

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

Angéli Aline Behling

**FATORES CONDICIONANTES DOS MOVIMENTOS DE MASSA NO
MUNICÍPIO DE AGUDO/RS**

Santa Maria, RS
2017

Angéli Aline Behling

**FATORES CONDICIONANTES DOS MOVIMENTOS DE MASSA NO MUNICÍPIO
DE AGUDO/RS**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Geografia, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS) como requisito parcial para a obtenção do título de **Mestre em Geografia**.

Orientadora: Prof. Dra. Andrea Valli Nummer

Santa Maria, RS
2017

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Behling, Angéli Aline
Fatores Condicionantes dos Movimentos de Massa no
Município de Agudo/RS / Angéli Aline Behling.- 2017.
151 p.; 30 cm

Orientadora: Andrea Valli Nummer
Coorientador: Rinaldo Jose Barbosa
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Maria, Centro de Ciências Naturais e Exatas, Programa de
Pós-Graduação em Geografia e Geociências, RS, 2017

1. Movimento de Massa 2. Fatores Condicionantes 3.
Escorregamentos I. Nummer, Andrea Valli II. Barbosa,
Rinaldo Jose III. Título.

Angéli Aline Behling

**FATORES CONDICIONANTES DOS MOVIMENTOS DE MASSA NO MUNICÍPIO
DE AGUDO/RS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para a obtenção do grau de **Mestre em Geografia**.

Aprovado em 29 de setembro de 2017:

Andrea Valli Nummer, Dra. (UFSM)
(Presidente/ Orientadora)

Luis Eduardo de Souza Robaina, Dr. (UFSM)

Sandro Sidnei Vargas de Cristo, Dr. (UFT) - Parecer

Santa Maria, RS
2017

DEDICATÓRIA

*Dedico esse trabalho para a minha mãe Roseli Lange Behling,
com todo o amor, carinho e gratidão!*

AGRADECIMENTOS

Primeiramente quero agradecer a Instituição de Ensino de Pós-Graduação de Geografia da Universidade Federal de Santa Maria, pelo ensino público de qualidade. Juntamente com os professores do departamento, pelas trocas de ensinamentos e adequações durante o período de elaboração e finalização do trabalho.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo suporte financeiro permitindo assim a dedicação exclusiva ao curso de mestrado.

A secretária do PPGGEO Fatima Liliane Fernandes Bonilla, pela atenção e empenho para ajudar sempre no que fosse preciso.

A Prof^a Dr. Andrea Valli Nummer pela sua orientação, disponibilidade, ensinamentos, opiniões e críticas, que foram essenciais para solucionar as dúvidas e problemas que foram surgindo ao longo da realização desse trabalho. Serei eternamente grata por esses anos de orientação!

A minha mãe Roseli Lange Behling, pelo incentivo, paciência, e companheirismo durante este período, onde a superação define esta trajetória, o carinho nos momentos de aflições. Você é meu porto seguro, onde sei que encontrarei paz e tranquilidade nos meus piores momentos. Te amo pela mulher, filha, irmã e mãe que és. Meu exemplo, meu amor incondicional...

A meu irmão Artur Ernesto Behling que teve muita paciência, aos meus avós Elsinia Lange e Verno Lange, que serão eternos, seres insubstituíveis para a sua neta, me acompanharam por toda a minha vida, vibrando a cada conquista, fazendo-me sentir a pessoa mais importante do mundo, possuem uma ética de vida que o amor se sobrepõem as futilidades da vida.

Aos demais familiares por sempre estarem ao meu lado vibrando com cada conquista minha. Amo muito vocês!!!

As meninas do laboratório de geologia ambiental (LAGEOLAM), Daniéli Flores Dias, pelas suas considerações, seu olhar perfeccionista sobre tudo, fazendo sempre o melhor trabalho, independentemente do tempo e da ocasião. Te admiro como pessoa e excelente profissional que és. Eloisa Penna da Rosa, Maria José Entrena, pelo carinho e palavras de incentivo em todos os momentos.

Aos meninos do laboratório de geologia ambiental (LAGEOLAM), Vinicius Silveira, que se disponibilizou para me ajudar nos mapas, pela amizade sincera, pelas palavras e incentivos durante todo período acadêmico. Aos queridos amigos e colegas Rhael David Lara Partida, Guilherme da Silva Cardoso, apoio, auxílio e companheirismo de sempre.

A minha irmã do coração Angélica Cargnin de Souza, onde o incentivo e a persistência nos envolvia, a amizade, o amor, o companheirismo determinava o caminho que nos fazia e faz seguir, onde o tempo e o espaço não nos afasta, mais nos aproxima pois nossos propósitos são o que nos impulsionam.

Aos meus amores: Michelle Antunes, Aline Brum Ottes, Scheila Nicoloso, onde fizeram meus medos serem temporariamente substituídos por momentos alegres, intensos e únicos, obrigada por tudo meninas, o quarteto fantásticos foi formado e lacrou... Amo vocês.

Enfim, agradeço a todos aqueles que me apoiaram, torceram por mim e que de alguma forma contribuíram para a realização desse trabalho.

Muito Obrigada!

RESUMO

FATORES CONDICIONANTES DOS MOVIMENTOS DE MASSA NO MUNICÍPIO DE AGUDO/RS

AUTORA: Angéli Aline Behling
ORIENTADORA: Andrea Valli Nummer

No município de Agudo, localizado na região central do Rio Grande do Sul, têm-se identificado diversas cicatrizes de movimentos de massa principalmente na sua zona rural, atingindo campos e estradas vicinais, prejudicando o escoamento da produção agrícola. Esta pesquisa tem como objetivo principal identificar os fatores condicionantes dos movimentos de massa no município de Agudo, procurando contribuir com informações que possam auxiliar o Poder Público no gerenciamento deste tipo de processo socioambiental. Para atender ao objetivo proposto foram localizadas as cicatrizes de movimentos de massa já ocorridos. A classificação e a avaliação de cada processo em campo foram realizadas com base no laudo de vistoria, modificado da Norma Técnica ABNT- 11682 (2009). Foram identificados onze processos, cujas localizações foram plotadas em mapas temáticos, relativos aos fatores condicionantes, considerados importantes para este estudo, como: hipsometria, forma da vertente, declividade, geologia, solos e uso e ocupação. Foram identificados: queda, escorregamento em cunha; rastejos, escorregamentos rotacionais, escorregamentos planares, e escorregamentos planares com corridas de detritos, sendo os dois últimos os mais significativos. O resultado desta pesquisa indica que os fatores que são condicionantes dos processos mais significativos que são os escorregamentos planares e corridas de detrito são: hipsometria acima de 159 metros, e declividade superior a 27%, podendo está chegar a 89%. A cicatriz das rupturas encontra-se predominantemente no contato do colúvio com o solo residual (neossolo) ou rocha sedimentar alterada. As cicatrizes estão localizadas em vertentes predominantemente côncavas - convergentes, principalmente no caso das corridas de detritos, indicando concentração do fluxo de água superficial e subterrâneo. Esses processos ocorreram em áreas de vegetação arbórea, com pouca ou quase nenhuma interferência antrópica. A metodologia utilizada para avaliação dos processos em campo, mostrou-se eficaz, possibilitando qualificar as informações obtidas dos mapas temáticos, cuja as escalas de informações eram mais regionais.

Palavras-chaves: Movimento de Massa. Fatores Condicionantes. Escorregamentos.

ABSTRACT

CONDITIONING FACTORS OF MASS MOVEMENTS IN THE MUNICIPALITY OF AGUDO/RS

AUTHOR: Angéli Aline Behling
ADVISOR: Andrea Valli Nummer

In the municipality of Agudo, located in the central region of Rio Grande do Sul, several scars of mass movements have been identified mainly in its rural area, reaching fields and vicinal roads, damaging the flow of agricultural production. This research has as main objective to identify the conditioning factors of the mass movements in the municipality of Agudo, seeking to contribute with information that can help the Public Power in the management of this type of socio environmental process. To achieve the proposed goal were located the scars of mass movements that already occurred. The classification and evaluation of each process in the field were performed based on the inspection report, modified from Technical Standard ABNT-11682 (2009). Eleven processes were identified, whose locations were plotted on thematic maps, related to the conditioning factors, considered important for this study, such as: hypsometry, slope shape, slope, geology, soils and use and occupation. It was identified: fall, wedge slip, creeps, rotational landslides, landslides, and landslides with debris flow, the last two being the most significant. The result of this research indicates that the factors that condition the most significant processes that are planar landslides and debris flow are: hypsometry above 159 meters and slope greater than 27% can reached up to 89%. The scar ruptures is predominantly found in colluvial contact with residual soil (Typic) or altered sedimentary rock. The scars are located in predominantly concave slopes - converged, especially in the case of debris flow, indicating concentration of surface and underground water flow. These processes occurred in areas of arboreal vegetation, with little or no anthropogenic interference. The methodology used to evaluate the processes in the field was effective, allowing to qualify the information obtained from the thematic maps, whose scales of information were more regional.

Keywords: Mass Movement. Conditioning Factors. Landslide.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Mapa de Localização de Agudo/RS.	29
Figura 2 - Demonstração de sinais de rastejo.	41
Figura 3 - Feições dos escorregamentos planar, rotacional e em cunha.	42
Figura 4 - Rolamento e Queda.	45
Figura 5 - Corrida de Detrito.	46
Figura 6 - Seção esquemática com diversos tipos de solos na região da Serra Geral.	51
Figura 7 - Exemplo de depósito de tálus no município de Agudo - RS.	52
Figura 8 - Tipo de ruptura decorrentes da distribuição espacial das discontinuidades nos maciços rochosos.	56
Figura 9 - Fluxo de água em encostas, antes e depois de um escorregamento (modificado de Patton e Hedron Jr., 1974).	58
Figura 10 - Tensão da Água.	59
Figura 11 - Distribuição de poropressão.	60
Figura 12 - Variação do nível d'água em talude de solo e num talude rochoso pouco fraturado (modificado de Dreere e Patton, 1971).	61
Figura 13 - Tipos de Vertentes compostas, segundo Troeh (1965), citado por Christofolletti (1980).	63
Figura 14 - Nove formas 3D possíveis para vertentes compostas.	64
Figura 15 - Representação dos procedimentos metodológicos adotados na pesquisa.	71
Figura 16 - Representação do plano e perfil de curvatura.	77
Figura 17 - Fluxograma que indica as etapas realizadas para a inferência dos fatores condicionantes dos movimentos de massa no município de Agudo - RS.	79
Figura 18 - Carta Imagem com localização dos movimentos de massa no município de Agudo.	83
Figura 19 - Mosaico: Movimentos de Massa - tipo: Queda e Escorregamento em Cunha - Pontos 1 e 2.	84
Figura 20 - Perfil típico das áreas das matérias envolvidos nos escorregamentos rotacionais.	87
Figura 21 - Mosaico: Movimentos de Massa - tipo: Escorregamento Rotacional e Rastejo - Pontos 3 e 10.	88
Figura 22 - Mosaico: Movimento de Massa - tipo: Escorregamento Planar - Pontos 5, 6, 8 e 9.	90
Figura 23 - Mosaico: Movimentos de Massa - tipo: Escorregamento Planar e Corrida de Detrito - Pontos 4, 7 e 11.	92
Figura 24 - Mapa de Formação Litológico do Município de Agudo.	96
Figura 25 - Mapa de Solos do Município de Agudo - RS.	98
Figura 26 - Mapa Hipsométrico do Município de Agudo - RS.	101
Figura 27 - Mapa de Declividade do Município de Agudo - RS.	103
Figura 28 - Relação entre declividade e altimetria para o total de movimentos.	104
Figura 29 - Relação entre declividade e altimetria para escorregamentos planares.	105
Figura 30: Representação dos perfis e planos de curvatura das vertentes, com a direção de fluxo superficial.	105
Figura 31 - Forma das vertentes do Município de Agudo - RS.	106
Figura 32 - Uso e Ocupação do Solo do Município de Agudo - RS.	109

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Classificação proposta por Varnes (1978).	35
Quadro 2 - Classificação de movimentos de massa proposta por Vargas (1981).	36
Quadro 3 - Classificação de movimentos de massa apresenta por Guidicini e Nieble (1984).	37
Quadro 4 - Classificação de Hutchinson (1988)	38
Quadro 5 - Classificação de movimentos gravitacionais de massa, modificado de Augusto Filho (1992)	39
Quadro 6 - Agentes dos movimentos de massa.....	48
Quadro 7 - Causas dos movimentos de massa.....	48
Quadro 8 - Efeitos adversos e benéficos da vegetação sobre a estabilidade das encostas.....	67
Quadro 9 - Laudo de Vistoria.	73
Quadro 10 - Limites de declividade.	76
Quadro 11 - Correlação dos Fatores Controladores dos Movimentos de Massa no Município de Agudo - RS.	115

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Interpretação de Kappa.....	78
Tabela 2 - Números de Pontos de Movimento de Massa e sua Localização.	84
Tabela 3 - Formação Litológica dos movimentos de massa, assinalados os resultados que há correspondência entre os dados de campo e laudo.....	95
Tabela 4 - Solos dos pontos coletados no município de Agudo – RS.....	99
Tabela 5: Altitude dos pontos coletados do município de Agudo – RS.	100
Tabela 6 - Declividade dos pontos coletados do município de Agudo - RS.	102
Tabela 7 - Formas de vertentes dos movimentos de massa, assinalados os resultados que há correspondência entre os dados de campo e laudo.....	107
Tabela 8 - Formas de Uso e Ocupação dos pontos coletados no município de Agudo – RS.	108
Tabela 9 - Formação Litológica - assinalado o resultado que apresentam o maior número de Movimentos de Massa no município de Agudo - RS.....	110
Tabela 10 - Solos - assinalado o resultado que apresentam o maior número de Movimentos de Massa no município de Agudo – RS.....	111
Tabela 11 - Altitude - assinalado o resultado que apresentam o maior número de Movimentos de Massa no município de Agudo - RS.....	111
Tabela 12: Declividade - assinalado o resultado que apresentam o maior número de Movimentos de Massa no município de Agudo - RS.....	112
Tabela 13 - Perfil e Plano de curvatura das vertentes - assinalado o resultado que apresentam o maior número de Movimentos de Massa no município de Agudo - RS.	113
Tabela 14 - Uso e Ocupação - assinalado o resultado que apresentam o maior número de Movimentos de Massa no município de Agudo - RS.....	113

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	23
1.1	CARACTERIZAÇÃO GEOGRÁFICA DA ÁREA DE ESTUDO	28
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	33
2.1	MOVIMENTOS DE MASSA.....	33
2.1.1	Fatores Condicionantes	47
2.1.2	Condicionantes Geológicos	49
2.1.3	Águas Superficiais e Subterrâneas	56
2.1.4	Geomorfologia	61
2.1.5	Uso de Ocupação	65
3	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	69
3.1	LEVANTAMENTO DE DADOS.....	71
3.2	ORGANIZAÇÃO DOS DADOS.....	74
3.2.1	Espacialização dos Registros	74
3.3	ANÁLISE E CORRELAÇÃO DAS INFORMAÇÕES	78
3.4	SÍNTESE DAS INFORMAÇÕES	78
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	81
4.1	LEVANTAMENTO DE DADOS SECUNDÁRIOS.....	81
4.2	LEVANTAMENTO DE CAMPO	82
4.3	FATORES CONDICIONANTES AOS MOVIMENTOS DE MASSA.....	93
4.3.1	Geologia - Litologia	93
4.3.2	Solo	97
4.3.3	Hipsometria	99
4.3.4	Declividade	102
4.3.5	Forma da Vertente	105
4.3.6	Uso e ocupação	108
4.4	DEFINIÇÃO DOS FATORES CONDICIONANTES DOS MOVIMENTOS DE MASSA NO MUNICÍPIO DE AGUDO – RS.....	110
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	117
	REFERÊNCIAS.....	119
	ANEXOS	127

1 INTRODUÇÃO

Os movimentos de massa são considerados fenômenos naturais, podendo ou não atingir áreas ou regiões habitadas pelo homem. Quando ocorre contato direto com o mesmo, o movimento se caracteriza como um desastre natural, e, assim, causa danos ou graves perturbações do funcionamento da comunidade e/ou sociedade podendo envolver perdas humanas, materiais, econômicas ou ambientais de grande extensão (TOMINAGA et al, 2009).

Os mesmos são considerados eventos naturais, pelo fato de fazer parte da dinâmica do planeta, com manifestações próprias, ocorrendo independentemente da presença do homem. Os movimentos de massa são reconhecidos como os mais importantes processos geomorfológicos modeladores da superfície terrestre. Constituem-se no deslocamento de material (solo e rocha) vertente abaixo sob influência da gravidade, desencadeado pela interferência direta de outros agentes independentes (BIGARELLA, 2003).

Segundo a ONU (1993) os movimentos de massa, são os fenômenos naturais que mais causam prejuízos financeiros e mortes no mundo.

No Brasil, os movimentos de massa estão entre os desastres de maior magnitude devido às características físicas locais. Uma Pesquisa de Informações Básicas Municipais (MUNIC), realizada em 2005 pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), verificou que nos 24 meses anteriores à pesquisa 50% dos municípios brasileiros haviam declarado terem sofrido por algum tipo de desastre, entre eles os deslizamentos, muitas vezes relacionados à degradação ambiental de áreas frágeis e a ocupações irregulares (SANTOS, 2007).

Os movimentos de massa são fenômenos naturais que ocorrem na crosta terrestre, porém nas últimas décadas vem despertando cada vez mais o interesse da comunidade científica. Em território brasileiro há inúmeras áreas urbanas, inseridas em regiões que são suscetíveis à ocorrência de movimento de massa, com declividades acentuadas que, ao serem atingidas por chuvas intensas se caracterizam como desastres naturais. Exemplo destas regiões são: a Serra das Araras em janeiro de 1967, com 1700 mortes, no Estado do Rio de Janeiro; o de Caraguatatuba, São Paulo, com 400 óbitos e o ocorrido em março do mesmo ano, e; Tubarão no Estado de Santa Catarina em março de 1974 com 199 mortes.

Com relação ao Rio Grande do Sul, Reckziegel (2007) aponta que o estado tem sido frequentemente atingido pela ocorrência de desastres naturais associados a processos da dinâmica atmosférica e da dinâmica superficial, e cita que dentre eles se destacam os movimentos de massa.

Pode-se destacar vários trabalhos, sobre esta temática, dentre eles o de Nummer (2003) e Wiggers (2013), onde apresentam os processos, os parâmetros que controlam os fenômenos e a suscetibilidade à ocorrência dos movimentos de massa, destacando que os processos de movimentos de massa se manifestam em grande intensidade na região do Rebordo do Planalto no Rio Grande do Sul.

O município de Agudo, localizado no centro do estado do Rio Grande do Sul, apresenta inúmeras ocorrências de movimentos de massa ao longo dos anos, assim os mesmos analisados, onde se estabelecerá os condicionantes que controlam os processos na área de estudo. Conforme IBGE (2010), as suas porções mais elevadas do município pertencem ao Planalto da Serra Geral e as porções de encostas são pertencentes a Serra Geral, já as suas porções de menor elevação pertencem a Depressão Periférica do Jacuí.

A sede do município de Agudo está localizada em altitude de 83 metros, enquanto que neste mesmo território encontram-se altitudes chegando aos 610 metros (IBGE, 2010).

A escolha de Agudo como área de estudo se deu em virtude de o município possuir registros sobre a ocorrência de movimentos de massa, e pelo fato da temática deste trabalho integrar-se as pesquisas do Laboratório de Geologia Ambiental (LAGEOLAM), sobre os diferentes processos superficiais que dão origem aos Desastres Naturais.

Reckziegel (2007) fez um levantamento dos desastres naturais do estado do Rio Grande do Sul avaliando dados da Defesa Civil, Diário Oficial da União e Jornal Zero Hora para o período de 1980 a 2005 e não se referiu a nenhuma ocorrência de movimentos de massa no município de Agudo. No entanto, sabe-se das ocorrências de diversos processos de movimentos de massa neste município por meio de noticiários locais e de informações da população residente, porém, a importância dada a eles é mínima, pois até o presente momento tem atingido somente a zona rural, com baixo índice populacional.

Por não ocorrerem na zona urbana, não se caracterizam como risco, pois não atingem diretamente a população, e, portanto, não são registrados pela Defesa Civil,

porém causam prejuízos com a destruição e/ou interrupção de estradas, prejudicando assim o deslocamento da população e da produção agrícola.

Segundo Bressani e Bertuol (2012) os danos causados pelos escorregamentos podem ser divididos em dois tipos, diretos e indiretos. Os danos diretos são causados diretamente pelo movimento de terra, ou seja, fissuras e trincas em residências e estruturas por deslocamento do terreno, destruição parcial ou total de estruturas pelo impacto do material rompido, destruição de infraestrutura (rede de água, energia, telefone), e também danos ou destruição de rodovias e ruas.

Já os danos indiretos, são causados pelo efeito de fluxo do material fluidificado (que se desloca com grande velocidade pelas drenagens), podendo ser erosão de margens de arroios e rios, induzindo novas rupturas, erosão de aterros de aproximação de pontes, destruição de pontes e pontilhões por impacto direto do enxurro, soterramento de drenagens, galgamento de aterros e erosão, destruição de lavouras, mudança de curso de arroios e disposição de destroços (BRESSANI e BERTUOL, 2012)

Conforme Bitar (2014), o conhecimento prévio das suscetibilidades dos terrenos à geração e desenvolvimento de fenômenos e processos do meio físico que possam ocasionar desastres naturais é de grande importância aos municípios, contribuindo para o planejamento do uso e ocupação do solo, controle da expansão urbana, avaliação de cenários potenciais de riscos e, ainda, no âmbito regional, auxiliar na elaboração de zoneamentos ecológico-econômicos.

Segundo Bitar (2014) a caracterização do grau de suscetibilidade a determinado processo do meio físico deve impor determinadas medidas de restrição à ocupação, e desta forma evitar a formação de novas áreas de risco assim como possibilitar o desenvolvimento de normas técnicas e práticas que possam assegurar o uso adequado do solo em áreas não ocupadas.

O mapeamento de suscetibilidade é o primeiro passo no sentido de mitigar efetivamente áreas propensas a deslizamentos e minimizar as consequências negativas destes eventos na sociedade. Conforme Vanacôr e Rolim (2012), uma das dificuldades encontradas neste tipo de estudo é analisar a grande quantidade de informações, devido à complexidade dos processos envolvidos.

Um documento que se propõe a fazer a cartografia da predisposição a esses processos são os mapas de suscetibilidade. A análise da suscetibilidade, conforme Bitar 1995, citado por Silveira *et al.* (2014) envolve técnicas de natureza preditiva,

objetivando definir os tipos de eventos perigosos e definir as condições espaciais e temporais de sua ocorrência.

No estudo da suscetibilidade as principais bases são a do meio físico (geologia, geomorfologia, declives, cobertura vegetal, mapas de solos), sendo que a análise de risco se incorpora nas informações sobre o uso do meio físico e a importância das instalações e infraestruturas humanas e com isso conjugadas com a suscetibilidade, fornecem a hierarquização dos graus de risco, servindo como subsídio básico para a definição das medidas preventivas e corretivas a serem tomadas (SOBREIRA, 2001).

Para Fell et al. (2008) é importante que se conheça a área estudada observando que o passado serve como guia para o futuro, ou regiões que tiveram deslizamento no seu passado muito provavelmente sofrerão outros novamente (retroanálise); e áreas com a mesma topografia, geologia e geomorfologia que as que sofreram deslizamento também são propensas a esse movimento.

O zoneamento de suscetibilidade a movimentos de massa normalmente envolve a elaboração de um inventário dos eventos já ocorridos no passado em conjunto com uma estimativa de áreas com potencial de sofrerem movimentos de massa no futuro, mas sem análise de frequência (probabilidade anual) da ocorrência.

Macedo e Bressani (2013) reforçam duas premissas em relação a preparação do mapa de suscetibilidade: a primeira, que o passado é um guia para o futuro de modo que exista a probabilidade de ocorrer movimentos de massa no futuro em áreas que tiveram estes eventos no passado; a segunda, em que áreas com topografia, geologia ou geomorfologia similares a área onde ocorreram os movimentos de massa no passado também existem a probabilidade de ocorrer no futuro.

Desta forma os mapas de suscetibilidade devem incluir, conforme os autores:

- Um mapa que mostre o inventário de movimentos de massa, mostrando o local e a área, o caminho do deslocamento após a ruptura: ou para deslizamentos maiores, a atividade ou velocidade do deslizamento.
- Mapas com a mesma escala mostrando os fatores de terreno, condicionantes da instabilidade tais como: as unidades topográficas (encosta, bacias hidrográficas) a geologia (unidades litológicas): formação superficiais; vegetação; uso do solo; etc; desta, a compreensão dos fatores que controlam os processos de movimentos de massa são a base de qualquer modelo de previsão de suscetibilidade.

Para a elaboração de um modelo de suscetibilidade à movimento que representa a área analisada e possa servir de subsídios para a sua gestão passa pelo conhecimento e avaliação dos parâmetros ou variáveis que condicionam estes processos. Portanto, a caracterização e classificação dos tipos de movimentos de massa que ocorrem numa determinada região, bem como a compreensão dos parâmetros envolvidos e sua importância nestes tipos de processos são fundamentais para futuros modelos de suscetibilidade.

Desta forma, o objetivo geral desta pesquisa é avaliar os fatores que interferem ou condicionam os processos de movimentos de massa do tipo: escorregamentos, corridas de detrito e rastejo, que ocorreram no Município de Agudo/RS. Como objetivos específicos pretende-se: i) fazer um levantamento das cicatrizes dos movimentos de massa ocorridos no município, localizando-os espacialmente; ii) descrever e classificar os processos com base fatores como: geologia- litologia, solo, hipsometria, declividade, forma de vertente e uso e ocupação; iii) Identificar os principais fatores condicionantes dos movimento de massa no município de Agudo e como eles se comportam, sendo que estes servirão para futuros estudos de suscetibilidade para a região.

O resultado desta pesquisa poderá dar subsídios a futuros estudos de suscetibilidade, a movimento de massa bem como proporcionar um melhor conhecimento por parte da sociedade do que representam estes processos.

A dissertação de mestrado está organizada em sete itens: o primeiro compõe a introdução, expondo a justificativa da pesquisa, no segundo encontra-se a revisão bibliográfica, utilizada para o entendimento da dissertação onde são apresentados os conceitos referentes a movimentos de massa, fatores condicionantes, condicionantes geológicos, geomorfologia, e de uso e ocupação, para melhor desenvolvimento do trabalho, no terceiro estão os procedimentos metodológicos utilizados para o desenvolvimento do trabalho, no quarto constam as resultados alcançados, quinto traz as considerações finais do trabalho e sucessivamente na sequência as referências bibliográficas. Por fim, no sexto e sétimo itens encontram-se os anexos, que compreendem as reportagens encontradas sobre os processos no município e os laudos de vistorias realizados à campo.

1.1 CARACTERIZAÇÃO GEOGRÁFICA DA ÁREA DE ESTUDO

O município de Agudo está localizado na região Centro Ocidental do Estado do Rio Grande do Sul e está inserido na Microrregião de Restinga Seca. Faz parte da região da Quarta Colônia, é de grande importância econômica para esta SCHIRMER (2010).

Agudo faz divisa com os municípios de Ibarama ao norte, Lagoa Bonita a noroeste, Cerro Branco ao leste e Paraíso do Sul ao sul (Figura 1). Sendo que toda a sua porção oeste é banhada pelo Rio Jacuí, assim, se interligando com Restinga Seca a sudoeste por ponte na RS287, com Dona Francisca a leste através de ponte na RS348 e a noroeste limita-se com Nova Palma através de ponte localizada na Usina Hidrelétrica de Dona Francisca.

Agudo foi emancipado em 1959, desmembrando-se dos municípios de Cachoeira do Sul e Sobradinho. A área total do município é de 536,12 km², distanciando-se 250 km de Porto Alegre, capital do estado do Rio Grande do Sul, apresentando uma população total de 16.722 hab. e densidade demográfica do território – Urbano/Rural de 31,19 hab./km² (IBGE, 2010).

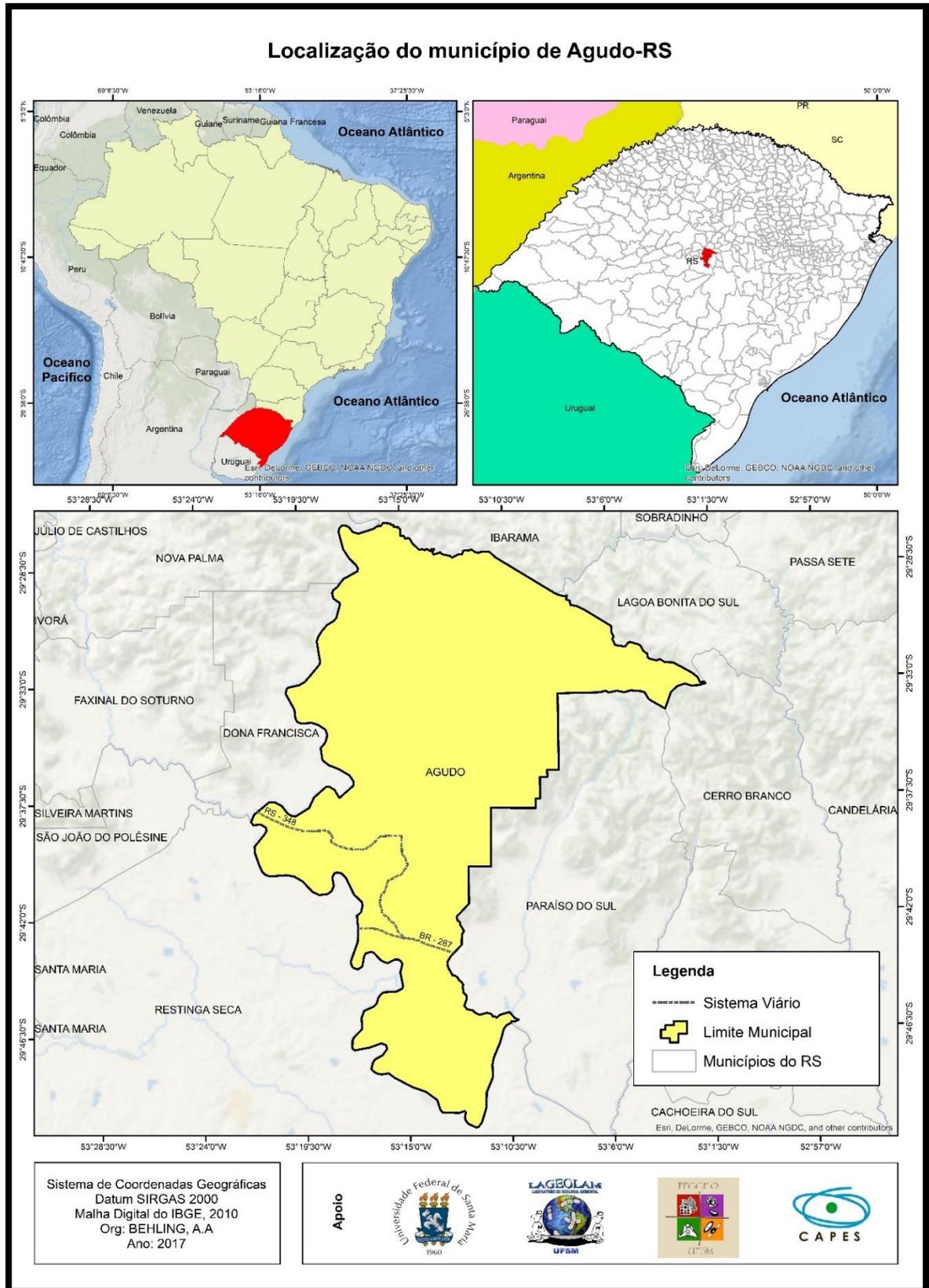
Mais da metade da população, (59%) residem em zona rural e o restante, 41%, em área urbana. Sua economia baseia-se no setor agropecuário e de serviços (IBGE, 2010).

Agudo se destaca na região central pela sua grande contribuição na economia regional, com sua produção agrícola e diferentes paisagens, fortalecendo o turismo.

Segundo Schirmer (2010), encontram-se no município, agroindústrias de beneficiamento de grãos (arroz e feijão), além de destilarias de cana. Identificam-se agroindústrias familiares caseiras que produzem produtos tais como rapadura, melado, açúcar mascavo, geleias, salame, linguiça, bolachas, massas e outras.

Nos setores secundário e terciário destacam-se o comércio em geral (vestuário, calçados, mercados, mini mercados, padarias, confeitarias, lancherias, farmácias, lojas de eletrodomésticos e outros). Atualmente o comércio de maior representatividade na prestação de serviços do município é a COOPERAGUDO (Cooperativa Agrícola Mista Agudense Ltda-COOPAL), pois atende tanto a população urbana, quanto à população rural, com mercado e ferragem, comercializando sua produção e fornecendo insumos nas localidades de difícil acesso.

Figura 1 - Mapa de Localização de Agudo/RS.



Org: BEHLING (2017).

O município possui um perfil predominante mini fundiário onde os produtores são na sua maioria proprietários da terra, havendo número bastante reduzido de exclusivamente arrendatários, posseiros ou ocupantes. O perfil da produção agropecuária é marcado pela produção diversificada, principalmente de arroz, fumo, soja, milho, morango, feijão, além de outras culturas, e da mesma maneira o perfil pecuário, que adquirem um papel secundário.

De acordo com a Emater (2012), cerca da metade da produção agrícola tem origem nas propriedades de até 25 ha. Grande parte da produção é comercializada via intermediários, especialmente o feijão, morango e suínos, enquanto que o milho, a maior parte é consumida nas propriedades tanto para alimentação animal quanto humana. A soja é vendida para as cooperativas de municípios vizinhos.

Segundo Behling (2014) as culturas que se destacam entre os anos de 2010/2012 são o arroz e o fumo em maior produção, sendo que estas duas culturas são de grande importância para a região central do estado. As demais culturas como soja e milho, culturas de menor porte no município, são destinadas à venda em cooperativas ou para consumo próprio da população residente.

Em relação à produção pecuária o município se destaca com a criação de bovinos, até pelo fato de suas características geomorfológicas, ou seja, áreas de declividades acentuada, impróprias para maquinário agrícola onde a população utiliza a tração animal nas lavouras de fumo. Desta forma, justifica-se assim a grande produção pecuária que, conforme Behling (2014), destaca-se com 17.800 cabeças no ano de 2012. Outro produto pecuário que cresce a cada ano no município são os suínos, produzidos para a venda e consumo próprio. Além destes, existem outros tais como vacas ordenhadas, ovinos, equinos e caprinos, porém estes são em menor proporção em relação os dois primeiros.

No município as questões econômicas e ambientais se intercalam. Nas regiões de grande declividade, porção norte do município, ocorre a produção de bovinos, e culturas agrícolas. Nas regiões mais planas, porção sul, também se produz bovinos, porém já se tem a inserção do maquinário, e os cultivos são principalmente arroz e fumo, tendo em vista que estas duas produções são as que se destacam na diferenciação do relevo local.

A porção norte do município, onde são comuns os processos de movimentos de massa, é composta por morros e morrotes com vertentes de declividade acentuada. Se caracteriza como área de transição entre o Planalto e a Depressão

Central gaúcha, conhecida como Rebordo do Planalto (Müller Filho, 1970). Essa região é favorável a fumicultura, com a presença de outras atividades associadas, pois são culturas que não necessitam de grandes áreas para plantio, concentrando agricultura familiar.

Em relação ao sul e sudoeste do município encontra-se a planície de inundação do Rio Jacuí ou como depósitos aluviais, local utilizado para o plantio do arroz, onde ocorrem movimentos de massa associados à erosão de margem.

Segundo Schirmer (2015), a litologia do município de Agudo apresenta grande importância para a região, pois foram encontradas nelas diversos fósseis de vertebrados, que coloca o município como atrativo paleontológico. Sua estrutura é mantida por uma camada de rocha vulcânica existente em seu topo, sendo que as demais porções são mantidas por arenitos, com solos rasos. São porções onde podem atuar processos superficiais intensos, como escorregamentos e rolamento de blocos. Na região comumente a vegetação é mantida, devido as inclinações acentuadas.

A área de estudo se localiza nos domínios geomorfológicos da Depressão e Planalto, que se caracterizam pelo controle de sistemas frontais para as chuvas. De acordo com Rossato (2011), a Depressão Central é a área com maior influência dos sistemas polares e tropicais continentais, porém com interferência crescente dos sistemas tropicais marítimos. Quanto às chuvas, os sistemas frontais são responsáveis pela maior parte das precipitações, sendo um dos fatores que ocasionam os movimentos estudados.

Rossato (2011), a área de estudo possui em média 90 a 100 dias de chuvas anuais, com uma média anual da umidade relativa entre 74 e 78%. Os meses de maior concentração de chuva são janeiro, junho, julho e outubro, com aproximadamente 9 dias de chuva em cada mês com uma média mensal de 115 a 175mm.

A precipitação pluviométrica anual é elevada, em torno de 1.969mm, sendo que as máximas atingiram 2.639mm, no ano de 1987. No final do ano de 2009 e início de 2010 tiveram os maiores prejuízos causados por enchentes na região, no período de 1978 à 2010. Isso ocorreu devido à chuva ter sido concentrada nos meses novembro e dezembro de 2009 (dados fornecidos pela EMATER/RS - ASCAR de Agudo).

Ainda segundo Rossato (2011), as porções da área de estudo pertencente ao rebordo do planalto são áreas de transição climática, ocorrendo variações de acordo com as altitudes. O Planalto é a área com menor influência dos sistemas polares e

maior interferência dos sistemas tropicais conjugados com o efeito de barramento do relevo (escarpa e vales da borda do Planalto), da continentalidade, da maritimidade e das áreas urbanizadas. Assim como na Depressão Central, os sistemas frontais também são responsáveis pela maior parte das precipitações.

O clima da área de estudo de acordo com Nimer (1990) enquadra-se na zona climática denominada Subtropical. Onde na classificação climática de Rossato (2011) as porções pertencentes a Depressão Periférica enquadra-se na zona climática subtropical II, mediamente úmida com variação longitudinal das temperaturas médias e a porção pertencente ao rebordo do planalto classifica-se como Sub-tropical III, úmida com variação longitudinal das temperaturas médias.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo tem como objetivo apresentar a revisão bibliográfica referente aos principais conceitos de movimentos de massa, as diferentes classificações e os principais parâmetros (fatores) que condicionam estes movimentos.

2.1 MOVIMENTOS DE MASSA

Os movimentos de massa fazem parte da dinâmica da paisagem. Eles são um dos principais processos geomorfológicos responsáveis pela evolução do relevo e ocorrem principalmente em áreas com relevo acidentado e regiões montanhosas.

Sendo assim, podem-se caracterizar os movimentos de massa, segundo Guerra e Marçal (2006 p. 75-76) “como o transporte coletivo de material rochoso e/ou de solo, onde a ação da gravidade tem papel preponderante, podendo ser potencializado, ou não, pela ação da água”.

Para Drew (1986, p. 132) “ele varia em função da natureza do material, da topografia, do clima e da vegetação, mas pode ser tão lento que se torna imperceptível (*creep* ou reptação) ou brusco (desabamento ou desmoronamento)”.

Segundo Small e Clark (1982) são os processos de movimentos de massa que têm um impacto direto no uso da terra. A partir disto se destaca que dentre os fenômenos naturais extremos, eles também são responsáveis por inúmeras vítimas fatais e adicionalmente aos danos financeiros diretos.

Deve-se considerar também os danos ambientais associados aos deslizamentos de terra que, embora de difícil quantificação, são bastante importantes como aqueles associados de reservatórios, prejuízos à vegetação e distribuição de áreas agrícolas, entre outros (BRESSANI e BERTUOL, 2012).

Estes movimentos podem ocorrer principalmente com elevados volumes de precipitação e/ou quando da ocorrência de terremotos. Tanto chuvas intensas de curta duração quanto de longa duração (chuvas contínuas) fornecem condições propícias para a diminuição da resistência do solo, atuando como um dos principais agentes deflagradores de movimentos de encostas em ambientes tropicais úmidos (GUIDICINI e IWASA, 1976).

Quando as forças de coesão e o atrito entre as partículas de solo são suficientemente resistentes aos componentes do cisalhamento mais a carga

sobrejacente não há ruptura. Porém, quando a vertente está em estado de desequilíbrio à tensão de cisalhamento ultrapassa (a resistência dos materiais), ela perde sua estabilidade e ocorrem movimentos de massa (COLÂNGELO, 1995)

Casseti (1991) destaca que, a partir do momento em que o homem se apropria de uma encosta, através dos desmatamentos, cortes e aterros, alterando sua estabilidade (igual força atuante), aumenta-se a probabilidade de desencadear um escorregamento.

Na natureza, encontram-se diversos tipos de movimentos de massa, sendo que envolvem uma grande variedade de materiais, processos e fatores condicionantes.

Conforme Amaral e Gutjahr (2011) as vezes os sinais de movimentação de massa não são facilmente notados, e só podem ser percebidos nas pequenas mudanças em construção ou terreno, como trincas, postes inclinados, rachaduras nas paredes, entre outros sinais, especialmente em períodos de chuva fortes ou prolongada.

Existem inúmeras classificações para os movimentos de massa, porém todas apresentam limitações, visto que eles são complexos e podem ocorrer associados. De modo geral, as classificações baseiam-se na combinação dos seguintes critérios básicos: velocidade, direção e recorrência dos deslocamentos, natureza do material, textura, estrutura e conteúdo de água, geometria da massa movimentada e taxa de deformação do movimento.

Augusto Filho (1994), destaca que a primeira classificação de ampla aceitação para os movimentos de massa foi proposta por Sharpe (1938), que o, dividiu pelos seguintes fatores: quantidade de água ou gelo atuante no processo; natureza do movimento de massa: escorregamento ou queda, quando massa corrente, corrida quando há deformação interna, e; velocidade do movimento.

A primeira classificação para os movimentos de massa utilizados no Brasil foi proposta por Jones (1973), citado por Thomas (1994). Este autor dividiu os movimentos que ocorriam no Rio de Janeiro, em quatro categorias: I - colapso (cisalhamento côncavo), II - escorregamento de detrito e avalanches (plano de cisalhamento paralelo à superfície), III - corrida de detritos e lama de bloco e deslizamento de rocha.

A seguir apresenta-se uma série de classificações de movimentos de massa, seguindo ordem cronológica começando por Varnes (1978), citado por Morais (2012). O autor discute os principais condicionantes e mecanismos de deflagração dos

escorregamentos, reconhecendo os fatores que aumentam as solicitações e os que diminuem a resistência dos terrenos, como os respectivos fenômenos naturais e antrópicos a que estão associados (Quadro 1).

Quadro 1 - Classificação proposta por Varnes (1978).

Tipos de movimentos			Tipo de Material		
			Rocha	Solo (engenharia)	
				Grossoiro	Fino
Queda			De rocha	De detrito	De terra
Tombamento			De rocha	De detrito	De terra
Escorregamentos	Rotacionais	Pouca umidade	Abatimento de rocha	Abatimento de rocha	Abatimento de terra
			De bloco rochoso	De bloco rochoso	Abatimento de terra
	Translacional	Muita umidade	De rocha	De detrito	De terra
Expansões laterais			De rocha	De detrito	De terra
Corridas/escoamentos			De Rocha (rastejo profundo)	De detrito	De terra
				De detrito	De terra
			Rastejo de solo		
Complexo: combinação de dois ou mais dos principais tipos de movimentos					

Fonte: Adaptado de Moraes (2012)

A classificação de Varnes (1978), citado por Moraes (2012), é uma das mais utilizadas internacionalmente na atualidade e apreciada pela *International Association of Engineering Geology* - IAEG como a classificação oficial.

No Brasil Vargas (1981), citado por Carvalho (2003), propôs a classificação apresentada no Quadro 2 onde dividiu os movimentos quanto as características dos materiais envolvidos e mecanismos (plásticos, ao longo da superfície de ruptura e deslizamento de estruturas) formas de ocorrências, velocidade e tipo de prevenção.

Quadro 2 - Classificação de movimentos de massa proposta por Vargas (1981).

	Classe	Ocorrência	Ocasão	Prevenção
Movimentos "plásticos" ou "viscosos"	Rastejos de camadas superficiais (Creeping)	Movimentos lentos de rastejo mobilizando parte da resistência ao cisalhamento	Movimento constante acelerado durante época chuvosa	Impermeabilização da superfície Drenagem superficial
Deslizamento ao longo da superfície de ruptura	Deslizamento de Tálus	Movimento contínuos de depósito de escorregamento anteriores	Corte no pé do "tálus" durante época de chuva	O mesmo, mais subdrenagem com drenos horizontais ou galerias.
	Deslizamento Planares	Deslizamento de manto relativamente delgado sobre a superfície da rocha	Ruptura repentina durante e depois do movimento	O mesmo, mais retaludamento, bermas de pé de talude, muros de arrimo por gravidade ou ancoragem
	Deslizamento Rotatórios	Deslizamento de solo residuais ou maciços saprolíticos, eventualmente com blocos de rocha.	Chuvas maiores que 100 mm/dia. A fim dos períodos de chuva.	
Deslizamento de estruturas de maciços rochosos	Deslizamento de cunha ou placas	Deslizamento ao longo de discontinuidades planas.	Ruptura repentina durante ou depois de chuvas maiores que 100 mm/dia. Não sempre ao fim dos períodos de chuva	Ancoragem de rocha, estruturas ancoradas
	Deslizamento de maciços muito fraturados	Deslizamentos dos maciços rochosos muito fraturados em blocos, às vezes envolvidos fraturados em blocos, às vezes envolvidos em lama		
	Quedas de Rochas	Desmoronamentos de blocos de rocha instáveis		
Avalanches	Fluxo de lama	Erosão ou liquefação de camadas superficiais	Durante tempestades maiores que 50 mm/hora em épocas chuvosas de anos chuvosos	Não existe soluções
	Fluxos de blocos de rocha	Demolição decompostos de maciços rochosos muito fraturados e		

Fonte: Vargas (1981)

Guidicini e Nieble (1984), apresentam a classificação dos movimentos de massa ilustrando os processos, os sub-processos, a classe a que cada um pertence, e ao tipo de material envolvido, conforme Quadro 3.

Quadro 3 - Classificação de movimentos de massa apresenta por Guidicini e Nieble (1984).

Processos	Sub-processos	Classes
Escoamentos	Rastejo (escorregamento plástico)	Rastejo de solo; Rastejo de detritos de tálus; Rastejo de rocha; Solifluxão; Rastejo de detritos de geleiras; Geleiras;
	Corridas (escoamento líquido)	Corridas de terra; Corrida de areia e silte; Corridas de lama; Avalanches de detritos.
Escorregamentos	Escorregamentos Rotacionais	Escorregamento de taludes; Escorregamentos de base; Rotura rotacional do solo de fundação
	Escorregamentos Translacionais	Escorregamento Translacional de rocha Escorregamento Translacional de solo Escorregamento Translacional de solo e rocha Escorregamento Translacional retrogressivo Queda de rocha Queda de detritos
Subsidências	Subsidências	Por carreamento de grãos; Por dissolução de camadas inferiores e Cavernas Por deformações de estratos inferiores Por retirada do suporte lateral
	Recalques	Por consolidação Por compactação
	Desabamentos	Por rotura de camada Por subescavação Por retirada do suporte lateral

Fonte: Guidicini e Nieble (1984)

Outra classificação muito aceita internacionalmente é de HUTCHINSON (1988), citado por Ahrendt (2005), que baseia na classificação de VARNES (1958 e 1978) apresentando uma classificação de movimentos de massa gravitacionais fundamentada na morfologia dos movimentos das encostas e materiais movimentados, Quadro 4. Na sua classificação estão excluídos movimentos de grande escala, envolvendo tectônica, subsidências e outras formas de afundamento da superfície.

Quadro 4 - Classificação de Hutchinson (1988)

Tipo	Característica	Subtipos
<i>Rebound</i>		Artificiais
		Naturais
Rastejo	Superficial	Rastejo de solo ou talude Rastejo de gelo ou gelifluxão
	A grandes profundidades (deep:seated)	
	Anterior a ruptura (pre failure)	
	Posterior a ruptura (post failure)	
<i>Sagging of mauntain slopes</i>	Um lado da encosta	Rotacional Combinado
	Dois lados da encosta	Rotacional Combinado
Escorregamento	Combinado com tombamento	
	Rupture confinada	Taludes naturais Taludes artificiais
	Rotacionais	Simple
		Sucessivos
		Múltiplos
	Compostos	Liberados por cisalhamento interno
		Progressivos
	Translacionais	Em placas (sheet)
		Em lascas (slab/flake)
		Em turfas (peat/bog)
Em rochas (planar, escalonado, cunha)		
Detritos (não periglacial e periglacial)		
Espalhamento lateral repentino		
Escoamento ou fluxo (<i>flow-like form</i>)	Lama	Placas Alongados
	<i>Flow slides</i>	Sem coesão
		Material ligeiramente cimentado
		Rochas brandas muito porosas
	<i>Debris flows</i>	Detrito de rocha intemperizadas –Material orgânico
		Material proveniente de vulcões
	Tombamentos	Descontinuidades pré-existent
Fissuras de tração em material intacto		
Quedas	Primárias	
	Secundárias	

Fonte: Adaptado de Ahrendt (2005)

Segundo HUTCHINSON (1988), os movimentos gravitacionais de massa são influenciados principalmente pela litologia, geologia estrutural, hidrogeologia, topologia, clima, vegetação, sismicidade e erosão. Esta variedade de fatores, traz como consequência a grande variedade de tipos e processos, tornando-se assim mais difícil a sua identificação.

Uma das classificações mais utilizada no Brasil é a de Augusto Filho (1992), pelo fato de aplicar-se ao clima brasileiro. O autor agrupou os movimentos em rastejo, escorregamento, queda e corridas caracterizando o movimento, o material de origem e sua geometria, como pode se ver no Quadro 5.

Quadro 5 - Classificação de movimentos gravitacionais de massa, modificado de Augusto Filho (1992)

Processos	Caracterização do movimento, material e geometria.
Rastejo ou <i>creep</i>	Vários planos de deslocamento (internos); Velocidade muito baixa a baixas e decrescentes com a profundidade; Movimentos constantes, sazonais ou intermitentes; Material constituinte: solo, depósito, rocha alterada ou fraturada; Geometria indefinida.
Escorregamento ou <i>slides</i>	Poucos planos de deslocamento (externos); Velocidade média a alta; Pequenos a grandes volumes de material; Geometria e material variável; Planares ou translacionais: solo pouco espesso, solo e rocha com plano de fraqueza; Circulares ou rotacionais: solo espesso, homogêneos, e rocha muito fraturada, Em cunha: solo e rochas com dois planos de fraqueza.
Queda ou <i>falls</i>	Sem planos de deslocamento; Movimento do tipo queda livre ou plano inclinado; Velocidade muito alta; Material rochoso; Pequenos a médios volumes; Geometria variável: lascas, placas, blocos, etc. Rolamento de matacão e tombamento.
Corridas ou <i>flows</i>	Muitas superfícies de deslocamento (internas e externas à massa em movimentação); Movimento semelhante ao de um líquido viscoso; Desenvolvimento ao longo das drenagens; Velocidades médias a altas; Mobilização de solo, rochas, detritos e água; Grandes volumes de material; Extenso raio de alcance, mesmo em áreas planas.

Fonte: Augusto Filho (1992)

Outra classificação dos movimentos de massa é a proposta por Cruden e Varnes (1996). Nesta classificação são descritos o tipo, material e a atividade do movimento de massa. Os tipos de materiais considerados nesta classificação são: solo, rocha e detritos. Os tipos de movimentos são: quedas, tombamentos, escorregamentos, expansões laterais/espraiamento, corridas e a combinação destes tipos básicos. Nesta classificação os materiais são caracterizados como:

- ROCHA: massa dura ou firme que se apresenta intacta antes de iniciar o movimento;
- SOLO: agregado de partículas sólidas (minerais e rochas), que foram transportadas ou sofreram processos de intemperismo. Representam matérias que possuem 80% ou mais de partículas < 2mm;
- DETRITOS: contem significativa proporção de matérias “grosso”, com 20 a 80% de partículas > 2mm.

As classificações de movimento de massa são importantes pois caracterizam o processo com base em diferentes fatores como: tipo do material, velocidade, direção, natureza, área de alcance, entre outros; assim, auxiliando nos estudos desta temática e na elaboração de projetos de contenções por exemplo.

A classificação utilizada nesta pesquisa é a de Augusto Filho (1992), pelo fato de ser a mais utilizada no Brasil, sendo que a mesma se encontra de forma simplificada podendo-se compreender os processos e como ocorre cada movimento, desde suas características até sua extensão.

A seguir serão descritos, com mais detalhe cada um dos movimentos de massa da classificação de Augusto Filho (1992): rastejo, escorregamentos, queda e corridas de detrito.

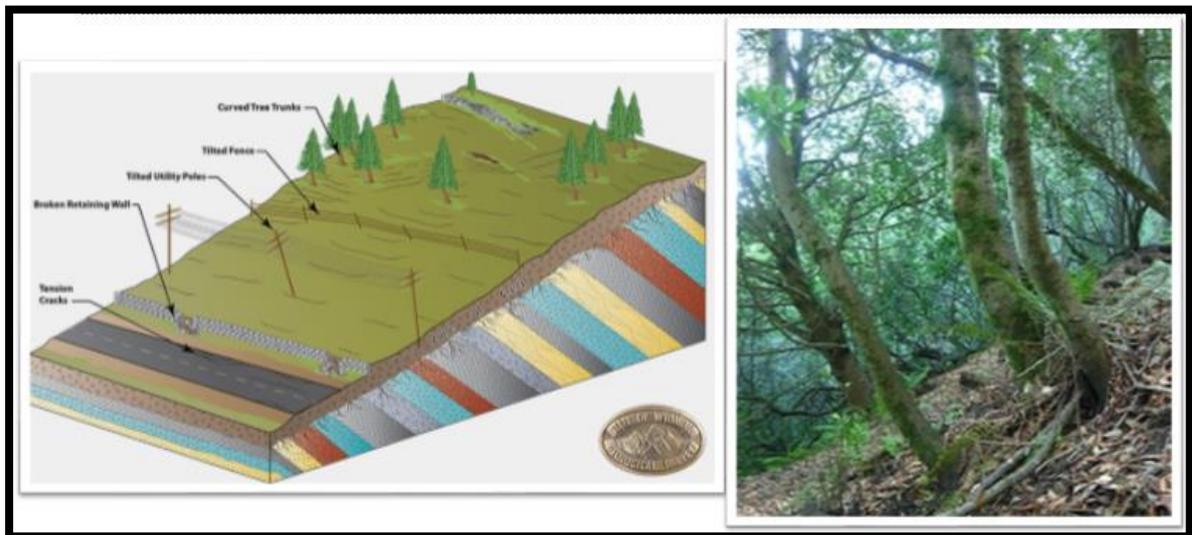
❖ *Rastejo ou creep*

O processo apresenta vários planos de deslocamentos (internos), cuja geometria é indefinida a sua velocidade varia de muito baixa a baixa e decrescente com a profundidade, se dá por movimentos constantes, sazonais ou intermitentes, o material envolvido pode se constituir por: solo, depósitos superficiais, rocha alterada ou fraturada (AUGUSTO FILHO, 1992).

Os rastejos (*creep*) são movimentos gravitacionais lentos e contínuos que acontecem na encosta (CHISTOFOLETTI, 1974; TOMINGA, 2009), na maioria das vezes são associados a depósitos de colúvios e tálus (MACIEL FILHO e NUMMER,

2011). Pouco perceptíveis na escala de tempo de vida humana, normalmente o material se desloca menos de 1 metro por década (HIGHLAND; BOBROWSKY, 2011), a velocidade do processo faz com que ele seja menos evidente, tornando difícil de observar sua evolução. Sua identificação é possível a partir de trincas no terreno, em muros e paredes; deformações em estradas do solo e rochas; inclinação em troncos de árvores (CHRISTOFOLETTI, 1994; MACIEL FILHO; NUMMMER, 2011), Figura 2, ilustra um exemplo do movimento de rastejo.

Figura 2 - Demonstração de sinais de rastejo.



Fonte: <http://www.wsgs.wyo.gov/hazards/landslide>.

❖ *Escorregamentos*

Escorregamento (ou deslizamento) é o movimento coletivo de massa e/ou material sólido encosta abaixo, como solos, rochas e vegetação, sob a influência direta da gravidade (SELBY, 1993).

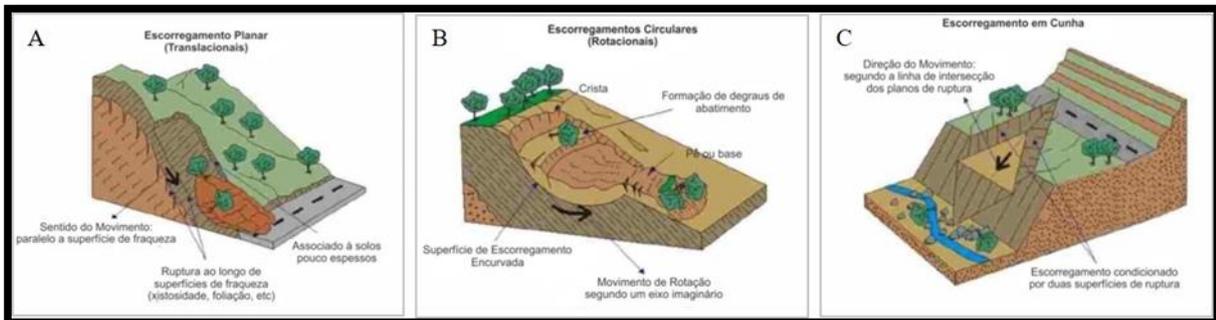
Os escorregamentos são classificados quanto à cinemática do movimento (velocidade e direção), o tipo de material envolvido (solo, rocha, detritos, etc.), a geometria (tamanho e forma das massas) e o conteúdo de água (SELBY, 1993; FERNANDES e AMARAL, 1996).

Guidicini e Nieble (1984 citado por PINTO; PASSOS; CANEPARO, 2012), afirmam que os escorregamentos “são rápidos, de duração relativamente curta, de massa de terreno geralmente bem definidos quanto ao seu volume, cujo centro de gravidade se desloca para baixo e para fora do talude”.

Desta mesma forma, Augusto Filho (1992) define que os escorregamentos constituem-se de um movimento rápido de massa de solo ou rocha, geralmente bem definidas quanto ao seu volume cujo centro de gravidade se desloca para baixo e para fora do talude. Diferentes tipos de escorregamentos são identificados em função da sua geometria e da natureza do material que instabilizam. Desta forma, os escorregamentos são classificados como planares ou translacionais e circulares ou rotacionais.

Os escorregamentos planares envolvem solo pouco espesso, ou solo e rochas com um plano de fraqueza. Os escorregamentos rotacionais envolvem espessa camada de solo ou rocha alterada (como latossolos, bem desenvolvidos ou rocha muito alterada) ao longo de superfícies de ruptura côncava. A ruptura côncava indica homogeneidade do material e inexistência de estrutura da rocha matriz. Os escorregamentos podem ainda ocorrer sob a forma de cunha, quando existem principalmente rocha alterada ou rocha com dois planos de fraqueza bem marcados. Figura 3 ilustra os principais tipos de escorregamentos: A – Escorregamento Planar; B- Escorregamento Rotacional; C – Escorregamento em Cunha.

Figura 3 - Feições dos escorregamentos planar, rotacional e em cunha.



Fonte: Ilustrações adaptadas de Infanti Jr. e Fornasari Filho (1998).

Fotografias: Secretaria de Planejamento, Orçamento e Gestão/ Prefeitura Municipal de Joinville, 2007 e IPT (adaptado de Wiggers, M.M, 2012).

Segundo IPT - Instituto de Pesquisa Tecnológica (1981) os escorregamentos translacionais envolvem entre 1 e 3 metros de solo, ou seja, espessuras delgadas do solo, e largas entre 10 e 20 metros, podendo atingir grandes comprimentos. Sendo que nos locais de maior espessura de solo ocorrem escorregamentos rotacionais.

Ainda, Fernandes e Amaral (1996) definem que os escorregamentos são movimentos gravitacionais rápidos de curta duração, com volume e superfície de ruptura bem delimitados, onde o material despendido é jogado para fora da encosta, tendo como resultado, geralmente feições longas, com cicatrizes, podendo assumir geometria translacional (planar) ou rotacional (Circular):

- Escorregamentos Translacionais (Planar): O movimento é predominantemente acompanhado por uma translação. Estes movimentos são condicionados as descontinuidades ou planos de fraqueza existente.
- Escorregamentos Rotacionais (Circulares): o movimento é predominantemente acompanhado por uma rotação. Estes movimentos possuem superfícies de deslizamento curvas. Ocorrem em materiais mais ou menos homogêneos e coesivos.
- Cunha: Estes movimentos estão associados à saprólitos (parte do perfil de alteração de um solo em que aparece a rocha alterada, mais ainda mantendo muitas de suas estruturas e restos de minerais em processos de alteração, principalmente os feldspatos) e maciços rochosos, nos quais a existência de estruturas planares, desfavoráveis à estabilidade, condiciona o deslocamento de um prisma ao longo do eixo de intersecção destes planos. São mais comuns em taludes de corte ou em encostas que sofrem algum tipo de desconfinamento, natural ou antrópico.

Os escorregamentos foram classificados quanto à sua forma de plano de ruptura, podendo contanto, ser: ruptura rasa ou translacional, ruptura clássica ou rotacional e ainda ruptura segundo os planos de fraqueza (BARROS, 2001).

Fernandes e Amaral (2000) consideram os escorregamentos (*slides*) como a classe representante de maior importância dentro de todas as formas de movimentos de massa. Ainda de acordo com estes autores em (2000 p. 124-135) refere-se aos escorregamentos como:

Movimentos rápidos de curta duração, com plano de ruptura bem definido, permitindo a distinção entre o material deslizado e aquele não movimentado. São feições longas, podendo apresentar 10:1, comprimento-largura. São geralmente divididos com base tipo de material movimentado, que pode ser constituído por solo, rocha, por uma complexa mistura de solo e rocha ou até mesmo por lixo doméstico e em sua forma do plano de ruptura, em rotacionais

(*slumps*) que possuem uma superfície de ruptura curva, côncava para cima, ao longo da qual se dá o movimento rotacional da massa do solo e translacionais, que representam a forma mais frequente entre todos os tipos de movimentos de massa. Possuem superfície de ruptura com forma planar a qual acompanha, de modo geral, descontinuidades mecânicas e/ou hidrológicas existentes no interior do material. Na grande maioria das vezes, ocorrem em períodos de grande precipitação.

Assim, nos escorregamentos translacionais a ruptura rasa se desenvolve próxima ao contato entre material com características diferentes, como por exemplo, entre solos superficiais e solos de alteração, ou entre solos superficiais e horizontais rochosos (CARVALHO, 2003).

O Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT, 1991) classifica os escorregamentos de acordo com sua geometria: circular, planar ou em cunha. Focando nos materiais movimentados, com existências ou não de estruturas e seus planos de fraqueza, que com isso condicionem a formação de superfície de ruptura.

❖ *Queda de Blocos*

Os movimentos de blocos rochosos consistem no deslocamento, por gravidade, de blocos de rocha. Podendo ser classificados em três tipos, conforme Augusto Filho (1992): queda de bloco propriamente dito, tombamento e rolamento.

Queda de Blocos: Envolve material rochoso de volume e litologia diversos, que se destacam de taludes ou encostas íngremes e se deslocam em movimentos tipo queda livre. São comuns em maciços de rochas vulcânicas onde ocorrem disjunções horizontal e vertical.

Tombamento de Blocos: Movimento que se dá pela rotação de blocos rochosos, condicionados pela presença de estruturas geológicas no maciço, com grande mergulho, comuns em rochas vulcânicas associadas à presença de disjunções.

Rolamento de Blocos: Corresponde a movimentos de blocos rochosos ao longo de superfícies inclinadas. Estes blocos, destacando-se dos taludes e encostas por perda de apoio, são comuns em rochas maciças rochosas de granito que apresentam alteração diferencial. Exemplos de rolamento e queda podem ser vistos na Figura 3.

De acordo com Guidicini e Nieble (1984 citado por PINTO; PASSOS; CANEPARO, 2012), “são movimentos rápidos, que ocorrem em penhascos verticais, ou taludes muito íngremes, onde blocos e/ou lascas de rocha, deslocados do maciço

por intemperismo, caem por ação da gravidade, sem a presença de uma superfície de movimentação, na forma de queda livre” (Figura 4), onde as imagens:

A- Ilustra um movimento nominado rolamento, encontrado no estado Rio Grande do Sul; B- Movimento de Massa do tipo queda, apresentado no estado do Rio Grande do Sul.

Figura 4 - Rolamento e Queda.



Fonte: Nummer (2016).

Segundo Fernandes e Amaral (2000) os movimentos de bloco “ocorrem nas encostas íngremes de paredões rochosos e contribuem decisivamente para a formação de depósitos de tálus”.

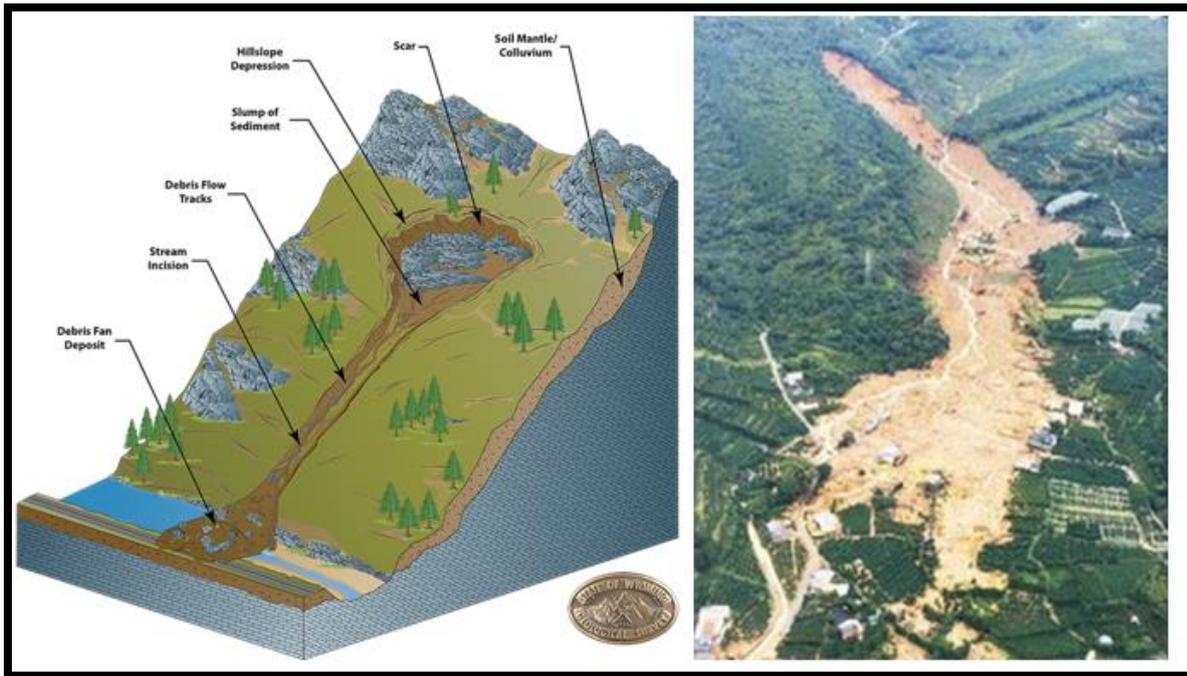
Pinto *et. al.* (2012) destacam que além da queda de blocos, ocorrem dois outros movimentos envolvendo aforamentos rochosos como se destaca o tombamento e o rolamento de bloco abaixo.

❖ *Corrida de Detrito*

As corridas de detritos se ocasionam em superfícies de deslocamento, são movimentos semelhantes ao de um líquido viscoso, se desenvolvem ao longo das drenagens, sua velocidade vai de média a alta, onde mobiliza solo, rocha, detritos e

água, com grandes volumes, atingindo um extenso raio de alcance, mesmo em áreas planas (Augusto Filho, 1992), exemplo (Figura 5).

Figura 5 - Corrida de Detrito



Fonte: <http://www.wsgs.wyo.gov/hazards/landslide>.

As corridas se caracterizam por uma dinâmica hídrica, regida pela mecânica dos solos e fluidos, e pelos grandes volumes de material que mobilizam e pelo extenso raio de alcance que possui, podendo ser em quilômetros, resultando num grande potencial destrutivo segundo (OLIVEIRA e BRITO, 1998).

De acordo com o IPT (1991), os processos de corridas são:

Gerados a partir de um grande aporte de material para as drenagens. Este aporte, combinado com um determinado volume d'água, acaba formando uma massa com um comportamento de líquido viscoso, de alto poder destrutivo e de transporte, e extenso raio de alcance, mesmo em áreas planas. São causadas por índices pluviométricos excepcionais, são mais raras que outros movimentos de massa, porém com consequências destrutivas maiores.

Conforme Bigarella *et al.* (2003) “são formas rápidas de escoamento de fluidos viscosos, com ou sem uma superfície definida de movimentação, de caráter

hidrodinâmico. São ocasionadas pela perda de atrito interno, em virtude da destruição da estrutura, em presença de excesso de água”.

Guidicini e Nieble (1984) classificam esse tipo de movimento de acordo com o grau de fluidez em: Corridas de terra e de lama;

As corridas de terra, nos menores graus de fluidez deparamos com as corridas de terra. Estas ocorrem geralmente sob determinadas condições topográficas, adaptando-se às condições do relevo, são geralmente provocadas por encharcamento do solo por pesadas chuvas ou longos períodos de chuva de menor intensidade. Ocorrem em formas topográficas menos abruptas, pois são muito influenciados pelas características de resistência do material.

As corridas de lama, constituem um exemplo de corrida de extrema fluidez e são geralmente produzidas pela ação de lavagem e remoção de solos por cursos de água durante enchentes e tempestades. Percebe-se, assim, que determinados cursos de água, sob determinadas condições geomorfológicas e climáticas, podem se constituir de eixos de recorrência do fenômeno.

Varnes (1978), Cruden e Varnes (1996), classificam as corridas com base no material envolvido: rocha, detrito (20% a 80% das partículas são >2mm) e solo (80% ou das partículas são <2mm).

Oliveira e Brito (1998) classificam corridas em três tipos: Corrida de lama (*mud flow*), constituído de solo com alto teor de água; corrida de terra (*earth flow*), cujo o material predominantemente também é solo, mas com teor menor de água; e corrida de detrito (*debris flow*), sendo o material predominantemente grosseiro, e envolvendo fragmentos de rocha de vários tamanhos.

2.1.1 Fatores Condicionantes

Segundo Terzaghi (1967), as causas dos movimentos de massa podem ser subdivididas em duas grandes categorias por sua posição com relação aos taludes:

- Causas internas: são aquelas que resultam de uma diminuição da resistência disponível do material (aumento da pressão hidrostática, diminuição da coesão e ângulo de atrito interno por alteração).
- Causas externas: provocam um aumento das tensões cisalhamento por modificação da morfologia dos taludes.

Já para Guidicini e Nieble (1984), os agentes que atuam no aparecimento dos movimentos de massa em predisponentes, que tem a ver com as características dos materiais e os efetivos que deflagram o movimento (Quadro 6).

Quadro 6 - Agentes dos movimentos de massa.

Agentes dos escorregamentos	
Agentes Predisponentes	Complexo geológico; Complexo morfológico; Complexo climato-hidrológico; Gravidade; Calor solar Tipo de vegetação original
Agente Efetivos	<i>Preparatórios:</i> Pluviosidade, erosão pela água e vento, congelamento e degelo, variação de temperatura, dissolução química, ação de fontes e mananciais, oscilação de nível de lagos e marés e do lençol freático, ação de animais e humana, inclusive deflorestamento.
	<i>Imediatos:</i> Chuva intensa, fusão de gelo e neves, erosão, terremotos, ondas, vento, ação do homem, etc.

Fonte: Modificado de Guidicini e Nieble (1984)

As causas que atuam nos movimentos de massa conforme, Guidicini e Nieble (1984), são: Causas internas (material), causas externas relacionadas as modificações antrópicas e as intermediárias (relação entre as duas anteriores) conforme Quadro 7.

Quadro 7 - Causas dos movimentos de massa.

Causas dos movimentos	
Causas internas	Efeito de oscilações térmicas Diminuição dos parâmetros de resistência ao intemperismo
Causas externas	Mudança da geometria do sistema Efeitos de vibrações Mudanças naturais na inclinação das encostas
Causas intermediárias	Elevação do nível piezométrico em massas homogêneas Elevação da coluna de água em descontinuidades Rebaixamento rápido do lençol freático Erosão subterrânea retrogressiva (piping) Diminuição do efeito de coesão aparente

Fonte: Modificado de Guidicini e Nieble (1976)

Para Augusto Filho e Virgili (1998), os principais condicionantes dos processos de instabilização de encostas são: climáticos (regime pluviométrico); tipo e distribuição dos materiais de substrato e encosta (taludes); geomorfologia; regime de águas de superfície e subsuperfície; características de uso e ocupação, incluindo a cobertura vegetal e as diferentes formas de intervenção antrópicas das encostas, cortes, aterros, concentração de água pluvial e servida.

A instabilização de taludes e encostas é controlada por uma série de eventos, em caráter cíclico, desde sua origem geológica e geomorfológica. Os condicionantes do meio físico são fatores presentes na dinâmica superficial, que contribui para a ocorrência dos processos de movimentos de massa. Podem incluir a forma e a inclinação das encostas, pluviosidade, a presença ou não de vegetação, características do solo e rocha, natureza geológica (litológica e estrutural) do meio, tensão internas, abalos naturais e induzidos, e ainda a ação antrópica (BARROS, 2001).

Maciel Filho e Nummer (2014) destacam que as principais causas para os movimentos de massa ocorrerem, e modificar o equilíbrio das forças atuantes nas vertentes são: elevação do nível piezométrico em taludes, o efeito de oscilações térmicas, a diminuição dos parâmetros de resistência por intemperismo, as mudanças geométricas dos taludes, o efeito de vibração, o rebaixamento rápido do nível da água em barragens ou de enchentes, a erosão subterrânea retrogressiva (*piping*), a diminuição do efeito de coesão aparente, entre outras.

Os fatores (parâmetros ou variáveis), que condicionam os movimentos de massa, nessa dissertação, serão apresentados, de forma agrupada em: i) condicionantes geológicos (tipo e distribuição do material, solo, deposição superficial, rocha, estrutura geológica); ii) regime de águas superficiais e subterrâneas; iii) geomorfologia (hipsometria, declividade, forma de perfil/plano de curvatura), e iv) formas de uso e ocupação.

2.1.2 Condicionantes Geológicos

Os condicionantes geológicos estão relacionados ao tipo e a distribuição dos materiais que compõem o substrato das encostas, como: solo, depósitos superficiais, tipo de rocha e estrutura geológica (acamadamento, xistosidade, fraturas, etc..) (NUMMER, 2003).

❖ Solos

A espessura e as características gerais do solo (permeabilidade, homogeneidade, porosidade, etc.) podem favorecer ou não a ocorrência de movimentos de massa. As encostas côncavas e retilíneas apresentam menores espessuras de solo em relação às encostas convexas, sendo mais favoráveis ao processo de escorregamento translacionais, que envolvem uma camada do solo (AUGUSTO FILHO, 1988).

Nummer (2003), destaca que uma série de parâmetros e propriedades dos solos influenciam diretamente ou indiretamente, a instabilização e a susceptibilidade à movimentos de massa. Entre eles destaca-se: peso específico, porosidade, índice de vazio, mineralogia, granulometria, plasticidade, atividade, permeabilidade, compressibilidade e história de tensão.

Maciel Filho e Nummer (2014), ressaltam que os solos residuais são o conjunto de materiais resultantes da intemperização da rocha e se comporta como solo. A distinção desse material em relação à rocha não é bem definida e é difícil, na prática, de ser estabelecida. Com consequência do intemperismo, as rochas são fragmentadas, seus minerais perdem as fortes ligações entre si e/ou transformam-se em outros, e o conjunto deixa de apresentar a resistência mecânica original, tornando-se desagradável. Nessa transição de rocha a solo, podem-se distinguir alguns estágios. A rocha alterada é um material com resistência diminuída, mas que ainda se comporta como rocha.

Para Maciel Filho e Nummer (2014) é importante conhecer a natureza e as classificações de solos, pois estas fornecerão muitas indicações relativas às suas propriedades e a seu comportamento.

Os solos são classificados, em termos geotécnicos, conforme sua gênese em: i- residuais, que são resultantes do intemperismo, que consiste basicamente na desagregação e decomposição, da rocha subjacente e os: ii- transportados ou depósitos superficiais que são materiais transportados e depositados ou sedimentados.

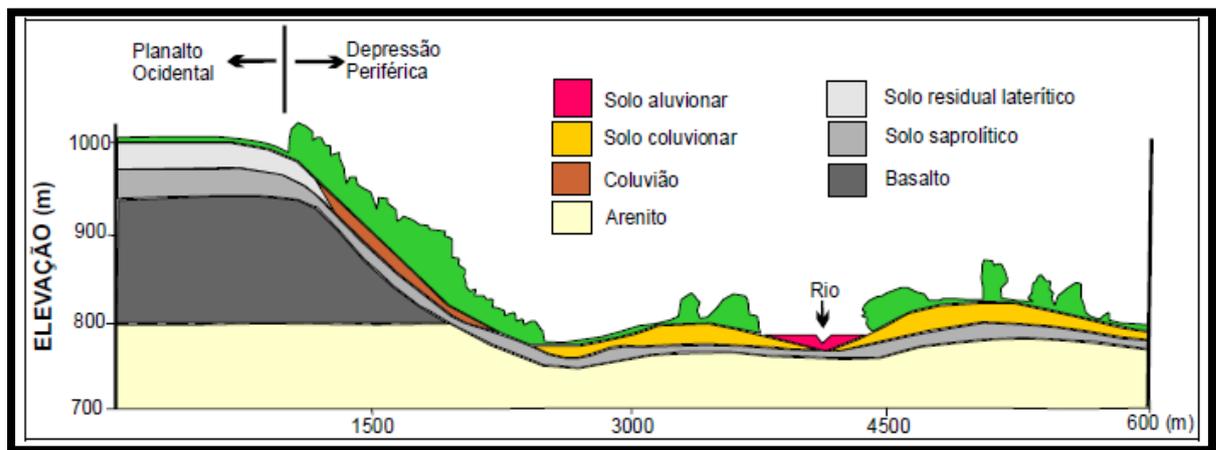
Os solos residuais corresponderiam aqueles da classificação agronômica como os, neossolos, argissolos, cambissolos etc. Os depositados superficiais são comumente chamados de “solos transportados”, porém, sofrem restrições quanto a este tipo de denominação na área agronômica por exemplo, pois muitas vezes estes depósitos não tem um perfil de solo (processos pedogenéticos) bem desenvolvido.

Nesta dissertação será usada classificação genética de solos, tratando os depósitos superficiais como solos transportados.

Na natureza dos solos residuais, ou seja, sua composição mineralógica e granulométrica, estrutura e espessura, depende do clima, relevo, tempo e tipo de rocha de origem (PASTORE E FORTES, 1998).

Caso, após o intemperismo das rochas, ocorra a erosão, o transporte e a deposição dos materiais, formam-se os solos transportados. Pastore e Fortes (1998), citado por Nummer (2003), define os seguintes tipos de solos transportados Figura 6.

Figura 6 - Seção esquemática com diversos tipos de solos na região da Serra Geral.



Fonte: Modificado de Pastore e Fortes (1998).

- Aluviões: Constituídos por material erodidos, retalhados e transportados pelos cursos d'água e depositados em seus leitos e margens, sempre em ambientes fluviais;
- Terraços fluviais: são aluviões antigos, depositados quando o nível do curso d'água encontra-se em posição superior ao atual. Em consequência, os terraços são encontrados em cotas mais altas que os aluviões e por isto, normalmente, não são saturados;
- Coluviões: são depósitos de material inconsolidados, normalmente encontrados encobrendo encostas, formados pela ação da água e da gravidade. São depósitos pouco espessos (0,5 a 1m), compostos por misturas de solo e blocos e rochas pequenas (15 a 20cm), sendo normalmente encontrados recobrendo encostas com a Serra do Mar. Estes materiais tem baixa resistência

ao cisalhamento, podendo apresentar movimentos lentos como rastejos e estão envolvendo na maioria dos casos de escorregamentos das encostas destas regiões;

- Solos coluvionares: solos que recobrem divisores de água de regiões planas. Estes solos compostos por materiais bastantes homogêneos, com granulometria mais fina, tais como areias argilosas arenosas. Sua espessura varia entre 0,5 a 20m, apresenta frequentemente uma estrutura porosa, baixos valores de SPT (1 a 6 golpes) e colapso de estrutura quando submetido à saturação e carregamento;
- Tálus: são depósitos formados pela ação da água e, principalmente da gravidade, compostos predominantemente por blocos de rochas de tamanhos variados, envolvidos ou não por matriz areno-silto-argilosa, frequentemente saturada. Ocorrem de forma localizada, com morfologia própria, ocupando o sopé das encostas de relevo acidentados. Podem apresentar movimentos do tipo rastejo (Figura 7).

A presença de depósitos superficiais como colúvios e tálus são importantes na ocorrência de movimento de massa do tipo escorregamento e rastejo por exemplo.

Figura 7 - Exemplo de depósito de tálus no município de Agudo - RS.



Os colúvios são relacionados com os escorregamentos pelo fato de serem depósitos de solo/blocos e/ou grãos, que se encontram junto às encostas íngremes. Comumente, dependendo da forma da encosta e da intensidade das precipitações/geologia do terreno, estes locais tem uma estabilização ao movimento.

Assim Deere e Patton (1971), destacam que a origem de muitos solos coluvionares parece ser de ruptura de massa de solo que ocorreram em níveis superiores ao sopé de um talude. Desta forma, o conceito de solo coluvionar abrange escorregamento de fragmentos de solo e rocha assim como vários depósitos de um talude. Destacaram ainda que os escorregamentos em camada rasa de solo coluvionares são comuns em regiões de clima tropical e subtropical.

Lacerda (1985), citado por Nummer (2003), trabalha com a seguinte definição de colúvio: depósitos compostos por blocos e/ou grãos de quaisquer dimensões, transportados principalmente por gravidade e acumulados no sopé ou a pequena distância de taludes mais íngremes ou escarpadas rochosas. Para o autor, os depósitos de tálus, massa escorregadas, destritos de avalanche e suas misturas, são um caso particular de colúvio. O termo colúvio é portanto muito abrangente e inclui praticamente todo o solo transportado existente em uma encosta natural.

Lacerda e Sandroni (1985) definiram colúvio como um depósito composto por blocos e/ou grãos de qualquer dimensão, transportados por gravidade e acumulados no sopé ou a pequena distância de taludes mais íngremes ou escarpas rochosas. De maneira geral, podem ser descritos como materiais com grande variabilidade de textura, comportamento mecânico dúctil plástico sem pico definido e com rede de fluxo bem estabelecida nos períodos chuvosos.

Segundo Nogami (1995), colúvios referem-se ao processo geológico através do qual materiais existentes na superfície são acumulados no sopé das encostas, pela ação da gravidade.

Maciel Filho (1997) definiu colúvio como depósitos de encosta que se deslocaram pela ação do próprio peso e por ação das águas da chuva, incluindo nesta definição os depósitos de tálus, constituídos por fragmentos de rocha.

Nemec e Kazanci (1999) define, colúvio como um material típico de escoamento, geralmente constituído por material grosseiro e mal selecionado, depositado em áreas baixas, sopé de encostas, podendo ocorrer também em áreas de relevo escarpado.

Schilling (1993) definiu solo coluvionar como a camada formada por solo e/ou fragmentos de rocha localizados no pé e ao longo da encosta, transportados das cotas mais altas, pela ação da gravidade e das águas. Este processo de formação tem ação intensa das águas superficiais e subterrâneas que escoam ao longo da encosta e contribuem para a ocorrência da erosão e dos escorregamentos. Esses escorregamentos deslocam a massa terrosa e rochosa para as cotas mais baixas da encosta.

Essas massas coluvionares, devido ao seu próprio processo de formação, geralmente apresentam movimentos lentos de rastejo, seja por carregamentos impostos por novos aportes de material, seja por erosão do sopé pelas drenagens (arroyos e rios), seja pelo próprio comportamento do material, que muitas vezes apresenta aspectos reológicos particulares (fluência sob tensão constante) (SILVEIRA 2003).

Com base nos autores, a origem dos colúvios está no pé da encosta, e relacionada ao material que a origina, e assim, dependendo da ação e dos condicionantes do local, os movimentos podem alcançar grande intensidade.

Segundo Silveira (2003), a sua formação está associada com seu modo de ruptura, os movimentos são lentos, de forma quase contínua, e assim após períodos chuvosos estes movimentos se aceleram, sendo que a infiltração da água no interior do talude causa aumentos significativos de poropressão. Movimentos estes responsáveis pela acumulação das camadas de solo coluvionar na encosta; entretanto, quando é rompido o equilíbrio, o movimento rápido constitui o modo de ruptura do talude.

❖ *Maciços rochosos*

Fernandes e Amaral (1966), citado por Wiggers (2013), destacam que o substrato ou litologia oferece diferentes condições para favorecimento de movimento de massa. É necessário observar a resistência aos processos sua coesão e alterabilidade; a existência de descontinuidade de origem tectônica e de origem não tectônica, como as estruturas geradas devido ao fluxo magmático, diaclases originadas durante o resfriamento do magma e juntas geradas por alívios de pressão; xistosidade, bandamento e estratificação.

Conforme, Wiggers (2013) rochas com elevado grau de alteração são mais suscetíveis a processos de queda, rolamento ou deslocamento; locais de contato

solo e rocha representam importantes discontinuidades devido as mudanças de comportamento dos materiais com relação à infiltração, favorecendo a ocorrência de escorregamento translacionais do solo que se encontra sobre a rocha de depósitos de colúvio na encosta também indicando suscetibilidade aos movimentos de massa, devido à grande heterogeneidade interna e instabilidade do material.

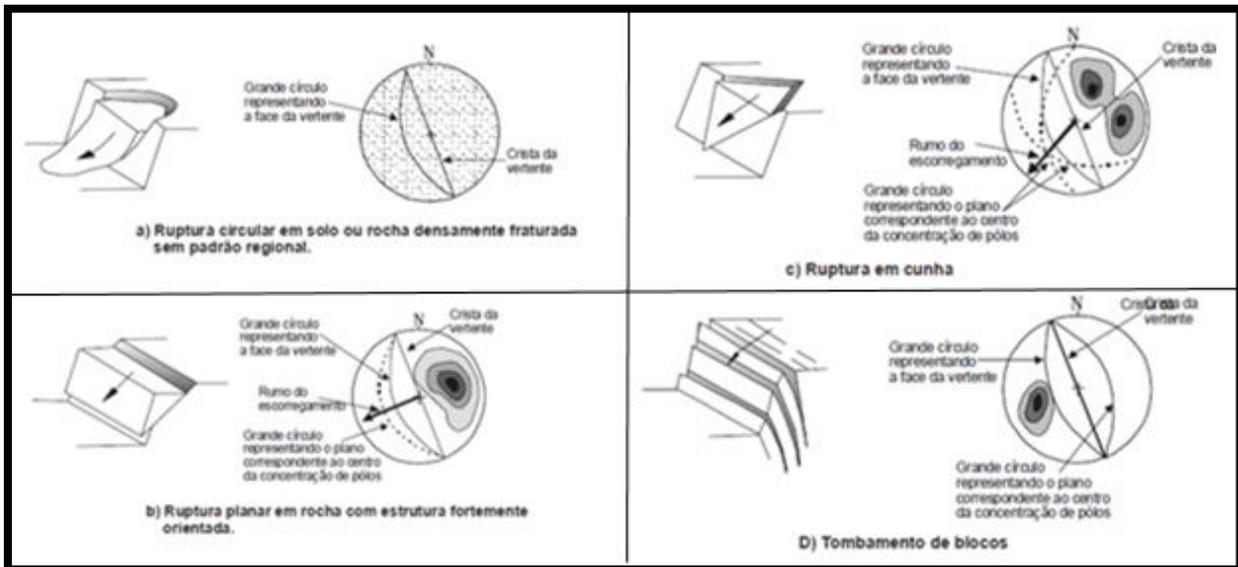
Nummer (2003) destaca que as características e os comportamentos de interesse na análise de estabilidade em maciços rochas envolvem a mineralogia, a textura, ângulo de atrito interno, fraturas, coesão, permeabilidade, deformabilidade e a gênese.

Nos taludes rochosos os mecanismos de instabilização são controlados pelo grau de alteração e pelas anisotropias existentes no maciço, tais como xistosidade, juntas, falhas e outras discontinuidades, cujas relações com os mecanismos de instabilização são regidas pelos seguintes fatores, segundo Nummer (2003):

- Destruição espacial das discontinuidades, relação entre suas atitudes (direção e mergulho) e geometria dos taludes e encostas;
- Presença e natureza dos materiais de preenchimento das discontinuidades;
- Irregularidades nas superfícies das discontinuidades;
- Cisalhamento e movimentações anteriores.

A estabilidade das massas rochosas é determinada, grande parte, pelas discontinuidades geológicas que podem condicionar diretamente o mecanismo e a geometria da ruptura (Figura 8).

Figura 8 - Tipo de ruptura decorrentes da distribuição espacial das discontinuidades nos maciços rochosos.



Fonte: Hoek e Bray, (1981, adaptado de Nummer 2003)

2.1.3 Águas Superficiais e Subterrâneas

O reconhecimento, a localização e a quantificação dos fluxos de água nas encostas são de fundamental importância para entender os processos geomorfológicos que governam as transformações do relevo sob as mais diversas condições climáticas e geológicas.

Segundo Nummer (2003) a dinâmica das águas superficiais e subterrâneas apresenta relação direta com as chuvas, com isso influenciam com deflagrações de processos de instabilização de taludes e encostas, pois o efeito das águas superficiais e subsuperficiais estão relacionadas com a saturação do solo, desenvolvimento de poropressões, acréscimo de peso do talude e redução dos parâmetros de resistência ao cisalhamento por eliminação da sucção.

Segundo IPT – Instituto de Pesquisa Tecnológica (1981), o principal agente instabilizador de encosta ou taludes é a água, atuando de várias formas. Já as chuvas conforme Augusto Filho (2001) é o principal agente não antrópico deflagrador de escorregamento no Brasil.

A água pode atuar através da infiltração no maciço ou em determinadas partes do maciço por meio de falhas, trincas, poros, juntas, etc. A pressão hidrostática pode

levar o talude à ruptura, constituindo este, um processo frequente tanto em taludes rochosos como terrosos (IPT, 1981).

Segundo IPT (1981), os condicionantes climáticos podem ser definidos pela precipitação e oscilação térmica. A movimentação das massas de ar e a presença de barreiras orográficas condicionam o regime de chuvas e as temperaturas médias da região. Numa região tropical ou subtropical, as condições climáticas chuvosas favorecem a ação de processos de intemperismo químico, que decompõem a rocha podendo gerar espessuras de solo. Já as oscilação climáticas térmicas favorecem o intemperismo físico, desagregando as rochas e solos, devido às dilatações e contrações sucessivas.

A alternância de períodos secos e chuvosos gera fendas no solo, pelas quais a água proveniente das chuvas infiltra. A seguir, devido ao efeito da água, ocorre a expansão da fenda, aumento do peso do material, seguido de perda da coesão aparente entre as partículas dos solo e finalmente, deslocamento do material para baixo. Caso esse processo seja rápido, o escorregamento é imediato. Caso a quantidade de infiltração seja pequena, este será um processo cumulativo, necessitando de mais episódios de chuvas para concretizar o escorregamento.

Solos saturados apresentam maior suscetibilidade aos movimentos de massa porque perdem a coesão aparente entre as partículas, favorecendo a instabilidade. Seria uma redução na sua resistência devido a um alto teor de umidade.

A água pode atuar ainda, devido ao seu efeito deletério sobre a resistência do talude, que se dá através do aumento do grau de saturação. Na ocasião dos escorregamentos, os solos envolvidos devem atingir um grau de saturação de água “crítico” à estabilidade.

Patton e Hendron Jr. (1974), citado por Nummer (2003), apresentam uma comparação do fluxo d'água em encosta antes e depois de um escorregamento (Figura 9). Segundo os autores, estes materiais escorregados muitas vezes bloqueiam o fluxo normal da água, ocasionando novos processos de instabilidade.

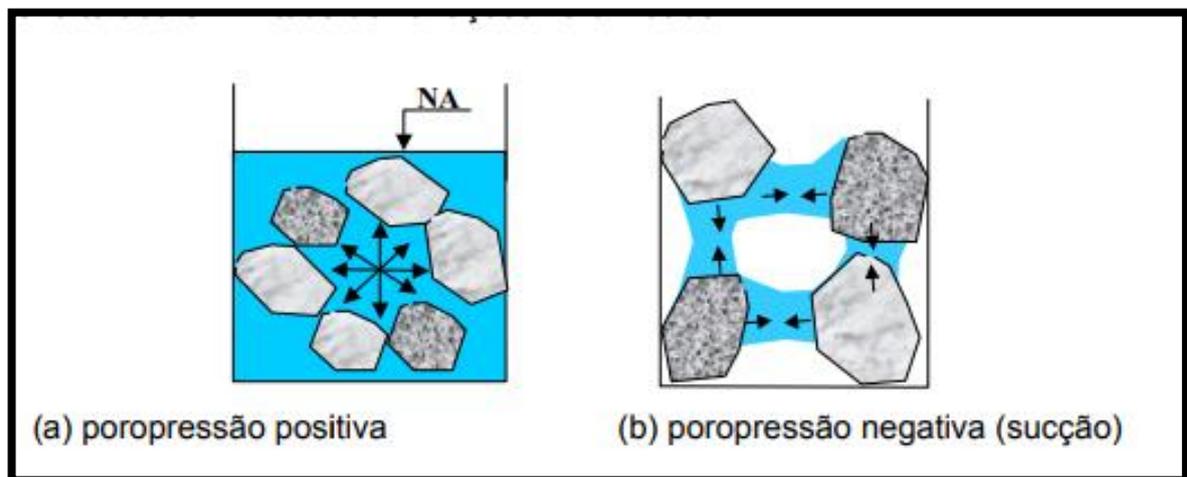
A tensão normal ou efetiva em um plano qualquer de um solo calculada por Terzaghi, deve ser considerada como a soma de duas parcelas.

- 1) Tensão transmitida pelos contatos entre as partículas, chamadas de tensão efetiva e caracterizada pelo símbolo σ' ; e
- 2) Pela pressão da água, a qual recebeu a denominação de pressão neutra ou poropressão.

Todos os efeitos mensuráveis resultantes de tensão nos solos, como compressão, distorção e resistência ao cisalhamento são devidos a variação de tensão efetiva (PINTO, 2000).

Neste caso, independentemente de haver ou não fluxo, as poropressões são positivas (Figura 10). Em solos não saturados, a água preenche parcialmente os vazios e as tensões no fluido são negativas, denominadas sucção. Nestas condições o solo apresenta uma coesão aparente que pode ser alterada em virtude de variações na umidade.

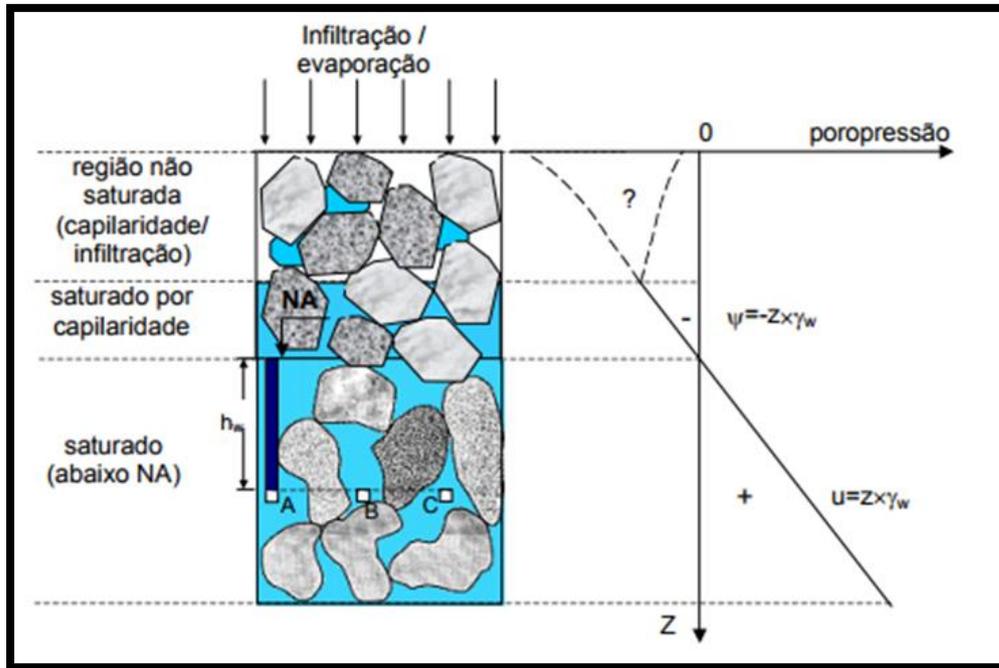
Figura 10 - Tensão da Água.



Fonte: http://www.eng.uerj.br/~denise/pdf/resistenciacisalhamento_nsat.pdf

A condição de não saturação do solo ocorre na camada acima do lençol freático. Nesta região, a umidade pode ser decorrente de processos de infiltração da água de chuva ou por ascensão através dos vazios (Figura 11).

Figura 11 - Distribuição de poropressão.

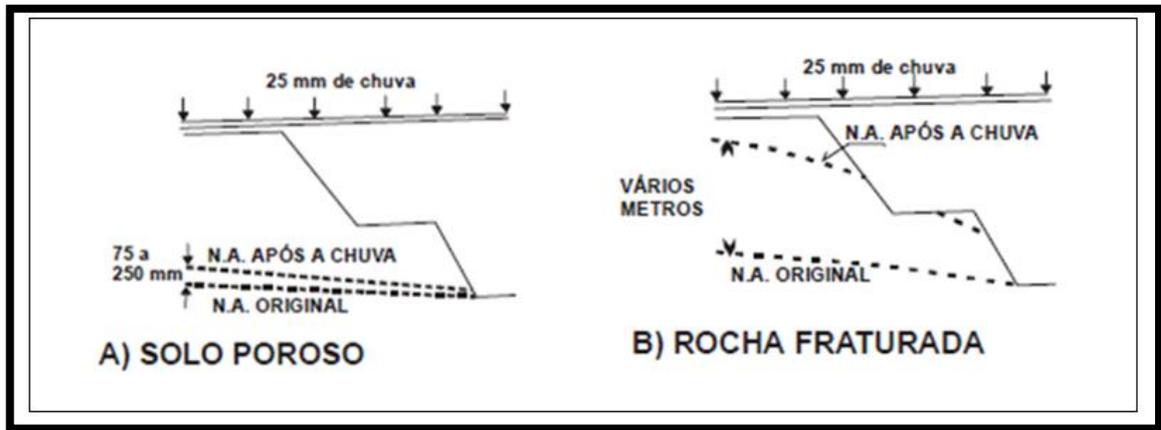


Fonte: http://www.eng.uerj.br/~denise/pdf/resistenciacisalhamento_nsar.pdf.

A água como fator importante na deflagração dos movimentos, atua também nas discontinuidades, nas juntas e diáclases, e com isso favorecendo o faturamento em rochas, enquanto que nos locais de contato entre solo e rocha ela induz a ocorrência de movimentos devido à descontinuidade gerada pela mudança de permeabilidade dos materiais.

Deere e Patton (1971), citado por Nummer (2003), discutem a variação do nível d'água em taludes de solo e rocha e sua influência na estabilidade dos mesmos. Para os autores, nos taludes rochosos, o nível de água subterrâneo sofre alteamentos mais intensos do que nos maciços terrosos, em virtude da sua menor porosidade (Figura 12), e com isto os efeitos da poropressão são mais efetivos.

Figura 12 - Variação do nível d'água em talude de solo e num talude rochoso pouco fraturado (modificado de Dreere e Patton, 1971).



Fonte: Nummer (2003)

Para Augusto Filho e Virgili (1998), os escorregamentos em solo apresentam maior relação com os índices pluviométricos acumulados nos dias anteriores enquanto os processos em rocha tendem a estar associados a chuvas concentradas.

2.1.4 Geomorfologia

Os condicionantes de aspecto geomorfológico têm influência direta na instabilidade das encostas e são muito utilizados na previsão de movimentos de massa pela grande maioria dos autores, que fazem uso de um ou mais parâmetros topográficos, entre eles podemos citar a hipsometria da encosta e a forma do perfil e do plano se deu curvatura.

Além disto, para Maciel e Nummer (2011), o mapeamento geomorfológico é o que melhor define a distribuição dos vários tipos de solo e depósitos superficiais, especialmente pela interpretação do tipo de vertente.

Um condicionante de grande importância nos movimentos de massa é a declividade, pois quanto maior a declividade, maior a probabilidade de ocorrer o movimento, pelo fato que a instabilidade é maior (GUIDICINI E IWASA, 1976).

Christofolletti (1980) destaca que a declividade tem grande importância nos processos geomorfológicos, sendo que acima de 30° são aquelas que apresentam risco de deslizamento mais frequente.

Nummer e Pinheiro (2013) destacam que a declividade é um fator que contribui para a instabilidade das encostas, e que, de modo geral, as encostas íngremes são mais instáveis, porém podem ser constatados movimentos de massa em declividades menores quando associadas a depósitos superficiais como colúvios, por exemplo.

Maciel Filho e Nummer (2011) destacam que a gravidade é o principal elemento que condiciona o movimento de massa, e a declividade é um fator importante para desencadear esses processos. Assim, relevos mais inclinados tendem a sofrer mais intensamente a força da gravidade, sendo, portanto, menor o atrito na superfície e mais suscetíveis à ruptura da estabilidade pela perda da tensão cisalhante.

A forma do perfil/plano de curvatura das vertentes são outros parâmetros topográficos de grande importância, atuando indiretamente na deflagração de deslizamento, pois está relacionado a concentração das linhas de fluxos superficiais e subterrâneos entre outros.

Casseti (1994) explica que o perfil de uma vertente é compreendido como sendo a sequência de diferentes formas apresentadas ao longo da vertente e que dentre os elementos que constituem as paisagens, são as vertentes as primeiras a sofrerem impactos tanto naturais quanto antrópicos, referente à sua evolução.

Segundo Guerra (2011) as vertentes variam em forma, declividade e comprimento e tais variações ocorrem devido a diferenças quanto à geologia, pedologia, geomorfologia e a climatologia do local em análise, o que faz com que as vertentes possam ser classificadas quanto as suas formas, sendo elas côncavas, convexas e retilíneas, sendo raro apresentarem ao longo de todo seu perfil um mesmo tipo de forma, mas sim combinações entre si.

Troeh (1965), citado por Cristofolletti (1980), definiu quatro tipos básicos de vertente compostas de acordo com: a forma de suas radiais que são limites longitudinais que acompanham a declividade da vertente e determina seu perfil; e a forma de seus contornos definidos pelas linhas transversais à inclinação do terreno que correspondem às curvas de nível. As cartas topográficas representam somente os contornos.

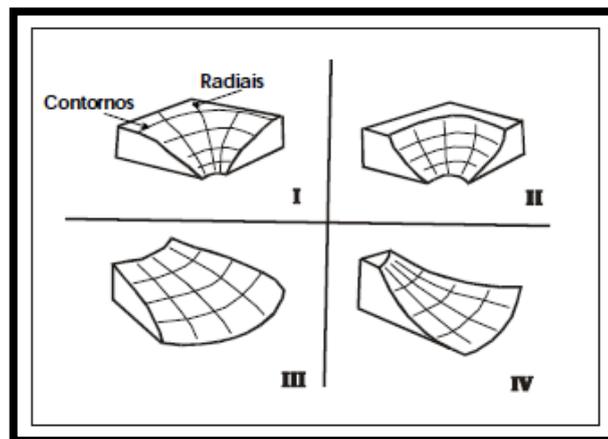
As vertentes compostas são, portanto, configuradas pelo “desenho” das curvas que define o arqueamento transversal da vertente e pelas variações do afastamento gráfico entre as mesmas curvas, que informarão sobre o arqueamento longitudinal da encosta.

Para Nummer (2003), os contornos (planos de curvatura) e os radiais (perfil de curvatura) podem ser tantos côncavos como convexos. Eles exprimem o sentido da curvatura do terreno, onde contornos côncavos correspondem a depressões e os convexos a elevação do terreno. E quando o contorno é côncavo, as curvas de nível se fecham de modo que as cotas mais altas envolvem as mais baixas. Nos contornos convexos, as curvas de nível mais baixas envolvem as mais altas.

Da combinação de contornos e radiais, Troeh (1965), citado por Cristofolletti (1980), definiu quatro tipos básicos de vertente compostas, conforme (Figura 13).

- I – Vertente com radiais convexas e contornos côncavos;
- II - Vertentes com radiais côncavas e contornos côncavos;
- III - Vertentes com radiais convexas e contornos convexos;
- IV – Vertentes com radiais côncavas e contornos convexos.

Figura 13 - Tipos de Vertentes compostas, segundo Troeh (1965), citado por Christofolletti (1980).

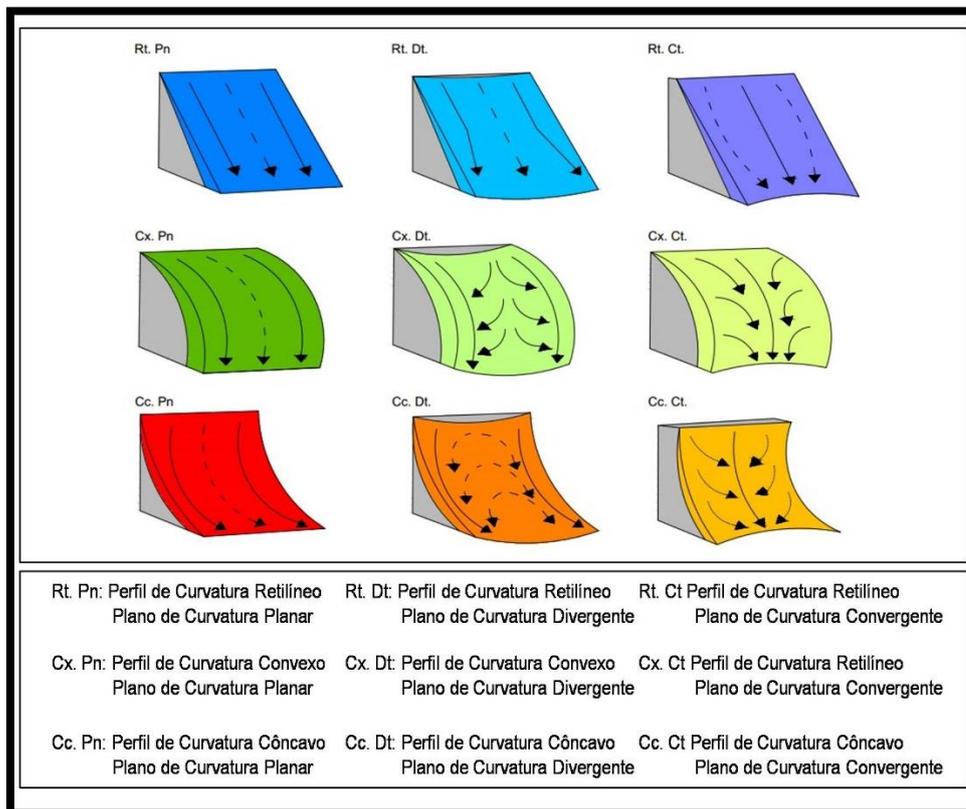


Fonte: Nummer (2003).

O perfil de curvatura é a taxa de variação do gradiente de arqueamento na direção de sua orientação, culminando na classificação do caráter convexo/côncavo do terreno e sendo de fundamental importância na aceleração ou desaceleração do fluxo da água no terreno (SCOOTI, ROBAINA E TRENTIN, 2016).

Com base nas unidades de vertente em planta: retílineas, côncavas e convexas, bem como em perfil, Summerfield (1997) propôs nove combinações para vertentes compostas (Figura 14).

Figura 14 - Nove formas 3D possíveis para vertentes compostas.



Fonte: HUGGET (1975), adaptado de SILVEIRA (2010).

Desta forma, percebe-se que o plano de curvatura da vertente corresponde a variação do gradiente de arqueamento na direção ortogonal da vertente, fazendo menção ao caráter divergente/convergente do terreno (SCOOTI *et. al.* ROBAINA; TRENTIN, 2016).

Segundo Summerfield (1997), numerosos fatores controlam a forma das vertentes e os contrastes mais importantes ocorrem entre taludes de rocha e solo.

Em clima tropical úmido os taludes em rochas têm sua resistência significativamente reduzida pelo intemperismo. Sendo que nestes ambientes são comuns os depósitos de tálus acumulados na base dos taludes em rocha. A espessura dos depósitos de tálus reflete o balanço entre o suprimento e a remoção do material ao longo do tempo. No seu estágio inicial, o tálus tende a se desenvolver de forma

convexa. Deslizamentos e escorregamentos destes depósitos tendem a desenvolver um perfil côncavo, destacado por Nummer (2003).

Em sequência a autora, relata que a forma dos taludes em rocha é influenciada pelas propriedades estruturais e litologia. A presença de juntas de alívio pode gerar perfis convexos, enquanto camadas alteradas de várias resistências podem originar formas de vertentes compostas. Já os taludes em solo são comuns em perfis retilíneos gerados por processos de movimentos de massa do tipo *debris*, a uma profundidade relativamente constante.

Os segmentos convexos naturalmente ocorrem na crista dos taludes. A causa desta convexidade foi atribuída a movimentos do tipo rastejo de solo por Gilbert (1909), citado por Summerfield (1997).

Os segmentos côncavos estão normalmente associados à lixiviação e deposição de tálus. No caso dos taludes lixiviados, há um aumento no fluxo de água em direção à base do talude por causa do aumento da contribuição a partir do divisor de águas Nummer (2003).

Os taludes naturais em solo (na ausência de corte) são convexo-côncavos em perfil, com uma predominância de processos como erosão por chuvas e rastejo na parte superior.

2.1.5 Uso de Ocupação

O efeito da vegetação é tratado de forma diferenciada dependendo do autor. Para alguns autores a vegetação apresenta papel estabilizador, enquanto outros destacam a vegetação como contribuinte para a instabilização das encostas.

A vegetação é importante na porção do solo contra a ação das chuvas, pelo fato que com ela diminui o escoamento superficial no terreno, aumentando a infiltração da água. Dessa maneira, a alteração da rocha é retardada, diminui a suscetibilidade a processos erosivos e escorregamentos.

Varnes (1984) apresenta um aspecto negativo da vegetação de aumentar a sobrecarga vertical nos taludes; ampliar a ação da força dos ventos nas árvores, causando um momento de tensões cisalhamento na superfície de ruptura; e desagregar solo através da ação das raízes que dilatam as “trincas” e favorecem a infiltração.

Thomas (1994) comenta que há muitos estudos que demonstraram um aumento da taxa de erosão resultante da remoção da cobertura vegetal, porém o efeito dessa mudança na incidência de movimento de massa é pouco claro, e cita alguns trabalhos que apresentaram um aumento de escorregamento onde o perfil foi alterado.

Autores como Grenway (1987) e Styczen e Morgan (1995), citado por Pinheiro (2000), analisam os efeitos da vegetação separadamente em efeitos hidrológicos e mecânicos, tanto negativo, quanto positivo.

Segundo Styczen e Morgan (1995) os efeitos hidrológicos positivos são a redução da água disponível para infiltração no solo; redução de energia das gotas e do seu potencial erosivo; intercepção do fluxo e redução da velocidade e erosividade devido à atuação das folhas, troncos e sistemas radicular e a transferência da umidade do solo para a atmosfera. Já os efeitos hidrológicos negativos dizem respeito ao aumento do tamanho das gotas que gotejam das folhas para o solo; aumento da velocidade do fluxo quando este se concentra na vegetação antes de escoar e a formação de trincas na superfície, aumentando infiltração.

Em relação aos efeitos mecânicos Styczen e Morgan (1995), apontam como positiva: a restrição da movimentação das partículas do solo, pela atuação do sistema radicular, aumentou da resistência ao cisalhamento do solo devido ao sistema radicular; ancoragem do solo em um substrato estável; aumento da tensão normal da superfície de ruptura e a proteção contra a erosão. Os efeitos mecânicos negativos dizem respeito: a sobrecarga acarretada pela vegetação, a qual aumenta a componente na direção do movimento e o efeito alavanca, através da transmissão de força do vento para o solo.

Pinheiro (2000) elaborou um quadro baseado nas análises de Greenway (1987) sobre o efeito da vegetação na estabilidade das encostas, separando os efeitos hidrológicos e mecânicos, benéficos (B) e adversos (A) e apontando qual parte da vegetação atua em cada um desses efeitos (Quadro 8).

Quadro 8 - Efeitos adversos e benéficos da vegetação sobre a estabilidade das encostas.

Efeito Hidráulico	Efeito Mecânico
<p>Interceptação das chuvas pelas folhas resulta em: Absorção e evaporação reduzindo a água disponível para a infiltração (B); Redução da energia das gotas de chuva e consequentemente da erosão (B); Aumento no tamanho das gotas que caem, aumentando assim a chuva localizada (A).</p> <p>Caules e folhas interagindo com o fluxo de superfície resultam em: Maior armazenamento e maior volume de água armazenada (A/B); Grande irregularidade no fluxo de água, reduzindo a sua velocidade (B);</p> <p>Raízes provocam no solo: Aberturas na superfície permitindo a infiltração (A); retirada de umidade, a qual é perdida na atmosfera por transpiração (B); Redução da poro pressão e aumento da sucção e consequentemente da resistência do solo (B); Aumento da quantidade de canalículos no solo, resultando em aumento da permeabilidade (A).</p>	<p>Raízes agregam as partículas de solos, resultando em: Restrição de movimento de solo, reduzindo a erodibilidade (B) Aumento da resistência ao cisalhamento através da formação de uma matriz de raízes (B)</p> <p>Raízes que penetram em grandes profundidades provocam: Ancoragem em um estrato firme (B); Suporte da camada de solo acima das árvores no talude, por arqueamento e contraventamento (B);</p> <p>Crescimento de árvores altas de maneira que: O peso pode tornar – se uma sobrecarga no talude e aumentar a força normal e a força de instabilização do talude (A/B); Quando expostas ao vento, forças dinâmicas são transmitidas ao solo (A).</p> <p>Caules e folhas cobrem a superfície do solo, então: O impacto do trânsito é absorvido, protegendo a superfície contra danos (B); As folhas caem no solo, cobrindo – o e protegendo contra a erosão (B).</p>

Fonte: Modificado Greenway (1987 adaptado de Pinheiro 2000).

Segundo Maciel Filho e Nummer (2011), as árvores introduzem suas raízes em fraturas já existentes, provocando o deslocamento dos blocos diaclasados e propiciam o surgimento de novas fraturas, devido ao crescimento das raízes. Esta força provém muitas vezes da ação do vento sobre a árvore, a qual transmite tensões às raízes. E por último, a ação dos ventos contribui para a desestabilização e o tombamento das árvores, podendo favorecer a ocorrência de movimentos de massa posteriores.

O uso da terra pela ação antrópica influencia no desencadeamento dos movimentos de massa nas encostas, através da modificação do mesmo, com a retirada de material, vegetação, e assim em períodos chuvosos, o peso estrutural da encosta favorece aumento da pressão nos materiais, induzir ao movimento de massa.

Segundo Wiggers (2013) as ações antrópicas são responsáveis por modificar as características naturais das encostas, causando instabilidades. Entre estas ações

é possível citar: o desmatamento; realização de cortes com a formação de patamares; depósitos tecnogênicos com materiais que apresentam comportamento heterogêneo e de baixa compactação, como lixo, rejeitos de construções e de antigas pedreiras; ocupação adensada e/ou com técnicas construtivas inadequadas para as características da encosta; ocupação de antigas áreas de extração de rochas; impermeabilização de determinadas áreas, favorecendo a concentração do escoamento em outras áreas próximas; realização de obras de engenharia mal dimensionadas; deficiência ou ausência de sistemas de drenagem superficial; vazamento da rede de abastecimento de água, muito comum quando esta é autoconstruída pelos moradores, entre outros, auxiliando na desestabilização das vertentes, deflagrando e aumentando a probabilidade de ocorrência de acidentes, bem como a magnitude dos mesmos.

Macedo e Santoro (2001) salientam que o grande causador dos escorregamentos é a ocupação desordenada das encostas, tendo em vista que os mesmos contribuem, para potencializar os movimentos através de outros fatores como o desmatamento, lançamento de águas servidas, lixos e entulhos, cultivo de plantas impróprias, como as bananeiras, por exemplo que retém água no solo.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Na construção do trabalho foi utilizada uma abordagem sistêmica, buscando as relações entre os aspectos físicos como geologia, geomorfologia, hipsometria, declividade e forma de vertente como condicionantes aos processo de movimentos de massa que ocorreram no município de Agudo. As etapas foram resumidas na Figura 15.

Na execução desta pesquisa os procedimentos utilizados foram enquadrados nos quatro níveis da pesquisa geográfica propostos por Libault (1971). Os quatro níveis são, respectivamente:

- **Nível Compilatório:** que caracteriza-se pela obtenção, seleção e compilação dos dados pertinentes a pesquisa. Destaca-se que nesse primeiro nível é preciso ter critério e cuidado no momento da seleção dos dados, para que não ocorra o desperdício de informações relevantes e, ainda, é nesse momento que o pesquisador começa a direcionar o corpo da pesquisa.

Nesta etapa realizou-se a pesquisa bibliográfica sobre: Movimentos de Massa, conceitos, classificações e fatores condicionantes. Da mesma forma foi feito um levantamento bibliográfico sobre a área de estudo e uma consulta nas edições do Jornal do município, onde se comprovou a ocorrência dos movimentos de massa de Agudo. Também nesta etapa buscou-se imagens de satélites do município para a identificação de movimentos de massa.

- **Nível Correlatório:** é nesse momento que os dados compilados são correlacionados no sentido de viabilizar as futuras interpretações. É nesse nível que os dados são agrupados segundo a natureza de cada um, remetendo-se ao processo de classificação e hierarquização dos mesmos.

Neste momento da pesquisa foram realizados os trabalhos de campo para identificação, classificação e caracterização dos Movimento de massa aplicando-se os laudos de vistoria da ABNT – NBR 11682 (2009). Foram avaliados os seguintes itens relativos aos processos: vegetação; drenagem; relevo (perfil e plano de curvatura das vertentes); material envolvido; risco; tipo de movimento; superfície de ruptura. Para auxiliar na pesquisa foram efetuados registros fotográficos. Nesta etapa, ainda foram elaborados os mapas temáticos (fatores condicionantes) como: hipsometria, declividade, geologia, solo, tipos de vertentes e uso e ocupação nos quais foram plotados os processos identificados em campo.

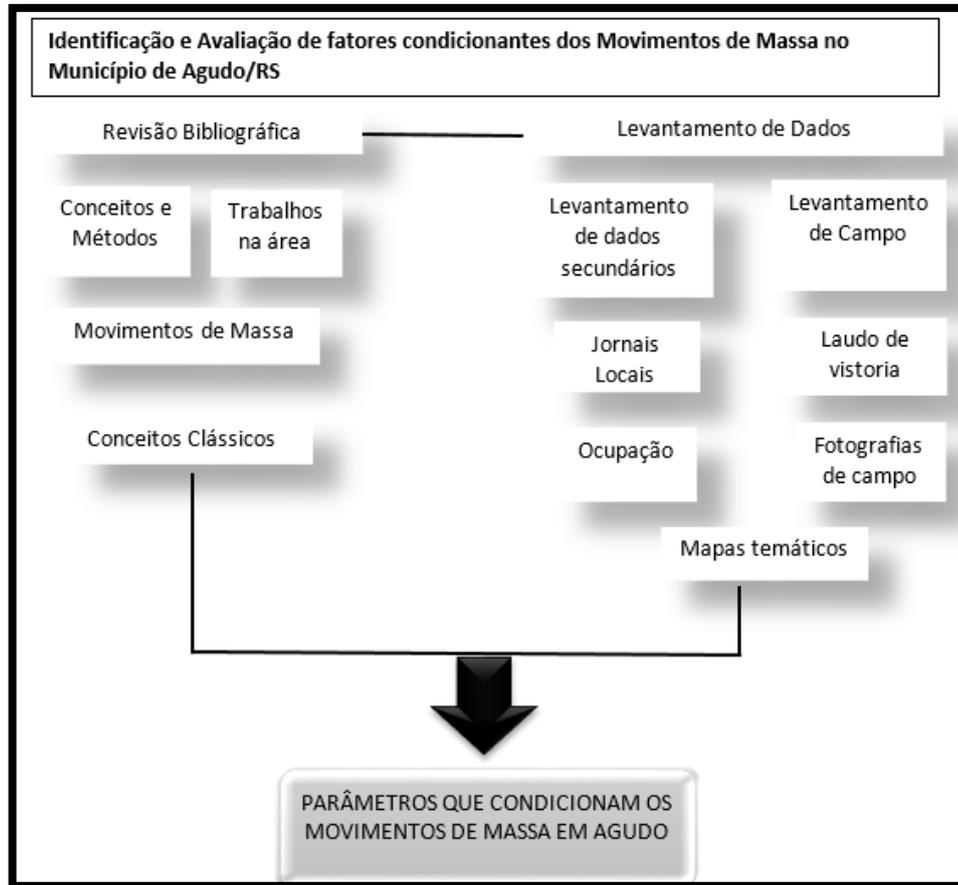
- Nível Semântico: contempla a interpretação dos dados, o que é feito a partir da atribuição de significado aos mesmos, que passam a ter relação direta com a realidade estudada.

Nesta etapa foram analisados os resultados obtidos dos mapas temáticos e comparados com aqueles obtidos nas descrições de campo, procurando compreender quais os fatores que condicionam os diferentes movimentos de massa identificados.

- Nível Normativo: consiste na etapa síntese do trabalho, apresentada em forma de produtos simplificados e visuais que sejam capazes de subsidiar atividades de intervenção humana sobre o meio físico natural e social.

Assim, com a análise dos parâmetros, foi elaborado uma tabela síntese onde se pode observar os principais conjuntos de fatores que foram os condicionantes para o aparecimento dos Movimentos de massa no município, com destaque os de maior magnitude, e de maior frequência.

Figura 15 - Representação dos procedimentos metodológicos adotados na pesquisa.



Org: BEHLING (2017)

3.1 LEVANTAMENTO DE DADOS

Foi realizado uma pesquisa da ocorrência de movimentos de massa no município de Agudo avaliando imagens do Google Earth de períodos de tempo diferentes e assinalando o que poderia ser indicativo de processos de movimentos de massa (cicatrices) como a presença de solo exposto em áreas de declive acentuado o que poderia configurar escorregamentos e corrida de detritos, leques de deposição de corrida de detritos, etc.

Utilizando somente as imagens do Google Earth, pode-se perceber que algumas cicatrizes que inicialmente eram mapeadas como movimento de massa, na verdade tratava-se de áreas de solo exposto para uso agrícola. Este procedimento de extração das cicatrizes da imagem teve que ser conferido à campo.

Somente os escorregamentos planares que ocorreram recentemente e de maior extensão puderam ser visualizados mais facilmente nas imagens do Google Earth, pois deixaram cicatrizes retilíneas com solo exposto. Aqueles mais antigos onde a vegetação já está em processo de regeneração foram inicialmente identificados nos trabalhos de campo e após locados nas imagens.

Procurando qualificar o banco de dados buscou-se notícias sobre processos de movimentos de massa no jornal local “Correio Agudense”, dos anos de 2014 e 2015 (Anexo).

Os locais onde ocorreram os processos foram vistoriados no campo com objetivo de formar um banco de dados com as informações referentes a identificação do movimento e características técnicas. Para avaliação dos movimentos de massa a campo foi utilizado o laudo de vistoria que consta na norma técnica ABNT-NBR 11682- Estabilidade de Encostas, com algumas modificações e adaptações para atender os objetivos deste estudo. Uma das modificações que foi implantada nesta norma foi a classificação dos movimentos em que foi utilizada a de Augusto Filho (1992).

Foram realizadas três visitas à campo, o primeiro para identificação dos processos, no ano de 2015, e os demais, para aplicar-se os laudos de vistorias e os registros fotográficos, sendo que o segundo em outubro de 2016, e o último em janeiro de 2017, para se ter um intervalo de tempo, e assim localizar um número maior de processos decorrentes dos últimos períodos chuvosos.

Nas identificações dos movimentos foram coletados informações tais como: localidade (coordenadas geográficas), tipo de evento, área de abrangência, danos causados. Já nas características técnicas foram avaliados os materiais envolvidos (Solos e/ou rochas), forma da vertente, presença de água, profundidade da superfície de ruptura, uso do solo no entorno, influencia antrópica como cortes, aterros, retirada da vegetação tendo como modelo o laudo de vistoria que consta na ABNT-NBR 11682 (2009), conforme Quadro 9.

Nos trabalhos de campo utilizou-se de GPS modelo *Garmin* para retirar as coordenadas de localização dos eventos, câmera fotográfica, martelo e bússola para identificação das rochas e estruturas geológicas. Quando não era possível se aproximar do local da cicatriz, utilizou-se uma bússola para orientar a direção da visada com relação ao ponto de aquisição da leitura do GPS. Isso orientou a posterior localização dos pontos na imagem do Google Earth.

Quadro 9 - Laudo de Vistoria.

1.LOCALIZAÇÃO:		Data da vistoria:	
1.1. Local:		Ponto de referência:	
1.2.Coordenadas UTM:			
1.3. Tipo de Situação: () Movimento de massa em Talude de corte () Movimento de massa em Encosta Natural			
2.ASPECTOS LOCAIS			
Tipo de ocupação / Densidade		Tipo de Vegetação / Condições	
() Favela	() Alta	() Arbórea	() Alta
() Área urbana estruturada	() Média	() Arbustiva	() Média
() Área não ocupada	() Baixa	() Rasteira	() Esparsa
() Estrada () Outras: _____			
Drenagem / Condições		Relevo	Perfil de Encosta
() Natural	() Satisfat.	() Escarpado	() Côncavo
() Construída	() Insufic.	() Montanhoso	() Convexo
() Inexistente	() Obstruída	() Ondulado	() Retilíneo
() Danificada	() Suave		
3.CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS			
Local Vistoriado		Obras de Contenção existente	
() Encosta Natural () Talude de Corte () Talude de aterro () Talvegue () Outros: _____		() Sim () Não Tipo: _____	
Condição de saturação		5.4. Natureza do Material	
() Seco	() Com Surgência	() Solo	() Com Trincas () Tálus
() Úmido	() Tubulação rompida		() Sem Trincas () Colúvio
() Saturado	() Artesianismo		() Com Blocos () Aterro
		() Rocha	() Fratura () Solo resid.
			() Sem Fratura () Entulho
			() Com Blocos () Lixo
4.CARACTERÍSTICAS DA SITUAÇÃO			
4.1.Movimento ocorrido		4.2.Possibilidade de movimento	
Data e hora do ocorrido: Volume estimado (m³): Pluviometria (ultimas 48 h): 4.1.1.. Consequências: () Vítimas fatais: (nº _____) () Vítimas não fatais: (nº _____) () Obstrução de vias () Danos a bens particulares () Danos a bens públicos () Riscos para terceiros () Sem consequências		4.2.1. Grau de risco () Alto () Médio () Baixo 4.2.2. Número de elementos em risco () <10 () Vidas () entre 10 e 30 () > 30 () Moradias () Hospital/Escola () Edificação/Estrutura () Estradas () Outros (especificar): _____	
4.3. Tipologia do movimento/Características			
() Queda	Escorregamento	4.4. Superfície de ruptura	
() Rolamento	() Rotacional	() Solo-Solo () Solo-Rocha () Rocha-Rocha	
() Tombamento	() Planar	() Colúvio –solo residual () Tálus -solos residual	
() Rastejo	() Cunha	() Colúvio/tálus – rocha alterada	
() Corrida de Detritos		() Não identificada	
5. REGISTRO FOTOGRÁFICO			

3.2 ORGANIZAÇÃO DOS DADOS

Nesta etapa os dados de campo oriundos dos laudos de vistoria foram organizados em quadros para facilitar a sua utilização. Os laudos de vistoria encontram-se no Anexo.

3.2.1 Espacialização dos Registros

A localização espacial dos registros de movimentos de massa foi realizada a partir da consulta de endereços utilizando o *software Google Earth*. Na imagem do Google foi possível identificar 2 processos que eram recentes e deixaram uma cicatriz retilínea de solo exposto. As demais foram identificadas em campo com base nas informações de moradores e do jornal local.

Os processos identificados foram numerados de 1 à 11 utilizando em campo GPS tipo *Garmin*, uma bússola do tipo Brunton e máquina fotográfica. Muitas das cicatrizes dos processos se encontravam em locais de difícil acesso e em altitudes e declividades acentuadas. A forma como se obteve a localização destes pontos foi identificando as coordenadas do ponto de visada (estrada por exemplo), da medida da direção desta visada com a bússola e fotografando a encosta. Estas informações depois foram utilizadas para locar estes pontos nas imagens do Google Earth.

Estes pontos então foram plotados nos diferentes mapas temáticos (fatores) elaborados em escala 1:50.000, processados com o auxílio do *software ArcGIS® 10.1*, procurando compreender a relação dos processos com cada um dos fatores.

Foram elaborados mapas temáticos que correspondem aos fatores condicionantes dos processos de movimentos de massa:

-Geologia - Litologia: Tomou-se como base o Mapa Litológico do município de Agudo de Schirmer (2012), na escala 1: 50.000 que definiu as seguintes classes litológicas para o município: Depósitos Recentes; Rochas Vulcânicas; Arenitos eólicos; Arenitos fluviais finos e maciços e Lamitos Fossilíferos.

-Solo: Para a geração do Mapa de Solos, foi utilizada a base georreferenciada organizada por Streck *et al* (2002) na escala 1:250.000. Foram definidas as seguintes unidades de solo: Chernossólico; Planossolo Háplico; Nitossolo Bruno Alumínico; Argissolo Bruno – Acinzentado Alítico; Argissolo Vermelho Alumínico e Neossolo Litólico Eutrófico.

-Relevo: Para avaliação dos fatores relativos ao relevo foram elaborados três mapas temáticos: hipsométrico; declividade, forma de perfil e plano de curvatura das vertentes.

-Hipsometria: A hipsometria do município foi definida a partir do Modelo Digital de Elevação (MDE), obtida pela imagem *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) com resolução de 30 metros.

Utilizando a ferramenta “*reclassify*” do *software* ArcGIS® 10.1, definiu-se as classes hipsométricas, baseando-se no histograma de frequência do SIG, o qual possibilita visualizar as cotas máximas (*Maximum*) e mínimas (*Minimum*) de altitude.

Para a inferência do Mapa Hipsométrico foram definidas classes em intervalos de 100 metros que possibilitam a individualização dos principais compartimentos topográficos do município a saber :< 100; 100 – 200; 200 – 300; 300 – 400; 400 – 500; 500 – 600 e > 600.

Para cada um dos processos (onde ele se encontrava, como os escorregamentos rotacionais e onde ele teve início, para os planares) foi extraído o valor absoluto da altimetria.

-Declividade: o mapa de declividade do município foi gerado a partir do Modelo Digital de Elevação (MDE), SRTM 30 metros. O mapa foi definido a partir do fatiamento da declividade em intervalos de valores, em porcentagem, segundo os limites que constam no Quadro 10, a partir das classes estabelecidas pelo IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo):

<5% - Áreas de baixa declividade e onde se registram processos deposicionais; A partir desta inclinação o processo erosivo começa a ser significativo;

5 - 15% - Faixa que define o limite máximo para o emprego da mecanização na agricultura; e, áreas propícias à ocorrência de processos de movimentos de massa e escorregamentos.

Para melhor caracterizar a área foram acrescentadas ainda mais três classes sugeridas por De Biase e Hertz (1989, citado por Schirmer 2012) que são:

15-30% - é definido por legislação federal - Lei 6766/79, também chamada de Lei Lemann, que vai definir o limite máximo para urbanização sem restrições, a partir do qual toda e qualquer forma de parcelamento far-se-á através de exigências específicas;

30 – 45% (25°), definido pelo código florestal como limite máximo de corte raso, a partir do qual a exploração só será permitida se sustentada por cobertura de florestas - Lei 4771/65 15/09/65, revogada pela Lei 12.651/12;

>45% o artigo do código florestal prevê que acima de 25° de inclinação não é permitida a derrubada de florestas, só sendo tolerada a extração de toras, quando em regime de utilização racional.

Para cada um dos processos (onde ele se encontrava, como os escorregamentos rotacionais e onde ele teve início, para os planares) foi extraído também o valor absoluto da declividade, isto é o valor exato da declividade naquele ponto.

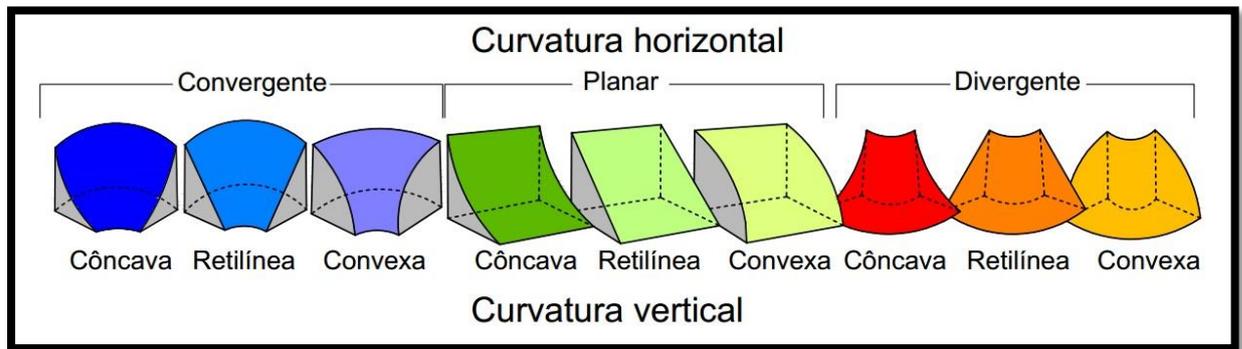
Quadro 10 - Limites de declividade.

Limites (%)	Características
Inferior 5%	Áreas Planas
5 – 15%	Área de baixa declividade onde são registrados processos lentos
15 – 30%	Áreas onde os processos erosivos começaram a ser significativos
30 – 45 %	Áreas onde os processos de movimento de massa começaram a ser significativos
Superior 45%	Áreas de grande declividade onde são registrados processos rápidos contínuos.

Fonte: Adaptado de Schirmer (2012).

-Forma de perfil e plano de curvatura das vertentes: Para a geração do mapa das formas das vertentes, utilizou-se a imagem SRTM com resolução de 30 metros. Esta informação foi integrada no SIG para auxiliar na definição dos condicionantes a movimento de massa. Foram definidas na área de estudo, as formas de vertentes: Convexa – Convergente; Convexa – Divergente; Côncava – Convergente e Côncava – Divergente conforme ilustra a Figura 16.

Figura 16 - Representação do plano e perfil de curvatura.



Fonte: Valeriano (2008).

A análise das formas das encostas, definiu-se a partir do plano e perfil de curvatura. Quanto à forma das vertentes em curvatura perfil - plano, utilizou-se a seguinte modo de diferenciação: perfil de curvatura: curvatura côncava e curvatura convexa; plano de curvatura: curvatura divergente e curvatura convergente.

Com a análise e o gerenciamento do banco de dados relacionado às formas de vertentes, realizou-se a combinação das feições com a ferramenta “combine” do software ArcGIS® 10.1, sendo classificadas conforme suas características.

O plano de curvatura representa a medida de convergência e divergência topográfica e por isso influencia na concentração de água na paisagem.

O perfil de curvatura representa a forma da vertente no sentido descendente e indica a proporção de mudança do potencial do gradiente, influenciando no fluxo da água e velocidade de processos de transporte de sedimentos (SCHIRMER, 2015).

-Uso e Ocupação: A classificação da imagem (mês de novembro de 2015), para a elaboração do mapa de uso e ocupação da Terra, deu-se através do software ENVI 5.1 e na edição dos mapas finais, utilizou-se o software ArcGIS® 10.1. As imagens foram obtidas através do portal online (<http://earthexplorer.usgs.gov/>) da USGS.

Para o processo de coleta de amostragem de cada tipo de uso existente na área de estudo, foi utilizado o algoritmo MAXVER (máxima verossimilhança), ou seja, um algoritmo de classificação supervisionada, que usa parâmetros estatísticos na classificação de pixels de valores semelhantes, visando áreas homogêneas ou de mesmo valor numérico.

Destaca-se também o uso do Coeficiente de Kappa (Tabela 1), uma medida de concordância interobservador que mede o grau de semelhança. Esta medida de concordância tem como valor máximo o 1, onde este valor 1 representa total concordância e os valores próximos e até abaixo de 0, representando baixa ou insignificante correlação. Desse modo, é possível averiguar o grau de acurácia da classificação.

Tabela 1 - Interpretação de Kappa.

Coeficiente de Kappa	Interpretação
<0	Quase inexistente
0.00 – 0.19	Pequena
0.20 – 0.39	Insatisfatória
0.40 – 0.59	Satisfatória
0.60 – 0.79	Substancial
0.80 – 1.00	Quase perfeita

Fonte: Landis e Koch (1977).

Para definir o mapa de uso e ocupação no município, foi selecionado as classes definidas como: Vegetação Arbórea; Lavoura; Solo Exposto; Campo, além disso têm copos d`água e área urbana.

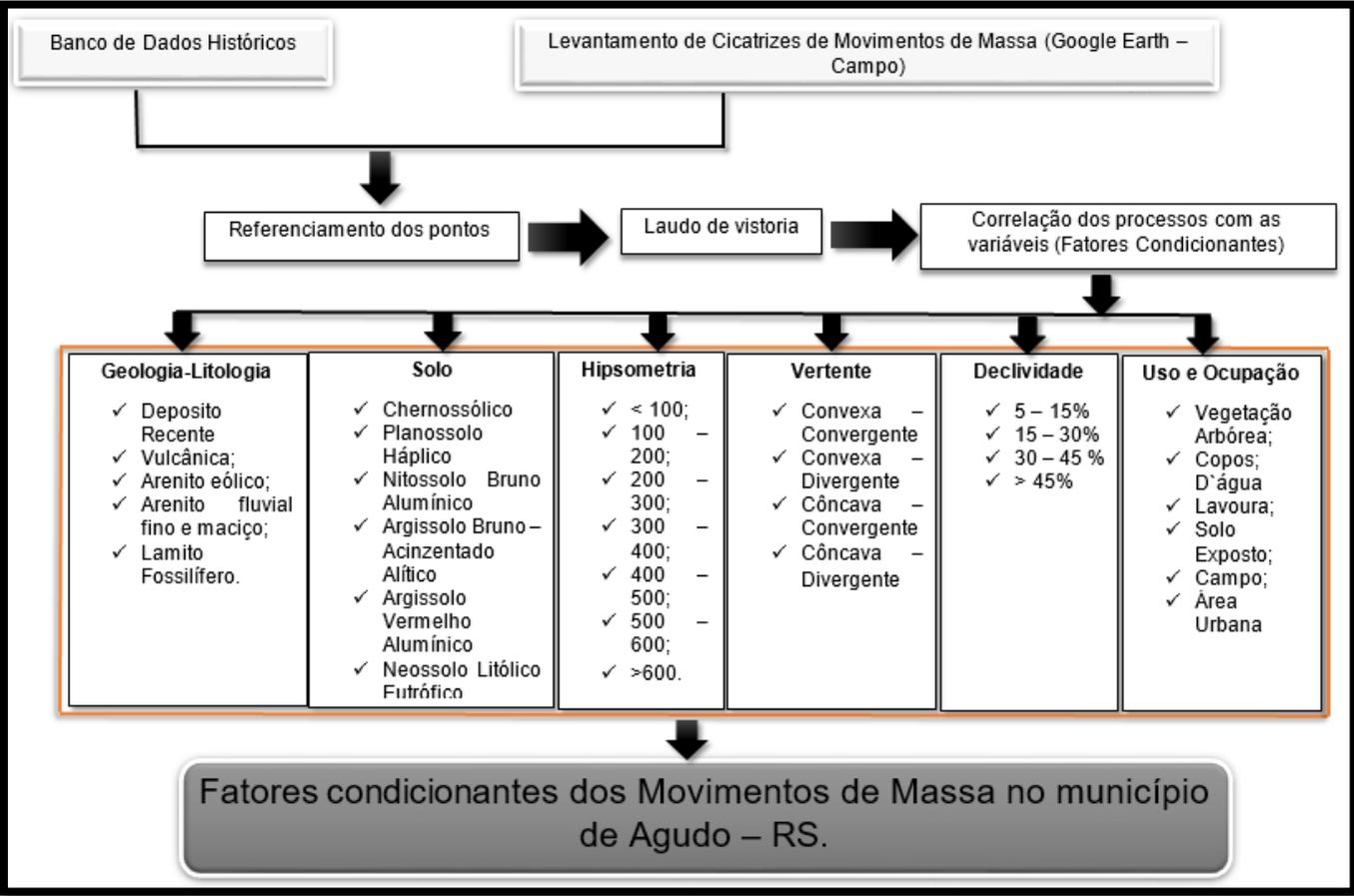
3.3 ANÁLISE E CORRELAÇÃO DAS INFORMAÇÕES

Nesta etapa foi realizada a análise das informações para a identificação dos fatores condicionantes aos movimentos de massa no município de Agudo – RS.

3.4 SÍNTESE DAS INFORMAÇÕES

A quarta etapa do estudo correspondeu a integração das informações para a avaliação e definição dos fatores condicionantes dos movimentos de massa utilizando, portanto, dados obtidos de processos que ocorridos (levantamento das cicatrizes) e dos mapas temáticos. A Figura 17 mostra o resumo dos procedimentos metodológicos adotados para definição dos condicionantes dos movimentos de massa

Figura 17 - Fluxograma que indica as etapas realizadas para a inferência dos fatores condicionantes dos movimentos de massa no município de Agudo - RS.



Org: BEHLING (2017)

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este item apresenta a análise dos eventos, suas classificações, os parâmetros físicos, analisados, para que no final se determinou os que controlam as áreas com movimento de massa no município de Agudo –RS.

4.1 LEVANTAMENTO DE DADOS SECUNDÁRIOS

Foi realizada uma pesquisa no jornal local Correio Agudense, buscando informações do períodos 2014 e 2015 e de relatos de moradores das regiões atingidas por movimentos de massa.

Os movimentos de massa no município se ocorreram principalmente em encostas naturais, ou em corte de estrada, atingindo de forma indireta a população. No jornal local foram encontradas três reportagens, dos anos de 2014 e 2015, presentes nos anexos, que abordam de forma superficial eventos de movimentos de massa no município.

Na Defesa Civil do município há somente registros de eventos que atingiram a população de alguma forma com: inundação e alagamentos. Como os processos de movimento e massa identificados nesta dissertação ocorreram somente em áreas rurais e não atingiram diretamente a população, isto explica o porquê não forma encontrados dados na defesa civil e poucas notícias no jornal.

Lembrando que nestas áreas encontram-se as produções de lavouras de arroz, uma das principais culturas e geração de renda para o local, e nas áreas que ocorrem os movimentos de massa, a principal produção é o tabaco (fumo), pelo fato de serem cultivados em espaços de grandes declives, fazendo assim que os locais apresentem uma exposição de solo, sendo que em períodos chuvosos estes lugares se tornem instáveis.

Comumente nas reportagens que o jornal do município repassou para a pesquisa, foi possível observar, que os eventos: inundação e os alagamentos estão presentes nos mesmos, e que somente em um que o destaque se foca nos movimentos de massa, e como justificativa, pelo fato que atingiu a população de forma indireta, com a obstrução de via, e assim influenciando na economia da área de estudo.

É possível concluir nesta etapa que os eventos registrados no jornal são restritos a determinadas áreas rurais, ocorreram em períodos com grande precipitações, originando prejuízos em lavouras e obstruindo estradas vicinais

Comumente, quando ocorre um evento com grande magnitude pluviométrica, tem-se como consequência os movimentos de massa, que deixam cicatrizes na paisagem, e portanto, o levantamento de campo é fundamental pra obtenção dos dados relacionados a estes processos.

4.2 LEVANTAMENTO DE CAMPO

Com o levantamento de dados secundários, realizado com sucesso, ou seja, confirmação dos processos no município, foi possível dar sequência à pesquisa.

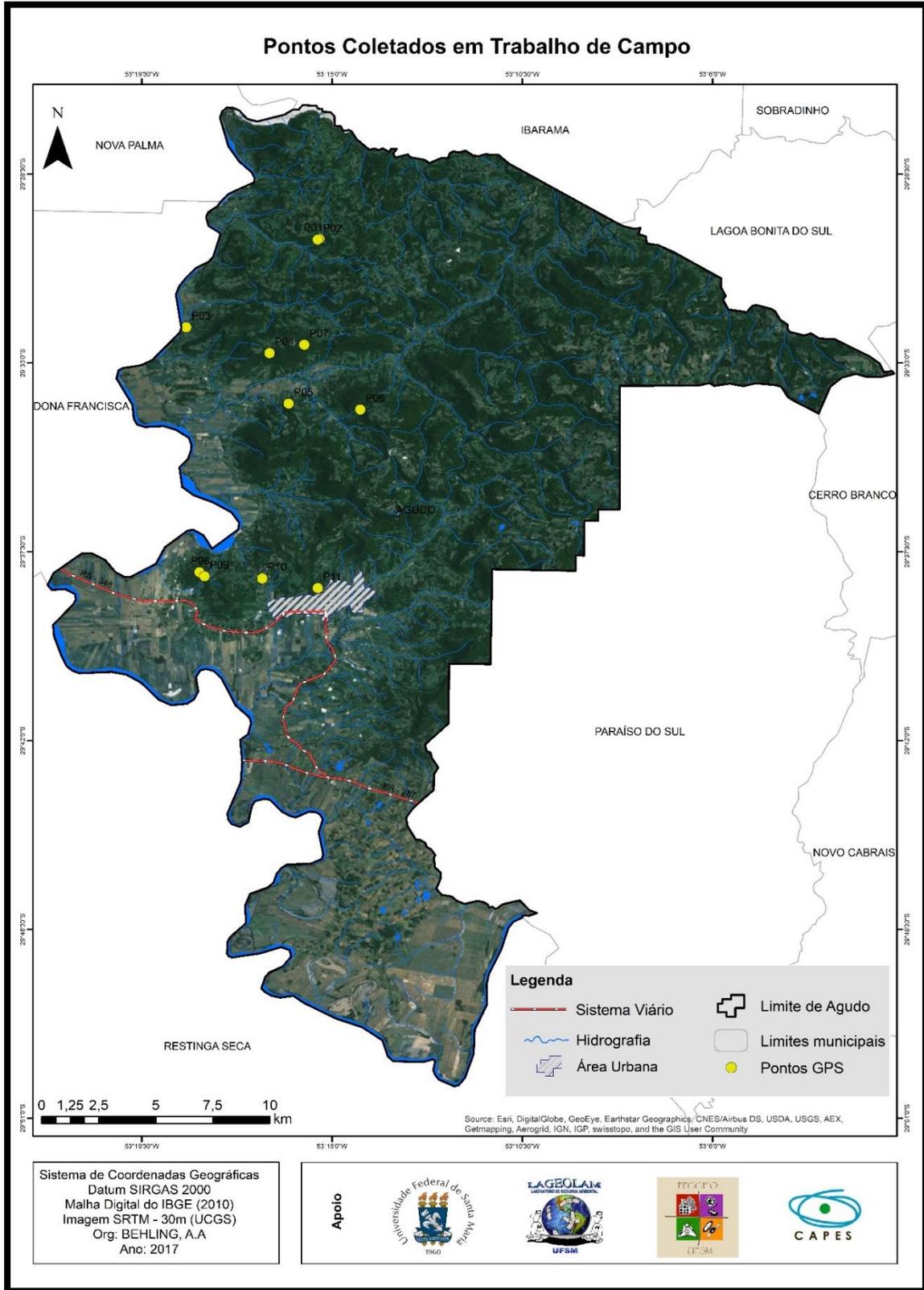
Desta forma, se realizou três campos:

- ✓ Primeiro (2015):
 - Reconhecimento da área de estudo e identificação inicial de alguns processos;
- ✓ Segundo (2016) e Terceiro (2017):
 - Mapeamento dos pontos; aplicação dos laudos de vistoria ABNT-NBR 11682 (2009) e registros fotográficos.

Assim, com os campos em períodos distintamente diferentes se pode observar um número maior de processos.

Foram identificados então 11 processo de movimentos de massa por meio de suas cicatrizes como pode ser visto na Figura 18. Os pontos encontram-se na porção oeste do município numa faixa que se estende de norte a sul.

Figura 18 - Carta Imagem com localização dos movimentos de massa no município de Agudo.



Org: BEHLING (2017)

A Tabela 2 mostra as coordenadas de cada ponto e o tipo de processo identificado. Os tipos de processos identificados foram: queda, escorregamento em cunha e planar, corridas de detritos e rastejos. Os que ocorreram em maior número foram os escorregamentos planares muito embora os movimentos de rastejo sejam bastante comuns e distribuídas pelo município porém, estes não são os objetivos principais deste trabalho.

Tabela 2 - Números de Pontos de Movimento de Massa e sua Localização.

Pontos	Descrição	Coordenadas UTM
1	Queda	281401 – 6734472
2	Escorregamento em Cunha	281349 6734370
3	Escorregamento Rotacional/Rastejo	276364-6730404
4	Escorregamento Planar/Corrida de Detrito	279999 – 6727671
5	Escorregamento Planar	280278 – 6727803
6	Escorregamento Planar	282398 – 6726290
7	Escorregamento Planar/Corrida de Detrito	281642 – 6728490
8	Escorregamento Planar	278432 – 6720844
9	Escorregamento Planar	278432 – 6720844
10	Escorregamento Rotacional/ Rastejo	279449 – 6719363
11	Escorregamento Planar/ Corrida de Detrito	282120 – 67 17855

Org: BEHLING (2017)

Na sequencia foi elaborado um mosaico de fotografias, onde foram agrupados os movimentos:

- ✓ 1º Queda, Escorregamento em Cunha:

Os movimentos de queda e ruptura em cunha (Figura 19), ocorreram em talude de corte de estrada em rocha vulcânica coberta por solo residual e tálus onde os processos de movimentos de massa são controlados pela presença das disjunções horizontais e verticais (quedas) e por falhas tectônicas (em cunha). Neste mesmo talude também ocorrem escorregamentos planares associados as falhas e disjunções. Nestes dois processos há um forte componente antrópico que é o corte executado para a construção da estrada pois ele desestabiliza as forças de equilíbrio do talude facilitando a sua ruptura

Figura 19 - Mosaico: Movimentos de Massa - tipo: Queda e Escorregamento em Cunha - Pontos 1 e 2.



Fonte: Google Earth – BEHLING (2016).

A vegetação é predominantemente arbórea de porte de média a alta, a drenagem ocorre de forma natural e satisfatória com pontos de surgência nas fraturas. O relevo é do tipo escarpado com perfil côncavo, e plano de curvatura divergente. As superfícies de ruptura ocorrem no contato rocha-rocha (escorregamento em cunha, escorregamento planar e queda). Em alguns locais as quedas podem estar associados a presença de rocha alterada.

✓ 2º - Escorregamento Rotacional; Rastejo:

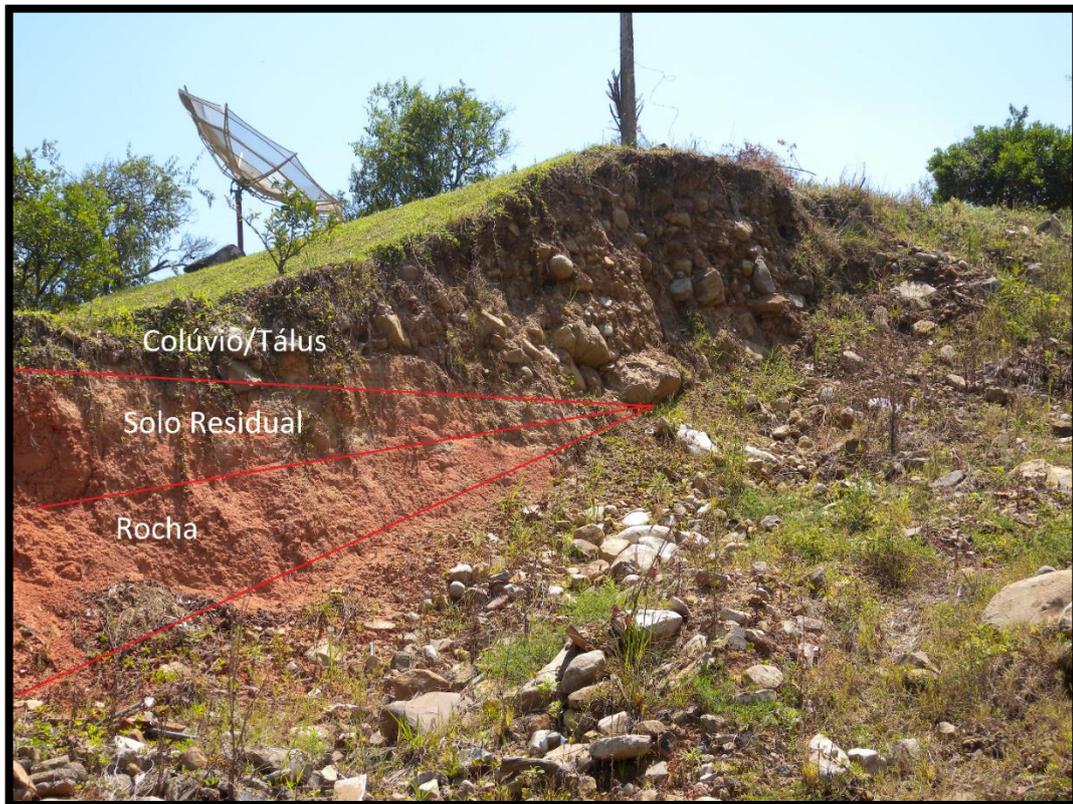
Os escorregamentos rotacionais (Figura 21) ocorrem de forma localizada e estão relacionados diretamente aos taludes de corte de estradas ou dos cursos de água. O corte no pé do talude (estrada), ou a erosão (rio) instabiliza o material e faz com ele escorregue.

As áreas onde foram identificados os escorregamentos apresentam vegetação rasteira ou arbustiva em alguns casos, a drenagem é natural em condições satisfatórias, isto é, ela foi, não permanecendo no sistema. O relevo é ondulado à escarpado e a forma da vertente é côncavo-divergente. Na época da vistoria de campo, a condição da úmidas do solo era saturada com surgência de água no contato do colúvio com o solo residual.

Os escorregamentos rotacionais tem sua superfície de cisalhamento no contato do colúvio e solo residual com a rocha alterada. A Figura 20 mostra o perfil típico deste município, onde ocorre rocha sedimentar da Formação Arenito Fluvial Fino e Maciço como substrato rochosos e caracteriza-se por arenitos finos, cor branca, lenticulares, maciços e com laminação horizontal e cruzada acanalada de médio e grande porte, com sua formação associada a canais fluviais, lençóis de areia e barra de pontal (depósito em curvas de rios antigos).

A rocha é coberta por solo residual (Argissolo) de cinquenta centímetros à um metro de espessura aproximadamente e sobre esse, um material coluvionar de cor marrom com blocos de rochas vulcânicas. A diferença de permeabilidade entre estas matérias, associada a declividade favorece as rupturas.

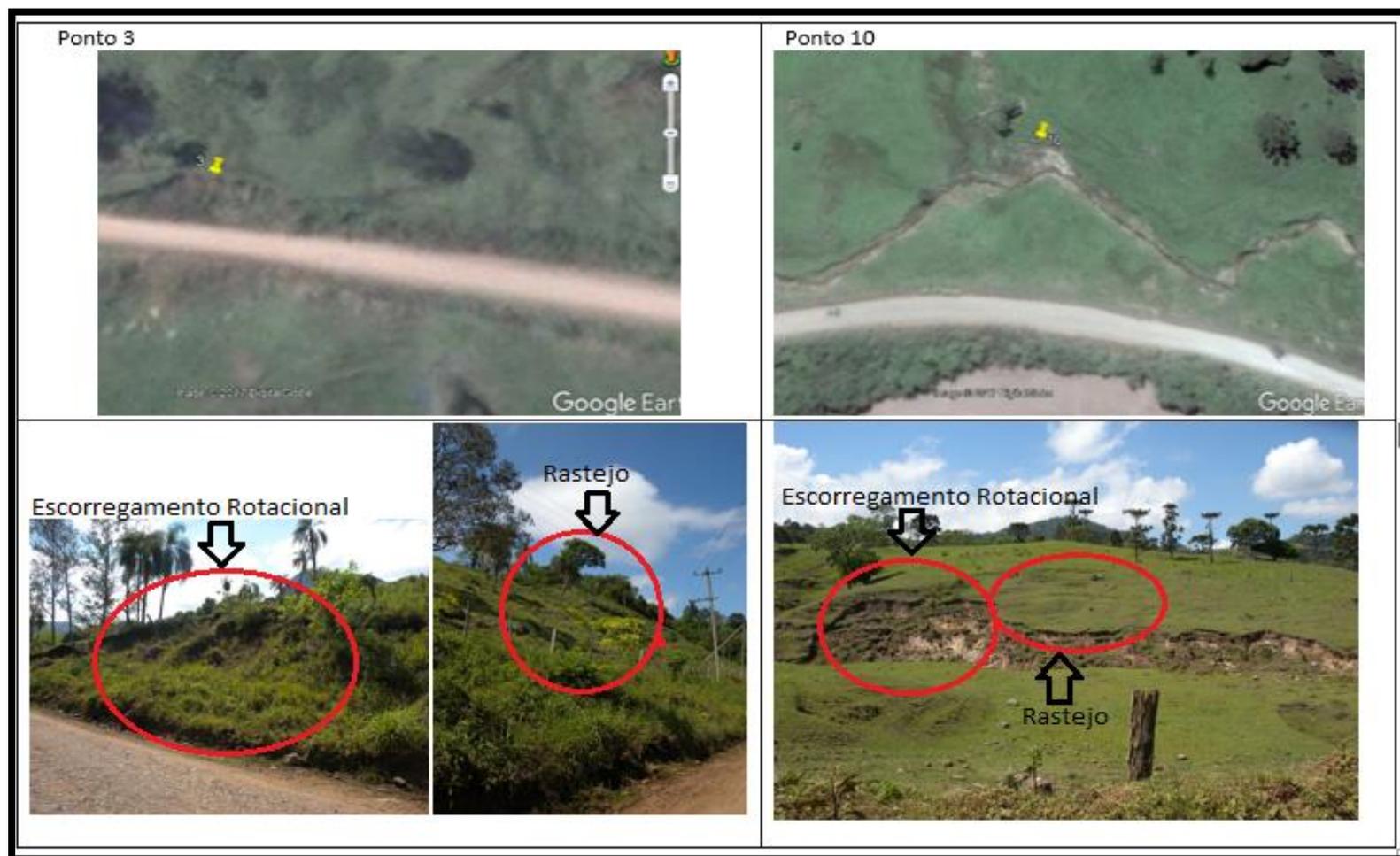
Figura 20 - Perfil típico das áreas dos materiais envolvidos nos escorregamentos rotacionais.



Fonte: BEHLING (2017)

Os rastejos ocorrem em material coluvionar sobre solos residuais abrangendo uma área significativa. São identificados pela presença de blocos de rocha ou linhas de pedras e trincas no terreno. A superfície de ruptura se dá no contato do colúvio com o solo residual, ou localmente no colúvio sobre rocha alterada (Figura 21).

Figura 21 - Mosaico: Movimentos de Massa - tipo: Escorregamento Rotacional e Rastejo - Pontos 3 e 10.



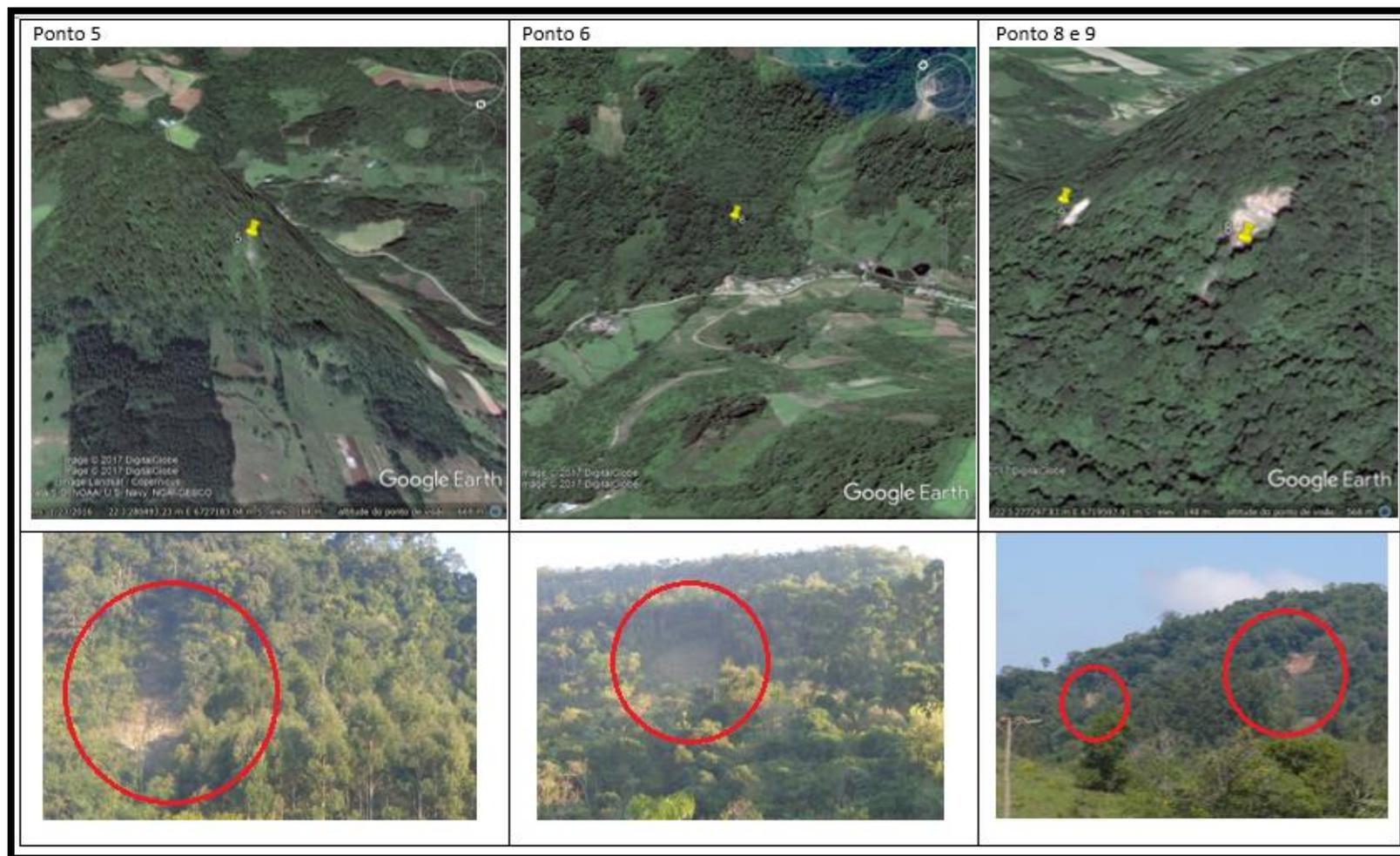
✓ 3º - Escorregamento Planar:

São processos rápidos que deixam cicatrizes retilíneas de solos expostos. Foram identificados em maior quantidade e estão localizados em áreas de declividades acentuadas tendo seu início no topo das encostas (Figura 22). São processos rasos associados a presença de colúvios/tálus sobre rochas alteradas de origem sedimentar (arenitos).

A vegetação é predominantemente arbórea á arbustiva em porte de média a alta. A drenagem natural em condições satisfatória (água fluindo do sistema), o relevo é escarpado em vertentes côncavo-divergentes (ponto 5), côncavo-convergente (ponto 6), convexos-convergente (ponto 8 e 9). As superfícies de ruptura de todos os escorregamentos se dão no contato do colúvio com a rocha alterada.

Percebe-se que os processos tem início no contato nas rochas vulcânicas com as sedimentares, o que pode ser explicado pela maior disponibilidade de água nestes locais.

Figura 22 - Mosaico: Movimento de Massa - tipo: Escorregamento Planar - Pontos 5, 6, 8 e 9.



Fonte: Google Earth – BEHLING (2016)

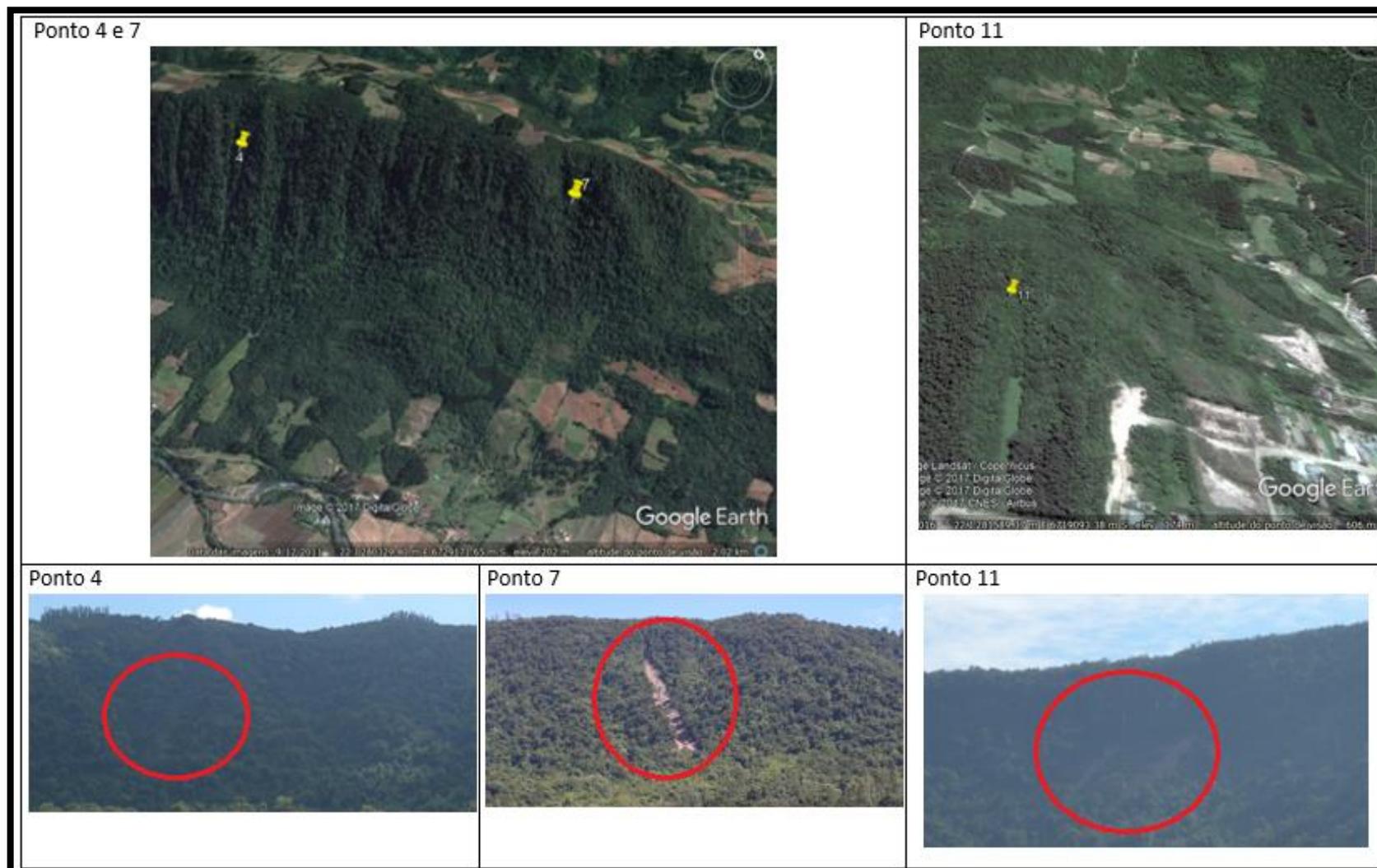
✓ 3º - Corrida de Detrito e Escorregamento Planar.

Os processos classificados como corridas de detritos estão associados a escorregamentos planares isto é, iniciam como escorregamentos e depois encontram um curso de água de primeira ordem onde se encaixam e por meio dos quais os detritos descem pela encosta. São processos rápidos, restritos aos cursos de água onde mobilizam um certo volume de material que nesta região, não são muito significativos. Depositam uma variedade de materiais em sua área de dissipação como: blocos de rocha (vulcânicas), finos como areias, siltes e argilas, galhos de árvores etc.

Iniciam em áreas bastante declivosas e de grande altitude, o que justifica o difícil acesso a estes locais sendo possível somente avaliar o material já depositado (Figura 23).

A drenagem é natural, o relevo é escarpado, sua vertente são côncavo-convergente (onde ocorrem as corridas de detritos). O início do processo se dá pelo aparecimento de um escorregamento planar numa vertente convexo-divergente que está ligada lateralmente a uma vertente côncavo-convergente, onde passa à ocorrer as corridas de detrito.

Figura 23 - Mosaico: Movimentos de Massa - tipo: Escorregamento Planar e Corrida de Detrito - Pontos 4, 7 e 11.



Fonte: Google Earth – BEHLING (2017)

Os processos identificados em campo e descritos utilizando-se o laudo de vistoria, foram locados nos diferentes mapas temáticos que representam os fatores que condicionam os movimentos de massa, procurando identificar de que forma eles contribuem para que os eventos ocorram.

4.3 FATORES CONDICIONANTES AOS MOVIMENTOS DE MASSA

A seguir é exposta a descrição e caracterização das variáveis relativas ao relevo e geologia (solo, geologia) para definir os fatores condicionantes dos movimentos de massa no município de Agudo – RS.

4.3.1 Geologia - Litologia

A litologia encontrados na área de estudo fazem parte da Província do Paraná, Grupos Rosário do Sul (Formações Santa Maria e Caturrita) e São Bento (Formações Botucatu e Serra Geral). Da base para o topo da sequência são encontrados os seguintes litotipos: lamitosossilíferos da Formação Santa Maria, arenitos conglomeráticos e lamitos da Formação Caturrita, arenitos da Formação Botucatu e rochas vulcânicas Formação Serra Geral. Ao longo dos cursos de água ocorrem os depósitos mais recentes, aluvio-coluvionares (Figura 24).

Os lamitos da Formação Santa Maria são vermelhos, maciços ou com laminação, com concreções e vertebrados fósseis. Ocorrem intercalações lenticulares de camadas argilosas esbranquiçadas e endurecidas, com espessura de até 30 cm, com laminação horizontal relacionado a ambientes lacustre temporários de canais efêmeros. Essa litologia, encontrada na parte centro-oeste do município, é de grande importância para a região, pois foram encontrados nela diversos fósseis de vertebrados, o que coloca região como um atrativo paleontológico (SCHIRMER, 2012).

As litologias da Formação Caturrita caracterizam-se por arenitos finos, cor branca, lenticulares, maciços e com laminação horizontal e cruzada acanalada de médio e grande porte, com sua formação associada a canais fluviais, lençóis de areia e barra de pontal (depósito em curvas de rios antigos).

Essa litologia encontra-se na área de base do Rebordo do Planalto, em altitudes acima de 80 metros, podendo atingir cotas altimétricas de 280 metros desde o centro do município até o extremo norte (noroeste) e ao sul (sudeste).

Os arenitos eólicos da Formação Botucatu ocorrem acima do arenito fluvial e acima da primeira camada de derrame, com comportamento intertrápico. São constituídos por grãos bem selecionados e dispostos em estratos cruzados de alto ângulo formando “sets” bastante longos. Ocorrem nas porções centro oeste e centro se encontra a litologia denominada arenito eólico da Formação Botucatu.

As rochas vulcânicas da Formação Serra Geral, apresentam composição básica e ácida, identificadas na forma de patamares nas encostas dos vales. A sequência básica é composta predominantemente por basaltos, andesitos e basaltos com vidro vulcânico. Já as ácidas compreendem os basaltos pórfiros, dacitos e riódacitos (SCHIRMER, 2012). No município estas rochas capeiam as sedimentares, em porções mais elevadas, principalmente na sua porção centro e nordeste.

Os depósitos recentes representam as áreas de acumulação da planície de inundação, formando pequenas faixas de deposição próximas aos cursos da água, predominando a fração areia quartzosa com grânulos e seixos de rochas vulcânicas. O relevo associado está representado por uma topografia plana com predomínio de rampas com declividades inferiores a 5% onde altimetria é inferior a 80m (SCHIRMER, 2012). Associados a estes podem ocorrer depósitos de colúvio que correspondem a materiais que foram transportados ao longo da encosta e que podem se associar aos depósitos aluvionares ou então, como na maior parte da porção de rebordo, recobrir a encosta. São materiais inconsolidados de cor marrom, areno-siltosos a silto-argilosos, com blocos de rocha em menor quantidade.

A maior parte das ocorrências de movimentos de massa estão associadas à locais onde se encontram a Formação Serra Geral e Caturrita, localizados em taludes de cortes de estradas e encostas naturais. Os eventos que se localizam na Formação Serra Geral, se caracterizam como quedas e escorregamento em cunha, já os que ocorrem na Formação Caturrita são os rastejos, escorregamentos planares e corridas de detritos.

Na Tabela 3, encontram-se os movimentos de massa observados em campo e seus respectivos aspectos litológicos. Devido a escala do mapa, nem todos os pontos corresponderam as litologias identificadas em campo, principalmente os escorregamentos planares e corridas de detritos (pontos 4,6 e 7) que tem início no contato das rochas vulcânicas com as sedimentares.

Vale ressaltar que os processos como rastejo, escorregamentos rotacionais e planares, e corridas de detritos tem uma forte relação com a presença de material

coluvionar recobrando as encostas. Estes materiais não são individualizados no mapa litológico, porém, são perfeitamente identificados em campo.

Os colúvios são compostos de blocos de rocha ígneas e até mesmo sedimentares, com matriz areno-siltosa a argilosa é pouco espesso (principalmente em áreas de declividade acentuada) e na maioria das vezes se encontra sobre um solo residual raso (escorregamentos planares e corridas de detritos) ou até mesmo sobre solos residual mais espesso e rocha sedimentar alterada (escorregamentos circulares).

A diferença de permeabilidade do colúvio (que é maior) para o solo residual e/ou rocha alterada (menor) possibilita que a água escoe no contato destes materiais, originando uma superfície de ruptura devido à queda da resistência ao cisalhamento pela poropressão. Este fato corrobora Silveira (2003), que destaca que a infiltração da água no interior do talude causa aumentos significativos de poropressão, diminuindo a resistência ao cisalhamento dos materiais levando a sua.

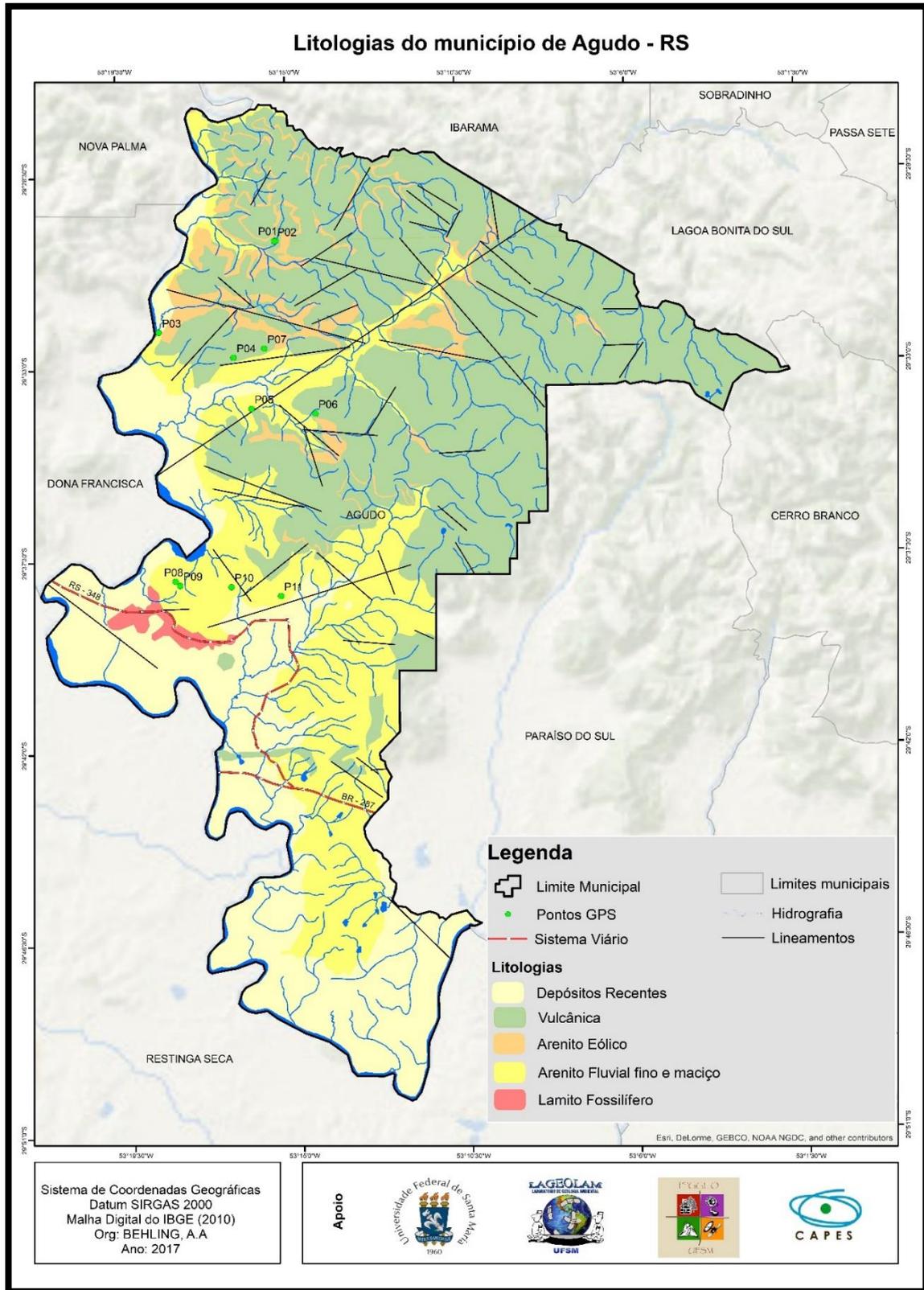
Importante ressaltar que os laudos se sobrepõem aos mapas, pelo fato de se visualiza o evento à campo, e assim fazer uma análise mais detalhada do mesmo.

Tabela 3 - Formação Litológica dos movimentos de massa, assinalados os resultados que há correspondência entre os dados de campo e laudo.

Pontos	Processos	Formações Mapas	Formações Laudos
1	Queda	Vulcânica	Vulcânica
2	Escorregamento em Cunha	Vulcânica	Vulcânica
3	Escorregamento Rotacional/Rastejo	Arenito fluvial fino e maciço	Sedimentar
4	Escorregamento Planar/Corrida de Detrito	Vulcânica	Sedimentar
5	Escorregamento Planar	Arenito fluvial fino e maciço	Sedimentar
6	Escorregamento Planar	Vulcânica	Sedimentar
7	Escorregamento Planar/Corrida de Detrito	Vulcânica	Sedimentar
8	Escorregamento Planar	Arenito fluvial fino e maciço	Sedimentar
9	Escorregamento Planar	Arenito fluvial fino e maciço	Sedimentar
10	Escorregamento Rotacional/Rastejo	Arenito fluvial fino e maciço	Sedimentar
11	Escorregamento Planar/Corrida de Detrito	Arenito fluvial fino e maciço	Sedimentar

Org: BEHLING (2017).

Figura 24 - Mapa de Formação Litológica do Município de Agudo.



4.3.2 Solo

Os solos que ocorrem no município de agudo são: Nitossolos, Argissolos brunos, Argissolos vermelhos, Neossolos e Planossolos (Figura 25).

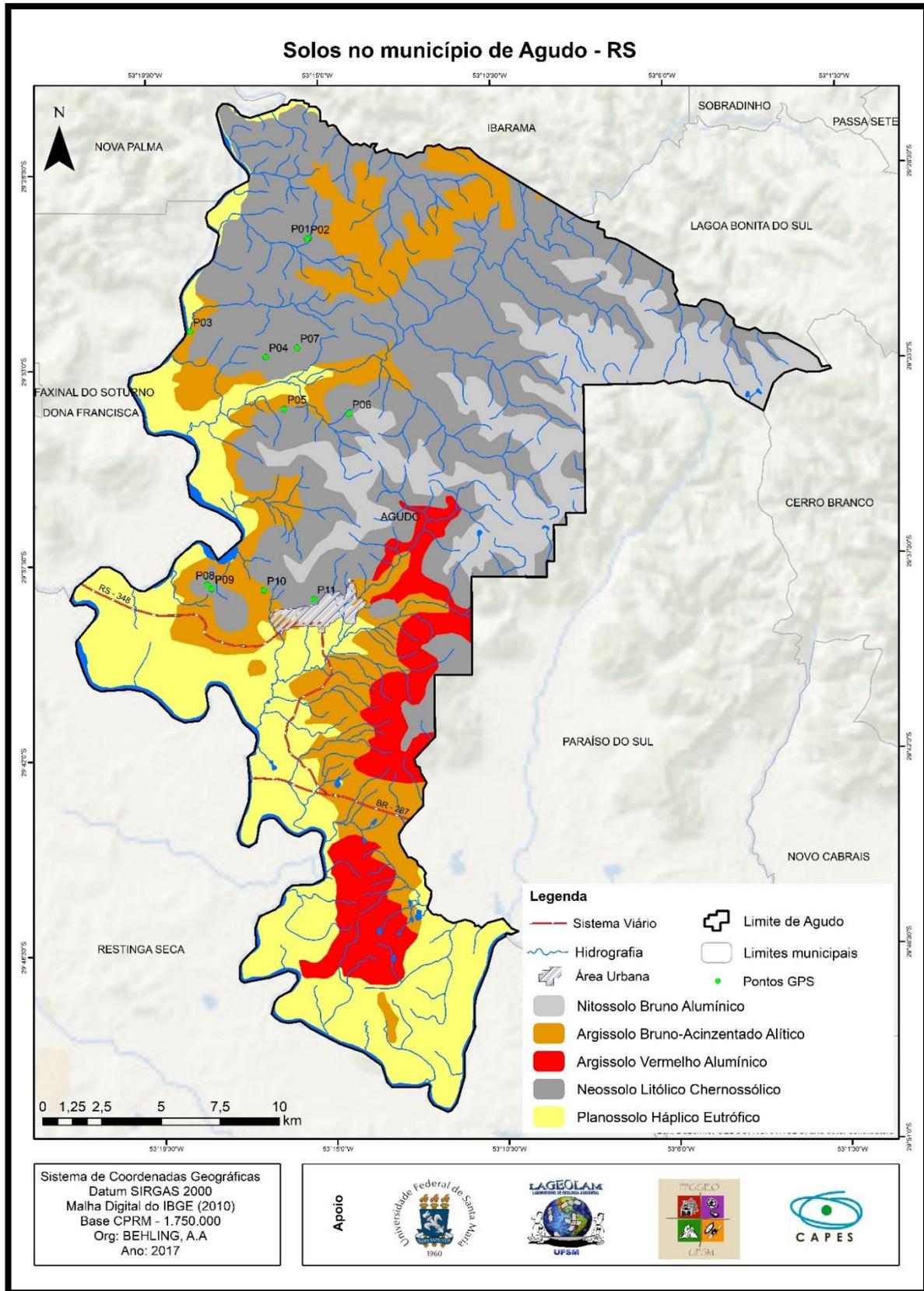
Os Nitossolos são solos profundos, apresentam no perfil uma sequência de horizontes A – B- C, onde o horizonte B é do tipo B nítico (STRECK, 2002). Estão localizados na porção leste e nordeste do município em porções mais altas relacionados as rochas vulcânicas.

Os Argissolos são solos geralmente profundos a muito profundos, de 1m a 2,5m, bem drenados, ocorrendo em relevo suavemente ondulado a ondulado. Possui diferentes características de coloração nos diversos níveis altimétricos encontrados. Encontram-se principalmente a sul do município e relacionados preferencialmente as rochas sedimentares. Conforme Schirmer (2012), quando ocorrem no rebordo do planalto, estão em patamares entre-escarpa, predominantemente sobre arenito eólico, apresentando coloração vermelho amarelado.

Os Neossolos são caracterizados como solos rasos, com horizonte A sobre a rocha alterada. No município ocorrem nas encostas de maior inclinação, que correspondem à área do rebordo do planalto e confundem-se com a rocha alterada ou saprolito.

Os Planossolos são imperfeitamente ou mal drenados, encontram-se em áreas de várzeas, com relevo plano e suave ondulado. Apresentam perfis com sequência de horizontes A – E – Bt – C, como o horizonte A e E de cor clara, ambos de textura mais arenosa, com mudança súbita para o horizonte Bt bem mais argiloso. No município eles se localizam em uma faixa abrangendo as porções, oeste, sudoeste e sul da área de estudo em locais de relevos planos, associados aos cursos de água e planícies aluviais.

Figura 25 - Mapa de Solos do Município de Agudo - RS.



Os processos de movimentos de massa ocorreram em dois tipos principais de solo: nos Neossolos (escorregamentos planares e corridas de detritos) e nos Argissolos (escorregamentos rotacionais).

Os escorregamentos e corridas de detritos que ocorreram nas encostas, em declividades acentuadas, estão relacionados ao contato do colúvio com o solo residual raso (Neossolos). Da mesma forma, os escorregamentos rotacionais que são comuns em solos mais espessos, ocorreram nos Argissolos. Na Tabela 4 encontra-se os solos e os processos identificados no município.

Tabela 4 - Solos dos pontos coletados no município de Agudo – RS.

Pontos	Processo	Solos
1	Queda	Neossolo Litólicos Chernossólicos
2	Escorregamento em Cunha	Neossolo Litólicos Chernossólicos
3	Escorregamento Rotacional/Rastejo	Argissolos Bruno-Acinzentado Alítico
4	Escorregamento Planar/Corrida de Detrito	Neossolo Litólicos Chernossólicos
5	Escorregamento Planar	Neossolo Litólicos Chernossólicos
6	Escorregamento Planar	Neossolo Litólicos Chernossólicos
7	Escorregamento Planar/ Corrida de Detrito	Neossolo Litólicos Chernossólicos
8	Escorregamento Planar	Neossolo Litólicos Chernossólicos
9	Escorregamento Planar	Neossolo Litólicos Chernossólicos
10	Escorregamento Rotacional/ Rastejo	Argissolos Bruno-Acinzentado Alítico
11	Escorregamento Planar/ Corrida de Detrito	Neossolo Litólicos Chernossólicos

Org: BEHLING (2017)

4.3.3 Hipsometria

As informações hipsométricas estabelecem uma visualização dos dados altimétricos do município, essencial para a sistematização dos diferentes compartimentos topográficos.

A hipsometria do município é marcada pela presença de altitudes menores de 100 a maiores de 600 metros. As altitudes inferiores de 100 metros correspondem a áreas planas junto à planície de inundação do Rio Jacuí, que se localiza longitudinalmente em toda parte oeste do município (desde do noroeste à sudoeste), bem como em áreas próximas aos arroios. O mapa hipsométrico da Figura 26 apresenta a distribuição das altitudes do município de Agudo.

As altitudes situadas entre 100 a 200 metros correspondem a áreas onduladas localizadas na porção central do município. Já as de 300 a 400 metros se localizam na

parte norte, associadas as áreas de morros e morrotes. As altitudes de 500 à 600 metros se encontram na parte norte, local de transição da depressão central com o planalto.

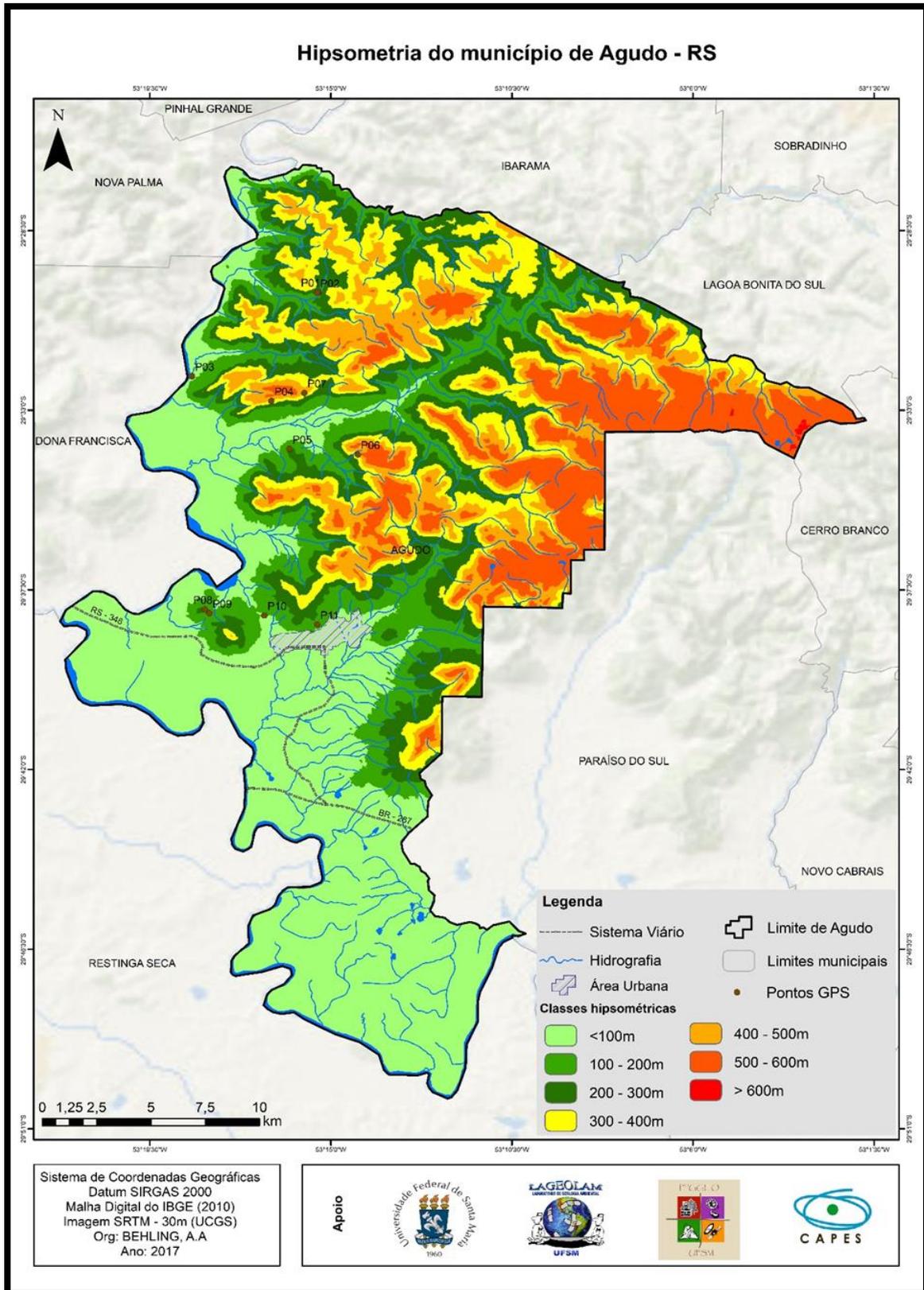
Na tabela 5 visualiza-se os processos, a faixa altimétrica e a altitude exata de cada processo. Se verifica ocorrências entre as cotas de 64 a 429 metros sendo que nas mais baixas ocorrem os rastejos e escorregamentos rotacionais junto as margens dos cursos de água (ponto 3 por exemplo). Os escorregamentos planares e corridas de detritos ocorrem distribuídos nas altitudes de 150 a 459 metros.

Tabela 5: Altitude dos pontos coletados do município de Agudo – RS.

Ponto	Faixa Altimétrica	Processo	Altitude do ponto
01	200-300	Queda	202 m
02	200-300	Escorregamento em Cunha	219 m
03	<100	Escorregamento Rotacional/Rastejo	64 m
04	300-400	Escorregamento Planar/Corrida de Detrito	391 m
05	200-300	Escorregamento planar	201 m
06	400-500	Escorregamento Planar	402 m
07	400-500	Escorregamento Planar/ Corrida de Detrito	429 m
08	200-300	Escorregamento Planar	226 m
09	100-200	Escorregamento Planar	159 m
10	<100	Escorregamento Rotacional/ Rastejo	88 m
11	100-200	Escorregamento Planar/ Corrida de Detrito	151 m

Org: BEHLING (2017)

Figura 26 - Mapa Hipsométrico do Município de Agudo - RS.



4.3.4 Declividade

A declividade constitui um dos atributos mais importantes na análise do relevo para o estudo da dinâmica e dos processos na natureza. Desta forma as declividades da área de pesquisa podem ser observada na figura 27.

As áreas de baixa declividade (<5%) ocorrem associadas às planícies da Depressão Periférica, corresponde a áreas de relevo plano de baixas altitudes, junto à rede de drenagem.

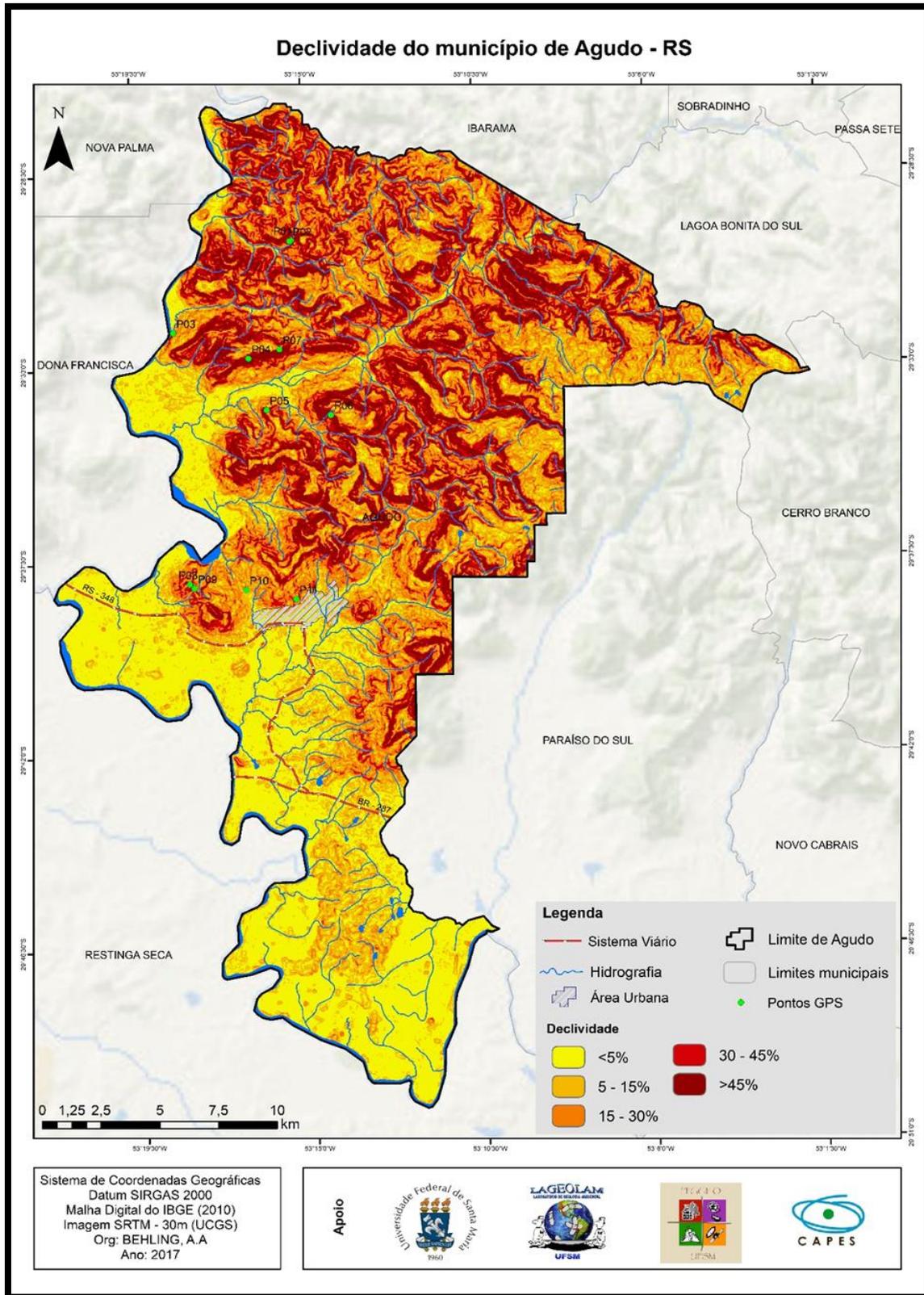
Já as áreas de declividade acentuada (30 - 45% ou acima de 45%) encontram-se no Rebordo do Planalto, zona de ruptura do relevo e onde iniciam os processos de escorregamentos planares e corridas de detritos, porção centro, norte e nordeste do município.

As declividades situadas entre 5 a 15%, destacam-se na porção central do município, sendo que não se identificaram movimentos de massa nesta faixa de declividade. Já na faixa de 15 a 30% que se distribui longitudinalmente de norte ao sul, e no oeste do município, constatou-se movimentos associados a cortes de estradas. Na Tabela 6 encontra-se o processo, a faixa de declividade e a declividade exata do ponto.

Tabela 6 - Declividade dos pontos coletados do município de Agudo - RS.

Pontos	Processo	Declividade Mapa	Declividade Exata
1	Queda	> 45%	58,35%
2	Escorregamento em Cunha	> 45%	47,70%
3	Escorregamento Rotacional/Rastejo	15- 30%	29,46%
4	Escorregamento Planar/Corrida de Detrito	>45%	86,67%
5	Escorregamento Planar	> 45%	65,50%
6	Escorregamento planar	>45%	89,19%
7	Escorregamento Planar/ Corrida de Detrito	> 45	68,07%
8	Escorregamento Planar	30 – 45%	39,13%
9	Escorregamento Planar	15 – 30%	26,90%
10	Escorregamento Rotacional/ Rastejo	15 – 30%	18,77%
11	Escorregamento Planar/ Corrida de Detrito	30 – 45%	42,21%

Figura 27 - Mapa de Declividade do Município de Agudo - RS.

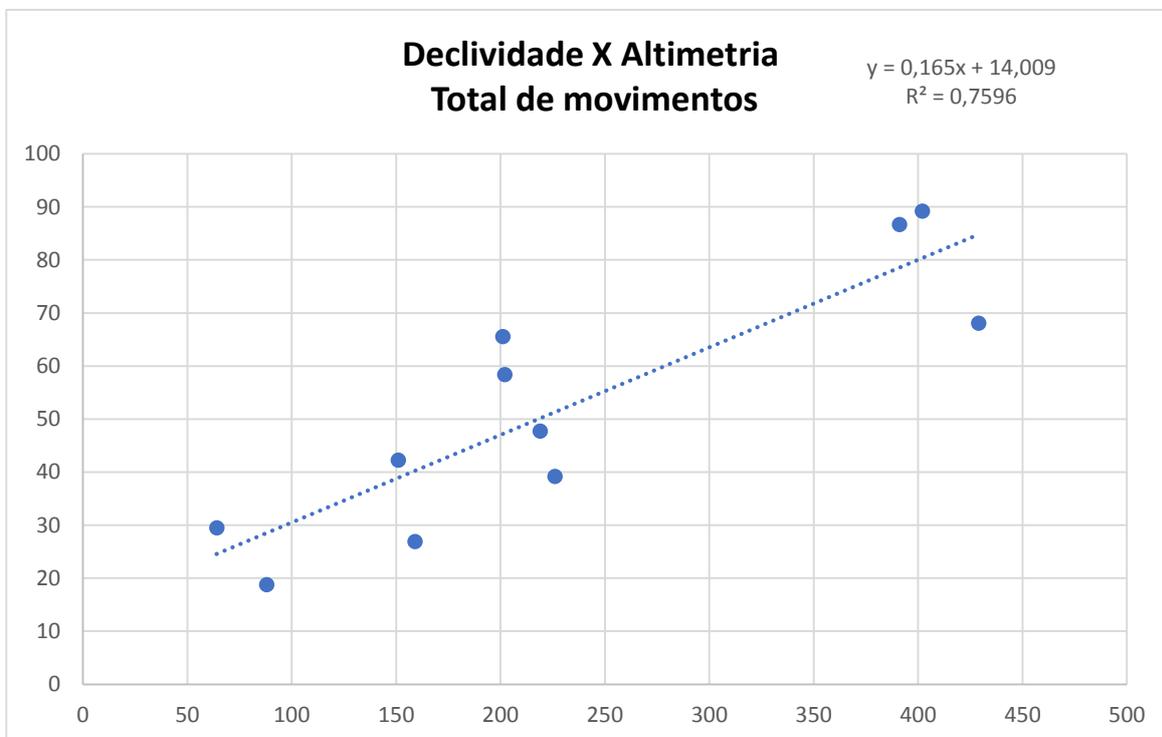


Org: BEHLING (2017)

Desta forma, se destaca que os rastejos e escorregamentos rotacionais ocorrem em declividade que variam de 15 a 30%. Já os escorregamentos planares ocorrem desde 15 a mais que 45%: 15 a 30%, 30-45% e maior que 45%. Comumente os escorregamentos planares, juntamente com as corridas de detritos se associaram em declividades mais acentuadas, maiores que 45%.

Procurando avaliar se havia uma correlação entre altimetria e declividade para os diferentes processos foram elaborados os diagramas das Figura 28 e 29, utilizando seus valores absolutos.

Figura 28 - Relação entre declividade e altimetria para o total de movimentos.

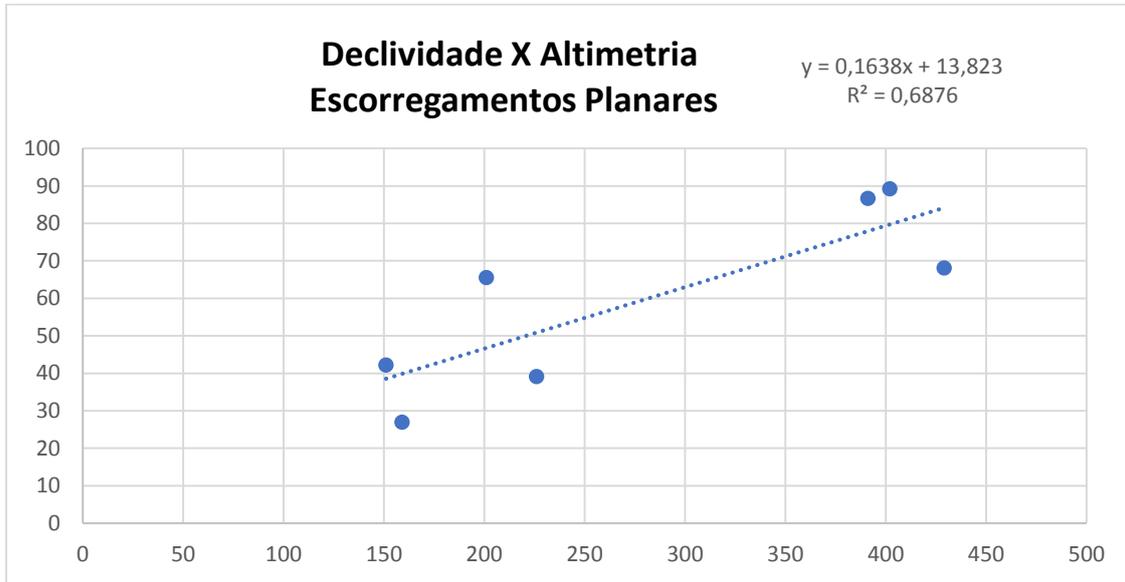


Org: BEHLING (2017)

A correlação entre declividade e altimetria para o total dos movimentos apresentou uma boa correlação, no valor de 0,7596. Quando se fez a correlação destas duas variáveis somente para os escorregamentos planares, a correlação ficou menor (0,6876) conforme o gráfico da Figura 29. Isto se justifica pelo fato de que os escorregamentos planares ocorrem em diferentes altitudes, sendo que, os pontos 9 e 11 ocorrem nas cotas 159 e 151 metros respectivamente (as mais baixas) e, conseqüentemente, em

declividades baixas também (26,9 e 42,9%) correspondendo a base do Rebordo do Planalto.

Figura 29 - Relação entre declividade e altimetria para escorregamentos planares.

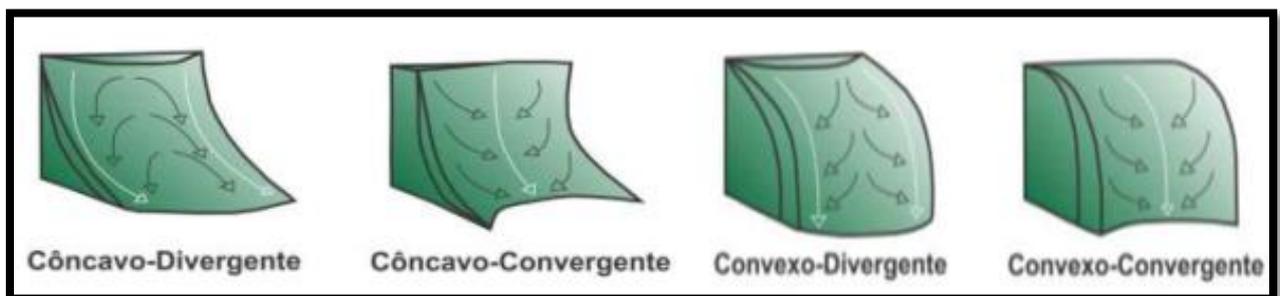


Org: BEHLING (2017)

4.3.5 Forma da Vertente

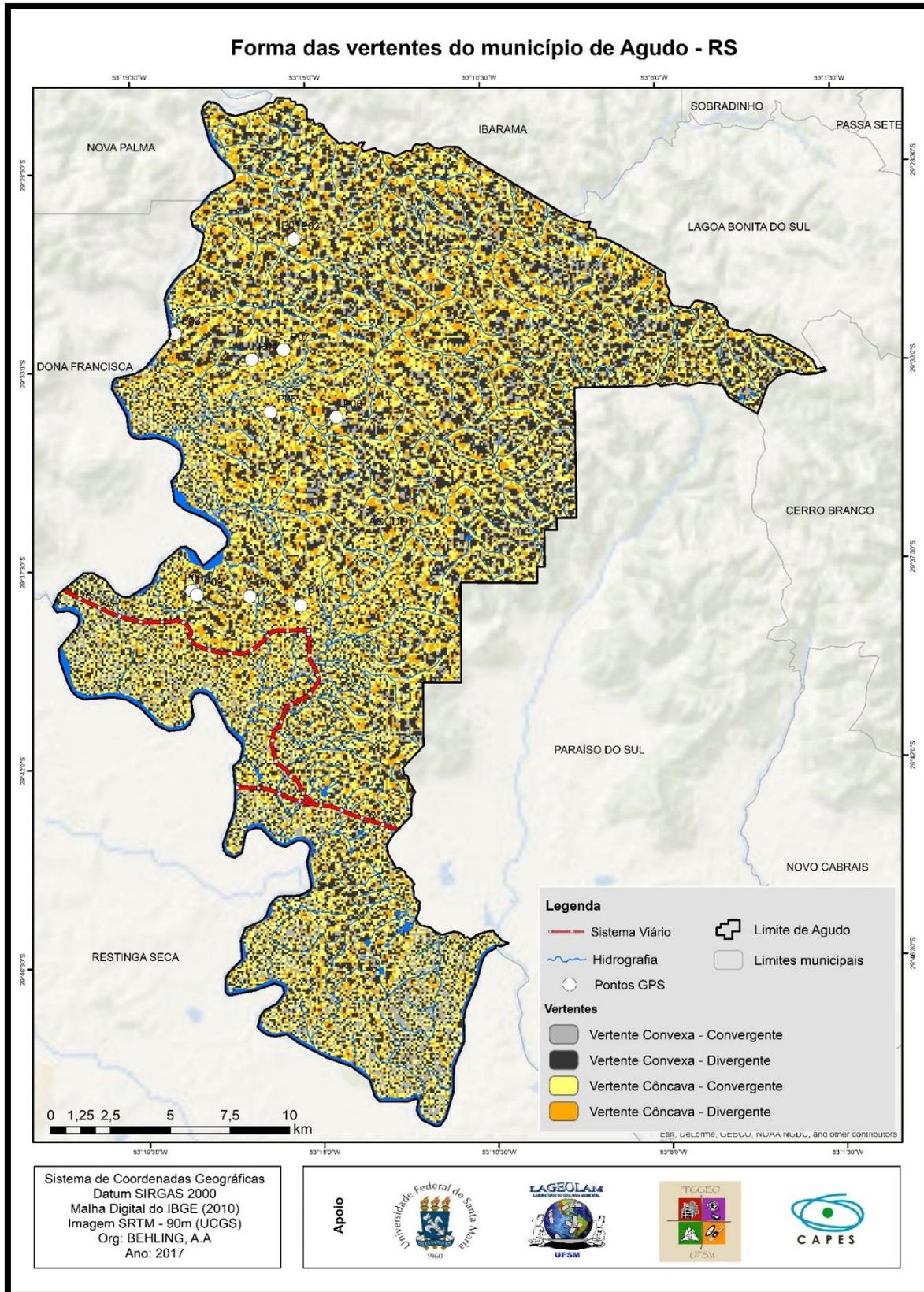
Os perfis e planos de curvatura (Côncavo – Divergente e Convergente e Convexo - Divergente e Convergente) estão distribuídos por toda a área do município de Agudo (Figura 31) conforme pode ser visto na Figura 30.

Figura 30: Representação dos perfis e planos de curvatura das vertentes, com a direção de fluxo superficial.



Fonte: Knierin (2015), adaptado de Hugget (1975).

Figura 31 - Forma das vertentes do Município de Agudo - RS.



Foram comparadas as classificações das vertentes no mapa com o laudo de campo e houveram algumas disparidades principalmente em relação ao plano de curvatura das vertentes. Os escorregamentos planares e corridas de detritos ocorrem em vertentes cujo perfil é predominantemente côncavo e plano de curvatura convergente o que corrobora autores como Scooti et. al Robaina e Trentin (2016) destacam que planos de curvatura convergentes proporcionam a concentração e acúmulo de água que podem, conseqüentemente, facilitar a ruptura.

Já os escorregamentos rotacionais ocorrem em vertentes de perfil côncavo e plano de curvatura convergente, perfeitamente justificável pelo acúmulo de água em da base da vertente. Nestes processos houve uma diferença na classificação do plano de curvatura da vertente no mapa (divergente) e no campo (convergente). Isto pode ser explicado pela escala do mapa que avalia a vertente de forma mais abrangente, diferente do campo que avalia a vertente no local da ruptura, onde seu plano já se encontra modificado pelo processo. Esta mesma explicação vale para as diferenças de avaliação dos planos de curvatura para os escorregamentos planares e corridas de detritos. A Tabela 7 mostra a classificação das vertentes no mapa e no campo.

Tabela 7 - Formas de vertentes dos movimentos de massa, assinalados os resultados que há correspondência entre os dados de campo e laudo

Ponto	Processo	Curvaturas - Mapa	Curvatura - Laudo
01	Queda	Côncavo – Divergente	Côncavo - Divergente
02	Escorregamento em Cunha	Convexo – Divergente	Convexo - Divergente
03	Escorregamento Rotacional/Rastejo	Côncavo – Divergente	Côncavo - Convergente
04	Escorregamento Planar/Corrida de Detrito	Convexo – Convergente	Côncavo - Convergente
05	Escorregamento Planar	Côncavo – Divergente	Côncavo - Divergente
06	Escorregamento Planar	Côncavo – Convergente	Côncavo - Convergente
07	Escorregamento Planar/Corrida de Detrito	Convexo – Divergente	Côncavo - Convergente
08	Escorregamento Planar	Convexo – Divergente	Convexo- Convergente
09	Escorregamento Planar	Côncavo – Divergente	Côncavo – Divergente
10	Escorregamento Rotacional/Rastejo	Côncavo – Divergente	Côncavo - Convergente
11	Escorregamento Planar/Corrida de Detrito	Convexo – Divergente	Convexo - Convergente

4.3.6 Uso e ocupação

Grande parte da população do município reside na área rural, onde a maioria dos processos de movimentos de massa foram identificados. Predomina a agricultura familiar com a produção de fumo ao norte e ao sul, nas áreas de inundação do rio Jacuí, o arroz.

As áreas íngremes muitas vezes são utilizadas para a produção de cultivos de alimentos para os seus consumos e/ou para a venda, sendo que nestes locais ocorrem a retirada da vegetação arbórea, para o desenvolvimento da agricultura. O mapa de uso e ocupação do município pode ser visto na Figura 32.

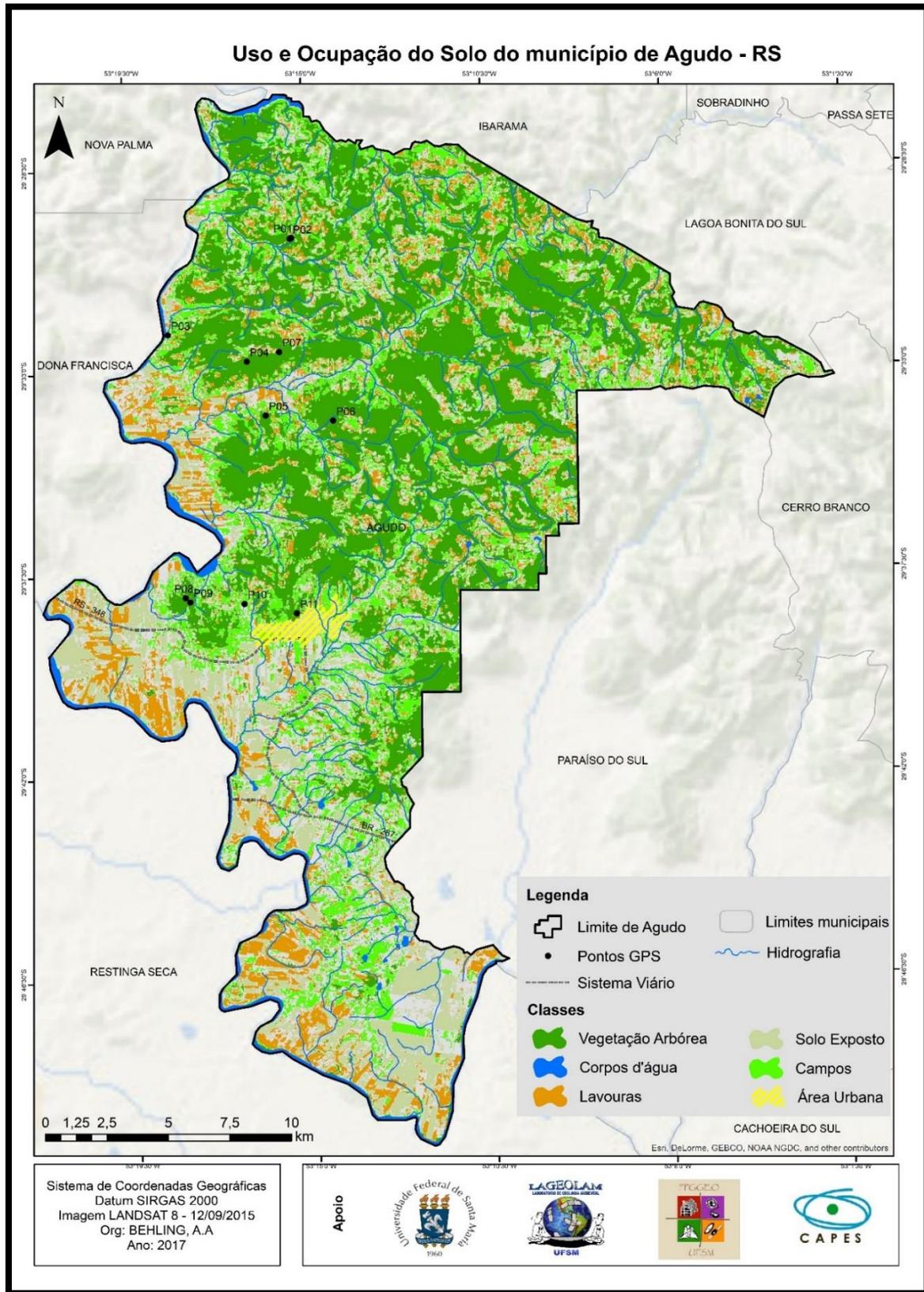
Há uma grande área em que predomina a vegetação arbórea, associada a declividades acentuadas do rebordo do planalto. Nas áreas de rebordo ocorrem também, em menor proporção, lavouras e solos expostos. Nas áreas de planície aluvial e de declividades mais baixas são encontradas as lavouras e solos expostos.

Na Tabela 8, estão resumidos as formas de uso e ocupação e os processos que foram identificados. Pode-se observar que a grande maioria de eventos de escorregamentos planares e corridas de detritos se deram em áreas de Vegetação Arbórea. Já os processos de menor magnitude e lentos ocorrem em áreas com o relevo ondulado á escarpado, áreas de utilização de campo para a produção de gado, denominados como movimentos de rastejo e escorregamentos rotacionais.

Tabela 8 - Formas de Uso e Ocupação dos pontos coletados no município de Agudo – RS.

Pontos	Processo	Formas de uso e Ocupação
1	Queda	Vegetação Arbórea
2	Escorregamento em Cunha	Vegetação Arbórea
3	Escorregamento Rotacional/Rastejo	Campo
4	Escorregamento Planar/Corrida de Detrito	Vegetação de Arbórea
5	Escorregamento Planar	Vegetação de Arbórea
6	Escorregamento Planar	Vegetação de Arbórea
7	Escorregamento Planar/Corrida de Detrito	Vegetação de Arbórea
8	Escorregamento Planar	Vegetação Arbórea
9	Escorregamento Planar	Vegetação Arbórea
10	Escorregamento Rotacional/ Rastejo	Campo
11	Escorregamento Planar/Corrida de Detrito	Vegetação Arbórea

Figura 32 - Uso e Ocupação do Solo do Município de Agudo - RS.



Org: BEHLING (2017).

4.4 DEFINIÇÃO DOS FATORES CONDICIONANTES DOS MOVIMENTOS DE MASSA NO MUNICÍPIO DE AGUDO – RS.

Foram analisados os fatores geológicos, solos, geomorfológicos e de uso e ocupação para que se pudesse definir aqueles que contribuem para que os processos de movimentos de massa ocorram no município.

Iniciando a avaliação das unidades litológicas (Tabela 9), vê-se que os processos de rastejo, escorregamentos rotacionais, planares e corridas de detritos ocorrem em rochas sedimentares do Rebordo do Planalto (9 eventos). Os dois eventos de queda e escorregamentos em cunha estão localizados nas rochas vulcânicas. Para além do tipo de rocha, o principal material envolvido, na grande maioria dos eventos, são os colúvios que correspondem aos materiais mobilizados em todos os processos de escorregamentos planares e corridas de detritos. A superfície de cisalhamento destes processos se materializa no contato do colúvio com o solo residual ou rocha sedimentar alterada.

Da mesma forma vale ressaltar que, para os escorregamentos planares e corridas de detritos que derivam destes, o contato entre as rochas sedimentares e os derrames vulcânicos são o ponto de deflagração (início) dos processos por ser um local onde há fluxo de água.

Tabela 9 - Formação Litológica - assinalado o resultado que apresentam o maior número de Movimentos de Massa no município de Agudo - RS.

Unidade Litológicas	Número de Movimentos Laudo
Depósitos recentes	-
Vulcânica	02
Arenito Eólico	06
Arenito fluvial fino e maciço	03
Lamito Fossilífero	-

Org: BEHLING (2017)

Em relação aos solos, os escorregamentos planares e corridas de detritos predominam nos Neossolos já que este tipo de solo se encontra em áreas de declividade mais acentuada. Já os rastejos e escorregamentos rotacionais ocorrem nos Argissolos que são mais espessos. Nestes últimos, a superfície de ruptura se dá no contato do solo com a rocha alterada, porém, pode-se observar rupturas circulares mais rasas, no contato

do colúvio (pouco espesso) com o solo. O número dos movimentos de massa para cada tipo de solos encontra-se abaixo na Tabela 10.

Tabela 10 - Solos - assinalado o resultado que apresentam o maior número de Movimentos de Massa no município de Agudo – RS

Solos	Números de Movimentos
Neossolos Bruno Alumínico	-
Argissolos Bruno-Acinzentado	02
Argissolo Vermelho Alumínico	-
Neossolo Litólicos Chernossólicos	09
Planossolo Háptico Eutrófico	-

Org: BEHLING (2017)

A Tabela 11 mostra o número de processos por classes de altitude, bem como a altitude absoluta do ponto. Percebe-se que os processos estão distribuídos em quase todas as classes de altimetria, com uma maioria na de 200 a 300 metros (escorregamentos planares e corridas de detritos), ocorrendo até 500 metros de altitude (corridas de detritos).

Tabela 11 - Altitude - assinalado o resultado que apresentam o maior número de Movimentos de Massa no município de Agudo - RS.

Altitude	Números de Movimentos	Altitude Exata
<100	02	64 m
		88 m
100-200	02	151 m
		159 m
200-300	04	201 m
		202 m
		219 m
		226 m
300-400	01	391 m
400-500	02	402 m
		429 m
500-600	-	-
>600	-	-

Org: BEHLING (2017)

As declividades envolvidas nos processos podem ser vistas na tabela 12 onde se vê que ocorrem movimentos a partir de 15% até maiores que 45% (a maioria deles), principalmente os escorregamentos planares e corridas de detritos.

Os escorregamentos planares ocorrem em declividades superiores a 26% (hipsometria de 159m) até 89% quando a hipsometria alcança 402 metros. Já os escorregamentos planares associados as corridas de detritos ocorrem desde os 151m com declividade de 42% até 429 metros com declividade de 68%, podendo a declividade atingir 86% na hipsometria de 391 metros.

Tabela 12: Declividade - assinalado o resultado que apresentam o maior número de Movimentos de Massa no município de Agudo - RS.

Declividade Mapa	Número de Movimentos	Declividade Exata
<5%	-	-
5- 15%	-	-
15 – 30%	03	18,77%
		26,90%
		29,46%
30 – 45%	02	39,13%
		42,21%
>45%	06	47,70%
		58,35%
		65,50%
		68,07%
		86,67%
		89,19%

Org: BEHLING (2017)

Na Tabela 13, se encontra o perfil e o plano de curvatura das vertentes. Percebe-se que os processos ocorrem predominantemente em perfis côncavos (laudo) e planos convergentes pois, em campo, se descreve a forma da vertente após o processo de ruptura (considerando as cicatrizes), isto é, já modificada. Os perfis côncavos e planos de curvatura convergentes indicam convergência do fluxo de água tanto superficial quanto subterrânea facilitando a ruptura.

Tabela 13 - Perfil e Plano de curvatura das vertentes - assinalado o resultado que apresentam o maior número de Movimentos de Massa no município de Agudo - RS.

Perfil da Vertente	Números de Movimentos Mapa	Número de Movimento Laudo	Plano da Vertente	Números de Movimentos Mapa	Número de Movimento Laudo
Convexa	05	03	Convergente	02	07
Côncava	06	08	Divergente	09	04

Org: BEHLING (2017)

As formas de uso e ocupação no município são variadas como se vê na tabela 14, porém se destaca a classe de Vegetação Arbórea para os processos de Escorregamentos Planares e Corridas de Detritos. Já os movimentos localizados em áreas de campo, são movimentos lentos como os rastejos, onde o uso é predominantemente criação de gado o que intensifica os processos nestes locais devido ao pisoteio sempre em direções preferenciais.

Tabela 14 - Uso e Ocupação - assinalado o resultado que apresentam o maior número de Movimentos de Massa no município de Agudo - RS.

Uso e Ocupação	Número de Movimentos
Vegetação Arbórea	09
Corpos D`água	-
Lavoura	-
Solo Exposto	-
Campo	02
Área Urbana	-

Org: BEHLING (2017)

O Quadro 11 apresenta de forma resumida os fatores condicionantes dos processos avaliados nesta dissertação.

No município de Agudo a maioria dos processos avaliados nesta dissertação correspondem a escorregamentos planares e escorregamentos planares com corridas de detritos. Os fatores que condicionam estes movimentos estão relacionados primeiramente a declividade (entre 26% e 89%), presença de material coluvionar recobrimdo a encosta (sobre neossolo raso ou rocha sedimentar alterada) e forma de perfil e plano de curvatura das vertentes predominantemente côncavo-convergente ou côncavo-divergente o que demonstra que há uma concentração do fluxo de água que facilita o surgimento dos

processos. A hipsometria pode ser considerada como condicionante somente balizando a altimetria a partir da qual os processos começam a ocorrer (cicatrizes) que seria acima de 151m, correspondendo ao pé da área do Rebordo do Planalto e ao início da encosta com declividades acentuadas (patamares relacionada as litologias). Já a vegetação mostrou-se sempre a mesma (arbórea) e neste caso, não pode ser considerada como fator condicionante, isto é determinante para que o processo ocorra.

Quadro 11 - Correlação dos Fatores Controladores dos Movimentos de Massa no Município de Agudo - RS.

Movimento	Nº Ponto	Altitude	Vertente	Vertente Laudos	Declividade	Declividade do Processo	Litologia Mapa	Litologia Laudo	Solo	Uso e Ocupação
Queda	1	202 m	Côncavo - Divergente	Côncavo - Divergente	> 45%	58,35%	Vulcânica	Vulcânica	Neossolo Litólicos Chernossólicos	Vegetação Arbórea
Escorregamento em Cunha	2	219 m	Convexo - Divergente	Convexo - Divergente	> 45%	47,70%	Vulcânica	Vulcânica	Neossolo Litólicos Chernossólicos	Vegetação Arbórea
Escorregamento Rotacional/Rastejo	3	64 m	Côncavo - Divergente	Côncavo - Convergente	15- 30%	29,46%	Arenito fluvial fino e maciço	Sedimentar	Argissolos Bruno-Acinzentado Alítico	Campo
Escorregamento Rotacional/Rastejo	10	88 m	Côncavo - Divergente	Côncavo - Convergente	15 - 30%	18,77%	Arenito fluvial fino e maciço	Sedimentar	Argissolos Bruno-Acinzentado Alítico	Vegetação de Arbórea
Escorregamento Planar	5	201 m	Côncavo - Divergente	Côncavo - Divergente	> 45	65,50%	Arenito fluvial fino e maciço	Sedimentar	Neossolo Litólicos Chernossólicos	Vegetação de Arbórea
Escorregamento Planar	6	402 m	Côncavo - Convergente	Côncavo - Convergente	> 45%	89,19%	Vulcânica	Sedimentar	Neossolo Litólicos Chernossólicos	Vegetação Arbórea
Escorregamento Planar	8	226 m	Convexo - Divergente	Convexo - Convergente	30 - 45%	39,13%	Arenito fluvial fino e maciço	Sedimentar	Neossolo Litólicos Chernossólicos	Vegetação de Arbórea
Escorregamento Planar	9	159 m	Côncavo - Divergente	Côncavo - Divergente	15 - 30%	26,90%	Arenito fluvial fino e maciço	Sedimentar	Neossolo Litólicos Chernossólicos	Vegetação Arbórea
Escorregamento Planar/Corrida de Detrito	4	391 m	Convexo - Convergente	Côncavo - Convergente	>45%	86,67%	Vulcânica	Sedimentar	Neossolo Litólicos Chernossólicos	Vegetação Arbórea
Escorregamento Planar/Corrida de Detrito	7	429 m	Convexo - Divergente	Côncavo - Convergente	> 45	68,07%	Vulcânica	Sedimentar	Neossolo Litólicos Chernossólicos	Campo
Escorregamento Planar/Corrida de Detrito	11	151 m	Convexo - Divergente	Convexo - Convergente	30 - 45%	42,21%	Arenito fluvial fino e maciço	Sedimentar	Neossolo Litólicos Chernossólicos	Vegetação Arbórea

Org: BEHLING (2017).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O município de Agudo apresenta uma amplitude altimétrica de mais de 600m com declividades que variam desde menos que 5% junto a planície aluvial do rio Jacuí, até mais de 45% nas suas porções de amplitude mais levada. Porções de relevo de declividades elevadas formam o Rebordo do Planalto que, na região, é composto por rochas sedimentares de diferentes idades sobre as quais se desenvolvem solos rasos, comumente cobertos por colúvios. O Planalto propriamente dito é composto por rochas vulcânicas que, em alguns locais, contém *intertrap* de arenitos.

Percorrendo o município, foram identificados, com base nas suas cicatrizes, 11 processos de movimentos de massa sendo: 1 Queda, 1 Escorregamento em Cunha, 2 Escorregamentos Rotacionais/Rastejo, 4 Escorregamentos Planares e 3 Escorregamentos Planares com Corridas de Detritos.

Os processos de Queda e Escorregamentos em Cunha foram identificados em um corte de estrada, em rochas vulcânicas. Estes processos têm como fatores condicionantes as discontinuidades do maciço rochoso como disjunções horizontais e verticais e falhas. Eles ocorrem em toda a extensão da encosta em que se observa rochas vulcânicas e por isso, nesta pesquisa eles não foram o foco principal.

Os Escorregamentos Rotacionais/Rastejos foram identificados nas cotas mais baixas, associados a perfis de solos mais espessos, recobertos por colúvios. Os Rastejos são comuns ao longo de todo o município, associados a áreas com declividades superiores a 15% e recobertas por colúvios. Os Escorregamentos Rotacionais foram identificados em pontos onde houve erosão na base do talude (margem do curso de água) ou corte de estrada. A superfície de cisalhamento foi identificada como sendo o contato entre o solo residual e a rocha alterada e/ou solo residual e colúvio.

Os escorregamentos planares ocorrem em todas as classes altimétricas e este não parece ser um fator condicionante do processo, porém, todos eles estão em declividades superiores a 27% até 89% o que significa que a declividade tem um peso importante no processo. A maioria tem início no contato do basalto com as rochas sedimentares indicando que esta discontinuidade é importante por fornecer água ao sistema, gerando poropressão e diminuindo a resistência ao cisalhamento do material.

Um fator que é preponderante no processo é a presença de colúvio sobre os solos rasos e até mesmo sobre rocha alterada. A diferença de permeabilidade entre estes

materiais faz com que a água flua no contato, materializando uma superfície de cisalhamento retilínea e rasa.

As Corridas de Detritos são evoluções dos processos de Escorregamentos Planares e estão associadas a ele na mesma vertente por isso, os fatores condicionantes podem ser considerados os mesmos. O que se percebe é que, se a vertente em que ocorreu o escorregamento planar (convexo-convergente ou divergente) estiver associada lateralmente a uma vertente côncavo-convergente há a migração do processo de Escorregamento Planar para Corrida de Detritos.

A forma do plano de curvatura das vertentes é um fator condicionante do fluxo de água e que deve ser considerada como um dos mais importantes. Cabe ressaltar aqui que o fator escala influi grandemente nesta avaliação e foi onde foram encontradas as maiores diferenças entre a escala do mapa e a avaliação em campo. Na escala do mapa (1:50.000) o perfil e plano de curvatura não conseguem representar a forma da vertente do local do processo, principalmente por ele ser de pequena magnitude. Deve-se considerar também, que os processos modificam a forma da vertente original, por exemplo passando de divergente para convergente após a ruptura (como no caso dos Escorregamentos Rotacionais por exemplo).

Como a maioria dos processos se deu em áreas rurais, sem interferência antrópica, o uso e ocupação refere-se a área com Vegetação Arbórea, indicando que este não é um fator condicionante dos movimentos de massa avaliados.

De forma resumida podemos elencar os fatores que são condicionantes dos processos avaliados: declividade, presença de colúvios, discontinuidades referentes a contato entre rochas de comportamentos diferentes (vulcânicas e sedimentares), forma da vertente que interfere na concentração de água que é o fator que deflagra os movimentos.

Para futuros trabalhos de análise de suscetibilidade a movimentos de massa para o município sugere-se que o fator forma da vertente seja avaliado de forma a corrigir ou minimizar o efeito escala.

Esta pesquisa demonstrou o quanto são importantes os trabalhos de campo para compreensão dos processos de movimentos de massa que servirão para futuros modelos de suscetibilidade que venham a ser desenvolvidos para o local que o município de Agudo está inserido. Vale ressaltar que a avaliação de campo com a utilização de um laudo de vistoria facilitou as descrições e análises e tornou o trabalho de campo mais ágil.

REFERÊNCIAS

- AHRENDT, A. **Movimentos de Massa Gravitacionais – Proposta de um Sistema de Previsão: Aplicação na Área Urbana de Campos do Jordão – SP.** Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo/ São Carlos, 2005.
- AMARAL, R. do; GUTJAHR, M. R. **Desastres Naturais.** São Paulo: IG/SMA, 2011.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 11682: **Estabilidade de Encosta.** Rio de Janeiro, 2009.
- AUGUSTO FILHO, O. Caracterização Geológica-Geotécnica Voltada à Estabilização de Encosta: uma Proposta Metodológica. In: 1ª COBRAE, Rio de Janeiro, 1992. **Anais... ABMS/ABGE**, v.2, p. 721-733
- AUGUSTO FILHO, O. Escorregamentos.. In: Encontro Técnico Cesp/Ipt: O Meio Físico nos Estudos Ambientais de Projetos Hidrelétricos, Paraibuna. São Paulo: Anais, 1994. p. 57-61.
- AUGUSTO FILHO, O.; VIGILI, J. C. Estabilidade de Taludes. In: OLIVEIRA, A. M. dos S.; BRITO, S. N. A. de (Orgs.). **Geologia de Engenharia.** São Paulo: ABGE-CNPq-FAPESP, 1998.
- BARROS, E. J. **Carta de risco de movimentos gravitacionais de massa, zona norte dos morros de Santos, SP, com a utilização de Sistemas de Informações Geográficas.** 2001. 149f. Dissertação (Mestrado em Geociências e Meio Ambiente)- Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.
- BEHLING, A. A. **Análise dos Prejuízos socioeconômicos e ambientais causados pelos Desastres Naturais em Agudo/RS: Construção de um Blog Informativo.** Trabalho de Graduação em Geografia. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2014.
- BIGARELLA, J. J. **Segurança ambiental uma questão de consciência e muitas vezes de segurança nacional.** Brasília: Associação dos Diplomados da Escola Superior de Guerra. 1974. 66p.
- BIGARELLA, J. J. **Estrutura e Origem das Paisagens Tropicais e Subtropicais.** Vol 3. Florianópolis. Editora da UFSC, 2003.
- BITAR, O. Y. Instrumentos de gestão ambiental (IGAs) aplicáveis ao planejamento, instalação, operação e desativação de empreendimentos. In: SIMPÓSIO SOBRE GESTÃO AMBIENTAL, **Anais...** São Paulo, 2001.
- BITAR, O. Y. **Cartas de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundações: 1:25.000** : nota técnica explicativa/coordenação. São Paulo: IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo; Brasília, DF: CPRM – Serviço Geológico do Brasil, 2014.

- BRASIL. Ministério das Cidades / Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT. **Mapeamento de Riscos em Encostas em Margens de Rios**. CARVALHO, E. S. M.; OGURA, A. T. (Orgs.). Brasília. 2007, 176p.
- BRESSANI, L. A.; BERTUOL, F. Alguns Escorregamentos do RS e SC e a Avaliação de Suscetibilidade e Risco de Encosta. In: LACERDA, W. A.; PALMEIRA, E, M.; NETO, A, L. C.; EHRlich, M.(Orgs.). **Desastres Naturais: Susceptibilidade e Risco, Mitigação e Prevenção, Gestão e Ação Emergenciais**. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 2012.
- CAMPOS, H. L. Riscos Geomorfológicos e sua Importância no Ensino da Geografia. **Revista do Instituto Brasileiro de Edições Pedagógicas**. São Paulo: IBEP, n.4, 2001.
- CARVALHO, C. M de. **Avaliação da Suscetibilidade aos Movimentos de massa nos entornos do Polidutos de Cubatão (SP), com o apoio de técnicas de Geoprocessamento**. Monografia. Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2003.
- CASSETI, V. **Ambiente e apropriação do relevo**. São Paulo: Contexto, 1991. 136 p.
- CASSETI, V. **Elementos de Geomorfologia**. Goiânia: Editora da UFG, 1994.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgard Blücher/ EDUSP, 1974.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgard Blucher Ltda, 1980. 188p.
- CHRISTOPHERSON, R. **Geossistemas: uma introdução à geografia física**. 7 ed. Porto Alegre: Bookman, 2012.
- CRUDEN, D. M.; VARNES, D. J. Landslide types and processes. In: TUNER, A. K.: SHUSTER, R. L. (Orgs.). **Landslides Investigation and Mitigation**. Transportation Research Board Special Report 246. National Research Council, Washington DC, p. 36-75, 1996.
- COLÂNGELO, A. C. Os mecanismos de compensação e o equilíbrio de forças na dinâmica dos materiais de vertente. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, n. 9, p.13-20, 1995.
- DAI, F. C.; LEE, C. F. Landslide characteristics and slope instability modeling using Lantau Island, Hong Kong. **Geomorphology**, v. 42, n. 3-4, p. 213-228, 2002.
- DEERE, D. U.; PATTON, F. D. Slope Stability in Residual Soils. In: 4th PCSMFE, Puerto Rico. Proc., **State of the Art Volume**, p. 87-170, 1971.
- DE BIASE, M. Carta de declividade de vertentes: confecções e utilização. Geomorfologia. São Paulo, **Revista do Departamento de Geografia**, v. 21, p. 8-13, 1970.
- DE BIASE, M.; HERZ, R. **Critérios e legendas para macrozoneamento costeiro**. Ministério da Marinha/Comissão Interministerial para os Recursos do Mar. Brasília: MM, 1989.

DREW, D. **Processos Interativos Homem-Meio Ambiente**. São Paulo, Difel, 1986.

EMATER – Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural, Agudo, 2012.

FERNANDES, N. F.; AMARAL, C. P.; Movimentos de Massa: uma abordagem geológico-geomorfológica. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. **Geomorfologia e meio ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996.

FILHO, M. C. L. **Introdução à Geologia de Engenharia**. 2ed. Santa Maria: UFSM; Brasília: CPRM, 1997. 284p.

GRECCHI, R. C. **Zoneamento geoambiental da região de Piracicaba-SP, com auxílio de geoprocessamento**. 1998. 132 f. Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos/USP, São Carlos. 1998.

GUERRA, A. J. T. **Dicionário Geológico Geomorfológico**. 2005

GUERRA, A. J. T.; MARÇAL, M. S. **Geomorfologia Ambiental**, Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006.

GUERRA, A. J. T.; **Geomorfologia Urbana**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.

GUIDICINI, G.; IWASA, O. Y. **Ensaio de correlação entre pluviosidade e escorregamentos em meio tropical úmido**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT, 1976. 48 p. (Relatório n. 1080)

GUIDICINI, G.; NIEBLE, C. M. **Estabilidade de Taludes Naturais e de Escavações**. São Paulo, Ed. Edgard Blücher Ltda. 1984, 192p.

GUIMARÃES, R. F.; CARVALHO JÚNIOR, O. A.; GOMES, R. A. T.; FERNANDES, N. F. Movimentos de Massa. In: Florenzano, T. G. (org). **Geomorfologia – Conceitos e tecnologias Atuais**. São Paulo: Oficina de texto, 2008.

HIGHLAND, L. M.; BOBROWSKY, P. **O manual de deslizamento: um guia para a compreensão de deslizamento**. 2. ed. Blumenau: Edifurb, 2011.

HOEK, E.; BRANY, J. **Rock slope engineering**. London: Institution of mining and metallurgy, 1981. 309 p.

HUGGETT, R. J. Soil Landscape Systems: A model of soil Genesis. **Geoderma**, Amsterdam, v. 13, n. 1, p. 1-22, 1975.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo de 2010**. Disponível em: <<http://www.censo2010.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 15 de jan. de 2015.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. **Mapeamento Geomorfológico do Estado de São Paulo**. São Paulo. Escala 1:500.000, v. 2, 1981. 130 p.

INSTITUTO DE PESQUISA TECNOLÓGICAS. **Manual de ocupação de encosta.** São Paulo. 1991.

JONES, F. O. **Landslides of Rio de Janeiro and the Serra das Araras Escarpment, Brazil,** Geological Survey Professional Paper 697, V.S. Department of the Interior, 1973.

KORMANN, T. C. **Ocupação de Encostas no Município de Blumenau – SC: Estudo da Formação das Áreas de Risco a Movimentos de Massa.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

LACERDA, W. A. Casos de escorregamentos em encostas colúviais em regiões tropicais. In: COLÓQUIO DE SOLOS TROPICAIS E SUA APLICAÇÃO NA ENG. CIVIL. **Anais...** Porto Alegre: UFRGS/Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, 1985, p. 211-234.

LACERDA, W. A.; SANDRONI, S. S. Movimentos de Massas Colúviais. In: MESA REDONDA SOBRE OS ASPECTOS GEOTÉCNICOS DE ENCOSTAS. **Anais...** Rio de Janeiro: Clube de Engenharia, 1985, p. 1-19.

LANDIS, J.R.; KOCH, G.G. The measurement of observer agreement for categorical data. **Biometrics**, v. 33, n. 1, p. 159-174, 1977.

LIBAULT, A. Os quatro níveis da pesquisa geográfica. **Métodos em Questão**, São Paulo, n. 1, 1971.

MACEDO E.S., BRESSANI, L.A (Coordenadores). **Diretrizes para o zoneamento da suscetibilidade, perigo e risco de deslizamento para planejamento do uso do solo.** São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental e Associação Brasileira de Mecânica de Solos e Engenharia Geotécnica, 2013.

MACEDO, E. S. de; SANTORO, J. Gerenciamento de Riscos Geológico. In: **Curso de Administração de Emergências para Municípios:** Treinamento para Equipes Municipais. São Paulo: Publicações Cadec, 2001.

MACIEL FILHO, C.; NUMMER, A. **Introdução à geologia de engenharia.** 4 ed. Santa Maria: Editora da UFSM, 2011.

MACIEL FILHO, C.; NUMMER, A. **Introdução à Geologia de Engenharia.** 5 ed. Santa Maria: Editora da UFSM, 2014.

MORAES, I. B. C. M. Mapeamento digital de áreas suscetíveis a escorregamento na parte continental do município de Angra dos Reis, RJ. **Dissertação de mestrado.** Universidade do Estado do Rio de Janeiro. 2012.

MÜLLER FILHO, I. L. Notas para o estudo da geomorfologia do Rio Grande do Sul, Brasil. **Publicação Especial**, Departamento de Geociências da UFSM, n. 1, 94 p., 1970.

- MÜLLER FILHO, I. L.; SARTORI, M. G. B. **Elementos para interpretação Geomorfológica de Cartas Topográficas, contribuição à Análise Ambiental**. Santa Maria: UFSM-Departamento de Geociências. 1999, 94p. Caderno técnico.
- NIMER, E. Clima. In: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Geografia do Brasil: Região Sul**. IBGE: Rio de Janeiro, 1990. p.151-187.
- NEMEC, W. Quaternary colluvium in West-central Anatolia: sedimentar facies and palaeoclimatic significance. **Sedimentology**. v. 46, p. 139-170, 1999.
- NOGAMI, J. S. Preliminary Remarks. Progress Report of the Committee on Tropical Soils on the ISSMFE. **ABMS**, p. 3-8, 1985.
- NUMMER, A. V. **Parâmetros geológicos-geotécnicos controladores dos Movimentos de Massa na Rota do Sol/RS 486 – Itati, RS**. Tese de Doutorado (Programa de Pós-Graduação em engenharia Civil)-Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.
- NUMMER, A. V.; PINHEIRO, R. J. R. Dinâmica de encosta: movimentos de massa. In. (org): ROBAINA, L. E. S. de.; TRENTIN, R. (Orgs.). **Desastres Naturais no Rio Grande do sul**. Santa Maria: Editora da UFSM, 2013.
- OLIVEIRA, A. M. dos. S; BRITO, S. N. A. **Geologia de Engenharia**. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, 1998.
- PASTORE, E. L.; FORTES, R. M. Caracterização e classificação de solos. In: OLIVEIRA, M. S.; BRITO, S. N. A. (Orgs.). **Geologia de engenharia**. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, 1998, p. 197-210.
- PATTON, F. D.; HIENDRON JUNIOR, A. J. General reporto in Mass Movements. In: INT. CONGRESS OF THE IAEG, 2th, 1974, São Paulo. **Proc...** São Paulo: ABGE. v. 2, p. 1-57.
- PINTO, C. S. Curso Básico de Mecânica dos Solos em 16 Aulas. São Paulo: Oficina de Textos, 2000. 247 p.
- PINTO, R. C.; PASSOS, E.; CANEPARO, S. C. Classificação dos Movimentos de Massa ocorridos em março de 2011 na Serra da Prata, Estado do Paraná. In: **Geoinjá: Revista do programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual de Maringá**, v.4, n.1, p. 3-27, 2012.
- PINHEIRO. R, J. B. **Estudo de Alguns Casos de Instabilidade da Encosta da Serra Geral no Estado do Rio Grande do Sul**. 318p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil)-Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.
- RECKZIEGEL, B. W. **Levantamento dos Desastres Desencadeados por eventos naturais adversos no estado do Rio Grande do Sul de 1980 a 2005**. Dissertação (Mestrado em Geografia)-Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

RECKZIEGEL, E. W. Identificação e Mapeamento das Áreas com Perigo de Movimento de Massa no Município de Porto Alegre, RS. **Dissertação de Mestrado**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, 2012.

ROBAINA, L. E. de S.; TRENTIN, R. (Orgs.). **Desastres naturais no Rio Grande do Sul**. Santa Maria: Editora da UFSM, 2013. 496 p.

ROSSATO, M. S. **Os Climas do Rio Grande do Sul: variabilidade, tendências e tipologia**. 240f. Tese (Doutorado em Geografia)-Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

SANTOS, R. F. dos. **Vulnerabilidade Ambiental**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2007. 192 p.

SANTOS, R. F. **Planejamento Ambiental: teoria e prática**. São Paulo: Oficina de Textos, 2004. 184 p.

SCHERER, C.M.S.; FACCINI, U. F.; LAVINA, E. L. Arcabouço Estratigráfico do Mesozóico da Bacia do Paraná. In: HOLZ, M.; DE ROS, L. F. (Eds.). **Geologia do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Centro de Investigação do Gondwana/Universidade Federal do Rio Grande do Sul, p. 335-354, 2000.

SCHILLING, G. H. **Instrumentação e Análise dos Movimentos no Escorregamento da Encosta do Soberbo**. 237p. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1993.

SCCOTI, A. A. V.; ROBAINA, L. E. S.; TRENTIN, R. Estudo do relevo da bacia hidrográfica do rio Ibicuí com base em parâmetros morfométricos – oeste do Rio Grande do Sul. **Geo UERJ**, n. 29, p. 1-19, 2016.

SELBY, M. J. **Hillslope materials and processes**. 2ed. Oxford: Oxford Univ. Press, 1993. 451p.

SHARPE, C. F.S. **Landslides and related phenomena**. New York: Columbia University, 1938.

SILVEIRA, C. T. **Análise do relevo na Predição de Unidades Preliminares de Mapeamento de Solo: integração de Atributos Topográficos de Sistemas de Informações Geográficas e redes Neurais Artificiais**. 154f. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010. 154 f.

SILVEIRA, C. T. et al. Mapeamento preliminar da suscetibilidade natural a movimentos de massa da serra do mar paranaense apoiado na análise digital do relevo. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 15, n. 1, p. 3-22, 2014.

SILVEIRA, R. M da. **Propriedades Geotécnicas dos Solos Couvionares do gasoduto Bolívia – Brasil em Timbé do Sul (SC)**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

SHIRMER, G. J. **Mapeamento Geoambiental Municipal de Agudo-RS**. Trabalho de Graduação. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010.

SHIRMER, G. J. **Mapeamento Geoambiental dos Municípios de Agudo, Dona Francisca, Faxinal do Soturno, Nova Palma e Pinhal Grande – RS**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2012.

SHIRMER, G. J. **Zoneamento Geoambiental da Quarta Colônia – Rio Grande do Sul**. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), 2015.

SISTEMA INTEGRADO DE INFORMAÇÃO SOBRE DESASTRES DA DEFESA CIVIL. Disponível em: <<http://s2id.mi.gov.br/>>. Acesso em: 15 abr. 2015.

SMALL, J.; CLARK, M. **Encostas e intempéries**. Cambridge: Cambridge University Press, 1982. 112p.

SOARES, I. C. A variável ambiental para estabilização de taludes na região de Joinville, Santa Catarina. **Revista Saúde e Ambiente**, v.1, n.1, 2000.

SOBREIRA, F. S. Suscetibilidade a processos geológicos e suas consequências na área urbana de Mariana, MG. **Geo.br**. Disponível em: <<http://www.dageo.ufop.br/geobr2001>>. Acesso em: 10 mar. 2016.

STRECK, E. V. et al. **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Editora da UFRGS. Porto Alegre, 2002.

SUMMERFIELD, M. A. **Global Geomorphology na interduction to the study of landforms**. England: British Library Cataloguing in Publication Data, 1997. 535 p.

TATIZANA, C. et al. Análise de Correlação entre Chuvas e Escorregamentos – Serra do Mar, Município de Cubatão. In: 5º CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA. **Anais...** São Paulo, p. 225-236.

TERZAGHI, K. **Mechanism of Ladslides**. São Paulo: Departamento de Livros e Produções do Grêmio Politécnico, 1967. 41 p.

THOMAS, M, F. **Geomorphology in the Tropics, a study of Wheathering and denudation in low latitudes**. New York: Willey & Sons (Eds.), 1994. 460p.

TOMINAGA, L. K. SANTORO, J.; AMARAL, R. do. **Desastres naturais: conhecer para prevenir**. São Paulo: Instituto Geológico, 2009. 50 p.

TRENTIN, R.; ROBAINA, L. E. DE S. Classificação das unidades de relevo através de parâmetros geomorfométricos. **Mercator**, v. 15, n. 3, p. 53-66, 2016

TROEH, F. R. Landform equations fitted to contour maps. **American Journal of Sciences (263)**, p.619-627, 1965.

VALERIANO, M. M. Curvatura vertical de vertentes em microbacias pela análise de modelos digitais de elevação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 7, n. 3, p.539-546, 2003.

VALERIANO, M. M. Dados Topográficos. In: FLORENZANO, T. G (Org). **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: Oficinas de textos, 2008.

VANACÔR, R. N; ROLIM, S. B. A. mapeamento da suscetibilidade a deslizamentos usando técnicas de estatística bivariada e sistema de informações geográficas na região nordeste do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 13, n. 1, p.15-28, 2012.

VARGAS, M. As lições dos escorregamentos da Serra do Mar. In: Encontro Técnico de Estabilização de Taludes. **Atas**. São Paulo: ABMS, 1981. 197p.

VARNES, D. J. **Slope movements, types and processes**. In: Landslides Analysis and Control, Special Report 179. National Academic of Sciences, Washington, D.C, 1978.

WIGGERS, M. M. **Zoneamento das áreas de risco a Movimento de Massa na área urbana do Município de Caxias do Sul/RS**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

WYOMING STATE GEOLOGICAL SURVEY. Disponível em: <<http://www.wsgs.wyo.gov/errors>>. Acesso em: 22 ago. 2017.

ANEXOS

Transferido o Recital da Primavera

A 5ª edição do Recital da Primavera que aconteceria para o dia 30 de outubro. Conforme informações o de algumas pessoas foram os motivos da troca na data na última sexta-feira, dia 09, em Agudo, foi transferida grande volume de chuva e as dificuldades no acesso do evento.

Agudenses enfrentam transtornos

Em apenas 20hs a precipitação em localidades de Agudo chegou a 300 milímetros entre quarta e quinta-feira, da semana passada, 7 e 8 de outubro. A situação elevou o nível de arroios e do Rio Jacuí. Águas invadiram estradas, residências e lavouras. Os mais antigos diriam que a “Enchente de São Miguel” chegou mais tarde neste ano. Propõe as crenças que no final de setembro, quando é comemorado o dia do santo é comum que uma grande quantidade de chuva aconteça e gere por vezes muito estrago. A este fenômeno se deu o nome de “Enchentes de São Miguel” e que segundo os ditos populares, demonstra a força de destruição do Santo Arcanjo. “O estrago em cabeceiras de pontes e estradas são significativos e

nos preocupa bastante”, disse o prefeito Valério Trebien, ainda na quinta-feira, quando a população foi surpreendida pelas águas invadindo residências, destruindo lavouras, interrompendo estradas, causando desmoronamentos e danificando cabeceiras de pontes.

O Arroio Corupá, na região Norte do município causou prejuízos às produções. O acumulado de chuva de até 300 milímetros deixou os moradores isolados, com estradas alagadas. Mesmo com chuva, duas patrulas da Secretaria da Infraestrutura, Obras e Trânsito trabalharam para obstruir as estradas. Próxima a Capela Perpétuo Socorro, um forno de estufa de fumo caiu em um arroio e uma residência, sem moradores, ficou submersa.



Ponte sobre o Arroio Corupá desapareceu com o grande volume de água

“O maior prejuízo ocorreu na região norte do município”, disse o prefeito que realizou um levantamento pelo interior do município. Sem trafegabilidade, as aulas foram suspensas até a terça-feira nas escolas Santo Antônio, Três de

Maio, Sete de Setembro e Olavo Bilac. “Para não colocar essas crianças em risco”, explicou Trebien. Conforme ele, uma ponte na Picada do Rio e mais duas que ficam na direção a Linha Boêmia e Novo São Paulo tiveram as cabeceiras danificadas.

Prejuízo em lavouras

O prefeito comentou que os agricultores com lavouras às margens do Arroio Corupá registram perdas até 40% devido a água que danificou as produções. Trebien acredita que a enchente é maior em relação a última registrada no município, tendo em vista ter atingido praticamente todas as regiões. “Contra a natureza e a força da água não temos muito que fazer. Precisamos deixar baixar as águas o que dará condições para trabalhar nas recuperações”, declarou Trebien. “Os

prejuízos nas lavouras são preocupantes”, afirmou o Secretário de Agricultura, Márcio Halberstadt. Segundo ele, parte de lavouras de fumo localizadas nas encostas do Arroio Corupá não terão mais recuperação. A produção que está mais avançada, em alguns locais, “deitou” com a força das águas. Já as lavouras de arroz ficaram encobertas pelas águas do Rio Jacuí. Para complicar ainda mais a situação, moradores do Complexo da Serra ficaram diversas horas sem energia elétrica.

**Cidade sem água**

Local onde acontece a captação de água da Corsan

A enchente também deixou a cidade sem abastecimento de água. O nível elevado do Rio Jacuí na captação da Corsan dificultou o restabelecimento aos consumidores que permaneceram alguns dias sem água. A Defesa Civil de Agudo monitorou o nível do Rio Jacuí durante toda a quinta-feira. No Porto Agudo, da manhã até por volta das 15hs, o nível subiu mais de três metros. Ele continuou subindo e na sexta-feira já não se identificava mais as lavouras de arroz. Era tudo água, quando o nível do Rio Jacuí no Cerro Chato se encontrava sete metros acima do normal. “Todas as estradas se recuperam. Já a questão das propriedades, tanto no fumo como no arroz é mais preocupante, porque a perda da safra complica para o município e produtor rural”, expôs Halberstadt.

Reunião

O Conselho Municipal de Desenvolvimento Rural (COMDERA) realizará uma reunião entre os membros integrantes hoje, dia 14 de outubro. O início está previsto para as 14 horas, na sala de reuniões da Emater/Ascar de Agudo.

das fortes chuvas**Desmoronamento**

A Associação dos Bombeiros Voluntários também esteve em alerta durante todos os dias em que a chuva não deu trégua em Agudo. Na quinta-feira a corporação recebeu a informação de um desmoronamento no Cerrinho do Ouro na extensão da Rua Tiradentes. Um barranco com cerca de 12 metros de altura, próximo a quatro residências, desmoronou com a força das



águas, mas não atingiu as casas. Os voluntários orientaram os moradores e acionaram a Secretaria de Obras para realizar trabalho no local. Na Linha Boêmia, um desmoronamento de terra, há 100 metros da residência de Roni Knirsch danificou a lavoura com oito mil pés de fumo.

Situação de Emergência

A Prefeitura de Agudo decretou Situação de Emergência. O Executivo Municipal esteve reunido com representantes da Defesa Civil do Estado na manhã de terça-feira, dia 13. O Tenente Françaõs explicou que assim como em Agudo, a Defesa Civil está visitando as cidades afetadas pelas enchentes a fim avaliar os danos. “A situação de Agudo e de todos os municípios se assemelham devido a intensidade do índice pluviométrico dos últimos dias”, disse o tenente. Para ele a situação de Agudo se encaixa nos índices da Defesa Civil do Estado e Nacional, e provavelmente será homologada e reconhecida pelo Governado Federal. Françaõs contou que desde sexta-feira, dia 9, a Defesa Civil está verificando a situação da região. Foram atingidas 14 cidades da Região Central, as quais apresentam situações semelhantes ao do “Torrão Amigo”, com queda de pontilhões, destruição de estradas e acessos, assim como estragos na produção agrícola. O tenente adiantou que ainda nesta

semana um técnico da Defesa Civil Nacional deverá se reunir com os prefeitos da região, em Santa Maria. “E já vamos montar um plano de resposta imediata aos municípios. Tenho certeza que algo será feito para ajudar as prefeituras” garantiu Françaõs.

Trebien assinou o Decreto de Emergência no final da manhã. Os dados do levantamento registram prejuízos materiais, sociais e econômicos em todo o município. “Tivemos prejuízos em todas as regiões. Pontes, pontilhões e estradas foram danificados pela força da água. Na região de Linha Boêmia, os prejuízos foram maiores que 2010, ano de uma das nossas maiores cheias. Os agricultores perderam suas lavouras de fumo. As terras já preparadas para o plantio do arroz também foram comprometidas devido à enchente no Rio Jacuí”, afirmou Trebien. Conforme informações do Coordenador Municipal da Defesa Civil, Magdiel Dickow, o volume de chuva chegou a 350 milímetros em 48hs.

Deslizamento de terra no interior

Na manhã de terça-feira, 7 de outubro, foi restabelecido o trânsito na estrada geral que liga a Linha das Pedras ao Novo São Paulo. Na semana anterior, um deslizamento de terra interrompeu a circulação de veículos e do transporte escolar. De acordo com o Secretário Municipal de Infraestrutura, Obras, Serviços e Trânsito, Moisés Kilian, logo que a pasta foi informada sobre a situação, uma equipe se deslocou para a localidade. "Interrompemos a circulação porque o trecho era perigoso. A escavadeira hidráulica trabalhou quatro dias na recuperação e alargamento da estrada", disse. Segundo Kilian, havia uma rachadura no local, e devido às últimas chuvas, ocorreu o deslizamento

de terra. Por causa do perigo oferecido pela situação, o trânsito foi interrompido. Não tinha como passar ônibus, mal passava carro pequeno, estava bem complicado", relatou o Secretário sobre a situação do local.

Kilian contou que a maioria das estradas gerais do município estão em boas condições, mas as estradas vicinais encontram-se precárias. "Têm muitas estradas que estamos acompanhando e que estão em péssimas condições", disse. Essa situação acontece, segundo o Secretário, por causa das chuvas dos últimos meses que prejudicam os serviços.

A obra do cruzamento da Rua Capitão Gama com a José Bonifácio está em andamento. "É uma obra que vem se arrastando faz tempo, e agora



vamos concluir ela", disse. Kilian explicou que o trabalho iniciou na beira do asfalto, agora está cruzando pelo Avenida. Uma tubulação está sendo instalada no local.

Chuva prejudica patrulha agrícola

Nos últimos meses, pancadas de chuva vêm sendo registradas uma ou até mais vezes numa semana. Este elevado nível de precipitações e a frequência em que acontecem está prejudicando a conservação das estradas não-pavimentadas, as lavouras e com a patrulha agrícola não poderia ser diferente. De acordo com dados divulgados pela Secretaria Municipal de Desenvolvimento Rural e Gestão Ambiental, até a semana passada, a maioria das

máquinas terceirizadas estava com os seus serviços atrasados.

Conforme o titular da pasta, Márcio Arno Halberstadt, o trabalho é desenvolvido por regiões. Com serviço mais adiantado, as dragas estavam trabalhando no Rincão do Pinhal. Assim que os trabalhos estivessem concluídos, as máquinas seriam deslocadas para o Cerro dos Beling. Já a esteira estava atendendo os agricultores da Nova Boêmia e a retroescavadeira os da Picada do Rio. Com a mudança de

estação, o secretário acredita que a chuva irá diminuir gradativamente e os serviços serão intensificados. Para acessar a patrulha agrícola terceirizada, o produtor rural faz o pedido junto a pasta, na Prefeitura, que subsidia 50% do valor, para até 8 horas de trabalho das máquinas.

Horas executadas até 10 de outubro

Dragas: 90%
Esteira: 60%
Retroescavadeira: 50%



Borrachudo

A terceira e última aplicação do BTI nas sangas e arroios do município ocorrerá nesta quarta-feira, dia 15 de outubro. Na oportunidade todos os responsáveis deverão realizar a aplicação. As dosagens anteriores foram realizadas nos dias 15 e 30 de setembro. A aplicação do produto tem por objetivo combater o mosquito

borrachudo. A iniciativa teve progresso quando reuniões foram organizadas no interior do município e escolhidos líderes comunitários. Essas pessoas receberam em suas casas o larvicida, com a incumbência de distribuir para os demais moradores das suas respectivas comunidades.

Excursão para jovens rurais

Jovens rurais de Agudo estarão realizando uma excursão nos dias 22 e 23 de outubro. De acordo com informações da Emater/RS-Ascar, o itinerário começa no dia 22, com visita ao Instituto Arca Verde, em São Francisco de Paula, e ao Parque Estadual Aparados da Serra. A hospedagem

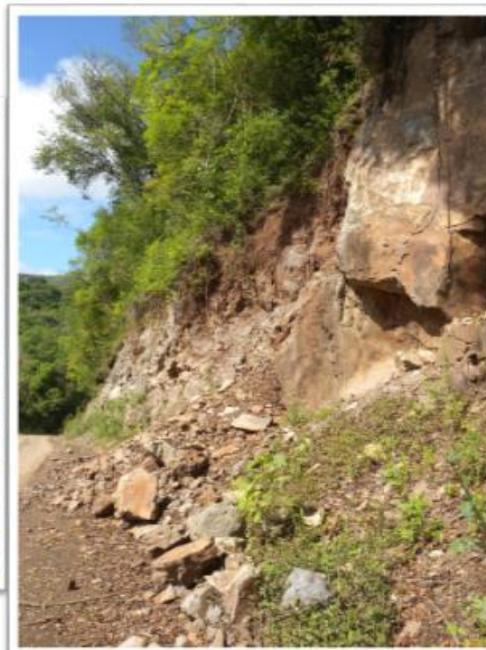
ocorrerá em Nova Petrópolis, na hospedaria Bom Pastor. No dia 23 de outubro, será realizada visita a propriedades do Vale do Taquari. Os jovens interessados em participar da viagem devem procurar a Emater. O investimento é R\$ 40,00 e deverá ser pago no ato da inscrição.

Cotações	
Soja	R\$ 52,00
Arroz	R\$ 35,50
Feijão	R\$ 95,00
Trigo	R\$ 27,00
Milho	R\$ 23,50
Boi Gordo	R\$ 4,15 Kg
Vaca Gorda	R\$ 3,95 Kg
Suíno (vivo)	R\$ 3,29 Kg

21.LOCALIZAÇÃO:		Data da vistoria: 14/10/2016	
1.1. Local: Interior do Município de Agudo – RS – Serro seco		Ponto de referência: Barragem de Dona Francisca	
1.2.Coordenadas UTM: 281401 – 6734472 – PONTO 1			
1.3. Tipo de Situação: (x) Movimento de massa em Talude de corte () Movimento de massa em Encosta Natural			
2.ASPECTOS LOCAIS			
Tipo de ocupação / Densidade		Tipo de Vegetação / Condições	
() Favela () Área urbana estruturada () Área não ocupada (x) Estrada () Outras: _____	() Alta () Média (x) Baixa	(x) Arbórea () Arbustiva () Rasteira	(x) Alta (x) Média () Esparsa
Drenagem / Condições		Relevo	Perfil de Encosta
(x) Natural () Construída () Inexistente	(x) Satisfat. () Insufic. () Obstruída () Danificada	(x) Escarpado () Montanhoso () Ondulado () Suave	(x) Côncavo () Convexo () Retilíneo
			Plano de Curvatura
			() Convergente (x) Divergente () Planar
3.CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS			
Local Vistoriado		Obras de Contenção existente	
() Encosta Natural (x) Talude de Corte () Talude de aterro () Talvegue () Outros: _____		() Sim (x) Não Tipo: _____	
Condição de saturação		5.4. Natureza do Material	
() Seco () Úmido (x) Saturado	() Com Surgência () Tubulação rompida () Artesianismo	(x) Solo (x) Rocha	() Com Trincas () Sem Trincas (x) Com Blocos () Fratura () Sem Fratura (x) Com Blocos
			(x) Tálus (x) Colúvio () Aterro () Solo resid. () Entulho () Lixo
4.CARACTERÍSTICAS DA SITUAÇÃO			
4.1.Movimento ocorrido		4.2.Possibilidade de movimento	
Data e hora do ocorrido: Volume estimado (m³): Pluviometria (ultimas 48 h): 4.1.1.. Consequências: () Vítimas fatais: (nº _____) () Vítimas não fatais: (nº _____) (x) Obstrução de vias () Danos a bens particulares () Danos a bens públicos () Riscos para terceiros () Sem consequências		4.2.1. Grau de risco (x) Alto () Médio () Baixo 4.2.2. Número de elementos em risco () <10 () Vidas () entre 10 e 30 () > 30 () Moradias () Hospital/Escola () Edificação/Estrutura (x) Estradas () Outros (especificar): _____	
4.3. Tipologia do movimento/Características			

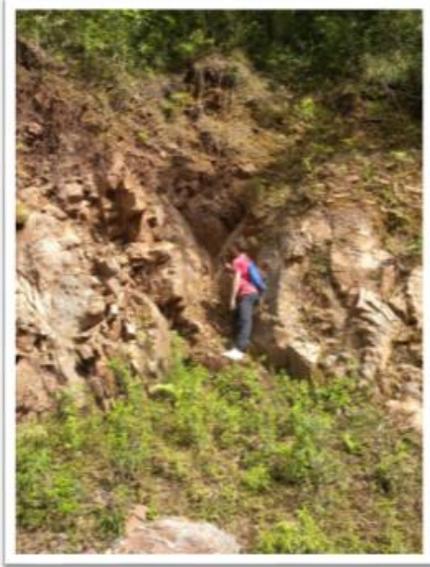
<input checked="" type="checkbox"/> Queda <input type="checkbox"/> Rolamento <input type="checkbox"/> Tombamento <input type="checkbox"/> Rastejo <input type="checkbox"/> Corrida de Detritos	Escorregamento <input type="checkbox"/> Rotacional <input type="checkbox"/> Planar <input type="checkbox"/> Cunha	4.4. Superfície de ruptura <input type="checkbox"/> Solo-Solo <input checked="" type="checkbox"/> Solo-Rocha <input type="checkbox"/> Rocha-Rocha <input checked="" type="checkbox"/> Colúvio – solo residual <input checked="" type="checkbox"/> Tálus - solos residual <input type="checkbox"/> colúvio/tálus –rocha alterada <input type="checkbox"/> Não identificada
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

5. REGISTRO FOTOGRÁFICO



1.LOCALIZAÇÃO:		Data da vistoria: 14/10/2016	
1.1. Local: Interior do Município de Agudo – RS – Serro Seco Ponto de referência: Barragem de Dona Francisca			
1.2.Coordenadas UTM: 281349 6734370 - PONTOS 2			
1.3. Tipo de Situação: (x) Movimento de massa em Talude de corte () Movimento de massa em Encosta Natural			
2.ASPECTOS LOCAIS			
Tipo de ocupação / Densidade		Tipo de Vegetação / Condições	
() Favela () Área urbana estruturada () Área não ocupada (x) Estrada () Outras: _____	() Alta () Média (x) Baixa	(x) Arbórea () Arbustiva () Rasteira	(x) Alta (x) Média () Esparsa
Drenagem / Condições		Relevo	Perfil de Encosta
(x) Natural () Construída () Inexistente	(x) Satisfat. () Insufic. () Obstruída () Danificada	(x) Escarpado () Montanhoso () Ondulado () Suave	() Côncavo (x) Convexo () Retilíneo
			Plano de Curvatura
			() Convergente (x) Divergente () Planar
3.CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS			
Local Vistoriado		Obras de Contenção existente	
() Encosta Natural (x) Talude de Corte () Talude de aterro () Talvegue () Outros: _____		() Sim (x) Não Tipo: _____	
Condição de saturação		5.4. Natureza do Material	
() Seco () Úmido (x) Saturado	() Com Surgência () Tubulação rompida () Artesianismo	(x) Solo (x) Rocha	() Com Trincas () Sem Trincas (x) Com Blocos () Fratura () Sem Fratura (x) Com Blocos
			(x) Tálus (x) Colúvio () Aterro () Solo resid. () Entulho () Lixo
4.CARACTERÍSTICAS DA SITUAÇÃO			
4.1.Movimento ocorrido		4.2.Possibilidade de movimento	
Data e hora do ocorrido: Volume estimado (m³): Pluviometria (ultimas 48 h): 4.1.1.. Consequências: () Vítimas fatais: (nº _____) () Vítimas não fatais: (nº _____) (x) Obstrução de vias () Danos a bens particulares () Danos a bens públicos () Riscos para terceiros () Sem consequências		4.2.1. Grau de risco (x) Alto () Médio () Baixo 4.2.2. Número de elementos em risco () <10 () Vidas () entre 10 e 30 () > 30 () Moradias () Hospital/Escola () Edificação/Estrutura (x) Estradas () Outros (especificar): _____	
4.3. Tipologia do movimento/Características			
() Queda () Rolamento () Tombamento () Rastejo () Corrida de Detritos		Escorregamento () Rotacional () Planar (x) Cunha	
		4.4. Superfície de ruptura () Solo-Solo (x) Solo-Rocha () Rocha-Rocha (x) Colúvio – solo residual (x) Tálus - solos residual () colúvio/tálus –rocha alterada () Não identificada	

5. REGISTRO FOTOGRÁFICO



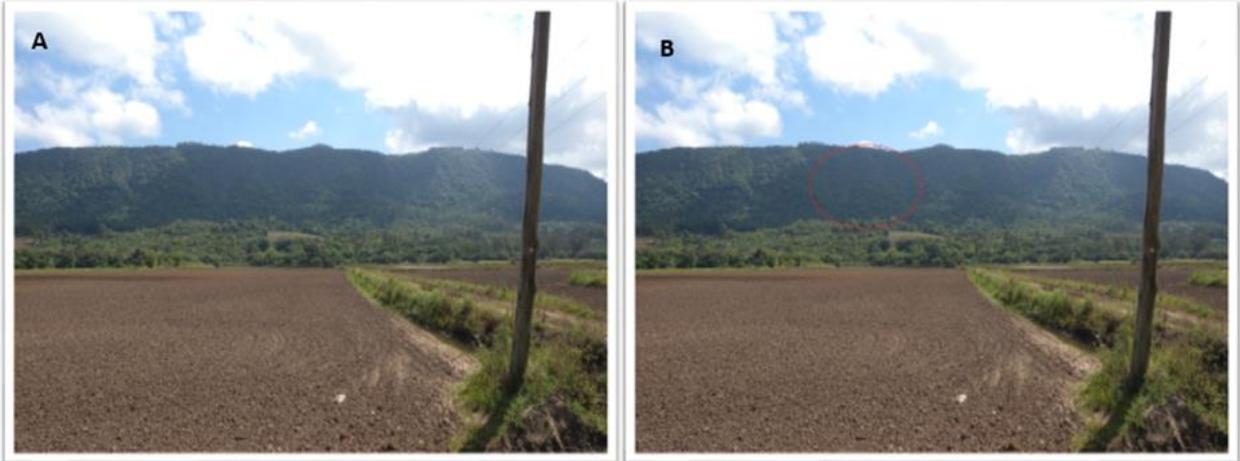
1.LOCALIZAÇÃO:		Data da vistoria: 14/10/2016			
1.1. Local: Interior do Município de Agudo – RS – Serro Seco Ponto de referência: Barragem de Dona Francisca					
1.2.Coordenadas UTM: UTM: 276364-6730404 – PONTO 3					
1.3. Tipo de Situação: (x) Movimento de massa em Talude de corte () Movimento de massa em Encosta Natural					
2.ASPECTOS LOCAIS					
Tipo de ocupação / Densidade			Tipo de Vegetação / Condições		
() Favela () Área urbana estruturada () Área não ocupada (x) Estrada () Outras: _____		() Alta () Média (x) Baixa	() Arbórea (x) Arbustiva (x) Rasteira		() Alta (x) Média () Esparsa
Drenagem / Condições		Relevo	Perfil de Encosta		Plano de Curvatura
(x) Natural () Construída () Inexistente	(x) Satisfat. () Insufic. () Obstruída () Danificada	(x) Escarpado () Montanhoso (x) Ondulado () Suave	(x) Côncavo () Convexo () Retilíneo		(x) Convergente () Divergente () Planar
3.CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS					
Local Vistoriado			Obras de Contenção existente		
() Encosta Natural (x) Talude de Corte () Talude de aterro () Talvegue () Outros: _____			() Sim (x) Não Tipo: _____		
Condição de saturação			5.4. Natureza do Material		
() Seco (x) Úmido () Saturado	(x) Com Surgência () Tubulação rompida () Artesianismo		(x) Solo (x) Rocha	(x) Com Trincas () Sem Trincas () Com Blocos () Fratura () Sem Fratura () Com Blocos	(x) Tálus (x) Colúvio () Aterro (x) Solo resid. () Entulho () Lixo
4.CARACTERÍSTICAS DA SITUAÇÃO					
4.1.Movimento ocorrido			4.2.Possibilidade de movimento		
Data e hora do ocorrido: Volume estimado (m³): Pluviometria (ultimas 48 h): 4.1.1.. Consequências: () Vítimas fatais: (nº _____) () Vítimas não fatais: (nº _____) () Obstrução de vias (x) Danos a bens particulares () Danos a bens públicos () Riscos para terceiros () Sem consequências			4.2.1. Grau de risco () Alto (x) Médio (x) Baixo 4.2.2. Número de elementos em risco () <10 () Vidas () entre 10 e 30 () > 30 () Moradias () Hospital/Escola () Edificação/Estrutura (x) Estradas () Outros (especificar): _____		
4.3. Tipologia do movimento/Características					
() Queda () Rolamento () Tombamento (x) Rastejo () Corrida de Detritos			Escorregamento (x) Rotacional () Planar () Cunha	4.4. Superfície de ruptura () Solo-Solo (x) Solo-Rocha () Rocha-Rocha (x) Colúvio – solo residual () Tálus – solos residual () colúvio/tálus –rocha alterada () Não identificada	

5. REGISTRO FOTOGRÁFICO



1.LOCALIZAÇÃO:		Data da vistoria: 14/10/2016	
1.1. Local: Interior do Município de Agudo – RS – Linha Boêmia		Ponto de referência: Balneário Drews	
1.2.Coordenadas UTM: UTM: 279999 – 6727671 – PONTO 4			
1.3. Tipo de Situação: () Movimento de massa em Talude de corte (x) Movimento de massa em Encosta Natural			
2.ASPECTOS LOCAIS			
Tipo de ocupação / Densidade		Tipo de Vegetação / Condições	
() Favela () Área urbana estruturada (x) Área não ocupada () Estrada () Outras: _____	() Alta () Média (x) Baixa	(x) Arbórea (x) Arbustiva () Rasteira	(x) Alta (x) Média () Esparsa
Drenagem / Condições		Relevo	Perfil de Encosta
(x) Natural () Construída () Inexistente	(x) Satisfat. () Insufic. () Obstruída () Danificada	(x) Escarpado () Montanhoso () Ondulado () Suave	(x) Côncavo () Convexo () Retilíneo
			Plano de Curvatura
			(x) Convergente () Divergente () Planar
3.CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS			
Local Vistoriado		Obras de Contenção existente	
(x) Encosta Natural () Talude de Corte () Talude de aterro () Talvegue () Outros: _____		() Sim (x) Não Tipo: _____	
Condição de saturação		5.4. Natureza do Material	
() Seco () Úmido (x) Saturado	() Com Surgência () Tubulação rompida () Artesianismo	(x) Solo (x) Rocha	() Com Trincas () Sem Trincas (x) Com Blocos () Fratura () Sem Fratura (x) Com Blocos
			(x) Tálus (x) Colúvio () Aterro () Solo resid. () Entulho () Lixo
4.CARACTERÍSTICAS DA SITUAÇÃO			
4.1.Movimento ocorrido		4.2.Possibilidade de movimento	
Data e hora do ocorrido: Volume estimado (m³): Pluviometria (ultimas 48 h): 4.1.1.. Consequências: () Vítimas fatais: (nº _____) () Vítimas não fatais: (nº _____) () Obstrução de vias () Danos a bens particulares () Danos a bens públicos () Riscos para terceiros (x) Sem consequências		4.2.1. Grau de risco () Alto (x) Médio () Baixo 4.2.2. Número de elementos em risco () <10 () Vidas () entre 10 e 30 () > 30 () Moradias () Hospital/Escola () Edificação/Estrutura () Estradas () Outros (especificar): _____	
4.3. Tipologia do movimento/Características			
() Queda () Rolamento () Tombamento () Rastejo () Corrida de Detritos		Escorregamento () Rotacional (x) Planar () Cunha	
		4.4. Superfície de ruptura () Solo-Solo () Solo-Rocha () Rocha-Rocha () Colúvio –solo residual () Tálus -solos residual (x) colúvio/tálus –rocha alterada () Não identificada	

5. REGISTRO FOTOGRÁFICO



1.LOCALIZAÇÃO:		Data da vistoria: 14/10/2016	
1.1. Local: Interior do Município de Agudo – RS – Linha Boêmia		Ponto de referência: Balneário Drews	
1.2.Coordenadas UTM: 280278 – 6727803 – PONTO 5			
1.3. Tipo de Situação: () Movimento de massa em Talude de corte (x) Movimento de massa em Encosta Natural			
2.ASPECTOS LOCAIS			
Tipo de ocupação / Densidade		Tipo de Vegetação / Condições	
() Favela () Área urbana estruturada (x) Área não ocupada () Estrada () Outras: _____	() Alta () Média (x) Baixa	(x) Arbórea (x) Arbustiva () Rasteira	(x) Alta (x) Média () Esparsa
Drenagem / Condições		Relevo	Perfil de Encosta
(x) Natural () Construída () Inexistente	(x) Satisfat. () Insufic. () Obstruída () Danificada	(x) Escarpado () Montanhoso () Ondulado () Suave	(x) Côncavo () Convexo () Retilíneo
			Plano de Curvatura
			() Convergente (x) Divergente () Planar
3.CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS			
Local Vistoriado		Obras de Contenção existente	
(x) Encosta Natural () Talude de Corte () Talude de aterro () Talvegue () Outros: _____		() Sim (x) Não Tipo: _____	
Condição de saturação		5.4. Natureza do Material	
() Seco (x) Úmido () Saturado	() Com Surgência () Tubulação rompida () Artesianismo	(x) Solo (x) Rocha	() Com Trincas ())Sem Trincas (x) Com Blocos () Fratura () Sem Fratura () Com Blocos
			(x) Tálus (x) Colúvio () Aterro () Solo resid. () Entulho () Lixo
4.CARACTERÍSTICAS DA SITUAÇÃO			
4.1.Movimento ocorrido		4.2.Possibilidade de movimento	
Data e hora do ocorrido: Volume estimado (m³): Pluviometria (ultimas 48 h): 4.1.1.. Consequências: () Vítimas fatais: (nº _____) () Vítimas não fatais: (nº _____) () Obstrução de vias () Danos a bens particulares () Danos a bens públicos () Riscos para terceiros (x) Sem consequências		4.2.1. Grau de risco () Alto (x) Médio () Baixo 4.2.2. Número de elementos em risco () <10 () Vidas () entre 10 e 30 () > 30 () Moradias () Hospital/Escola () Edificação/Estrutura () Estradas () Outros (especificar): _____	
4.3. Tipologia do movimento/Características		4.4. Superfície de ruptura	
() Queda Escorregamento () Rolamento () Rotacional () Tombamento (x) Planar () Rastejo () Cunha () Corrida de Detritos		() Solo-Solo (x) Solo-Rocha () Rocha-Rocha (x) Colúvio –solo residual (x) Tálus -solos residual (x) colúvio/tálus –rocha alterada () Não identificada	

5. REGISTRO FOTOGRÁFICO



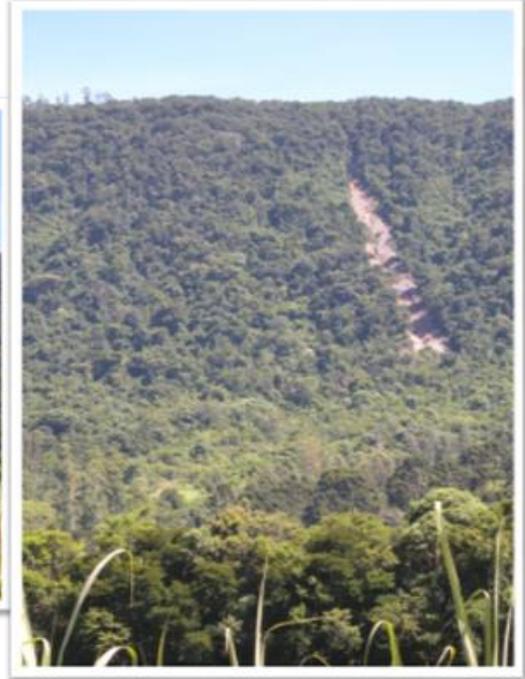
1.LOCALIZAÇÃO:		Data da vistoria: 14/10/2016	
1.1. Local: Interior do Município de Agudo – RS – Linha São Pedro Ponto de referência: Balneário Drews			
1.2. Coordenadas UTM: 282398 – 6726290 – PONTO 6			
1.3. Tipo de Situação: () Movimento de massa em Talude de corte (x) Movimento de massa em Encosta Natural			
2.ASPECTOS LOCAIS			
Tipo de ocupação / Densidade		Tipo de Vegetação / Condições	
() Favela () Área urbana estruturada (x) Área não ocupada () Estrada () Outras: _____	() Alta () Média (x) Baixa	(x) Arbórea (x) Arbustiva () Rasteira	(x) Alta (x) Média () Esparsa
Drenagem / Condições		Relevo	Perfil de Encosta
(x) Natural () Construída () Inexistente	(x) Satisfat. () Insufic. () Obstruída () Danificada	(x) Escarpado () Montanhoso () Ondulado () Suave	(x) Côncavo () Convexo () Retilíneo
Plano de Curvatura			
(x) Convergente () Divergente () Planar			
3.CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS			
Local Vistoriado		Obras de Contenção existente	
(x) Encosta Natural () Talude de Corte () Talude de aterro () Talvegue () Outros: _____		() Sim (x) Não Tipo: _____	
Condição de saturação		5.4. Natureza do Material	
() Seco (x) Úmido () Saturado	() Com Surgência () Tubulação rompida () Artesianismo	() Solo (x) Rocha	() Com Trincas () Sem Trincas () Com Blocos () Fratura () Sem Fratura (x) Com Blocos
(x) Tálus (x) Colúvio () Aterro () Solo resid. () Entulho () Lixo			
4.CARACTERÍSTICAS DA SITUAÇÃO			
4.1.Movimento ocorrido		4.2.Possibilidade de movimento	
Data e hora do ocorrido: Volume estimado (m ³): Pluviometria (ultimas 48 h): 4.1.1.. Consequências: () Vítimas fatais: (nº _____) () Vítimas não fatais: (nº _____) () Obstrução de vias () Danos a bens particulares () Danos a bens públicos () Riscos para terceiros (x) Sem consequências		4.2.1. Grau de risco () Alto (x) Médio () Baixo 4.2.2. Número de elementos em risco () <10 () Vidas () entre 10 e 30 () > 30 () Moradias () Hospital/Escola () Edificação/Estrutura () Estradas () Outros (especificar): _____	
4.3. Tipologia do movimento/Características			
() Queda () Rolamento () Tombamento () Rastejo () Corrida de Detritos		Escorregamento () Rotacional (x) Planar () Cunha	
4.4. Superfície de ruptura			
() Solo-Solo (x) Solo-Rocha () Rocha-Rocha () Colúvio -solo residual () Tálus –solos residual (x) colúvio/tálus –rocha alterada () Não identificada			

5. REGISTRO FOTOGRÁFICO



1.LOCALIZAÇÃO:		Data da vistoria: 24/01/2017	
1.1. Local: Interior do Município de Agudo - RS - Agudo Ponto de referência: Balneário Drews			
1.2.Coordenadas UTM: 281642 – 6728490 – Ponto 7			
1.3. Tipo de Situação: () Movimento de massa em Talude de corte (x) Movimento de massa em Encosta Natural			
2.ASPECTOS LOCAIS			
Tipo de ocupação / Densidade		Tipo de Vegetação / Condições	
() Favela () Área urbana estruturada (x) Área não ocupada () Estrada () Outras: _____	() Alta () Média (x) Baixa	(x) Arbórea (x) Arbustiva () Rasteira	(x) Alta (x) Média () Esparsa
Drenagem / Condições		Relevo	Perfil de Encosta
(x) Natural () Construída () Inexistente	(x) Satisfat. () Insufic. () Obstruída () Danificada	(x) Escarpado () Montanhoso () Ondulado () Suave	(x) Côncavo () Convexo () Retilíneo
3.CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS			
Local Vistoriado		Obras de Contenção existente	
(x) Encosta Natural () Talude de Corte () Talude de aterro () Talvegue () Outros: _____		() Sim (x) Não Tipo: _____	
Condição de saturação		5.4. Natureza do Material	
() Seco (x) Úmido () Saturado	() Com Surgência () Tubulação rompida () Artesianismo	() Solo (x) Rocha	() Com Trincas () Sem Trincas () Com Blocos () Fratura () Sem Fratura (x) Com Blocos
			(x) Tálus (x) Colúvio () Aterro () Solo resid. () Entulho () Lixo
4.CARACTERÍSTICAS DA SITUAÇÃO			
4.1.Movimento ocorrido		4.2.Possibilidade de movimento	
Data e hora do ocorrido: Volume estimado (m³): Pluviometria (ultimas 48 h): 4.1.1.. Consequências: () Vítimas fatais: (nº _____) () Vítimas não fatais: (nº _____) () Obstrução de vias () Danos a bens particulares () Danos a bens públicos () Riscos para terceiros (x) Sem consequências		4.2.1. Grau de risco () Alto (x) Médio () Baixo 4.2.2. Número de elementos em risco () <10 () Vidas () entre 10 e 30 () > 30 () Moradias () Hospital/Escola () Edificação/Estrutura () Estradas () Outros (especificar): _____	
4.3. Tipologia do movimento/Características			
() Queda Escorregamento () Rolamento () Rotacional () Tombamento (x) Planar () Rastejo () Cunha (x) Corrida de Detritos		4.4. Superfície de ruptura () Solo-Solo () Solo-Rocha () Rocha-Rocha () Colúvio –solo residual () Tálus -solos residual (x) colúvio/tálus – rocha alterada () Não identificada	

5. REGISTRO FOTOGRÁFICO



1.LOCALIZAÇÃO:		Data da vistoria: 14/10/2016	
1.1. Local: Interior do Município de Agudo – RS – Picada do Rio		Ponto de referência: Balneário Wilke	
1.2.Coordenadas UTM: 278432 – 6720844 – PONTO 8			
1.3. Tipo de Situação: () Movimento de massa em Talude de corte (x) Movimento de massa em Encosta Natural			
2.ASPECTOS LOCAIS			
Tipo de ocupação / Densidade		Tipo de Vegetação / Condições	
() Favela () Área urbana estruturada (x) Área não ocupada () Estrada () Outras: _____	() Alta () Média (x) Baixa	(x) Arbórea (x) Arbustiva () Rasteira	(x) Alta (x) Média () Esparsa
Drenagem / Condições		Relevo	Perfil de Encosta
(x) Natural () Construída () Inexistente	(x) Satisfat. () Insufic. () Obstruída () Danificada	(x) Escarpado () Montanhoso () Ondulado () Suave	() Côncavo (x) Convexo () Retilíneo
			Plano de Curvatura
			(x) Convergente () Divergente () Planar
3.CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS			
Local Vistoriado		Obras de Contenção existente	
(x) Encosta Natural () Talude de Corte () Talude de aterro () Talvegue () Outros: _____		() Sim (x) Não Tipo: _____	
Condição de saturação		5.4. Natureza do Material	
() Seco (x) Úmido () Saturado	() Com Surgência () Tubulação rompida () Artesianismo	() Solo (x) Rocha	() Com Trincas () Sem Trincas () Com Blocos () Fratura () Sem Fratura () Com Blocos
			(x) Tálus (x) Colúvio () Aterro () Solo resid. () Entulho () Lixo
4.CARACTERÍSTICAS DA SITUAÇÃO			
4.1.Movimento ocorrido		4.2.Possibilidade de movimento	
Data e hora do ocorrido: Volume estimado (m³): Pluviometria (ultimas 48 h): 4.1.1.. Consequências: () Vítimas fatais: (nº _____) () Vítimas não fatais: (nº _____) () Obstrução de vias () Danos a bens particulares () Danos a bens públicos () Riscos para terceiros (x) Sem consequências		4.2.1. Grau de risco () Alto (x) Médio () Baixo 4.2.2. Número de elementos em risco () <10 () Vidas () entre 10 e 30 () > 30 () Moradias () Hospital/Escola () Edificação/Estrutura () Estradas () Outros (especificar): _____	
4.3. Tipologia do movimento/Características			
() Queda () Rolamento () Tombamento () Rastejo () Corrida de Detritos		Escorregamento () Rotacional (x) Planar () Cunha	
		4.4. Superfície de ruptura () Solo-Solo (x) Solo-Rocha () Rocha-Rocha () Colúvio –solo residual () Tálus –solos residual (x) colúvio/tálus –rocha alterada () Não identificada	

5. REGISTRO FOTOGRÁFICO



1.LOCALIZAÇÃO:		Data da vistoria: 14/10/2016	
1.1. Local: Interior do Município de Agudo - RS – Picada do Rio Ponto de referência: Balneário Wilke			
1.2.Coordenadas UTM: 278432 – 6720844 – PONTO 9			
1.3. Tipo de Situação: () Movimento de massa em Talude de corte (x) Movimento de massa em Encosta Natural			
2.ASPECTOS LOCAIS			
Tipo de ocupação / Densidade		Tipo de Vegetação / Condições	
() Favela () Área urbana estruturada (x) Área não ocupada () Estrada () Outras: _____	() Alta () Média (x) Baixa	(x) Arbórea (x) Arbustiva () Rasteira	(x) Alta (x) Média () Esparsa
Drenagem / Condições		Relevo	Perfil de Encosta
(x) Natural () Construída () Inexistente	(x) Satisfat. () Insufic. () Obstruída () Danificada	(x) Escarpado () Montanhoso () Ondulado () Suave	(x) Côncavo () Convexo () Retilíneo
			Plano de Curvatura
			() Convergente (x) Divergente () Planar
3.CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS			
Local Vistoriado		Obras de Contenção existente	
(x) Encosta Natural () Talude de Corte () Talude de aterro () Talvegue () Outros: _____		() Sim (x) Não Tipo: _____	
Condição de saturação		5.4. Natureza do Material	
() Seco (x) Úmido () Saturado	() Com Surgência () Tubulação rompida () Artesianismo	() Solo (x) Rocha	() Com Trincas () Sem Trincas () Com Blocos () Fratura () Sem Fratura () Com Blocos
			(x) Tálus (x) Colúvio () Aterro () Solo resid. () Entulho () Lixo
4.CARACTERÍSTICAS DA SITUAÇÃO			
4.1.Movimento ocorrido		4.2.Possibilidade de movimento	
Data e hora do ocorrido: Volume estimado (m³): Pluviometria (ultimas 48 h): 4.1.1.. Consequências: () Vítimas fatais: (nº _____) () Vítimas não fatais: (nº _____) () Obstrução de vias () Danos a bens particulares () Danos a bens públicos () Riscos para terceiros (x) Sem consequências		4.2.1. Grau de risco () Alto (x) Médio () Baixo 4.2.2. Número de elementos em risco () <10 () Vidas () entre 10 e 30 () > 30 () Moradias () Hospital/Escola () Edificação/Estrutura () Estradas () Outros (especificar): _____	
4.3. Tipologia do movimento/Características			
() Queda Escorregamento () Rolamento () Rotacional () Tombamento (x) Planar () Rastejo () Cunha () Corrida de Detritos		4.4. Superfície de ruptura () Solo-Solo (x) Solo-Rocha () Rocha-Rocha () Colúvio –solo residual () Tálus -solos residual (x) colúvio/tálus –rocha alterada () Não identificada	

5. REGISTRO FOTOGRÁFICO



1.LOCALIZAÇÃO:		Data da vistoria: 14/10/2016	
1.1. Local: Interior do Município de Agudo – RS – Picada do Rio		Ponto de referência: Área Urbana do Município	
1.2.Coordenadas UTM: 279449 – 6719363– PONTO 10			
1.3. Tipo de Situação:		() Movimento de massa em Talude de corte (x) Movimento de massa em Encosta Natural	
2.ASPECTOS LOCAIS			
Tipo de ocupação / Densidade		Tipo de Vegetação / Condições	
() Favela () Área urbana estruturada (x) Área não ocupada () Estrada () Outras: _____	() Alta () Média (x) Baixa	() Arbórea () Arbustiva (x) Rasteira	() Alta () Média (x) Esparsa
Drenagem / Condições		Relevo	Perfil de Encosta
(x) Natural () Construída () Inexistente	() Satisfat. (x) Insufic. () Obstruída () Danificada	(x) Escarpado () Montanhoso (x) Ondulado () Suave	(x) Côncavo () Convexo () Retilíneo
			Plano de Curvatura
			(x) Convergente () Divergente () Planar
3.CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS			
Local Vistoriado		Obras de Contenção existente	
() Encosta Natural (x) Talude de Corte () Talude de aterro () Talvegue () Outros: _____		() Sim (x) Não Tipo: _____	
Condição de saturação		5.4. Natureza do Material	
() Seco (x) Úmido () Saturado	(x) Com Surgência () Tubulação rompida () Artesianismo	(x) Solo (x) Rocha	(x) Com Trincas () Sem Trincas () Com Blocos () Fratura () Sem Fratura () Com Blocos
			(x) Tálus (x) Colúvio () Aterro (x) Solo resid. () Entulho () Lixo
4.CARACTERÍSTICAS DA SITUAÇÃO			
4.1.Movimento ocorrido		4.2.Possibilidade de movimento	
Data e hora do ocorrido: Volume estimado (m³): Pluviometria (ultimas 48 h): 4.1.1.. Consequências: () Vítimas fatais: (nº _____) () Vítimas não fatais: (nº _____) () Obstrução de vias (x) Danos a bens particulares () Danos a bens públicos () Riscos para terceiros () Sem consequências		4.2.1. Grau de risco (x) Alto () Médio () Baixo 4.2.2. Número de elementos em risco () <10 () Vidas () entre 10 e 30 () > 30 () Moradias () Hospital/Escola () Edificação/Estrutura () Estradas () Outros (especificar): _____	
4.3. Tipologia do movimento/Características			
() Queda () Rolamento () Tombamento (x) Rastejo () Corrida de Detritos	Escorregamento (x) Rotacional () Planar () Cunha	4.4. Superfície de ruptura () Solo-Solo (x) Solo-Rocha () Rocha-Rocha (x) Colúvio –solo residual () Tálus -solos residual () colúvio/tálus –rocha alterada () Não identificada	

5. REGISTRO FOTOGRÁFICO



1.LOCALIZAÇÃO:		Data da vistoria: 24/01/2017	
1.1. Local: Interior do Município de Agudo – RS - Urbano Ponto de referência: Cidade			
1.2.Coordenadas UTM: UTM: 28 2120 – 67 17855 - PONTO 11			
1.3. Tipo de Situação: () Movimento de massa em Talude de corte (x) Movimento de massa em Encosta Natural			
2.ASPECTOS LOCAIS			
Tipo de ocupação / Densidade		Tipo de Vegetação / Condições	
() Favela () Área urbana estruturada (x) Área não ocupada () Estrada () Outras: _____	() Alta () Média (x) Baixa	(x) Arbórea (x) Arbustiva () Rasteira	(x) Alta (x) Média () Esparsa
Drenagem / Condições		Relevo	Perfil de Encosta
(x) Natural () Construída () Inexistente	(x) Satisfat. () Insufic. () Obstruída () Danificada	(x) Escarpado () Montanhoso () Ondulado () Suave	() Côncavo (x) Convexo () Retilíneo
			Plano de Curvatura
			(x) Convergente () Divergente () Planar
3.CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS			
Local Vistoriado		Obras de Contenção existente	
(x) Encosta Natural () Talude de Corte () Talude de aterro () Talvegue () Outros: _____		() Sim (x) Não Tipo: _____	
Condição de saturação		5.4. Natureza do Material	
() Seco () Úmido (x) Saturado	() Com Surgência () Tubulação rompida () Artesianismo	(x) Solo (x) Rocha	() Com Trincas () Sem Trincas (x) Com Blocos () Fratura () Sem Fratura () Com Blocos
			(x) Tálus (x) Colúvio () Aterro (x) Solo resid. () Entulho () Lixo
4.CARACTERÍSTICAS DA SITUAÇÃO			
4.1.Movimento ocorrido		4.2.Possibilidade de movimento	
Data e hora do ocorrido: Volume estimado (m³): Pluviometria (ultimas 48 h): 4.1.1.. Consequências: () Vítimas fatais: (nº _____) () Vítimas não fatais: (nº _____) () Obstrução de vias () Danos a bens particulares () Danos a bens públicos () Riscos para terceiros (x) Sem consequências		4.2.1. Grau de risco () Alto (x) Médio () Baixo 4.2.2. Número de elementos em risco () <10 () Vidas () entre 10 e 30 () > 30 () Moradias () Hospital/Escola () Edificação/Estrutura () Estradas () Outros (especificar): _____	
4.3. Tipologia do movimento/Características			
() Queda Escorregamento () Rolamento () Rotacional () Tombamento (x) Planar () Rastejo () Cunha (x) Corrida de Detritos		4.4. Superfície de ruptura () Solo-Solo () Solo-Rocha () Rocha-Rocha (x) Colúvio –solo residual (x) Tálus -solos residual (x) colúvio/tálus –rocha alterada () Não identificada	

5. REGISTRO FOTOGRÁFICO

