

Boletim Gaúcho de Geografia

<http://seer.ufrgs.br/bgg>

OCORRÊNCIA DE MOVIMENTOS DE MASSA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARANHANA – RS

Eduardo Samuel Riffel

Laurindo Antonio Guasselli

Boletim Gaúcho de Geografia, 39: 193-209, jul., 2012.

Versão online disponível em:

<http://seer.ufrgs.br/bgg/article/view/37327/24107>

Publicado por

Associação dos Geógrafos Brasileiros



Portal de Periódicos UFRGS

UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL

Informações Adicionais

Email: portoalegre@agb.org.br

Políticas: <http://seer.ufrgs.br/bgg/about/editorialPolicies#openAccessPolicy>

Submissão: <http://seer.ufrgs.br/bgg/about/submissions#onlineSubmissions>

Diretrizes: <http://seer.ufrgs.br/bgg/about/submissions#authorGuidelines>

Data de publicação - jul., 2012.

Associação Brasileira de Geógrafos, Seção Porto Alegre, Porto Alegre, RS, Brasil

OCORRÊNCIA DE MOVIMENTOS DE MASSA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARANHANA – RS

Eduardo Samuel Riffel¹
Laurindo Antonio Guasselli²

RESUMO

A bacia do rio Paranhana é constante cenário de desastres naturais. Em períodos de eventos pluviométricos extremos são comuns as ocorrências de inundações e movimentos de massa. Visando contribuir para o entendimento desse cenário foram feitas expedições de campo na região, e coletados pontos com um GPS topográfico das ocorrências de movimentos de massa. Busca-se identificar padrões nas ocorrências de movimentos de massa, utilizando técnicas de geoprocessamento e imagens de satélite. Posteriormente, será analisada a ocupação da população nas áreas de risco, o número de ocorrências e quais ações mitigadoras estão sendo realizadas pelos municípios e pela Defesa Civil. Como produto final será elaborado um mapa de áreas suscetíveis a movimentos de massa, e de áreas de perigo com populações em risco.

PALAVRAS-CHAVE: movimentos de massa; suscetibilidade; sensoriamento remoto; geoprocessamento; mapeamento.

OCURRENCE OF MASS MOVEMENTS IN THE PARANHANA RIVER'S BASIN-RS

ABSTRACT

The Paranhana River's hydrographic basin is constant scenario of natural disasters. In times of rainfall events extremes, are common the occurrence of floods and mass movements. To contribute to the understanding of this scenario, were made field research in the region, where points were collected with a precision GPS receiver, of occurrence of mass movements. This collection aims to identify patterns of points in the occurrence of mass mo-

1 Mestre em Geografia - UFRGS- edriffel@gmail.com

2 Dr.Laurindo Antonio Guasselli-Prof. Adjunto-UFRGS-laurindo.guasselli@ufrgs.br

vements, using satellite images and techniques of geoprocessing. Later, we will analyze the occupation of the population in risk areas, the number of occurrences and wich mitigations actions being taken by municipal district and civil defense. As the final work, will produce a map with areas most propicious to the mass movements, and areas of hazard with population at risk.

KEY-WORDS: mass movements; susceptibility; remote sensing; geoprocessing; mapping.

INTRODUÇÃO

A ocorrência de eventos extremos tem ocasionado prejuízos significativos em todo o globo, especialmente nas últimas décadas. De acordo com SCHEUREN et al. (2007) apenas no ano de 2007, 133 países foram atingidos por desastres naturais. Os prejuízos não se restringem apenas aos danos econômicos, mas ambientais e sociais, demonstrando a vulnerabilidade dos países. O Brasil vem enfrentando nos últimos anos diversos impactos decorrentes do incorreto uso e ocupação do solo em áreas suscetíveis a eventos extremos.

Existe uma série de condicionantes naturais do meio físico que estão associadas aos movimentos de massa, como a geologia, a geomorfologia e as variáveis climáticas. Esses condicionantes, associados, ao crescimento e ocupação desordenada das áreas urbanas e à degradação ambiental, principalmente em áreas com grande variação de amplitude topográfica e acentuada declividade, tem levado ao aumento das ocorrências de movimentos de massa nas encostas dos morros (LOPES, 2006). Esses eventos passam dessa forma a se caracterizar como eventos de risco a população que ocupa essas áreas.

A bacia hidrográfica do rio Paranhana apresenta diversos problemas ambientais, os principais são as inundações e a ocorrência de movimentos de massa. Existem, entretanto, poucos estudos a respeito, o que acarreta numa deficiência de dados sobre esses desastres. O entendimento dessa dinâmica se coloca urgente, no sentido de buscar metodologias para a produção de conhecimento científico fornecendo elementos para se conhecer os processos de ocorrência de desastres naturais nessa região.

Diante disso, busca-se identificar as áreas mais suscetíveis a movimentos de massa nos municípios inseridos na bacia do Paranhana, e compreender a sua dinâmica e os impactos dessa degradação, auxiliando assim na gestão ambiental. O mapeamento das áreas suscetíveis a movimento de massa, passa a ser uma ferramenta poderosa na identificação das áreas de risco com base no mapeamento das áreas de ocupação humana.

O presente artigo realiza uma análise da ocorrência de movimentos de massa na bacia hidrográfica do rio Paranhana, processos geralmente associados a eventos pluviométricos extremos. Para tanto foram realizados levantamentos de campo das áreas de ocorrência e/ou suscetíveis a danos causados

por esses desastres. Posteriormente serão aplicadas técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento para sua espacialização.

DESASTRES NATURAIS

Os desastres naturais que ocorrem no Brasil são, na sua maioria, de origem atmosférica. A precipitação, seja em excesso ou em escassez, é o elemento atmosférico que mais contribui para a ocorrência de desastres na região Sul do Brasil. Os desastres naturais possuem características e magnitudes variadas. Em consequência da adequação que o homem faz as suas necessidades, o espaço natural muitas vezes não comporta todas essas modificações espaciais, acarretando em diversos impactos ambientais.

Desastres naturais podem ser conceituados, de forma simplificada, como o resultado do impacto de um fenômeno natural extremo ou intenso sobre um sistema social, causando sérios danos e prejuízos que excedem a capacidade dos afetados em conviver com o impacto (TOBIN & MONTZ, 1997; UNDP, 2004).

Essas ocorrências podem ser traduzidas em inundações, abalos sísmicos, erosões, deslizamentos, incêndios florestais, tempestades, ciclones etc, todos passíveis de posicionamento e mensuração da extensão da área comprometida pelo desastre. Para FURLAN, et al. (2011) os desastres naturais no país são resultado de uma combinação da ocorrência de eventos extremos com a vulnerabilidade física e/ou socioeconômica que os locais apresentam, portanto, destaca-se a necessidade de se conhecer espacialmente quais áreas são mais susceptíveis à ocorrência de adversidades ambientais, e que possuem características que potencializam o risco. Para BRAGA et al. (2006) a grande incidência de eventos extremos justifica a necessidade de aprofundar o conhecimento científico sobre os efeitos desiguais destes eventos na população, assim como o desenvolvimento de metodologias de mensuração da vulnerabilidade a estes eventos.

Quanto a sua prevenção destaca KOBİYAMA et al. (2006) que em escala mundial, cada R\$ 1,00 investido em prevenção, equivale em média a R\$ 30,00 de obras de reconstrução pós-evento.

MOVIMENTOS DE MASSA

Os processos de vertente, são importantes modeladores do relevo, destaca-se entre eles, os movimentos de massa, que consistem no desprendimento e transporte de solo e/ou material rochoso vertente abaixo. A mobilização de material deve-se à sua condição de instabilidade, devido à atuação da gravidade, podendo ser acelerada pela ação de outros agentes, como a água. O deslocamento de material ocorre em diferentes escalas e velocidades,

variando de rastejos a movimentos muito rápidos (CHORLEY et al., 1984; FERNANDES & AMARAL, 1996; IPT, 1989; VARNES, 1978;).

CHRISTOFOLETTI (1999), relaciona os movimentos de massa com as diversas dinâmicas naturais e também com a ocupação humana:

A formação e a dinâmica do relevo se relacionam com diversos fatores, como as atividades tectônicas, as variáveis climáticas, atuação de fauna e flora, ação antrópica etc. Como parte dessa dinâmica ocorre os processos de vertente, entre os quais, os movimentos de massa, que envolvem o desprendimento e transporte de solo e/ou material rochoso vertente abaixo. A mobilização de material deve-se à sua condição de instabilidade, devido à atuação da gravidade, podendo ser acelerada pela ação de outros agentes, como a água. Alguns desses processos podem se constituir em provocadores de acidentes, causando prejuízos materiais e até perda de vidas em alguns casos. É o caso dos movimentos de massa, onde a ocupação humana atua como fator incrementador do desenvolvimento destes processos.(CHRISTOFOLETTI, 1999).

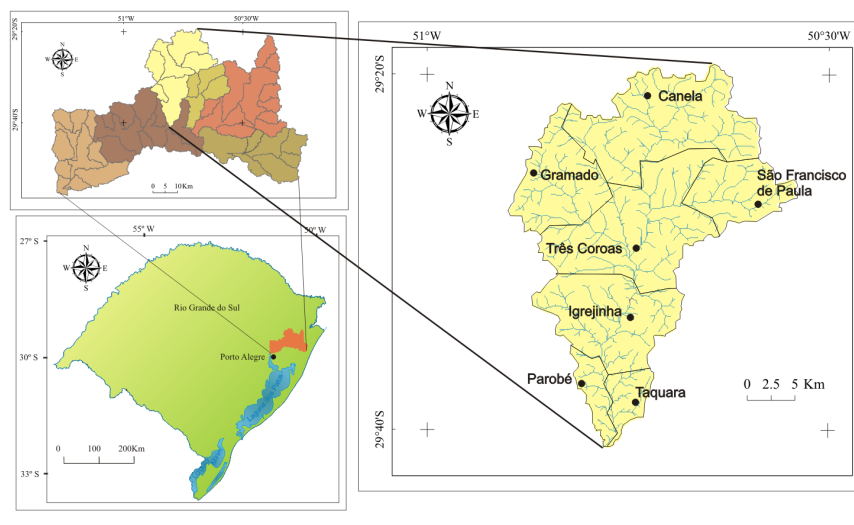
CUNHA & GUERRA (1996) relacionam ainda, os movimentos de massa, com a forma da vertente. Segundo esses autores, a forma da encosta exerce influência, também, na geração de zonas de convergência e divergência dos fluxos d'água superficial e subsuperficial e de sedimentos, sobretudo as porções côncavas, sendo zonas preferenciais para a ocorrência de deslizamentos.

De acordo com o Guia metodológico para a produção de cartografia municipal de risco e para a criação de sistemas de informação geográfica (SIG) de base municipal ANPC (2009), um dos aspectos mais relevantes no processo de planejamento de emergência e na revisão dos respectivos planos está relacionado com a validação de dados provenientes da investigação e das ocorrências. Esses dados são integrados em simuladores de impactos e de resposta operacional em tempo real, montados em plataformas SIG que, entre outras, contêm as características das populações nomeadamente dos povoamentos mais vulneráveis e das áreas de maior susceptibilidade. A proteção civil de âmbito municipal desempenha um papel crucial na estruturação do planejamento de emergência, uma vez que se reconhece ser nesse âmbito que grande parte dos fenômenos pode ser compreendido e validado.

ÁREA DE ESTUDO

A bacia hidrográfica do rio Paranhana possui uma área total de 580 km², e se situa na região nordeste do estado do Rio Grande do Sul, sendo o rio Paranhana um dos afluentes do rio dos Sinos.

Figura 1- Bacia dos Sinos e bacia do rio Paranhana - RS



O rio Paranhana tem suas nascentes localizadas nos municípios de Canela, Gramado e São Francisco de Paula, a cerca de 900 m de altitude e sua confluência com o rio dos Sinos localiza-se no município de Taquara a uma altitude de 20 m. Na área da bacia, ainda fazem parte os municípios de Três Coroas, Igrejinha e Parobé. As unidades geológicas presentes na bacia do Paranhana são as formações Serra Geral e Botucatu e a presença de Aluviões. A Formação Serra Geral, composta basicamente de basalto oriundo de derramamentos vulcânicos, está presente nas cabeceiras do rio, em regiões de maior altitude e relevo mais acidentado. A Formação Botucatu está presente no trecho inferior da bacia do rio Paranhana, principalmente nos municípios de Taquara e Parobé. Constitui-se de solos arenosos bastante suscetíveis a erosão, situando-se em relevo menos declivoso. Próximas à calha do rio Paranhana são encontradas as formações aluvionares, caracterizadas por depósitos sedimentares heterogêneos presentes nas várzeas de inundação.

MATERIAIS E MÉTODOS

Inicialmente foi realizada uma revisão bibliográfica sobre conceitos e metodologias referentes à temática de movimentos de massa.

A partir do site da Defesa Civil do Rio Grande do Sul (www.defesacivil.rs.gov.br), foi obtida uma série histórica das ocorrências de desastres naturais nos municípios que integram a bacia do Paranhana.

Também foram feitas expedições de campo aos municípios localizados na bacia do rio Paranhana, para levantamento das ocorrências de movimentos de massa. Como essas expedições foram acompanhadas pelo corpo de bombeiros desses municípios, a quase totalidade dos pontos coletados se refere a áreas em que esses eventos se constituíram em risco para a população.

Os pontos de ocorrência de movimentos de massa foram coletados utilizando um receptor GPS topográfico, no município de Três Coroas em 17 de abril de 2011; e nos municípios de Igrejinha, Taquara e Parobé nos dias 09 e 10 de julho e 17 de novembro de 2011. Em todas essas áreas as coordenadas foram obtidas na base dos deslizamentos, devido principalmente ao tamanho dos deslizamentos, relativamente pequenos, mas principalmente pelas características das encostas muito íngremes.

Os pontos coletados foram processados em laboratório para identificar padrões nas ocorrências de movimentos de massa, a partir de características morfométricas do terreno, como declividade, curvatura vertical e horizontal. A declividade corresponde ao ângulo de inclinação da superfície local, a curvatura vertical refere-se ao caráter convexo/côncavo do terreno quando analisado em perfil, e a curvatura horizontal corresponde ao caráter divergente/convergente dos fluxos de matéria sobre o terreno.

A partir do processamento de imagens SRTM (*SHUTTLE RADAR TOPOGRAPHIC MISSION*) foi realizado um modelo digital de elevação (MDE), o qual serviu de base para extrair informações sobre as características morfométricas da bacia e identificar padrões nas ocorrências de movimentos de massa. A partir desses padrões e de observações em campo, foram identificadas as áreas com maior suscetibilidade à movimentos de massa e de risco para a população, baseado nas áreas identificadas como de uso do solo urbano, a partir de classificação do uso e ocupação do solo, utilizando imagens do satélite *LANDSAT 5*, sensor TM (Thematic Mapper),.

OCORRÊNCIA DE MOVIMENTOS DE MASSA NO VALE DO PARANHANA

Os municípios localizados na bacia do Paranhana são frequentemente assolados por desastres naturais. Segundo dados da Defesa Civil - RS, entre julho de 2003 e agosto de 2011 esses municípios tiveram 37 ocorrências de desastres naturais, caracterizadas pela Defesa Civil como: vendaval, tornado, enchente, inundação, alagamento, enxurrada e granizo. O Quadro 1 apresenta os municípios atingidos e a quantidade de ocorrências atendidas durante esse período de tempo.

Quadro 1 - Ocorrência de desastres naturais, entre julho/2003 e agosto/2011, no vale do Paranhana.

Municípios	Nº de ocorrências
Taquara	11
Parobé	8
São Francisco de Paula	6
Igrejinha	5
Três Coroas	4
Canela	2
Gramado	1

Fonte: Defesa Civil-RS, www.defesacivil.rs.gov.br.

A análise desses dados é dificultada já na sua coleta, devido a falta de clareza em relação à nomenclatura e à tipologia utilizadas para descrever os eventos ocorridos, devido a forma de organização de dados por parte da Defesa Civil estadual. Muitas vezes os movimentos de massa, são classificados como enxurrada, e outras vezes não são classificados.

Mas o principal problema é que nas informações sobre os eventos não há georreferenciamento dos pontos de ocorrência dos desastres naturais. Fato esse que prejudica a realização de trabalhos por parte de órgãos de pesquisa.

Essa limitação implicou na necessidade de realizar levantamentos de campo, com a utilização de GPS, dos pontos de ocorrência de movimentos de massa. A identificação das áreas de ocorrência foi realizada com apoio dos Bombeiros Voluntários, Bombeiros Militares e Defesa Civil dos municípios localizados na bacia, como consequência, provavelmente, muitos pontos com ocorrência de movimento de massa não foram levantados/identificados por não terem representado risco a população.

Nas observações em campo nas áreas de ocorrência de movimentos de massa, é perceptível a fragilidade geomorfológica das áreas de ocupação humana. Embora os municípios tenham populações pequenas, durante a ocorrência de eventos pluviométricos extremos, grande parte dessa população é atingida em função da forma inadequada dessas ocupações.

Sujeitos à especulação imobiliária, os moradores de menor poder aquisitivo acabam ocupando áreas de inundação, podendo ser atingidas pelas cheias do Paranhana, ou então, ocupando áreas de alta declividade e instabilidade geológica, sujeitas a movimentos de massa.

Segundo RECKZIEGEL et al. (2005) os acidentes e desastres normalmente afetam as parcelas menos favorecidas da população que, pela falta de escolhas vêm-se obrigadas a se estabelecer em áreas ambientalmente frágeis: planícies de inundação, áreas deprimidas e encostas íngremes.

A pressão imobiliária sobre os órgãos municipais também faz com que diversas áreas consideradas de proteção ambiental ou sujeitas a risco para a população, venham a ser utilizadas para a instalação de condomínios. A ocupação dessas áreas acaba contribuindo para o corte das encostas e também da retirada do solo e da vegetação que exercem proteção e mantém sua estabilidade.

Foram identificadas, nesse estudo, 21 ocorrências de movimentos de massa nos municípios do vale do Paranhana. Nesse levantamento observou-se a predominância de 3 tipos principais de ocorrência: Rastejo, Corrida de Massa e Deslizamento.

No município de Três Coroas foram registradas 07 ocorrências, com as seguintes características: 1) 01 ocorrência de deslizamento circular, que se caracteriza por possuir uma superfície de ruptura curva (Figura 2); 2) 05 ocorrências de deslizamento planar, caracterizados por rampas de comprimentos maiores do que suas larguras; 3) 01 ocorrência de corrida de massa, caracterizado por uma linha de drenagem bem definida e composta por 3 segmentos de deslizamentos.

Figura 2- Movimento de massa do tipo circular ocorrida em Três Coroas-RS;



Fonte: Trabalho de campo;

Segundo o Corpo de Bombeiros voluntários de Três Coroas, os deslizamentos ocorreram nos dias 10 de janeiro e 26 de setembro. Por não haver registro em uma base de dados não se sabe com certeza, quais são as ocorrências que correspondem a essas datas.

Em todas as áreas de deslizamento a ocupação humana é significativa. A partir da ação antrópica ocorrem cortes no terreno em áreas de alta declividade

retirando a sustentação do solo, isso tudo, aliado ao solo pouco espesso sobre um substrato rochoso. Nessas áreas normalmente se desloca material sob grande velocidade, quando da ocorrência de episódios de eventos pluviométricos extremos. De acordo com dados do INMET (2011) a estação automática de Canela-RS registrou um total de 34 mm de precipitação em um intervalo de 10 horas, entre as 11 e as 21 horas do dia 10 de janeiro de 2010, deve-se considerar que a estação de Canela está localizada a cerca de 17 km de distância do município de Três Coroas, e esses valores de precipitação podem ter sido mais elevados no município de Três Coroas, o qual ainda não possui dados registrados de precipitação.

No município de Igrejinha ocorreram 08 deslizamentos. Um localizado nos fundos da escola Garibaldi, ocorrido no dia 10 de janeiro de 2010. Nesse evento três casas e uma escola foram danificadas, mas não houve vítimas, percebe-se a ocorrência de processo de rastejo, devido a presença de árvores inclinadas no local. Segundo dados de levantamento realizado pela CPRM (Companhia de Pesquisa em Recursos Minerais) a área possui aproximadamente 25 imóveis e 100 pessoas em risco, mas devido as obras de contenção realizadas pela prefeitura, que são um muro de contenção e o monitoramento constante, a área é caracterizada como de risco médio a novos deslizamentos. Percebe-se no local a ocupação humana efetuando cortes no solo, o substrato rochoso de basalto e a alta declividade (Figura 3).

Figura 3- Deslizamento ocorrido em Igrejinha-RS



Fonte: Trabalho de campo

Outro deslizamento ocorreu no dia 23 de abril de 2011 e destruiu seis casas, causando sete mortes (figura 4). Nessa área o substrato rochoso é caracterizado por rochas areníticas. Verifica-se também a alta declividade e a retirada da vegetação, deixando o solo exposto e suscetível a novos escorregamentos, caso ocorram novos eventos pluviométricos extremos. Observa-se a presença de árvores inclinadas, degraus de abatimento e processos de rastejo no topo do escorregamento. Segundo dados do INMET (2011), a estação automática do município de Canela-RS indicou um total de 73 mm de precipitação em um intervalo de 17 horas, entre as 21 horas do dia 22, e as 14 horas do dia 23 de abril, o município de Igrejinha está localizado a cerca de 22 km de Canela, sendo que os valores de precipitação em Igrejinha podem ter sido maiores, devido a distância e a ocorrência de chuvas localizadas na região. A estação automática da CPRM, localizada em Taquara indicou um acumulado total de 106.2 mm diários na mesma data, sendo que a estação de Taquara está localizada a cerca de 9 km da área de ocorrência do deslizamento em Igrejinha, e representa melhor os reais índices de precipitação daquele dia. Segundo a CPRM, a área possui 6 imóveis e 24 pessoas em risco, sendo considerada uma área de alto risco a novos deslizamentos, na base do escorregamento existem 3 casas interditadas na rua Alziro Bischoff. Situações semelhantes foram identificadas no trabalho de CAVALCANTI et al. (2011) na região de Lagoa Encantada, periferia de Recife-PE. Nessa área “o crescimento urbano em áreas topográficas inadequadas, com a ocupação espontânea, ocasionou desequilíbrio no sistema das encostas, aliados a isto, o desmatamento, entre outros; aceleraram os processos erosivos, e consequentemente os movimentos de massa na localidade.”

No município de Taquara foram levantadas 02 ocorrências de áreas de risco. Uma localizada no morro da Cruz e caracterizada por densa ocupação de população de baixa renda, em área de alta declividade. Nessa área ainda não há registro de ocorrência de deslizamento.

A segunda área, também caracterizada como área de risco, devido a um aterro realizado por uma empresa metalúrgica. Esse aterro está bem acima do nível da rua, o que coloca em risco a população que reside nos arredores da indústria. Nesse local ocorreram pequenos deslizamentos, devido ao peso do aterro, pelo solo arenoso pouco compactado, e por haver ocupações bem próximas ao aterro. A ocorrência está localizada fora da área da bacia do Paranhana, por isso não foi localizada no mapa.

No município de Parobé foram registradas 06 ocorrências, com as seguintes características: 1) 05 ocorrências de deslizamentos do tipo planar. Essas áreas são caracterizadas por cortes no solo, causados pela ação antrópica, alta declividade e solo antropizado, em sua maioria formado por rochas basálticas, além da retirada de vegetação, percebe-se em todas as áreas a densa ocupação, em alguns casos com residências bem próximas ao corte feito no solo, com risco de desprendimento de blocos (Figura 4); e 2) 01 ocorrência do tipo rastejo localizada na área urbana. Ocorre devido à alta declividade da área e ao escoamento subsuperficial, apresentando inclusive risco de desprendimento de um grande bloco de rocha que pode

atingir diversas residências presentes no loteamento. Esse tipo de movimento é caracterizado por ter uma velocidade baixa (da ordem de cm/ano).

Figura 4- Movimento de massa no município de Parobé-RS



Fonte: Trabalho de campo

No mapa abaixo estão localizados os principais pontos de ocorrência de movimentos de massa, identificados em trabalhos de campo. Alguns pontos se encontram fora dos limites da bacia, por isso não estão identificados no mapa. Percebe-se que as ocorrências localizadas em Parobé estão mais próximas, pois no município a ocupação é mais densa e o município é menor, e essas áreas se caracterizam por uma área de expansão do município, que ocorre em áreas de alta declividade. O município de Taquara, possui apenas uma ocorrência situada dentro da bacia do rio Paranhana, isso deve ao fato do município estar localizado em uma área mais plana da bacia, não sendo caracterizado por altas declividades. O município de Três Coroas possui a maior quantidade de movimentos de massa, e junto com o município de Igrejinha, os deslizamentos de maior porte, isso se deve principalmente, às altas declividades e ao solo pouco espesso, que ocorre nos dois municípios.

Figura 5– Mapa das ocorrências de movimentos de massa na bacia do rio Paranhana-RS identificadas em trabalho de campo.



CONSIDERAÇÕES FINAIS

Uma das principais dificuldades identificadas durante o trabalho é o difícil acesso aos lugares de ocorrência de deslizamentos, devido à alta declividade e a má-conservação de algumas estradas que prejudica o auxílio das equipes durante o atendimento das ocorrências e também o levantamento de dados.

Percebe-se que o grande causador das ocorrências de movimentos de massa na bacia é a ocupação das encostas, algumas vezes irregular e outras não. As encostas estão incluídas na legislação ambiental, como áreas sob proteção ambiental e com restrição à ocupação. No entanto o que se vê é que a legislação é pouco conhecida e pouco difundida entre as prefeituras de cidades pequenas, além de que a proibição, sem alguma espécie de compensação se mostra ineficaz, e isso somado à falta de fiscalização, só torna mais

fácil a ocupação dessas áreas.

Pretende-se ao fim desse trabalho fornecer material de apoio aos órgãos gestores do município, no entanto, a utilização de cartas e mapas de risco deve ser utilizada e atualizada frequentemente, visto que o ambiente é dinâmico e as ocupações e modificações no espaço também.

Com atitudes mais objetivas e que demonstrem maior interesse dos órgãos públicos em relação aos desastres naturais, poderemos futuramente, além de evitar perdas humanas, economizar em ações reparadoras aos cofres públicos e ainda por cima proteger o meio ambiente aliando a informação com a técnica.

REFERÊNCIAS

AUTORIDADE NACIONAL DE PROTEÇÃO CIVIL. **Guia metodológico para a produção de cartografia municipal de risco e para a criação de sistemas de informação geográfica (sig) de base municipal**. Instituto Geográfico Português, Depósito legal: 298930/09 Tiragem: 2500 exemplares. Lisboa-Portugal. Set./2009.

BRAGA, T.M; OLIVEIRA, E.L ; GIVISIEZ, G.H.N. Avaliação de metodologias de mensuração de risco e vulnerabilidade social a desastres naturais associados à mudança climática. Anais... XV Encontro Nacional de Estudos Populacionais, ABEP, Caxambu, 2006. Disponível em: <http://www.seade.gov.br/produtos/spp/v20n01/v20n01_06.pdf> Acessado em: 13 jul. 2011

CAVALCANTI, R.L.S; ANDRADE, P.C.L; FERREIRA R.C; SILVA R.G; CARVALHO J.A.R. Lagoa Encantada: causas e conseqüências dos movimentos de massa, um exemplo na periferia do Recife/PE In: VIII SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, 2010, Recife. Anais... Recife-Pernambuco/UFPE, 2010. p. 1-12.

CHORLEY, R.J.; SCHUMM, S.A.; SUGDEN, D.E. Geomorphology. Cambridge: Methuen, 1984, 606p.

CHRISTOFOLETTI, A. Modelagem de Sistemas Ambientais. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 1999.

CUNHA S. B., GUERRA, A.T; Geomorfologia e Meio Ambiente. 3º Ed. - Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996, 372

DEFESA CIVIL RS. Consulta a dados de ocorrências de desastres naturais no estado do Rio Grande do Sul. Disponível em < http://www.defesacivil.rs.gov.br/consulta_convenios.html> Acesso em: 21/08/2011

FERNANDES, N.F; AMARAL, C.P. Movimentos de massa: uma abordagem **geológico-geomorfológica**. In: GUERRA, A.J.T; CUNHA, S., Geomorfologia e meio ambiente. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996. p.123-194.

FURLAN, M.C.; LACRUZ, M.S.P; SAUSEN, T.M. **Vulnerabilidade socioeconômica à ocorrência de eventos extremos: proposta metodológica**. In: SIM-

PÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 15. (SBSR), 2011, Curitiba. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2011. p. 4540-4546. DVD, Internet. ISBN 978-85-17-00056-0 (Internet), 978-85-17-00057-7 (DVD). Disponível em: <<http://urlib.net/3ERPFQRTRW/3A3P672>>. Acesso em: 13 jul. 2011.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS (IPT) **Estudo das instabilizações de encostas da Serra do Mar na região de Cubatão objetivando a caracterização do fenômeno “corrida de lama” e prevenção de seus efeitos.** São Paulo: 1989. 185p. (IPTrelatório. 26258).

KOBIYAMA M.; MENDONÇA M.; MORENO D.A.; MARCELINO I.P.V.O.; MARCELINO E.V.; GONÇALVES, E.F.; BRAZETTI, L.L.P.; GOERL, R.F.; MOLLERI, G.S.F.; RUDORFF, F.M. **Prevenção de desastres naturais: conceitos básicos.** Curitiba: Ed. Organic Trading, 2006, 109p. : il. ISBN – 85-87755-03-X.

LOPES, E.S.S.; RIEDEL, P.S.; BENTZ, C.M.; FERREIRA, M.V. **Calibração e validação do índice de estabilidade de encostas com inventário de escorregamentos naturais na bacia do Rio da Onça na região da Serra de Cubatão - SP.** Geociências, v.26, n.1, 2007. p.83-95. Disponível em: <http://jasper.rc.unesp.br/revistageociencias/26_1/Art%20Eymar.pdf>. Acesso em: 13 jul. 2011.

RECKZIEGEL, B.W.; ROBAINA, L.E.S.; OLIVEIRA, E.L.A. **Mapeamento de Áreas de Risco Geomorfológico nas Bacias Hidrográficas dos Arroios Cancela e Sanga do Hospital, Santa Maria – RS.** Geografia. Revista do Departamento de Geociências v.14, n.1, 2005. Disponível em: <<http://www.uel.br/revistas/geografia/V14N1/artigo01.pdf>>, acesso em 25/08/2011.

SCHEUREN, J.M. POLAIN DE WAROUX, O.; BELOW,R.; GUHA-SAPIR, D.; PONSERRE, S., et al. **Annual Disaster Statistical.** In: Review The Numbers and Trends, 2007.

TOBIN, G.A; MONTZ, B.E. **Natural Hazards: explanation and investigation.** New York: The Guilford Press, 1997. 388p.

UNDP – United Nations Development Programme. **Reducing disaster risk: a challenge for development.** New York, USA: UNDP, 2004. 129p.

VARNES, D.J. **Slope movements: types and processes - landslides analysis and control.** Washington: National Academy of Sciences, 1978. p.11-13.

