

# Santa Catarina 2008 – Acontecimentos e consequências. Atuação da ABMS e exemplo de um Laudo de Diagnóstico e sua aplicação em Joinville/SC.

Edgar Odebrecht, Engenheiro Civil, *Dsc*  
UDESC, Joinville, Brasil, [edgar@geoforma.com.br](mailto:edgar@geoforma.com.br)

Gilberto Luiz, Engenheiro Civil, *Esp*  
Ad Fiducia Avaliações e Perícias de Eng., Joinville, Brasil, [agilise@terra.com.br](mailto:agilise@terra.com.br)

Maiko Richter, Engenheiro Ambiental  
Defesa Civil, Joinville, Brasil, [maiko.richter@joinville.sc.gov.br](mailto:maiko.richter@joinville.sc.gov.br)

Marcos Fernando Kielwagen, Engenheiro Civil, *Msc*  
Defesa Civil, Joinville, Brasil, [mfkmarc@yahoo.com.br](mailto:mfkmarc@yahoo.com.br)

**RESUMO:** O presente artigo técnico tem por objetivo apresentar e registrar alguns dos acontecimentos ocorridos entre novembro de 2008 e dezembro de 2009, no estado de Santa Catarina, bem como relatar a atuação da equipe da Associação Brasileira de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica durante o evento. Descreve as possíveis formas de atuação do engenheiro civil nos distintos momentos de uma crise como a de 2008 e registra as recomendações efetuadas através da Carta de Joinville. A título de exemplo de atuação, apresenta o Laudo Técnico referente ao diagnóstico das condições de estabilidade aparente de encostas e risco de edificações desenvolvido no Município de Joinville que cadastrou os deslizamentos ocorridos e formatou um cenário de prioridades de ação para orientar o poder público. Por fim, apresenta como este Laudo de Diagnóstico e outros acontecimentos registrados em 2008 estão sendo utilizados pela equipe da Defesa Civil do Município.

**PALAVRAS-CHAVE:** Desastre Natural, Deslizamentos, Taludes, Escorregamentos.

## 1 INTRODUÇÃO

A tragédia que se abateu sobre o estado de Santa Catarina (SC) em novembro de 2008 gerou uma forte corrente de solidariedade por todo o país. A Associação Brasileira de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica (ABMS) não ficou alheia a esta situação e mobilizou uma equipe de geotécnicos vindos de todo o país que se colocaram à disposição da Defesa Civil do estado, agindo diretamente nos locais afetados pelos deslizamentos priorizando o salvamento de vidas, identificando áreas de risco de novos deslizamentos e liberando pouco a pouco as áreas afetadas para reocupação. Encerrada esta etapa de ação voluntária de auxílio, elaborou um diagnóstico do desastre procurando apontar para as soluções e evitar a

futura repetição do problema.

O trabalho ora apresentado tem por objetivo descrever o evento ocorrido, relembrar a ação adotada pela ABMS no momento e após a crise com a Carta de Joinville e descrever as possíveis formas de ação de engenheiros civis nas distintas fases de uma catástrofe como a registrada.

Apresenta em destaque o Laudo Diagnóstico elaborado para o município de Joinville, por uma empresa privada daquele município, destacando os procedimentos adotados, as análises efetuadas e, principalmente, as conclusões onde se pode destacar a priorização das ações a serem adotadas por parte do poder público na prevenção de desastres e em medidas de recuperação das áreas afetadas. Relata ainda como a Defesa Civil do município vem atuando

após o evento corrido em 2008 e como tem utilizado as informações contidas no Laudo Diagnóstico em benefício da comunidade.

E finalmente apresenta algumas conclusões obtidas posteriormente à referida tragédia, consideradas relevantes para a comunidade técnica e munícipes de áreas atingidas.

## 2 ACONTECIMENTO EM SC EM 2008

A tragédia que assolou o estado de Santa Catarina teve como principal causa as intensas chuvas registradas nos três últimos meses que antecederam os famosos dias 22 e 23 de novembro de 2008. Esta intensa precipitação foi ocasionada por um sistema de alta pressão localizado no litoral gaúcho que trouxe para o litoral Catarinense chuvas de grande intensidade e de longa duração. A figura 1 apresenta uma ilustração do modelo meteorológico formado sobre a parte litorânea do estado.

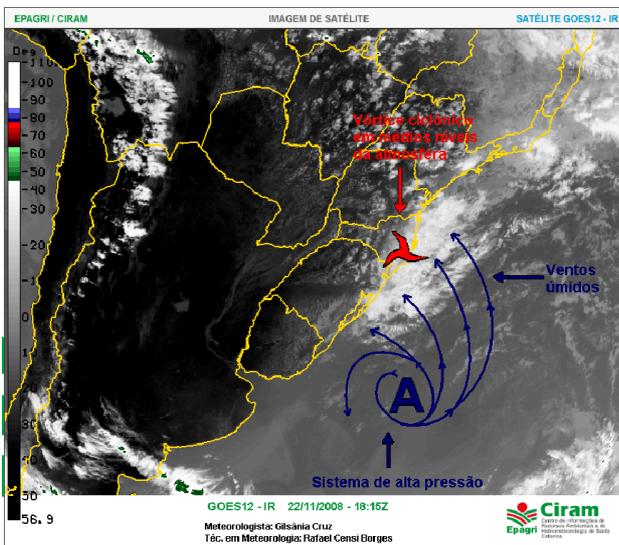


Figura 1. Modelo do fenômeno meteorológico que se instalou sobre o estado (Rodrigues, 2009).

Merece destaque para o fato de que até o mês anterior ao evento predominavam precipitações inferiores às médias registradas na região, como pode ser observado na Figura 2 a seguir. O mês de outubro iniciou-se com a instalação de um sistema de chuvas com percentuais acima da média registrada, Figura 3. No mês de novembro, com a instalação do sistema de alta pressão acima descrito, houve um aumento expressivo no nível percentual de precipitação, alcançando valores máximos da ordem de 450 % (ver Figura 4). Observa-se na

figura 4 que as chuvas se concentravam na parte litorânea do estado, sendo registrada uma precipitação inferior na região oeste do estado, o que é de certo modo esperado para esta época do ano naquela região. Computando-se as precipitações acumuladas nos meses de setembro, outubro e novembro registram-se valores acima de 1000 mm, o que, sem sombra de dúvida, representa valores extremos e nunca antes registrados, Figura 5.

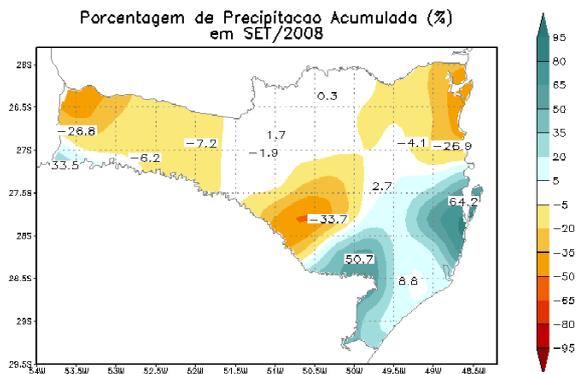


Figura 2. Porcentagem de precipitação acumulada em setembro de 2008 (Rodrigues, 2009).

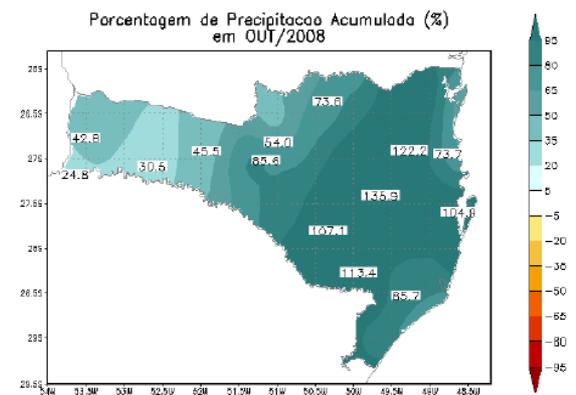


Figura 3. Porcentagem de precipitação acumulada em Outubro de 2008 (Rodrigues, 2009).

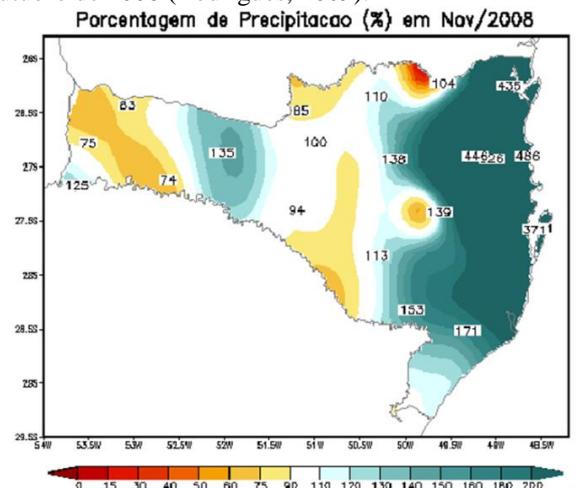


Figura 4. Porcentagem de precipitação acumulada em Novembro de 2008 (Rodrigues, 2009).

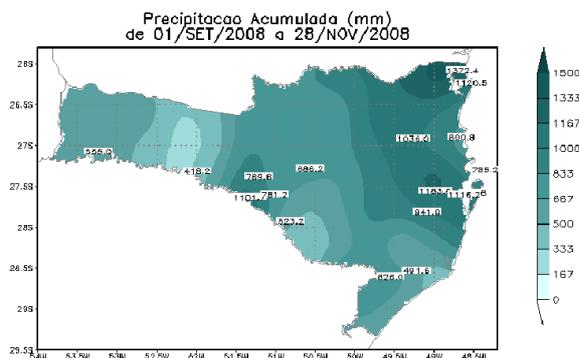


Figura 5. Precipitação acumulada em mm de setembro a novembro de 2008 (Rodrigues, 2009).

Ao serem analisados os registros históricos dos recordes diários (Figura 6) e mensais (Figura 7) para algumas das principais cidades da região observa-se que estes ultrapassam em muito os valores de máximos até então registrados. Estes registros confirmam os recordes acima comentados.

#### Recordes Diários de Chuva (Novembro)

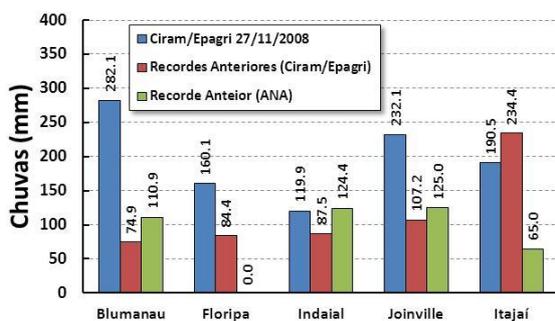


Figura 6. Recordes diários de chuvas (Minuzzi & Rodrigues, 2009).

#### Recordes Mensais de Chuva (Novembro)

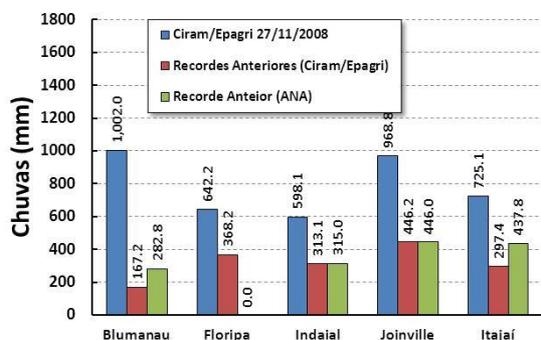


Figura 7. Recordes mensais de chuvas no mes de Novembro (Minuzzi & Rodrigues, 2009).

Contudo, por ocasião da ação voluntária da equipe da ABMS e em muitas outras situações pode-se observar que a região apresentava muitas áreas onde era possível caracterizar

antigos deslizamentos pela presença de depressões, blocos e áreas de deposição de detritos, demonstrando que em períodos passados, provavelmente bem antes da ocupação da região, fenômenos similares já haviam ocorrido. Grandes enchentes são comuns nas regiões do Vale do Rio Itajaí, Rio Tubarão, Rio Negrinho entre outros, além de inúmeros registros de deslizamentos, o que demonstra a fragilidade que a região apresenta perante fenômenos de elevada precipitação.

O fenômeno meteorológico que se instalou sobre o estado em 2008 trouxe, além dos recordes de precipitação, outros recordes extremamente indesejáveis. Apurou-se um total de quatro mil deslizamentos na região, que atingiram 51 municípios, deixaram 78 mil pessoas desabrigadas e um total de 135 vítimas fatais.

Acredita-se que o número de deslizamentos pode ser superior ao acima mencionado devido ao fato de pequenas rupturas não terem sido computadas. Somente no município de Joinville, onde não houve ocorrência com vítimas fatais, foram registrados mais de 800 deslizamentos.

### 3 ATUAÇÃO DO ENG. CIVIL/GEOTÉC.

O engenheiro civil, devido à versatilidade decorrente de sua formação, pode atuar em diversas fases de um desastre natural, a saber:

- a) No momento de crise, o engenheiro civil pode atuar como voluntário auxiliando as equipes da Defesa Civil e dos Bombeiros, cabendo a ele:
  - i) Capacitação de equipes;
  - ii) Alertar quanto aos riscos para as equipes de resgate, para população e para as autoridades;
  - iii) Auxiliar na evacuação das pessoas;
  - iv) Avaliar a infraestrutura (vias terrestres, linhas de transmissão e dutos) e a possibilidade de medidas emergenciais;
  - v) Avaliar a condição de segurança dos abrigos;
  - vi) Avaliar riscos e liberar o retorno às residências;
  - vii) Avaliar situações de risco;
  - viii) Mapear áreas de risco definindo-as como áreas de acesso restrito para moradores ou para equipes de resgate;
  - ix) Definir a evacuação ou não de áreas;
  - x) Orientar escavações para busca de corpos e
  - xi) Definir a dinâmica do deslizamento

momento é muito importante que o engenheiro voluntário esteja preparado e provido de necessidade básicas tais como alimentação, conduções e acomodação (deve ser, tanto quanto possível, independente para não sobrecarregar a estrutura de resgate da defesa civil e de bombeiros, que é usualmente precária e utilizada em seu limite).

b) Imediatamente após a crise o engenheiro civil pode atuar nas seguintes atividades: i) Reavaliar as áreas de risco; ii) Priorizar ações para reestabelecimento dos serviços essenciais tais como vias, acessos, abastecimento de água e luz;

c) Após os acontecimentos e de forma permanente cabe ao engenheiro civil: i) Recuperação de equipamentos públicos; ii) elaboração de levantamentos; iii) cadastramentos com vistas a avaliações e priorizações bem como a hierarquização das atuações por parte dos órgãos públicos.

d) De forma permanente cabe ao engenheiro: i) Definições de áreas de risco; ii) Elaboração de planos de emergenciais; iii) Definição de sistemas de alerta e iv) Elaboração de estudos; projetos; cartilhas; etc. diminuindo os impactos e riscos de um futuro incidente.

#### 4 AÇÕES DA ABMS

Numa ação coordenada pela Diretoria Nacional e principalmente pelo Núcleo Regional Paraná-Santa Catarina, a ABMS arregaçou as mangas, mobilizou seus associados, agiu diretamente nos locais afetados pelos deslizamentos, procurando salvar vidas, identificar riscos de novos escorregamentos e liberar, pouco a pouco, as regiões afetadas para reocupação. Quinze engenheiros geotécnicos associados à ABMS participaram da ação que se estendeu por 20 dias junto à defesa civil do estado, colaborando intensamente na análise das áreas de risco. O grupo atuou subdividido em equipes compostas por quatro membros que se revezavam no posto de atendimento que havia sido especialmente montado no Aeroporto de Navegantes. As atividades eram divididas com outras três entidades: o IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo), a Universidade Federal de Santa Catarina e o Instituto Geológico de São Paulo.

Todos os dias, na parte da manhã, eram distribuídas as tarefas a serem cumpridas e, ao final do dia, um relatório contendo as observações e sugestões das medidas que deveriam ser tomadas era elaborado.

Durante os 20 dias de trabalho os associados operaram em quatro funções diferentes. Logo no início das operações a demanda era de “Estudos e evacuação das áreas de risco”. Posteriormente, as áreas já analisadas passaram por um novo estudo para que a suspeita de risco fosse afastada. Esta segunda demanda recebeu o nome de “Análise de permanência de risco nas áreas analisadas”. Estas duas demandas tinham como principal objetivo retirar as pessoas da área de risco. Assim que o processo de evacuação havia sido concluído, a ação dos voluntários passou para a terceira demanda que constava da “Análise de risco das áreas atingidas para a busca de corpos”. Nesta etapa, a partir de estudos geotécnicos, as áreas eram liberadas para que o corpo de bombeiros iniciasse as buscas de corpos. A última demanda cumprida pela ABMS, já nos últimos dias da ação, tratava-se da “Análise e vistoria das áreas para retorno”.



Figura 8. Equipe da ABMS. Da esquerda para a direita Luiz Antoniutti Neto (presidente do núcleo regional PR/SC na época do evento), tenente Betânica (Defesa Civil), Luiz Fernando Sales (Univalli) e Fernando Marinho (USP-SP). (fonte: [www.abms.com.br](http://www.abms.com.br) – e-abms Nº 29 - 31/03/2009).

#### 5 CARTA DE JOINVILLE

Imediatamente após a catástrofe que assolou o estado de SC, a direção nacional da ABMS, em uma ação inédita, deu início à elaboração de um

diagnóstico do desastre que procurou apontar, inclusive, soluções para evitar a repetição do mesmo drama no futuro. Tais propostas e soluções foram discutidas com técnicos e autoridades da região no dia 12 de fevereiro 2009, em seminário realizado pela ABMS em Joinville (SC). As propostas estão contidas na “Carta de Joinville”, documento histórico que representa a contribuição técnica da ABMS e de seu corpo de associados para que o país passe a substituir as abordagens empíricas, adotadas muitas vezes no tratamento das questões geotécnicas, por planos e ações fundamentadas no conhecimento técnico e científico.

Dentre as conclusões e medidas preventivas apresentadas na Carta de Joinville se destacam as seguintes questões: i) necessidade de mapeamento geológico geotécnico de modo a definir áreas e níveis de risco; ii) reavaliação dos procedimentos construtivos que estavam sendo adotados nos últimos anos; iii) desenvolvimento de planos de gestão de áreas de risco; iv) monitoramento das chuvas e sistemas de previsão capazes de prever a intensidade da chuva com grande e necessária antecedência; v) definição de critérios de alerta baseados em parâmetros de fácil medição; vi) treinamento de técnicos das diversas instituições, não só para gerenciar os sistemas de alerta, mas para atuar nos eventuais acidentes; vii) criar programas de educação básica para a população visando a divulgação dos fenômenos envolvidos neste tipo de acidente; e viii) desenvolver planos de gestão de áreas de risco. (fonte: [www.abms.com.br](http://www.abms.com.br) – e-abms N° 29 - 31/03/2009).

## 6 LAUDO/DIAGNÓSTICO DE JOINVILLE

O trabalho apresentado a seguir foi desenvolvido para o município de Joinville procurando definir áreas de riscos, orientar interdições, obter informações necessárias ao desenvolvimento de medidas corretivas, preventivas e aumentar o conhecimento de parte dos acidentes em encostas constatados no município de Joinville/SC, assim como elaborar uma lista de prioridades para permitir a tomada de decisões em relação às medidas que deveriam ser tomadas por parte dos órgãos públicos do município. Os trabalhos foram desenvolvidos imediatamente após as intensas chuvas registradas na região, conforme já

mencionado. O trabalho realizado entre os dias 16 de dezembro de 2008 e 09 de fevereiro de 2009 envolveu aproximadamente 830 ocorrências e representa um exemplo de como o engenheiro civil pode atuar em momentos de crise, ou pós-crise. A íntegra deste trabalho pode ser verificada no Laudo Técnico Referente ao Diagnóstico das condições de Estabilidade Aparente de Encostas e Risco de Edificações (Luiz, 2009).

### 6.1 Das Chuvas Registradas em Joinville

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 acumulada 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:

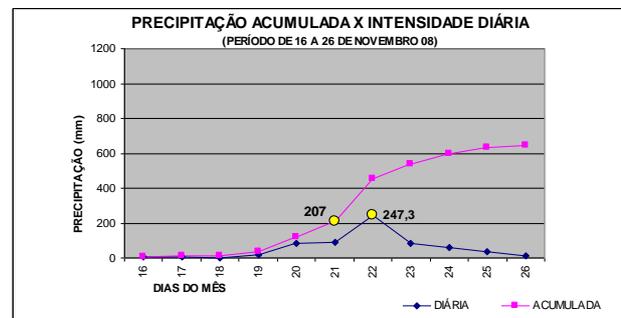


Figura 9: Precipitação x intensidade acumulada dos dias que antecederam os principais deslizamentos  
Fonte: UNIVILLE (2008)

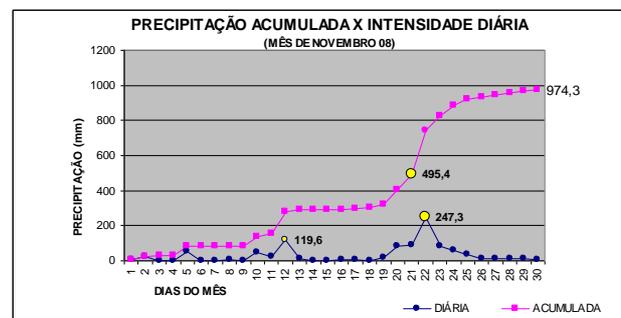


Figura 10: Precipitação x intensidade acumulada em novembro de 2008  
Fonte: UNIVILLE (2008)

Da análise dos dados pluviométricos da estação meteorológica UDESC/UNIVILLE e da estação meteorológica da ESTAÇÃO FERROVIÁRIA, em operação desde agosto de 1995 e desde janeiro de 1938 respectivamente,



“in loco”, responsável pela inspeção, endereço da ocorrência, condição de ocupação, dados do informante (nome, idade, documentos e sua qualificação em relação à propriedade/gestão do bem inspecionado, quando possível) e telefone para contato futuro. Referido formulário, Figura 13, registrava ainda 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, consequências 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 e extensão dos danos eventualmente identificados.

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.

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.

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.

e) Grupo “procedimentos tomados antes da inspeção”

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

Em 18 de dezembro de 2008 e 3 de fevereiro de 2009 foram realizados sobrevôos 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. Tais sobrevôos foram empregados procurando verificar a possibilidade de ocorrência de outros processos de maior relevância e, inclusive, confirmar algumas situações específicas dos atendimentos.



### FICHA DE INFORMAÇÕES E REFERÊNCIAS DE INSPEÇÃO

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

Figura 13: Ficha modelo empregada na inspeção

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



Figura 14: Tipologia dos eventos.



Figura 15: Características de algumas encostas.



Figura 16: Avarias típicas.

## 6.4 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.

#### 6.4.1 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. Considera ainda o uso da edificação, no que se refere 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. 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 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 à 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.

#### 6.4.2 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.

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 às ocorrências que requeriam atendimento imediato;

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

**Pode aguardar** - Referente às ocorrências que deveriam ser atendidas tão logo os atendimentos “urgente” fossem esgotados.

### 6.4.3 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 do local em referência, analisando não só a área onde foi desencadeado o evento, mas toda elevação, topografia, drenagem superficial / escoamento subsuperficial, 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 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.

#### 6.4.3.1 Recomendações apresentadas

Para a recuperação das áreas atingidas, recomenda-se 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 laudo técnico acompanhado de uma planilha, com a seguinte formatação:

Tabela 1 – Formato de apresentação dos resultados

DC	Endereço	Bairro	Edif. Ocupada	Diagnóstico	Prioridade	Abrangência dos Problemas		
A	B	B	C	D	E	Contenção	Encosta	Edificação
			C Atividades Possíveis					
Recuperação			Edific.	Nova Contenção	Re-taludamento	Corte de ár.		
			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.

### 6.5 Análise dos resultados

Das inspeções realizadas, constatou-se que 97% das encostas analisadas 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 legais 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 31,7% 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:

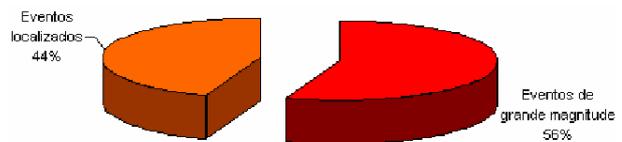


Figura 20: Magnitude dos eventos.

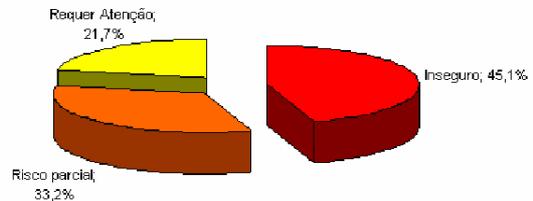


Figura 21: Classificação dos riscos.

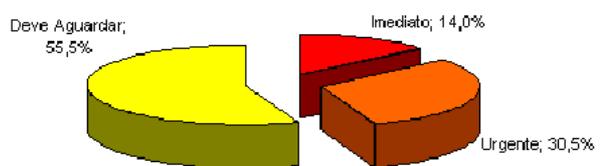


Figura 20: Hierarquização atendimentos.

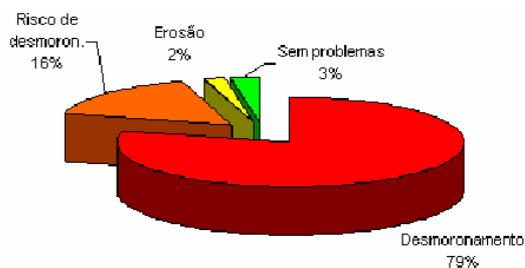


Figura 17: Tipologia das avarias constatadas.

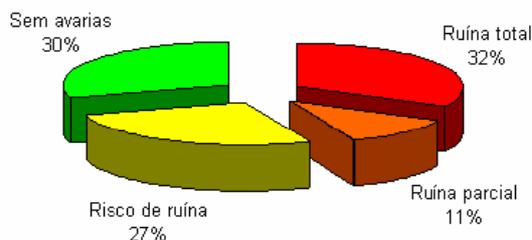


Figura 18: Avarias em contenções.

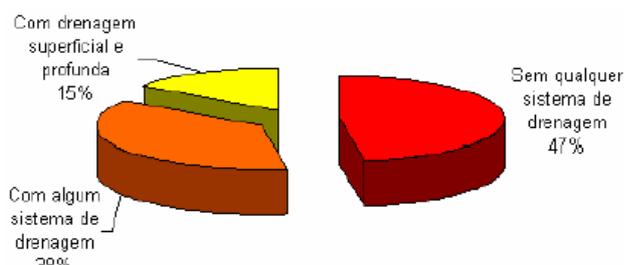


Figura 19: Sistemas de drenagem em contenções.

## 7 ATUAÇÃO DA DEFESA CIVIL EM JOINVILLE

Em novembro de 2008, quando as intensas chuvas provocaram estragos em todo o Estado de Santa Catarina, levando Joinville à decretação de estado de emergência, a aparente evolução na estrutura do órgão de Defesa Civil na última década denunciava carências importantes. O plano de contingência, apesar de elaborado, não conseguiu ser colocado em prática, seja por falta de articulação entre os órgãos de resposta municipal ou por um inevitável desinteresse político de final de mandato. Uma equipe de agentes concursados, fruto de anos de insistência, estava montada há apenas seis meses e ainda assim em número insuficiente. Havia mapas de risco elaborados juntamente com a comunidade, mas que nunca foram levados em consideração no planejamento da cidade ou aprovação de novos loteamentos. Mesmo o esforço incansável dos envolvidos não foi suficiente para prevenir ou dar a resposta mais adequada a este evento, milhares de pessoas desabrigadas ou desalojadas, muitos prejuízos econômicos e socioambientais. Por outro lado, nenhum óbito

foi registrado no município, mesmo com o número de ocorrências, de deslizamentos e/ou relacionadas a danos em estruturas de contenção, chegando a mais de oitocentos casos. A priorização no atendimento a esta tipologia de ocorrência, a articulação com entidades voluntárias (técnicas ou não) e ainda a contratação de consultoria técnica especializada estabeleceram-se como variáveis positivas para o sucesso nos atendimentos.

Negredo (apud Frank e Savegnani, 2009) enumera alguns fatores que contribuíram diretamente para o mau funcionamento do Sistema de Defesa Civil em todo o estado de Santa Catarina em novembro de 2008: a) Desconhecimento da classe política sobre as atividades de Defesa Civil; b) O desconhecimento da comunidade sobre as atividades de Defesa Civil; c) Inexistência de quadro permanente de funcionários; d) Defesa Civil vista como órgão assistencial; e) Interrupção sistemática da estrutura estadual da Defesa Civil; f) Administração isolada e desintegrada; g) Falta de Projetos;

Quando um desastre age sobre uma sociedade, dificilmente ela continuará a ser como antes. Mudanças culturais, sociais e ambientais ocorrem e esta passa a exigir uma resposta mais eficaz por parte do poder público, que por sua vez pode ter sua cultura modificada e alinhada de acordo com as necessidades da sociedade ou por decisões dos seus líderes (Guzi e Cartagena, 2010).

Na tentativa de corresponder a essa perspectiva de mudança, o Município, e principalmente o órgão de Defesa Civil, vem desempenhando no pós-2008 uma série de ações. Mudanças na estrutura do órgão de Defesa Civil, mapeamento de risco, campanhas de percepção de risco, investimento em monitoramento hidrometeorológico, obras e projetos de drenagem são alguns dos esforços do poder público para tornar Joinville uma cidade resiliente a desastres.

Recentemente vários estudos e ações em relação ao monitoramento de ameaças, vulnerabilidades e riscos vêm sendo realizados dentro do “Projeto Viva Cidade”. Iniciativas que visam, entre outros objetivos, melhorar a qualidade de vida da população por meio do aprimoramento dos sistemas de drenagem,

evidenciando-se as obras de macrodrenagem, criação do plano de manejo da Área de Preservação Ambiental Serra Dona Francisca e realização de ações para o fortalecimento institucional das Secretarias e Fundações responsáveis pelo controle ambiental do município.

Por meio deste projeto também foi possível realizar um objetivo antigo: a instalação e operação de uma rede de monitoramento hidrometeorológico composta por três estações hidrológicas (medem chuva e nível de rio), três meteorológicas (medem vento, temperatura, umidade, radiação e chuva) e cinco hidrometeorológicas (medem vento, temperatura, umidade, radiação, chuva e nível de rio e de maré). O município em sua área central e em todo o setor leste sofre influência direta da maré, que nas maiores amplitudes causa alagamentos mesmo sem chuva. Esta rede já nos permite monitorar a evolução dos eventos, do nível dos principais rios e da maré no município e, embora ainda não esteja acoplada a modelos para fazer previsões, permite emitir avisos e alertas para os órgãos de resposta e população. Os dados e informações gerados são também disponibilizados à população através do portal da Defesa Civil na internet.

No que tange os estudos de susceptibilidades e vulnerabilidades a desastres naturais, em um trabalho de compilação de informações e registros históricos, a Defesa Civil em conjunto com demais órgãos da Prefeitura construiu e atualizou mapas de risco de inundações e de deslizamentos. Estes foram disponibilizados para a população, assim como o mapa de rotas seguras dentro do município em momentos de inundação.

Uma parceria entre a Defesa Civil Municipal e o Centro de Pesquisas de Recursos Minerais (CPRM), conhecido como Serviço Geológico do Brasil, ligado ao Governo Federal, procurou ratificar e buscar informações relativas ao mapeamento de áreas de deslizamento na cidade. Este estudo qualificou o município a listar entre as cidades monitoradas pelo Centro Nacional de Monitoramento de Desastres Naturais – CEMADEN, o qual emite alerta quando da iminência de um evento natural extremo.

Seguindo a tendência nacional, principalmente após a aprovação da lei federal 12.608 de 2012, que instituiu a Nova Política Nacional de Proteção e Defesa Civil, as ações de percepção de risco junto à comunidade ganharam incremento. Entre algumas atividades realizadas pode ser destacado o “Projeto Pluviômetro nas Comunidades”, em parceria com o Ministério da Ciência e Tecnologia, em que dois pluviômetros semiautomáticos, equipamentos que medem a quantidade de chuva, foram instalados em residências particulares nos bairros Nova Brasília e Petrópolis. As duas regiões são consideradas áreas de risco de deslizamentos, e o projeto visa introduzir a cultura da percepção de riscos de desastres naturais, envolvendo diretamente a população. Ainda podem ser citadas palestras em escolas da rede municipal de ensino, distribuição de tábuas de marés alertando para dias de maior pico e a divulgação de informação dos riscos no município.

Hoje o órgão municipal de Defesa Civil se constitui de uma Secretaria de Proteção Civil e Segurança Pública consolidada com 15 funcionários, sendo destes 11 funcionários efetivos de carreira, o dobro da equipe atuante em 2008, fato que garante a continuidade das ações independente de processos eleitorais. Destaca-se que esta equipe é composta por 2 engenheiros. O espaço físico do órgão também aumentou, assim como a frota de veículos destinada ao atendimento emergencial.

A cada dia que passa não se está apenas mais longe do último desastre, mas também nos aproximando do que virá. Os desastres são cíclicos e o aumento das vulnerabilidades ambientais urbanas nos dá a impressão que acontecem cada vez mais intensos e inéditos. Elaboração e atualização de planos de emergência, preparação das equipes de atendimento, planejamento urbano em sintonia com a minimização de desastres, integração entre os órgãos setoriais e a consciência de corresponsabilidade por parte da população são algumas das metas a serem alcançadas. Não se sabe, assim como em 2008, se os avanços dos últimos anos serão suficientes para o enfrentamento adequado de eventos extremos, mas os desafios estão expostos.

Cabe ressaltar que a definição das áreas de risco no município bem como a elaboração de mapas de risco juntamente com o CPRM e adequação dos procedimentos de atuação das equipes tiveram como base o Laudo de Diagnostico apresentado no item 6 do presente trabalho.

## 8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do anteriormente apresentado observa-se que o evento ocorrido em novembro de 2008, envolvendo um registro pluviométrico inédito em Santa Catarina, resultando em mais de quatro mil deslizamentos, atingindo 51 municípios, deixando 78 mil pessoas desabrigadas e 135 vítimas fatais.

Na ocasião procurando assessorar a Defesa Civil e o Corpo de Bombeiros do estado de Santa Catarina a ABMS, por iniciativa e custeio próprio, prestou assessoria técnica voluntária através de uma equipe de quinze engenheiros geotécnicos associados agindo diretamente nos locais afetados pelos deslizamentos, procurando salvar vidas, identificar riscos de novos escorregamentos e liberar, pouco a pouco, as regiões afetadas para reocupação. Ao final das atividades, elaborou um diagnóstico do desastre que procurou apontar inclusive soluções para evitar a repetição do mesmo drama no futuro contidas na “Carta de Joinville”.

Na cidade de Joinville, apesar de não terem sido registradas vítimas fatais, ocorreram danos importantes. Na ocasião procurando assessorar a Defesa Civil Municipal que, apesar de ter evoluído muito nos anos que antecederam o acontecimento em referência, não se apresentava capaz de atender as ocorrências e diagnosticar a real situação do município, foi contratada uma empresa de engenharia civil para atender as demandas existentes. A empresa contratada desenvolveu uma metodologia específica para o município, baseada em vistorias técnicas “in loco” orientadas por engenheiros civis com base em uma ficha de vistoria e em 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. Tais procedimentos foram empregados para atendimento e diagnóstico de mais de 800 ocorrências.

Os eventos ocorridos no município de Joinville serviram como aprendizado para a defesa civil municipal, que melhorou sua estrutura operacional e o resultado dos trabalhos contratados com a empresa privada vem sendo utilizados até hoje na definição das áreas de risco e na elaboração de mapas de risco juntamente com o CPRM e na adequação dos procedimentos de atuação de suas equipes.

A contribuição voluntária da ABMS em Santa Catarina e da empresa privada contratada pelo Município de Joinville para atendimento das demandas geradas em função de acidentes sistemáticos em encostas demonstra que Engenheiros Civis podem atuar em diversas fases dos desastres naturais, desde os atendimentos iniciais até a fase de recuperação da infraestrutura e prevenção de acidentes em encostas, dentre inúmeras outras atividades.

## REFERÊNCIAS

- 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.
- Frank, B. e Sevegnani, L. (2009) Desastres de 2008 no Vale do Itajaí, gente e política. Blumenau: *Agência de Água do Vale do Itajaí*.
- Guzi, D. e Cartagena, S. (2010) Mudança cultural e percepção de riscos de desastres. *Revista Com Ciência Ambiental*, São Paulo, ano 5, n. 27, p. 72-81.
- 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.
- Luiz, G. (2009) Diagnóstico das Condições de Estabilidade Aparente de Encostas e Risco de Edificações – Sinistros Ocorridos em Joinville/SC, *V Conf. Brasileira de Estabilidade de Encostas*, São Paulo, SP, pp 277-286.
- Minuzzi, R. Rodrigues, M.C.G. (2009) Novembro com recordes de chuvas em SC: 1000mm em Blumenau *Ciram/Epagui – <http://ciram.epagri.rct-sc.br>*.
- Nieble, C. M. e Guidicini, G.. (1993) Estabilidade de taludes naturais e de escavação, 2ª edição. *Editora Edgar Blucher*, São Paulo, 11.
- Rodrigues, M.L.G. (2009) Eventos de chuva extremos em Santa Catarina – *Ciram/Epagui – <http://ciram.epagri.rct-sc.br>*.
- UNIVILLE Universidade da Região de Joinville (2008) Consulta aos dados de registros pluviométricos da Estação ANEL nº 2648036, 19p.