



Juliana Martins de Souza

**Características do meio físico em um
escorregamento em São Pedro da Serra e
suas influências na transformação da
paisagem em Nova Friburgo, RJ**

Dissertação de Mestrado

Dissertação apresentada ao programa de Pós Graduação em Geografia da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Geografia.

Orientador: Prof^o. Marcelo Motta de Freitas

Co-orientadora: Prof^a. Ana Valéria Freire Allemão Bertolino

Rio de Janeiro
Março de 2014



Juliana Martins de Souza

**Características do meio físico em um
escorregamento em São Pedro da
Serra e suas influências na
transformação da paisagem em Nova
Friburgo, RJ**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre pelo Programa de Pós-graduação em Geografia do Departamento de Geografia do Centro de Ciências Sociais da PUC-Rio. Aprovada pela Comissão Examinadora abaixo assinada.

Prof. Marcelo Motta de Freitas

Orientador

Departamento de Geografia – PUC-Rio

Profª Ana Valéria Freire Allemão Bertolino

Co-Orientadora

Departamento de Geografia – UERJ

Prof. Otavio Miguez da Rocha-Leão

Departamento de Geografia – UERJ

Prof. Tacio Mauro Pereira de Campos

Departamento Engenharia Civil – PUC-Rio

Profª Mônica Herz

Vice-Decana de Pós-Graduação do Centro de
Ciências Sociais – PUC-Rio

Rio de Janeiro, 31 de março de 2014

Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução total ou parcial do trabalho sem autorização da universidade, do autor do orientador.

Juliana Martins de Souza

Licenciado em Geografia pela FFP/UERJ (Faculdade de Formação de Professores da Universidade do Rio de Janeiro) em 2009. cursou especialização em Dinâmicas Urbano-ambientais e Gestão do Território na FFP/UERJ (Faculdade de Formação de Professores da Universidade do Rio de Janeiro). Participou de diversos congressos na área de Geografia e Geomorfologia. Professor de Geografia no Ensino fundamental e médio.

Ficha Catalográfica

Souza, Juliana Martins de

Características do meio físico em um escorregamento em São Pedro da Serra e suas influências na transformação da paisagem em nova Friburgo, RJ / Juliana Martins de Souza ; orientador: Marcelo Motta de Freitas, co-orientadora: Ana Valéria Dreire Allemão Bertolino. – 2014.

173 f. : il. (color.) ; 30 cm

Dissertação (mestrado)–Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Geografia, 2014.

Inclui bibliografia

1. Geografia – Teses. 2. Paisagem. 3. Movimento de massa. 4. Escorregamentos. I. Freitas, Marcelo Motta de. II. Bertolino, Ana Valéria Freire Allemão. III. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Geografia. IV. Título.

CDD: 910

Agradecimentos

Em um primeiro momento agradeço a Deus, por ter permitido que eu chegasse até aqui e também a minha família por todo apoio e compreensão de minhas ausências.

Agradeço também a minha orientadora Ana Valéria Freire Allemão Bertolino, por sempre acreditar e me impulsionar com seu exemplo. Mais que uma orientadora acadêmica, uma amiga que levarei para sempre e terei como referência eterna de profisisonalismo.

Ao meu orientador Marcelo Motta de Freitas que me deu autonomia na pesquisa, acreditando na mesma e nos momentos necessários se fez presente.

Agradeço também ao professor Tácio que me recebeu, mesmo sendo de outro programa, de braços abertos se colocando sempre à disposição para quaisquer problemas, análises e eventualidades.

Agradeço ao Professor Vargas por também me acolher e se colocar à disposição.

Ao professor Otávio, por ter aceitado fazer parte de minha banca.

Agradeço a minha amiga Lorena, por tanto companheirismo e dedicação. Agradeço pelos seus ouvidos na hora das angústias e não foram poucas.

Agradeço a toda equipe LabGeo em especial a Zenilda Sabino, Bruno Mattos, Isabel Linhares, Gabriel Merat, Lorhan Portela, Mariana, Ana Carolina e Bruno Lopes, que acompanharam cada etapa desta dissertação e alguns mais do que acompanharam, viveram essa fase junto a mim. Zenilda, Isabel e Bruno Mattos, vocês foram excepcionais!!!

À Mirela do CETEM pela ajuda em um momento tão corrido, mas sempre se colocando a serviço com sua compreensão e atenção e me ajudando na micromorfologia.

Ao Sr. Tarcísio por ter confeccionado as lâminas delgadas para este estudo.

Agradeço também ao programa de Pós Graduação da Puc Rio por te me dado a oportunidade de realização deste trabalho.

Resumo

Souza, Juliana Martins de; Freitas, Marcelo Motta de. **Características do meio físico em um escorregamento em São Pedro da Serra e suas influências na transformação da paisagem em nova Friburgo, RJ.** Rio de Janeiro, 2014. 173p. Dissertação de Mestrado – Departamento de Geografia, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Com um olhar atento à dinâmica e transformação das paisagens, este estudo visa contribuir para o entendimento dos processos que desencadeiam o movimento de massa da tipologia escorregamentos na bacia do rio São Pedro, no distrito de São Pedro da Serra, área tipicamente rural do município de Nova Friburgo. Para a realização deste estudo, em uma encosta foi realizado um levantamento de pontos onde ocorreram movimentos de massa na região e depois construído um diagnóstico dos mesmos. A partir de então, foi escolhida uma encosta que apresentava um escorregamento com 40 metros de comprimento x 24,5 m de largura, declividade acima de 47% sobre um LATOSSOLO VERMELHO AMARELO. Para identificação de características específicas desta encosta, foram utilizados instrumentos de campo tais como Permeâmetro de Guelph para mensuração da condutividade hidráulica e GMS's para a compreensão do processo de recarga e drenagem da matriz do solo. O comportamento hidrológico foi associado às propriedades físicas e químicas além da micromorfologia dos solos, visando um maior entendimento dos processos que estão ocorrendo. As propriedades do solo foram determinadas a partir de metodologias desenvolvidas pela EMBRAPA e pela Geotecnia. O comportamento hidrológico foi analisado, observando também os eventos chuvosos na região bem como sua duração e intensidade através dos dados de chuva da Estação Automatizada THIEZ, pertencente ao Laboratório de Geociências da UERJ/FFP que se encontra na região. No estudo realizado, o comportamento hidrológico responde a porosidade do solo e fatores físicos e químicos atuam auxiliando os processos geradores dos escorregamentos, como a grande presença de ácidos fúlvicos e Fe, que fazem o mesmo se mobilizar no sistema podendo gerar uma camada cimentante. Percebe-se que os estudos dos movimentos de massa exigem uma abordagem integradora, através da análise de várias condicionantes, visto que resultam da interrelação entre distintos processos. Desta forma, a melhor abordagem metodológica para esta pesquisa é a abordagem sistêmica.

Palavras-chave

Paisagem; Movimentos de Massa; Escorregamentos.

Abstract

Souza, Juliana Martins de; Freitas, Marcelo Motta de. (Advisor). **Physical characteristics of a landslide in São Pedro da Serra and its influences on the landscape transformation at Nova Friburgo, RJ.** Rio de Janeiro, 2014. 173p. Dissertation – Departamento de Geografia, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Analyzing the landscapes dynamics and transformations, this research aims to contribute to understand the mass movement process, mainly the landslide typology in the São Pedro basin in the district of São Pedro da Serra, typical rural area in Nova Friburgo city. For this study, on a hillside that had a slip with 40 meters long x 24.5 m wide, slopes above 47% and over a Typic, field instruments such as Guelph permeameter were used to measure the hydraulic conductivity and GMS's for understanding the recharge and drainage of the soil matrix process, associating the hydrological behavior with the physical and chemical properties beyond the soil's micromorphology, looking for a greater understanding of the processes that are occurring. The hydrological behavior was analyzed, also observing the rainfall events in the region as well as its duration and intensity of rainfall data through the Automated THIEZ Station, belonging to the Laboratório de Geciências UERJ / FFP in São Pedro basin. The hydrological behavior responds to soil porosity, physical and chemical factors act aiding the generating processes of landslides, as the large presence of fulvic acids and iron, doing the same to mobilize the system can generate a cementing layer. It is noticed that the researches of mass movements requires an integrative approach by analyzing various constraints, as the result of the interplay between different processes. So, the best method for this kind of research is the systemic approach.

Keywords

Landscape; Mass Movements; Landslides.

Sumário

| | |
|--|-----|
| 1. Introdução | 18 |
| 2. Objetivos | 21 |
| 3. Referencial teórico | 22 |
| 3.1. Paisagem | 22 |
| 3.2. Abordagem sistêmica na análise da paisagem | 26 |
| 3.3. Movimentos de Massa | 30 |
| 3.3.1. Corridas | 31 |
| 3.3.2. Queda de blocos | 32 |
| 3.3.3. Rastejo | 32 |
| 3.3.4. Escorregamentos | 32 |
| 3.3.4.1. Escorregamentos Rotacionais | 33 |
| 3.3.4.2. Escorregamentos Translacionais | 34 |
| 3.4. Fatores Condicionantes Naturais dos Escorregamentos | 35 |
| 4. Encostas | 36 |
| 4.1. Fatores Geológicos | 37 |
| 4.2. Fatores Geomorfológicos | 39 |
| 4.3. Propriedades do solo | 41 |
| 4.4. Funcionalidade hidrológica nas vertentes | 45 |
| 4.4.1. Água no solo | 45 |
| 4.4.2. Potencial de água nos solos (ψ) | 50 |
| 4.4.3. Lei de Darcy | 52 |
| 4.4.4. Condutividade Hidráulica | 54 |
| 4.4.5. Permeametro de Guelph | 56 |
| 5. Área de estudo | 58 |
| 6. Materiais e métodos | 77 |
| 6.1. Localização | 77 |
| 6.2. Propriedades Físicas do solo | 85 |
| 6.3. Análise Granulométrica | 88 |
| 6.3.1. Análise da densidade | 90 |
| 6.3.2. Ensaio de porosidade | 90 |
| 6.3.3. Micromorfologia dos solos | 92 |
| 6.4. Dados por composição | 93 |
| 6.5. Química do solo | 94 |
| 6.5.1. Matéria Orgânica | 94 |
| 6.5.2. Potencial de Hidrogênio (pH) | 95 |
| 6.5.3. Composição Química | 95 |
| 7. Comportamento hidrológico | 96 |
| 7.1. Condutividade Hidráulica | 96 |
| 7.2. Potencial Matricial | 99 |
| 7.3. Piezômetros | 101 |

| | |
|--|-----|
| 8. Resultados e discussões | 103 |
| 8.1. Localização | 103 |
| 8.2. Caracterização Física | 115 |
| 8.2.1. Análise granulométrica nas diferentes profundidades | 115 |
| 8.2.2. Porosidade | 126 |
| 8.2.3. Micromorfologia dos solos | 127 |
| 8.2.4. Dados por composição | 140 |
| 8.3. Química do solo | 143 |
| 8.3.1. Matéria Orgânica | 144 |
| 8.3.2. Potencial de Hidrogênio | 146 |
| 8.4. Comportamento hidrológico | 146 |
| 8.4.1. Ensaio da Ksat – Condutividade Hidráulica | 146 |
| 8.4.2. Piezômetro de Máxima | 148 |
| 8.4.3. Análise do Potencial Matricial | 149 |
| 9. Conclusões | 163 |
| 10. Referências bibliográficas | 166 |

Lista de Figuras

| | |
|---|----|
| Figura 1: Modelo esquemático da Construção do conceito de Paisagem Cultural | 23 |
| Figura 2: Esquema do paradigma tradicional da ciência. Adaptado de Vasconcellos, 2003 | 24 |
| Figura 3: Modelo esquemático de causalidade linear. Adaptado de Vasconcellos (2003) | 24 |
| Figura 4: Modelo esquemático de características de sistemas complexos | 28 |
| Figura 5: Formas de vertentes: RR – retilínea, XR – convexo - retilínea, CR – côncavo - retilíneo, RX – retilíneo - convexo, XX – convexo, CX – côncavo-convexo, RC retilíneo - côncavo, XC – convexo – côncavo, CC – côncavo (Guimarães, 2000) | 41 |
| Figura 6: Variação da taxa de infiltração com o tempo sob condições de intensidade de precipitação constante | 46 |
| Figura 7: Movimentação da água em perfil de solo. Modificado de Carvalho et al. 2007 | 48 |
| Figura 8: Água de um solo não saturado sujeita à capilaridade e adsorção, que combinados possuem um potencial matricial | 51 |
| Figura 9: Permeâmetro de Guelph sendo utilizado em campo na porção alta da encosta | 57 |
| Figura 10: Localização do município de Nova Friburgo dentro do estado do Rio de Janeiro, destacando a bacia do rio São Pedro | 58 |
| Figura 11: Mapa de uso do solo da bacia do rio São Pedro com rede hidrográfica | 59 |
| Figura 12: Mapa de elevação da bacia do rio São Pedro destacando a rede hidrográfica do rio Macaé | 60 |
| Figura 13: Entradas de massa de ar, na região serrana do Rio de Janeiro | 61 |
| Figura 14: Total de precipitação mensurado nas estações pluviométricas de Piller e Gaudinópolis entre 1952 e 2012 | 62 |
| Figura 15: Total anual da pluviosidade de 2006 a 2013 | 63 |
| Figura 16: Precipitação mensal média da estação convencional (2006-2013) e Normal Climatológica (1961-1990) | 63 |

| | |
|--|----|
| Figura 17: Total da precipitação mensal de 2006 a 2013, com a média de 2006 a 2013 | 64 |
| Figura 18: Localização da Faixa Ribeira no contexto da Província Mantiqueira segundo Heilbron et al.(2004,2008) e Tupinambá et al. (2007) | 67 |
| Figura 19: Síntese da compartimentação geomorfológica do estado do Rio de Janeiro propostos por Dantas/CPRM (2001) | 69 |
| Figura 20: Síntese da compartimentação geomorfológica da bacia do rio São Pedro | 70 |
| Figura 21: Mapa dos Domínios Morfoestruturais para o Estado do Rio de Janeiro propostos por Silva (2002), destacando a região de interesse | 71 |
| Figura 22: Mapa Pedológico da bacia do rio São Pedro | 72 |
| Figura 23: Mapa do Rio de Janeiro com destaque da área de estudo enfatizando os domínios de área de risco a escorregamentos (slides) | 73 |
| Figura 24: DGPS Promark 3 marcando o ponto de uma cicatriz na bacia do rio São Pedro | 77 |
| Figura 25: Mapa de declividade da bacia do rio São Pedro | 79 |
| Figura 26: Mapa de uso do solo da bacia do rio São Pedro | 80 |
| Figura 27: Mapa geológico da bacia do rio São Pedro | 80 |
| Figura 28: Domínios Morfoestruturais da município de Friburgo (1) com destaque para a bacia do rio São Pedro (2) e para a encosta estudada na pesquisa (3) | 82 |
| Figura 29: Desenho esquemático da encosta analisada na área de estudo | 83 |
| Figura 30: Desenho esquemático do perfil da encosta na área de estudo | 84 |
| Figura 31: Trado mecânico sendo utilizado em alta encosta perfurando ao longo da profundidade da mesma para a retirada de material deformado | 85 |
| Figura 32: Visão da parte alta da encosta, destacando construção na baixa encosta para visualização de sua altura e declive | 86 |
| Figura 33: (1) Perfil da encosta de interesse, ressaltado o alto grau de declive da mesma.(2) Perfil aberto na porção mpedia da encosta; (3) Amostras indeformadas sendo retiradas do perfil | 87 |

| | |
|--|-----|
| Figura 34: Conjunto de peneiras para ensaios de peneiramento onde são separados os grãos por sua distribuição granulométrica | 89 |
| Figura 35: Densímetro na proveta em preparação para análise das frações finas por sedimentação | 89 |
| Figura 36: Pesagem de amostras do solo em balança de alta precisão | 90 |
| Figura 37: Mesa de tensão utilizada para determinação da macroporosidade, microporosidade e porosidade total | 92 |
| Figura 38: Amostra indeformada de solo, sendo retirada através da caixa de Kubiena | 93 |
| Figura 39: pH Metro | 95 |
| Figura 40: Esquema de funcionamento do Permeômetro de Guelph | 96 |
| Figura 41: Esquema de formação do bulbo de saturação | 97 |
| Figura 42: Permeômetro e Guelph sendo utilizado em campo | 97 |
| Figura 43: Sensor de matriz granular (GMS) saturando para ser colocado na área de estudo | 100 |
| Figura 44: Modelo esquemático dos sensores de matriz granular (gms) no topo e nas laterais da cicatriz sob distintas profundidades | 100 |
| Figura 45: Furo realizado com trado mecânico para instalação do piezômetro de máxima | 101 |
| Figura 46: Modelo esquemático com ponto onde foi colocado o piezômetro de máxima | 102 |
| Figura 47: Visão geral da Estação Automatizada THIES TLX-MET | 102 |
| Figura 48: Encosta na bacia do rio São Pedro em área de pasto, com movimento da tipologia slide, iniciado em alta encosta. Vista de frente, de perfil e vista de baixo, no pé do movimento | 103 |
| Figura 49: Cicatrizes dos movimentos de massa na bacia do rio São Pedro sobre o mapa de declividade, destacando o ponto de interesse | 105 |
| Figura 50: Pontos dos movimentos de massa na bacia do rio São Pedro sobre o mapa de uso do solo, destacando o ponto de interesse | 107 |
| Figura 51: Pontos dos movimentos de massa georreferenciados sobre o mapa litológico, destacando os mesmos em forma linear, seguindo o set de faturamento e a área de interesse sob o domínio da Suite Imbé | 109 |

| | |
|--|-----|
| Figura 52: (a),(b) e (c) : Litologia da base da encosta estudada , apresentando grande presença de falhas | 111 |
| Figura 53: Mapa pedológico da área de estudo com os pontos dos movimentos de massa na mesma destacando a cicatriz estudada | 112 |
| Figura 54: Distribuição da fração areia na encosta (H1, H2, H3, H4, H5, H6 , H6, H7) e seu desvio padrão | 118 |
| Figura 55: Distribuição da fração silte na encosta (H1, H2, H3, H4, H5, H6 ,H6, H7) e seu desvio padrão | 119 |
| Figura 56: Distribuição da fração argila na encosta (H1, H2, H3, H4, H5, H6 , H6, H7) e seu desvio padrão | 119 |
| Figura 57: Triângulo Textural referente aos horizontes do solo com a classificação textural e sua respectiva legenda identificando as profundidades dos mesmos | 120 |
| Figura 58: Curva granulométrica do primeiro horizonte da encosta analisada , diagnosticando a porcentagem de grãos encontrada na mesma | 121 |
| Figura 59: Curva granulométrica do segundo horizonte da encosta analisada , diagnosticando a porcentagem de grãos encontrada na mesma | 122 |
| Figura 60: Curva granulométrica do terceiro horizonte da encosta analisada , diagnosticando a porcentagem de grãos encontrada na mesma | 122 |
| Figura 61: Curva granulométrica do quarto horizonte da encosta analisada , diagnosticando a porcentagem de grãos encontrada na mesma | 123 |
| Figura 62: Curva granulométrica do quinto horizonte da encosta analisada , diagnosticando a porcentagem de grãos encontrada na mesma | 123 |
| Figura 63: Curva granulométrica do sexto horizonte da encosta analisada , diagnosticando a porcentagem de grãos encontrada na mesma | 124 |
| Figura 64: Curva granulométrica do sétimo horizonte da encosta analisada , diagnosticando a porcentagem de grãos encontrada na mesma | 124 |
| Figura 65: Cutã de grão e nódulo férrico | 129 |
| Figura 66: Glóbula do tipo halo | 129 |
| Figura 67: Macroporos | 129 |
| Figura 68: Pedotúbulo preenchido | 130 |
| Figura 69: Pedotúbulo preenchido 2 | 130 |

| | |
|---|-----|
| Figura 70: Raiz na seção transversal inserida no poro | 130 |
| Figura 71: Raiz na seção transversal 2 | 131 |
| Figura 72: Provável nódulo de manganês | 131 |
| Figura 73: Visão dos pedotúbulos preenchidos | 132 |
| Figura 74: Visão geral da lâmina contendo nódulo de manganês, nódulo férrico e raízes na seção transversal | 133 |
| Figura 75: Cutãs de grãos | 133 |
| Figura 76: Visão geral da lâmina | 133 |
| Figura 77: Nódulo de manganês e cutãs de grão | 134 |
| Figura 78: Nódulos férricos | 134 |
| Figura 79: Pedotúbulo preenchido | 135 |
| Figura 80: Raiz em seção transversal | 135 |
| Figura 81: Visão geral da lâmina | 137 |
| Figura 82: Macroporos | 137 |
| Figura 83: Glóbula do tipo halo e nódulo de manganês | 137 |
| Figura 84: Glóbula 2 do tipo halo | 138 |
| Figura 85: Glóbula 3 do tipo halo | 138 |
| Figura 86: Visão geral da lâmina com nódulos | 138 |
| Figura 87: Nódulo férrico | 139 |
| Figura 88: Raiz na seção transversal em decomposição | 139 |
| Figura 89: Visão da lâmina | 139 |
| Figura 90: Solo residual apresentando grande quantidade de óxido de ferro | 144 |
| Figura 91: Valores médios dos potenciais matriciais dos GMS's até -200 kPa nas diferentes profundidades entre o período de novembro de 2013 até janeiro de 2014 | 150 |
| Figura 92: Valores médios dos potenciais matriciais dos GMS's até -200 kPa nas diferentes profundidades e localizações da encosta entre o período de novembro de 2013 até janeiro de 2014 | 151 |

| | |
|---|-----|
| Figura 93: Dados de precipitação em mm da bacia do rio São Pedro em São Pedro da Serra do mês de novembro do ano de 2013 | 152 |
| Figura 94: Dados do potencial matricial do alto da cicatriz sob as profundidades de 15,30 e 60 cm no alto da encosta do mês de dezembro | 152 |
| Figura 95: Dados de precipitação em mm da bacia do rio São Pedro em São Pedro da Serra do mês de novembro do ano de 2013 | 153 |
| Figura 96: Dados do potencial matricial da direita da cicatriz sob as profundidades de 15,30 e 60cm do mês de novembro | 153 |
| Figura 97: Dados de precipitação em mm da bacia do rio São Pedro em São Pedro da Serra do mês de novembro do ano de 2013 | 154 |
| Figura 98: Dados do potencial matricial da esquerda da cicatriz sob as profundidades de 15,30 e 60cm do mês de novembro | 154 |
| Figura 99: Dados de precipitação em mm da bacia do rio São Pedro em São Pedro da Serra do mês de dezembro do ano de 2013 | 155 |
| Figura 100: Dados do potencial matricial do alto da cicatriz sob as profundidades de 15,30 e 60cm do mês de dezembro | 155 |
| Figura 101: Dados de precipitação em mm da bacia do rio São Pedro em São Pedro da Serra do mês de dezembro do ano de 2013 | 156 |
| Figura 102: Dados do potencial matricial da direita da cicatriz sob as profundidades de 15,30 e 60cm do mês de dezembro | 156 |
| Figura 103: Dados de precipitação em mm da bacia do rio São Pedro em São Pedro da Serra do mês de dezembro do ano de 2013 | 157 |
| Figura 104: Dados do potencial matricial da esquerda da cicatriz sob as profundidades de 15,30 e 60cm do mês de dezembro | 157 |
| Figura 105: Dados de precipitação em mm da bacia do rio São Pedro em São Pedro da Serra do mês de janeiro do ano de 2014 | 158 |
| Figura 106: Dados do potencial matricial da esquerda da cicatriz sob as profundidades de 15,30 e 60cm do mês de janeiro | 158 |
| Figura 107: Dados de precipitação em mm da bacia do rio São Pedro em São Pedro da Serra do mês de janeiro do ano de 2014 | 159 |
| Figura 108: Dados do potencial matricial da esquerda da cicatriz sob as profundidades de 15,30 e 60cm do mês de janeiro | 159 |

| | |
|--|-----|
| Figura 109: Dados de precipitação em mm da bacia do rio São Pedro em São Pedro da Serra do mês de janeiro do ano de 2014 | 160 |
| Figura 110: Dados do potencial matricial da esquerda da cicatriz sob as profundidades de 15,30 e 60cm do mês de janeiro | 160 |

Lista de tabelas

| | |
|---|-----|
| Tabela 1: Tipologias de Sistemas abertos e fechados | 27 |
| Tabela 2: Modelo esquemático de estabilidades do sistema. Fonte: Modificado de Mattos e Perez Filho,2004 | 29 |
| Tabela 3: Relações das substâncias formadas a partir da decomposição da matéria orgânica (Primavesi, 1990) | 44 |
| Tabela 4: Classificação aproximada da condutividade hidráulica de acordo com as diferentes faixas texturais (modificado de Klute e Dirksen, 1986 apud, Stephens 1996) | 56 |
| Tabela: 5: Porcentagem do tipo de uso do solo na bacia do rio São Pedro em São Pedro da Serra e o valor representativo em área por km ² | 60 |
| Tabela 6: Classificação da média mensal de 2006 a 2013 de frequência de chuva. | 65 |
| Tabela 7: Classificação da frequência de dias (24h) de chuva (mm) de 2006 a 2013 | 65 |
| Tabela 8: Intensidade de chuva de outubro de 2009 a setembro de 2013 (GeoRio) | 66 |
| Tabela 9: Classificação da intensidade de chuva (GeoRio) de outubro de 2009 a dezembro de 2013 | 66 |
| Tabela 10: Classificação e propriedades morfológicas dos movimentos de massa em São Pedro da Serra – Nova Friburgo | 74 |
| Tabela 11: Diagnóstico dos movimentos de massa na bacia do Rio São Pedro em São Pedro da Serra | 114 |
| Tabela 12: Dados da granulometria do H1 em porcentagem da média,desvio padrão e coeficiente de variância | 115 |
| Tabela 13: Dados da granulometria do H2 em porcentagem da média,desvio padrão e coeficiente de variância | 116 |
| Tabela 14: Dados da granulometria do H3 em porcentagem da média,desvio padrão e coeficiente de variância | 116 |
| Tabela 15: Dados da granulometria do H4 em porcentagem da média,desvio padrão e coeficiente de variância | 116 |
| Tabela 16: Dados da granulometria do H5 em porcentagem da média,desvio padrão e coeficiente de variância | 117 |

| | |
|--|-----|
| Tabela 17: Dados da granulometria do H6 em porcentagem da média, desvio padrão e coeficiente de variância | 117 |
| Tabela 18: Dados da granulometria do H7 em porcentagem da média, desvio padrão e coeficiente de variância | 117 |
| Tabela 19: Dados da média granulométrica por horizontes da encosta analisada | 118 |
| Tabela 20: Tabela resumo da análise granulométrica | 121 |
| Tabela 21: Tabela comparativa para observação de frações finas e grosseiras através dos horizontes | 125 |
| Tabela 22: Dados de porosidade total, microporosidade e macroporosidade e Dap em área de deslizamento de encosta em uso de pastagem na bacia do rio São Pedro em São Pedro da Serra | 126 |
| Tabela 23: Dados de mineralogia da fração areia (Grossa e Fina) | 141 |
| Tabela 24: Análise química do solo obtida através do método sortivo por diferentes profundidades | 143 |
| Tabela 25: Total de matéria orgânica por horizontes apresentada em g/dm ³ | 145 |
| Tabela 26: Classificação do potencial de hidrogênio por horizontes | 146 |
| Tabela 27: Valores obtidos in situ com o permeâmetro de Guelph em nove pontos da cicatriz, localizados no alto da cicatriz (AC), à esquerda da cicatriz (EC), à direita da cicatriz (DC) e dentro da cicatriz (DEC) sob diferentes profundidades (15 cm; 30cm; 60cm) | 147 |
| Tabela 28: Valores médios dos potenciais matriciais dos GMS's até -200 kPa nas diferentes profundidades entre o período de novembro de 2013 até janeiro de 2014 | 149 |
| Tabela: 29: Valores médios dos potenciais matriciais dos GMS's até -200 kPa nas diferentes profundidades e localizações na encosta entre o período de novembro de 2013 até janeiro de 2014 | 150 |