

Zoneamento e Efeitos Morfodinâmicos da Enxurrada do dia 23/12/1995 nas Bacias dos rios Figueira e Pinheirinho - SC.

Joel Pellerin *
Ângela Maria Resende Couto Gama* *
Eloiza Elena Della Justina Nascimento* *
Jairo Valdati ***
Julio Cesar Paisani **
Marga Eliz Pontelli **

UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina
Departamento de Geografia - Laboratório. de Geoprocessamento
88.040-00 Florianópolis - SC
pellerin@cfh.ufsc.br.

Abstract. In 23th december of 1995 the basins of Figueira and Pinheirinho rivers localized in the South of the Santa Catarina State went seriously affected by violent rainfalls what reached the headboards on Serra Geral, resulting in of catastrophic flow, without precedent in the local memory. This phenomenon started with generalized rock and debris slides, following with debris and mudflow, destroying kilometers of roads, many bridges, agriculture lands, finishing in part the structure of production regional, besides to provoke 28 deads. Although of the magnitude event, consequent of the conjunction with rainfalls extremely concentrate on areas of the declividade too acentuated, can't be setenced exceptional, considering what alluvial quaternary deposits indicated to be this a process search geologic.

A description of the morphodynamic effects of overflow allows to analyse the succession of the hydrological processes on the slopes and valleys of the basins what jointly to utilization of imagem SPOT XS enabling the cartography and the repartition zonal of the destroyed area according to the types of process happened and material deposited.

Keywords: Catastrophic Flow, Cartography, Remote Sensing

Introdução

Elaborado por um grupo do Curso de Mestrado em Geografia da Universidade Federal de Santa Catarina, o presente trabalho teve por objetivo cartografar a extensão da área destruída e a intensidade da enxurrada catastrófica de 23/12/95, que atingiu as bacias dos rios Figueira (Timbé do Sul) e Pinheirinho (Jacinto Machado), no sul do Estado de Santa Catarina.

Este fenômeno, sem precedentes na memória local, destruiu quilômetros de estradas, pontes; solos agrícolas, desmantelando parcialmente a estrutura de produção da área, além de causar inúmeras vítimas fatais.

Apesar da magnitude do evento, resultante da conjunção de chuvas extremamente concentradas em áreas de declividade muito acentuada, este não pode ser considerado totalmente excepcional, por tratar-se de um processo recorrente na história geológica da região. A presença de acumulações de seixos fluviais em diversos estágios de alteração, em todos os fundos de vales, recentemente estudados por Duarte (1995), comprovam tal fato.

Dois foram os setores mais atingidos: as vertentes da Serra Geral e cabeceiras dos rios, que se caracterizam principalmente como área fornecedora de materiais; e as planícies dos rios, correspondendo às áreas receptoras e de trânsito dos materiais retirados das partes mais altas.

* Professor visitante do Departamento de Geociências da UFSC

** Alunos do Curso de Mestrado em Geografia da UFSC.

*** Bolsista do CNPq

As vertentes da Serra Geral são constituídas, na parte inferior, de rochas sedimentares, siltitos e arenitos intercalados da Formação Rio do Rastro e Botucatu, respectivamente, e na superior, por rochas eruptivas basálticas, da Formação Serra Geral. A elevada amplitude altimétrica (variação da cota de 40m a 1200 m numa extensão inferior a 3 km), influencia na alta susceptibilidade à grandes escorregamentos de massa diante de eventos pluviométricos excepcionais, como o ocorrido na véspera de natal de 1995. Nestas encostas ocorreram desnudamento da cobertura florestal (floresta ombrofila montana e submontana densa), remoção do solo, avalanches de blocos e deslizamentos generalizados. As planícies, em altitudes inferiores a 200m, foram profundamente retrabalhadas, tanto por deposição de seixos quanto por erosão dos solos. Nelas, canais fluviais entrelaçados entalham antigos leques aluviais, que não raro se encontram ocupados por plantações e por moradias. As águas da enxurrada aproveitaram, preferencialmente, os antigos leitos secundários de divagação natural.

Procedimentos Metodológicos:

Na realização deste trabalho utilizou-se basicamente as folhas topográficas de Jacinto Machado e Turvo, escala 1:50.000, IBGE 1976, e suas respectivas ampliações em escala 1:25.000, fotografias aéreas pancromáticas de 1978, escala 1:25.000; fotografias oblíquas tiradas de helicóptero em 09/02/96; e imagem de satélite SPOT XS, canais 1,2,3, de 04/07/96.

As técnicas usadas englobaram trabalhos de **laboratório/gabinete** e de **campo**. Os primeiros iniciaram-se pela interpretação das fotografias aéreas, de onde extraiu-se a drenagem detalhada e limites da planície, resultando na carta base para a entrada de dados vetoriais no SGI (Sistema de Informações Geográficas). Através do "software" Microstation 5.5, digitalizou-se as curvas de nível, a drenagem e as estradas, cujas informações foram exportadas para o "software" IDRISI 4.1, onde foram convertidas em dados raster. De posse dos dados neste formato foi possível efetuar a correção geométrica da imagem, com um grau satisfatório de precisão na escala 1:25.000; e construir um modelo numérico de terreno (MNT) para representar a variação contínua de relevo no espaço. Em seguida, partiu-se para o tratamento da imagem SPOT XS canais 1,2,3, em busca de uma composição colorida que melhor visualizasse a área atingida pela enxurrada, evidenciando a área de solo nu e recoberta por seixos e sedimentos. Ao final de várias tentativas, optou-se pela composição colorida obtida a partir dos canais 1,2 e um neocanal, este último resultante da

adição do NDVI (índice de vegetação normalizado) com o canal 3. Elaborada a composição colorida fez-se uma rotação de cores, da qual utilizou-se apenas a reclassificação do neocanal de saturação. O resultado desse processamento foi cruzado com a composição colorida, dando origem a delimitação da área destruída pela enxurrada. A partir da imagem, fazendo máscaras sucessivas (digitalizadas na tela e convertidas em imagens), foi possível calcular a superfície destruída e/ou remanejada pela enxurrada.

Em **campo**, o trabalho dividiu-se em três etapas: a) **observações** da altura atingida pela água, dos recortes da enxurrada na planície, dos tipos de materiais depositados (matacões, seixos, troncos e sedimentos finos), e a identificação de "chaves" para a interpretação visual da imagem; b) **entrevistas** junto aos moradores e vítimas quanto aos horários de ocorrência da chuva e da chegada das "ondas", bem como os locais por onde a água extravazou; c) **medições** de 11 perfis transversais ao longo das planícies aluviais; 1 perfil amostral do deslizamento nas vertentes, além do volume de alguns blocos mais expressivos, encontrados no leito fluvial.

Os levantamentos em campo orientaram-se para a reconstituição do volume, da velocidade, da competência e dos caminhos percorridos pelas águas da enxurrada, e para a identificação dos tipos de processos ocorridos nas vertentes.

Resultados e discussão

A análise e síntese dos elementos levantados possibilitaram a reconstituição do cenário da catástrofe, o cálculo da área atingida e o zoneamento dos efeitos da enxurrada, levando em conta a dominância do tipo de processo ocorrido e de material depositado (Fig.01).

Segundo os depoimentos obtidos junto a população, por volta das 14 horas do dia 23/12/95, uma tempestade caracterizada por chuvas de elevada intensidade, acompanhadas de trovões e descargas elétricas, atingiu as **escarpas da Serra Geral**. Foi um fenômeno localizado, considerando que neste mesmo horário o tempo se manteve sem chuva no baixo vale. Tais informações correspondem às interpretações meteorológicas preliminares feitas por Pellerin et alii (1995), onde estes indicam que o fenômeno provavelmente tenha resultado do deslocamento de uma formação de cumulonimbus do oceano, em fase de maturidade (altura basal de 600m), rumo a escarpa da Serra Geral (1.200m). Vianello & Alves (1991), citados pelos referidos autores, mencionam que estas nuvens podem provocar em locais confinados, como as cabeceiras dos rios atingidos, totais pluviométricos de

até 500mm em apenas uma hora. Contudo, os estudos dos deslizamentos nas Escarpas da Serra do Mar na região de Cubatão-SP feitos por Wolle & Carvalho (1989), indicam que a deflagração de escorregamentos sobre solos previamente umedecidos, podem ser gerados por pluviosidades mínimas de 180 mm/dia. Mesmo com ausência de registros pluviométricos, a hipótese de uma grande quantidade de chuva num curto período de tempo parece compatível com os levantamentos de campo sobre a superfície das vertentes desnudadas e a quantidade de material acumulado no fundo dos vales fluviais da primeira zona mapeada.

Antes do evento, as vertentes encontravam-se cobertas de mata mesmo sobre os solos rasos da parte superior, entre 600 e 1100m de altitude. Os deslizamentos trouxeram blocos e pedras de tamanho variado com até 14m de comprimento. Ainda, observou-se em campo vertentes que apresentavam processos de solifluxão.

A partir da classificação da imagem orbital calculou-se um total de 507 ha desnudados, que são mais generalizados nas vertentes do alto vale do rio Figueira. Os materiais acumulados nos fundos dos vales (201 ha), atingem em alguns lugares de 10 a 15m de espessura, com blocos de 15 a 17 m³; que foram carregados a uma distância média de 100m da origem.

As zonas subseqüentes caracterizaram-se como receptoras de materiais. Nestas, a zona dois apresenta uma alternância de depósitos de seixos, superfícies de solos erodidos, extravasamento dos canais, e depósitos de madeira na parte mais a jusante. A zona três por sua vez corresponde ao espalhamento do fluxo de água em lâmina fina, com depósito de material silto-argiloso. Na figura 01 a área correspondente a esta zona equivale a 375 ha de fundo de vale, que foram cobertos por seixos e/ou apresentam solos erodidos. As áreas que foram apenas inundadas ou cobertas por madeira, por não serem identificáveis na imagem SPOT de abril/96 (cobertas de vegetação nova ou com arrozais em fase de colheita), ainda não foram mensuradas.

Através dos perfis transversais medidos no médio vale do rio Figueira, foi possível identificar na segunda zona, três feições geomorfológicas de acordo com a intensidade dos processos. Nos eixos dos canais, atuais e reativados, a água atingiu 5m de altura. Na parte mais plana do vale, a água variou entre 1,50 e 2,00m; coincidindo com a área de maior destruição de edificações, deposição localizada de seixos e maior erosão dos solos. Nas elevações do fundo de vale (interflúvios dos antigos canais dos leques aluviais), a água não ultrapassou 1m de altura. Neste trecho o

menor volume da água propiciou um grande acúmulo de troncos.

As principais feições da terceira zona correspondem a uma extensão lateral da seção inundada, que atinge cerca de 2 Km a jusante, nas localidades de Pinheirinho do Meio e de Vila Nova e ao transbordamento da água dos rios, que reocuparam antigos canais dos leques aluviais.

Pelos relatos colhidos a respeito da enxurrada, esta se deu em três "ondas", num intervalo aproximado de 30 minutos, levando de 02 a 03 h para se deslocar do início da planície até o médio vale do rio Figueira (13 Km de extensão). Estas informações sugerem que o fluxo, a partir da planície, pode ter alcançado uma velocidade média de 04 a 06 km/h.

Considerações Finais

De posse da área atingida pela enxurrada e da análise de suas consequências sobre o sistema fluvial constatou-se que uma primeira zona refere-se à área de destruição generalizada, ou seja, tanto fornecedora de materiais quanto receptora de blocos, entulhando os canais fluviais. Suas vertentes apresentam, também, processos de solifluxão, o que sugere uma instabilidade das mesmas. Assim, acredita-se que este setor não apresente possibilidade imediata de recuperação e uso antrópico. Já a segunda zona caracterizou-se pela deposição de seixos e árvores, erosão dos solos e reocupação de antigos canais (abandonando os atuais); bem como a de maiores prejuízos. Este setor pode ser preliminarmente considerado como uma área susceptível a mudanças morfológicas do leito fluvial, o que lhe atribui um caráter de risco potencial. A terceira zona, apresentou o predomínio de deposição de madeiras e materiais finos (silto-argilosos); o que a individualiza como uma área com possibilidades de recuperação agrícola dos solos.

Somando-se aos demais resultados, constatou-se uma reativação de antigos canais e a proteção das barras dos canais ocupadas pela mata ciliar. Quanto a estimativa da capacidade e competência do fluxo, esta ficou prejudicada pois tudo leva a crer que os materiais (blocos, seixos, troncos e sedimentos finos) foram deslocados por um fluxo lamoso cujas características são desconhecidas.

Enfim, os resultados aqui obtidos abrem margem para outros estudos, diante do fato da inexistência de registros pluviométricos na área, um levantamento estratigráfico dos cones aluviais e respectivas datações possibilitariam estimar a ocorrência do evento. A confecção de um mapa de riscos potenciais para a área

e suas vizinhanças já esta sendo planejado por esta equipe.

Referências Bibliográficas

DUARTE, G.M. *Depósitos Cenozóicos Costeiros e a Morfologia do Extremo Sul de Santa Catarina*. São Paulo, USP, Instituto de Geociências, 1995. 2v. Tese de doutoramento. vol 1.

PELLERIN, J.; DUARTE, G. M.; SCHEIBE, L.F.; MENDONÇA, M.; BUSS, M.D.; MONTEIRO, M.A. *Timbé do Sul - Jacinto Machado: Avaliação preliminar da Extensão da Catástrofe de 23-24/12/95*. 21p. Florianópolis, UFSC, Departamento de Geociências, Laboratório de Análise Ambiental, 1996. 21p. datil.

WOLLE, C.M. & CARVALHO, C.S. Deslizamentos em Encostas na Serra do Mar - Brasil. in: *Solos e Rochas*. v. 12, p. 27-36, 1989.

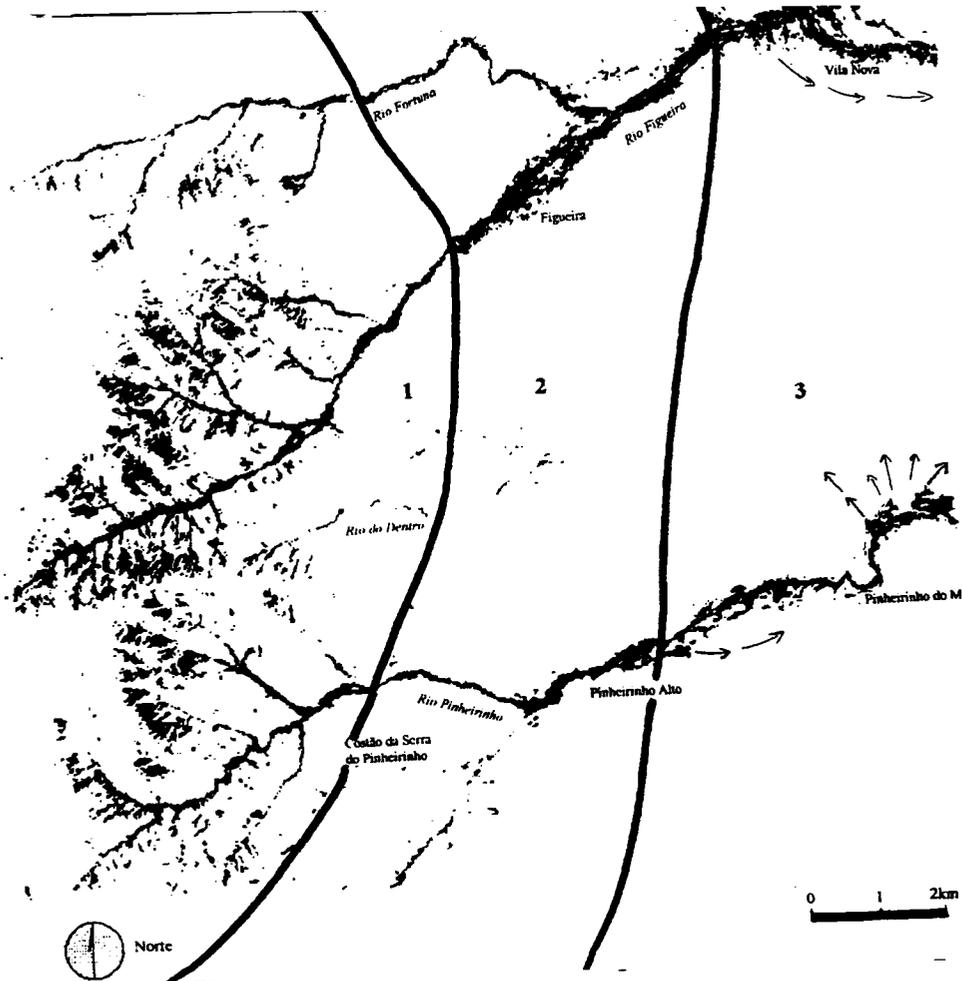


Fig. 1 - Zoneamento dos efeitos da enxurrada nas bacias dos rios Figueira e Pinheirinho - SC.

Zona 1. Zona de destruição generalizada. Corresponde às escarpas da Serra Geral e cabeceiras dos rios. Constitui-se na zona fornecedora de materiais, com ocorrência de avalanches de blocos, deslizamentos, remoção do solo e da cobertura florestal.

Zona 2. Zona intermediária, de deposição de materiais e erosão do solo. Corresponde ao ápice do leque aluvial. Constitui-se na primeira zona receptora de materiais, com processo simultâneo de deposição (seixos e árvores) e erosão do solo; além da reocupação de antigos canais.

Zona 3. Zona de deposição de material silto-argiloso. Corresponde à extensa planície aluvial, cortada pelo baixo curso dos rios Figueira e Pinheirinho. Constitui-se na segunda zona receptora de materiais, com deposição abundante de árvores, de material mais fino e selecionado e com alargamento do leito maior dos rios.

→ Direção do espraçamento da água