

DESASTRES NATURAIS E ANTROPOGÊNICOS: estudo de caso do projeto resposta ao desastre em Santa Catarina no Ano de 2008

*Ângela Grando¹; Camila Belleza Maciel²; Claudia Weber Corseuil³; Marciano Maccarini⁴;
Masato Kobiyama⁵; Rafael Augusto dos Reis Higashi⁶*

RESUMO --- Atualmente, os desastres naturais têm relação com as condições extremas do tempo, água e clima. O excesso ou a escassez de água, ou a qualidade, incidem negativamente na economia e na saúde das pessoas, acompanhado de conseqüências a longo prazo para o bem estar da população. Neste trabalho é realizada a descrição e discussão técnica de alguns dos desastres relacionados com a água, ocorridos no fim do ano de 2008 em Santa Catarina. Por meio do projeto emergencial da Defesa Civil estadual com o Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres (CEPED) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), foram realizadas vistorias nas áreas de desastres naturais e antrópicos de extrema necessidade de avaliação de risco geológico-geotécnico. As ações contribuintes, como resultado das avaliações, servirão de guia aos municípios para interdição de áreas de risco susceptíveis a novos desastres, bem como as áreas liberadas com restrições para a tomada de medidas corretivas.

ABSTRACT --- Currently, natural disasters is related to the extremes of time, water and climate. The excess or shortage of water, or the quality, negatively affect the economy and health of people, accompanied by long-term consequences for the well being of the population. This work is carried out technical description and discussion of some of the water-related disasters, which occurred at the end of 2008 in Santa Catarina. Through the project emergency the Defense Civil state with and University Center for Studies Research on Disasters (CEPED), of the Federal University of Santa Catarina (UFSC), surveys were conducted in the areas of natural disasters and man of great need for risk assessment of geological -geotechnical. Shares taxpayers as a result of evaluations serve as a guide for municipalities to ban the risk areas susceptible to further disaster, and the areas released with restrictions for taking measures corrective.

Palavras-chave: Chuva, desastres, escorregamentos de solos.

¹ Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil–UFSC, Caixa Postal 476, CEP 88040-900 Florianópolis-SC. E-mail: angela.grando@gmail.com

² Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil–UFSC, Caixa Postal 476, CEP 88040-900 Florianópolis-SC. E-mail: camilabelleza@hotmail.com

³ Professora do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental–UFSC, Caixa Postal 476, CEP 88040-900 Florianópolis-SC. cwcorseuil@hotmail.com

⁴ Professor do Departamento de Engenharia Civil–UFSC, Caixa Postal 476, CEP 88040-900 Florianópolis-SC. E-mail: ecv1mac@ecv.ufsc.br

⁵ Professor do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental–UFSC, Caixa Postal 476, CEP 88040-900 Florianópolis-SC. kobiyama@ens.ufsc.br

⁶ Professor do Departamento de Engenharia Civil–UNISUL. Ponte do Imaruim, CEP 88130-475 Palhoça-SC. E-mail: rafael.higashi@unisul.br

1 – INTRODUÇÃO

A água é uma das substâncias mais importantes do Planeta Terra, pois, dela depende a maioria dos processos físicos, químicos e biológicos nos ecossistemas. Para o homem a água sempre foi determinante no ritmo de sua evolução. No entanto, usar a água de forma desmedida, poluir os recursos hídricos, consumir produtos, muitas vezes desnecessários, e descartá-los como resíduos sólidos, são valores que estamos habituados a ver e praticar e que necessitam de mudanças.

Cada indivíduo na sociedade deve ter noção mínima do comportamento do meio ambiente e buscar harmonia entre as suas relações. O conhecimento do ciclo hidrológico, nestes casos torna-se fundamental para o entendimento dos fenômenos hidrológicos.

Kobiyama *et al.* (2006) mencionam que inundação, deslizamento, estiagem, etc, são fenômenos naturais, observados com freqüência na natureza. Quando estes fenômenos ocorrem em locais onde o ser humano atua, como, por exemplo, em cidades, próximo a vilas ou casas, eles provocam danos materiais e humanos à sociedade. Neste caso são tratados como desastres naturais. Estes desastres, que afetam as atividades humanas, vêm aumentando ao longo da história. Isso acontece pelo mau planejamento e utilização das bacias hidrográficas pelo homem, principalmente pelo desmatamento e crescimento desordenado das cidades.

A educação ambiental da população, em tempos de desastres naturais e antropogênicos deverá receber maior atenção governamental, principalmente quando se refere à preservação dos recursos hídricos e o conhecimento dos efeitos de intensas variações pluviométricas.

De modo geral, os desastres naturais são determinados a partir da relação entre o homem e a natureza. Em outras palavras, desastres naturais resultam das tentativas humanas em dominar a natureza, que, em sua maioria, acabam derrotadas. Além do que, quando não são aplicadas medidas para a redução dos efeitos dos desastres, a tendência é aumentar a intensidade, a magnitude e a freqüência dos impactos. Assim, parte da história da humanidade foi influenciada pela ocorrência de desastres naturais, principalmente os de grande magnitude, comentam Kobiyama *et al.* (2008).

Os problemas sociais e econômicos que a população vem sofrendo hoje em relação às inundações e soterramentos são oriundos do crescimento desordenado das cidades associado à falta de política habitacional. A urbanização sem suporte econômico e educacional direciona a ocupação desordenada da população para áreas de inundação e encostas íngremes susceptíveis ao colapso.

Kobiyama (2000) definiu a urbanização como o conjunto de três ações: (1) retirada da vegetação e do solo, (2) revestimento do terreno com concreto e asfalto, e (3) rejeição de água (escoar a água da chuva o mais rápido possível). Dessa maneira, as cidades vêm abandonando os preciosos recursos hídricos, crescendo economicamente e demograficamente sem planejamento. A atitude de rejeitar a água da chuva agravou ainda mais o problema da falta e excesso da água. Nesse

contexto, a área rural pode ser considerada como exemplo de onde realmente valorizam a convivência com plantas, terra e água.

As condições de impermeabilização do solo, a ausência da vegetação ou inexistência e o comprimento da vertente, aumentam o escoamento superficial da água da chuva, ocasionado inundações à jusante e desencadeando processos erosivos nas encostas e colapso de taludes.

A infiltração da água da chuva no solo percola pelos vazios e minimiza os efeitos do escoamento superficial. No entanto, as características de cada solo influenciam na infiltrabilidade e grau de sorção, bem como na estabilidade do solo frente à saturação. A infiltração altera os parâmetros de resistência das primeiras camadas do solo, ou seja, na frente à saturação. Na estação cheia, devido à influência da infiltração da água nas primeiras camadas do solo, e a contribuição da poro-pressão, devido à elevação do lençol freático inicia-se um quadro de instabilidade da encosta, mencionam Menezes e Campos (1992). Aumentos na poro-pressão diminuem a resistência ao cisalhamento do solo, sendo a tensão total reduzida da pressão neutra. Assim, o colapso dependerá das demais características do solo.

O conhecimento de características relativas aos solos pode nortear a ocupação de áreas localizadas em encostas. As propriedades de engenharia do solo, compressibilidade, expansibilidade, capacidade de suporte, estabilidade e resistência são importantes na previsão do colapso de encostas.

Assim, o conhecimento dessas características para espessas camadas de solos residuais ou rochas de alto intemperismo torna-se fundamental para execução e conservação de elementos de fundações de edificações e a correta construção de vias urbanas e rede de coleta de esgotos.

Kobiyama *et al.* (2008) mencionam que o ideal seria o impedimento de qualquer tipo de dano e prejuízo, o que seria situação “perfeita”. Entretanto, o que é possível fazer é a mitigação, ou seja, a redução máxima possível dos danos e prejuízos causados pelos desastres naturais. Isso porque nós, seres humanos, ainda não adquirimos conhecimentos suficientes para controlar e dominar os fenômenos naturais. Desta forma, devem ser realizadas medidas preventivas, não só para reduzir os prejuízos materiais, mas principalmente para evitar a ocorrência de vítimas fatais.

Para controlar a ocupação de áreas instáveis, é importante o conhecimento das condições geológico-geotécnicas, caracterizando os processos e os parâmetros envolvidos, obtendo informações sobre a sustentabilidade do meio. Assim, por meio dos planos diretores, as cidades podem usufruir dessas informações para traçar panoramas de desocupação de áreas de risco, ordenar as funções sociais nas cidades e garantir o bem estar da população. Estas questões já são de exigência do Estatuto das Cidades sob a Lei Federal Nº 10.257 aprovada em 2001 para cidades com mais de vinte mil habitantes.

O Vale do Itajaí, em Santa Catarina, formado por 53 municípios nas quatro microrregiões: Blumenau, Itajaí, Ituporanga e Rio do Sul foram atingidos por torrenciais chuvas que provocaram

enchentes e deslizamentos, causando destruição, mortes e prejuízos. A fúria das águas arrasou vias públicas, pontes, estradas, escolas, hospitais, residências, pessoas, etc. Contudo, ações governamentais e soluções geotécnicas deverão ser realizadas para futuramente minimizar os efeitos de deslizamentos e enchentes. No entanto, durante e após a ocorrência dos desastres, ações emergenciais devem ser iniciadas para dar suporte à população atingida.

Neste contexto, a Defesa Civil estadual e o Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres (CEPED) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) iniciaram o projeto “Resposta ao Desastre em Santa Catarina no Ano de 2008”. O projeto ofereceu apoio aos municípios atingidos pelo desastre. Vistorias de pesquisadores e técnicos da área de engenharia, geografia e geologia e hidrologia foram realizadas com a elaboração de relatórios técnicos que oferecem suporte a Defesa Civil do estado no que concerne à assistência à população atingida.

A metodologia do projeto envolvia inicialmente, vistorias em áreas caracterizadas por ocorrências de desastres naturais, os quais o homem não tem capacidade de conter, apenas presumir e minimizar. A extensão para desastres antrópicos ocorreu porque, áreas e cidades inteiras decretaram situação de emergência em decorrência de quedas de taludes sob residências, soterramentos de edificações e pessoas em locais com ou sem permissão para residir.

O presente estudo faz parte do projeto e apresenta o diagnóstico de algumas vistorias realizadas na região do Vale do Itajaí, após os desastres ocorridos. O levantamento das informações ocorreu no período de janeiro de 2009 e continuam até o presente momento, junho de 2009. No entanto, inicialmente vistoriavam-se áreas rurais com movimentos de massa de solo classificados como desastres naturais, em sua maioria. No presente momento, as vistorias ocorrem em área urbana onde praticamente todos os movimentos e danos foram influenciados pela ação antrópica, caracterizados como desastre antrópico, antropogênico e/ou previsto.

Primeiramente neste trabalho é realizada uma breve descrição dos principais fatores contribuintes e agravantes dos desastres ocorridos. O objetivo deste estudo é descrever e diagnosticar alguns dos desastres naturais e antropogênicos vistoriados e sugerir medidas para conter ou minimizar os impactos da água ao meio ambiente e à população atingida.

2 – FATORES CONTRIBUINTES DOS DESASTRES DE 2008 EM SANTA CATARINA

O instituto Neomondo em Janeiro de 2009, no texto “Reconstruindo o Vale do Itajaí”, mencionou que desde que as duas enchentes históricas de 1983 e 1984 atingiram o Vale do Rio Itajaí, causando a morte de 43 pessoas, estudiosos de universidades locais passaram a se preocupar com a vulnerabilidade da região.

Na edição de 29 de novembro de 2008, o Jornal O Estado de São Paulo mencionou no texto “É preciso aprender com os erros e as tragédias”, que um agravante nesses acontecimentos está

exatamente nas condições previsíveis dessa ocorrência. Estudos já apontavam para a necessidade emergencial da desocupação de áreas de riscos, bem como obras de engenharia para prevenção e eficientes sistemas de monitoramento de cheias. A culpa não foi da chuva, mas da falta de planejamento e de aplicação de conhecimento técnico na ocupação urbana.

No mesmo texto a professora Beate Frank, em entrevista, explicou que as principais causas da enchente podem ser resumidas em cinco: a quantidade de chuva na região, o local da concentração da chuva, o tipo de rocha do Vale do Itajaí, a forma como vem sendo feita a ocupação desordenada do local e o desmatamento da vegetação local.

Dados meteorológicos da Epagri/Ciram mostram que em quatro dias choveu 500 milímetros, o que significa 500 litros por metro quadrado, mais do que o dobro da enchente de 1984, causada por 200 mm. A média anual na região é de 1.500 mm. A circulação marítima provocou ventos de Leste em níveis baixos da atmosfera desde o dia 19 de novembro. A instabilidade foi reforçada nos dias 21 a 23/11 por vórtice ciclônico em níveis médios da atmosfera.

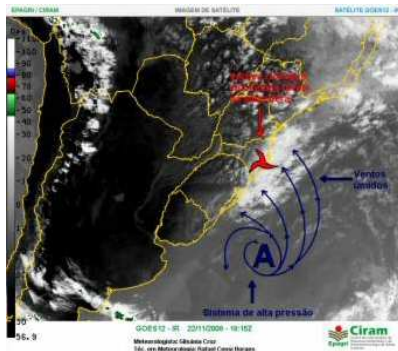


Figura 1 – Condições meteorológicas
Fonte: Ciram – Epagri 27/11/2008

A professora Beate Frank, na sequência da entrevista diz que a quantidade de chuva, no entanto, não foi o único problema. Historicamente, as enchentes ocorrem a partir do alto do Vale do Itajaí, área de 8 mil quilômetros quadrados, formada por 30 cidades rurais. O sistema de alerta a enchentes, com monitoramento meteorológico e hidrológico, está todo concentrado nessa região. Quando chove no alto do Vale, a Defesa Civil tem pelo menos 24 horas para evitar o pior nas partes mais baixas. Na enchente deste ano, contudo, a chuva se concentrou no médio Vale do Itajaí, na região de Blumenau e no entorno e não havia sistema de alerta nos rios dessa parte do Vale.

A mesma entrevistada fala que as rochas que formam a encosta do vale são antigas, de 600 milhões a 2,4 bilhões de anos. Na região, predominam as rochas intemperizadas, decompostas ao longo dos anos e, com o tempo, se tornaram porosas. Além disso, esses solos são profundos, com 30 a 40 metros de espessura, sujeitos a se movimentar facilmente, situação que se potencializa por causa da inclinação das encostas. Assim, residir em cima ou embaixo das encostas se torna muito arriscado. As limitações impostas pela natureza não são reconhecidas pelos planos diretores. Por causa do declive acentuado das encostas, a ocupação do Vale do Itajaí ocorreu primeiramente nas

margens e várzeas dos rios, o que causou o desmatamento das matas ciliares da região, tipo de vegetação que evita que as águas da chuva provoquem enxurradas. O Código Florestal, de 1965, limita a ocupação da margem dos rios. A legislação não impediu a construção da BR-470, que desmoronou no rio e rompeu um gasoduto na altura da cidade de Gaspar. O desmatamento das encostas e a ocupação irregular foram suficientes para aumentar a vulnerabilidade do solo dos morros, acentuada devido ao tipo de solo.

2 – VISTORIAS DE ALGUNS DOS DESASTRES NATURAIS E ANTROPOGÊNICOS

Atendendo pedido da Defesa Civil, foram vistoriadas residências atingidas por escorregamentos e situadas em áreas de risco de novas ocorrências. Iniciamos os trabalhos, examinando as encostas e caracterizando os movimentos de massa ocorridos. Na sequência, o laudo foi realizado definindo áreas interditadas, liberadas e liberadas com restrições. No entanto, as áreas interditadas e liberadas com restrições envolvem um conjunto de medidas que foram recomendadas de acordo com o risco apresentado.

Salienta-se que o trabalho técnico realizado e suas recomendações, não levaram em conta as questões econômicas e burocráticas, isto é, qual será o órgão responsável pela execução das medidas recomendadas e a viabilidade de custos para a execução das obras. Portanto, algumas das recomendações vão exigir dos governantes municipais, estaduais e federais, estudo de viabilidade econômica e social para implantação das medidas.

Desde já, sabe-se que em alguns casos, a melhor forma de resolver a questão econômica das recomendações será a interdição total da área, pois o custo para atender as restrições é alto. Esta tomada de decisão causa sérios impactos sociais à comunidade. No entanto, deslocar a população para residir em áreas, onde o custo de implantação é menor em relação ao que solicitam as restrições, beneficiará um maior número de pessoas atingidas.

2.1 – Vistorias em Áreas Rurais

2.2.1 *Estudo do município de Rio dos Cedros 1*

Para o caso das figuras 2 a 5, ocorreu na alta encosta um escorregamento rotacional com rastejo de lama e matacões que atingiu uma das duas residências localizadas na base.



Figura 2 - Topo do escorregamento



Figura 3 - Caminho do fluxo



Figura 4 - Dano parcial na residência



Figura 5 - Antigos movimentos

Observou-se na alta encosta e na base, surgência de água na superfície. O escorregamento apresenta potencialidade de adquirir alta energia em virtude da declividade. Portanto, a área ficou liberada com restrições. Em dias de chuva intensa os moradores deverão monitorar a evolução do movimento e aumento ou diminuição da vazão das surgências d'água. O aumento da turbidez da água e/ou verificação de movimento da encosta indica que os moradores deverão buscar abrigo seguro para residir até a estabilização das movimentações. O morador da residência atingida poderá realizar as reformas necessárias e retirar a massa de solo depositada nas proximidades da casa.

3.1.2 Estudo do município de Rio dos Cedros 2

Para o caso das figuras 6 e 7, ocorreu um escorregamento transacional. A movimentação de massa de solo na encosta destruiu a residência em construção e ameaça outra. Observou-se na alta encosta e na base, surgência de água na superfície.



Figura 6 - Presença de degraus de abatimento



Figura 7 - Destruição total da residência

As recomendações basearam-se nas características do movimento na encosta, o qual apresenta possibilidades de movimentações. Portanto, a área abrangendo as duas residências está interdita.

3.1.3 Estudo do município de Rio dos Cedros 3

Para o caso da figura 8, ocorreu na encosta próxima um escorregamento rotacional que atingiu a residência da figura 9. A figura 10 está próxima à movimentação e apresenta a deficiências nas fundações. Observou-se na alta encosta e na base, surgência de água na superfície.



Figura 8 - Encosta em movimento



Figura 9 - Residência destruída

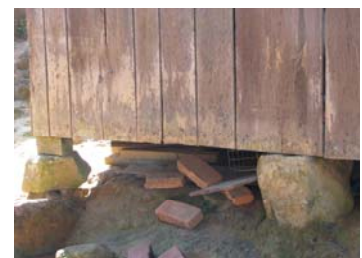


Figura 10 - Fundações

A encosta apresenta possibilidades de movimento. Portanto, a área abrangendo as duas residências está interditada.

3.1.4 Estudo do município de Timbó 1

Para o caso da figura 11 a 13, no topo do escorregamento que se movimentou através de uma vertente côncava onde foram encontradas trincas de aproximadamente 100 metros de comprimento e rachaduras de 1m de profundidade. Os movimentos de massa neste local foram do tipo complexo, misto de rotacional com fluxo de detritos. Este escorregamento destruiu a igreja da comunidade, uma casa, a ponte, a estrada e drenagens. Na encosta há surgência de água na superfície.



Figura 11 - Escorregamento



Figura 12 - Estradas e Igrejas destruídas



Figura 13 - Pontes destruídas

As características da encosta apresentam possibilidades de movimentações. Portanto, o local onde a casa foi destruída está altamente instável, e precisa continuar interditado. Os demais locais estão liberados com restrições, pois a topografia dispõe de área de deposição. A recomendação para os moradores é monitorar a evolução das trincas para ver a estabilização ou evolução do movimento.

3.1.5 Estudo do município de Timbó 2

Para o caso das figuras 14 a 19, ocorreu um escorregamento translacional associado à alta declividade e baixa coesão do solo. O corte parcial da encosta foi realizado para a implantação da estrada. No entanto, a drenagem da estrada concentrou o fluxo do escoamento das águas pluviais. A encosta apresenta numerosas rachaduras e possui vertentes que tornam o solo saturado.



Figura 14 - Queda de árvores



Figura 15 - Obstrução da estrada



Figura 16 - Trânsito interditado

O material movimentando possui probabilidade de continuar evoluindo, obstruindo novamente a passagem. Duas residências localizadas em cota inferior à estrada foram destruídas pelos escorregamentos com fluxo de detritos e lama. Estas encontravam-se outrora, em área de risco pela proximidade com o córrego. Portanto, a área das residências atingidas está interditada. Para a reconstrução da estrada, recomenda-se além de obras de drenagem no topo da encosta e a contenção por meio de muros de gabiões o dimensionamento realizado com responsável técnico.



Figura 17 - Circulação provisória



Figura 18 - Residências destruídas



Figura 19 - Fundações

3.1.6 Estudo do município de Ilhota 1

Vistoriando os fundos de uma residência localizada na rua geral do Braço do Baú, mostrado nas figuras 20 a 22, foi observado acúmulo de material silto-argiloso, proveniente de um corte na encosta que serviria de plataforma para outra futura construção. Neste local foi constatado abundante surgência de água com aspecto cristalino.



Figura 20 - Corte da encosta



Figura 21 - Instabilidade do aterro



Figura 22 - Instabilidade da encosta

Nessa avaliação, foi constatado que esta obra foi responsável pela instabilização da encosta e trincas na residência. No entanto, a estrutura da casa não apresenta risco aos moradores, porém o local está interdito até que o solo apresente-se seco e obras de contenção da encosta possam ser realizadas com dimensionamento de um responsável técnico.

3.1.7 Estudo do município de Ilhota 2

A vistoria foi realizada na extensão do leito do rio, a jusante e a montante, próximo da Rua geral do Braço do Baú. As obras civis no momento da vistoria estavam em execução para a recuperação do leito e áreas colmatadas como demonstrado nas figuras 23 a 25.



Figura 23 - Obstrução de estradas



Figura 24 - Soterramento de casas



Figura 25 - Desobstrução do rio

A solicitação então consistiu em instruções para reconstrução das pontes, bueiros e estradas. A recomendação na ponte foi consentir vãos e alturas suficientes para permitir, além da vazão líquida, entulhos transportados pela cheia. Tal recomendação elimina a possibilidade de instalação de tubos de pequeno diâmetro usados em bueiros. Também foi recomendado que fossem

construídos, juntamente com a ponte, muros de contenção dimensionados para suportar o impacto de entulhos carregados pela cheia. Para a estrada que dará ligação a ponte, bem como o talude de sustentação o dimensionamento deverá ser realizado para solos moles e de grande deformabilidade (uso de colchões drenantes e extrema compactação do aterro). Isto trará maior segurança aos moradores, pois permitirá, para eventuais chuvas intensas e inundações, permitir que os moradores tenham condições de trafegabilidade e desloquem-se para locais mais seguros. Em virtude das condições de risco de inundação e deslizamento, os moradores da área devem estar sempre atentos à previsão meteorológica. É importante a implantação de um sistema de alerta para eventos de fortes chuvas. Esse sistema pode ser a instalação de sirenes em locais estratégicos.

3.1.8 Estudo do município de Ilhota 3

Foi atendida a demanda dos moradores quanto à modificação do atual curso do rio do Alto Baú, no trecho entre ao abrigo para os trabalhadores das obras do local e a escola Pedro Teixeira de Melo. O rio teve seu percurso original parcialmente alterado em consequência de obstruções provocadas por grandes fluxos de escombros. Os moradores locais estão solicitando alteração do curso do rio em dois pontos: nos fundos de uma residência e atrás da Igreja luterana, como mostram as figuras 26 e 27, respectivamente. Essas solicitações atendem as condições de estabilização deste curso d'água, além de permitir a construção de estradas laterais, exemplificado na figura 28.



Figura 26 - Rio próximo à residência



Figura 27 - Rio próximo à Igreja



Figura 28 - Rio assoreado

Foi recomendado o reforço e elevação do muro de contenção existente atrás da residência por meio de bancadas de gabiões. As estradas deverão ser construídas em cota elevada da original. Também o talude de aterro nas margens da estrada deve ser reforçado com blocos de pedras. Assim, em eventuais chuvas intensas é possível manter trafegabilidade aos moradores para locais mais seguros, exemplificado nas figuras 29 a 31. Em virtude das condições de risco de inundação e deslizamento, os moradores da área devem estar atentos à previsão meteorológica.



Figura 29 - Estradas obstruídas



Figura 30 - Estradas e casas atingidas



Figura 31 - Danos em geral

É importante a implantação de um sistema de alerta para eventos de fortes chuvas. Esse sistema pode ser a instalação de sirenes em locais estratégicos.

3.2 – Vistorias em Áreas Urbanas

3.2.1 Estudo do município de Brusque I

Para a vistoria realizada no município de Brusque, na Rua Rotary Clube e as demais ruas do bairro Cirópolis, constatou-se que todas as residências encontram-se indevidamente situadas em locais onde foi realizado o corte da encosta e o mesmo material foi utilizado para aterro. Este material não sofreu compactação antes da implantação do conjunto habitacional. O corte íngreme da encosta foi a causa de sucessivos escorregamentos translacionais ao longo da encosta do loteamento, como mostram as figuras 32 e 33.

A rocha predominante no local possui alto grau de intemperismo, e em alguns locais ocorreu a queda de blocos e ainda existe grande possibilidade de novas quedas. Camadas espessas de solo compõem a encosta inteira. Ainda, observou-se o surgimento de olhos d'água na base.

No entorno da encosta, observou-se a existência de possíveis valas não impermeabilizadas que converge o fluxo das águas indevidamente em direção as residências e cria o problema de aporte de sedimentos. A figura 34 mostra que acima dos cortes de talude foram realizadas escavações para implantação da drenagem. No entanto, encontram-se inacabadas e o escoamento superficial se concentra, aumentando a susceptibilidade de escorregamentos.



Figura 32 - Corte íngreme de talude



Figura 33 - Queda de taludes



Figura 34 - Drenagem no talude

A entrada das residências e as ruas foram construídas sobre material inconsolidado de aterro e segundo moradores, este material já havia sofrido transporte pela água da chuva. A prefeitura já havia realizado obras para restituir o material. No entanto, devido às fortes chuvas e a falta de estabilidade, como mostram as figuras 35 a 37, novamente ocorreu o transporte de material.



Figura 35 - Drenagem nas ruas



Figura 36 - Erosão nas ruas



Figura 37 - Casas sustidas

Sulcos e ravinas estão causando danos nas propriedades. Os escorregamentos estão soterrando o quintal das residências, exemplificado nas figuras 38 a 40, e ainda há possibilidade de evolução.



Figura 38 - Casas destruídas



Figura 39 - Casas em colapso



Figura 40 - Casas em balanço

As obras a serem realizadas neste local são para estabilização do talude e fixação da encosta, bem como as de drenagem e saneamento. Os muros deverão ser dimensionados para resistir os esforços advindos da estabilização do terreno que deverá ser construído com bancadas de gabiões e concreto e a drenagem implementada. As obras deverão ter o acompanhamento de um responsável técnico, bem como os dimensionamentos definidos em projeto devidamente aprovado.

Praticamente, todas as residências foram atingidas, algumas pelos escorregamentos, onde o terreno ou sua estrutura foram debilitados e outras pela surgência de água nos pisos. "Todas" as ruas deste bairro necessitam de drenagem e saneamento básico, bem como todas as residências necessitam de reparos e algumas até necessitam da demolição. As condições em que a população que reside neste bairro se encontra, não são dignas. Uma vez que a população paga seus impostos o mínimo que é exigido são boas condições de saneamento e infra-estrutura. Assim, evitaria futuramente transtornos para os governantes em relação às condições de saúde da população.

Como foi mencionado, dentro da metodologia do projeto, não avaliam-se custos para as obras que atenderão as restrições. No entanto, aqui a recomendação é a interdição do Bairro, pois o custo para reformas será elevado. Compete aos órgãos governamentais, deliberar as obras ou a remoção da população. Vale ressaltar que o loteamento foi implantado na administração anterior do município, pelos mesmos que realizaram obras de dragagem e revitalização do rio que atravessa a cidade e antigamente trazia inundações e transtornos para a população.

3.2.2 Estudo do município de Brusque 2

A vistoria no bairro Bateas foi realizada, onde constatou-se que o escorregamento ocorreu em um talude de corte de uma encosta muito declivosa. A rocha neste local é muito intemperizada.

Os deslizamentos destruíram completamente uma residência (figura 41) e danificaram parcialmente duas casas, como mostram as figuras 42 e 43. O local está interditado e os moradores deverão reconstruir em local seguro, uma vez que a encosta apresenta sinais de movimentação. Outro morador próximo, também foi atingido pelo mesmo escorregamento, mostrado na figura 44, no entanto, atingiu apenas o muro aos fundos, estando a área liberada com restrições.



Figura 41 - Casa destruída



Figura 42 - Danos estruturais



Figura 43 - Soterramento

Foi recomendado que o morador buscasse responsável técnico para dimensionar a obra de estabilização da encosta e construção do muro, pois movimentações na encosta sem dimensionamento poderão desestabilizar a encosta, causando mais danos.

Nas figuras 45 e 46, outra situação de movimento ocorreu nas proximidades do escorregamento. Observou-se a surgência abundante de água na base do talude de corte. Acima do desta, foram encontradas trincas e degraus de abatimento de 12 centímetros de profundidade por 12 metros de extensão a uma altura de 8 metros da base do talude. Neste local há evidência da ocorrência de um pequeno escorregamento anterior, formando a concavidade na encosta.



Figura 44 - Queda do muro



Figura 45 - Surgência de água



Figura 46 - Talude de corte

A residência não sofreu danos, porém a liberação com restrições condiciona-se ao monitoramento, pelos moradores, da encosta e da ocorrência de turbidez nas surgências de água. Em dias de intensas chuvas, estes foram alertados a buscar local seguro.

3.2.3 Estudo de do município de Rio do Sul

Uma das vistorias ocorreu no bairro Itoupava onde a área atingida envolve quatro residências. A forma geral do movimento na encosta caracteriza um semi-círculo de extensão aproximada 80m. A ocorrência destas formas foi responsável pela formação de superfícies onduladas e provocaram elevação do relevo, afetando a estrutura das residências, mostrado nas figuras 47 a 49. O movimento está ativo e na base da encosta há surgimento de água na superfície.



Figura 47 - Semi-círculo na encosta



Figura 48 - Rachaduras nas casas



Figura 49 - Elevação do solo

Das quatro residências, duas já foram desabitadas e duas permanecem com moradores. Uma delas, até o momento não apresenta danos estruturais. As três residências que apresentam danos estruturais estão interditadas. No entanto, o morador foi orientado a observar o aparecimento de rachaduras e observar alterações na cor da água do córrego, do poço e das diversas surgências de água existentes no entorno da residência.

3.2.4 Estudo do município de Blumenau

Uma das vistorias realizadas no município Blumenau foi ao bairro Valparaíso, onde uma das áreas atingidas pelos escorregamentos faz ligação com área plana, sujeita à inundação. Como exemplo, tem-se as figuras 50 e 51. Foi verificado aos fundos desta casa, que o percurso do rio foi desviado, formando ângulo fechado de praticamente 90°, para ampliar espaço para a construção da residência. A casa não apresenta danos estruturais, porém localiza-se na margem do córrego, local de deposição de pedras e material constituinte do solo. Não há terreno para construção nestas condições e a área está interditada.

Inúmeras residências desta localidade sofreram danos. As residências construídas sobre rochas com menor intemperismo, em sua maioria, apresentam as estruturas mais preservadas. A maior causa foi à desestabilização de taludes íngremes, construído pelos próprios moradores e a ocupação irregular de morros. O uso de aterro não compactado também contribuiu, bem como os muros de contenção inexistentes ou inadequados, exemplos destas ocorrências nas figuras 52 a 55.



Figura 50 - Casa na divisa do córrego



Figura 51 - Desvio do córrego



Figura 52 - Escorregamentos

A água de lavanderias encaminhadas para a encosta e as residências sem o uso de calhas no telhado, desestabilizaram taludes. O despejo de rejeitos em geral também contribuiu para as quedas.



Figura 53 - Água escoando na encosta



Figura 54 - Queda da residência



Figura 55 - Destruição de casas

Praticamente, todas as residências no alto morro, foram atingidas, algumas pelo escorregamento onde o terreno ou sua estrutura foi debilitado. "Todas" as ruas deste bairro

necessitam de drenagem e saneamento básico, bem como reparos e algumas até necessitam da demolição, para que não ocorram escorregamentos maiores e atinjam moradores de áreas sem risco.

Sendo assim, a liberação, interdição ou liberação com restrições é uma questão a ser discutida pelo município. Foram vistoriadas todas as casas desta área. No entanto, algumas estão liberadas para residir quanto ao quesito estrutural. Porém, são áreas íngremes e susceptíveis a escorregar. Neste contexto a interdição da área é evidente e necessária para a segurança de todos.

4 – CONCLUSÕES

Por meio desta pesquisa, conclui-se a importância da educação relacionada aos benefícios e conseqüências do fator chuva para a população.

- Construções em talvegues e áreas de inundação deverão ser evitadas.
- Os locais das construções devem respeitar a geometria de encostas.
- A zona ripária ou mata ciliar é altamente perigosa e não deve ser ocupada.
- Proximidade de rios e córregos são áreas que representam perigo e deverão ser evacuadas.
- A área de deposição de massa é tão perigosa como a área de iniciação de movimento.
- Para as áreas interditadas, cabe aos órgãos públicos, resolverem as questões de transferência da população para áreas seguras e embargar tais as áreas, a fim de evitar novos desastres com a ocupação irregular.
- Para as áreas liberadas com restrições, as medidas de obediência à restrição deverão ser tomadas com urgência, antes do início de novos eventos pluviométricos intensos.
- Segurança e consciência são concepções que deverão ser levadas em conta na implantação de medidas de redução de desastres naturais e antrópicos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Universidade pelos conhecimentos de engenharia, hidrologia e geotecnia que auxiliaram na construção deste artigo.

Os dois primeiros autores e o quinto autor agradecem o CEPED e a Defesa Civil estadual pelo convite em participar do projeto e realizar as avaliações de caráter emergencial.

Aos colegas das equipes de vistorias, pelo aprendizado e troca de conhecimento nas avaliações.

As famílias e amigos que ofereceram suporte financeiro nas viagens, e principalmente equilíbrio emocional nos retornos para casa. Com isso, foi possível voltar aos locais de desastres e tragédias e realizar as avaliações, sem deixar-se levar pela visão dos acontecimentos, emoções e anseios.

BIBLIOGRAFIA

a) Livros

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.; RUDORFF, F. *“Prevenção de desastres naturais: Conceitos básicos”*. Curitiba: Organic Trading, 2006. 109 p.

KOBIYAMA, M.; MOTA, A.A.; CORSEUIL, C.W. (2008). *“Recursos hídricos e saneamento”*. Curitiba: Ed. Organic Trading, 160p.

b) Artigos em revistas

KOBIYAMA, M. (2000). *“Ruralização na gestão de recursos hídricos em área urbana”*. Revista OESP Construção, São Paulo, Ano 5, n. 32, p. 112-117.

c) Artigos em anais de congressos ou simpósios

MENEZES, M.S.S.; CAMPOS, L.E.P. *“Estabilização de taludes em solos residuais tropicais”*. in: 1a COBRAE. Rio de Janeiro, 1992, volume I, 101-110 pp.

d) Documentos eletrônicos

EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA/CENTRO DE INFORMAÇÕES DOS RECURSOS AMBIENTAIS (EPAGRI/CIRAM). Análise da Imagem de satélite. Seção: Imagem de Satélite, Categoria: Tempo. Disponível em: <http://ciram.epagri.sc.gov.br/portal/website>. Acesso em: 27/11/2008.

JORNAL O ESTADO DE SÃO PAULO. Edição de 29/11/2008. É preciso aprender com os erros e as tragédias. O Estado de São Paulo digital. Disponível em: <http://www.estadao.com.br/busca/JSearch>. Acesso em: 10/05/2009.

INSTITUTO NEOMONDO. Edição de 29/01/2009. Reconstruindo o Vale do Itajaí. Editor: Liane Uechi, Seção: Editorias, Categoria: Meio Ambiente. Disponível em: <http://www.neomondo.org.br>. Acesso em: 10/05/2009.