

Diagnóstico das Condições de Estabilidade Aparente de Encostas e Risco de Edificações – Sinistros Ocorridos em Joinville/SC

Luiz, G.

Ad Fiducia Avaliações e Perícias de Engenharia, Joinville, SC, Brasil, agilise@terra.com.br

Resumo: O trabalho ora apresentado, fruto do consórcio entre a empresa Ad Fiducia Avaliações e Perícias de Engenharia e a Defesa Civil de Joinville, trata do diagnóstico, hierarquização dos danos e planejamento de medidas corretivas, decorrentes dos numerosos deslizamentos ocorridos em 21 de novembro de 2008 no município de Joinville/SC - Brasil. Os procedimentos adotados basearam-se em adaptações das recomendações constantes do manual “Mapeamento de riscos em encostas e margens de rios” elaborado sob contratação do Ministério das Cidades pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo – IPT/SP, onde através da análise de dados obtidos “in loco” e de sobrevôos das áreas de risco, pode-se elaborar um plano de recuperação das áreas atingidas.

Abstract: The present work, originary from the partnership between Ad Fiducia Avaliações e Perícias de Engenharia and Defesa Civil de Joinville, deals with the diagnosis, prioritization of damages and repairs planning, decurrent of the numerous landslides occurred in Joinville/SC - Brazil at November 21, 2008. The adopted procedures had been based on adaptations of the manual “Mapping of risks in hillsides and edges of rivers” elaborated under contract of Brazilian Cities Ministry by Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo - IPT/SP, under the analysis of informations gotten “in loco” and flights over the risk areas, could be elaborated a repair plan of the reached areas.

1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho, teve origem nas ocorrências apresentadas pela Defesa Civil e pela Secretaria de Assistência Social de Joinville, objetivando obter dados para o desenvolvimento de medidas corretivas, preventivas e aumentar o conhecimento de parte dos acidentes em encostas constatados no município de Joinville/SC. Tais acidentes foram originados pelas chuvas ocorridas no período compreendido entre 21 de novembro de 2008 e 09 de fevereiro de 2009, que ocasionaram inundações e deslizamentos ao longo de grande parte do estado de Santa Catarina desde a Capital, Vale do Itajaí e Região Norte, merecendo destaque para os municípios de Brusque, Blumenau, Gaspar, Ilhota, Itajaí, Florianópolis e Joinville. As análises apresentadas tiveram origem na inspeção de cada uma das ocorrências, por profissionais habilitados dentre Engenheiros Civis, Ambiental e Geógrafos, verificando condições de estabilidade aparente de encostas, de obras de contenção, de edificações, procedimentos tomados pelos proprietários ou gestores dos imóveis atingidos e procedimentos a serem tomados procurando restituir a condição de segurança. As ocorrências apresentadas foram classificadas em três classes de risco. Procurando

hierarquizar os atendimentos por ordem de urgência, foram levantados os impactos decorrentes dos eventos, considerando basicamente o risco potencial de perda de vidas e o custo/impacto social, procurando considerar a evolução dos processos constatados.

1.1 Das Chuvas

No Brasil é de conhecimento generalizado que existe uma correlação entre os períodos de chuvas intensas e a ocorrência de deslizamentos, Nieble & Guidicini (1993).

O dia 22 de novembro de 2008, ocasião em que ocorreu o maior número de deslizamentos, foi precedido de 6 dias de chuvas, resultando em um valor de precipitação acumulado de 454,3 mm. Apenas no dia 22 de novembro foi constatada uma intensidade de precipitação de 247,3 mm, UNIVILLE (2008).

O gráfico apresentado a seguir possibilita uma melhor visualização da situação constatada:

durante décadas pelos imigrantes germânicos e seus descendentes.

Entre as décadas de 50 e 80, Joinville viveu outro surto de crescimento. Com o fim do conflito mundial, o Brasil deixou de receber os produtos industrializados da Europa. Isso fez com que a cidade se transformasse em pouco tempo em um dos principais pólos industriais do país, recebendo por isso a denominação de “Manchester Catarinense” (referência à cidade inglesa de mesmo nome).”

Trecho do texto de Dilney Fermino Cunha (Professor e Historiador) Apud IPPUJ (2008)

Devido ao processo de industrialização, até os anos 80 Joinville apresentou crescimento populacional na faixa de 6% ao ano. Com a crise econômica surgida a partir da década de 80, esse percentual reduziu-se gradativamente e, atualmente está na faixa de 1,05 % ao ano, IPPUJ (2008).

O crescimento da cidade em termos espaciais, em todo o tempo, está diretamente vinculado à expansão da base econômica-industrial que trouxe consigo o crescimento populacional. Baseou-se na imigração oriunda principalmente do interior de Santa Catarina e do Sudoeste do Paraná, *Ibidem*.

O gráfico apresentado a seguir ilustra o crescimento populacional no município.

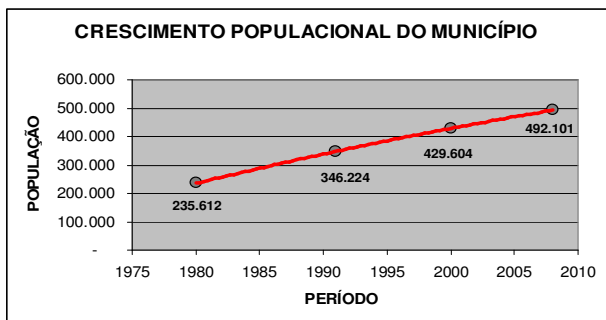


Figura 5 – Crescimento Populacional
Fonte: Adaptado de IPPUJ (2008)

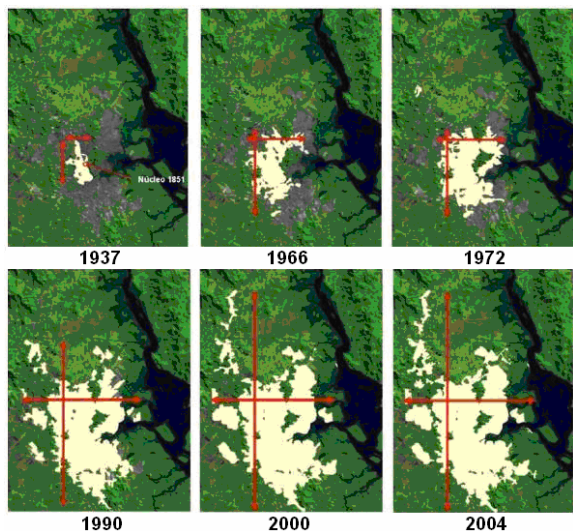


Figura 6: Desenvolvimento Urbano
Fonte: IPPUJ 2008

2 PROCEDIMENTOS ADOTADOS

Os trabalhos contratados iniciaram-se através da busca por profissionais cujo perfil permitisse atuar nas frentes de trabalho. Formada a equipe técnica foram realizadas as seguintes atividades:

a) Formação e treinamento de equipes compostas por um técnico de nível superior e por um técnico da defesa civil, visando a obtenção de dados das ocorrências “in loco”. Foram empregadas 7 equipes técnicas, com produtividade média diária de atendimento de 15 ocorrências;

b) Organização de kits técnicos englobando equipamentos de comunicação, máquinas fotográficas, pranchas para fotografias, rádios comunicadores, fichas de inspeção, etc. Mapeamento e organização das ocorrências por região, distribuição de atendimentos, apoio para prestação de informações complementares às equipes em problemas correntes de campo e digitação dos dados em planilha MS Excel. Foram empregados dois técnicos de nível médio para a realização dos trabalhos;

c) Conferência dos dados obtidos em campo, emprego dos procedimentos de hierarquização considerados e diagnóstico da situação. Desenvolvido por técnico de nível superior, especialista em patologia nas obras civis, assessorado por consultor em geotecnia e pelas 7 equipes técnicas.

Para realização dos trabalhos, o município de Joinville, através da Defesa Civil Municipal, responsabilizou-se pela disponibilização de veículos, técnicos da Defesa Civil municipal para acompanhamento das equipes e rádios comunicadores operando em canal fechado.

2.1 Inspeções

O diagnóstico das ocorrências objeto do trabalho ora apresentado foi obtido através de vistorias “in loco” às áreas sinistradas e de dois sobrevôos do núcleo urbano do município, conforme segue:

2.1.1 Vistorias “in loco”

As vistorias “in loco” foram realizadas com auxílio de formulário padrão especialmente elaborado para tal, incluindo informações qualitativas, quantitativas e descritivas, subdividindo-as em 5 grupos. Os grupos de informações consideraram a situação constatada por ocasião da vistoria que, devidamente analisada, serviu como base para que se pudesse emitir o diagnóstico. O registro dos dados “in loco” englobava informações sobre o registro da ocorrência junto a Defesa Civil, data da vistoria “in loco”, responsável pela inspeção, endereço da ocorrência, condição de ocupação, dados do informante (nome, idade, documentos e sua qualificação diante do bem inspecionado, quando

possível) e telefone para contato futuro. Referido formulário registrava as seguintes informações:

a) Grupo “edificação”

Referente às informações das edificações sob risco ou avariadas. Na ocasião, se procurou verificar seu uso, área, número de pavimentos, tipologia e padrão construtivo, idade aparente, estado de conservação, existência de projetos de engenharia, manifestações patológicas, conseqüências e extensão dos danos.

Informações relacionadas às dimensões das edificações foram obtidas com caráter referencial, não predominando os critérios de precisão, servindo apenas como elemento qualitativo para a formação da convicção sobre a gravidade dos danos eventualmente identificados.

a.1) Informações quantitativas: área total, número de pavimentos e extensão dos danos; e

a.2) Informações qualitativas: uso (residencial, comercial ou industrial), idade aparente (até 5 anos, de 5 a 15 anos e acima de 15 anos), tipologia construtiva predominante (alvenaria, madeira ou outro), padrão construtivo (acabamentos e nível de requinte da edificação, dentre: baixo, médio ou alto), estado de conservação (excelente, normal ou péssimo), existência de projetos de engenharia (se não dispunha, aparentava dispor e ou encontrava-se aprovado pelo município), manifestações patológicas (exclusivamente fissuras, com indicação de sua localização na edificação, delineamento e abertura), efeitos das avarias originárias de deslizamentos (deformações, problemas funcionais e acabamento) e extensão dos danos (Ruína total, Ruína Parcial e Risco de Ruína).

b) Grupo “estruturas de contenção”

Referente às informações das estruturas de contenção sob risco ou avariadas. Na ocasião, se procurou verificar as dimensões da estrutura, tipologia construtiva, idade aparente, a existência de sistemas de drenagem superficiais e profundos, existência de projetos, ocorrência de manifestações patológicas, deformações, extensão dos danos, influência sobre o entorno e elementos relacionados a eventuais conflitos envolvendo direito de vizinhança.

Informações relacionadas às dimensões das estruturas de contenção e aos desníveis envolvidos foram obtidas com caráter referencial, não predominando os critérios de precisão, servindo apenas como elemento qualitativo para a formação da convicção sobre a gravidade dos danos eventualmente identificados.

b.1) Informações quantitativas: altura, comprimento e espessura da estrutura, altura do solo (nivelado, rebaixado ou elevado), área danificada, entorno (estimativa de área e número de edificações que podem ser afetadas pelo eventual colapso da estrutura de contenção avariada) e distância das edificações ameaçadas; e

b.2) Informações qualitativas: idade aparente (até 5 anos, de 5 a 15 anos e acima de 15 anos), drenagem (drenagem profunda, drenagem superficial ou sem drenagem), tipologia construtiva (concreto armado, pedras, pneus ou outros), manifestações patológicas (exclusivamente de fissuras, com indicação de sua localização nas estruturas de contenção, delineamento e abertura), deformações (flexão, tombamento ou expulsão), extensão dos danos (ruína total, ruína parcial e risco de ruína), existência de projetos de engenharia (se não dispunha, aparentava dispor e ou encontrava-se aprovado pelo município), entorno (possibilidade de eventuais situações de colapso afetarem os imóveis existentes no entorno), direito de vizinhança (existência de conflito entre vizinhos em decorrência de invasões por deslizamentos, condições de domínio ou propriedade, dentre outros);

c) Grupo “encostas”

Referente às informações das encostas sob risco ou sinistradas. Na ocasião se procurou verificar as dimensões da encosta (altura, extensão e declividade), as tipologias das avarias identificadas, as condições do solo, existência de projetos, ocorrência de manifestações patológicas, extensão dos danos, influência sobre o entorno e elementos relacionados a eventuais conflitos envolvendo direito de vizinhança.

Informações relacionadas às dimensões das encostas foram obtidas com caráter referencial, não predominando os critérios de precisão, servindo apenas como elemento qualitativo para a formação da convicção sobre a gravidade dos danos eventualmente identificados.

c.1) Informações quantitativas: altura afetada, comprimento, altura total, declividade da encosta, área danificada, influência sobre o entorno e distância das edificações ameaçadas; e

c.2) Informações qualitativas: tipo de avaria (desmoronamento, risco de desmoronamento ou erosão do solo), tipologia (deslizamento, queda ou rastejo), condições do solo (surgências de água, solo molhado e solo seco), existência de projetos de engenharia (se não dispunha, aparentava dispor e ou encontrava-se aprovado pelo município), entorno (possibilidade de eventuais situações de colapso afetarem os imóveis existentes entorno) e elementos relacionados a eventuais conflitos envolvendo direito de vizinhança.

d) Grupo “procedimentos a tomar”

Referente às informações relacionadas ao grau de urgência de atendimento, à possibilidade de ocupação do imóvel com segurança, à área eventualmente insegura, ao tipo de intervenção a ser realizada, à tipologia de equipamentos a serem empregados em eventuais obras de terraplenagem com sua respectiva condição de acesso, as obras complementares indispensáveis, e aos estudos preliminares indispensáveis à realização das obras.

d.1) Informações qualitativas: condição de segurança (possibilidade de ocupação com segurança dos imóveis, dentre: sim, não, abrange parte do imóvel e abrange todo imóvel), urgência (requer atendimento imediato e urgente), possibilidade de intervenção (imediata e requer estudo detalhado), tipo de intervenção (recuperação da edificação, nova contenção e retaludamento), obras de terraplenagem (equipamentos preferencialmente empregados nas atividades de retaludamento, em vista das condições de acesso, desníveis e produtividade, dentre: retroescavadeira, escavadeira hidráulica, caminhão e condições para acesso de máquinas ao local), outras atividades (atividades indispensáveis à segurança, eficiência e durabilidade das medidas recomendadas, dentre: corte de árvores, revegetação de encostas, drenagem superficial e drenagem profunda) e estudos complementares necessários (realocação, estabilização definitiva de taludes, estudos geotécnicos, recuperação de edificações e recuperação de edificações envolvendo notória especialização).

e) Grupo “procedimentos tomados antes da inspeção”

Referente às informações relacionadas as condições técnicas das obras já realizadas pelo proprietário ou pelo município.

e.1) Informações qualitativas:

Referente às condições técnicas das obras realizadas pelos proprietários, dentre: sem ou com auxílio técnico.

Procurou-se analisar apenas os eventos que apresentassem relação com as chuvas ocorridas entre novembro de 2008 e janeiro de 2009.

Informações descritivas relevantes faziam constar dos espaços reservados para anotações, viabilizando o registro de condições importantes ou que se desviassem das análises e classificações previstas no formulário padrão.

O emprego de planilhas eletrônicas MS Excel, aumentou a eficiência de análise dos dados.

2.1.2 Sobrevôs

Procurando verificar a ocorrência de processos de maior magnitude, em data de 18 de dezembro de 2008 e 3 de fevereiro de 2009 foram realizados sobrevôs sobre os principais morros do núcleo urbano, obedecendo a plano de vôo estabelecido em função de análises de restituições de levantamentos aerofotogramétricos do município em escala 1:1.000 metros realizados no ano 2007.



Figura 7: Abrangência dos sobrevôs

| FICHA DE INFORMAÇÕES E REFERÊNCIAS DE INSPEÇÃO | | | |
|--|---|--|----------------------|
| Ocorrência: | DC | Data: | Inspetor: |
| Endereço: | | | |
| Nome do informante: | | RG | Bairro: |
| Tipo de contato: | () Proprietário | () Inquilino | () Outro |
| 1 - EDIFICAÇÃO | | | |
| Nome do imóvel: | () Imóvel ocupado | () Comercial | () Industrial |
| Uso: | () Residencial | () Pavimentos | |
| Área Total: | m ² | | |
| Tipologia Construtiva: | () Alvenaria | () Madeira | () Outro: |
| Projeto de engenharia: | () Aparenta dispor | () Aprovado pelo município | () Não informado |
| Padrão Construtivo: | () Baixo | () Médio | () Alto |
| Idade Aparente: | () Até 5 anos | () 5 a 15 anos | () + 15 anos |
| Estado de conservação: | () Excelente | () Normal | () Pésimo |
| Área danificada: | m ² | Elemento desencadeador: | |
| Fissuras recentes (tipologia): | Abertura: | Localização: | Delimitação: |
| Consequências: | () Deformações | () Problemas funcionais | () Acabamento |
| Extensão dos danos: | () Ruína total | () Ruína Parcial | () Risco de Ruína |
| NOTAS | | | |
| 2 - ESTRUTURAS DE CONTENÇÃO | | | |
| Projeto de engenharia: | () Aparenta dispor | () Imóvel está ocupado | () Não informado |
| Estado da estrutura: | Altura da estrutura: | Do solo: | metros |
| Comprimento da estrutura: | metros | Espessura: | metros |
| Drenagem: | () Superficial | () Profunda | () Sem drenagem |
| Tipologia construtiva: | () Concreto armado | () Pedras | () Pneus |
| Idade Aparente: | () Até 5 anos | () 5 a 15 anos | () + 15 anos |
| Área danificada: | m ² | Elemento desencadeador: | |
| Fissuras recentes (tipologia): | Abertura: | Localização: | Delimitação: |
| Deformações: | () Flexão II | () Tombamento | () Expulsão |
| Extensão dos danos: | () Ruína total | % Ruína Parcial | () Risco de Ruína |
| Afeta o entorno? | () Sim | Área | Nº Edif. |
| Distância das edificações ameaçadas: | mais próxima | mais distante | |
| Direito de vizinhança: | () Problemas afetam terreno vizinho | () Já existe conflito | Volume deslocado |
| NOTAS | | | |
| 3 - PROBLEMAS EM ENCOSTAS | | | |
| Projeto de engenharia: | () Aparenta dispor | () Existem edificações adjacentes a encosta | () Não informado |
| Estado da encosta: | Altura da encosta afetada: | Comprimento: | metros |
| Altura total da encosta: | metros | Declividade: | graus |
| Tipo de avaria: | () Desmoronamento | () Risco de desmoronam. | () Erosão do solo |
| Tipologia: | () Deslizamento | () Queda | () Rastejo (maior) |
| Condições do solo: | () Surgências água | () Solo molhado | () Solo seco |
| Afeta o entorno? | () Sim | Área | Nº Edif. |
| Distância das edificações ameaçadas: | mais próxima | mais distante | |
| Direito de vizinhança: | () Deslizamento invade terreno vizinho | () Já existe conflito | Volume deslocado |
| NOTAS | | | |
| 4 - PROCEDIMENTOS A TOMAR | | | |
| 4.1 O imóvel pode ser ocupado com segurança: | () Sim | () Requer atend. imediato | () Urgente |
| Caso não possa ser ocupado, a insegurança: | () Abrange parte do imóvel | () Não | () Todo Imóvel |
| Descrição da parte insegura: | | | |
| Pode-se intervir no local: | () Imediatamente | () Requer estudo detalhado | () Aguardar seca |
| 4.2 Tipo de intervenção: | () Recup. edificação | () Nova contenção | () Retaludamento |
| 4.3 Obras de terraplenagem: | () Retro-escavadeira | () Escav. Hidráulica | () Caminhão |
| Acesso de máquinas ao local: | () Direto | () Através de novo acesso | () Atualm. inviável |
| 4.3 Outras atividades: | () Corte de árvores | () Revegetação de encostas | |
| | () Drenagem superf. | () Drenagem profunda | |
| | () Realocação | () Estabilização definitiva de talud(e)s | |
| 4.4 Estudos complementares necessários: | () Est. Geotécnicos | () Recuperação da(s) edificação(ões) | |
| | () Recuperação das edificações (complexidade requer notória especial.) | | |
| 5 - PROCEDIMENTOS TOMADOS ANTES DA INSPEÇÃO: Descrever: | | | |
| Pelo proprietário: | () sem auxílio téc. | () com auxílio técnico | |
| Pelo município (descrever): | | | |

Figura 8: Ficha modelo empregada na inspeção

As fotografias a seguir ilustram o padrão de algumas situações identificadas.



Figura 9: Tipologia dos eventos



Figura 12: Avarias típicas



Figura 10: Características de algumas encostas



Figura 13: Avarias típicas

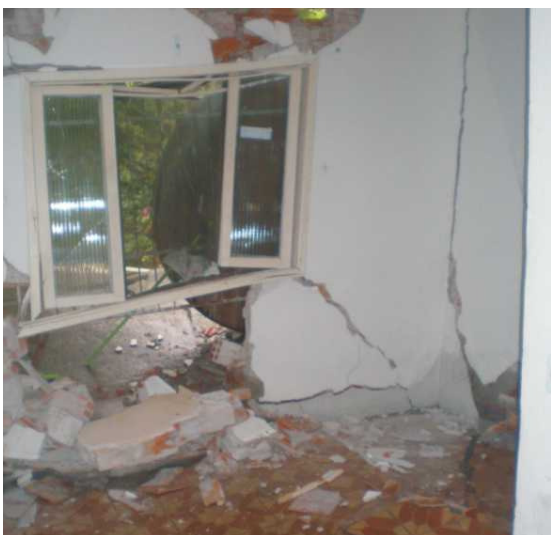


Figura 11: Avarias típicas

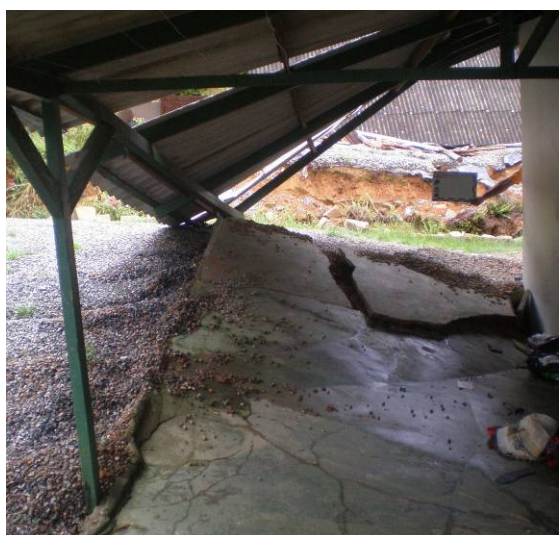


Figura 14: Avarias típicas

3 Critérios para diagnóstico da situação

Procurando minimizar interdições, evitando o desgaste com a realocação, mesmo que temporária, da população e bem definir a ordem de atendimento dos acidentes ocorridos é imperioso que se obtenha o maior conhecimento possível dos riscos e dos tipos de eventos ocorridos.

Para o diagnóstico da situação e hierarquização dos riscos, foram adotadas adaptações do padrão de classificação constante do manual “Mapeamento de riscos em encostas e margens de rios” elaborado sob contratação do Ministério das Cidades pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo – IPT/SP. Tal manual busca unificar um método de mapeamento de riscos em âmbito nacional, visando hierarquizar as áreas de risco e auxiliar no dimensionamento dos problemas.

3.1 Classificação dos riscos

Para classificar as ocorrências atendidas, tomou-se como referência a probabilidade de ocorrência de eventos destrutivos, considerando:

a) Características das edificações: Considera a relação entre as características construtivas, padrão construtivo, idade aparente, área e estado de conservação e a capacidade desta responder aos esforços que podem ser transmitidos por eventos de deslizamento, ou seja, a fragilidade da edificação diante da magnitude do evento com risco potencial de ocorrência. Considera ainda o uso da edificação, no que refere-se ao fator ocupação e lotação dos imóveis;

b) Distância das encostas: Considera a possibilidade das edificações encontrarem-se inseridas na área de influência dos deslizamentos, ou seja, o risco real das edificações serem atingidas pelo material originário de um eventual processo de instabilização. Encontra-se diretamente relacionada à altura, extensão e declividade da encosta;

c) Declividade da encosta: Considera a potencialidade de risco de desestabilização da encosta em vista da declividade dos taludes;

d) Condições executivas de estruturas de contenção: considera a adequação construtiva das estruturas de contenção, relacionadas ao conceito estrutural, existência de sistemas de drenagem e altura da estrutura de contenção frente a encosta a ser estabilizada; e

e) Existência de manifestações patológicas: Considera as evidências de deficiências construtivas, extrapolação da capacidade resistiva (fissuras, deformações, tombamentos, expulsões, etc), desempenho insatisfatório de sistemas construtivos, manifestações atípicas (surgências de água), ambos processos que podem servir como elementos indicativos da fragilização, deterioração ou do risco potencial de ocorrência de eventos de instabilização de encostas e/ou ruína de edificações.

Considerando as informações anteriormente listadas procurou-se diagnosticar as ocorrências apresentadas em três classes de risco, por ordem de criticidade:

Inseguro - Referente ao grau de Risco R4 do manual “Mapeamento de riscos em encostas e margens de rios”. Refere-se às situações com eventos destrutivos já instalados ou com risco potencial de ocorrência. Situação que submete todas as edificações ou área em análise ao risco de ruína. Eventos destrutivos ocorrem predominantemente sob o conceito de ruína frágil (sem possibilidade de evacuação ou aviso prévio). Local apresenta-se inapropriado para o uso imediato, recomendando-se a interdição.

Risco parcial – Referente ao grau de Risco R3 do manual “Mapeamento de riscos em encostas e margens de rios”. Refere-se a situações com probabilidade de ocorrência de eventos destrutivos, ou com eventos destrutivos já instalados. Situação que submete parte das edificações ou áreas em análise ao risco de ruína. Eventos destrutivos ocorrem predominantemente obedecendo a condição de ruína segura (após o aparecimento de manifestações patológicas que servem como aviso prévio). Local pode apresentar-se inapropriado para o uso, recomendando-se analisar a possibilidade de interdição. Caso não venha a ser interditado, deve apresentar possibilidade de controle do risco; e

Requer atenção – Referente aos graus de Risco R1 e R2 do manual “Mapeamento de riscos em encostas e margens de rios”. Refere-se às situações com baixa probabilidade de ocorrência de eventos destrutivos até o final da estação chuvosa. Eventos destrutivos, mesmo que de ocorrência pouco provável, ocorrem obedecendo a condição de ruína segura (após o aparecimento de manifestações patológicas que servem como aviso prévio). Local pode ser ocupado, eventualmente sob o conceito de risco controlado.

3.2 Hierarquização dos atendimentos

Procurando hierarquizar os atendimentos por ordem de urgência, foram levantados os impactos decorrentes dos eventos, que em ordem de importância consideram basicamente o risco potencial de perda de vidas e o custo/impacto social, sempre procurando considerar a evolução dos processos já desencadeados.

O risco potencial de perda de vidas refere-se à possibilidade de ocorrência de eventos que possam culminar na perda de vidas humanas.

O custo social relaciona-se à soma dos prejuízos aos atingidos, ao poder público e os impactos decorrentes da necessidade de realocação de famílias ou suspensão do uso de áreas de risco, considerando o custo benefício das obras a serem realizadas. Procurando obter critérios que auxiliassem no ordenamento dos custos das obras,

considerou basicamente a magnitude das encostas e estruturas de contenção a serem reparadas, haja visto que a realização de estudos, dentre sondagens geotécnicas, levantamentos topográficos e estudos de soluções de geotecnia, inquestionavelmente necessários a estimativa adequada de custos das intervenções requisitadas, não fez parte do escopo dos trabalhos.

O resultado das análises indica as prioridades de atendimento, adotando a seguinte terminologia:

Imediato – Referente as ocorrências que requeriam atendimento imediato;

Urgente – Referente as ocorrências que deveriam ser atendidas tão logo os atendimentos “imediato” fossem esgotados; e

Deve aguardar - Referente as ocorrências que deveriam ser atendidas tão logo os atendimentos “urgente” fossem esgotados.

3.3 Medidas a tomar

Em vista das situações constatadas em campo, a seguir foram propostas algumas alternativas para a reversão ou controle dos eventos ocorridos, dentre as diversas existentes e considerando as limitações decorrentes do aprofundamento atingido pelos trabalhos realizados.

Considera-se que toda medida procurando restituir a estabilidade de encostas deve ser precedida de estudo geotécnico compatível com a magnitude e complexidade do evento, em vista da formação geológica na qual este encontra-se manifestado, analisando não só a área onde foi desencadeado o evento mas toda elevação, topografia, drenagem superficial / escoamento sub-superficial, uso e cobertura do solo, possibilidades de acesso, impacto sobre o entorno, técnicas e recursos disponíveis. Para isso, recomendou-se empregar tantos estudos e ensaios geotécnicos quantos sejam necessários, com objetivo de bem reconhecer os aspectos pertinentes à elaboração dos projetos.

Antes do início dos trabalhos recomendou-se levantar informações relacionadas aos conflitos envolvendo direitos de vizinhança e restrições de ordem ambiental, que pudessem prejudicar a realização dos trabalhos, ocasião em que recomendou-se ser providenciar as medidas judiciais pertinentes.

Relativamente à possibilidade de recuperação através das atividades relacionadas a seguir, foram adotadas as seguintes classificações:

Permite intervenção – Refere-se às ocorrências que podem ser atendidas imediatamente, geralmente associadas a eventos localizados ou a obras de estabilização provisória;

Requer estudo detalhado – Refere-se às situações particulares que deverão ser analisadas individualmente, cujo atendimento requer planejamento prévio através de plano de exploração

do solo (mapeamento superficial e obtenção de parâmetros geotécnicos da encosta), planejamento das intervenções (estudo da condição de estabilidade, solução geotécnica e projeto de estabilização) além de análises relacionadas ao direito de vizinhança, restrições de ordem ambiental, dentre outras.

3.3.1 Recomendações apresentadas

Ao final dos trabalhos são apresentadas recomendações para restituição da segurança das áreas atingidas, recomendando basicamente que as obras sejam apenas executadas por empresas de engenharia capacitadas e após a realização de mapeamentos superficiais das encostas, obtenção de parâmetros geotécnicos do solo, estudo da condição de estabilidade, estudo de solução de geotecnia e projeto de estabilização. Os procedimentos anteriormente listados encontram-se devidamente detalhados, para duas classes de eventos, dentre eventos localizados e de grande magnitude. Relativamente as áreas em que foram constatados eventos de grande magnitude, envolvendo um grande número de economias, geralmente associados à grandes áreas em risco, recomendou-se desenvolver estudos de viabilidade econômica, procurando levantar os custos das alternativas para restituição de estabilidade, frente aos custos de desapropriação / custos sociais / atividades permanentes visando a proteção da encosta contra invasões, tudo procurando verificar a alternativa mais viável para intervenção local.

Os resultados dos trabalhos foram apresentados através de uma planilha, com a seguinte formatação:

Tabela 1 – Formato de apresentação dos resultados

| | | | | | | | | |
|-------------|---------------|-------------|------------------------------------|-------------------|--------------------|-----------------------------|------------|------------|
| DC A | Endereço B | Bairro B | Edif. Ocupada C | Diagnóstico D | Prioridade E | C Abrangência dos Problemas | | |
| | | | | | | Contenção | Encosta | Edificação |
| | | | C Atividades Possíveis | | | | | |
| Recuperação | | | Edific. | Nov. a Contenção | Re-taludamento | Corte de ár. v. | | |
| | | | C Estudos | | | | | |
| Recuperação | | | Estabilização Definitiva de Talude | Estudo Geotécnico | Rec. Simples Edif. | Rec. Complexa Edificações | Realocação | |

Notas: Coluna A refere-se ao número da ocorrência. Colunas B referem-se a dados descritivos de localização. Colunas C referem-se a dados dicotômicos (sim ou não). Coluna D refere-se ao diagnóstico da condição de segurança dentre: inseguro, risco parcial ou requer atenção. Coluna E refere-se a prioridade de atendimento dentre: imediata, urgente ou deve aguardar. Os dados foram classificados por ordem de prioridade de atendimento.

4 CONCLUSÕES

De acordo com Nieble & Guidicini (1993), é de conhecimento generalizado que existe uma correlação entre os períodos de chuvas intensas e a ocorrência de deslizamentos no Brasil.

Em novembro de 2008, as chuvas ocorridas no município de Joinville/SC, que atingiram intensidades diárias da ordem de até 250 mm nunca antes registradas nas estações meteorológicas locais e com estimativa de recorrência da ordem de 120 anos, serviram como elemento desencadeador de diversos acidentes em encostas. Em termos gerais, episódios catastróficos podem ser ocasionados a partir de chuvas com intensidades de 180 a 200 mm, Nieble & Guidicini (1993). Além dos episódios localizados, a precipitação acumulada ao longo de todo o mês de novembro, que atingiu a marca de 974,3 mm, e nos dias que antecederam as maiores precipitações, serviu como elemento agravante dos acidentes.

Das inspeções realizadas, restou constatado que cerca de 97% das encostas analisadas por conta das 830 solicitações apresentadas pela Defesa Civil Municipal manifestaram alguma avaria, sendo que 79% apresentam desmoronamentos como problemas mais relevantes, 16% apresentam risco potencial de desmoronamento e 2% apresentam erosão do solo como problemas mais relevantes.

Relativamente às estruturas de contenção, observou-se que mais de 70% das estruturas inspecionadas apresentaram avarias, das quais 32% ruíram completamente, 11% ruíram parcialmente e 27% apresentaram risco evidente de ruína. Constatou-se que apenas 27% das estruturas inspecionadas podem eventualmente ter sido executadas com base em projetos e sob supervisão de profissionais habilitados, o que, associado ao fato de que cerca de 47% das estruturas de contenção não dispunha de qualquer sistema de drenagem e que apenas 15% das estruturas de contenção dispunha de sistemas de drenagem superficial e profunda, certamente apresentou alguma contribuição para o agravamento dos acidentes ocorridos.

Relativamente à magnitude dos eventos, pode-se constatar que 56% das ocorrências atendidas refere-se a eventos de grande magnitude, ou seja, envolvendo mais que três economias e desníveis superiores a 4 metros de altura.

Do total de ocorrências atendidas 45,1% das situações envolviam locais inseguros, 33,2% apresentavam risco parcial e 21,7% deveriam ser monitorados, sendo que 14% das ocorrências requisitavam atendimento imediato e 30,5% deveriam ser atendidas de maneira urgente.

Os gráficos apresentados a seguir ilustram as conclusões obtidas de uma maneira mais clara:

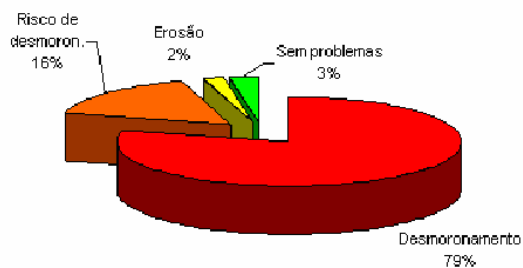


Figura 15: Tipologia das avarias constatadas

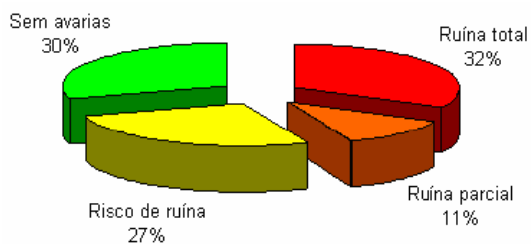


Figura 16: Avarias em contenções

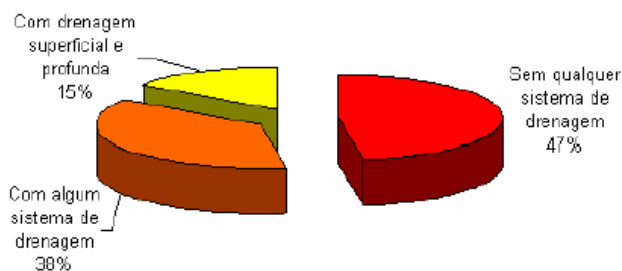


Figura 17: Sistemas de drenagem em contenções

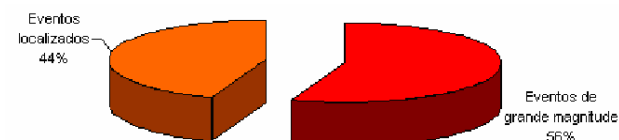


Figura 18: Magnitude dos eventos

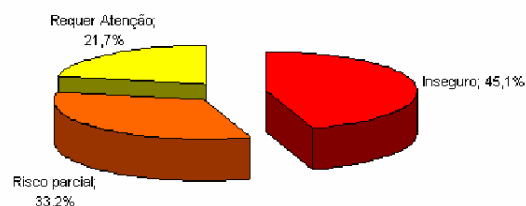


Figura 19: Classificação dos riscos

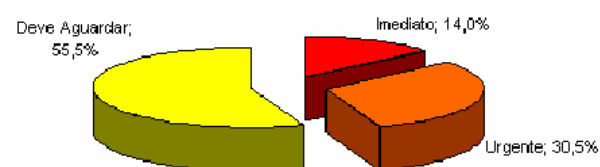


Figura 20: Hierarquização atendimentos

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AANEL Agência Nacional de Águas (2008) Consulta aos dados de registros pluviométricos da Estação ANEL nº 2648014, 149p.

Bach, A. J. (2002) Chuvas intensas e chuvas de projeto de drenagem superficial no estado de Santa Catarina. EPAGRI Empresa de Pesquisa e Extensão Agropecuária de Santa Catarina – Boletim Técnico 123, Florianópolis/SC, 65p.

IPT Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo (2007) Mapeamento de riscos em encostas e margens de rios, Brasília, Distrito Federal, 175p.

IPPUJ Fundação Instituto de Pesquisa e Planejamento para o Desenvolvimento Sustentável de Joinville (2008), Joinville Cidade em Dados, 14-16, 48, 51-52.

Nieble, C. M. e Guidicini, G.. (1993) Estabilidade de taludes naturais e de escavação, 2ª edição. Editora Edgar Blucher, São Paulo, 11.

UNIVILLE Universidade da Região de Joinville (2008) Consulta aos dados de registros pluviométricos da Estação ANEL nº 2648036, 19p.