	Siltosa	Pouco, ligeiramente plástica e pegajosa	Silte-argiloso, cor bruno avermelhado, atividade biológica (raízes muito finas e raras e presença de muitas formigas), estrutura colunar herdada da rocha pouco alterada, apesar da estrutura pouco desenvolvida a cerosidade, moderada a forte. Neste horizonte apresenta bolsões de estrutura latossólica micro agregada, interno aos agregados nas fissuras, transição difusa plana a ondulada, porosidade fissural associada a fratura da estrutura.	1,11	58,14	2	Ao inserir a amostra de solo em água a estrutura é preservada. Após 2 minutos é aplica uma força sobre a mostra, ocorre o rompimento em pequenos blocos colunares.
		3'1		3,32 - 3,44		7,5R 4/6	Siltosa	Pouco, ligeiramente plástica e pegajosa	Silte-argiloso, cor bruno avermelhado, bolsão com estrutura em blocos angulares herdada da rocha, mas com grande quantidade de material organizado em estrutura micro agregada. Os bolsões apresentam-se com pedogênese mais avançada em relação ao horizonte como um todo.	Não analisado	Não analisa-do	Não analisado	Não analisado		
		3'2		3,41 - 3,49		7,5R 4/6	Siltosa	Pouco, ligeiramente plástica e pegajosa	Silte-argiloso, cor bruno avermelhado, bolsão com características e estrutura latossólica intermediaria entre os bolsões 3'1 e 3'3.	Não analisado	Não analisa-do	Não analisado	Não analisado		
		3'3		3,50 - 3,60		7,5R 4/6	Siltosa	Ligeiramente plástica e pouco pegajosa	Silte-argiloso, cor bruno avermelhado, bolsão com estrutura da rocha menos evidente que o bolsão 3'1. A estrutura em blocos angulares são menores e mais fracos, moderada a forte, embora se perceba algum fragmento milimétrica de rocha.	0,92	65,50	2	Ao inserir a amostra de solo em água a estrutura é preservada. Após 2 minutos é aplica uma força sobre a mostra, ocorre o rompimento de todas as partículas do solo.		
2		04	C	Alterita	3,74 - 3,93	10R 5/8	Siltosa	Ligeiramente plástica e pouco pegajosa	Silte-argiloso, cor bruno avermelhado claro, variegado, com baixo grau de alteração e estrutura herdada da rocha, presença de grandes blocos de seixos de até 10cm e formação de estrutura microagregada em bolsões.	Não analisado	Não analisa-do	Não analisado	Não analisado
		05			3,93 - 3,13	5YR 6/8	Siltosa	Ligeiramente plástica e pouco pegajosa	Silte-argiloso, cor bruno avermelhado claro, variegado. Bolsão de rocha menos alterada que os horizontes 4 e 6.	Não analisado	Não analisa-do	Não analisado	Não analisado
		06			3,93 - 4,13	5YR 6/8	Siltosa	Ligeiramente plástica e pouco pegajosa	Silte-argiloso, cor bruno avermelhado claro, variegado. Alterita menos alterada que o horizonte 4 e com pequenos bolsões de estrutura microagregadas, com presença de seixos milimétricos a centímetros de quartzo e rocha arestada.	1,16	56,53	2	Ao inserir a amostra de solo em água, ocorre o rompimento de parte da amostra em partículas. Após 2 minutos ao aplica uma pequena força sobre o restante da amostra a estrutura é rompida.
		07			4,13 - 4,23	7.5YR 7/8	Siltosa	Ligeiramente plástica e pouco pegajosa	Silte-argiloso, cor bruno avermelhado claro, variegado. Alterita menos alterada que o horizonte 6, com presença de maior quantidade de seixos e quartzo.	Não analisado	Não analisa-do	Não analisado	Não analisado

Amostra	Horizonte	Distinção	Profundidade (cm)	Cor	Textura	Consistência molhado	Descrição morfológica	Densidade do solo (g/cm³)	Porosidade total (%)	Tempo da resistência da estrutura do solo em água (minutos)	Descrição da estabilidade das estruturas em água	Foto do horizonte em detalhe
08			4,23 - 4,56	-	-	-	Linha de cascalheira de 0,20 a 0,30 m sobre a rocha sã.	Não analisado	Não analisa-do	Não analisado	Não analisado
09	C	Alterita	4,56 - 4,79	-	-	-	Alterita com alto grau de alteração	Não analisado	Não analisa-do	Não analisado	Não analisado

OBS: Para analisar a estabilidade das estruturas em água, foi imerso amostras de dimensões diversificadas em mesmo recipiente. Esta técnica ocorreu para verificar se o comportamento das amostras eram diferentes, no entanto observou que independente do diâmetro da amostra não modifica o resultado.

Acima da 1º camada analisada apresenta cerca de 3m de solo aparentemente com as mesmas características, no entanto não foi possível a análise em decorrência do difícil acesso associado a altura.

na - não analisado (amostra não coletada para análise)

Figura 61 - Descrição morfológica do Perfil 06 (P06)

Descrição Morfológica do Perfil 07

O Perfil 06 é representado por 07 camadas com análise da densidade do solo (**Gráfico 16**), sendo 05 correspondente ao solo (derivados da evolução pedogenética) e 02 amostras da alterita.

Os atributos morfológicos das 05 camadas do **solo**, correspondente ao solo Cambissolo Háptico latossólico de textura silte-argiloso, estrutura em blocos subangulares com variações entre fraca que se desfaz em grumos, grau de desenvolvimento forte, consistência seca variando entre muito forte, moderada a fraca, atividade biológica presente (raízes finas), porosidade fissural e tubular associada a presença de raízes, cor bruno (7,5YR 3/3 e 5YR 4/6) a bruno avermelhado (2,5YR 4/4 e 2,5YR 4/6), transição predominante difusa plana(**Figura 62**).

- A camada A (amostra 01) apresenta textura silte-argiloso, cor bruno escuro (7,5YR 3/3), atividade biológica (formiga e raízes finas), porosidade fissural e tubular associada a presença de raízes, estrutura em blocos subangulares, fraca que se desfaz em grumos, presença de cascalho, areia grossa de quartzo e fragmentos menor de 1mm de rocha, transição difusa plana. Possivelmente em decorrência da mal estruturação grumosa com predominância de ácido fúlvico, apresenta densidade do solo maior (1,21 g/cm³) que as camadas subjacentes. Na análise da estabilidade em água demonstraram resistência a deformação e ao aplicar um estresse mecânico (uma pequena pressão) ocorreu a desintegração da estrutura em pequenos grumos.
- A camada A/B (amostra 02) apresenta textura silte-argiloso, cor bruno escuro (7,5YR 3/3), atividade biológica (raízes finas), porosidade fissural com canais associados a pedofauna, cerosidade moderada, estrutura em blocos subangulares, com maior resistência que a camada anterior, forte, consistência seca muito forte, presença de fragmentos menor de 1mm de rocha e quartzo, transição difusa plana. Esta camada apresentou densidade do solo menor (1,18 g/cm³) que a camada A, provavelmente em decorrência dos canais associados a pedofauna e a estrutura do solo em blocos subangulares, permitindo maiores vazios o que corresponde a diminuição da densidade. Na análise de estabilidade em água apenas ocorreu desintegração das partículas nas laterais da estrutura do solo (alívio de pressão). Para esboroamento da mesma, foi necessário aplicar um estresse mecânico (uma pequena pressão) para desintegração em pequenos blocos subangulares.

- A camada A/B (amostra 03) apresenta morfologia semelhante a amostra 02, destaca-se por apresentar menos cerosidade. Nesta camada registrou a menor densidade do solo ($0,94 \text{ g/cm}^3$), provavelmente em decorrência da textura mais siltosa e associada com a atividade biológica, favorecendo maiores espaços vazios entre as estruturas do solo. A estabilidade em água, foi semelhante a amostra anterior.
- A camada Bi (amostra 04) apresenta textura e atividade biológica semelhante as camadas anteriores, com destaca-se para a estrutura em blocos subangulares, com grau de desenvolvimento médio, moderada a fraca, consistência seca fraca e que se rompem em microagregados, pequenos bolsões de estrutura microagregado. Nesta camada foi identificado um ligeiro aumento da densidade do solo ($1,00 \text{ g/cm}^3$) se comparado com a amostra anterior, provavelmente em decorrência da redução da atividade biológica. A análise da estabilidade em água demonstrou resistência a deformação e ao aplicar um estresse mecânico (uma pequena pressão) ocorrendo rompimento em pequenos microagregados.
- A camada B/C (amostra 05) apresenta morfologia semelhante a amostra 04, destaca-se por apresentar densidade do solo um pouco mais elevada com $1,13 \text{ g/cm}^3$. A análise da estabilidade em água demonstrou resistência a deformação e ao aplicar um estresse mecânico (uma pequena pressão) ocorrendo rompimento em pequenas estruturas subangulares.

As camadas do solo apresentam pequenas variações em relação a estrutura, atividade biológica e a densidade do solo, condicionando um comportamento pedogeotécnico homogênea ao longo das camadas.

Os atributos morfológicos das 02 camadas da **alterita**, correspondente as amostras 06 e 07, constituída pelos finos agregados de filitos, apresentando textura silte-argiloso, cor bruno avermelhado (2,5YR 4/6), estrutura em blocos subangulares com resquício da rocha que se desfaz em microagregados, presença de cascalho de quartzo e fragmentos da rocha, transição difusa plana.

- As mostras 06 e 07 apresentam características semelhantes, destaca-se que na amostra 07 a estrutura da rocha é mais evidente que na camada anterior, o que provavelmente favoreceu um pequeno aumento na densidade do solo ($1,08 \text{ g/cm}^3$), se comparado com a amostra 06 ($1,04 \text{ g/cm}^3$). Ambas as amostras apresentaram a mesma estabilidade em água, demonstrando resistência a deformação, mas ao aplicar estresse mecânico (uma

pequena pressão) ocorrendo desprendimento do solo em pequenas estruturas subangulares.

Com base nas características morfológicas, tanto o solo como a alterita apresentaram poucas variações, condicionando um caráter pedogeotécnico homogêneo.

No **gráfico 16** é possível verificar a variação entre a densidade do solo ao longo das camadas do perfil (P07).

Gráfico 16 - Densidade das amostras de solo - P07

Conforme o **Gráfico 16**, a densidade das amostras de solo apresentam maiores variações do que a alterita, fato possivelmente associado ao grau de desenvolvimento da estrutura do solo e da atividade biológica. No entanto, estas variações apresentaram comportamentos homogêneos, mesmo quando avaliado a estabilidade em água.

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA DO PERFIL 07 (P07)						
Data	03/02/2014	Coordenadas: E 310.743m e S 7.408.578m - Datum WGS 84		Endereço: Avenida Jaguarí		Bairro: Cidade São Pedro, Gleba B, Santana de Parnaíba - SP
Classificação Pedológica: Cambissolo Háplico latossólico		Situação: Base da encosta de morrote baixo, convexo	Litologia: Filitos com intercalações de metassiltitos		Uso da terra: Área parcialmente edificada com vegetação arbustiva e/ou gramínea	Declividade: 15 -20% Orientação da vertente: norte (N)

Prof. (m)	Perfil	Amostra	Horizonte	Distinção	Profundidade (cm)	Cor	Textura	Consistência molhado	Descrição morfológica	Densidade do solo (g/cm³)	Porosidade total (%)	Tempo da resistência da estrutura do solo em água (minutos)	Descrição da estabilidade das estruturas em água	Foto do horizonte em detalhe
0		01	A	Solo	0,05 - 0,21	7,5YR 3/3	Média	Ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa	Silte-argiloso, cor bruno escuro, atividade biológica (formiga e raízes finas), porosidade fissural e tubular associada a presença de raízes, estrutura em bloco subangular, fraca que se desfaz em grumos, presença de cascalho e areia grossa de quartzo e fragmentos menor de 1mm de rocha, transição difusa plana.	1,21	54,38	2	Ao inserir a amostra de solo em água a estrutura é preservada. Após 2 minutos é aplica uma pressão sobre a mostra, ocorrendo o rompimento em pequenos grumos.
		02	A/B		0,21 - 0,57	5YR 4/6	Média	Ligeiramente plástica e pouco pegajosa	Silte-argiloso, cor bruno escuro, atividade biológica (raízes finas), porosidade fissural com canais associados a pedofauna, cerosidade moderada, estrutura em bloco subangular, forte, consistência seca muito forte, presença de fragmentos menor de 1mm de rocha e quartzo, transição difusa plana.	1,18	55,71	2	Ao inserir a amostra de solo em água a estrutura é preservada. Após 2 minutos é aplica uma pressão sobre a mostra, ocorrendo o rompimento em pequenos blocos subangulares.
		03			0,30 - 0,57	2,5YR 4/4	Siltosa	Ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa	Silte pouco argiloso, cor bruno avermelhado, atividade biológica (raízes finas), porosidade fissural com canais associados a pedofauna, menos cerosidade que horizonte anterior, estrutura em bloco subangular, forte, consistência seca muito forte, presença de fragmentos menor de 1mm de rocha e quartzo, transição difusa plana a ondulada.	0,94	64,52	2
1		04	Bi	Alterita	0,57 - 0,76	2,5YR 4/6	Siltosa	Ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa	Silte pouco argiloso, cor bruno avermelhado, atividade biológica (raízes pequenas e raras), porosidade fissural e tubular, estrutura em bloco subangular, média moderada a fraca, consistência seca fraca e se desfaz em microagregados, pequenos bolsões de estrutura microagregado, transição difusa plana.	1,00	62,38	2	Ao inserir a amostra de solo em água a estrutura é preservada. Após 2 minutos é aplica uma pressão sobre a mostra, ocorrendo o rompimento em pequenos microagregados. A amostra em água apresentou média porosidade.
		05	B/C		0,76 - 1,13	2,5YR 4/6	Siltosa	Ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa	Silte pouco argiloso, cor bruno avermelhado, atividade biológica (raízes finas e raras), porosidade fissural e tubular, estrutura em bloco subangular, moderada, condicionada pela estrutura da rocha, existe estrutura microagregada em muitas fissuras, presença de fragmentos de rocha de até 1mm, transição plana a ondulada.	1,13	57,57	2	Ao inserir a amostra de solo em água a estrutura é preservada. Após 2 minutos é aplica uma pressão sobre a mostra, ocorrendo o rompimento em pequenos microagregados. A amostra em água apresentou média porosidade.
		06	C		1,13 - 1,25	2,5YR 4/6	Siltosa	Ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa	Silte pouco argiloso, cor bruno avermelhado, estrutura em bloco subangular com resquício da rocha que se desfaz em microagregados, presença de cascalho de quartzo e fragmentos da rocha, transição difusa plana.	1,04	60,79	2
2		07			1,25 - 1,76	2,5YR 4/6	Siltosa	Ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa	Silte pouco argiloso, cor bruno amarelo variegado, estrutura em bloco subangular com poucos resquício da rocha que se desfaz em microagregados, a estrutura da rocha é mais evidente que horizonte anterior, presença de cascalho de quartzo e fragmentos da rocha, porosidade microporos e fissuras entre os agregados, transição difusa plana.	1,08	59,47	2

OBS: Para analisar a estabilidade das estruturas em água, foi imerso amostras de dimensões diversificadas em mesmo recipiente. Esta técnica ocorreu para verificar se o comportamento das amostras eram diferentes, no entanto observou que independente do diâmetro da amostra não modifica o resultado.

Acima do horizonte A apresenta uma camada de solo proveniente de movimentação de massa, portanto iniciou a análise a partir de 0,05 cm (profundidade)

Figura 62 - Descrição morfológica do Perfil 07 (P07)

Descrição Morfológica do Perfil 08

O Perfil 08 é representado por 07 camadas com análise da morfologia (**Gráfico 17**), sendo 04 correspondente ao solo (derivados da evolução pedogenética) e 03 amostras da alterita. Foram analisadas 05 amostras de solo para averiguação da densidade do solo e da resistência da estrutura, distribuída entre: camada pedológica do Cambissolo Háptico latossólico (camadas A, Bi e B/C - amostras 01 a 03 e 3'1) e alterita (camada C - amostras 04, 4'1 e 05).

Os atributos morfológicos das 04 camadas do **solo**, apresentam textura argilo-siltosa a silte-argiloso, cor bruno amarelado (10YR 5/8 e 7,5YR 5/6), presença de atividade biológica (raízes finas raras), porosidade fissural, estrutura bloco subangular, herdada da rocha e ocorrência de grânulos de quartzo, transição difusa plana a ondulada (**Figura 63**).

- As camadas A (amostra 01) e Bi (amostra 02) apresentam as mesma característica morfológicas representadas por: argilo-siltosa, cor bruno amarelado (10YR 5/8 e 7,5YR 5/6), atividade biológica (raízes finas raras), porosidade fissural, estrutura bloco subangular, herdada da rocha, possui grânulos de quartzo, transição difusa plana a ondulada. Estas camadas diferenciam apenas em relação a textura (amostra 01 - argilosa e amostra 02 - média) e a consistência (amostra 01 -plástica e ligeiramente pegajosa e amostra 02 - pouco plástica e ligeiramente pegajosa). A amostra 01 (camada A) registrou densidade do solo maior (1,22 g/cm³) que a amostra 02 (camada Bi - 1,08 g/cm³ e porosidade total 59,34 %), tal fato pode estar associado a compactação da camada superficial o que possivelmente favoreceu a redução do tamanho das estruturas, menos espaços vazios (porosidade total 54,25% da amostra 01).

Ambas as amostras apresentaram resultados semelhantes em relação a análise de estabilidade em água, demonstrando baixa resistência a deformação com rompimento parcial da estrutura em pequenos blocos subangulares e ao aplicar um estresse mecânico (uma pequena pressão) contribuiu para a desintegração total da estrutura em pequenos blocos subangulares.

- A camada B/C (amostra 03) apresenta textura silte-argiloso, de coloração bruno amarelado (7,5YR 5/6), atividade biológica (raízes finas raras), porosidade fissural, estrutura bloco subangular, herdada da rocha, possui fragmentos de quartzo de ate 1cm, com transição plana a ondulada. Possivelmente em decorrência da diminuição da atividade biológica, contribuiu para o aumento da densidade do solo (1,16 g/cm³), se comparado com a amostra 02 (camada Bi). A análise de estabilidade em água no

período de 1,30 minutos apresentou desintegração da estrutura do solo em partícula (alívio de pressão).

- A camada B/C (amostra 3'1) representada por maior grau de desenvolvimento com características de bolsões latossólicos, estrutura em bloco angular, solto, com porosidade fissural bem desenvolvida e existência de pedotúbulos milimétricos que funcionam como porosidade tubular, há pequenos bolsões com estrutura microagregado. Nesta camada não foi coletada amostra para análise da densidade do solo e da resistência a deformação.

Das camadas do solo que apresentam maiores variações são em decorrência da compactação do solo na camada superficial e a presença de bolsão com característica latossólica, que condiciona maior grau de desenvolvimento pedológico, no entanto, as 04 camadas apresentaram comportamento pedogeotécnico homogêneo.

Os atributos morfológicos das 03 camadas da **alterita**, correspondente as amostras 04, 4'1 e 05, constituída pelos finos agregados de filitos, apresentando textura silte-argiloso, cor bruno amarelado (7,5YR 5/6), com variação entre a estrutura em blocos angulares e na camada subjacente representada por resquício da rocha, transição variando entre difusa plana, difusa ondulada a ondulada. Nas primeiras camadas apresentam porosidade fissural e pedotúbulos milimétricos que funcionam como porosidade tubular.

- A camada C (amostra 04) apresenta textura silte-argiloso, de coloração bruno amarelado (7,5YR 5/6), estrutura bloco angular, porosidade fissural, transição difusa a ondulada, com densidade do solo de 1,22 g/cm³. A análise de estabilidade em água no período de 1 minuto ocorreu desintegração total da estrutura do solo em partícula (alívio de pressão).
- A amostra 4'1 (camada C) apresenta característica morfológica bem desenvolvida em relação a amostra 4, representada por estrutura bloco angular, solto, com porosidade fissural bem desenvolvida, existência de pedotúbulos milimétricos que funcionam como porosidade tubular, há pequenos bolsões com estrutura microagregado, transição ondulada. Nesta camada não foi coletada amostra para análise da densidade do solo e da resistência a deformação.

- Amostra 05 (camada C) é representada por textura silte-argiloso, cor bruno amarelado (7,5YR 5/6), com estrutura da rocha mais evidente que horizonte anterior, transição ondulada e com densidade do solo de 1,32 g/cm³. O valor da densidade do solo é maior que a amostra 04, provavelmente seja em decorrência da ausência da porosidade fissural o que representa menores espaços vazios. Na análise da estabilidade em água demonstraram alta suscetibilidade a deformação, no qual no período de 0,40 minuto, ocorreu desintegração total da estrutura do solo em partículas.

Com base nas características morfológicas, a alterita apresenta-se poucos variações, como diminuição na atividade biológica e na porosidade fissural, destaca-se na camada 05 por apresentar solo com maior suscetibilidade a deformação por erosão em sulcos e/ou erosão diferencial.

O **gráfico 17** apresenta a variação da densidade do solo ao longo das camadas do perfil (P08).

Gráfico 17 - Densidade das amostras de solo - P08

Conforme o **Gráfico 17**, a densidade das amostras de solo teve maior variação em relação a compactação da camada superior (amostra 01), já em relação a alterita a densidade do solo variaram provavelmente em decorrência da diminuição da atividade biológica. Mas com base nas características morfológicas, tanto o solo como a alterita apresentaram como variação mais significativa o grau de desenvolvimento de 02 amostras (3'1 e 4'1), representadas por bolsões com características latossólicas, mas em relação ao caráter pedogeotécnico apresentaram-se homogeneidade ao longo das camadas.

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA DO PERFIL 08 (P08)										
Data		03/02/2014		Coordenadas: E 310.428m e S 7.408.408m - Datum WGS 84			Endereço: Avenida Batista Borba		Bairro: Cidade São Pedro, Gleba A, Santana de Parnaíba - SP	
Classificação Pedológica: Cambissolo Háplico latossólico		Situação: Terço superior da encosta do morrote baixo, convexo			Litologia: Filitos com intercalações de metassiltitos		Uso da terra: Área parcialmente edificada com solo exposto e gramínea		Declividade: 15 -20%	Orientação da vertente: Entre nordeste (NE) e Leste (L)

Prof. (m)	Perfil		Amostra	Horizonte	Distinção	Profundidade (cm)	Cor	Textura	Consistência molhado	Descrição morfológica	Densidade do solo (g/cm³)	Porosidade total (%)	Tempo da resistência da estrutura do solo em água (minutos)	Descrição da estabilidade das estruturas em água	Foto do horizonte em detalhe
0			01	A	Solo	1,0 - 1,31	10YR 5/8	Argilosa	Plástica, ligeiramente pegajosa	Argilo-siltosa, cor bruno amarelado, atividade biológica (raízes finas raras), porosidade fissural, estrutura bloco subangular, herdada da rocha, possui um pouco de cascalho de quartzo, transição difusa plana a ondulada .	1,22	54,25	2	Ao inserir a amostra de solo em água, parte da estrutura se rompe em pequenos blocos subangulares. Após 2 minutos ao aplicar uma pequena pressão o restante da amostra se rompe em blocos subangulares..
			02	Bi		1,31 - 1,44	7,5YR 5/6	Média	Pouco plástica e ligeiramente pegajosa	Argilo-siltosa, cor bruno amarelado, atividade biológica (raízes finas raras), porosidade fissural, estrutura bloco subangular, herdada da rocha, possui um pouco de cascalho de quartzo, transição difusa plana a ondulada .	1,08	59,34	2
1			03	B/C		1,44 - 1,86	7,5YR 5/6	Siltosa	Ligeiramente plástica e pegajosa	Silte-argiloso, cor bruno amarelado, atividade biológica (raízes finas raras), porosidade fissural, estrutura bloco subangular, herdada da rocha, possui fragmentos de quartzo de ate 1cm, transição plana a ondulada .	1,16	56,51	1,30	A amostra imersa em água apresenta rompimento das partículas, não necessitando aplicar uma pressão. Esta amostra apresentou alta porosidade.
			3'1		1,53 - 1,57	7,5YR 5/6	Siltosa	Ligeiramente plástica e pegajosa	Silte-argiloso, cor bruno amarelado, atividade biológica (raízes finas raras), estrutura bloco angular, com porosidade fissural bem desenvolvida e existem pedotúbulos milimétricos que funcionam como porosidade tubular, há pequenos bolsões com estrutura microagregado, transição ondulada.	na	na	na	na		
2			04	C	Alterita	1,86 - 2,24	7,5YR 5/6	Siltosa	Ligeiramente plástica e pegajosa	Silte-argiloso, cor bruno amarelado, estrutura bloco angular, porosidade fissural, transição difusa a ondulada.	1,22	54,22	1	A amostra imersa em água apresenta rompimento das partículas, não necessitando aplicar uma pressão. Esta amostra apresentou média porosidade.
			4'1			1,94 - 2,05	7,5YR 5/6	Siltosa	Ligeiramente plástica e pegajosa	Silte-argiloso, cor bruno amarelado, estrutura bloco angular, solto, com porosidade fissural bem desenvolvida e existem pedotúbulos milimétricos que funcionam como porosidade tubular, há pequenos bolsões com estrutura microagregado, transição ondulada.	na	na	na	na	
			05			2,24 - 2,44	7,5YR 4/6	Siltosa	Ligeiramente plástica e pegajosa	Silte-argiloso, cor bruno amarelado, estrutura da rocha é mais evidente que horizonte anterior, transição ondulada.	1,32	50,25	0,40	A amostra imersa em água apresenta rompimento das partículas, não necessitando aplicar uma pressão. Esta amostra apresentou baixa a média porosidade.

OBS: Para analisar a estabilidade das estruturas em água, foi imerso amostras de dimensões diversificadas em mesmo recipiente. Esta técnica ocorreu para verificar se o comportamento das amostras eram diferentes, no entanto observou que independente do diâmetro da amostra não modifica o resultado. No Perfil analisado foi contabilizado a profundidade inicial de 0,0 (m), no entanto, a cima do trecho avaliada apresenta aproximadamente 1,0m de colúvio e/ou aterro, indicando que o primeiro horizonte foi decapitado. Contudo, não compromete a análise deste perfil.

na = não foi realizada coleta das amostras por constituir de bolsões de pequena dimensão, dificultando a coleta das amostras

Figura 63 - Descrição morfológica do Perfil 08 (P08)

Descrição Morfológica do Perfil 09

O Perfil 09 é representado por 05 camadas com análise da densidade do solo (**Gráfico 18**), sendo 03 correspondente ao solo (derivados da evolução pedogenética) e 02 amostras da alterita.

Os atributos morfológicos das 03 camadas do **solo**, correspondente ao solo Cambissolo Háplico de textura argilo-siltosa, cor bruno (7,5R 4/4 e 7,5R 4/6), atividade biológica (raízes finas), estrutura grumosa (fraca a moderada), blocos subangulares a bloco angular com resquício da estrutura da rocha, porosidade fissural e porosidade tubular nos canais de raízes, transição difusa plana a ondulada (**Figura 64**).

- A camada A (amostra 01) apresenta textura argila-siltosa, cor bruno (7,5R 4/4), atividade biológica (raízes finas frequentes), estrutura grumosa de fraca a moderada de até 1cm, porosidade fissural entre grumos e porosidade tubular nos canais de raízes, transição difusa plana a ondulada, com densidade do solo de 1,093 g/cm³. Na análise da estabilidade em água demonstrou resistência a deformação e ao aplicar um estresse mecânico (uma pequena pressão) ocorreu rompimento em pequenos grumos.
- A camada Bi (amostra 02) apresenta textura argila-siltosa, cor bruno (7,5R 4/6), com pequena redução da atividade biológica (raízes finas e raras), estrutura em blocos subangular com resquício da estrutura da rocha, porosidade fissural entre grumos e porosidade tubular nos canais de raízes. Possui quartzo na fração de areia muito grossa e cascalho, transição difusa plana a ondulada. Em decorrência da diminuição dos espaços vazios, associada a redução da atividade biológica se comparado com a camada A (amostra 01 - porosidade total 58,91%), condicionou um aumento na densidade do solo (1,254 g/cm³), tal fato observado na análise da resistência que apresentou uma redução da porosidade (52,85% - amostra 02). Na análise da estabilidade em água demonstrou resistência a deformação e ao aplicar um estresse mecânico (uma pequena pressão) ocorreu rompimento em pequenos blocos subangulares.
- A camada B/C (amostra 03) apresenta similaridade com a amostra 02 (camada Bi), destaca-se por apresentar estrutura em bloco angular e entre os agregados nas fissuras são encontrados grânulos que podem estar associada a fatores biológico, provavelmente fator que condicionou uma pequena diminuição na densidade do solo (1,149 g/cm³) se comparado com a amostra 02, o que também pode ser identificado com base na análise da resistência do solo que observou que a porosidade nesta camada obteve um

ligeiro aumento (56,81%). Na análise da estabilidade em água demonstrou resistência a deformação e ao aplicar um estresse mecânico (uma pequena pressão) ocorreu rompimento em pequenos blocos angulares.

Das camadas do solo apresentam pequenas variações e estas estão associadas com a atividade biológica, fissuras e porosidade, contudo apresentaram característica pedogeotécnica homogênea.

Os atributos morfológicos das 02 camadas da **alterita**, correspondente as amostras 04 e 05, constituída pelos finos agregados de filitos com intercalações de metassiltitos, de textura silte-argiloso, cor bruno (7,5R 3/4), com variação entre a estrutura em blocos angulares e na camada subjacente representada por resquício da rocha com pouco material pedogenizado, transição difusa plana ondulada.

- A camada C (amostra 04) apresenta textura silte-argiloso, de coloração bruno (7,5R 3/4), atividade biológica (raízes finas, raras), estrutura em bloco angular, com indício da estrutura da rocha, porosidade fissural. Possui quartzo na fração de areia muito grossa, com transição difusa plana a ondulada e densidade do solo de 1,089 g/cm³ (porosidade total 59,06%). Na análise de estabilidade em água apresentou alta suscetibilidade de deformação, com desintegração total da estrutura do solo em partículas (alívio de pressão).
- Na Amostra 05 (camada C) apresenta textura silte argiloso, cor bruno (7,5R 3/4), com estrutura da rocha milimétrica, com pouco material pedogenizado, presença de fragmentos da rocha e quartzo na fração da areia muito grossa e do cascalho e transição difusa plana a ondulada. Nesta camada apresentou densidade do solo maior (1,302 g/cm³), provavelmente associado ao alto grau de alteração, com menores agregados, resultando na diminuição da porosidade (51,06%). A resistência do solo em água, apresentou-se similar a amostra 04.

Com base nas características morfológicas, análise da densidade do solo e resistência a deformação, foi observado variações das camadas da alterita, provavelmente em decorrência da diminuição do processo de pedogenização nas camadas mais profundas, bem como associado a redução dos espaços porosos, mas em relação ao caráter pedogeotécnico apresentaram-se homogêneo.

O **gráfico 18** apresenta a variação da densidade do solo ao longo das camadas do perfil (P09).

Gráfico 18 - Densidade das amostras de solo - P09

Conforme o **Gráfico 18**, a densidade das amostras de solo teve variações provavelmente pela diferenciação na estrutura do solo, atividade biológica e porosidade fissural, já em relação a alterita a densidade do solo variou em decorrência do grau de pedogenização entre as camadas, mas em relação ao caráter pedogeotécnico apresentaram homogeneidade, sem distinção entre o solo e a alterita.

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA DO PERFIL 09 (P09)							
Data	03/02/2014	Coordenadas: E 310.807m e S 7.407.992m - Datum WGS 84	Endereço: Rua da Baleia		Bairro: Cidade São Pedro, Gleba A, Santana de Parnaíba - SP		
Classificação Pedológica: Cambissolo Háplico			Situação: Base da encosta de morrote baixo, convexo	Litologia: Filitos com intercalações de metassiltitos	Uso da terra: Área parcialmente edificada com vegetação arbustiva e/ou gramínea	Declividade: 15 -20%	Orientação da vertente: Oeste (W)

Prof. (m)	Perfil	Amostra	Horizonte	Distinção	Profundidade (cm)	Cor	Textura	Consistência molhado	Descrição morfológica	Densidade do solo (g/cm³)	Porosidade total (%)	Tempo da resistência da estrutura do solo em água (minutos)	Descrição da estabilidade das estruturas em água	Foto do horizonte em detalhe
0		01	A	Solo	0,00 - 0,08	7.5R 4/4	Média	Ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa	Argilo-siltosa, cor bruno, atividade biológica (raízes finas frequentes), estrutura grumosa de fraca a moderada de até 1cm, porosidade fissural entre grumos e porosidade tubular nos canais de raízes, transição difusa plana a ondulada .	1,093	58,91	2	Ao inserir a amostra de solo em água a estrutura é preservada. Após 2 minutos é aplicada uma pressão sobre a mostra, ocorrendo o rompimento em pequenos grumos. A amostra em água apresentou média a alta porosidade.
		02	Bi		0,08 - 0,25	7.5R 4/6	Média	Pouco plástica e ligeiramente pegajosa	Argilo-siltosa, cor bruno, atividade biológica (raízes finas raras), estrutura em blocos subangular com resquício da estrutura da rocha, porosidade fissural entre grumos e porosidade tubular nos canais de raízes, Possui quartzo na fração de areia muito grossa e cascalho, transição difusa plana a ondulada .	1,254	52,85	2	Ao inserir a amostra de solo em água a estrutura é preservada. Após 2 minutos é aplicada uma pressão sobre a mostra, ocorrendo o rompimento em pequenos blocos subangulares. A amostra em água apresentou baixa porosidade.
		03	B/C		0,25 - 0,52	7.5R 4/6	Média	Ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa	Argilo-siltosa, cor bruno, atividade biológica (raízes finas raras), estrutura em bloco angular, com indício da estrutura da rocha, porosidade fissural entre grumos e porosidade tubular nos canais de raízes, Possui quartzo na fração de areia muito grossa e cascalho. Entre os agregados nas fissuras são encontrados grânulos que podem estar associados a fatores biológico, transição difusa plana a ondulada .	1,149	56,81	2	Ao inserir a amostra de solo em água a estrutura é preservada. Após 2 minutos é aplicada uma pressão sobre a mostra, ocorrendo o rompimento em pequenos blocos angulares. A amostra em água apresentou média porosidade.
1		04	C	Alterita	0,52 - 0,77	7.5R 4/4	Siltosa	Ligeiramente plástica e pegajosa	Silte-argiloso, cor bruno, atividade biológica (raízes finas raras), estrutura em bloco angular, com indício da estrutura da rocha, porosidade fissural. Possui quartzo na fração de areia muito grossa, transição difusa plana a ondulada .	1,089	59,06	2	A amostra imersa em água apresenta rompimento das partículas, não necessitando aplicar pressão.
1,5		05			0,77 - 1,16	7.5R 3/4	Siltosa	Ligeiramente plástica e pegajosa	Silte-argiloso, cor bruno, com estrutura da rocha milimétrica, pouco material pedogenizado com fragmentos da rocha e quartzo na fração da areia muito grossa e do cascalho, transição difusa plana a ondulada	1,302	51,06	2

OBS: Para analisar a estabilidade das estruturas em água, foi imerso amostras de dimensões diversificadas em mesmo recipiente. Esta técnica ocorreu para verificar se o comportamento das amostras eram diferentes, no entanto observou que independente do diâmetro da amostra não modifica o resultado.

Figura 64 - Descrição morfológica do Perfil 09 (P09)

Em síntese da análise dos perfis morfopedológicos foi possível identificar que, os **solos** mesmo apresentando variações morfológicas como estrutura, diferentes graus de desenvolvidos, atividade biológicas (mais presente ou ausente), variações na densidade do solo, o comportamento pedogeotécnico apresentaram homogêneo, mesmo quando a amostra apresentava em estado de saturação (estabilidade das estruturas em água).

A **alterita** apresentou variações morfologias e densidade do solo que favoreceu comportamentos distintos, em relação ao grau de suscetibilidade a deformação, em especial as amostras de consistência solto e ao contato com a água friável (chuva, água servida e/ou variação do lençol freático). Como descrito anteriormente, esta deformação (erosão em sulcos e/ou erosão diferencial) apenas ocorrera nas áreas com intervenções antrópicas, com corte em taludes (construção civil ou abertura de estradas).

As deformações estão associadas com as variações da densidade do solo, intensidade do intemperismo e a natureza da alteração e do grau de fraturamento identificado na alterita. Em relação ao compartimento pedogeotécnico em alguns perfis teve significado expressivo em relação a resistência a deformação, com camadas representadas por plano de maior fraqueza, em taludes de corte, ocasionando a ocorrência das erosões diferenciais e/ou sulcos.

As deformações na alterita ocorrem nas formas circulares, planares e/ou laminares (verticais e/ou sub-verticais), condicionada pelo fator estrutural das diferentes litologias e podendo acarretar o rompimento das camadas sobrejacentes, o solo, o que geralmente condiciona um grau de risco maior a população, em decorrência da quantidade de material carreado sobre a vertente.

5.4.1.3. Compartimentos morfopedológico e litomorfopedológico e sua relação com a suscetibilidade a processos erosivos e movimentação de massa

Os compartimentos morfopedológicos dos solos e dos atributos morfológicos da alterita (litomorfopedológico) foram atribuídos por meio das características morfológicas dos 9 perfis analisados, classes de solos, formas e feições do relevo, geologia, declividade e orientação de vertente.

A **Figura 65** e o **Quadro 10** sintetizam as 13 (treze) compartimentações morfopedológicas do solo na área de estudo.

Figura 65 – Carta morfoopedológica da área de estudo

Quadro 10 - Síntese da compartimentação morfopedológica

Classes	Compartimentação morfopedológica	Solo	Formas e Feições do relevo	Litologia	Declividade (%)	Orientação da vertente	Comportamento pedogeotécnico e suscetibilidade a processos erosivos e movimentação de massa
Classe 1	Textura arenosa a areno-argilosa, estrutura granular a blocos subangulares, rasos (<0,5m), transição abrupta entre o solo e a rocha.	Neossolo Flúvico	Planícies aluviais	Aluviões fluviais	0 a 15	Sul, norte e nordeste	Baixa suscetibilidade à erosão e movimento de massa
Classe 2	Textura média, argilo-siltosa a silte-argiloso, estrutura em blocos subangulares a degradada, rasos (<1,0m), grau de desenvolvimento pequeno e fraco, transição difusa a ondulada.	Neossolo Litólico (depósito de talús)	Morros baixo e morrotes baixo com setores da encosta com feições de ruptura convexa	Filitos e Quartzitos	25 a >30	Sul, sudoeste, norte e noroeste	Moderadamente suscetível a movimentação de massa
Classe 3	Textura média, silte-argiloso, estrutura em blocos subangulares ou sem estrutura, podendo ocorrer perda do horizonte A, rasos (<0,5m), grau de desenvolvimento pequeno e fraco, transição abrupta entre o solo e a rocha.	Neossolo Litólico	Morros baixo	Contato entre quartzitos e xistos	10 a 30	Sul, sudoeste, sudeste e oeste	Moderadamente suscetível à erosão e movimentação de massa
Classe 4	Textura média, argilo-siltosa, estrutura subangular a microa-gregado, moderadamente profundo (>0,5m e <2,0m), transição plana difusa.	Neossolo Litólico + Cambissolo Háplico (Área restrita com solos coluviais)	Morrotes baixo e morrotes alto com setores da encosta com feições de mudança convexa e ruptura convexa	Filitos roxo com intercalações de metassiltitos e filitos com intercalações grafitosos	15 a >30	Leste, sudoeste, oeste e noroeste	Moderadamente suscetível a movimentação de massa
Classe 5	Textura média, argilo-siltosa, estrutura subangular pequena, grau de desenvolvimento fraco a moderado, cerosidade fraca a abundante, moderadamente profundo (>1,0m e <2,0m), transição plana difusa.	Neossolo Litólico	Morrotes baixo com setores da encosta com feições de mudança convexa e côncava	Filitos com veios de quartzo	15 a >30	Sul, sudeste, norte e nordeste	Moderadamente suscetível a movimentação de massa
Classe 6	Textura média, argilo-siltosa a silte- argiloso, com variação entre a estrutura grumosa (moderada e pequena) a estrutura subangular moderada, moderadamente profundo (>1,0m e < 1,5m), transição difusa plana.	Cambissolo Háptico + Neossolo Litólico (Área restrita com solos coluviais)	Morrotes baixo com setores da encosta com feições de mudança convexa	Filitos com veios de quartzo	10 a >30	Nordeste, norte, leste, oeste e noroeste, sul e sudoeste	Moderadamente a alta suscetibilidade a movimentação de massa
Classe 7	Textura média, argilo-siltosa, estrutura em blocos subangulares, fraca que se desfaz em grumos, podendo ocorrer estrutura colunar, moderadamente profundo (>0,5m e < 3,50m), grau de desenvolvimento moderado, transição difusa plana ondulada.	Cambissolo Háptico latossólico	Morrotes baixo	Filitos com linhas de seixos e/ou pedras	10 a 20	Norte	Baixa suscetibilidade à erosão e movimento de massa
Classe 8	Textura média, argilo-siltosa a silte-argiloso, estrutura grumosa (moderada e pequena) a granular modera e blocos subangular (fracas e pequenas), transição predominante ondulada a difusa	Cambissolo Háptico + Neossolo Litólico	Morrotes baixo com setores da encosta com feições de mudança convexa e côncava	Filitos com linhas de seixos e/ou pedras	10 a >30	Sul sudeste, oeste, norte, nordeste e leste	Moderadamente suscetível à erosão e movimento de massa
Classe 9	Textura média, argilo-siltosa, estrutura subangular (pequena a moderada), raso a moderadamente profundo (>0,5m e <1,5m), transição difusa plana a ondulada.	Cambissolo Háptico + Neossolo Litólico	Morrotes baixo e morrote com setores da encosta com feições de mudança convexa	Filitos com linhas de seixos e/ou pedras	10 a 22	Norte, nordeste e noroeste	Baixa a moderadamente suscetível a movimentação de massa
Classe 10	Textura siltosa a silte-argiloso, estrutura em subangular, raso a moderadamente profundo (>0,5m e < 1,5m), grau de desenvolvimento pequeno a moderado, transição difusa plana.	Neossolo Litólico + Cambissolo Háptico	Morros baixo e morrotes baixo	Filitos, inclui também fiolonitos em zonas de movimentação tectônica intensificada com presença de linhas de seixos e/ou pedras, xistos e rochas graníticas	15 a >30	Sul, sudeste e sudoeste	Moderadamente suscetível à erosão e movimento de massa
Classe 11	Textura média, argilo-siltosa, estrutura subangular (pequena a moderada), moderadamente profundo (>0,5m e <2,0m), transição difusa plana a ondulada.	Neossolo Litólico + Cambissolo Háptico	Morros baixo	Filitos 1, inclui também fiolonitos em zonas de movimentação tectônica intensificada, com presença de linhas de seixos e/ou pedras e anfibolitos	15 a >30	Na porção de montante predomina vertentes orientadas Sul, sudeste e sudoeste e a jusante nordeste, norte, leste e noroeste	Moderadamente suscetível à erosão e movimento de massa
Classe 12	Textura média, silte-argiloso, estrutura blocos angulares moderada a forte, cerosidade moderada, atividade biológica, porosidade alta tubular e fissural, transição difusa ondulada.	Cambissolo Háptico + Neossolo Litólico	Morrotes baixo com setores da encosta com feições de mudança convexa	Filitos com linhas de seixos e/ou pedras	10 a 30	Leste, norte e noroeste	Moderadamente suscetível à movimento de massa
Classe 13	Textura média, argilo-siltosa, atividade biológica, estrutura grumosa (fraca a moderada), blocos subangulares a bloco angular, porosidade fissural tubular nos canais de raízes, transição difusa plana a ondulada.	Cambissolo Háptico	Morrotes baixo com setores da encosta com feições de mudança convexa	Filitos com linhas de seixos e/ou pedras	10 a 22	Nordeste, oeste e sudoeste	Moderadamente suscetível a movimentação de massa

Pelas características demonstradas por cada compartimento do **solo**, a maioria das classes morfopedológicas apresentou moderadamente a baixa suscetibilidade a processos erosivos e movimentação de massa, exceto a classe 6 que apresentou moderada a alta suscetibilidade a movimentação de massa.

Desse compartimento morfológico, classe 6, os setores da encosta que apresentam alta suscetibilidade a movimento de massa estão situadas nas vertentes orientadas para a fase sul e sudoeste de declividades mais acentuadas. No entanto, para que ocorra deformação do solo é necessário interferências antrópicas, com corte em taludes (construção civil ou abertura de estradas), lançamento de esgoto e/ou água servida no talude, vegetação exótica com raízes concentradoras de água, entre outras.

A **Figura 66** e o **Quadro 11** apresentam as compartimentações litomorfopedógicas (**alterita**), bem como o comportamento pedogeotécnico das áreas suscetíveis a processos erosivos (sulcos e erosão diferencial) e movimentação de massa.

Destas compartimentações, as classes 1, 4, 9, 11 e 13 (5 áreas) apresentaram moderadamente suscetível a ocorrência de erosão diferencial e/ou erosão em sulcos e em áreas de declividades mais acentuadas maior suscetibilidade a movimentação de massa. Já nas classes 2, 6 e 8 (3 áreas), apresentaram alta suscetibilidade à ocorrência de erosão diferencial na forma circular e/ou paralelo a foliação da rocha.

Figura 66 – Carta litomorfo-pedológica da área de estudo

Quadro 11 - Síntese da compartimentação litomorfopedológica

Classes	Compartimentação litomorfopedológico	Solo	Formas e Feições do relevo	Litologia	Declividade (%)	Orientação da vertente	Comportamento pedogeotécnico e suscetibilidade a processos erosivos e movimentação de massa
Classe 1	Textura predominante silte-argiloso, estrutura subangular pequena e fraca, bem como estrutura da rocha milimétrica, transição difusa plana a ondulada.	Neossolo Litólico + Cambissolo Háptico	Morros baixo	Contato entre quartzitos, anfibolitos, rochas graníticas e o xistos	10 a >30	Sul, sudoeste e sudeste	Moderadamente suscetível à ocorrência de erosão diferencial na forma semicircular e paralelo a foliação da rocha
Classe 2	Textura predominante silte-argiloso, estrutura subangular pequena e fraca, bem como estrutura da rocha milimétrica, transição difusa plana a ondulada.	Neossolo Litólico + Cambissolo Háptico	Morros baixo	Filitos, inclui também fiolônitos em zonas de movimentação tectônica intensificada com presença de linhas de seixos e/ou pedras e rochas graníticas	10 a >30	Sul, sudoeste, oeste e sudeste	Alta suscetibilidade à ocorrência de erosão diferencial e erosão em sulcos, paralelo a foliação da rocha.
Classe 3	Textura arenosa a areno-argilosa, estrutura granular a blocos subangulares, transição abrupta entre o solo e a rocha.	Neossolo Flúvico	Planícies aluviais	Aluviões fluviais	0 a 15	Sul, norte e nordeste	Baixa suscetibilidade à erosão e movimento de massa
Classe 4	Textura silte-argiloso, com estrutura da rocha milimétrica, estrutura subangular, pequena e moderada, transição difusa plana a ondulada.	Neossolo Litólico (depósito de talús)	Morrotes e morrotes baixo com setores da encosta com feições de ruptura convexa	Filitos com intercalações de metassiltitos e filonitos	25 a >30	Sul, sudoeste, norte e noroeste	Moderadamente suscetível a movimentação de massa e erosão
Classe 5	Textura silte-argiloso, com variação entre alterita pouco alterada até a linha de pedra subjacente a alterita com alto grau de alteração. As camadas da alterita assentada sobre a cascalheira apresentam bolsões com estrutura microagregada.	Cambissolo Háptico latossólico	Morrotes baixo	Filitos com linhas de seixos e/ou pedras	10 a 20	Norte	Baixa a moderadamente suscetível a movimentação de massa e erosão
Classe 6	Textura predominante silte-argiloso, estrutura subangular pequena e fraca, bem como estrutura da rocha milimétrica, transição difusa plana a ondulada.	Cambissolo Háptico + Neossolo Litólico	Morrotes baixo	Filitos com linhas de seixos e/ou pedras	10 a 20	Nordeste	Alta suscetibilidade à ocorrência de erosão diferencial e erosão em sulcos, paralelo a foliação da rocha.
Classe 7	Textura silte-argiloso, estrutura em blocos subangulares com resquício da rocha que se desfaz em microagregados, presença de cascalho de quartzo e fragmentos da rocha, transição difusa plana.	Cambissolo Háptico latossólico	Morrotes baixo	Filitos com linhas de seixos e/ou pedras	10 a 20	Norte	Baixa a moderadamente suscetível a movimentação de massa e erosão
Classe 8	Textura silte-argiloso, estrutura subangulares, pequena e fraca, bem como nas camadas subjacentes em decorrência da intensa alteração indícios da estrutura da rocha, fragmentos de quartzo facetado e rocha milimétrica alterada.	Neossolo Litólico + Cambissolo Háptico	Morrotes baixo com setores da encosta com feições de mudança convexa e côncava	Filitos roxo com intercalações de metasiltitos e filitos com intercalações grafitosos	10 a >30	Oeste, sudoeste, leste, nordeste e noroeste	Alta suscetibilidade à ocorrência de erosão diferencial na forma circular paralelo a foliação da rocha, áreas com intensa estruturação
Classe 9	Textura argila-siltosa a silte-argiloso, estrutura subangulares pequenas (estrutura herdada da rocha), bem como nas camadas subjacentes em decorrência da intensa alteração, não possui estrutura, fragmentos da rocha milimétrica alterada, transição plana difusa.	Cambissolo Háptico + Neossolo Litólico	Morrotes baixo com setores da encosta com feições de mudança convexa	Filitos com veios de quartzo	10 a >30	Leste, nordeste, norte, sul e sudoeste	Moderadamente a alta suscetibilidade a movimentação de massa
Classe 10	Textura silte-argiloso, estrutura em blocos subangulares a angular, transição gradual ondulada a ondulada.	Cambissolo Háptico + Neossolo Litólico	Morrotes alto e morrotes baixo com setores da encosta com feições de mudança convexa	Filitos com linhas de seixos e/ou pedras	10 a 30	Oeste, sudoeste, leste, nordeste e norte	Baixa a moderadamente suscetível à erosão e movimento de massa
Classe 11	Textura silte-argiloso, estrutura subangulares fraca que se desfaz em granular, nas camadas subjacentes em decorrência da intensa alteração, indícios da estrutura da rocha, fragmentos de quartzo facetado de ate 1cm e rocha milimétrica alterada, transição difusa ondulada a plana ondulada.	Cambissolo Háptico + Neossolo Litólico	Morrotes baixo com setores da encosta com feições de mudança convexa e côncava	Filitos com linhas de seixos e/ou pedras	10 a >30	Sul, sudoeste, leste e norte	Moderadamente a alta suscetibilidade a erosão diferencial e movimentação de massa
Classe 12	Textura silte-argiloso, com variação entre a estrutura em blocos angulares, resquício da rocha com pouco material pedogenizado, transição difusa plana ondulada.	Cambissolo Háptico + Neossolo Litólico	Morrotes alto e morrotes baixo com setores da encosta com feições de mudança e rupturas convexas	Filitos com linhas de seixos e/ou pedras	10 a 25	Oeste, sudoeste, noroeste e norte	Baixa a moderadamente suscetível à erosão e movimento de massa
Classe 13	Textura predominante silte-argiloso, estrutura subangular pequena e fraca, bem como estrutura da rocha milimétrica, transição difusa plana.	Neossolo Litólico	Morros baixo com setores da encosta com feições de ruptura convexa	Quartzitos	20 a >30	Nordeste, norte e noroeste	Moderadamente suscetível à ocorrência de erosão diferencial na forma semicircular, paralelo a foliação da rocha.

5.5. Cobertura vegetal

Segundo AB'SABER (2007), o município de Santana de Parnaíba encontra-se inserido no Domínio Morfoclimático dos Mares de Morros (áreas mamelonares tropicais atlânticas florestadas). Em decorrência da litologia, hidrologia e topografia encontra-se na região Floresta Pluvial Tropical Atlântica.

O Município de Santana de Parnaíba se constituía de florestas de galeria que se desenvolviam na várzea do rio Tietê, e por formações florestais atlânticas de planalto, com características transicionais entre as florestas semidecíduas do interior e a mata atlântica de encosta, cobrindo os terrenos mais elevados. Toda essa vegetação foi intensamente modificada, por atividades agropastoris, e posteriormente, pelo desenvolvimento industrial e “inchaço” urbano.

A **Tabela 17** e a **Figura 67** apresentam os municípios limítrofes ao município de Santana de Parnaíba e que possuem remanescentes da cobertura vegetal. Dos municípios analisados observa-se que Cotia se destaca por representar a maior porcentagem de cobertura vegetal nativa e em segundo lugar encontra-se o município de Santana de Parnaíba.

Tabela 17 - Municípios limítrofes do Município de Santana de Parnaíba da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê e respectivas áreas de vegetação remanescente

Município	Área do Município (ha)	Vegetação Nativa (há)	Porcentagem (%)
Santana de Parnaíba	17.900	4.338	24,2
Barueri	6.100	535	8,8
Cajamar	13.200	1.692	12,8
Cotia	32.500	14.622	45,0
Pirapora do Bom Jesus	9.900	2.892	29,2
Jandira	2.200	132	6,0
São Paulo	150.900	32.128	21,3

Fonte: Inventário florestal da vegetação natural do Estado de São Paulo, 2005, p.88
Organizado por: Pereira, M.F (2007).

Segundo Humboldt (1807) apud Troppmair (1969), apesar de uma paisagem geográfica ser formada por um conjunto de fatores externos como o contorno das serras, o aspecto e as formas das plantas e dos animais, o azul do céu, as formas das nuvens, a visibilidade e transparência do ar, não se pode negar que o fator determinante na paisagem é a cobertura vegetal. Amenizando o relevo mais acidentado ou realçando uma rede hidrográfica pela mata galeria, a vegetação ainda dá indicações macro e microclimáticas e pedológicas.

Figura 67 – Alguns municípios da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê, limítrofes do município de Santana de Parnaíba, em amarelo apresenta o limite da área de estudo. Figura elaborada em: Projeção Universal Transversa de Mercator - Fuso 23° S - Datum Sirgas 2000.

A importância da cobertura vegetal para o estudo do meio físico e antrópico foi o que proporcionou uma percepção diferenciada da paisagem, com o possível correlacionamento da estabilidade e/ou instabilidade das encostas na área da bacia hidrográfica das Furnas.

Prandini et. al., (1976), Fiori e Carmignami (2001), Garcia (2005), Ross (2005), Cunha (1991), Guerra; Silva; Botelho (1999), Araújo; Almeida e Guerra (2005), entre outros pesquisadores, descrevem a atuação da cobertura vegetal na estabilidade e instabilidade da encosta, variando em relação à resistência do sistema solo-raiz, peso da cobertura vegetal e a força de arrastamento do vento atuando nas copas das árvores.

5.5.1. Cobertura vegetal nativa como agente estabilizador de encostas

A cobertura vegetal tem sido considerada como fator de estabilização de encostas a processos de movimentação de massa em decorrência do suporte mecânico radicular determinado pelo reforço do sistema de raízes sobre a resistência ao cisalhamento de solos. Alguns estudos descritos por Prandini et. al. (1976) indicam que o aumento de resistência é atribuído a um aumento da coesão aparente do solo.

O sistema radicular das matas das encostas, faz com que os vazios entre os blocos de rocha, que compõem os solos superficiais, sejam literalmente preenchidos por raízes, que os envolvem e mergulham para níveis inferiores. Evidenciam-se, assim, uma verdadeira malha de tecido lenhoso que, além de amarrar os blocos e estruturar os solos coluviais, pode funcionar como um retardador da infiltração da água da chuva, já que praticamente não há vazios livres entre os blocos de rocha (Prandini, 1976, pág. 13).

Segundo Fiori e Carmignani (2009), a presença da cobertura vegetal na encosta pode contribuir para o aumento das forças mobilizantes, em decorrência do peso das árvores, e também para o aumento da resistência do solo por causa das raízes. Outro fator de relevância em relação ao papel da cobertura vegetal na estabilidade na encosta está relacionado com a pressão exercida pelo vento sobre a cobertura vegetal e que pode ser transmitida ao solo como uma pressão adicional. Estudos realizados e descritos pelos autores acima mencionados, indicam que o valor do arrasto do vento é pequeno e não exerce grande influência na estabilidade das encostas.

A relação entre a cobertura vegetal e a estabilidade das encostas é, entre outras preocupações atuais de ordem conservacionista, observada nos dispositivos legais da Legislação Florestal Brasileira. Assim, o novo Código Florestal Brasileiro (Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012) institui no seu artigo nº 4 como de preservação permanente, as florestas e demais formas de vegetação naturais situadas

[...] no topo de morros, montes, montanhas e serras, com altura mínima de 100 (cem) metros e inclinação média maior que 25°, as áreas delimitadas a partir da curva de nível correspondente a 2/3 (dois terços) da altura mínima da elevação sempre em relação à base, sendo esta definida pelo plano horizontal determinado por planície ou espelho d'água adjacente ou, nos relevos ondulados, pela cota do ponto de sela mais próximo da elevação.

Nesta mesma Lei nº 12.651, no seu artigo nº 11, define que

[...] em áreas de inclinação entre 25° e 45°, serão permitidos o manejo florestal sustentável e o exercício de atividades agrossilvipastoris, bem como a manutenção da infraestrutura física associada ao desenvolvimento das atividades, observadas boas práticas agronômicas, sendo vedada a conversão de novas áreas, excetuadas as hipóteses de utilidade pública e interesse social.

5.5.2. Cobertura vegetal nativa como agente instabilizador de encostas

Alguns autores citados por Prandini et al.(1976) defendem a teoria de que o desmatamento atua no sentido da estabilização das encostas, destacando que na região de Queensland (Austrália) evidenciaram velocidades maiores de rastejo em taludes recobertos por árvores do que em taludes simplesmente recobertos por gramas, em região de florestas pluviais.

Esta teoria está baseada no fato de que a remoção da sobrecarga representada pela cobertura vegetal, e a consequente eliminação da ação dos ventos sobre esta cobertura, aumenta a estabilidade da encosta por um período, porém a deterioração do sistema de raízes, e a elevação do lençol freático provocado pela queda na evapotranspiração, pode provocar a ação do rastejo e diminuir a estabilidade das encostas.

O sistema de raízes também pode ser considerado potencialmente suscetível a instabilização da encosta em decorrência do efeito de cunha das raízes.

O efeito de cunha das raízes é um processo potencialmente desestabilizador, especialmente onde rupturas e outras descontinuidades das rochas estão presentes, permitindo a entrada, avanço e crescimento das raízes. As raízes das árvores criam os maiores problemas, embora raízes de gramíneas e arbustos possam alargar pequenas fendas. Onde a vegetação ganha um ancoradouro em vertentes inclinadas com planos de descontinuidades subverticais, o efeito de cunha das raízes pode deslocar e causar o fenômeno do tombamento de blocos. As vertentes com espessuras muito grandes de solo estão menos sujeitas a esse tipo de fenômeno (Fiori & Carmignani, 2009, pág. 318).

5.5.3. Atuação da cobertura vegetal exótica e/ou cultivo na encosta

Estudos revelam que algumas espécies de cobertura vegetal exótica e/ou cultivo na encosta, como a bananeira, podem contribuir para o aumento da saturação do solo, que leva à perda da coesão aparente, bem como ao aumento do peso do solo pelo acréscimo da saturação.

A saturação do solo, associada com as chuvas intensas, contribui para a instabilidade da encosta e podem desencadear os processos de movimentação de massa.

A Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Social do Estado de Pernambuco (SEPLANDES), em parceria com a Fundação do Desenvolvimento Municipal (FIDEM) e o Governo do Estado de Pernambuco (2003), realizaram uma pesquisa e elaboraram um guia de ocupação dos morros na Região Metropolitana do Recife, no qual ressalta que existem outras plantas que devem ser evitadas em morros, as quais apresentam características semelhantes à

bananeira, como o mamoeiro, coqueiro, jameiro, fruta-pão, mangueira, jaqueira e árvores de grandes portes. Indicam ainda que, estas plantas devam ser substituídas por outras que possuam raízes mais compridas como a grama e o capim. Próximo a residências, pode-se cultivar pequenas fruteiras, plantas medicinais e de jardim, tais como: goiaba, pitanga, carambola, laranja, limão, araçá, pinha, acerola, urucum, jasmim, rosa, pata-de-vaca, hortelã, boldo, entre outros; no entanto, aconselha-a conservação da vegetação natural.

Estudos desenvolvidos por O'Loughlin (1984) indicam que as raízes finas, com diâmetro entre 1 e 20mm, contribuem mais significativamente para o aumento da resistência do solo, ao contrário das raízes maiores, que não desempenham um papel muito importante nesse sentido. Gramíneas, legumes e pequenos arbustos podem exercer um efeito significativo de reforço do solo até uma profundidade de 0,75 – 1,5m, enquanto as árvores podem aumentar a resistência do solo a profundidade de 3 metros ou mais, dependendo da morfologia das raízes (Fiori e Carmignani, 2009, pág. 312).

5.5.4. Cobertura vegetal na área de estudo

Para a definição da caracterização da cobertura vegetal nativa na área de estudo, enquanto vegetação primária e secundária e os seus estágios de regeneração, foram considerados os dispositivos legais estabelecidos na Resolução Conama nº 1, de 31 de janeiro de 1994, que institui no seu 2º artigo as características da vegetação secundária das Florestas Ombrófilas Estacionais:

1º **Em estágio inicial de regeneração:** a) fisionomia que varia de savânica a florestal baixa, podendo ocorrer estrato herbáceo e pequenas árvores; b) estratos lenhosos variando de abertos a fechados, apresentando plantas com alturas variáveis; c) alturas das plantas lenhosas estão situadas geralmente entre 1,5 m e 8,0 m e o diâmetro médio dos troncos a altura do peito (DAP = 1,30 m do solo) e de até 10 cm, apresentando pequeno produto lenhoso, sendo que a distribuição dimétrica das formas lenhosas apresenta pequena amplitude; d) epífitas, quando presentes, são pouco abundantes, representadas por musgos, líquens, polipodiáceas, e tilândsias pequenas; e) trepadeiras, se presentes, podem ser herbáceas ou lenhosas; f) a serapilheira, quando presente, pode ser contínua ou não, formando uma camada fina pouco decomposta; g) no sub-bosque podem ocorrer plantas jovens de espécies arbóreas dos estágios mais maduros; h) a diversidade biológica é baixa, podendo ocorrer ao redor de dez espécies arbóreas ou arbustivas dominantes.

2º Em estágio médio de regeneração: a) fisionomia florestal, apresentando árvores de vários tamanhos; b) presença de camadas de diferentes alturas, sendo que cada camada apresenta-se com cobertura variando de aberta a fechada, podendo a superfície da camada superior ser uniforme e aparecer árvores emergentes; c) dependendo da localização da vegetação a altura das árvores pode variar de 4 a 12 m e o DAP médio pode atingir até 20 cm. A distribuição diamétrica das árvores apresenta amplitude moderada, com predomínio de pequenos diâmetros podendo gerar razoável produto lenhoso; d) epífitas aparecem em maior número de indivíduos e espécies (líquens, musgos, hepáticas, orquídeas, bromélias, cactáceas, piperáceas, etc.), sendo mais abundantes e apresentando maior número de espécies no domínio da Floresta Ombrófila; e) trepadeiras, quando presentes, são geralmente lenhosas; f) a serapilheira pode apresentar variações de espessura de acordo com a estação do ano e de um lugar a outro; g) no sub-bosque (sinúsias arbustivas) é comum a ocorrência de arbustos umbrófilos principalmente de espécies de rubiáceas, mirtáceas, melastomataceas e meliáceas; h) a diversidade biológica é significativa, podendo haver em alguns casos a dominância de poucas espécies, geralmente de rápido crescimento.

3º Em estágio avançado de regeneração: a) fisionomia florestal fechada, tendendo a ocorrer distribuição contígua de capas, podendo o dossel apresentar ou não árvores emergentes; b) grande número de estratos, com árvores, arbustos, ervas terrícolas, trepadeiras, epífitas, etc., cuja abundância e número de espécies variam em função do clima e local. As copas superiores geralmente são horizontalmente amplas; c) as alturas máximas ultrapassam 10 m, sendo que o DAP médio dos troncos é sempre superior a 20cm. A distribuição diamétrica tem grande amplitude, fornecendo bom produto lenhoso; d) epífitas estão presentes em grande número de espécies e com grande abundância, principalmente na Floresta Ombrófila; e) trepadeiras são geralmente lenhosas (leguminosas, bignoniáceas, compostas, malpigiáceas e sapocindáceas, principalmente), sendo mais abundantes e mais ricas em espécies na Floresta Estacional; f) a serapilheira está presente, variando em função do tempo e da localização, apresentando intensa decomposição; g) no sub-bosque as estratos arbustivos e herbáceos aparecem com maior ou menor frequência, sendo os arbustivos predominantemente aqueles já citados para o estágio anterior (arbustos umbrófilos) e o herbáceo formado predominantemente por bromeliáceas, aráceas, marantáceas e he-

liconiáceas, notadamente nas áreas mais úmidas; h) a diversidade biológica é muito grande devido à complexidade estrutural e ao número de espécies.

Na área de estudo, conforme observado em visitas a campo, a cobertura vegetal caracteriza-se por vegetação nativa secundária predominantemente em estágio inicial a médio de regeneração, no domínio de mata/floresta atlântica (**Figura 68**).

Atualmente, em algumas áreas da área de estudo, a cobertura vegetal atinge o nível mais avançado de regeneração, contudo, devido à urbanização, esse estágio sucessional mais maduro não atingiu de forma homogênea toda área estudada.

Figura 68 – Vegetação nativa secundária e seus estágios de regeneração

Na área limítrofe da bacia hidrográfica das Furnas, na porção sul da área de estudo, a vegetação nativa predominante apresenta-se transição entre os estágios iniciais, média a avançado de regeneração secundária, já na área do bairro Cidade São Pedro em decorrência do processo de urbanização observa-se requisitos da cobertura vegetal nativa. A vegetação exótica e/ou cultivo ocorre em áreas esparsas (**Fotos 66 a 68**).

Nas margens das cabeceiras dos cursos d'água e no seu entorno imediato, porção sul a central da área de estudo, apresentam as vegetações em seu estágio mais avançado de regeneração.

Foto 66 – No canto esquerdo superior da foto, observa-se vegetação nativa em estágio médio de regeneração secundária e na área urbanizada presença de vegetação esparsa nativa, exótica e/ou cultivo. Bairro: Cidade São Pedro – Glebas A, B e C. Fonte: Pereira, M.F. Foto: Agosto/2012.

Foto 67 - No topo do morro observa-se presença de vegetação arbustiva e fragmento de vegetação arbórea. Na meia encosta e o sopé, ocorre presença de vegetação nativa em estágio médio de regeneração secundária. Bairro: Cidade São Pedro – Gleba C. Fonte: Pereira, M.F. Foto: Agosto/2012.

Foto 68 – Cobertura vegetal secundária de estágio médio a avançado de regeneração no talvegue. Bairro: Cidade São Pedro – Gleba C. Fonte: Pereira, M.F. Foto: Julho/2012.

Na área de estudo aproximadamente metade da área apresenta cobertura vegetal em estado de preservação. Na porção sul da área de estudo, apresenta-se uma área de conservação ambiental de um condomínio residencial de alto padrão localizado no Alphaville (Projeto Gêneses - Gêneses I e Gêneses II - **Figura 69**).

Figura 69 – Vegetação nativa secundária no loteamento Gênesis

Segundo Takaoka (2005), o Projeto Gêneses começou a ser idealizado em 1998 e teve como objetivo a conservação da biodiversidade, por meio de programas de reflorestamento e enriquecimento da fauna e flora locais. Nesta área particular, a vegetação predominante apresenta-se em estágio médio de regeneração secundária com ocorrência de vegetação nativa, já no relevo mais acidentado, no topo do morro, ocorre vegetação de fisionomia de campo de altitude estando associado às características pedológicas e geológicas da região, conforme interpretado nas fotos aéreas 1962 (Base S/A, escala 1:25.000), 1963 (USAF, escala 1:60.000), 1972 (IBC-GERCA, escala 1:25.000) e 1994 (Base S/A, escala 1:25.000). Na transição entre a vegetação de fisionomia de campo e a vegetação de estágio médio de regeneração, apresenta setores com presença de vegetação exótica (reflorestamento de eucalipto e/ou pinus).

5.6. Uso e ocupação da terra

A análise do uso e ocupação da terra na área de estudo, foi realizada com base nos registros de fotos aéreas de 1962 (escala 1:25.000), 1963 (escala 1:60.000), 1972 (escala 1:25.000), 1994 (escala 1:25.000) e 2001 (escala 1:15.000) e imagem de satélite de 2012 (sem escala).

Para o reconhecimento do uso e ocupação da terra pretérito, considerou o histórico do processo de ocupação na área de estudo, bem como sua associação com os possíveis eventos de movimentação de massa, provenientes de processos naturais e/ou antrópicos.

O levantamento do uso e ocupação da terra atual foi realizado com base na interpretação da imagem de satélite (2012) e trabalhos de campo, permitindo a delimitação de setores homogêneos das unidades de uso e ocupação ocorrentes na área de estudo.

O cruzamento destes levantamentos e informações permitiu a caracterização local do histórico e do uso e ocupação da terra atual na área de estudo e suas associações com os processos de movimentação de massa.

5.6.1. Uso e ocupação da terra pretérito

Na foto aérea de 1962 (**Figura 70**), observa-se que a área do bairro Cidade São Pedro, apresenta suas características naturais, sem ocupação e interferências antrópicas na paisagem.

A área da bacia hidrográfica das Furnas constituía-se em sua totalidade coberta por vegetação nativa, provavelmente no domínio de mata/floresta atlântica. Nos topos dos morrotes alto e morros baixo verificavam-se vegetação nativa esparsa, tal fato provavelmente ocorria em decorrência das características geológicas apresentadas na área com presença dos quartzitos (porção sul) e filitos (porção central, futura área do bairro Cidade São Pedro). Nesta foto aérea, não se identificou a presença de cicatrizes de movimentação de massa.

Figura 70 - Foto aérea de 1962. Fonte:BASE S/A, 1962.

Na foto aérea de 1963 (**Figura 71**), não ocorreu alteração significativa na cobertura vegetal quando comparado com a foto aérea de 1962. Observa-se que o relevo da área de estudo apresenta-se com alto grau de dissecação, com ocorrência no topo das feições a vegetação esparsa, e nas cabeceiras dos cursos d'água fragmentos de vegetação aparentemente em estágio médio a avançado de regeneração. Nesta época, a única intervenção antrópica perceptível ocorreu na porção noroeste da área de estudo, com a abertura de um arruamento próximo do limite da bacia hidrográfica das Furnas.

Figura 71 - Foto aérea de 1963. Fonte:USAF, 1963.

Na foto aérea de 1972 (**Figura 72**), observa-se, na porção norte (atualmente bairro Parque Panorama, divisa de município entre Santana de Parnaíba e Cajamar) da área de estudo evidências do processo do uso e ocupação da terra, com adensamento do arruamento, quando comparado com a foto aérea de 1963. Provavelmente o uso e ocupação da terra nesta época se instalou com propriedades de uso rural, consideradas como propriedades de lazer (sítios e chácaras). No restante da área de estudo não ocorreu alteração significativa no processo de ocupação da terra.

Na porção noroeste da bacia hidrográfica das Furnas, a jusante do canal do curso d'água sem denominação, afluente do córrego das Furnas, observa-se a presença de uma cicatriz de movimentação de massa, provavelmente natural, visto que nesta época não havia ocorrido intervenções antrópicas.

Figura 72 - Foto aérea de 1972. Fonte:IBC – GERCA, 1972.

Na foto aérea de 1994 (**Figura 73**), observa-se o loteamento do bairro Cidade São Pedro. Nesta época, ocorria a construção das primeiras edificações de uso predominantemente residencial. Esta ocupação é mais adensada entre as Glebas A e B, no entanto, em toda a área que abrange o bairro avaliado, a cobertura vegetal nativa se constitui por pequenos fragmentos arbóreos nos limites das glebas e vegetação nativa esparsa em toda a porção da área. Na maioria das cabeceiras de drenagens as matas ciliares apresentam-se preservadas. Em decorrência da ocupação, em algumas áreas esparsas observa-se a presença de solo exposto.

Nas porções norte (no limite do bairro Parque Panorama) e sul (bairro Cidade São Pedro) não ocorreu alteração significativa do processo de ocupação da terra.

Nesta foto aérea não se observa evidências de movimentação de massa, a área da cicatriz observada na foto aérea de 1972, havia sido recuperada com a regeneração natural da cobertura vegetal.

Figura 73 - Foto aérea de 1994. Fonte: BASE S/A, 1994.

Em 2001 (**Figura 74**), observa-se um aumento de edificações em toda a extensão do bairro Cidade São Pedro, no entanto na Gleba B este processo de ocupação da terra se deu de forma mais adensada. Nesta época, parte das cabeceiras de drenagens havia sido ocupada, restando apenas fragmentos isolados da cobertura vegetal nativa.

Na porção norte (bairro Parque Panorama) o processo de ocupação foi sendo alterado, o que antes se constituía por propriedade provavelmente de uso rural (sítios e chácaras) apresentava-se com processo de transição para uso urbano com edificações residenciais. Este processo ocorria de forma esparsa, evidenciando a ocorrência de solo exposto, cobertura vegetal nativa isolada e presença de gramínea em algumas áreas.

Na porção sul, a maior parte da área apresentava-se com vegetação nativa em estágio médio a avançado de regeneração. No limite da bacia hidrográfica das Furnas observa-se presença de solo exposto decorrente provavelmente da interferência antrópica com a abertura do arruamento, bem como em decorrência das características litológicas (Quartzitos).

Nesta foto aérea não se observa evidências de movimentação de massa.

Figura 74 - Foto aérea de 2001, Fonte: MULTISPECTRAL, 2001.

Em 2012 (**Figura 75**), observa-se um pequeno aumento de edificações se comparado com a foto aérea de 2001. No entanto foi possível identificar que nas principais vias de acesso ocorre a ocupação de uso comercial, bem como de estabelecimentos institucionais compostos por escolas, creches, unidade básica de saúde e sistema de lazer (SESI).

Nesta imagem de satélite não se observa evidências de movimentação de massa. Foi possível identificar talude de corte com exposição de solo, aterros e cultivos inadequados, evidências que podem causar instabilidade de encosta, no processo de uso e ocupação da terra.

Figura 75 - Imagem de Satélite. Fonte: Google Earth, 2012

Conforme descrito anteriormente, apenas foi identificado cicatriz de movimento de massa na foto aérea de 1972. No entanto esta imagem de satélite não indica que não ocorreu e/ou que não ocorre movimentos de massa, mas em decorrência das escalas dos documentos analisados estas não foram observadas.

Na área de estudo por apresentar alto grau de dissecação, juntamente com as interferências antrópicas decorrentes do processo de ocupação com utilização de técnicas inadequadas, foram identificadas em vistoria de campo cicatrizes de movimentos de massa.

Na interpretação das imagens de satélite (Google Earth, 2012), apenas em escala de detalhe (1:500 a 1:3000) é possível identificar ocorrência de movimentação de massa, no entanto, foram registrados de formas isoladas e em pequenas áreas, muitas vezes não detectáveis em fotos aéreas e/ou imagens de satélite.

5.6.2. *Uso e ocupação da terra atual*

Em estudos voltados para a análise de riscos geológico-geotécnico, a avaliação do uso e ocupação da terra atual foi realizada de tal maneira que agrupasse as unidades homogêneas. Isto é, unidades com condições semelhantes de indução de possíveis processos de movimentação de massa.

As unidades homogêneas foram mapeadas por meio das atividades desenvolvidas em campo e das informações presentes na restituição e interpretação da imagem de satélite (2012). Estas unidades estão apresentadas na **Figura 76 e 77**.

Assim, foram definidas 14 classes de uso da terra agrupadas entre áreas sem ocupação e áreas com ocupação da terra, sendo:

Área sem ocupação da terra

- **Área não edificada com cobertura vegetal nativa (arbórea):** área não edificada, apresentando vegetação nativa em estágio médio a avançado de regeneração secundária.
- **Área não edificada com cobertura vegetal arbustiva e/ou gramínea:** área não edificada, apresentando vegetação nativa em estágio inicial de regeneração, com presença predominante de árvores arbustivas e gramíneas, podendo ser associada nas áreas de topos dos morros a vegetação de fisionomia de campo de altitude. Nessas áreas também podem ser identificadas árvores nativas isoladas, sendo decorrentes das características naturais da cobertura pedológica e geológica.
- **Área não edificada com cobertura vegetal nativa, exótica e/ou cultivo:** área não edificada, apresentando vegetação nativa em estágio inicial de regeneração e presença de árvores exóticas e/ou de cultivo esparsas. As árvores de cultivo predominantes são as bananeiras.
- **Área não edificada com solo exposto cobertura vegetal nativa:** área não edificada e apresentam vegetação nativa esparsa em estágio inicial de regeneração, bem como área com presença de solo exposto.
- **Área não edificada com solo exposto:** área não edificada, com presença de solo exposto.

Área com ocupação da terra

- **Área parcialmente edificada com cobertura vegetal nativa (arbórea e arbustiva):** terrenos que foram parcialmente edificados e que em sua maioria apresentam taludes de corte, bem como possuem vegetação arbórea e arbustiva em estágio inicial de regeneração. Apresentam-se de forma esparsa em toda a extensão da área do bairro Cidade São Pedro.
- **Área parcialmente edificada com cobertura vegetal arbustiva e gramínea:** terrenos que foram parcialmente edificados e que em sua maioria apresentam taludes de corte, bem como possuem vegetação arbustiva esparsa e gramíneas.
- **Área parcialmente edificada com cobertura vegetal nativa, exótica e/ou de cultivo:** terrenos que foram parcialmente edificados e que em sua maioria apresentam taludes de corte, bem como possuem vegetação arbórea e arbustiva esparsas em estágio inicial de regeneração e presença de árvores exótica e/ou de cultivo nas vertentes.
- **Área parcialmente edificada com cobertura vegetal exótica e/ou de cultivo:** terrenos que foram parcialmente edificados e que em sua maioria apresentam taludes de corte, bem como possuem vegetação exótica e/ou de cultivo nas vertentes.
- **Área parcialmente edificada com solo exposto e cobertura vegetal nativa (arbórea e arbustiva):** terrenos que foram parcialmente edificados e que em sua maioria apresentam taludes de corte, bem como apresentam área com solo exposto.
- **Área parcialmente edificada com solo exposto e gramínea:** terrenos que foram parcialmente edificados e que em sua maioria apresentam taludes de corte, bem como ocorrem a presença de gramínea e solo exposto.
- **Área parcialmente edificada com solo exposto e cobertura vegetal exótica e/ou de cultivo:** terrenos que foram parcialmente edificados e que em sua maioria apresentam taludes de corte, com presença de árvores exótica e/ou de cultivo nas vertentes e solo exposto em áreas esparsas.
- **Área edificada:** áreas totalmente edificadas.
- **Área institucional:** áreas com edificações públicas identificadas por escolas, creches, unidade básica de saúde e sistema de lazer e educacional (SESI). Foram identificadas estas áreas por apresentarem função primordial em caso de ocorrências de eventos ca-

tastróficos na área de estudo, podendo ser utilizados como abrigos temporários para a população da região.

As **Fotos 69 a 78** ilustram algumas das classes de uso da terra ocorrentes na área de estudo.

Foto 69 – Área parcialmente edificada com cobertura vegetal nativa. Bairro: Cidade São Pedro – Gleba C. Fonte: Pereira, M.F. Foto: Outubro/2013.

Foto 70 – Área parcialmente edificada com solo exposto e cobertura vegetal nativa. Bairro: Cidade São Pedro – Gleba B. Fonte: Pereira, M.F. Foto: Janeiro/2014.

Foto 71 – Área parcialmente edificada com cobertura vegetal esparsa e presença de bananeira entre a meia encosta e o sopé. Bairro: Cidade São Pedro – Gleba A. Fonte: Pereira, M.F. Foto: Agosto/2012.

Foto 72 – Área parcialmente edificada com cobertura vegetal de cultivo (bananeira). Bairro: Cidade São Pedro – Gleba B. Fonte: Pereira, M.F. Foto: Agosto/2012.

Foto 73 – Área parcialmente edificada com solo exposto e cobertura vegetal exótica (palmeira) de cultivo (bananeira). Bairro: Cidade São Pedro – Gleba B. Fonte: Pereira, M.F. Foto: Agosto/2012.

Foto 74 – Área parcialmente edificada com solo exposto e gramínea. Bairro: Cidade São Pedro – Gleba A. Fonte: Pereira, M.F. Foto: Agosto/2012.

Foto 75 – Área parcialmente edificada com solo exposto e cobertura vegetal de cultivo (bananeira). Bairro: Cidade São Pedro – Gleba A. Fonte: Pereira, M.F. Foto: Setembro/2013.

Foto 76 – Indicação do setor da encosta com área edificada. Bairro: Cidade São Pedro – Gleba A. Fonte: Pereira, M.F. Foto: Setembro/2013.

Foto 77 – Área institucional - Sistema de lazer e educacional (SESI). Bairro: Cidade São Pedro – Gleba A. Fonte: Pereira, M.F. Foto: Fevereiro/2014.

Foto 78 – Área institucional - Colégio Municipal Pres. Juscelino Kubitschek de Oliveira. Bairro: Cidade São Pedro – Gleba A. Fonte: Pereira, M.F. Foto: Dezembro/2013.

Figura 76 - Uso e ocupação da terra na área de estudo

Figura 77 - Uso e ocupação da terra dos bairros Cidade São Pedro e Parque Panorama, em parte da área de estudo

Na área de estudo, em relação ao dimensionamento em área, conclui-se que 68,1% não apresenta atividade de ocupação da terra e o restante da área (31,9%) apresenta ocupação parcial ou totalmente edificada, conforme o **Gráfico 19**.

Classes de ocupação na área de estudo	Porcentagem por Dimensionamento da área (%)
Área sem ocupação da terra	68,1
Área com ocupação da terra	31,9
Total	100,0

Gráfico 19 – Classificação por uso e ocupação da terra atual e indicação da porcentagem por dimensão em área ocupada e sem ocupação

A **Tabela 18** para o uso e ocupação da terra atual, conclui-se que 30,83% do total em relação ao dimensionamento das áreas mapeadas estão parcialmente edificadas (em sua maioria apresentam taludes de corte), uma pequena parcela da área (0,09%) está totalmente edificada, e o restante da área (0,97%) está inserida na classificação das áreas institucionais. No entanto, em relação a classe de áreas sem ocupação da terra é maior (68,1 %), representado por 20 áreas de baixo e/ou nulo potencial de movimentação de massa.

Tabela 18 – Identificação da classificação de uso e ocupação da terra atual, números e porcentagem, dimensão e porcentagem por área ocupada e sem ocupação

Classe de ocupação da terra	Número de áreas	Porcentagem por área (%)	Dimensionamento por área	Porcentagem por dimensionamento em área (%)
Área sem ocupação da terra	20	12,3	4093284,21	68,1
Área parcialmente edificada	127	77,8	1.854.031,17	30,83
Área edificada	3	1,8	5.449,09	0,09
Área institucional	13	8,1	58.515,70	0,97
Total	163	100,0	6011280,17	100

O **Gráfico 20** apresenta que em relação a quantificação em área, a classe de uso e ocupação da terra denominada por áreas parcialmente edificada corresponde a de maior destaque (nº de áreas 127), bem como de fator mais significativo, visto que não foram identificadas ocorrências de movimentação de massa em áreas sem ocupação. Tendo em vista esta análise, foi possível definir atributos quantitativo em relação ao potencial a movimentos de massa.

Gráfico 20 - Quantificação por área e porcentagem dos tipos de uso e ocupação da terra atual

A caracterização do uso e ocupação da terra é fundamental para compreender as vulnerabilidades existentes, tendo como fundamento identificar o padrão construtivo das residências, bem como as intervenções decorrentes da ação antrópica na ocupação das encostas, como remoção da cobertura vegetal nativa, execução de cortes com geometria inadequada quanto a altura e a inclinação, execução de aterros de modo inadequado quanto à compactação, geometria e fundação e plantação de cobertura vegetal exótica e de cultivo (bananeira, entre outros), lançamento de água servida na encosta, presença de fossa e/ou poço de captação de água subterrânea no topo ou na meia encosta. A junção destas intervenções subsidiaram na definição das classes do uso e ocupação da terra e no grau de vulnerabilidade associado com a ocorrência de movimentação de massa registrados na área de estudo.

Para a classificação de uso e ocupação da terra não foi considerada a classe de vulnerabilidade muito alta. Este fator se deu em decorrência dos condicionantes e evidências identificados na interpretação da imagem de satélite (*Google Earth*, 2012) e em vistoria de campo. Dentre os quatorze (14) tipos de uso e ocupação da terra não foi possível identificar uma classe determinante para a ocorrência das cicatrizes existentes e/ou futuras que caracterizasse a classe de muito alta vulnerabilidade, quanto mais delimitar áreas homogêneas que permitisse tal classificação.

Com esta análise foi possível verificar que as áreas que apresentam cicatrizes e instabilidade de movimentação ocorrem na maior parte de formas isoladas, na área de estudo.

Da análise de vulnerabilidade a partir do processo de ocupação da terra nos bairros Cidade São Pedro e Parque Panorama, observa-se que a maioria das áreas estão inseridas no setor de média vulnerabilidade, subsequente pelos setores de alta e baixa vulnerabilidade (**Tabela 19** e **Figura 78**).

Tabela 19 – Classes de uso e ocupação da terra atual com indicação do número de áreas, porcentagens e dimensão por área e classificação de vulnerabilidade de movimentação de massa

Classes de uso e ocupação da terra		Justificativa da classificação	Uso Atual			
			Número de áreas	(%) em relação ao total em áreas	Total em dimensão da área (m²)	Classificação de vulnerabilidade
Identificação	Área sem ocupação da terra					
01	Área não edificada com cobertura vegetal nativa (arbórea)	*Sem condicionantes de risco	4	2,5	3.444.868,03	Baixo
02	Área não edificada com cobertura vegetal arbustiva e/ou gramínea		10	6,1	606.775,18	Baixo
03	Área não edificada com cobertura vegetal nativa, exótica e/ou cultivo		1	0,6	4.287,38	Baixo
04	Área não edificada com solo exposto cobertura vegetal nativa		4	2,5	21.280,09	Baixo
05	Área não edificada com solo exposto		1	0,6	16.073,53	Baixo
	Área com ocupação da terra					
06	Área parcialmente edificada com cobertura vegetal nativa (arbórea e arbustiva)	Apesar dos terrenos apresentarem em sua maioria talude de corte, considera-se que a vegetação nativa e a gramínea sejam agentes estabilizadores da vertente	10	6,1	269.775,45	Médio
07	Área parcialmente edificada com cobertura vegetal arbustiva e gramínea		17	10,4	255.796,66	Médio
08	Área parcialmente edificada com cobertura vegetal nativa, exótica e/ou de cultivo	Terrenos que apresentam em sua maioria talude de corte, além de possuir cobertura vegetal exótica e/ou cultivo, altamente suscetíveis a ocorrência de movimento de massa e processos erosivos.	20	12,3	191.233,25	Alto
09	Área parcialmente edificada com cobertura vegetal exótica e/ou de cultivo		1	0,6	5.968,63	Alto
10	Área parcialmente edificada com solo exposto e cobertura vegetal nativa (arbórea e arbustiva)	Apesar dos terrenos apresentarem em sua maioria talude de corte, considera-se que a vegetação nativa e a gramínea sejam agentes estabilizadores da vertente, mesmo em áreas com solo exposto.	65	39,9	980.736,41	Médio
11	Área parcialmente edificada com solo exposto e gramínea		3	1,8	33.128,03	Médio
12	Área parcialmente edificada com solo exposto e cobertura vegetal exótica e/ou de cultivo	Terrenos que apresentam em sua maioria talude de corte, cobertura vegetal exótica e/ou cultivo e solo exposto, altamente suscetíveis a ocorrência de movimento de massa e processos erosivos.	11	6,7	117.392,75	Alto
13	Área edificada	*Sem condicionantes de risco	3	1,8	5.449,09	Baixo
14	Área institucional	Baixo ou sem condicionantes de risco	13	8,0	58.515,70	Baixo
	Total		163	100,0	6.011.280,17	-

OBS: Para o cálculo das porcentagens por área foi desconsiderada a área do arruamento.

* Áreas sem condicionantes de risco: são áreas edificadas e/ou sem edificações que não possuem condicionantes para que ocorra o risco.

Figura 78 – Classificação de vulnerabilidade de movimento de massa por uso e ocupação da terra

5.7. Mapeamento do inventário das ocorrências

O mapa de inventário foi obtido através da interpretação da análise dos dados das ocorrências atendidas pela Prefeitura Municipal de Santana de Parnaíba, no qual foram levantadas por meio de pesquisa de arquivos históricos, interpretação de fotografias aéreas, imagens de satélite e trabalhos de campo, permitindo localizar, indicar as tipologias dos processos, ano da ocorrência e quando possível a causa, o que contribuiu para delimitar as áreas afetadas pelos processos de movimentação de massa nas encostas e hidrológicos (enchentes).

Segundo Perella (1999), este mapeamento procura garantir o registro dos processos ocorridos no passado e no presente para assim gerar dados de análise visando alcançar um conhecimento detalhado de seus condicionantes, ou seja, dos agentes que levam à sua deflagração.

"Este tipo de mapa não contempla nenhuma previsão, como tempo de retorno ou probabilidade de eventos, mas pode também indicar possíveis eventos" (Tominaga, 2007, pág.86).

Este levantamento contribui para avaliar os condicionantes (aspectos físico ou antrópicos) no desencadeamento dos eventos, suas suscetibilidades e/ou vulnerabilidades para ocorrência dos processos, tornando fundamental para o entendimento das causas e da extensão, possibilitando a implantação de medidas preventivas ou mesmo recuperação de áreas degradadas e/ou impactadas por um desastre.

Entende-se que ao identificar e averiguar as condições do terreno suscetíveis aos eventos antigos, recentes e ocorrentes, podem proporcionar o entendimento dos padrões do comportamento das instabilidades, bem como das causas, o que permite classificar este levantamento como de fundamental importância para o mapeamento de risco, bem como para elaboração de uma carta de risco e até mesmo a carta geotécnica.

A partir do mapa inventário do Município de Santana de Parnaíba de 2003/2004, com delimitação de áreas com ocorrências dos eventos, bem como indicação de áreas pontuais por meio de ficha de cadastro, mapeamento das cicatrizes e os seus respectivos depósitos coluvionares na base das encostas, foi possível indicar áreas com eventos ocorridos e ocorrentes. Destaca-se que, em algumas áreas as ocorrências foram pontuais, eventos isolados de movimentação de massa (corte inadequado no talude, construção sobre depósito de lixo e entulho, lançamento de esgotos e água servida na encosta, vegetação exótica inadequada, etc...) e hidrológico (assoreamento do curso d'água por sedimento e/ou lixo e lançamento de esgotos e/ou água servida), provavelmente induzidos por interferência antrópica inadequada.

Entre o período de 2002 a 2005, 2010, 2011 a 2014 foram registradas 70 ocorrências, sendo 65 provenientes dos processos de movimentação de massa (12 áreas) e 5 de eventos hidroló-

gicos (4 áreas), destaca-se que os eventos só ocorrem em áreas com ocupações da terra (**Figura 79** e o **APÊNDICE B**).

Para identificação das áreas com ocorrência dos processos, foram denominadas: 7 áreas com processo de movimentação de massa (mapa inventário do Município de Santana de Parnaíba de 2003/2004) de "A a G", 05 áreas correspondente as cicatrizes de movimentação de massa mapeadas (vitoria de campo entre 2012 a 2014) de "A* a E*" e os processos hidrológicos (mapa inventário do Município de Santana de Parnaíba de 2003/2004) de "A' a D'".

Nas encostas naturais não foram identificadas as cicatrizes de movimentação de massa ou se ocorreram, em decorrência do adensamento e/ou da regeneração da vegetação não foi perceptível a visualização.

Para as áreas com ocorrência do processo hidrológico (enchente), a maioria ocorreram em áreas com ocupação nas margens dos cursos d'água, mas com intervenções de melhoria pública/infraestrutura urbana implantada por parte da Prefeitura de Santana de Parnaíba, juntamente com o Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo (DAEE/SP) e Empresa Metropolitana de Água e Energia (EMAE), contribuíram para a não ocorrência de eventos hidrológico na área de estudo. Estas intervenções e/ou infraestruturas urbanas se deram por meio da retirada dos moradores que habitavam, na Avenida Manoel da Silva, nas margens do córrego sem denominação e que deságua no córrego das Furnas, bem como da canalização de trechos de ambos os córregos.

De acordo com o Plano Municipal de Saneamento de Santana de Parnaíba (2013), foram realizado estudo de macrodrenagem (corresponde aos cursos d'água perenes que se distendem pelos fundos de vale) e microdrenagem (estrutura hidráulica situada no sistema viário principalmente, com a finalidade de coletar e afastar as águas pluviais), favorecendo a realização de algumas obras hidráulicas, associadas a canalização de trechos do córrego das Furnas e em relação ao desassoreamento e a limpeza dos cursos d'água, neste estudo informa que é de competência do DAEE e EMAE a realização deste trabalho, no entanto não indica a frequência da concretização desta atividade.

No período de 2012 a 2014, foi presenciado em uma (01) ocasião em campo, a realização da atividade de limpeza e desassoreamento do curso d'água principal, córrego das Furnas. Entretanto, a jusante da bacia hidrográfica das Furnas, próximo da área de estudo, foram presenciados 02 episódios de enchente no córrego das Furnas.

Figura 79 – Mapa do inventário das ocorrências registradas no bairro Cidade São Pedro, em parte da área de estudo

Conforme o **APÊNDICE B**, os eventos foram identificados pela sequência das ocorrências anuais. Em algumas residências como não foram solucionados os problemas identificados, provavelmente em períodos chuvosos, condicionou o agravamento do processo, conforme identificado em 8 locais (01, 04, 06, 07,08, 13, 42 e 50), totalizando 53 locais de ocorrências registradas.

Com base na análise dos registros das ocorrências dos eventos de movimentação de massa, foram denominados pelos agentes fiscais da Prefeitura de Santana de Parnaíba, como sendo desabamento, deslizamento e escorregamento. No entanto, em vistoria de campo foi possível identificar que estes processos correspondiam ao escorregamento planar raso, erosão em sulcos e erosão diferencial.

Os processos de movimentação de massa apresentam as principais características na área de estudo:

- O **escorregamento planar raso** é caracterizado por movimentação de massa de pequena espessura, com carreamento do solo e/ou alterita e apresentam espessura em torno de 1,0m.
- A **erosão em sulcos** ocorrem paralelamente ao talude de corte, geralmente em setores da encosta de maior declividade, sem proteção superficial e em zonas de menor resistência, ocasionando a desagregação solo.
- A **erosão diferencial** ocorrem em talude de corte, em áreas sem proteção superficial e no contato entre as camadas do solo e da alterita, correspondente a diferentes níveis de resistência do material. Na área de estudo, essa erosão esta associada ao fator estrutural, o que proporciona em áreas com atuação desse processo o descalçamento das partes superiores do solo, proporcionando a movimentação de massa das camadas mais profunda para a superficial.

As **Fotos 79 a 100** apresentam algumas cicatrizes de movimentação de massa observados na área de estudo.

Foto 79 – Cicatriz de movimentação de massa em talude de corte, com comprometimento da estrutura da residência e ocasionando a desocupação. Bairro: Cidade São Pedro. Rua Conselheiro Ramalho. Fonte: Pereira, M.F. Foto: Junho/2013.

Foto 80 – Detalhe da cicatriz do movimento de massa. Bairro: Cidade São Pedro. Rua Conselheiro Ramalho. Fonte: Pereira, M.F. Foto: Junho/2013.

Foto 81 - Cicatriz de movimentação de massa na meia encosta, proveniente de corte vertical (90°) ocasionando desmoronamento da garagem. Rua Conselheiro Ramalho. Fonte: Pereira, M.F. Foto: Agosto/2012.

Foto 82 - Agravamento do processo de movimentação de massa com instabilização da encosta. Rua Conselheiro Ramalho. Fonte: Pereira, M.F. Foto: Janeiro/2014.

Foto 83 - Idem foto anterior. Rua Conselheiro Ramalho. Fonte: Pereira, M.F. Foto: Janeiro/2014.

Foto 84 - Cicatriz de movimento de massa em talude de corte com presença de vegetação esparsa nativa (arbustiva e gramínea). Rua Conselheiro Ramalho. Fonte: Pereira, M.F. Foto: Agosto/2012.

Foto 85 - Cicatriz de movimento de massa em talude de corte para a construção da escada de pedestre. Rua dos Sabias. Fonte: Pereira, M.F. Foto: Agosto/2012.

Foto 86 - Cicatriz de movimento de massa em talude corte, com comprometimento estrutural da residência. Como medida de mitigação, a água servida está sendo lançada na canaleta pluvial, parte do talude foi cimentado e construído muro de contenção na base da residência. Rua do Rouxinol. Fonte: Pereira, M.F. Foto: Agosto/2012.

Foto 87 - Cicatrizes de movimentação de massa na meia encosta, proveniente de talude de corte para a construção de residência e da abertura da via de acesso. Rua do Rouxinol. Fonte: Pereira, M.F. Foto: Agosto/2012.

Foto 88 - Cicatriz de movimentação de massa com ocorrência de degrau de abatimento, comprometendo a estabilidade da via de acesso (lado direito) e cicatriz em talude de corte com presença de bananeira na encosta (lado esquerdo). Rua do Rouxinol. Fonte: Pereira, M.F. Foto: Agosto/2012.

Foto 89 - Cicatriz de movimento de massa em talude de corte e rompimento de parte da via de acesso (meia encosta), bem como ocupação na margem do curso d'água, em parte canalizado. Rua do Rouxinol. Fonte: Pereira, M.F. Foto: Agosto/2012.

Foto 90 - Movimento de massa na antiga cabeceira do curso d'água, com rompimento de parte da Av. Fortunato Camargo. Como medida mitigadora foi construído muro de arrimo e remoção de uma residência de jusante. Rua do Rouxinol. Fonte: Pereira, M.F. Foto:

<p>Agosto/2012.</p>
<p>Foto 91 - Cicatriz de movimento de massa próximo da base da residência, provavelmente em decorrência da concentração de água superficial e associado com a presença da bananeira. Fonte: Pereira, M.F. Foto Agosto/2012.</p>	<p>Foto 92 - Cicatriz em talude de corte vertical (entre 80° a 90°) de aproximadamente 11 m. Avenida Fortunato Camargo. Fonte: Pereira, M.F. Foto: Setembro/2012.</p>

<p>Foto 93 - Cicatrizes de movimento de massa em talude de corte para a construção da escada de passagem para pedestre. Rua Benedito Domingos de Moraes. Fonte: Pereira, M.F. Foto: Setembro/2012.</p>	<p>Foto 94 - Cicatriz de movimentação de massa em talude de corte. Rua Benedito Domingos de Moraes. Fonte: Pereira, M.F. Foto: Setembro/2012.</p>

<p>Foto 95 - Cicatrizes de movimento de massa em talude de corte. Avenida Jaguari. Fonte: Pereira, M.F. Foto: Setembro/2012.</p>	<p>Foto 96 - Idem foto anterior. Avenida Jaguari. Fonte: Pereira, M.F. Foto: Setembro/2012.</p>

Foto 97 - Cicatriz de movimento de massa na meia encosta. Avenida Batista Borba. Fonte: Pereira, M.F. Foto: Agosto/2012.

Foto 98 - Cicatriz de movimento de massa na meia encosta e presença de bananeiras inclinadas. Avenida Batista Borba. Fonte: Pereira, M.F. Foto: Agosto/2012.

Foto 99 - Antigas residências localizadas na margem do curso d'água sem denominação, em áreas com ocorrência de enchentes. Avenida Manoel da Silva. Fonte: Prefeitura de Santana de Parnaíba (Depto. Área de Risco) 2006.

Foto 100 - Idem foto anterior. Avenida Manoel da Silva. Fonte: Prefeitura de Santana de Parnaíba (Depto. Área de Risco) 2006.

Destaca-se que as áreas com ocorrência de movimentação de massa ocorreram em sua maioria em taludes de corte com presença de solo exposto, cobertura vegetal exótica e/ou de cultivo, ocupação associada a intervenções inadequadas, áreas com declividades geralmente mais elevadas, vertentes orientadas para as fases sudeste (SE), sudoeste (SW) e sul (S), entre outros fatores.

As área com ocorrência pretérita e atual de movimentação de massa, apresentaram-se predominantemente nas classes de uso e ocupação da terra "Área parcialmente edificada com cobertura vegetal nativa, exótica e/ou de cultivo", seguido da classe "Área parcialmente edificada com solo exposto e cobertura vegetal nativa (arbórea e arbustiva)". Provavelmente podendo estar associado as áreas de descontinuidades, e com presença de cobertura vegetal onde as raízes se desenvolvem e crescem nas fissuras e/ou fendas acarretando o alargamento, associado a vertentes que recebem concentração de água superficial e com cultivo de vegetação, co-

mo a bananeira, favorece o aumento da saturação do solo, levando a perda da coesão aparente e possibilitando a ocorrência do movimento de massa (**Figura 80**).

No bairro Cidade São Pedro, na Gleba B, foram registrados eventos isolados de movimentação de massa, provavelmente associados as intervenções antrópicas (corte inadequado no talude, lançamento de esgotos e água servida na encosta, vegetação exótica inadequada, etc.). Estes eventos isolados ocorreram em áreas de classe de uso e ocupação denominados por "Área parcialmente edificada com solo exposto e cobertura vegetal nativa (arbórea e arbustiva)", evidenciando a importância da definição de classes de uso e ocupação da terra com especificidade na caracterização das vulnerabilidades associada aos processos de movimentação de massa.

Em áreas com ocorrência de movimentação de massa, um atributo topográfico de grande relevância a ser analisado é a declividade, visto que ela afeta diretamente a velocidade do fluxo superficial e subsuperficial da água, sendo um dos agentes condicionantes em determinar o nível de água a ser percolado no solo.

Outro fator determinante da declividade é que em áreas acentuadas contribui para o agravamento dos processos de movimentação de massa e erosivos devido ao aumento da energia cinética da chuva, favorecido pela elevada velocidade do escoamento da água na encosta.

Figura 80 – Mapa do inventário das ocorrências registradas e associadas ao uso e ocupação da terra no bairro Cidade São Pedro (Gleba A, B e C), em parte da área de estudo

Na **Figura 81** foi possível identificar que as encostas classificadas por intervalo de declividade como sendo alta (25 a 30%) e muito alta (>30%) apresentaram registros de eventos de movimentação de massa. Estas áreas estão geralmente situadas em feições abruptas do relevo e/ou em áreas próximo das cabeceiras dos cursos d'água entre a meia encosta e o sopé.

Para os casos pontuais de ocorrência de movimentação de massa, estes não estão associados aos fatores da declividade, mas provavelmente em decorrência das interferências antrópicas na área de estudo.

Apesar de não possuir registros recentes e nem ter sido identificado em campo ocorrência de problemas hidrológicos na área de estudo, a declividade também pode ser considerada um atributo relevante. Conforme representado na **Figura 81** (área C') e descrito anteriormente, a declividade acentuada na encosta em direção ao vale contribui para um elevado percentual do escoamento superficial e em períodos de chuva favorece um volume de água maior do que a capacidade que o canal do curso d'água suporta e juntamente com as ocupações nas margens, lançamento de lixo e entulho e assoreamento do canal agravam a situação, favorecendo a ocorrência de enchentes.

As áreas com ocorrência de movimentação de massa também estão correlacionadas com a orientação das vertentes (**Figura 82**), visto que a maioria das áreas com cicatrizes pretéritas e/ou atuais ocorrem nas fases classificadas como muito alta (S) e alta (SE e SW) suscetibilidade aos desastres, provavelmente por receberem menor incidência solar, contribuindo com temperaturas microclimática mais baixa, maior umidade do solo por apresentar menor evapotranspiração e consequentemente menor capacidade de retenção da água superficial, o que provavelmente influencia no processo de movimentação de massa.

Outro fator relevante decorre do comportamento pluviométrico na área de estudo, visto que entre o período de 2011 a 2013 independente da estação do ano, o sentido preferencial em relação aos totais pluviométricos mais elevados se dá ora para W-NW e ora W-NE. As ocorrências de movimentação de massa ocorreram nas porções oeste e noroeste, em especial no verão, onde registra os maiores índices pluviométricos acumulados nessas áreas.

Em relação aos processos hidrológico, não foi identificado uma correlação significativa com a orientação das vertentes na área de estudo.

Figura 81 – Mapa do inventário das ocorrências registradas e associadas aos intervalos de declividade no bairro Cidade São Pedro, em parte da área de estudo

Figura 82 – Mapa do inventário das ocorrências registradas e associadas com a orientação das vertentes no bairro Cidade São Pedro, em parte da área de estudo

Em levantamento de campo e análise dos mapeamentos realizados, observou-se que a caracterização das formas e feições do relevo abruptas estão vinculadas ao fator estrutural, em especial nas assimetrias dos vales e nos lineamentos hidrográficos.

Neste trabalho foram estabelecidas novas abordagens em relação a geologia e a geomorfologia, associados com o processo de movimentação de massa, denominadas como unidades litomorfológicas (**Figura 83**).

A síntese litomorfológica do mapeamento da área de estudo, resultou na percepção de 03 unidades homogêneas, sendo:

- Na porção oeste, os setores de vertente predominam feições retilíneas, ruptura convexa e presença de lineamento na drenagem, apresentando como característica determinante as encostas assimétricas abruptas de declividade acentuada, no qual favorece a ocorrência de processos erosivos e de movimentação de massa devido ao aumento da energia cinética da chuva.
- Na porção norte da área de estudo, na unidade litológica de rochas graníticas foi identificado ruptura convexa e provavelmente associado as descontinuidades contribuiu para a ocorrência do depósito de tálus, próximo do curso d'água das Furnas, no qual foi identificado cicatriz de movimentação de massa e rolamento de blocos. Nessa área provavelmente não obteve registro de ocorrências junto a defesa civil do município de Santana de Parnaíba, por apresentar ocupação esparsa e com poucas intervenções antrópicas.
- Nas porções oeste e central, as duas (02) áreas de depósitos coluvionares estão vinculados a antigos escorregamentos ocorridos nesses setores, com presença de ruptura convexa, declividades elevadas e presença de lineamento na drenagem.

Nesse mapeamento litomorfológico permite identificar as áreas de comportamentos semelhantes e que apresentam diferentes aspectos no meio físico (declividade, orientação da vertente, geologia, geomorfologia e pedologia), mas que propicia em comum a suscetibilidade a processos erosivos e de movimentação de massa.

Figura 83 – Mapa do inventário do histórico dos eventos ocorridos e associadas com unidades litomorfológicas no bairro Cidade São Pedro, área de estudo

5.8. Carta de suscetibilidade a movimentos de massa e enchentes

A suscetibilidade a movimentos de massa e enchentes correspondem à possibilidade de ocorrência de um evento, conforme as condições naturais do meio físico, bem como baseado no mapa inventário o que define a probabilidade de cada área.

A caracterização do grau de suscetibilidade a determinado processo do meio físico contribui para o planejamento e controle da expansão urbana, visto que este mapeamento permite identificar e delimitar as áreas potenciais a riscos, sejam elas ocupadas e/ou sem ocupação.

A partir desta concepção foram determinadas 08 unidades fisiográficas homogêneas, referentes ao comportamento da estabilidade e/ou instabilidade das encostas, bem como aos eventos hidrológicos suscetíveis na área de estudo.

Foram definidas 07 classes (I a VII) correspondente a potencialidade a processos de movimentação de massa e 01 classe (VIII) correspondente a enchentes (**Quadro 12 e Figura 84**).

Quadro 12 - Classificação da suscetibilidade a movimentos de massa e enchentes

Classes	Predisposição ou Propensão a movimentos gravitais de massa e/ou enchentes
Muito alta suscetibilidade a movimentos de massa (naturais e induzidos)
Alta suscetibilidade à erosão em sulcos, erosão diferencial, deslizamentos e rolamentos de matacões (naturais e induzidos)
Alta suscetibilidade a movimentos de massa e erosão diferencial (naturais e induzidos)
Alta suscetibilidade a movimentos de massa (naturais e induzidos)
Média suscetibilidade a movimentos de massa (naturais e induzidos)
Média suscetibilidade a movimentos de massa (naturais)
Baixa suscetibilidade a movimentos de massa (naturais e induzidos)
Média suscetibilidade de enchente (naturais e induzidos)

As unidades fisiográficas apresentam as principais características:

- Classe I - setor da encosta sobre filitos com ocorrência de cicatrizes atual e pretérita de movimentação de massa, condicionando a formação de depósito de colúvio. Este setor apresenta vertentes orientadas para as faces sul e sudeste (recebem pouca insolação), com declividades acentuadas (maior que 25%), formas de relevo morrotes baixo, feições de ruptura abrupta, setor da vertente retilínea e lineamento da drenagem (fator estrutural).

- Classe II - setor da encosta sobre filonitos, filitos e rochas graníticas, formas de relevo morrotes baixo e morros baixo, presença de depósito de talús (matacões) assentado sobre o Neossolo Litólico e em setor de menor declividade podendo ocorrer Cambissolo Háplico, a encosta apresenta exposição para as fases sul e sudoeste (recebem pouca insolação), declividade entre 22 a >30%;
- Classe III - setor da encosta sobre filitos, com formas de relevo morrotes baixo, feições de ruptura convexa, vertentes orientadas para as faces sul e sudeste (recebem pouca insolação), declividade entre 15 a 30%. São identificados os Neossolos Litólicos nos setores de declividade acidentados e nos setores da encosta suave, ocorrem o Cambissolo Háplico. Nesta classe apresenta-se pequenas e restritas cicatrizes de movimentação de massa;
- Classe IV - setor da encosta sobre filitos com ocorrência de cicatrizes atual e pretérita de movimentação de massa, vertente orientadas para fases sul, sudoeste (recebem pouca insolação) e leste (recebem insolação na parte da manhã), apresenta declividade entre 15 a 30%, forma de relevo de morrotes baixo com presença de Neossolo Litólico podendo identificar Cambissolo Háplico. Estas áreas pertencente a Classe IV, estão situadas em encostas assimétricas de forma abrupta;
- Classe V - setor da encosta sobre filitos, formas de relevo morrotes baixo e morrotes alto, declividade predominante entre 15 a 25%. Nas cabeceiras de drenagem apresentam-se declividades maiores que 25 % e feições de ruptura convexa. Nesta unidade ocorrem Cambissolo Háplico, mas no setor de maior declividade predomina o Neossolo Litólico. As vertentes estão orientadas predominantemente para as fases nordeste, leste (recebem insolação pela manhã) e oeste (recebem insolação mais intensa no período da tarde);
- Classe VI - esta unidade apresenta característica similar com a Classe V. No entanto, apresenta área sem ocupação e com fragmentos de cobertura vegetal nativa em estágio médio a avançado de regeneração, assentados sobre quartzitos e com predominância do Neossolo Litólico.
- Classe VII - setor da encosta sobre filitos, formas de relevo de morrotes baixo e morrotes, as feições de declive e o setor da vertente apresentam na forma côncava e convexa, encostas amplas e declividade entre 10 a 25%, apresentam predominantemente Cambissolo Háplico e em área restrita Cambissolo Háplico latossólico. Neste setor foram

identificadas algumas cicatrizes de movimentação de massa de forma esparsa, no entanto estas não estão associadas aos fatores físico; e

- Classe VIII - caracteriza-se por formas do relevo planícies aluviais, terrenos baixos e mais ou menos planos, ocorrem predominantemente em parte das margens do córrego das Furnas e seu afluente e apresenta Neossolo Flúvico. Nesta unidade, em período de chuva intensa pode ocasionar enchentes, apesar dos últimos anos não possuir registro junto a Defesa Civil do município de Santana de Parnaíba deste evento.

Figura 84 - Carta de suscetibilidade a movimentos de massa e enchentes

5.9. Carta de vulnerabilidade a movimentos de massa

A vulnerabilidade a movimentos de massa são caracterizado por meio dos padrões construtivos, tipos de ocupação e as intervenções antrópicas, permitindo associar com possíveis danos e/ou impactos ao meio físico, biótico, bem como considerando o fator socioeconômico da população residente das áreas potenciais a risco.

A definição das classes de uso e ocupação da terra que permite potencializar o risco, foram definidas por meio da análise das áreas que apresentaram ocorrências de movimentação de massa.

Foram estabelecidos 5 unidades homogêneas com predisposição e/ou a propensão do risco de movimentação de massa (**Quadro 13** e **Figura 85**). Conforme descrito anteriormente no Item "5.6.2. Uso e ocupação da terra atual", não havia sido considerado o nível de vulnerabilidade muito alto, no entanto, com a análise das ocorrências e do mapeamento das cicatrizes atuais e/ou pretéritas, permitiu por meio da distribuição e da quantificação pontual das áreas com ocorrências, definir uma encosta que apresenta altamente propensa ao processo de movimentação de massa.

Quadro 13- Classificação da vulnerabilidade a movimentos de massa

Classes	Predisposição ou Propensão a movimentos de massa
Muito alta vulnerabilidade a movimentos de massa (naturais e induzidos)
Alta vulnerabilidade a movimentos de massa (naturais e induzidos)
Média vulnerabilidade a movimentos de massa (naturais e induzidos)
Baixa a média vulnerabilidade a movimentos de massa (naturais e induzidos)
Baixa vulnerabilidade a movimentos de massa (naturais e induzidos)

As unidades classificadas por níveis de vulnerabilidades apresentam as principais características:

- Classe I - apresenta os tipos de uso da terra definidas como "área parcialmente edificada com cobertura vegetal nativa, exótica e/ou de cultivo e área parcialmente edificada com solo exposto e cobertura vegetal nativa (arbórea e arbustiva)". Esta unidade foi definida altamente vulnerável a ocorrência de eventos de movimentação de massa, por apresentarem terrenos em sua maioria com talude de corte, além de possuir cobertura vegetal exótica e/ou cultivo, que são fatores predisponentes a ocorrência de movimento de massa e processos erosivos. Também foram considerados como pertencente a es-

ta classe, os trechos da vertente que apresentam vegetação nativa e gramínea, mesmo sendo considerados por alguns pesquisadores como agentes estabilizadores da vertente, mas por estar inserido em um sistema de instabilidade pode ocorrer queda da vegetação.

Nos setores da vertente que apresentaram muitas intervenções inadequadas, bem como associado ao elevado número de eventos pretéritos contribuiu para a instabilidade, no qual ou as residências estão assentadas em depósito de colúvio e/ou apresentam nos fundos e nas laterais das residências antigas cicatrizes de movimentação de massa, favorecendo que independentemente dos totais e da intensidade pluviométrica esta área necessita de um monitoramento constante, tanto para possibilitar implantação a restrições em relação as intervenções antrópicas inadequadas, como para averiguar possíveis evidências de ruptura do talude (degrau de abatimento, rachaduras na residências, inclinação de árvores e/ou postes e movimentação do solo).

- Classe II - apresenta predominantemente tipo de uso da terra definida como "área parcialmente edificada com cobertura vegetal nativa, exótica e/ou de cultivo" apresentando fatores altamente predisponentes a movimentação de massa, no entanto as características físicas do terreno, em especial o aspecto geológico favorece uma certa estabilidade a não ocorrência de eventos de magnitude desastrosas, no entanto os eventos ocorrem de formas pontuais pelo nível de intervenções inadequadas, proporcionando o desequilíbrio entre as forças atuantes, força ativa e a força passiva.

Como na unidade anterior, estas áreas devem ser monitoradas e controladas em relação as intervenções antrópicas inadequadas, visto que são estes os principais fatores condicionantes para o processo de movimentação de massa na área de estudo.

- Classe III - esta unidade é representada por ocupações recentes que se estabeleceram em sua maioria na meia encosta e no sopé, representados pelos vales assimétricos.

Os fatores predisponentes a eminência do risco ocorrem de forma pontual, não apresentam áreas homogêneas com evidências de instabilidade, no entanto com o processo de ocupação da área é ativo, representado por mudanças constantes, esta área deve ser monitora para evitar futuras ocorrências de movimentação de massa.

- Classe IV - esta unidade é representada por ocupações mais antigas entre os bairros Cidade São Pedro, Parque Panorama e Chácara Jaguari.

No bairro Cidade São Pedro apresenta ocupações mais consolidadas, com presença de infraestrutura básica e mesmo apresentando padrão construtivo baixo e com algumas intervenções antrópicas inadequadas, não possui fatores predisponentes primordiais para a ocorrência de movimentação de massa, no entanto não impede que possa ocorrer algum evento, mas provavelmente ocorrerá de forma pontual e de menor magnitude. Para as áreas com ocupação esparsas, situadas nos bairros Parque Panorama e Chácara Jaguari, áreas estas que apresentam transição do tipo de uso e ocupação da terra, no qual antigamente constituía-se por sítios e/ou chácaras apresentam em estágio de consolidação, estando situadas em terrenos menos favoráveis a ocorrência de eventos (encostas amplas de baixa declividade e com poucas intervenções antrópicas inadequadas).

- Classe V - esta unidade apresenta áreas com baixo percentual de ocupação e/ou áreas sem ocupação.

Nas áreas que apresentam sem ocupação da terra, são compostas em sua maioria por cobertura vegetal de estágio inicial, médio a avançado de regeneração, contribuindo com a estabilização da encosta, no qual não foram identificadas cicatrizes de movimentação de massa, no entanto não significa que não ocorra, mas podendo incidir de forma pontual e de baixa magnitude, não condicionando risco a população.

Nos setores que apresentam ocupação da terra, em estágio consolidado e/ou em ocupação, não apresentam condicionantes físico, biótico, climático e antrópico que proporcione a ocorrência de eventos, no entanto não pode ser classificada como sem potencial a ocorrência de movimentação de massa.

Como o processo de uso e ocupação da terra ocorre de forma muito dinâmica, visto que a área de estudo apresenta-se em processo de ocupação intensificada e com isso o nível da vulnerabilidade é muito oscilante, exige um acompanhamento diário e pontual das áreas potenciais a risco, com o monitoramento das intervenções antrópicas, bem como em eventos chuvosos executar vistoria nas áreas potenciais a ocorrência de movimentos de massa e erosão, evitando desta forma a ocorrência de desastres.

Apesar da área de estudo não apresentar áreas extensas propicia a risco alto e muito alto, entende-se que o não acompanhamento e a não implantação de algumas restrições associadas as intervenções antrópicas, podem transformar uma área de risco pontual e/ou de vulnerabilidade

baixa e média em áreas de eventos catastróficos de grande magnitude, tanto em termos de impacto ao meio físico, biótico e econômico. Tendo em vista que a prevenção (implantação de medidas de restrição a ocupação, monitoramento e implantação de obras de drenagem e contenção) custa menos aos cofres municipais e/ou estaduais, do que a recuperação de uma área degradada e/ou impactada, sem falar na perda da vida humana.

Figura 85 - Carta de vulnerabilidade a movimentos de massa

5.10. Carta de risco a movimentos de massa

De acordo com Canil (2000), a carta de risco apresenta unidades homogêneas dos terrenos em relação à ocorrência do processo de movimentação de massa e erosivos, com indicação de aptidões e restrições para o uso e ocupação da terra.

Esta carta prepondera a avaliação de dano potencial à ocupação, determinado segundo diferentes graus de risco, resultante da conjugação da probabilidade de ocorrência de manifestações naturais ou induzidas e das consequências sociais e econômicas decorrentes.

Foram estabelecidos 5 unidades homogêneas correspondentes à aptidão física e às restrições para o assentamento urbano (**Quadro 14** e **Figura 86**).

Quadro 14 - Compartimentação da aptidão física e restrições para o uso e ocupação da terra

Classes	Compartimentação do potencial ao risco	Aptidão Física	Caracterização Geral
Área de instabilidade ocorrente	Áreas passíveis de ocupação com severas restrições	Declividade acentuada (maior que 25%), curvatura abrupta da vertente, exposição da vertente para as fases sul e sudeste, setor da vertente retilínea e lineamento da drenagem (fator estrutural), ocorrência de movimentos de massa atual e pretérita.
Área de instabilidade ocorrente de forma pontual	Áreas passíveis de ocupação com restrições localizadas	Condições topográficas favoráveis, destaca-se os setores da encosta com declividade acentuada (entre 22 a 30%) e orientadas para a fase sudoeste. Em algumas áreas restritas apresenta depósito de colúvio proveniente de antigas cicatrizes. Atualmente apresenta ocorrências pontuais de movimentação de massa e em áreas de descontinuidades pode ocorrer erosão em sulcos e erosão diferencial.
Área de instabilidade potencial iminente		Condições topográficas favoráveis, destaca-se os setores com vales assimétricos de declividade acentuada (entre 22 a > 30%) e áreas com descontinuidade quando exposta por intervenções antrópicas (cortes nos taludes de inclinação e/ou altura excessiva). Em algumas áreas apresentam cicatrizes de movimentação de massa esparsa e pontual, geralmente associado aos fatores antrópicos. Na planície do córrego das Furnas e seu afluente, pode ocorrer eventualmente eventos de enchentes, associado a ocupação das margens e/ou assoreamento e/ou em período chuvosos de alta intensidade pluviométrica.
Área de instabilidade potencial		Condições topográficas predominantemente favoráveis, com alguns setores com restrições (cabeceira de drenagem). Em algumas áreas apresentam cicatrizes de movimentação de massa esparsa e pontual, geralmente associada aos fatores antrópicos.
Área de instabilidade potencial com cobertura vegetal	Áreas passíveis de ocupação com severas restrições	Condições topográficas desfavoráveis em muitos setores da encosta em decorrência da declividade acentuada (setores > 30%) e presença de área de proteção permanente (APP dos cursos água). No caso desta área vir a ser loteada deverá ser realizado estudo de detalhe para avaliar o parcelamento do solo

Os compartimentos do potencial ao risco apresentam os seguintes critérios:

- **Área de instabilidade ocorrente:** áreas passíveis de ocupação com severas restrições por apresentar intenso processo de movimentação de massa atual e pretérita. Apresentam suscetibilidade e vulnerabilidade muito alta em relação ao parcelamento do solo. Esta área necessita de um monitoramento constante, seja em relação as restrições a ocupação, como nos setores com ocupação em períodos chuvosos realizar vistorias diárias, possibilitando identificar possíveis instabilidades nas vertentes e proporcionando a remoção temporário das famílias, caso seja necessário;
- **Área de instabilidade ocorrente de forma pontual:** Áreas passíveis de ocupação e com restrições localizadas nos setores da vertente com antigas cicatrizes de movimentação de massa. Estas áreas apresentam altamente suscetíveis a ocorrência de novos eventos e associadas a interferência antrópica inadequada, podem favorecer a ativação das áreas parcialmente estáveis. Similar a unidade potencial de risco anterior, necessita de uma fiscalização em relação as interferências antrópicas, evitando a ocorrência da ativação de antigas cicatrizes, bem como o surgimento de novas áreas com movimentos de massa.
- **Área de instabilidade potencial iminente:** Áreas passíveis de ocupação e com restrições pontuais, no entanto menos propensa a ocorrência de movimento de massa do que os compartimentos anteriores, por apresentar baixa a média suscetibilidade associada os fatores físico e biótico. Mas como o tipo e forma do uso e ocupação da terra apresenta de forma muito dinâmica, exercendo um papel importante na determinação das áreas de risco, estas devem ser monitoradas.
- **Área de instabilidade potencial:** Áreas passíveis de ocupação e com restrições pontuais, apresentando ocupação parcialmente consolidada no bairro Cidade São Pedro, com ocorrência de algumas obras de infraestrutura permitindo a prevenção ao surgimento de áreas de risco. Já nos bairros Parque Panorama e Chácara Jaguari com transição do uso antigamente rural para área urbana apresenta baixa a média suscetibilidade e vulnerabilidade a ocorrência de eventos, no entanto estas áreas não estão isentas da ocorrências de movimentos de massa e processos erosivos. Estas áreas devem ser monitoradas.
- **Área de instabilidade potencial com cobertura vegetal:** Áreas passíveis de ocupação com severas restrições, por apresentar condições topográficas desfavoráveis em muitos

setores da encosta em decorrência da declividade acentuada (setores > 30%), bem como a maioria das nascentes estão inseridas neste compartimento. Esta área por apresentar predominantemente cobertura vegetal secundária em estágio médio a avançado de regeneração apresenta média suscetibilidade e baixa vulnerabilidade a ocorrência de processos movimentação de massa, no entanto caso haja interesse para a implantação de loteamento, deverá ser realizado um estudo de detalhe para evitar futuras áreas de risco.

A carta de risco da área de estudo, apresenta que a maior parte dos terrenos são favoráveis a ocupação, destaca-se em alguns setores das encostas, no qual geralmente associados a declividades acentuadas apresenta restrições ao uso e ocupação da terra.

Este documento propicia a síntese das informações correspondentes aos aspectos do meio físico e antrópico, o que possibilita a orientação ao planejamento urbano com base nas potencialidades de risco e direcionando as tomadas de decisões referente as restrição ao parcelamento do solo, bem como as medidas preventivas.

Atualmente, a política nacional de redução de risco e respostas a desastres, esta sendo fortalecida com base na Lei 12.608, de abril de 2012, onde prevê a necessidade da elaboração de documentos como a carta de suscetibilidade, carta geotécnicas de aptidão urbana e cartas de risco, no qual representam instrumentos de prevenção de riscos, contribuindo para o planejamento do uso e ocupação da terra e restringe a expansão urbana em áreas críticas suscetíveis à deflagração dos movimentos de massa e dos processos erosivos.

Figura 86 - Carta de risco a movimentos de massa e enchentes

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa tem a finalidade de contribuir com as discussões acerca da elaboração da carta de risco, analisando a complexidade e as variáveis existentes quanto aos fatores envolvidos.

O foco principal do trabalho não foi discutir sobre o conceito da carta de risco, mas os fatores relevantes para a sua execução.

A elaboração da carta de risco propicia o aprofundamento do assunto referente a quais fatores dos meios físico e antrópico devem ser considerados para análise, bem como o nível de detalhamento necessário para a confiabilidade das informações, as ponderações acerca dos níveis de hierarquização e dos fatores de maior relevância a serem considerados na sobreposição dos dados para a construção da carta de suscetibilidade, carta de vulnerabilidade e a carta de risco.

Assumindo a Bacia hidrográfica das Furnas como área piloto, desenvolveu-se por meio de levantamentos pontuais, compartimentações detalhadas dos aspectos físicos, biológico e antrópico, buscou-se identificar os fatores essenciais a serem investigados e as escalas mais adequadas.

Neste trabalho foram consideradas algumas informações adicionais e relevantes quanto aos fatores predisponentes ao potencial do risco, como a pedologia e a definição de classes de uso e ocupação da terra com especificidade para análise dos riscos.

Diversos trabalhos e autores abordam a questão da cobertura pedológica quanto ao seu potencial a movimentos de massa e erosão, e geralmente adotam a escala regional para análise dos eventos, provavelmente em decorrência da heterogeneidade e complexidade da pedologia na investigação de detalhe. O conhecimento acerca do grau de desenvolvimento pedológico e o seu aproveitamento para os diagnósticos geotécnicos é fundamental para a compreensão da suscetibilidade ao rompimento, devendo ser considerado como fatores de análise, o solo e a alterita, ambos com comportamentos distintos quanto ao potencial ao risco.

Em síntese, da análise morfopedológica foi possível identificar na área de estudo, que os solos mesmo apresentando variações morfológicas, apresentaram comportamento pedogeotécnico homogêneo, até quando a amostra se apresentava em estado de saturação. Apesar de que a área é recoberta por solos de pedogenese incipiente, com espessura média de 50cm, tem-se que considerar estarem eles assentados sobre mantos de alterita espessos. Via de regra, o comportamento hidrológico da laterita não é considerado na avaliação de risco. Os resultados apresentados demonstram que, na maioria dos pontos de observação, a alterita apresentou

porosidade, e consequentemente permeabilidade, igual ou superior a do solo subjacente. O conjunto solo-alterita apresenta uma capacidade de absorver e armazenar água muito superior do que a estimada quando se considera do solo isoladamente.

A alterita apresentou comportamentos distintos, em relação ao grau de suscetibilidade a deformação, em especial as amostras de consistência solta e elevada intensidade do intemperismo. Em alguns setores da encosta apresentaram significado expressivo em relação a resistência a deformação, com camadas representadas por plano de maior fraqueza, em taludes de corte, ocasionando a ocorrência da erosão diferencial e/ou erosão em sulcos.

Na compartimentação morfológica, apenas um setor da encosta apresentou alta suscetibilidade a movimento de massa estando situadas nas vertentes orientadas para a fase sul e sudoeste de declividades mais acentuadas. No entanto, para que ocorra deformação do solo é necessário interferências antrópicas, com corte em taludes (construção civil ou abertura de estradas), lançamento de esgoto e/ou água servida no talude, vegetação exótica com raízes concentradoras de água, entre outras.

Outro assunto abordado é a importância da definição de classes específicas de uso e ocupação da terra e tendo como fator determinante a potencialidade de risco. A identificação dos tipos de uso correlacionados com as áreas de ocorrências de eventos atuais e/ou pretéritos, mostrou que algumas intervenções antrópicas e a falta de infraestrutura favorecem o maior risco à deflagração dos movimentos de massa e erosão. A análise dos compartimentos permitiu estabelecer novas diretrizes de correlação entre a forma e o tipo de uso da terra com as áreas de risco, tendo em vista que as áreas onde a propensão é maior ou menor é muito complexa, pois envolve não apenas as suscetibilidades impostas pelos fatores do meio físico, mas a interferência antrópica na paisagem.

As mudanças ocorrem de forma muito dinâmica em áreas em processo de ocupação. Em uma área considerada de alta suscetibilidade, quando executada proteção no talude e implantação do sistema de drenagem superficial minimiza a ocorrência do processo, já uma área considerada pouco suscetível pode desenvolver processos erosivos e movimentação de massa de grande magnitude.

Estes resultados propiciam a identificação das áreas potenciais de risco o que direciona as tomadas de decisões referente ao parcelamento da terra, indicando a necessidade da realização de um monitoramento com atualização anual. O monitoramento do uso da terra permite defi-

nir a aptidão urbana, possibilitando o planejamento quanto ao contingenciamento das potencialidades de risco, bem como a definição de medidas de mitigação dos eventos.

O levantamento detalhado para o mapeamento dos aspectos do meio físico permitiu estabelecer a interrelação das formas e feições do relevo com o fator estrutural e sua associação com a instabilidade das vertentes. Essa percepção foi fundamental na elaboração do trabalho, visto que os fatores físicos, biológicos e antrópicos estão interligados e quando esses elementos são analisados em conjunto os resultados proveniente do mapeamento apresentam-se mais concisos e coerentes com a realidade.

Outro levantamento de extrema importância para o mapeamento das áreas de risco, esta associado o comportamento das chuvas anuais, mensais e diárias com as ocorrências de movimentos de massa e erosão. Nesta pesquisa, apesar do período restrito de análise dos totais pluviométricos, pode-se avaliar o comportamento da chuva na bacia hidrográfica das Furnas. No qual, por meio do mapa inventário, foi possível inferir a tendência do comportamento da chuva e a probabilidade a ocorrência dos processos de movimentação de massa em áreas restritas a ela associada. Entende-se que para um levantamento mais preciso, seria necessário analisar uma série de dados pluviométricos maior que a normal climatologia de 30 anos.

Para a área de estudo, a carta de risco a movimentos de massa e enchentes apresentou resultados importantes para a definição do planejamento urbano. Nesta carta de risco foram estabelecidos cinco unidades homogêneas correspondentes à aptidão física e às restrições para o assentamento urbano, definidas como área de instabilidade ocorrente, área de instabilidade ocorrente de forma pontual, área de instabilidade potencial iminente, área de instabilidade potencial e área de instabilidade potencial com cobertura vegetal.

As áreas consideradas como de instabilidade ocorrente, estão associadas a setores restritos de risco em decorrência da suscetibilidade e das intervenções antropicas. As demais áreas identificadas com ocorrências de movimentação de massa e erosão ocorrem de forma pontual e esparsa na área de estudo. Os compartimentos definidos como área de instabilidade potencial e que não foram identificados ocorrências, provavelmente estão associados a pouca ou nula intervenção, em decorrência da área não apresentar ocupação da terra.

A escala 1:10.000, adotada nesse trabalho, mostrou-se adequada a incorporação e representação do nível de detalhamento dos fatores considerados, ao mesmo tempo que se apresenta adequada ao planejamento urbano em área complexa como essa.

A Região Metropolitana de São Paulo, encontra-se assentada em grande parte sobre pré Cambriano recoberto por Cambissolos, como a área estudada, de tal forma que os parâmetros aqui definidos são representativos e podem ser extrapolados em nível municipal.

As questões abordadas nesta pesquisa, vem como forma de contribuir com as discussões referentes à prevenção de desastres, no qual entende-se que a melhor técnica a ser executada é a prevenção.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AB´SÁBER, A.N. 2007. **Geomorfologia do sítio urbano de São Paulo**. Cotia, SP. Ateliê Editorial. 347p.
- AGUIAR.M.B.; KRELING.P.C.L. 1982. **Elaboração gráfica de carta de classes de declividade de vertentes**. p.110- 116.
- ALHEIROS, M. M.; 2010. **Introdução ao gerenciamento de áreas de risco**. p:13-20. In: BRASIL. Ministério das Cidades, Universidade Federal de Pernambuco. **Gestão e mapeamento de riscos socioambientais: curso de capacitação**. Disponível em: <http://www.cidades.gov.br/secretarias-nacionais/programas-urbanos/biblioteca/prevencao-de-riscos/materiais-de-capacitacao/capacitacao-de-equipes-municipais/Curso_UFPE_apostila.pdf>. Acesso em janeiro de 2013.
- ARAUJO, G. H. de S.; ALMEIDA, J. R. de; GUERRA, A. J. T. 2005. **Gestão ambiental de áreas degradadas**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 320p.
- AUGUSTO FILHO, O. 1992. Caracterização geológico-geotécnica voltada à estabilização de encostas: uma proposta metodológica. In: Conferência Brasileira sobre Estabilidade de Encostas, 1, 1992, Rio De Janeiro, **Anais...** Rio de Janeiro: ABMS/ABGE/PCRJ. V2,p.721-733.
- BASE S/A.1962. **Foto aérea**. Fotos 7 1762; 7 1763; 7 1824 e 7 1825. Escala 1:25.000.
- BASE S/A. 1994. **Foto aérea**. Faixa 54. Fotos 45; 46; 47 e 48. Escala 1:25.000.
- BRASIL. 2007. Ministério das Cidades, Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT. **Mapeamento de riscos em encostas e margem de Rios**. CARVALHO, C. S.; MACEDO, E. S; OGURA, A. T. (orgs.), Brasília, 1. ed. Brasília: Ministério das Cidades/Instituto de Pesquisas Tecnológicas. v. 1. 176 p. Acesso em dezembro de 2012.
- BRASIL. 2010. Ministério das Cidades, Universidade Federal de Pernambuco. **Gestão e mapeamento de riscos socioambientais: curso de capacitação**. Disponível em: <http://www.cidades.gov.br/secretarias-nacionais/programas-urbanos/biblioteca/prevencao-de-riscos/materiais-de-capacitacao/capacitacao-de-equipes-municipais/Curso_UFPE_apostila.pdf>. Acesso em novembro de 2012.
- BRASIL. Lei nº12.608, de 10 de abril de 2012. Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - PNPDEC; dispõe sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil - SINPDEC e o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil - CONPEDEC; autoriza a criação de

sistema de informações e monitoramento de desastres; altera as Leis nº 12.340, de 1º de dezembro de 2010, 10.257, de 10 de julho de 2001, 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.239, de 4 de outubro de 1991, e 9.394, de 20 de dezembro de 1996; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2012. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12608.htm>. Acesso em abril de 2014.

BRASIL. Lei nº 12.651, DE 25 DE MAIO DE 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm>. Acesso em maio de 2014.

BRASIL. Resolução Conama nº 1, de 31 de janeiro de 1994. Publicada no DOU no 24, de 3 de fevereiro de 1994, Seção 1, páginas 1684-1685. Define vegetação primária e secundária nos estágios pioneiro, inicial e avançado de regeneração da Mata Atlântica, a fim de orientar os procedimentos de licenciamento de exploração da vegetação nativa no Estado de São Paulo.

BECHER, E.L.S.; STRECK, N.A.; BURIOL, G.A. 2010. Solo do Rio Grande do Sul-Brasil e sua relação com o clima. **VI Seminário Latino Americano de Geografia Física**, Universidade de Coimbra, Maio de 2010.

CABRAL, E.; JESUS, E.F.R. 1994. Eventos pluviais concentrados sobre a Grande São Paulo ocorridos em 1991. **Sitientibus**, Feira de Santana, n.12, p.31-54.

CABRAL, E. 2002. **Tendências e variabilidade do fenômeno pluvial na Região Metropolitana de São Paulo e possíveis vinculações com o processo de urbanização**. São Paulo. 183 p. Tese (Doutorado em Geografia Física) – Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo.

CANIL, K. 2000. **Processos erosivos e planejamento urbano: Carta de risco de erosão das áreas urbanas e periurbana do Município de Franca, SP**. 97 p. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo.

CARVALHO, P.A.S. 1991. **Manual de geotecnia**: taludes de rodovias: orientação para diagnóstico e soluções de seus problemas. São Paulo - Instituto de Pesquisas Tecnológicas (Publicação IPT; n° 1843).

CERRI, L.E.S. 1993. **Riscos geológicos associados a escorregamentos: uma proposta para a prevenção de acidentes**. 197p. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista – Unesp, Rio Claro.

COLÂNGELO, A.C. 1990. **Movimentos de massa e evolução geomorfológica das vertentes marginais no lago de barragem de Paraibana**, Município de Paraibana, SP. 92p. Dissertação de mestrado em Geografia Física. – Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo.

COLÂNGELO, A.C. 1995. **Movimentos de massa e evolução geomorfológica das vertentes no Alto Vale do Paraíba do Sul** – São Luiz do Paraitinga – SP. 172p. Tese (Doutorado em Geografia Física) – Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo.

COLÂNGELO, A. C. 2005. Sobre os modelos de magnitude-frequência e de estabilidade de vertentes. **Revista do Departamento de geografia**, 16. p11-23.

CUNHA, M.A. **Ocupação de encostas**. 1991. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas,. (Publicação IPT; n.1831). 216p.

DE BIASI, Mário et al. 1977. **Cartas de Orientação de Vertentes**: confecção e utilização. Cartografia. São Paulo, 4, pág. 1-12.

DOORNKAMP, J.C & COOKE, R.U. 1990. **Geomorphology in environmental management**. A new introduction. Oxford. CLARENDON PRESS, 410p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 2006. **Sistema Brasileiro de Classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.agrolink.com.br/downloads/sistema-brasileiro-de-classificacao-dos-solos2006.pdf>>. Acesso em dezembro de 2013.

EMPLASA/SCM – Empresa Metropolitana de Planejamento da Grande São Paulo S/A. 1979. **Carta Geológica da Região Metropolitana da Grande São Paulo**. Escala 1:50.000.

EMPLASA/SCM – Empresa Metropolitana de Planejamento da Grande São Paulo S/A. 1980. **Carta Geológica da Região Metropolitana da Grande São Paulo**.. Escala 1:100.000.

EMPLASA/SCM – Empresa Metropolitana de Planejamento da Grande São Paulo S/A. **Sistema Cartográfico Metropolitano**. 1981. Carta Topográfica. Folha de Santana de Parnaíba (articulação 2441 e 2443). Vão 1980/1981. Escala 1:10.000. (TerraFoto).

EMPLASA/SCM – Empresa Metropolitana de Planejamento da Grande São Paulo S/A. 1985. **Plano Diretor de Mineração do Município de Santana de Parnaíba**. (Projeto 7620/004).

EMPLASA/SCM – Empresa Metropolitana de Planejamento da Grande São Paulo S/A. 2000. **Sumário de dados da Grande São Paulo de 1999**. São Paulo: Emplasa.

EMPLASA/SCM – Empresa Metropolitana de Planejamento da Grande São Paulo S/A. 2003. **Diretrizes e medidas para recuperação de áreas degradadas da Sub-Região Pinheiros – Pirapora** (CD-ROM). São Paulo: Emplasa.

ESPINDOLA, C. R.. 2013. **Gênese e evolução das formações superficiais nos trópicos**. 1º ed. São Paulo: Editora Beca. 368p.

FARAH, F. 2003. **Habitação e encostas**. São Paulo: Instituto Pesquisas Tecnológicas - IPT. 312p.

FERNANDES, F.M. 2008. **Carta geotécnica de suscetibilidade aos processos da dinâmica superficial do trecho Km 215 ao 249 da Rodovia Marechal Rondon – SP – 300**. 110p. Dissertação de mestrado em Geociências e Meio ambiente. Instituto de Geociências e Ciências Exatas – Campus de Rio Claro. Universidade Estadual Paulista.

FERREIRA, F P.; AZEVEDO, A. C, WAPPLER, D.; KANIESKI, A. J.; GIRRELLI, D.; PEDROTTI, J. 2005. Exposição solar e propriedades do solo em Santa Maria - RS. **Revista brasileira Agrociência**, Pelotas, v.11, nº3, pag. 377-381, jul-set.

FERREIRA, S. C. 2012. **Caracterização dos processos deflagradores de movimentos gravitacionais de massa durante a catástrofe de março/2011 no município de Antonina-PR**. 81p. Universidade Estadual de Campinas - Instituto de Geociências. Trabalho de conclusão do curso de geologia.

FIORI A.P.; CARMIGNANI L. 2001. **Fundamentos de mecânica dos solos e das rochas: aplicação na estabilidade de taludes**. Curitiba, Editora da UFPR, 602 p

FIORI, A.P.; CARMIGNANI, L. 2009. **Fundamentos de mecânica dos solos e das rochas**. Editora UFPR, (2a ed.), 602 p.

FUSP - Fundação de Apoio à Universidade de São Paulo. (2002). **Plano da Bacia do Alto Tietê**. Relatório Final. Versão 2.0.

GARCIA, M.A.A. 2005. **Recuperação de áreas de encosta**. São Paulo: Ed. LCTE. 160p.

GERSCOVICH, D. 2012. **Estabilidade de taludes**. São Paulo: Oficina de Textos..166p.

GUERRA, A.J.T; SILVA, A.S; BOTELHO, R.G.M. 1999. **Erosão e conservação do solo: conceitos, temas e aplicações**. Rio de Janeiro: ed. Bertrand Brasil.399p.

GOOGLE EARTH, 2012. **Imagens de Satélite**. Sem escala.

Governo do Estado de Pernambuco e a Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste – SUDENE; Fundação de Desenvolvimento Municipal – FIDEM; Ministério de Integração Nacional – MIN. 2003. **Diagnóstico ambiental, urbanístico e social dos morros região metropolitana do recife**. Programa viva o morro.

HASUI, Y. 1975. **Geologia da folha de São Roque**. Boletim IG-USP, vol 6. São Paulo.

IAC – Instituto Agrônomo de Campinas. 1999. **Mapa Pedológico do estado de São Paulo**. Escala: 1: 500.000.

IBC – GERCA - Instituto Brasileiro do Café e Grupo Executivo de Racionalização da Cafeicultura. 1972. **Foto aérea**. Faixa 54. Fotos 38986; 38987 e 38988. Escala 1:25.000.

IBGE. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. 2007. **Manual Técnico de Pedologia**. 2.ed. Rio de Janeiro. (Manuais Técnicos em Geociências, 4). 316p.

IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S/A. 1981a. **Mapa Geológico do Estado de São Paulo.1:500.000**, texto. São Paulo, IPT, 2v. IPT – Publicação 1184, Série Monografias 6.

IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S/A. 1981b. **Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo: 1:1.000.000**. São Paulo: IPT, vol. II, p. 6; 7; 21; 70-2; (Publicação IPT 1183).

IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S/A. 1984a. **Geologia da Folha de Santana de Parnaíba, SF-23-Y-C-III-3**. Estado de São Paulo.São Paulo, DMGA/IPT. Rel. 20.767.

IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S/A. 1984b. **Geologia da Folha de Guarulhos: 1:50.000**. São Paulo. DMGA/IPT Rel. 20.646.

IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S/A. 1994. **Carta Geotécnica do Estado de São Paulo: 1:500.000**. IPT: Publicação 2089, 2 v., 22 p.

IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S/A e CPRM - Serviço Geológico do Brasil. 2014. **Cartas de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundações**. Publicação IPT, 3016.

JORGE F. N.; UEHARA, F. N. 1998. **Águas de superfície**. In: OLIVEIRA A. M. S.; BRITO, S. N. A. (Org.). Geologia de Engenharia. São Paulo: ABGE. p.101-109.

JORNAL CIDADE DE BARUERI. **Plano para atenuar as enchentes**. 19 de novembro de 1988, SP.

JORNAL CIDADE DE BARUERI. **Histórico de Santana de Parnaíba**. 13 de novembro de 1993, SP.

JULIANI, C.; BELJAVSKIS, P. 1995. Revisão da litoestratigrafia da faixa São Roque/Serra do Itaberaba (SP). **Revista Instituto Geológico**. São Paulo, 16(1/2), 33-58, jan./dez.

KERTZMAN, F.F.; DINIZ, N.C. **As abordagens de solos utilizadas na geologia aplicada ao meio ambiente**. In: Bitar, O.Y. (Org). 1995. Curso de Geologia aplicada ao meio ambiente. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, Divisão de Geologia (Série meio ambiente). p.19-30.

LEPSCH, I.F. 2011. **19 Lições de pedologia**. São Paulo: Oficina de Textos. 456p.

MACEDO, E.S.; SANTOS, L.P.; CANIL, K.; Silva, F.C.; LANÇONE, R.B.; MIRANDOLA, F.A.; COSTA, R.N. 2011. Mapeamento de risco em assentamentos precários no município de São Paulo (SP). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA E AMBIENTAL, 13, 2011, São Paulo. **Anais**. São Paulo: ABGE, v. 1 CD. p. 1-10.

MACEDO, E. S.; BRESSANI, L. A. (Org.). **Diretrizes para o zoneamento da suscetibilidade, perigo e risco de deslizamentos para planejamento do uso do solo**. São Paulo: ABGE; ABMS, 2013. 88 p.

MINISTÉRIO DAS CIDADES, INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO – IPT. 2007. **Mapeamento de riscos em encostas e margem de rios**. Organizadores: Celso Carvalho, Eduardo Soares de Macedo, Agostinho Tadashi Ogura. Brasília: Ministério das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT.

- MOLINARI, D.C. 2010. **Hidrologia, processos erosivos e movimentos de massa**. In: Rebello, A. (Org.). Contribuições teórico-metodológicas da geografia física. Manaus. Editora da Universidade Federal do Amazonas. Cap. 3, p.67-103.
- MORAES, F. 2012. Infiltração uma variável geomorfológica. **Caderno de Geografia**, v.22, nº 38.
- MOREIRA.C.V.R.; PIRES NETO, A.G. 1998. **Clima e Relevo**. In: Oliveira, A. M.S; De Brito, S. N. (Org.). Geologia de Engenharia. Associação Brasileira de Geologia de Engenharia. Cap. 5, p.69-85.
- MULTISPECTRAL Ltda.2001. **Foto aérea**. Vão out./2001. Faixa 012 A. Fotos 6745, 6747, 6748, 6749, 6778 e 6779. Escala 1:15.000.
- PEREIRA, M.F. 2007. **Análise do uso e ocupação do solo e suas principais vinculações com as áreas de risco no Município de Santana de Parnaíba**, São Paulo. 82 fp Trabalho de conclusão de Curso de Bacharelado Geografia – PUC/SP, São Paulo.
- PERRELA. A.C.F. 1999. **Estudo e localização das áreas de inundação em São José dos Campos/SP, com base no atendimento pela Defesa Civil e na Puviosidade Regional, como Subsídio ao Planejamento Urbano**. 91p. Dissertação (Mestrado em Planejamento Urbano e Regional), UNIVAP, São José dos Campos.
- PRANDINI, F. L; GUIDICINI, G; BOTTURA, J. A; PONÇANO, W. L; SANTOS, A. R. 1976. **Atuação da Cobertura Vegetal na estabilidade de encostas: Uma Resenha Crítica**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas (Publicação IPT; n.1074 - e.2)
- PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DE PARNAÍBA. 2006. **História de Santana de Parnaíba**. Disponível: <<http://www.santanadeparnaiba.sp.gov.br>>. Acesso em 10 de Março de 2006.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DE PARNAÍBA. 2006. **Plano Diretor 2004/2005/2006**. Disponível: Na sede da Prefeitura do Município de Santana de Parnaíba. Acesso em 05 de abril de 2006.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DE PARNAÍBA. 2007. **Levantamento das áreas de riscos da cidade. Santana de Parnaíba**: Prefeitura do Município de Santana de Parnaíba, 2007.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DE PARNAÍBA. 2007. **Dados da precipitação pluviométrica 2011/2012/2013**. Prefeitura do Município de Santana de Parnaíba, 2013.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DE PARNAÍBA. 2014. **Plano municipal de saneamento de Santana de Parnaíba**. Relatório II – Tomo III – Drenagem urbana SPPS - 251113– novembro/2013. Contrato: 063/2012. Disponível em : <
http://www.santanadeparnaiba.sp.gov.br/plano_diretor/relatorios/PMSB/RELATORIO%20II%20-%20TOMO%20III%20-%20Rev4.pdf>. Acesso em julho de 2014.

RICCI, M.;PETRI, S. 1965. **Princípios de Aerofotometria e Interpretação Geológica**. Companhia Editora Nacional. Exemplar nº 4271, Série 4 – Ciências aplicadas.

RODRIGUEZ, S. K. 1997. **Geologia Urbana da Região Metropolitana de São Paulo**. Tese de Doutorado - Programa de Geologia Sedimentar - IG/USP. Disponível em: <http://barueri.sp.gov.br/urba.htm> em 21/10/97.

RODRIGUES, V. L. 2008. **Mapeamento Geotécnico como base para o planejamento urbano e ambiental**: Município de Jau, SP. 154p. Dissertação de mestrado Geotécnica. Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo.

ROSS, J.L.S.; MOROZ, I.C. 1997. **Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo. 1:500.000**. São Paulo: FFLCH-USP/ FAPESP/ IPT.

ROSS, J.L.S. 2005. **Geomorfologia**: ambiente e planejamento. São Paulo: Ed. Contexto. 85p.

ROVANI, F.F.M.; CASSOL, R. 2012. Cartografia temática: uma contribuição na análise geográfica do município de Barão de Cotegipe/RS. **Ateliê Geográfico**. Goiânia, v.6, nº2. p.33-54.

SANTOS. M. 2002. **O País Distorcido**: o Brasil, a globalização e a cidade. São Paulo: Publifolha. 221p.

SAYDELLES, A. P., SARTORI, M. G. B. 2007. Análise da insolação direta nas vertentes do Bairro Centro da cidade de Santa Maria-RS. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 10., 2007 Santa Maria. **Anais**. Santa Maria. p. 1-10.

SAVIGEAR, R.A.G. 1965.A Technique of Morphological Mapping. **Annals of The Association of American Geographers**, Los Angeles, v. 55, n. 3, p. 514-538.

SEADE – Fundação Sistema Estadual de Análise de dados. 2000. **Perfil Municipal de Santana de Parnaíba**. São Paulo, 2000. Disponível em : <<http://www.seade.gov.br/produtos/perfil/perfil.php>>. Acesso em janeiro de 2009.

SOUZA, C. M. P. 2013. Análise da relação entre face de exposição de vertentes e níveis de degradação de pastagens com uso de imagem Ikonos. **Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR**, 16,. Foz do Iguaçu, PR, Brasil. Anais, Foz. do Iguaçu: INPE.

SIGRH - **Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos de São Paulo**. Disponível.: <www.sigrh.sp.gov.br>. Acesso em 15 de Abril de 2005.

SOBREIRA,F.G; DE SOUZA, L.A. 2012. Cartografia geotécnica aplicada ao planejamento urbano. **Revista Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental**. p.79-95.

TOMINAGA, L. K. 2007. **Avaliação de metodologias de análise de risco a escorregamentos: Aplicação de um ensaio em Ubatuba, SP**. 220p.Tese (Doutorado em Geografia Física) – Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo.

TOMINAGA, L. K. **Escorregamentos**. In: Santoro. J.; Amaral, R. (Org.). 2009. Desastres naturais: conhecer para prevenir. Instituto Geológico – Secretaria do Meio Ambiente (Governo do Estado de São Paulo). São Paulo.. Cap. 2, p.27-38.

TROPPMAIR, H. 1969. A Cobertura Vegetal Primitiva do Est. de São Paulo. Biogeografia nº 1. São Paulo:IG, USP.

USAF. 1963. **Foto aérea**. Fotos 50909 e 50910. Escala 1:60.000.

VALERIANO. M.M. 2008. Dados Topográficos. In: Florenzano.T.G.(ORG.) **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo. Oficina de Textos, Cap. 3, p.72-104.

ZUQUETTE, L.; GANDOLFI, N. 2004. **Cartografia Geotécnica**. São Paulo. Oficina de Textos. 190p.

APÊNDICE

APÊNDICE A - Ficha de campo para caracterização da área de estudo

Município de _____

Data: _____

Nº Ficha: _____

Fotos: _____

FICHA DE
CARACTERIZAÇÃO DA
ÁREA DE ESTUDO

LOCALIZAÇÃO

Bairro: _____ Gleba: _____
 GPS: _____ Coord. X: _____ Coord. Y: _____

Perfil da encosta: ☐ Corte do talude ☐ Água servida/esgoto ☐ Solo exposto ☐ Vegetação de cultivo

CONDICIONANTES

Distância Talude-Casa (m): _____

Distância Topo do Talude-Casa (m): _____

Largura do Talude (m): _____

☐ Encostas Naturais

Altura (m): _____

Declividade (°): _____

☐ Talude de Corte

Altura (m): _____

Declividade(°): _____

Material Predominante: ☐ Solo residual maduro ☐ Solo residual jovem ☐ Rocha alterada ☐ Rocha sã
☐ Aluvião ☐ Colúvio ☐ Tálus ☐ Estruturas desfavoráveis à estabilidade: _____

☐ Taludes de Aterro

Altura (m): _____

Declividade: _____

CLASSE DE OCUPAÇÃO DA ÁREA AVALIADA

☐ Área não edificada c/ solo exposto e cob. veg. ☐ Área parcialmente edificada c/ solo exp. e cob. veg. nativa
☐ Área não edificada c/ solo exposto ☐ Área parcialmente edificada c/ solo exp. e cob. veg. exótica
☐ Área parcialmente edificada c/ solo exposto ☐ Área edificada

☐ Depósitos Antrópicos Obs.: _____

Posição ☐ Encosta Natural ☐ Talude de Corte ☐ Talude de Aterro ☐ Talude Marginal

Material Presente ☐ Aterro ☐ Lixo ☐ Entulho

PROCESSOS DE INSTABILIZAÇÃO

☐ Escorregamentos ☐ Encosta ☐ Corte ☐ Aterro ☐ Dep. Antrópico Tipo ☐ Planar ☐ Circular ☐ Cunha

☐ Erosão ☐ Laminar ☐ Sulcos ou Ravinas ☐ Voçorocas

☐ Movimentos gravitacionais de queda livre e tombamento ☐ Queda de blocos ☐ Deslocamento

☐ Outros ☐ Solapamento ☐ Corrida de massa

EVIDÊNCIAS DE MOVIMENTAÇÃO

☐ Trincas em moradias ☐ Zona de blocos rochosos *in situ* ☐ Fratura do maciço rochoso
☐ Trincas em muros ☐ Muro/Parede "embarrigados" ☐ Cicatrizes ☐ Dep. escor. pretérito
☐ Trincas no terreno ☐ Postes inclinados
☐ Degraus de abatimento ☐ Muros inclinados
☐ Dep. corrida de detritos ☐ Árvores inclinadas

Município de _____

Data: _____

Nº Ficha: _____

Fotos: _____

**FICHA DE
CARACTERIZAÇÃO DE
ÁREAS DE RISCO**

Bairro: _____

Gleba: _____

Setor: _____

ÁGUA

☐ Concentração de água em superfície (Enxurrada)

☐ Lançamento de água servida em superfície

Vazamento de tubulação

☐ Água ☐ Esgoto ☐ Não há vazamento

Sistema de drenagem superficial

☐ Inexistente ☐ Satisfatório ☐ Precário

Destino do esgoto

☐ Fossa ☐ Canalizado ☐ Céu aberto

Abastecimento de água

☐ Água encanada ☐ Poço/Cisterna/Cacimba

☐ Mina d'água ☐ Outros _____

Mina d'água no talude

☐ No pé do talude ☐ No topo do talude

☐ No meio do talude ☐ Não há mina aparente

VEGETAÇÃO NA ÁREA OU PROXIMIDADES

☐ Presença de árvores ☐ Vegetação rasteira ☐ Solo exposto ☐ Área desmatada ☐ Cultivo _____

AVALIAÇÃO DE RISCO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO

☐ Risco ☐ Sem risco

Obs:

Moradias em risco: _____ Pessoas em risco: _____

Obras

☐ Obras de drenagem

☐ Área para construção/reconstrução de talude

☐ Estruturas de contenção

☐ Obras não estruturais

APÊNDICE B - Inventário das ocorrências, com data e ano da ocorrência, tipo de área, tipologia do processo, localização, identificação do morador, nº pessoas residentes do imóvel em risco, situação, observação e medida tomada

Identificação da ocorrência	Ano	Data da ocorrência	Tipo de área		Tipologia do Processo		Endereço	Bairro	Gleba	Morador	Nº Pessoas	Situação	Observação	Medida tomada
			Particular	Pública	Movimento de massa	hidrológico								
01	2002	Não informado	X	-	X	-	Avenida Joaquim Pereira de Miranda, 12	Cidade São Pedro	B	Joselia Macedo Fama	6	Risco de desabamento	Desabamento do muro e casa parcialmente demolida.	Não informado
02	2003	28/01/2003	X	-	X	-	Rua Roxinol	Cidade São Pedro	A	Não informado	Não informado	Risco de deslizamento e desmoronamento	-	Não informado
03		28/01/2003	X	-	X	-	Rua dos Sabias	Cidade São Pedro	A	Não informado	Não informado	Risco de deslizamento e desmoronamento	-	Não informado
04		Fevereiro	X	-	X	-	Avenida Joaquim Pereira de Miranda, 11	Cidade São Pedro	B	Isaulina Eliana Maria da Silva	Não informado	Risco de deslizamento e desabamento	-	Não informado
05		20/02/2003	X	-	X	-	Avenida Conselheiro Ramalho	Cidade São Pedro	A	Não informado	Não informado	Ameaça de desabamento	-	Não informado
01		Não informado	X	-	X	-	Avenida Joaquim Pereira de Miranda, 12	Cidade São Pedro	B	Joselia Macedo Fama	6	Risco de deslizamento	Em 2002 ocorreu um desabamento do muro e casa foi parcialmente demolida. Atualmente parte da casa encontra-se em construção (2º pavimento)	Não informado
06	2004 2005	Não informado	X	-	X	-	Avenida Manoel da Silva, 47A	Cidade São Pedro	A	Isabel Cristina da Silva	Não informado	Risco de deslizamento	-	Não informado
07			X	-	X	-	Avenida Manoel da Silva, 41 Fundo	Cidade São Pedro	A	Erodina Alves de Souza e Isabel Cristina da Silva Araújo	3	Alto risco de desabamento do barranco	Família orientada a desocupar o imóvel. A Sra. Isabel não aceitou ir para o Ginásio de Esportes (afirma que passará a noite em casa de amigos e irá procurar pastor para arrumar outra casa)	Orientação a família
06			X	-	X	-	Avenida Manoel da Silva, 47 Fundos	Cidade São Pedro	A	Andreia de Oliveira	Não informado	Risco de deslizamento	-	Não informado
08			X	-	X	X	Avenida Manoel da Silva, 121	Cidade São Pedro	A	Vilmar Araújo Alencar	Não informado	Moradia próximo do córrego e baixo do nível do curso d' água	-	Não informado
08			X	-	-	X	Avenida Manoel da Silva, 121 Fundos	Cidade São Pedro	A	Maria das Graças Paula Santos	Não informado	Risco de inundação	-	Não informado
09			X	-	-	X	Avenida Manoel da Silva, 120A	Cidade São Pedro	A	Leontina Aparecida Bueno	Não informado	Moradia abaixo do nível do córrego	-	Não informado
10			X	-	-	X	Avenida Manoel da Silva, 125A	Cidade São Pedro	A	Maria de Jesus Santana	Não informado	Moradia abaixo do nível do córrego	-	Não informado
11			X	-	X	-	Rua dos Sabías, 365	Cidade São Pedro	A	Maria das Dores da Silva e David de Oliveira	3	Risco de deslizamento	Área de serviço foi soterrada, no entanto já ocorreu a construção do muro de arrimo.	Não informado
12			X	-	X	-	Rua dos Sabías, 395	Cidade São Pedro	A	Gilvan Lino da Silva e Verônica Maria de O. Silva	3	Risco de deslizamento	Edícula teve parede afetada pela infiltração de água do imóvel 17. Foi reforçada a parede, mais ainda permanece a infiltração.	Não informado
13			X	-	X	-	Rua Genaral Julio de Miranda, 742	Cidade São Pedro	A	Não informado	Não informado	Risco de deslizamento	-	Não informado
01			X	-	X	-	Avenida Joaquim Pereira de Miranda, 12	Cidade São Pedro	B	Joselia Macedo Fama	6	Risco de deslizamento	Em 2002 ocorreu um desabamento do muro e casa foi parcialmente demolida. Atualmente parte da casa encontra-se em construção (2º pavimento)	Não informado
14			X	-	X	-	Avenida Joaquim Pereira de Miranda, 10B	Cidade São Pedro	B	Rita de Cassia	Não informado	Risco de desabamento	-	Não informado
04			X	-	X	-	Avenida Joaquim Pereira de Miranda, 11	Cidade São Pedro	B	Júlio de Jesus e Eliana Maria da Silva (antiga Isaulina Eliana Maria da Silva)	4	Risco de deslizamento e desabamento	Situação desde fevereiro de 2003, precisa construir muro de arrimo (risco de desabamento e de atingir outras casas). Sem avanço, família usou material cedido pela prefeitura para construir outro cômodo e abrigar outra família em vez de construir o muro.	Não informado
15			X	-	X	-	Avenida Joaquim Pereira de Miranda, 56	Cidade São Pedro	B	Maria das Graças Nascimento	6 adulto	Risco intermediário de desabamento	Família abrigada no Ginásio de Esportes. Alugou casa e mudou-se, esta construindo casa em alvenaria (acompanhar)	Família removida da área de risco
16			X	-	X	-	Avenida Joaquim Pereira de Miranda, 57	Cidade São Pedro	B	Adilson Rodrigues Souza	Não informado	Risco intermediário de desabament	Realizou obras paliativas (acompanhar)	Não informado
15			X	-	X	-	Avenida Joaquim Pereira de Miranda, 56B	Cidade São Pedro	B	Manoel Santana Almeida	1 adulto	Risco de desabamento (rachaduras)	Está construindo na frente novamente	Moradia demolida
17			X	-	X	-	Avenida Joaquim Pereira de Miranda, 58	Cidade São Pedro	B	Carlos Alberto Rodrigues e Maria Aparecida Justino	4	Imóvel atingido por deslizamento de terra	Iniciou construção de muro de arrimo, obra paralisada.	Recomenda remoção definitiva
18			X	-	X	-	Rua do Rouxinol, 150	Cidade São Pedro	A	Gilvan Geminiano da Silva e Maria José da Silva	5	Desabamento de parede (barranco)	Família abrigada no Ginásio da Fazendinha. Propõe construir em madeira muro de arrimo (frente e fundo). Transf. Rua Bendito Alves de Siqueira Castro, nº 707 (não tem condições de construir)	Remoção temporária da família em área de risco
19			X	-	X	-	Avenida Batista Borba, 113	Cidade São Pedro	A	Maria Nazaré Monteiro	3	Imóvel sob risco de desabamento	Família orientada a desocupar temporariamente (vai ficar em casa de amigos ou da sobrinha). Talude coberto em plástico preto, existe risco de desabamento e soterramento da casa (construir muro para conter e avenida continua em risco)	Remoção temporária da família em área de risco
20			X	-	X	-	Avenida Manoel da Silva, 60	Cidade São Pedro	A	Vita Antonia	2	Risco de desabamento	Casas com trinca no piso e parede. Aterro pondo em risco banheiro e paredes dos fundos pode desabar a qualquer momento.	Não informado
21			X	-	X	-	Avenida Manoel da Silva, 12B	Cidade São Pedro	A	Elizete Aparecida dos Santos	5	Risco de desabamento	Casa próxima a talude risco de desabamento e soterramento	Não informado
07			X	-	X	-	Avenida Manoel da Silva, 41	Cidade São Pedro	A	Valdice Santos Miranda e Edmilson Rodrigues	3	Risco intermediário de desabamento	Deslizamento de barranco. Notificada para desocupar, não aceitou abrigo diz que ficará em casa de amigos (Sem avanço, remover família)	Notificação de desocupação
07			X	-	X	-	Avenida Manoel da Silva, 41 Fundo	Cidade São Pedro	A	Isabel Cristina da Silva Araújo	Não informado	Risco de desabamento	-	Não informado
22			X	-	X	-	Avenida Manoel da Silva, 45 Fundo	Cidade São Pedro	A	Juliana Elpidio	3	Risco de escorregamento	Moradia com estado precário, próximo talude de 6,00m (alto risco). Talude dos fundos em deslizamento.	Não informado
23			X	-	X	-	Avenida Manoel da Silva, 29B	Cidade São Pedro	A	Carmem dos Santos	Não informado	Risco de desabamento	-	Não informado
24			X	-	X	-	Avenida Manoel da Silva, 24	Cidade São Pedro	A	Dorival Carvalho e Ivanilde dos Santos Lima	7	Risco intermediário de desabamento	Acionou a SMAS (engenheiro afirmou que não há risco de desabamento, construir muro de arrimo)	Não informado
25			X	-	X	-	Rua Tartarugas, 863	Cidade São Pedro	B	Francisca Souza da Cunha	Não informado	Risco de desabamento	Construção de muro de arrimo pelo vizinho dos fundos (em agosto de 2005 a situação é idêntica, apenas foi colocado plástico preto)	Não informado

Identificação da ocorrência	Ano	Data da ocorrência	Tipo de área		Tipologia do Processo		Endereço	Bairro	Gleba	Morador	Nº Pessoas	Situação	Observação	Medida tomada
			Particular	Pública	Movimento de massa	hidrológico								
26			X	-	X	-	Rua Benedito Alves Siqueira, 430A	Cidade São Pedro	B	Adilze Santos de Oliveira	Não informado	Risco de desabamento	O muro desabou e pôe em risco a casa da Sra. Francisca (vizinha dos fundos). Em agosto de 2005 a situação esta sem avanço.	Não informado
27			X	-	X	-	Rua do Mandi (antigo nº 14)	Cidade São Pedro	B	Maria de Conceição Melo	4	Risco de escorregamento	Casa de 1 cômodo (situação precaríssima precisando de muro de arrimo)	Não informado
28			X	-	X	-	Avenida Manoel da Silva, 570	Cidade São Pedro	A	Nadilza Rodrigues da Silva	3	Risco de desabamento do talude (frente do imóvel)	Orientada a não pernoitar no local, indicou construir muro, momentaneamente foi colocado sobre o talude plástico preto	Orientação a família para não pernoitar na residência
29			X	-	X	-	Avenida Batista Borba, 264	Cidade São Pedro	A	Luzia Antonia da Silva	5	Risco de desabamento	Precisa de muro de arrimo. Põe em risco também a casa da vizinha.	Não informado
30			X	-	X	-	Praça Benedito Vieira, 192	Cidade São Pedro	B	Domingas Avelino de Jesus	Não informado	Risco de desabamento	Muro da vizinha apresenta fundação exposta (Praça Benedito Vieira, 202) ameaça rua e pode atingir sua casa. A Sra Domingas e quem tirou a terra.	Não informado
31			X	-	X	-	Praça Benedito Vieira, 202	Cidade São Pedro	B	Maria Rodrigues de Souza	Não informado	Risco de desabamento	A vizinha Sra. Domingas tirou terra e põe em risco muro e a casa ameaça desabar	Não informado
32			X	-	X	-	Rua Piracuru, 182	Cidade São Pedro	B	Antonio Domingos de Freitas Barbosa	Não informado	Risco de desabamento	Águas pluviais da rua derrubaram o muro de arrimo. O morador solicita material para construção de um novo murro. Segundo observações a obra será executada na rua pode agravar a situação.	Não informado
33			X	-	X	-	Rua Tocantins, 542	Cidade São Pedro	A	Washington Aparecido Rodrigues	3	Risco de desabamento	Duas casas a frente foi atingida e os moradores estão se abrigando no fundos. Necessita fazer muro de arrimo. Em vistoria realizada em agosto de 2005 foi verificado que a casa havia sido demolida, não havendo mais risco.	Não informado
não localizado			X	-	X	-	Rua Antônio Marquezine, 127	Cidade São Pedro	–	Solange dos Santos e Gerson Jesus da Silva	9	Risco de escorregamento	Deslizamento de terra atingiu a cozinha. Família abrigada em cômodos não atingidos. Orientada pela engenheira Marcinéia (C.T 11/05/05)	Orientação para ocupar os cômodos da frente
34			X	-	X	-	Rua do Robalo, 240	Cidade São Pedro	B	Dionísio Mourão	4	Risco de escorregamento	Talude atingiu o poste e a moradora foi orientada para chamar a Eletropaulo	Orientação a família
35			X	-	X	-	Rua General Julio de Miranda, 237	Cidade São Pedro	A	Sérgio Chelvi	Não informado	Risco de escorregamento	Talude dos fundos desabou (3m) e começa a atingir a casa.	Não informado
36			X	-	X	-	Avenida Jaguarí, 2148	Cidade São Pedro	B	Anni Viana da Silva	Não informado	Risco de escorregamento	Deslizamento atingiu a laje. Retirada de bananeiras e entulho do talude.	Não informado
37			X	-	X	-	Rua Benedito Alves Siqueira, 20	Cidade São Pedro	B	Antonio Erismar Bezerra	Não informado	Risco de escorregamento	Deslizamento atingiu a cozinha que foi interditada. Necessita remover a terra e construir muro de arrimo.	Cozinha interditada
50			X	-	X	-	Rua Benedito Domingo de Moraes	Cidade São Pedro	A	Maria Aparecida de Nóbrega e José Pereira de Lima	3	Risco de escorregamento	Fundação exposta e presença de rachaduras. Piso cedido com estabilidade comprometida.	Não informado
38			X	-	X	-	Avenida Fortunato Camargo, 986	Cidade São Pedro	A	Candida Maria da Conceição	Não informado	Risco de escorregamento	O vizinho do terreno ao lado retirou terra, formando um talude (6m) e podendo ocorrer desabamento da residência.	Não informado
39			X	-	X	-	Rua Rouxinol, 170	Cidade São Pedro	A	Edineuza de Oliveira e Silva	3	Risco de escorregamento	Talude frontal de 7m e fundos de 10m, residência em alto risco.	Não informado
40	X	-	X	-	Rua Tocantins, 446	Cidade São Pedro	A	Não informado	Não informado	Risco de escorregamento	O antigo problema de escorregamento foi resolvido com a construção do muro de arrimo.	-		
13	X	-	X	-	Rua General Julio de Miranda, 742	Cidade São Pedro	A	Não informado	Não informado	Risco de escorregamento	Construir muro para conter trecho da rua e dar estabilidade.	Recomenda construir muro de arrimo		
41	X	-	X	-	Rua Tocantins, 137	Cidade São Pedro	A	José Moreira dos Santos	Não informado	Risco de escorregamento	Talude existente entre a rua e o terreno ao lado da casa do município. Recomenda construir o muro de arrimo.	Recomenda construir muro de arrimo		
42	2010		X	-	X	-	Rua Rouxinol e Rua Sabiá	Cidade São Pedro	A	Não informado	Não informado	Risco de escorregamento	Deslizamento de terra e ruptura do pavimento	Não informado
43		12/04/2010	X	-	-	X	Rua Joaquim P. de Miranda,07 e Rua Manoel da Silva	Cidade São Pedro	B	Não informado	Não informado	Risco de enchente	Área verde ocupada irregularmente com construções de madeira e alvenaria junto ao córrego da rua Manoel da Silva.	Não informado
42	2011		X	-	X	-	Rua Rouxinol e Rua Sabiá	Cidade São Pedro	A	Não informado	Não informado	Risco de escorregamento	Deslizamento de terra,queda de arvore, risco de escorregamento de 13 imóveis, via publica em risco de arraste devido deslizamento de terra.	Orientação ao morador
44		14/01/2011	X	-	X	-	Rua Julio Miranda,343	Cidade São Pedro	A	Não informado	Não informado	Risco de escorregamento	Deslizamento de terra ocorrido dia 11/01 pela madrugada	Não informado
42		13/02/2011	X	-	X	-	Avenida Sabiá	Cidade São Pedro	A	Não informado	Não informado	Risco de escorregamento	Deslizamento de terra	Não informado
45		27/10/2011	X	-	X	-	Rua Alfeu de Oliveira aproximadamente 733	Cidade São Pedro	A	Não informado	Não informado	Risco de escorregamento	Deslizamento de terra	Não informado
46		27/10/2011	X	-	X	-	Rua dos Sabiás aproximadamente 935	Cidade São Pedro	A	Não informado	Não informado	Risco de escorregamento	Deslizamento de terra	Não informado
47		-	X	-	X	-	Rua dos Sabiás,935	Cidade São Pedro	A	Não informado	Não informado	Risco de escorregamento	Deslizamento de terra, despejo de água servida em via publica	Não informado
48		11/11/2011	X	-	X	-	Rua Rouxinol	Cidade São Pedro	A	Não informado	Não informado	Risco de escorregamento	Moradia interditada	9 famílias removidas7 famílias transferidas para casa própria.
42	2013	Não informado	X	-	X	-	Rua dos Sabias/ Rua Curio	Cidade São Pedro	A	Não informado	Não informado	Não informado	-	Não informado
49		Não informado	X	-	X	-	Avenida Conselheiro Ramalho	Cidade São Pedro	A	Não informado	Não informado	Não informado	-	Não informado
48		Não informado	X	-	X	-	Rua Rouxinol	Cidade São Pedro	A	Não informado	Não informado	Não informado	-	Não informado
13		Não informado	X	-	X	-	Rua General Julio de Miranda	Cidade São Pedro	A	Não informado	Não informado	Não informado	-	Não informado
50		Não informado	X	-	X	-	Rua Benedito Domingo de Moraes	Cidade São Pedro	A	Não informado	Não informado	Não informado	-	Não informado
51		Não informado	X	-	X	-	Rua Zacarias	Cidade São Pedro	C	Não informado	Não informado	Não informado	-	Não informado
01		Não informado	X	-	X	-	Av. Joaquim P. de Miranda	Cidade São Pedro	B	Não informado	Não informado	Não informado	-	Não informado
52		Não informado	X	-	X	-	Avenida Conselheiro Ramalho, altura nº 869	Cidade São Pedro	A	Não informado	Não informado	Não informado	-	Não informado
53		Não informado	X	-	X	-	Avenida Conselheiro Ramalho, altura nº 641	Cidade São Pedro	A	Não informado	Não informado	Não informado	-	Não informado

ANEXO

ANEXO A - Dados da precipitação pluviométrica obtida juntamente a Guarda Municipal Comunitária e a Defesa civil do município de Santana de Parnaíba

Guarda Municipal Comunitária Santana de Parnaíba

Pluviômetros Janeiro de 2011

	Centro Quartel	PG Tamboré	São Pedro Colégio JK	PG Cururuquara	Refúgio Colégio Mª Fernandes	Fazendinha PG Tenente Marques	Colinas Colégio Padre Anacleto	Média do Município	
1	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,14	mm³.
2	25,00	7,00	2,00	3,00	11,00	2,00	3,00	7,57	mm³.
3	36,00	40,00	37,00	88,00	44,00	40,00	43,00	46,86	mm³.
4	14,00	12,00	14,00	14,00	14,00	14,00	17,00	14,14	mm³.
5	4,00	2,00	4,00	23,00	18,00	3,00	8,00	8,86	mm³.
6	75,00	75,00	75,00	40,00	60,00	65,00	60,00	64,29	mm³.
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16,00	2,29	mm³.
8	13,00	0,00	0,00		6,00		0,00	2,71	mm³.
9	14,00	12,00	12,00	32,00	23,00	22,00	34,00	21,29	mm³.
10	12,00	12,00	5,00	34,00	6,00	6,00	5,00	11,43	mm³.
11	57,00	40,00	86,00	72,00	72,00	71,00	98,00	70,86	mm³.
12	21,00	15,00	30,00	14,00	25,00	28,00	16,00	21,29	mm³.
13	5,00	14,00	27,00	2,00	5,00	32,00	19,00	14,86	mm³.
14	16,00	8,00	14,00	2,00	14,00	40,00	14,00	15,43	mm³.
15	20,00	12,00	11,00	5,00	34,00	10,00	8,00	14,29	mm³.
16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
17	3,00	0,00	0,00	4,00	2,00	14,00	2,00	3,57	mm³.
18	10,00	8,00	12,00	8,00	13,00	10,00	13,00	10,57	mm³.
19	6,00	10,00	4,00	3,00	6,00	3,00	3,00	5,00	mm³.
20	6,00	3,00	5,00	4,00	4,00	3,00	4,00	4,14	mm³.
21	2,00	3,00	2,00	7,00	1,00	3,00	3,00	3,00	mm³.
22	0,00	5,00	0,00	7,00	0,00	4,00	0,00	2,29	mm³.
23	1,00	5,00	18,00	0,00	0,00	6,00	3,00	4,71	mm³.
24	24,00	40,00	25,00	35,00	38,00	17,00	15,00	27,71	mm³.
25	23,00	0,00	12,00	7,00	24,00	3,00	5,00	10,57	mm³.
26	27,00	5,00	27,00	0,00	42,00	30,00	19,00	21,43	mm³.
27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
	415,00								
Média Mensal								13,20	mm³.

Média Setorial

Centro Quartel	PG Tambore	São Pedro Colégio JK	PG Cururuquara	Refugio Colégio Mª Fernandes	Fazendinha PG Tenente Marques	Colinas Colégio Padre Anacleto
13,39	10,58	13,61	13,03	14,90	13,74	13,16

Estado de Emergência Quantidade Maior que 75,00 mm³

Estado de Atenção Quantidade Maior que 50,00 mm³

Estado de Alerta Quantidade Maior que 20,00 mm³

Obs.:	Medidas em mm³/m² (milímetros Cubicos por metro Quadrado)

Guarda Municipal Comunitária Santana de Parnaíba

Pluviômetros Fevereiro de 2011

	Centro Quartel	PG Tamboré	São Pedro Colégio JK	PG Cururuquara	Refúgio Colégio M ^a Fernandes	Fazendinha PG Tenente Marques	Colinas Colégio Padre Anacleto	Média do Município	
1	4,00	0,00	4,00	2,00	6,00	4,00	0,00	2,86	mm³.
2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
3	2,00	6,00	2,00	32,00	6,00	2,00	2,00	7,43	mm³.
4	3,00	3,00	2,00	2,00	3,00	3,00	4,00	2,86	mm³.
5	25,00	7,00	13,00	15,00	25,00	13,00	11,00	15,57	mm³.
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
8	0,00	0,00	15,00	0,00	4,00	0,00	0,00	2,71	mm³.
9	74,00	18,00	14,00	24,00	26,00	15,00	4,00	25,00	mm³.
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
16	3,00	4,00	8,00	23,00	7,00	12,00	7,00	9,14	mm³.
17	13,00	37,00	10,00	37,00	22,00	14,00	10,00	20,43	mm³.
18	2,00	2,00	3,00	13,00	1,00	0,00	3,00	3,43	mm³.
19	5,00	2,00	3,00	15,00	5,00	0,00	3,00	4,71	mm³.
20	6,00	15,00	10,00	1,00	0,00	7,00	9,00	6,86	mm³.
21	0,00	15,00	14,00	0,00	0,00	7,00	2,00	5,43	mm³.
22	2,00	0,00	8,00	0,00	1,00	4,00	4,00	2,71	mm³.
23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
24	8,00	5,00	5,00	17,00	30,00	5,00	5,00	10,71	mm³.
25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
28	16,00	40,00	4,00	12,00	10,00	60,00	80,00	31,71	mm³.
Média Mensal								5,41	mm³.

Média Setorial

Centro Quartel	PG Tambore	São Pedro Colégio JK	PG Cururuquara	Refugio Colégio M ^a Fernandes	Fazendinha PG Tenente Marques	Colinas Colégio Padre Anacleto
5,82	5,50	4,11	6,89	5,21	5,21	5,14

Estado de Emergência Quantidade Maior que 75,00 mm³

Estado de Atenção Quantidade Maior que 50,00 mm³

Estado de Alerta Quantidade Maior que 20,00 mm³

Obs.: Medidas em mm³/m² (milímetros Cubicos por metro Quadrado)

Guarda Municipal Comunitária Santana de Parnaíba

Pluviômetros Março de 2011

	Centro Quartel	PG Tamboré	São Pedro Colégio JK	PG Cururuquara	Refúgio Colégio Mª Fernandes	Fazendinha PG Tenente Marques	Colinas Colégio Padre Anacleto	Média do Município	
1	38,00	20,00	97,00	22,00	35,00	66,00	55,00	47,57	mm³.
2	16,00	34,00	4,00	6,00	14,00	2,00	15,00	13,00	mm³.
3	12,00	14,00	20,00	10,00	11,00	3,00	5,00	10,71	mm³.
4	2,00	6,00	4,00	5,00	4,00	3,00	5,00	4,14	mm³.
5	10,00	16,00	10,00	5,00	7,00	11,00	11,00	10,00	mm³.
6	3,00	2,00	6,00	2,00	3,00	5,00	6,00	3,86	mm³.
7	2,00	5,00	0,00	2,00	0,00	2,00	0,00	1,57	mm³.
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
9	2,00	0,00	4,00	1,00	4,00	0,00	2,00	1,86	mm³.
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
12	1,00	0,00	1,00	2,00	2,00	2,00	1,00	1,29	mm³.
13	8,00	6,00	6,00	7,00	6,00	5,00	5,00	6,14	mm³.
14	14,00	8,00	20,00	14,00	26,00	32,00	4,00	16,86	mm³.
15	0,00	1,00	0,00	2,00	0,00	0,00	2,00	0,71	mm³.
16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,14	mm³.
17	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,14	mm³.
18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
19	43,00	80,00	34,00	5,00	51,00	20,00	48,00	40,14	mm³.
20	3,00	3,00	3,00	3,00	2,00	2,00	3,00	2,71	mm³.
21	0,00	2,00	1,00	4,00	1,00	0,00	1,00	1,29	mm³.
22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
24	0,00	0,00	0,00	23,00	0,00	0,00	0,00	3,29	mm³.
25	3,00	6,00	21,00	0,00	0,00	1,00	7,00	5,43	mm³.
26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,14	mm³.
30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
Média Mensal								5,52	mm³.

Média Setorial

Centro Quartel	PG Tambore	São Pedro Colégio JK	PG Cururuquara	Refugio Colégio Mª Fernandes	Fazendinha PG Tenente Marques	Colinas Colégio Padre Anacleto
5,06	6,55	7,45	3,68	5,35	5,03	5,48

Estado de Emergência Quantidade Maior que 75,00 mm³

Estado de Atenção Quantidade Maior que 50,00 mm³

Estado de Alerta Quantidade Maior que 20,00 mm³

Obs.: Medidas em mm³/m² (milímetros Cubicos por metro Quadrado)

Guarda Municipal Comunitária Santana de Parnaíba

Pluviômetros Abril de 2011

	Centro Quartel	PG Tamboré	São Pedro Colégio JK	PG Cururuquara	Refúgio Colégio Mª Fernandes	Fazendinha PG Tenente Marques	Colinas Colégio Padre Anacleto	Média do Município	
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
3	53,00	4,00	4,00	11,00	12,00	9,00	4,00	13,86	mm³.
4	12,00	9,00	0,00	11,00	12,00	13,00	14,00	10,14	mm³.
5	3,00	2,00	2,00	1,00	2,00	5,00	3,00	2,57	mm³.
6	3,00	3,00	2,00	0,00	1,00	0,00	3,00	1,71	mm³.
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
10	2,00	1,00	2,00	5,00	0,00	0,00	2,00	1,71	mm³.
11	6,00	11,00	10,00	11,00	2,00	0,00	0,00	5,71	mm³.
12	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00	0,71	mm³.
13	46,00	40,00	37,00	25,00	27,00	42,00	34,00	35,86	mm³.
14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
21	19,00	10,00	4,00	6,00	36,00	17,00	1,00	13,29	mm³.
22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
26	5,00	0,00	5,00	0,00	23,00	7,00	0,00	5,71	mm³.
27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
28	6,00	5,00	5,00	3,00	7,00	7,00	7,00	5,71	mm³.
29	2,00	2,00	4,00	0,00	2,00	5,00	7,00	3,14	mm³.
30	6,00	2,00	4,00	14,00	6,00	6,00	10,00	6,86	mm³.
Média Mensal								3,23	mm³.

Média Setorial

Centro Quartel	PG Tambore	São Pedro Colégio JK	PG Cururuquara	Refugio Colégio Mª Fernandes	Fazendinha PG Tenente Marques	Colinas Colégio Padre Anacleto
5,50	2,97	2,63	2,90	4,33	3,70	2,93

Estado de Emergência Quantidade Maior que 75,00 mm³

Estado de Atenção Quantidade Maior que 50,00 mm³

Estado de Alerta Quantidade Maior que 20,00 mm³

Obs.: Medidas em mm³/m² (milímetros Cubicos por metro Quadrado)

Guarda Municipal Comunitária Santana de Parnaíba

Pluviômetros Maio de 2011

	Centro Quartel	PG Tamboré	São Pedro Colégio JK	PG Cururuquara	Refúgio Colégio Mãe Fernandes	Fazendinha PG Tenente Marques	Colinas Colégio Padre Anacleto	Média do Município	
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
3	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	3,00	0,00	1,86	mm³.
4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
16	10,00	9,00	10,00	25,00	10,00	7,00	6,00	11,00	mm³.
17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
Média Mensal								0,41	mm³.

Média Setorial

Centro Quartel	PG Tambore	São Pedro Colégio JK	PG Cururuquara	Refugio Colégio Mãe Fernandes	Fazendinha PG Tenente Marques	Colinas Colégio Padre Anacleto
0,39	0,35	0,39	0,87	0,39	0,32	0,19

Estado de Emergência Quantidade Maior que 75,00 mm³

Estado de Atenção Quantidade Maior que 50,00 mm³

Estado de Alerta Quantidade Maior que 20,00 mm³

Obs.: Medidas em mm³/m² (milímetros Cubicos por metro Quadrado)

Guarda Municipal Comunitária Santana de Parnaíba

Pluviômetros Junho de 2011

	Centro Quartel	PG Tamboré	São Pedro Colégio JK	PG Cururuquara	Refúgio Colégio Mª Fernandes	Fazendinha PG Tenente Marques	Colinas Colégio Padre Anacleto	Média do Município	
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
8	22,00	18,00	24,00	24,00	20,00	33,00	25,00	23,71	mm³.
9	0,00	2,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,43	mm³.
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
27	13,00	10,00	15,00	17,00	18,00	16,00	14,00	14,71	mm³.
28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
Média Mensal								1,30	mm³.

Média Setorial

Centro Quartel	PG Tambore	São Pedro Colégio JK	PG Cururuquara	Refugio Colégio Mª Fernandes	Fazendinha PG Tenente Marques	Colinas Colégio Padre Anacleto
1,17	1,00	1,30	1,37	1,30	1,63	1,30

Estado de Emergência Quantidade Maior que 75,00 mm³

Estado de Atenção Quantidade Maior que 50,00 mm³

Estado de Alerta Quantidade Maior que 20,00 mm³

Obs.: Medidas em mm³/m² (milímetros Cubicos por metro Quadrado)

Guarda Municipal Comunitária Santana de Parnaíba

Pluviômetros Julho de 2011

	Centro Quartel	PG Tamboré	São Pedro Colégio JK	PG Cururuquara	Refúgio Colégio Mãe Fernandes	Fazendinha PG Tenente Marques	Colinas Colégio Padre Anacleto	Média do Município	
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
19	0,00	0,00	0,00	1,00	2,00	0,00	0,00	0,43	mm³.
20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
22	3,00	3,00	3,00	4,00	3,00	4,00	3,00	3,29	mm³.
23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
31	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	5,00	4,00	4,14	mm³.
Média Mensal								0,12	mm³.

Média Setorial

Centro Quartel	PG Tambore	São Pedro Colégio JK	PG Cururuquara	Refugio Colégio Mãe Fernandes	Fazendinha PG Tenente Marques	Colinas Colégio Padre Anacleto
0,23	0,23	0,23	0,29	0,29	0,29	0,23

Estado de Emergência Quantidade Maior que 75,00 mm³

Estado de Atenção Quantidade Maior que 50,00 mm³

Estado de Alerta Quantidade Maior que 20,00 mm³

Obs.: Medidas em mm³/m² (milímetros Cubicos por metro Quadrado)

Guarda Municipal Comunitária Santana de Parnaíba

Pluviômetros Agosto de 2011

	Centro Quartel	PG Tamboré	São Pedro Colégio JK	PG Cururuquara	Refúgio Colégio Mãe Fernandes	Fazendinha PG Tenente Marques	Colinas Colégio Padre Anacleto	Média do Município	
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
2	2,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,57	mm³.
3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
20	7,00	7,00	6,00	15,00	8,00	7,00	6,00	8,00	mm³.
21	8,00	10,00	7,00	8,00	10,00	6,50	8,00	8,21	mm³.
22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
24	3,00	1,00	0,00	4,50	0,00	0,00	0,00	1,21	mm³.
25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
31	18,00	18,00	17,00	27,00	14,00	15,00	10,00	17,00	mm³.
Média Mensal								0,58	mm³.

Média Setorial

Centro Quartel	PG Tambore	São Pedro Colégio JK	PG Cururuquara	Refugio Colégio Mãe Fernandes	Fazendinha PG Tenente Marques	Colinas Colégio Padre Anacleto
1,23	1,16	0,97	1,76	1,10	0,92	0,77

Estado de Emergência Quantidade Maior que 75,00 mm³

Estado de Atenção Quantidade Maior que 50,00 mm³

Estado de Alerta Quantidade Maior que 20,00 mm³

Obs.: Medidas em mm³/m² (milímetros Cubicos por metro Quadrado)

Guarda Municipal Comunitária Santana de Parnaíba

Pluviômetros Setembro de 2011

	Centro Quartel	PG Tamboré	São Pedro Colégio JK	PG Cururuquara	Refúgio Colégio Mª Fernandes	Fazendinha PG Tenente Marques	Colinas Colégio Padre Anacleto	Média do Município	
1	5,50	1,50	0,00	0,50	1,00	10,00	10,00	4,07	mm³.
2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
24	3,00	3,00	3,00	3,00	2,00	3,00	3,00	2,86	mm³.
25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
Média Mensal								0,23	mm³.

Média Setorial						
Centro Quartel	PG Tambore	São Pedro Colégio JK	PG Cururuquara	Refugio Colégio Mª Fernandes	Fazendinha PG Tenente Marques	Colinas Colégio Padre Anacleto
0,28	0,15	0,10	0,12	0,10	0,43	0,43

Estado de Emergência	Quantidade Maior que 75,00 mm³
Estado de Atenção	Quantidade Maior que 50,00 mm³
Estado de Alerta	Quantidade Maior que 20,00 mm³

Obs.:	Medidas em mm³/m² (milímetros Cubicos por metro Quadrado)

Guarda Municipal Comunitária Santana de Parnaíba

Pluviômetros Outubro de 2011

Dia	Centro Quartel	PG Tamboré	São Pedro Colégio JK	PG Cururuquara	Refúgio Colégio Mª Fernandes	Fazendinha PG Tenente Marques	Colinas Colégio Padre Anacleto	Média do Município	
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
2	2,00	3,00	3,00	2,00	1,00	2,00	3,00	2,29	mm³.
3	12,00	10,00	14,00	12,00	13,00	10,00	14,00	12,14	mm³.
4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
9	12,00	3,00	13,00	4,00	4,00	6,00	2,00	6,29	mm³.
10	15,00	13,00	10,00	26,50	7,00	5,00	4,00	11,50	mm³.
11	4,00	3,00	4,00	5,00	4,00	4,00	4,00	4,00	mm³.
12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
13	6,00	5,00	6,00	14,00	10,00	5,00	5,00	7,29	mm³.
14	18,00	25,00	23,00	27,00	20,00	21,00	22,00	22,29	mm³.
15	18,00	12,00	11,00	14,00	13,00	6,00	7,00	11,57	mm³.
16	26,00	28,00	55,00	20,00	35,00	48,00	65,00	39,57	mm³.
17	43,00	13,00	27,00	37,00	53,00	35,00	21,00	32,71	mm³.
18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
26	14,00	16,00	15,00	12,00	11,00	15,00	10,00	13,29	mm³.
27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
30	17,00	16,00	16,00	17,00	22,00	17,00	16,00	17,29	mm³.
31	10,00	10,00	10,00	8,00	17,00	10,00	10,00	10,71	mm³.
10								6,16	mm³.

Média Setorial

Centro Quartel	PG Tambore	São Pedro Colégio JK	PG Cururuquara	Refugio Colégio Mª Fernandes	Fazendinha PG Tenente Marques	Colinas Colégio Padre Anacleto
6,35	5,06	6,68	6,40	6,77	5,94	5,90

Estado de Emergência Quantidade Maior que 75,00 mm³

Estado de Atenção Quantidade Maior que 50,00 mm³

Estado de Alerta Quantidade Maior que 20,00 mm³

Obs.: Medidas em mm³/m² (milímetros Cubicos por metro Quadrado)

Guarda Municipal Comunitária Santana de Parnaíba

Pluviômetros Novembro de 2011

	Centro Quartel	PG Tamboré	São Pedro Colégio JK	PG Cururuquara	Refúgio Colégio M ^a Fernandes	Fazendinha PG Tenente Marques	Colinas Colégio Padre Anacleto	Média do Município	
1	1,00	1,00	1,00	1,00	2,00	1,00	1,00	1,14	mm³.
2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
8	0,00	0,00	0,00	11,00	12,00	20,00	0,00	6,14	mm³.
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
12	4,00	50,00	5,00	0,00	10,00	3,00	15,00	12,43	mm³.
13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
14	26,00	20,00	25,00	20,00	26,00	23,00	29,00	24,14	mm³.
15	15,00	19,00	29,00	44,00	15,00	20,00	21,00	23,29	mm³.
16	39,00	45,00	41,00	40,00	35,00	40,00	40,00	40,00	mm³.
17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
22	3,00	0,00	0,00	4,00	4,00	0,00	0,00	1,57	mm³.
23	15,00	10,00	17,00	10,00	15,00	6,00	17,00	12,86	mm³.
24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
27	12,00	14,00	18,00	42,00	10,00	17,00	11,00	17,71	mm³.
28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
29	3,00	1,00	2,00	3,00	2,00	1,00	0,00	1,71	mm³.
30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
Média Mensal								4,64	mm³.

Média Setorial

Centro Quartel	PG Tambore	São Pedro Colégio JK	PG Cururuquara	Refugio Colégio M ^a Fernandes	Fazendinha PG Tenente Marques	Colinas Colégio Padre Anacleto
3,93	5,33	4,60	5,83	4,37	4,37	4,47

Estado de Emergência Quantidade Maior que 75,00 mm³

Estado de Atenção Quantidade Maior que 50,00 mm³

Estado de Alerta Quantidade Maior que 20,00 mm³

Obs.: Medidas em mm³/m² (milímetros Cubicos por metro Quadrado)

Guarda Municipal Comunitária Santana de Parnaíba

Pluviômetros Dezembro de 2011

	Centro Quartel	PG Tamboré	São Pedro Colégio JK	PG Cururuquara	Refúgio Colégio Mª Fernandes	Fazendinha PG Tenente Marques	Colinas Colégio Padre Anacleto	Média do Município
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	20,00	12,00	12,00	4,00	12,00	9,00	11,00	11,43
3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	2,00	20,00	11,00	0,00	8,00	6,00	32,00	11,29
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	3,00	37,00	8,00	10,00	8,00	13,00	22,00	14,43
10	40,00	14,00	29,00	14,00	26,00	17,00	32,00	24,57
11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
14	5,00	0,00	2,00	0,00	5,00	4,00	0,00	2,29
15	15,00	23,00	7,00	26,00	19,00	5,00	15,00	15,71
16	0,00	1,00	0,00	4,00	0,00	0,00	0,00	0,71
17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
19	0,00	4,00	3,00	1,00	0,00	3,00	2,00	1,86
20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
23	2,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,57
24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
25	14,00	10,00	8,00	25,00	11,00	5,00	5,00	11,14
26	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,43
27	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,29
28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
29	1,00	0,00	2,00	0,00	3,00	1,00	2,00	1,29
30								0,00
31								0,00
Média Mensal								3,06

Média Setorial

Centro Quartel	PG Tambore	São Pedro Colégio JK	PG Cururuquara	Refugio Colégio Mª Fernandes	Fazendinha PG Tenente Marques	Colinas Colégio Padre Anacleto
3,29	4,00	2,68	2,77	2,97	2,06	3,90

Estado de Emergência Quantidade Maior que 75,00 mm³

Estado de Atenção Quantidade Maior que 50,00 mm³

Estado de Alerta Quantidade Maior que 20,00 mm³

Obs.: Medidas em mm³/m² (milímetros Cubicos por metro Quadrado)

Pluviômetros Janeiro de 2012

	Centro Quartel	PG Tamboré	São Pedro Colégio JK	PG Cururuquara	Refúgio Colégio Mãe Fernandes	Fazendinha PG Tenente Marques	Colinas Colégio Padre Anacleto	Média do Município	
1	41,00	25,00	45,00	37,00	32,00	20,00	41,00	34,43	mm³.
2	5,00	6,00	15,00	3,00	7,00	15,00	13,00	9,14	mm³.
3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
6	18,00	20,00	16,00	14,00	8,00	15,00	10,00	14,43	mm³.
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
9	2,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00	1,00	mm³.
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
11	23,00	30,00	27,00	24,00	23,00	25,00	31,00	26,14	mm³.
12	7,00	7,00	6,00	11,00	7,00	6,00	6,00	7,14	mm³.
13	22,00	56,00	9,00	7,00	10,00	5,00	18,00	18,14	mm³.
14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
15	6,00	2,00	2,00	17,00	7,00	4,00	6,00	6,29	mm³.
16	20,00	20,00	35,00	17,00	24,00	30,00	32,00	25,43	mm³.
17	5,00	5,00	5,00	7,00	6,00	6,00	8,00	6,00	mm³.
18	53,00	35,00	53,00	66,00	26,00	45,00	35,00	44,71	mm³.
19	15,00	18,00	30,00	13,00	19,00	30,00	25,00	21,43	mm³.
20	2,00	8,00	2,00	0,00	0,00	4,00	3,00	2,71	mm³.
21	0,00	6,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,86	mm³.
22	15,00	30,00	38,00	14,00	15,00	24,00	21,00	22,43	mm³.
23	8,00	3,00	8,00	22,00	18,00	6,00	4,00	9,86	mm³.
24	17,00	4,00	11,00	30,00	14,00	30,00	6,00	16,00	mm³.
25	13,00	0,00	2,00	10,00	27,00	10,00	2,00	9,14	mm³.
26	16,00	5,00	12,00	9,00	22,00	18,00	17,00	14,14	mm³.
27	14,00	15,00	11,00	12,00	12,00	7,00	8,00	11,29	mm³.
28	27,00	35,00	25,00	40,00	28,00	24,00	25,00	29,14	mm³.
29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
Média Mensal								10,64	mm³.

Média Setorial

Centro Quartel	PG Tambore	São Pedro Colégio JK	PG Cururuquara	Refugio Colégio Mãe Fernandes	Fazendinha PG Tenente Marques	Colinas Colégio Padre Anacleto
10,61	10,68	11,35	11,39	9,84	10,45	10,16

Estado de Emergência	Quantidade Maior que 75,00 mm³
Estado de Atenção	Quantidade Maior que 50,00 mm³
Estado de Alerta	Quantidade Maior que 20,00 mm³

Pluviômetros Fevereiro de 2012

	Centro	Tamboré	São Pedro	Cururuquara	Refúgio dos Bandeirantes	Fazendinha	Colinas da Anhanguera	Média do Município	
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
5	20,00	0,00	7,00	0,00	4,00	2,00	0,00	4,71	mm³.
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
11	26,00	25,00	20,00	17,00	20,00	17,00	26,00	21,57	mm³.
12	49,00	13,00	21,00	17,00	12,00	20,00	12,00	20,57	mm³.
13	6,00	14,00	10,00	17,00	7,00	7,00	11,00	10,29	mm³.
14	0,00	0,00	0,00	17,00	0,00	0,00	0,00	2,43	mm³.
15	1,00	3,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,86	mm³.
16	23,00	0,00	4,00	4,00	16,00	17,00	0,00	9,14	mm³.
17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
18	3,00		7,00	0,00	10,00	15,00	9,00	6,29	mm³.
19	1,00	0,00	0,00	7,00	0,00	0,00	0,00	1,14	mm³.
20	0,00	4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,57	mm³.
21	13,00	0,00	6,00	0,00	5,00	19,00	0,00	6,14	mm³.
22	5,00	4,00	5,00	18,00	7,00	7,00	6,00	7,43	mm³.
23	1,00	0,00	3,00	0,00	2,00	8,00	3,00	2,43	mm³.
24	0,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,86	mm³.
25	2,00	10,00	14,00	20,00	3,00	19,00	6,00	10,57	mm³.
26	1,00	5,00	8,00	2,00	3,00	8,00	3,00	4,29	mm³.
27	8,00	10,00	14,00	0,00	0,00	14,00	0,00	6,57	mm³.
28								0,00	mm³.
29								0,00	mm³.
Média Mensal								4,21	mm³.

Média Setorial

Centro Quartel	PG Tambore	São Pedro Colégio JK	PG Cururuquara	Refugio Colégio Mãe Fernandes	Fazendinha PG Tenente Marques	Colinas Colégio Padre Anacleto
5,48	3,72	4,10	4,10	3,07	5,34	2,62

Estado de Emergência Quantidade Maior que 75,00 mm³

Estado de Atenção Quantidade Maior que 50,00 mm³

Estado de Alerta Quantidade Maior que 20,00 mm³

Obs.: Medidas em mm³/m² (milímetros Cubicos por metro Quadrado)

Pluviômetros Março de 2012

	Centro Quartel	PG Tamboré	São Pedro Colégio JK	PG Cururuquara	Refúgio Colégio M ^a Fernandes	Fazendinha PG Tenente Marques	Colinas Colégio Padre Anacleto	Média do Município	
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
3	1,00	1,00	0,00	3,00	2,00	0,00	0,00	1,00	mm³.
4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
6	9,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,29	mm³.
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
11	62,00	40,00	68,00	22,00	34,00	45,00	55,00	46,57	mm³.
12	12,00	10,00	6,00	28,00	3,00	2,00	0,00	8,71	mm³.
13	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,29	mm³.
14								0,00	mm³.
15								0,00	mm³.
16								0,00	mm³.
17								0,00	mm³.
18								0,00	mm³.
19								0,00	mm³.
20								0,00	mm³.
21								0,00	mm³.
22								0,00	mm³.
23								0,00	mm³.
24								0,00	mm³.
25								0,00	mm³.
26								0,00	mm³.
27								0,00	mm³.
28								0,00	mm³.
29								0,00	mm³.
30								0,00	mm³.
31								0,00	mm³.
Média Mensal								1,87	mm³.

Média Setorial

Centro Quartel	PG Tambore	São Pedro Colégio JK	PG Cururuquara	Refugio Colégio M ^a Fernandes	Fazendinha PG Tenente Marques	Colinas Colégio Padre Anacleto
2,71	1,65	2,39	1,77	1,26	1,52	1,77

Estado de Emergência Quantidade Maior que 75,00 mm³

Estado de Atenção Quantidade Maior que 50,00 mm³

Estado de Alerta Quantidade Maior que 20,00 mm³

Obs.: **Medidas em mm³/m² (milímetros Cubicos por metro Quadrado)**

Pluviômetros Abril de 2012

	Centro Quartel	PG Tamboré	São Pedro Colégio JK	PG Cururuquara	Refúgio Colégio M ^a Fernandes	Fazendinha PG Tenente Marques	Colinas Colégio Padre Anacleto	Média do Município	
1								0,00	mm ³ .
2								0,00	mm ³ .
3								0,00	mm ³ .
4								0,00	mm ³ .
5								0,00	mm ³ .
6								0,00	mm ³ .
7								0,00	mm ³ .
8								0,00	mm ³ .
9								0,00	mm ³ .
10								0,00	mm ³ .
11								0,00	mm ³ .
12								0,00	mm ³ .
13								0,00	mm ³ .
14								0,00	mm ³ .
15								0,00	mm ³ .
16								0,00	mm ³ .
17								0,00	mm ³ .
18								0,00	mm ³ .
19								0,00	mm ³ .
20								0,00	mm ³ .
21								0,00	mm ³ .
22								0,00	mm ³ .
23								0,00	mm ³ .
24								0,00	mm ³ .
25								0,00	mm ³ .
26								0,00	mm ³ .
27								0,00	mm ³ .
28								0,00	mm ³ .
29								0,00	mm ³ .
30								0,00	mm ³ .
Média Mensal								0,00	mm³.

Média Setorial

Centro Quartel	PG Tambore	São Pedro Colégio JK	PG Cururuquara	Refugio Colégio M ^a Fernandes	Fazendinha PG Tenente Marques	Colinas Colégio Padre Anacleto
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Estado de Emergência Quantidade Maior que 75,00 mm³

Estado de Atenção Quantidade Maior que 50,00 mm³

Estado de Alerta Quantidade Maior que 20,00 mm³

Obs.: Medidas em mm³/m² (milímetros Cubicos por metro Quadrado)

Pluviômetros Maio de 2012

	Centro Quartel	PG Tamboré	São Pedro Colégio JK	PG Cururuquara	Refúgio Colégio M ^a Fernandes	Fazendinha PG Tenente Marques	Colinas Colégio Padre Anacleto	Média do Município	
1								0,00	mm³.
2								0,00	mm³.
3								0,00	mm³.
4								0,00	mm³.
5								0,00	mm³.
6								0,00	mm³.
7								0,00	mm³.
8								0,00	mm³.
9								0,00	mm³.
10								0,00	mm³.
11								0,00	mm³.
12								0,00	mm³.
13								0,00	mm³.
14								0,00	mm³.
15								0,00	mm³.
16								0,00	mm³.
17								0,00	mm³.
18								0,00	mm³.
19								0,00	mm³.
20								0,00	mm³.
21								0,00	mm³.
22								0,00	mm³.
23								0,00	mm³.
24								0,00	mm³.
25								0,00	mm³.
26								0,00	mm³.
27								0,00	mm³.
28								0,00	mm³.
29								0,00	mm³.
30								0,00	mm³.
31								0,00	mm³.
Média Mensal								0,00	mm³.

Média Setorial

Centro Quartel	PG Tambore	São Pedro Colégio JK	PG Cururuquara	Refugio Colégio M ^a Fernandes	Fazendinha PG Tenente Marques	Colinas Colégio Padre Anacleto
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Estado de Emergência Quantidade Maior que 75,00 mm³

Estado de Atenção Quantidade Maior que 50,00 mm³

Estado de Alerta Quantidade Maior que 20,00 mm³

Obs.: Medidas em mm³/m² (milímetros Cubicos por metro Quadrado)

Pluviômetros Junho de 2012

	Centro Quartel	PG Tamboré	São Pedro Colégio JK	PG Cururuquara	Refúgio Colégio M ^a Fernandes	Fazendinha PG Tenente Marques	Colinas Colégio Padre Anacleto	Média do Município	
1								0,00	mm ³ .
2								0,00	mm ³ .
3								0,00	mm ³ .
4								0,00	mm ³ .
5								0,00	mm ³ .
6								0,00	mm ³ .
7								0,00	mm ³ .
8								0,00	mm ³ .
9								0,00	mm ³ .
10								0,00	mm ³ .
11								0,00	mm ³ .
12								0,00	mm ³ .
13								0,00	mm ³ .
14								0,00	mm ³ .
15								0,00	mm ³ .
16								0,00	mm ³ .
17								0,00	mm ³ .
18								0,00	mm ³ .
19								0,00	mm ³ .
20								0,00	mm ³ .
21								0,00	mm ³ .
22								0,00	mm ³ .
23								0,00	mm ³ .
24								0,00	mm ³ .
25								0,00	mm ³ .
26								0,00	mm ³ .
27								0,00	mm ³ .
28								0,00	mm ³ .
29								0,00	mm ³ .
30								0,00	mm ³ .
Média Mensal								0,00	mm³.

Média Setorial

Centro Quartel	PG Tambore	São Pedro Colégio JK	PG Cururuquara	Refugio Colégio M ^a Fernandes	Fazendinha PG Tenente Marques	Colinas Colégio Padre Anacleto
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Estado de Emergência Quantidade Maior que 75,00 mm³

Estado de Atenção Quantidade Maior que 50,00 mm³

Estado de Alerta Quantidade Maior que 20,00 mm³

Obs.: Medidas em mm³/m² (milímetros Cubicos por metro Quadrado)

Pluviômetros Julho de 2012

	Centro Quartel	PG Tamboré	São Pedro Colégio JK	PG Cururuquara	Refúgio Colégio Mãe Fernandes	Fazendinha PG Tenente Marques	Colinas Colégio Padre Anacleto	Média do Município	
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
8	17,00	18,00	17,00	15,00	16,00	19,00	16,00	16,86	mm³.
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
12	13,00	5,00	9,00	5,00	13,00	5,00	6,00	8,00	mm³.
13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
15	2,00	2,00	3,00	3,00	1,00	3,00	4,00	2,57	mm³.
16	18,00	15,00	16,00	23,00	24,00	18,00	16,00	18,57	mm³.
17	30,00	40,00	36,00	28,00	27,00	33,00	28,00	31,71	mm³.
18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
Média Mensal								2,51	mm³.

Média Setorial

Centro Quartel	PG Tambore	São Pedro Colégio JK	PG Cururuquara	Refugio Colégio Mãe Fernandes	Fazendinha PG Tenente Marques	Colinas Colégio Padre Anacleto
2,58	2,58	2,61	2,39	2,61	2,52	2,26

Estado de Emergência Quantidade Maior que 75,00 mm³

Estado de Atenção Quantidade Maior que 50,00 mm³

Estado de Alerta Quantidade Maior que 20,00 mm³

Obs.: Medidas em mm³/m² (milímetros Cubicos por metro Quadrado)

Pluviômetros Agosto de 2012

	Centro Quartel	PG Tamboré	São Pedro Colégio JK	PG Cururuquara	Refúgio Colégio M ^a Fernandes	Fazendinha PG Tenente Marques	Colinas Colégio Padre Anacleto	Média do Município	
1								0,00	mm³.
2								0,00	mm³.
3								0,00	mm³.
4								0,00	mm³.
5								0,00	mm³.
6								0,00	mm³.
7								0,00	mm³.
8								0,00	mm³.
9								0,00	mm³.
10								0,00	mm³.
11								0,00	mm³.
12								0,00	mm³.
13								0,00	mm³.
14								0,00	mm³.
15								0,00	mm³.
16								0,00	mm³.
17								0,00	mm³.
18								0,00	mm³.
19								0,00	mm³.
20								0,00	mm³.
21								0,00	mm³.
22								0,00	mm³.
23								0,00	mm³.
24								0,00	mm³.
25								0,00	mm³.
26								0,00	mm³.
27								0,00	mm³.
28								0,00	mm³.
29								0,00	mm³.
30								0,00	mm³.
31								0,00	mm³.
Média Mensal								0,00	mm³.

Média Setorial						
Centro Quartel	PG Tambore	São Pedro Colégio JK	PG Cururuquara	Refugio Colégio M ^a Fernandes	Fazendinha PG Tenente Marques	Colinas Colégio Padre Anacleto
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Estado de Emergência	Quantidade Maior que 75,00 mm³
Estado de Atenção	Quantidade Maior que 50,00 mm³
Estado de Alerta	Quantidade Maior que 20,00 mm³

Obs.:	Medidas em mm³/m² (milímetros Cubicos por metro Quadrado)

Pluviômetros Setembro de 2012

	Centro Quartel	PG Tamboré	São Pedro Colégio JK	PG Cururuquara	Refúgio Colégio M ^a Fernandes	Fazendinha PG Tenente Marques	Colinas Colégio Padre Anacleto	Média do Município	
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	#REF!	mm³.
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
20	8,00	6,00	6,00	17,00	9,00	6,00	4,00	8,00	mm³.
21								0,00	mm³.
22								0,00	mm³.
23								0,00	mm³.
24								0,00	mm³.
25								0,00	mm³.
26								0,00	mm³.
27								0,00	mm³.
28								0,00	mm³.
29								0,00	mm³.
30								0,00	mm³.
Média Mensal								#REF!	mm³.

Média Setorial						
Centro Quartel	PG Tambore	São Pedro Colégio JK	PG Cururuquara	Refugio Colégio M ^a Fernandes	Fazendinha PG Tenente Marques	Colinas Colégio Padre Anacleto
0,27	0,20	0,20	0,57	0,30	0,20	0,13

Estado de Emergência	Quantidade Maior que 75,00 mm³
Estado de Atenção	Quantidade Maior que 50,00 mm³
Estado de Alerta	Quantidade Maior que 20,00 mm³

Obs.:	Medidas em mm³/m² (milímetros Cubicos por metro Quadrado)

Pluviômetros Outubro de 2012

Dia	Centro Quartel	PG Tamboré	São Pedro Colégio JK	PG Cururuquara	Refúgio Colégio Mª Fernandes	Fazendinha PG Tenente Marques	Colinas Colégio Padre Anacleto	Média do Município	
1								0,00	mm³.
2								0,00	mm³.
3								0,00	mm³.
4								0,00	mm³.
5								0,00	mm³.
6								0,00	mm³.
7								0,00	mm³.
8								0,00	mm³.
9								0,00	mm³.
10								0,00	mm³.
11								0,00	mm³.
12								0,00	mm³.
13								0,00	mm³.
14								0,00	mm³.
15								0,00	mm³.
16								0,00	mm³.
17								0,00	mm³.
18								0,00	mm³.
19								0,00	mm³.
20								0,00	mm³.
21								0,00	mm³.
22								0,00	mm³.
23								0,00	mm³.
24								0,00	mm³.
25								0,00	mm³.
26								0,00	mm³.
27								0,00	mm³.
28								0,00	mm³.
29								0,00	mm³.
30								0,00	mm³.
31								0,00	mm³.
10								0,00	mm³.

Média Setorial

Centro Quartel	PG Tambore	São Pedro Colégio JK	PG Cururuquara	Refugio Colégio Mª Fernandes	Fazendinha PG Tenente Marques	Colinas Colégio Padre Anacleto
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Estado de Emergência Quantidade Maior que 75,00 mm³

Estado de Atenção Quantidade Maior que 50,00 mm³

Estado de Alerta Quantidade Maior que 20,00 mm³

Obs.: Medidas em mm³/m² (milímetros Cubicos por metro Quadrado)

Pluviômetros Novembro de 2012

	Centro Quartel	PG Tamboré	São Pedro Colégio JK	PG Cururuquara	Refúgio Colégio M ^a Fernandes	Fazendinha PG Tenente Marques	Colinas Colégio Padre Anacleto	Média do Município	
1								0,00	mm ³ .
2								0,00	mm ³ .
3								0,00	mm ³ .
4								0,00	mm ³ .
5								0,00	mm ³ .
6								0,00	mm ³ .
7								0,00	mm ³ .
8								0,00	mm ³ .
9								0,00	mm ³ .
10								0,00	mm ³ .
11								0,00	mm ³ .
12								0,00	mm ³ .
13								0,00	mm ³ .
14								0,00	mm ³ .
15								0,00	mm ³ .
16								0,00	mm ³ .
17								0,00	mm ³ .
18								0,00	mm ³ .
19								0,00	mm ³ .
20								0,00	mm ³ .
21								0,00	mm ³ .
22								0,00	mm ³ .
23								0,00	mm ³ .
24								0,00	mm ³ .
25								0,00	mm ³ .
26								0,00	mm ³ .
27								0,00	mm ³ .
28								0,00	mm ³ .
29								0,00	mm ³ .
30								0,00	mm ³ .
Média Mensal								0,00	mm³.

Média Setorial						
Centro Quartel	PG Tambore	São Pedro Colégio JK	PG Cururuquara	Refugio Colégio M ^a Fernandes	Fazendinha PG Tenente Marques	Colinas Colégio Padre Anacleto
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Estado de Emergência	Quantidade Maior que 75,00 mm ³
Estado de Atenção	Quantidade Maior que 50,00 mm ³
Estado de Alerta	Quantidade Maior que 20,00 mm ³

Obs.:	Medidas em mm ³ /m ² (milímetros Cubicos por metro Quadrado)

Pluviômetros Dezembro de 2012

	Centro Quartel	PG Tamboré	São Pedro Colégio JK	PG Cururuquara	Refúgio Colégio Mª Fernandes	Fazendinha PG Tenente Marques	Colinas Colégio Padre Anacleto	Média do Município	
1								0,00	mm³.
2								0,00	mm³.
3								0,00	mm³.
4								0,00	mm³.
5								0,00	mm³.
6								0,00	mm³.
7								0,00	mm³.
8								0,00	mm³.
9								0,00	mm³.
10								0,00	mm³.
11								0,00	mm³.
12								0,00	mm³.
13								0,00	mm³.
14								0,00	mm³.
15								0,00	mm³.
16								0,00	mm³.
17								0,00	mm³.
18								0,00	mm³.
19								0,00	mm³.
20								0,00	mm³.
21								0,00	mm³.
22								0,00	mm³.
23								0,00	mm³.
24								0,00	mm³.
25								0,00	mm³.
26								0,00	mm³.
27								0,00	mm³.
28								0,00	mm³.
29								0,00	mm³.
30								0,00	mm³.
31								0,00	mm³.
Média Mensal								0,00	mm³.

Média Setorial

Centro Quartel	PG Tambore	São Pedro Colégio JK	PG Cururuquara	Refugio Colégio Mª Fernandes	Fazendinha PG Tenente Marques	Colinas Colégio Padre Anacleto
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Estado de Emergência Quantidade Maior que 75,00 mm³

Estado de Atenção Quantidade Maior que 50,00 mm³

Estado de Alerta Quantidade Maior que 20,00 mm³

Obs.: Medidas em mm³/m² (milímetros Cubicos por metro Quadrado)

Pluviômetros Janeiro de 2013

	Centro Quartel	PG Tamboré	São Pedro Colégio JK	PG Cururuquara	Refúgio Colégio M ^a Fernandes	Fazendinha PG Tenente Marques	Colinas Colégio Padre Anacleto	Média do Município	
1	2,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,57	mm³.
2	0,00	5,00	3,00	9,00	0,00	4,00	3,00	3,43	mm³.
3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
4	4,00	4,00	4,00	4,50	5,00	3,00	4,00	4,07	mm³.
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
7	2,00	1,00	1,00	2,00	2,00	0,00	1,00	1,29	mm³.
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
9	4,00	0,00	3,00	2,00	7,00	5,00	3,00	3,43	mm³.
10	17,00	4,00	12,00	7,00	2,00	8,00	6,00	8,00	mm³.
11	10,00	13,00	18,00	2,00	7,00	10,00	20,00	11,43	mm³.
12	0,00	12,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,71	mm³.
13	25,00	21,00	25,00	32,00	31,00	12,00	23,00	24,14	mm³.
14	23,00	36,00	18,00	34,00	31,00	19,00	15,00	25,14	mm³.
15	12,00	15,00	19,00	12,00	6,00	19,00	20,00	14,71	mm³.
16	5,00	2,00	8,00	19,00	7,00	5,00	3,00	7,00	mm³.
17	16,00	14,00	17,00	14,00	12,00	15,00	16,00	14,86	mm³.
18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
19	1,00	1,00	0,00	17,00	0,00	0,00	0,00	2,71	mm³.
20	9,00	11,00	7,00	5,00	6,00	3,00	10,00	7,29	mm³.
21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
24	14,00	2,00	2,00	9,00	0,00	1,00	3,00	4,43	mm³.
25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
26	7,00	10,00	18,00	10,00	5,00	10,00	8,00	9,71	mm³.
27	6,00	14,00	0,00	2,00	3,00	5,00	2,00	4,57	mm³.
28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
31								0,00	mm³.
Média Mensal								4,79	mm³.

Média Setorial

Centro Quartel	PG Tambore	São Pedro Colégio JK	PG Cururuquara	Refugio Colégio M ^a Fernandes	Fazendinha PG Tenente Marques	Colinas Colégio Padre Anacleto
5,06	5,32	5,00	5,82	4,06	3,84	4,42

Estado de Emergência	Quantidade Maior que 75,00 mm³
Estado de Atenção	Quantidade Maior que 50,00 mm³
Estado de Alerta	Quantidade Maior que 20,00 mm³

Obs.: Medidas em mm³/m² (milímetros Cubicos por metro Quadrado)

Pluviômetros Fevereiro de 2013

	Centro	Tamboré	São Pedro	Cururuquara	Refugio dos Bandeirantes	Fazendinha	Colinas da Anhanguera	Média do Município	
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
2	6,00	15,00	37,00	5,00	2,00	8,00	25,00	14,00	mm³.
3	30,00	22,00	14,00	0,00	26,00	5,00	20,00	16,71	mm³.
4	15,00	30,00	21,00	6,00	17,00	35,00	29,00	21,86	mm³.
5	0,00	4,00	0,00	5,00	0,00	0,00	0,00	1,29	mm³.
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
7	6,00	5,00	1,00	2,00	7,00	5,00	6,00	4,57	mm³.
8	5,00	15,00	15,00	2,00	5,00	12,00	15,00	9,86	mm³.
9	14,00	25,00	30,00	5,00	13,00	24,00	24,00	19,29	mm³.
10	3,00	1,00	2,00	3,00	5,00	2,00	1,00	2,43	mm³.
11	3,00	7,00	9,00	4,00	6,00	4,00	4,00	5,29	mm³.
12	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,29	mm³.
13	2,00	3,00	11,00	0,00	2,00	24,00	5,00	6,71	mm³.
14	5,00	3,00	0,00	0,00	8,00	0,00	4,00	2,86	mm³.
15	22,00	45,00	4,00	0,00	3,00	4,00	6,00	12,00	mm³.
16	15,00	20,00	28,00	32,00	7,00	15,00	13,00	18,57	mm³.
17	2,00	10,00	12,00	6,00	1,00	11,00	39,00	11,57	mm³.
18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
19	3,00	21,00	7,00	16,00	10,00	16,00	5,00	11,14	mm³.
20	4,00	20,00	7,00	7,00	4,00	5,00	25,00	10,29	mm³.
21	0,00	0,00	0,00	14,00	0,00	0,00	0,00	2,00	mm³.
22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
23	0,00	0,00	0,00	13,00	0,00	0,00	0,00	1,86	mm³.
24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
25	3,00	0,00	0,00	0,00	15,00	0,00	4,00	3,14	mm³.
26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
27	30,00	33,00	33,00	29,00	30,00	39,00	29,00	31,86	mm³.
28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
Média Mensal								7,41	mm³.

Média Setorial						
Centro	Tamboré	São Pedro	Cururuquara	Refugio dos Bandeirantes	Fazendinha	Colinas da Anhanguera
6,07	9,96	8,25	5,32	5,75	7,46	9,07

Estado de Emergência	Quantidade Maior que 75,00 mm³
Estado de Atenção	Quantidade Maior que 50,00 mm³
Estado de Alerta	Quantidade Maior que 20,00 mm³

Obs.:	Medidas em mm³/m² (milímetros Cubicos por metro Quadrado)

	Centro	Tamboré	São Pedro	Cururuquara	Refugio dos Bandeirantes	Fazendinha	Colinas da Anhanguera	Média do Município	
1	1,00	0,00	0,00	0,00	7,00	0,00	0,00	1,14	mm³
2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³
3	2,00	0,00	15,00	0,00	4,00	10,00	8,00	5,57	mm³
4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³
6	1,00	2,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,57	mm³
7	4,00	8,00	4,00	6,00	15,00	0,00	8,00	6,43	mm³
8	3,00	35,00	100,00	12,00	15,00	31,00	0,00	28,00	mm³
9	14,00	2,00	8,00	29,00	0,00	14,00	4,00	10,14	mm³
10	70,00	45,00	80,00	47,00	80,00	77,00	64,00	66,14	mm³
11	6,00	31,00	4,00	11,00	13,00	11,00	7,00	11,86	mm³
12	10,00	10,00	10,00	15,00	10,00	11,00	10,00	10,86	mm³
13	8,00	5,00	12,00	6,00	13,00	12,00	17,00	10,43	mm³
14	4,00	4,00	3,00	5,00	2,00	6,00	4,00	4,00	mm³
15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³
16	2,00	7,00	13,00	15,00	4,00	10,00	4,00	7,86	mm³
17	1,00	3,00	1,00	0,00	0,00	4,00	3,00	1,71	mm³
18	8,00	9,00	12,00	13,00	15,00	11,00	14,00	11,71	mm³
19	1,00	2,00	0,00	0,00	1,00	2,00	2,00	1,14	mm³
20	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,29	mm³
21	19,00	15,00	15,00	23,00	19,00	15,00	14,00	17,14	mm³
22	3,00	2,00	4,00	3,00	2,00	0,00	2,00	2,29	mm³
23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00	0,00	0,43	mm³
24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³
25	9,00	14,00	25,00	9,00	5,00	25,00	16,00	14,71	mm³
26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³
27	26,00	11,00	7,00	15,00	61,00	6,00	9,00	19,29	mm³
28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³
29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³
30	0,00	3,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,71	mm³
31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³
Média Mensal								7,50	mm³

Média Setorial						
Centro	Tamboré	São Pedro	Cururuquara	Refugio dos Bandeirantes	Fazendinha	Colinas da Anhanguera
6,19	6,77	10,13	6,74	8,61	8,03	6,00

Estado de Emergência	Quantidade Maior que 75,00 mm³
Estado de Atenção	Quantidade Maior que 50,00 mm³
Estado de Alerta	Quantidade Maior que 20,00 mm³

Obs.: Medidas em mm³/m² (milímetros Cubicos por metro Quadrado)

Pluviômetros Abril de 2013

Data	Centro	Tamboré	São Pedro	Cururuquara	Refugio dos Bandeirante s	Fazendinha	Colinas da Anhanguera	Média do Município	
1	1,00	0,00	0,00	0,00	7,00	0,00	0,00	1,14	mm³.
2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
3	2,00	0,00	15,00	0,00	4,00	10,00	8,00	5,57	mm³.
4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
6	1,00	2,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,57	mm³.
7	4,00	8,00	4,00	6,00	15,00	0,00	8,00	6,43	mm³.
8	3,00	35,00	100,00	12,00	15,00	31,00	0,00	28,00	mm³.
9	14,00	2,00	8,00	29,00	0,00	14,00	4,00	10,14	mm³.
10	70,00	45,00	80,00	47,00	80,00	77,00	64,00	66,14	mm³.
11	6,00	31,00	4,00	11,00	13,00	11,00	7,00	11,86	mm³.
12	10,00	10,00	10,00	15,00	10,00	11,00	10,00	10,86	mm³.
13	8,00	5,00	12,00	6,00	13,00	12,00	17,00	10,43	mm³.
14	4,00	4,00	3,00	5,00	2,00	6,00	4,00	4,00	mm³.
14	4,00	4,00	3,00	5,00	2,00	6,00	4,00	4,00	mm³.
15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
16	2,00	7,00	13,00	15,00	4,00	10,00	4,00	7,86	mm³.
17	1,00	3,00	1,00	0,00	0,00	4,00	3,00	1,71	mm³.
18	8,00	9,00	12,00	13,00	15,00	11,00	14,00	11,71	mm³.
19	1,00	2,00	0,00	0,00	1,00	2,00	2,00	1,14	mm³.
20								0,00	mm³.
21	19,00	15,00	15,00	23,00	19,00	15,00	14,00	17,14	mm³.
22	3,00	2,00	4,00	3,00	2,00	0,00	2,00	2,29	mm³.
23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00	0,00	0,43	mm³.
24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
25	9,00	14,00	25,00	9,00	5,00	25,00	16,00	14,71	mm³.
26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
27	26,00	11,00	7,00	15,00	61,00	6,00	9,00	19,29	mm³.
28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
30	0,00	3,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,71	mm³.
31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
Média Mensal								7,62	mm³.

Média Setorial

Centro	Tamboré	São Pedro	Cururuquara	Refugio dos Bandeirante s	Fazendinha	Colinas da Anhanguera
6,32	6,84	10,23	6,90	8,71	8,19	6,13

Estado de Emergência Quantidade Maior que 75,00 mm³

Estado de Atenção Quantidade Maior que 50,00 mm³

Estado de Alerta Quantidade Maior que 20,00 mm³

Obs.: Medidas em mm³/m² (milímetros Cubicos por metro Quadrado)

	Centro	Tamboaré	São Pedro	Cururuquara	Refugio dos Bandeirantes	Fazendinha	Colinas da Anhanguera	Média do Município	
1	19,00	25,00	23,00	31,00	22,00	25,00	24,00	24,14	mm³.
2	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,14	mm³.
3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
12	4,00	4,00	4,00	5,00	4,00	4,00	3,00	4,00	mm³.
13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
15	14,00	10,00	12,00	13,00	12,00	13,00	11,00	12,14	mm³.
16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
17	1,00	2,00	1,00	0,00	1,00	2,00	2,00	1,29	mm³.
18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
22	4,00	0,00	0,00	26,00	0,00	0,00	0,00	4,29	mm³.
23	0,00	25,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,57	mm³.
24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
25	20,00	20,00	19,00	34,00	20,00	20,00	22,00	22,14	mm³.
26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
Média Mensal								2,31	mm³.

Média Setorial						
Centro	Tamboaré	São Pedro	Cururuquara	Refugio dos Bandeirantes	Fazendinha	Colinas da Anhanguera
2,00	2,81	1,90	3,52	1,90	2,06	2,00

Estado de Emergência	Quantidade Maior que 75,00 mm³
Estado de Atenção	Quantidade Maior que 50,00 mm³
Estado de Alerta	Quantidade Maior que 20,00 mm³

Obs.: Medidas em mm³/m² (milímetros Cubicos por metro Quadrado)

	Centro	Tamboré	São Pedro	Cururuquara	Refugio dos Bandeirantes	Fazendinha	Colinas da Anhanguera	Média do Município	
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
2	40,00	30,00	40,00	17,00	15,00	28,00	28,00	28,29	mm³.
3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
5	17,00	18,00	13,00	15,00	11,00	15,00	12,00	14,43	mm³.
6	58,00	52,00	60,00	74,00	58,00	58,00	55,00	59,29	mm³.
7	30,00	30,00	26,00	25,00	27,00	28,00	24,00	27,14	mm³.
8	15,00	28,00	12,00	18,00	13,00	9,00	11,00	15,14	mm³.
9	13,00	21,00	10,00	10,00	14,00	12,00	9,00	12,71	mm³.
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
12	24,00	16,00	25,00	19,00	0,00	21,00	18,00	17,57	mm³.
13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
20	54,00	43,00	47,00	48,00	68,00	60,00	60,00	54,29	mm³.
21	12,00	8,00	13,00	17,00	13,00	12,00	12,00	12,43	mm³.
22	22,00	21,00	23,00	25,00	22,00	22,00	21,00	22,29	mm³.
23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
Média Mensal								8,79	mm³.

Média Setorial

Centro	Tamboré	São Pedro	Cururuquara	Refugio dos Bandeirantes	Fazendinha	Colinas da Anhanguera
9,50	8,90	8,97	8,93	8,03	8,83	8,33

Estado de Emergência Quantidade Maior que 75,00 mm³

Estado de Atenção Quantidade Maior que 50,00 mm³

Estado de Alerta Quantidade Maior que 20,00 mm³

Obs.: Medidas em mm³/m² (milímetros Cubicos por metro Quadrado)

	Centro	Tamboré	São Pedro	Cururuquara	Refugio dos Bandeirantes	Fazendinha	Colinas da Anhanguera	Média do Município	
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	mm³.
8	17,00	18,00	17,00	15,00	16,00	19,00	16,00	16,86	mm³.
9								0,00	mm³.
10								0,00	mm³.
11								0,00	mm³.
12								0,00	mm³.
13								0,00	mm³.
14								0,00	mm³.
15								0,00	mm³.
16								0,00	mm³.
17								0,00	mm³.
18								0,00	mm³.
19								0,00	mm³.
20								0,00	mm³.
21								0,00	mm³.
22								0,00	mm³.
23								0,00	mm³.
24								0,00	mm³.
25								0,00	mm³.
26								0,00	mm³.
27								0,00	mm³.
28								0,00	mm³.
29								0,00	mm³.
30								0,00	mm³.
31								0,00	mm³.
Média Mensal								0,54	mm³.

Média Setorial						
Centro	Tamboré	São Pedro	Cururuquara	Refugio dos Bandeirantes	Fazendinha	Colinas da Anhanguera
0,55	0,58	0,55	0,48	0,52	0,61	0,52

Estado de Emergência	Quantidade Maior que 75,00 mm³
Estado de Atenção	Quantidade Maior que 50,00 mm³
Estado de Alerta	Quantidade Maior que 20,00 mm³

Obs.:	Medidas em mm³/m² (milímetros Cubicos por metro Quadrado)