

ESTUDOS SOBRE RISCOS GEOLÓGICOS E SUA INCORPORAÇÃO NO PLANEJAMENTO TERRITORIAL – RELATO DA EXPERIÊNCIA DE FORMAÇÃO DE QUADROS TÉCNICOS NO ABC PAULISTA

FERNANDO ROCHA NOGUEIRA

*Professor adjunto do Centro de Engenharia,
Modelagem e Ciências Sociais Aplicadas – UFABC
E-mail: fernando.nogueira@ufabc.edu.br*

RICARDO DE SOUSA MORETTI

*Professor titular do Centro de Engenharia,
Modelagem e Ciências Sociais Aplicadas – UFABC
E-mail: ricardo.moretti@ufabc.edu.br*

CLÁUDIA F. ESCOBAR DE PAIVA

*Professora adjunto do Centro de Engenharia,
Modelagem e Ciências Sociais Aplicadas – UFABC
E-mail: claudia.paiva@ufabc.edu.br*

RESUMO

O presente trabalho relata e analisa alguns resultados da experiência de formação de quadros técnicos municipais da Região do ABC paulista e de estudantes da Universidade Federal do ABC - UFABC por meio do Programa de Extensão - PROEXT denominado “Gestão de Riscos Geológicos em Ambiente Urbano: Escorregamentos e Processos Correlatos”, que foi desenvolvido pela Universidade Federal do ABC - UFABC no ano de 2012. Este PROEXT teve por objetivo contribuir para o mapeamento, caracterização e gestão de áreas de riscos geológicos nos municípios do Grande ABC, além de propiciar a qualificação de alunos da UFABC, de profissionais e dirigentes dos poderes públicos regionais, e demais envolvidos na gestão de riscos geológico-geotécnicos no espaço urbano, definiu como foco principal a geração de conhecimento científico e tecnológico sobre os desastres ambientais,

promovendo a articulação entre pesquisas científicas, tecnológicas e políticas públicas na região do Grande ABC paulista. Suas atividades buscaram incentivar a incorporação dos estudos de risco no planejamento territorial. Este artigo relata a metodologia empregada e os resultados das atividades realizadas pelo grupo gestor do PROEXT.: exercícios de cartografia geotécnica para áreas piloto em três diferentes escalas e finalidades para aplicação no planejamento territorial e gestão de riscos; avaliação de aspectos legais e sociais envolvidos na remoção de famílias em áreas de risco; estudos de aderência entre características geotécnicas do terreno, processos geodinâmicos atuantes e obras de contenção implantadas na região, análise de estratégias para ação da defesa civil e comunicação de risco.

Palavras-chave: Extensão universitária, gestão de riscos, planejamento territorial.

1 INTRODUÇÃO

Desde o início desta década, o Brasil viveu significativo avanço institucional no campo da gestão de riscos ambientais, impulsionado diretamente pelo dramático desastre na Região Serrana do Rio de Janeiro no início de 2011, que contabilizou enormes perdas de bens e infraestrutura e mais de mil mortes. A resposta do governo federal pôde-se observar no Plano Plurianual – PPA 2012-2015, na promulgação da Lei 12.608/2012 e no lançamento do Plano Nacional de Gestão de Riscos e Respostas a Desastres. Tais medidas têm estimulado importantes debates conceituais e metodológicos que podem reorientar as marcantes características nacionais de atraso e ineficiência institucional neste campo. Alheiros (2011) apontou uma dicotomia na esfera federal, onde a redução de riscos urbanos vinha sendo trabalhada pelo Ministério das Cidades e a resposta aos desastres executada pela Secretaria Nacional de Defesa Civil, sem o indispensável esforço de integração de ações e troca de informações, entre outras fragilidades interinstitucionais.

O Diagnóstico do Plano Nacional de Gestão de Riscos (Brasil/FGV, 2012) avalia que os Planos Nacionais de Habitação, Saneamento Básico, Educação, Desenvolvimento Regional e Assistência Social ignoram a importância das variáveis *riscos e desastres* em suas diretrizes e linhas de ação. Aponta como exceções o Estatuto das Cidades, o Plano Nacional de Saúde e a Política Nacional sobre Mudança do Clima. Esta avaliação confirma a percepção coletiva da tênue presença dos componentes referentes aos processos da dinâmica geoambiental, à vulnerabilidade do meio exposto e aos riscos nos instrumentos de planejamento urbano e territorial no país. Mais do que fragilidade institucional ou técnico-científica, isso reflete a ausência de cultura nacional de prevenção e a parca memória nacional sobre seus desastres.

Para Veyret (2007), risco é considerado um objeto social e pode ser definido como a percepção do perigo ou da catástrofe possível. Para esta autora, o risco existe apenas em relação a uma sociedade que o apreende por meio de representações mentais e com ele convive por meio de práticas específicas.

Embora a história da construção do espaço urbano e da infraestrutura brasileira seja marcada por grandes acidentes (GONÇALVES, 1992; MACEDO & AKIOSSI, 1996; BRANDÃO, 1997; ALHEIROS, 1998; NOGUEIRA, 2002; HERRMANN, 2007; TOMINAGA et al., 2009; SAITO et al., 2009; BRASIL, 2011 e outros), as primeiras organizações de Defesa Civil são constituídas no Brasil a partir do final da década de 1960, em reação a grandes desastres e com este foco se estruturaram. Para Veyret (*op.cit.*) “[...] a crise ou a catástrofe deve ser gerenciada na urgência pelos serviços de socorro, no contexto de planos definidos de antemão, ao passo que o risco exige ser integrado às escolhas de gestão e às políticas de organização dos territórios.”

Nogueira (2008) considera que foi apenas no final da década de 1980, durante o processo de redemocratização do país, na elaboração das constituições estaduais e leis orgânicas municipais, que a temática de riscos ambientais (ou naturais) apareceu no cenário das políticas públicas e se refletiu no meio acadêmico. Este novo campo de conhecimento possibilitou que, na década de 1990, ocorressem algumas inovadoras experiências locais de enfrentamento de situações históricas de riscos de desastres - Belo Horizonte, MG (CARVALHO, 1996; PEREIRA et al., 2007), Recife, PE (GUSMÃO, 1995), Santos, SP (NOGUEIRA, 2002), e outros casos pontuais e majoritariamente interrompidos pela alteração de comando nas administrações municipais.

Uma segunda fase de desenvolvimento da gestão de risco no Brasil foi iniciada com a criação, em 2003, do Ministério das Cidades e, na Secretaria Nacional de Programas Urbanos, da Ação de Apoio a Programas Municipais de Redução e Erradicação de Riscos. Esta ação foi direcionada para a promoção, em articulação com as políticas de desenvolvimento urbano e de uso e ocupação do solo, de um conjunto de medidas estruturais e não estruturais voltadas para a redução dos riscos de deslizamentos em encostas urbanas. Disponibilizou subsídios técnicos e financeiros aos municípios para cursos de capacitação, elaboração de Planos Municipais de Redução de Riscos (CERRI & NOGUEIRA, 2012) e execução de obras de contenção de taludes.

Porém, a sequência de graves desastres (Santa Catarina, 2008; Angra dos Reis, Niterói, cidades de Pernambuco e Alagoas, 2010; região serrana

do Rio de Janeiro, 2011) mostraram a insuficiência da prevenção e da resposta. O próprio desenvolvimento econômico e social que se desenrola no país vem apontando a necessidade de melhor conhecimento e intensificação de ações para redução de riscos urbanos e controle de ameaças que possam afetar a infraestrutura e a economia. A gestão de risco começa a ser compreendida como um dos componentes de sustentabilidade do desenvolvimento nacional.

É possível identificar no cenário atual de debate e ações alguns indicadores de aproximação da gestão de riscos com o planejamento territorial. A Lei 12608/2012 institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - PNPDEC e dá outras providências. Em seu artigo 2º, aponta que é “dever da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios adotar as medidas necessárias à redução dos riscos de desastre”. No artigo 3º, indica que a PNPDEC deve “integrar-se às políticas de ordenamento territorial, desenvolvimento urbano, saúde, meio ambiente, mudanças climáticas, gestão de recursos hídricos, geologia, infraestrutura, educação, ciência e tecnologia e às demais políticas setoriais, tendo em vista a promoção do desenvolvimento sustentável”. E, entre as outras providências, altera o Estatuto das Cidades e a Lei de Parcelamento do Solo Urbano, introduzindo aos textos destas Leis importantes componentes da gestão de riscos. Indica que o Governo Federal instituirá cadastro nacional de municípios com áreas suscetíveis à ocorrência de deslizamentos de grande impacto, inundações bruscas ou processos geológicos ou hidrológicos correlatos e que os Municípios incluídos no cadastro deverão:

- I - elaborar mapeamento das áreas suscetíveis à ocorrência de deslizamentos de grande impacto, inundações bruscas ou processos geológicos ou hidrológicos correlatos;
- II - elaborar Plano de Contingência de Proteção e Defesa Civil;
- III - elaborar plano de implantação de obras e serviços para a redução de riscos de desastre;
- IV - criar mecanismos de controle e fiscalização para evitar a edificação em áreas suscetíveis à ocorrência de deslizamentos de grande impacto, inundações bruscas ou processos geológicos ou hidrológicos correlatos; e
- V - elaborar carta geotécnica de aptidão à urbanização, estabelecendo diretrizes urbanísticas voltadas para a segurança dos novos parcelamentos do

solo e para o aproveitamento de agregados para a construção civil.

Aproveitando esta dinâmica conjuntura de reflexão e avanço neste campo de conhecimento e a existência de forte demanda regional de capacitação e estudos sobre esta temática, professores do curso de Engenharia Ambiental e Urbana do Centro de Engenharia, Modelagem e Ciências Sociais Aplicadas-CECS da Universidade Federal do ABC, em Santo André, SP, apresentaram ao MEC, em 2011, um programa para desenvolvimento de uma atividade de extensão sobre gestão de riscos, desenvolvido ao longo do ano de 2012.

2 O PROGRAMA DE EXTENSÃO GESTÃO DE RISCOS GEOLÓGICOS EM AMBIENTE URBANO: ESCORREGAMENTOS E PROCESSOS CORRELATOS

O Programa de Extensão Universitária - PROEXT do Ministério da Educação tem como objetivo apoiar instituições públicas de ensino superior no desenvolvimento de programas ou projetos de extensão que contribuam para a implementação de políticas públicas. O objeto deste artigo inseriu-se na linha temática de Desenvolvimento Urbano e ao Subtema Acesso à Terra Urbanizada do PROEXT 2011. Teve como objetivo principal *contribuir para a gestão de áreas de riscos geológico-geotécnicos nos municípios do Grande ABC por meio da sistematização e divulgação de informações, assim como, de ações de capacitação profissional*. Foram objetivos específicos do programa:

- Analisar e discutir a situação atual dos riscos geológico-geotécnicos nos municípios do Grande ABC;
- Investigar e caracterizar as áreas mais suscetíveis aos movimentos de massas na região;
- Capacitar técnicos e gestores municipais, consultorias e organizações não governamentais para elaboração, aprimoramento e implementação da gestão do risco;
- Contribuir para a interação e troca de experiência entre os diversos municípios da Região do Grande ABC, bem como de órgãos de governo da esfera municipal, estadual e federal, envolvidos com a gestão do risco;
- Contribuir com a produção e difusão de metodologias de identificação, análise e mapeamento de áreas de risco;

- Contribuir com a formação técnica e cidadã de alunos de diversos cursos de graduação e pós-graduação da UFABC, possibilitando o contato com um tema de relevante importância social e profissional.

Para o desenvolvimento do PROEXT foram programados oito eventos para apresentação e discussão dos trabalhos práticos realizados.

O Quadro 1 apresenta a sequência dos temas abordados no programa.

Quadro 1 – Temas abordados pelos eventos do PROEXT.

Evento	Tema
1	Plataforma regional de gestão de riscos do ABC.
2	Diagnóstico: carta geotécnica de suscetibilidade
3	Diagnóstico: carta geotécnica de aptidão à urbanização.
4	Diagnóstico: carta geotécnica de risco.
5	Risco: aspectos sociais e jurídicos
6	Soluções de engenharia para prevenção de desastres.
7	Planos de contingência e respostas a desastres.
8	Informação pública e capacitação para autodefesa.

3 METODOLOGIAS ADOTADAS NO DESENVOLVIMENTO DO PROEXT

Para o desenvolvimento do conjunto de atividades planejado, foi empregada a metodologia de aprendizagem conhecida por *Problem Solving Learning* (NEWELL & SIMON, 1972).

Anderson (1993), discutindo esta metodologia, considera que toda habilidade ou conceito adquiridos passariam por um sistema de processamento composto por três memórias que interagem: uma memória declarativa, que contém conhecimentos descritivos sobre o mundo; uma memória procedimental, que contém informações para a execução das habilidades e uma memória operativa. As memórias declarativa e procedimental armazenam dois tipos distintos de conhecimento, que correspondem à distinção filosófica entre o “saber o que” declarativo e o “saber como” procedimental. Nas atividades do PROEXT, a memória declarativa corresponde à aquisição de conhecimentos por meio de rápida exposição de conceitos teóricos e da visão de mundo por meio das atividades de campo;

a memória procedimental pôde ser adquirida pelo exercício de técnicas e habilidades na geração e interpretação de cartas geotécnicas, na elaboração de roteiros expeditos de investigação de temas específicos, na utilização de programas de Sistema de Informação Geográfica, entre outros; a memória operativa, por fim, transparece na apresentação dos resultados de cada atividade frente ao conjunto dos participantes.

De início, foi constituído um grupo gestor do PROEXT, envolvendo três professores do CECS-UFABC, onze alunos bolsistas da Engenharia Ambiental e Urbana, representantes do Consórcio Intermunicipal do Grande ABC¹ e técnicos de defesa civil e secretarias de habitação, planejamento, gestão ambiental ou outras afins dos sete municípios da região. Este grupo gestor foi subdividido em três subgrupos de trabalho, um deles adotando como objeto os municípios de São Bernardo, Ribeirão Pires e Rio Grande da Serra; o segundo, os municípios de Santo André e São Caetano do Sul; e o terceiro, os municípios de Diadema e Mauá.

¹ Órgão público que reúne os sete municípios do Grande ABC para o planejamento, a articulação e definição de ações de caráter regional (ver <http://www.consorcioabc.sp.gov.br>)

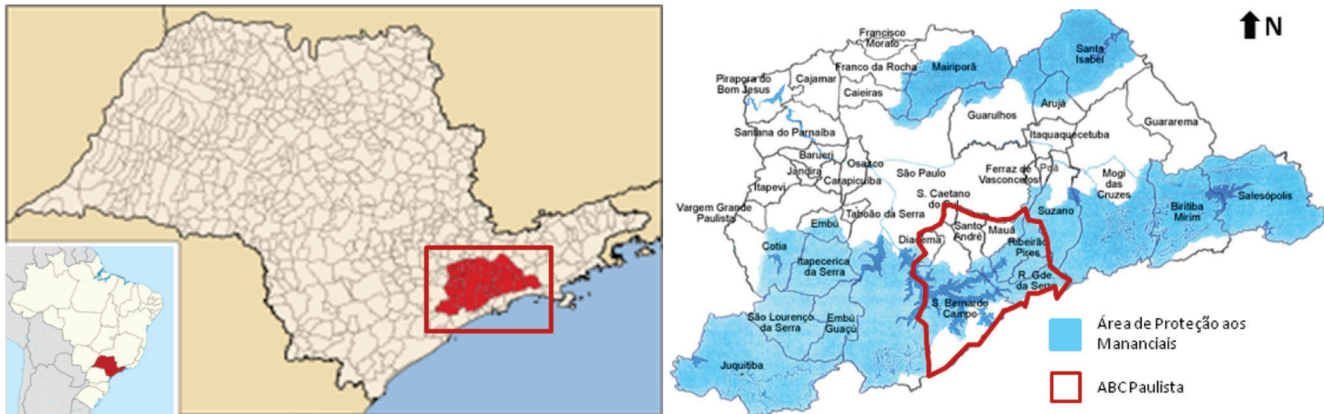


Figura 1 - Localização dos municípios estudados

A cada mês, foi apresentado um rápido panorama teórico-conceitual sobre o tema a ser desenvolvido e proposto um objetivo a ser buscado por cada subgrupo, tendo por objeto os municípios ali representados. Cada subgrupo se articulou para o planejamento das atividades, leitura de bibliografia de suporte, realização de atividades de campo e de entrevistas, utilização de laboratórios de informática e organização das apresentações com os resultados de cada atividade. Ao final

dos períodos acertados para cada tema, em geral intervalos entre vinte dias e um mês, ocorreu um evento público, com convite às comunidades municipais e da UFABC, onde foram apresentados e debatidos os resultados dos trabalhos de cada subgrupo. Para cada evento, foram convidados especialistas (ver Quadro 3) do tema tratado que avaliaram e comentaram os resultados apresentados e expuseram suas vivências sobre o assunto.

Quadro 2 - Procedimentos de trabalho do grupo gestor.

Fase	Descrição	Tempo médio de execução
Elementos teórico-conceituais	São apresentados alguns (poucos) conceitos básicos a ser utilizados e um objetivo a ser atingido por meio da atividade.	3 horas
Preparação para a atividade de campo	São realizadas reuniões para planejamento preliminar da atividade, leitura de textos de suporte, estabelecimento áreas de estudo e elaboração de instrumentos para a atividade (mapas, imagens, roteiros de procedimentos, etc).	4 a 6 horas
Atividade de campo	Aplicam-se os conhecimentos obtidos na teoria e a na preparação para o campo.	4 horas
Análise dos resultados.	São avaliadas as informações obtidas em campo e elaborada a apresentação dos resultados.	4 horas
Apresentação dos resultados	Com a presença de especialistas na temática em discussão e convidados diversos, cada um dos grupos apresenta o resultado de seu trabalho, que é avaliado pelos especialistas e discutido pelos presentes.	3 horas.

Quadro 3 – Especialistas convidados para os eventos mensais de apresentação e discussão dos resultados das atividades

Mês	Atividade	Especialistas convidados
maio	Plataforma regional de gestão de riscos do ABC	Eduardo Soares de Macedo, geólogo, pesquisador do IPT. João Ricardo Caetano, secretário executivo do Consórcio Intermunicipal do Grande ABC.
junho	Cartas de suscetibilidade	Lídia Tominaga, geóloga pesquisadora do Instituto Geológico do Estado de São Paulo Leonardo Andrade Souza, engenheiro-geólogo, doutorando da Universidade Federal de Ouro Preto.
agosto	Carta geotécnica de aptidão à urbanização.	Álvaro Rodrigues dos Santos, geólogo, consultor em Geologia de Engenharia e Geotecnia.
setembro	Carta geotécnica de risco.	Fabício Araújo Mirandola, geólogo, pesquisador do IPT
outubro	Risco: aspectos sociais e jurídicos	Júlia Moretti, advogada, gestora de Projetos Sociais do Escritório Modelo da PUC/SP
novembro	Soluções de engenharia para prevenção de desastres.	Clóvis Tiago Censon, engenheiro responsável pelo gerenciamento das obras de estabilização do PACII no município de São Bernardo.

4 RELATOS DE ALGUMAS DAS ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

São apresentados, a seguir, relatos sintéticos de algumas das atividades desenvolvidas.

4.1 Exercício de mapeamento de suscetibilidade

A cartografia geotécnica é definida por Diniz (1998), como a técnica de integração, síntese e representação de informações temáticas da área de geologia de engenharia voltada para o planejamento e gestão ambiental urbana e territorial. Esta técnica permite a formulação de modelos de previsibilidade do comportamento dos terrenos e o estudo de soluções para problemas decorrentes da intervenção antrópica sobre o meio físico. Para Sobreira & Souza (2012), cartas geotécnicas “são produtos cartográficos que retratam a distribuição dos diferentes tipos de rochas e solos, considerando suas características mecânicas e hidráulicas no contexto do meio físico (formas do relevo, geodinâmica externa – processos atuantes, uso e ocupação do solo), com o intuito de se definir as limitações, potencialidades e necessidades de intervenções para consolidação do uso urbano e rural”. Segundo sua finalidade (DINIZ, 2012), as cartas geotécnicas podem ser aplicadas ao planejamento urbano e territorial por meio das cartas de aptidão urbana; à suscetibilidade e riscos relacionados a processos do meio físico; e à viabilidade

à implantação de empreendimentos (processos tecnológicos).

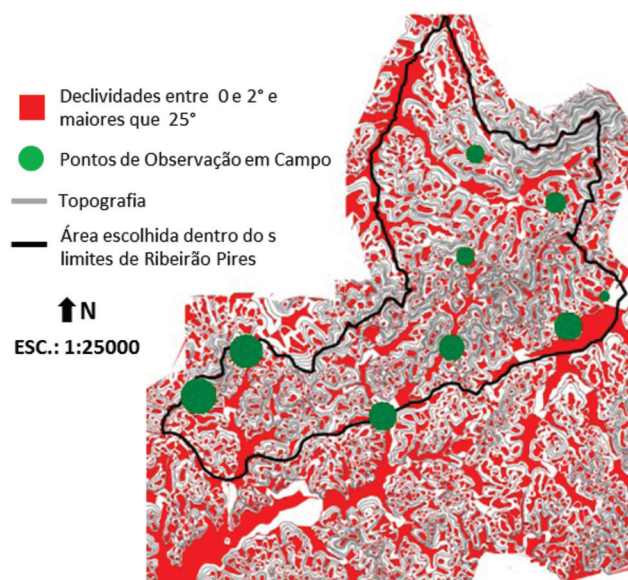


Figura 2 – Um dos produtos da atividade de cartografia de suscetibilidade, este mapa registra a predisposição a deslizamentos e inundações em área do município de Ribeirão Pires

Cada subgrupo definiu roteiros de procedimentos, selecionou área de estudo, levantou base planialtimétrica da área escolhida, mapas geológicos e geomorfológicos, registros pluviométricos e ocorrências de deslizamentos e inundações disponíveis nos órgãos de Defesa Civil dos municípios. Em laboratório de informática, foi produzido um *mapa de problemas* a partir da análise de cartas de declividade, de bacias hidrográficas, geológico e geomorfológico e da seleção de setores com maior predisposição a deslizamentos e inundações; do

lançamento espacial das ocorrências e da análise de correlações expeditas entre os registros pluviométrico e de ocorrências. Foram adotadas escalas da ordem de 1:25.000 e inclinação de 20° como referência de resistência de cisalhamento do solo e vistorias de campo serviram para validação da setorização do terreno.

4.2 Exercício de mapeamento de aptidão à urbanização

A aptidão à urbanização refere-se, segundo Sobreira & Souza (2012) à capacidade dos terrenos para suportar os diferentes usos e práticas da engenharia e do urbanismo. Sua análise parte do mapeamento, caracterização e integração de atributos do meio físico que condicionam o comportamento deste frente às solicitações existentes ou a serem impostas (implantação de infraestrutura e acesso a serviços urbanos, melhorias habitacionais, parcelamento do solo, consolidações geotécnicas, regularização fundiária e programas de desenvolvimento comunitário, etc.). Para a realização deste exercício, adotando as orientações metodológicas que estavam sendo formatadas pelo grupo de especialistas constituído pelo Ministério das Cidades para tal fim em 2011-12, sob coordenação da Universidade Federal de Pernambuco, foi estabelecido uma escala de 1:10.000. Foram preparadas duas cartas: uma carta de suscetibilidade, realizada pela revisão dos resultados da atividade anterior; e uma carta geotécnica de síntese de aptidão à urbanização, ou seja, uma carta com recomendações para aplicação urbanística, tendo como retaguarda os estudos do meio físico e dos seus processos. Foram realizadas atividades de preparação de uma carta preliminar das áreas selecionadas no laboratório de informática e vistorias de campo para checagem e validação. Os produtos finais indicavam áreas de urbanização favorável; áreas de urbanização condicionada a controle especial, onde são exigidos estudos especiais como condição prévia à ocupação; e áreas de urbanização restrita, onde não deve se permitir ocupação urbana que gere permanência prolongada.

4.3 Exercício de mapeamento de riscos

Na apresentação inicial de conceitos e métodos, propôs-se que risco (R) fosse avaliado pela

convolução² entre a probabilidade (P) de ocorrer um acidente associado a uma determinada ameaça (A) que possa resultar em consequências (C) danosas às pessoas ou bens, em função da vulnerabilidade (V) do meio exposto. Ou seja: $R = P (f A) * C (f V)$.

Foram também indicadas como referências de metodologia e procedimentos Brasil/IPT (2007) e Cerri et al (2007). A proposição foi de que cada subgrupo realizasse a setorização de riscos em uma área selecionada nas cidades a ele associadas.

Os trabalhos de campo constituíram-se basicamente em investigações geológico-geotécnicas de superfície, buscando identificar condicionantes dos processos de instabilização, evidências de instabilidade e indícios do desenvolvimento de processos destrutivos. Os procedimentos seguintes são recomendados por Cerri et al (2007):

- Delimitar setores de risco, com base em julgamento dos profissionais responsáveis, atribuindo, para cada setor, um grau de probabilidade de ocorrência de processo de instabilização, considerando o período de um ano, com base nos critérios descritos no Quadro 3;
- Um setor de risco indica um espaço definido dentro do assentamento sujeito a um determinado processo destrutivo potencial, cujas evidências ou indicadores predisponentes foram identificados em campo;
- Representar cada setor de risco identificado em cópias de fotografias aéreas oblíquas de baixa altitude, imagens de satélite ou fotografias de solo, cuja escala permita a identificação das moradias existentes no setor;
- Estimar as consequências potenciais do processo de instabilização, por meio da avaliação das possíveis formas de desenvolvimento do processo destrutivo atuante (volumes mobilizados, trajetórias dos detritos, áreas de alcance etc.), definir e registrar o número de moradias ameaçadas (total ou parcialmente), em cada setor de risco;
- Os resultados das investigações geológico-geotécnicas e das interpretações devem ser registrados em fichas de campo.

² Indica concomitância e mútuo condicionamento dos termos da equação.

Quadro 4 – Critérios para definição do grau de probabilidade de ocorrência de processos de instabilização do tipo escorregamentos em encostas ocupadas e solapamento de margens de córregos.

Grau de probabilidade	Descrição
R1 Baixo	Os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes (declividade, tipo de terreno, etc.) e o nível de intervenção no setor são de baixa potencialidade para o desenvolvimento de processos de escorregamentos e solapamentos. Não há indícios de desenvolvimento de processos de instabilização de encostas e de margens de drenagens. É a condição menos crítica. Mantidas as condições existentes, não se espera a ocorrência de eventos destrutivos no período de um ciclo chuvoso.
R2 Médio	Os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes (declividade, tipo de terreno, etc.) e o nível de intervenção no setor são de baixa potencialidade para o desenvolvimento de processos de escorregamentos e solapamentos. Observa-se a presença de alguma(s) evidência(s) de instabilidade (encostas e margens de drenagens), porém incipiente(s). Mantidas as condições existentes, é reduzida a possibilidade de ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período de um ciclo chuvoso.
R3 Alto	Os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes (declividade, tipo de terreno, etc.) e o nível de intervenção no setor são de alta potencialidade para o desenvolvimento de processos de escorregamentos e solapamentos. Observa-se a presença de significativa(s) evidência(s) de instabilidade (trincas no solo, degraus de abatimento em taludes, etc.) Mantidas as condições existentes, é perfeitamente possível a ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período de um ciclo chuvoso.
R4 Muito Alto	Os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes (declividade, tipo de terreno, etc.) e o nível de intervenção no setor são de alta potencialidade para o desenvolvimento de processos de escorregamentos e solapamentos. As evidências de instabilidade (trincas no solo, degraus de abatimento em taludes, trincas em moradias ou em muros de contenção, árvores ou postes inclinados, cicatrizes de escorregamento, feições erosivas, proximidade da moradia em relação ao córrego, etc.) são expressivas e estão presentes em grande número e/ou magnitude. É a condição mais crítica. Mantidas as condições existentes, é muito provável a ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período de um ciclo chuvoso.

Fontes: Cerri et al. (2007); Brasil/IPT (2007).

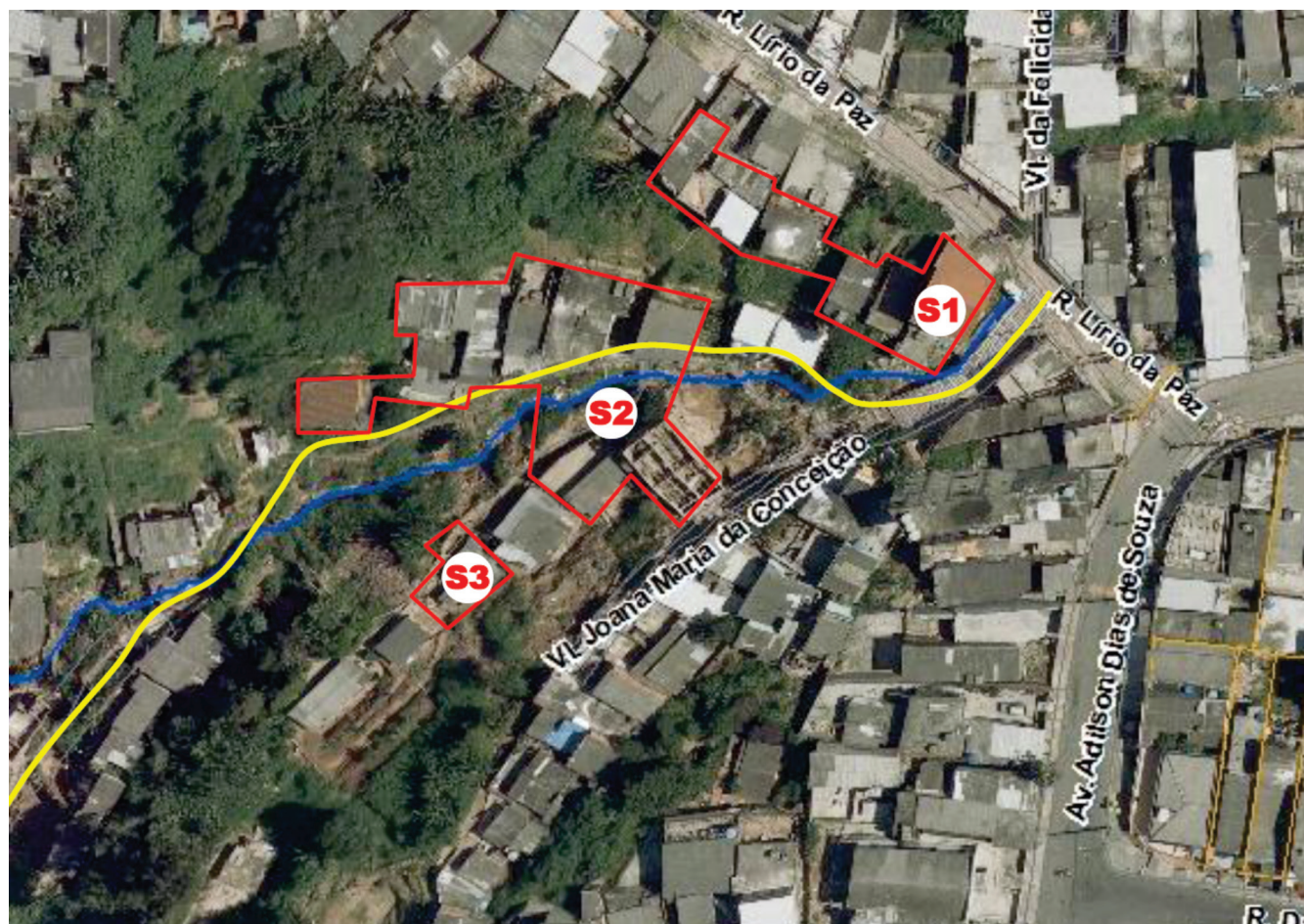


Figura 3 – Setorização de riscos associados a movimentos de massa realizada por alunos e técnicos municipais em trecho do Jardim Zaira, no município de Mauá

4.4 Exercício de avaliação de aspectos sociais e jurídicos envolvidos na remoção de moradores em áreas de risco

Durante muitos anos, reduzir riscos no Brasil esteve diretamente relacionado à possibilidade de remoção das moradias em situação de perigo. Trata-se, entretanto, de uma alternativa de intervenção que envolve elevados custos para os órgãos públicos e enorme impacto para as famílias deslocadas, especialmente quando não atendidas no seu direito à moradia. Nesta atividade, os subgrupos gestores investigaram, em municípios do ABC, a existência de legislação e procedimentos definidos em relação à remoção de moradores em situação de risco, a forma de aplicação de tais normas, a destinação das pessoas removidas e a situação/utilização atual dos terrenos dos quais foram retiradas. Para tanto, elaboraram roteiros de pesquisa, entrevistaram agentes públicos dos municípios e cidadãos envolvidos nestes processos e visitaram áreas de remoção, habitações provisórias das pessoas removidas e soluções habitacionais finais destinadas a elas.

4.5 Exercício de estudo de aderência entre características geotécnicas do terreno, processos geodinâmicos atuantes e obras de contenção implantadas

O sucesso das operações de engenharia está atrelado a uma perfeita aderência entre os processos geodinâmicos estabelecidos, as características geológicas dos terrenos e a solução de estabilização adotada. Desta forma, ressalta-se a importância da exatidão do diagnóstico fornecido pelo geólogo de engenharia.

Para a formação de um novo conhecimento técnico-científico, neste exercício o principal objetivo foi conhecer os tipos de soluções de estabilização considerando sua forma de atuação e as solicitações impostas ao terreno.

Para tanto, o método e as etapas de trabalho procuraram seguir a sequência metodológica exposta no Quadro 5.

Quadro 5 – Método e Etapas de Trabalho.

Fases do trabalho	Objetivo	Principais cuidados
Circunscrição do problema	Identificação preliminar dos problemas potenciais ou ocorridos. Enquadramento geológico-geomorfológico do local. Delimitação e caracterização da área de trabalho.	Recolhimento de todos os registros bibliográficos e técnicos e de testemunhos de pessoal local. Caracterização das feições e dos processos geológico-geomorfológicos naturais locais e regionais presentes.
Análise e diagnóstico dos fenômenos presentes	Caracterização dos parâmetros geológicos e geotécnicos necessários ao entendimento dos fenômenos envolvidos. Diagnóstico final e descrição qualitativa e quantitativa dos fenômenos implicados nas inter-relações solicitações / meio físico.	Pesquisa de situações semelhantes, especialmente na região. Identificação dos processos geológicos e geotécnicos originalmente presentes. Adoção de hipóteses fenomenológicas progressivas e esforço investigativo e observativo para sua aferição.
Formulação de soluções	Apoiar a engenharia na formulação das soluções adequadas	Zelo especial pela perfeita aderência solução / fenômeno. Busca do barateamento da solução encontrada.
Acompanhamento da implantação	Garantia da correta execução dos trabalhos e proposição dos ajustes técnicos eventualmente necessários	Zelo para que a solução implantada cumpra perfeitamente as funções desejadas.
Monitoramento do desempenho	Acompanhamento do desempenho da solução implantada	Seleção dos indicadores de desempenho, instalação de eventual instrumentação e programação de sua observação qualitativa e/ou quantitativa ao longo do tempo

Fonte: Santos, 2002.

A partir da escolha de uma solução de engenharia implantada para a redução de risco, contemplando várias tipologias de obras, foi possível avaliar seu desempenho e sua relação custo/benefício, além de sugerir possíveis adequações e/

ou realizar críticas quanto ao desempenho e adequabilidade de tais obras.

Para viabilizar uma reflexão crítica sobre o projeto de estabilização escolhido para o exercício, algumas metas foram cumpridas, a saber:

- Avaliação das características do meio físico: identificar as causas e os mecanismos de instabilizações;
- Identificação da(s) obra(s) de estabilização contemplada(s) no projeto;
- Descrição e análise da(s) obra(s): forma de atuação, considerando que cada obra tem eficiência restrita para certas condições e faixas de solicitação.
- Comentários e conclusões sobre a adequabilidade e aderência das obras pesquisadas em relação aos processos geodinâmicos estabelecidos.

5 CONCLUSÕES

Entre os princípios ordenadores que estabelecem a identidade institucional da UFABC, expostos em seu projeto pedagógico³, valem ser destacados:

- A UFABC obedece aos princípios da indissociabilidade entre as atividades de ensino, pesquisa e extensão.
- A UFABC envolve áreas de atuação multi e interdisciplinares, com a perspectiva de atuação integrada em diversas áreas de conhecimento com enfoque no desenvolvimento sustentável.
- A sinergia entre os cursos e programas de pesquisa e extensão será um vetor de promoção da interdisciplinaridade e do desenvolvimento do conhecimento.
- A UFABC também privilegia a difusão do conhecimento para o público em geral e a promoção da educação continuada como contribuições importantes para a sociedade

Avalia-se que o programa de extensão aqui relatado contemplou integralmente estes princípios. A temática dos riscos ambientais é, atualmente, compreendida no contexto de uma linha técnico-científica específica, de notório caráter multidisciplinar e interdisciplinar, objetivando o conhecimento tanto dos processos e fenômenos naturais, sócio-naturais e tecnológicos que constituem ameaças à população e aos ambientes expostos, quanto dos componentes que conformam a vulnerabilidade destes elementos expostos. Tal conhecimento é indispensável para a promoção de medidas preventivas, associadas ao planejamento

e controle do uso e ocupação do território, que evitem a implantação de situações de risco e de ações mitigadoras, para minimização ou controle dos perigos, redução da exposição e aumento da resiliência da sociedade frente a eles. Também é necessário para a preparação e o manejo da resposta a emergências e desastres.

Pretendeu-se, com este Programa de Extensão que discutiu parte da diversidade temática da gestão dos riscos ambientais, aproximar a UFABC de uma das questões críticas para o desenvolvimento social e econômico região do Grande ABC e contribuir para que ela seja incluída na pauta regional do planejamento territorial e das ações estratégicas.

Avalia-se que a metodologia utilizada permitiu, tanto aos alunos da UFABC quanto aos agentes públicos:

- Adquirir um vasto rol de conhecimentos e habilidades sobre métodos, procedimentos e tecnologias por meio do acesso a bibliografia adequada, de sua apresentação sintética por especialistas e da sua utilização em laboratório e em campo;
- Adequar tais conhecimentos para aplicação na diferenciada realidade das administrações públicas de cada município da região e, por outro lado, estabelecer critérios técnico-científicos como base para as ações de gerenciamento dos riscos;
- Trocar informações, experiências e conhecimentos, integrando o saber acadêmico com o saber acumulado na administração pública e confrontando os resultados deste intercâmbio com a realidade observada em campo;
- Trocar informações, experiências e conhecimentos entre os agentes dos sete municípios da Região, possibilitando padronização de referências para o desenvolvimento das ações institucionais.

Além dos resultados esperados de capacitação de discentes e agentes públicos, também pode ser considerado como resultante deste PROEXT a inclusão da temática da gestão de riscos urbanos na agenda de políticas públicas regionais.

Como decorrência direta do Programa Extensão aqui relatado, a UFABC foi demandada pelo Consórcio dos Municípios para contribuir na organização de uma Oficina Técnica sobre os Desafios da Gestão de Riscos Urbanos no Grande ABC. Esta Oficina, realizada no final de maio de

³ Ver <http://www.ufabc.edu.br/images/stories/pdfs/institucional/projetopedagogico.pdf>

2013 com mais de trezentos participantes, apontou uma agenda de ações estruturais e não estruturais de curto e médio prazos para a Região. Foi criado um Grupo de Trabalho Temático sobre Riscos Urbanos no Consórcio, com a participação de

representante dos sete municípios da Região e da UFABC para implementar tais ações. O Quadro 5, abaixo, expõe as ações de curto prazo que são objeto do Grupo de Trabalho Temático neste segundo semestre de 2013.

Quadro 6 – Ações estratégicas de curto prazo definidas pela Oficina Técnica.

Ação preventiva integrada entre os municípios e o Estado para remoção de moradias em situação de alto risco não mitigável antes do período chuvoso de 2013	Consolidar e padronizar a metodologia de classificação e hierarquização de áreas para ação habitacional por risco.
	Quantificar moradias em risco alto (R3) não consolidável e muito alto (R4) nos sete municípios da região.
	Estudar a possibilidade da erradicação dos Riscos Muito Alto (R4) e Alto (R3) até o final da presente gestão;
	Articular ação integrada e apresentar ao Governo do Estado, solicitando apoio técnico e financeiro para: a) Remoção de moradias em R3 não consolidável e R4; b) Concessão de auxílio aluguel transitório para as famílias removidas; c) Produção de unidades habitacionais para reassentamento das famílias; e d) Ação de recuperação das áreas desocupadas.
	Realizar atividade de compartilhamento de experiências dos municípios quanto a estratégias de remoção preventiva de famílias de áreas de risco muito alto.
Estruturação de um Plano Preventivo de Defesa Civil de caráter regional,	O Consórcio do ABC, com suas parcerias, deverá realizar, em Outubro de 2013, uma Oficina Regional
	Ampliar os sistemas de monitoramento pluviométrico e de alerta na Região
	O Consórcio ABC deve estudar a pertinência de montar um sistema integrado e centralizado de monitoramento e operação de emergências
Capacitação dos municípios para o atendimento da Lei 12.608	Deverá acontecer, em novembro de 2013, um Seminário Regional para aprofundar o conhecimento sobre a Lei 12.608 e definir metodologia para consolidação de diretrizes para os municípios.

Embora, este programa de extensão tenha sido restrito ao âmbito da Região do Grande ABC, acredita-se que possa ser reproduzido em outras regiões ou municípios que demandem suporte de instituições de ensino para o desenvolvimento de políticas públicas de gestão de risco integradas ao planejamento territorial e urbano.

REFERÊNCIAS

ALHEIROS, M.M. *Riscos de escorregamentos na Região Metropolitana do Recife*. 1998. 129f. Tese (Doutorado em Geologia Sedimentar) – Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador.

ALHEIROS, M.M. Gestão de Riscos Geológicos no Brasil. São Paulo: ABGE. *Revista Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental - REGEA*, v.1, n.1, p. 109 – 122, nov2011.

ANDERSON, J.R. Problem Solving and Learning. *American Psychologist*, vol.48, n.1, p.35-44. Jan, 1993.

BRANDÃO, A.M.P.M. As chuvas e a ação humana: uma infeliz coincidência. In: Pinguelli Rosa, L., Lacerda, W.A. (ed.) *Tormentas cariocas. Seminário sobre prevenção e controle dos efeitos dos temporais no Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 1997.p.21-38.

BRASIL, Ministério das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo-IPT. *Mapeamento de riscos em encostas e margens de rios*. Brasília: MCidades/ IPT, 2007, 176p.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. *Atlas Brasileiro de Desastres Naturais, 1991 a 2010: volume Brasil*. Florianópolis: Centro Universitário de Estudos e Pesquisas Sobre Desastres/UFSC, 2011.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional/ Fundação Getúlio Vargas. *Plano Nacional de Gestão de Riscos e Respostas a Desastres*. Diagnóstico. Rio de Janeiro: FGV Projetos, 2012.

CARVALHO, C.S. *Gerenciamento de riscos geotécnicos em encostas urbanas: uma proposta baseada*

- na análise de decisão São Paulo, 1996. 192 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Solos) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.
- CERRI, L. E. S.; Nogueira, F. R.. Mapeamento e gestão de riscos de escorregamentos em áreas de assentamentos Precários. In: Guimarães, S.T.L.; Carpi Jr., S.; Godoy, M.B.R.B.; Tavares, A.C.. (Org.). *Gestão de áreas de riscos e desastres ambientais*. 1a.ed. Rio Claro: IGCE/UNESP/RIO CLARO/Programa de Pós-Graduação em Geografia IGCE/ALEPH Engenharia e Consultoria, 2012, v. 01, p. 285-304
- CERRI, L. E.S., Nogueira, F.R. , Carvalho, C.S., Macedo, E.S. , Augusto Filho, O. Mapeamento de riscos em assentamentos precários no Município de São Paulo (SP). São Paulo, UNESP, *Geociências*, v.26, n.2, p. 143-150, 2007.
- DINIZ, N. C. Cartografia geotécnica por classificação de unidades de terreno e avaliação de suscetibilidade e aptidão. São Paulo: ABGE. *Revista Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental - RBGEA*, v.2, n.1, p. 29 – 77, jan-fev-março 2012.
- DINIZ, N.C., 1998. *Automação da cartografia geotécnica: uma ferramenta de estudos e projetos para avaliação ambiental*. Tese de Doutorado. Departamento de Transportes. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo. 2v.
- GONÇALVES, N.M.S. *Impactos pluviiais e desorganização do espaço em Salvador, BA*. 1992. 183f. Tese (doutorado em Geografia). Departamento de Geografia – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, São Paulo.
- GUSMÃO FILHO, J. A. A experiência em encostas ocupadas do Recife: integração técnica, institucional e comunitária. *Revista do Instituto Geológico*, volume especial, p.9-49, 1995.
- HERRMANN, M.L.P. (org.). *Atlas de Desastres Naturais do Estado de Santa Catarina*. Florianópolis: IOESC, 2007, 146 p.
- MACEDO, E..S.; Akiossi, A. Escorregamentos ocorridos no Brasil entre 1988 e 1996: levantamento a partir de notícias de jornal. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 39, 1996, Salvador. *Anais...* Salvador: SBG, v.4, 1996, p.149-152 .
- NEWELL, A., Simon, H. A. (1972). *Human problem solving*. Englewood Giffs, NJ: Prentice-Hall.
- NOGUEIRA, F. R. *Gerenciamento de riscos ambientais associados a escorregamentos: contribuição às políticas públicas municipais para áreas de ocupação subnormal*. Rio Claro, 2002. 266 f. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista.
- NOGUEIRA, F.R. A curta história da gestão de riscos ambientais urbanos. São Paulo, UNESP, *Geociências*, v.27, n.1, p.125-126, 2008.
- SAITO, S.M.; Ferreira, C. C.; Sausen, T. M.; Hansen, M. A. F.; Marcelino, I. P. V. O. Sistematização de ocorrências de desastres naturais na região Sul do Brasil. *Anais: XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*. INPE, Natal, abril de 2009.
- SANTOS, Á. R.. *Geologia de Engenharia: conceitos, método e prática*. São Paulo: IPT; ABGE, 219p. 2002.
- SOBREIRA, F.G.; Souza, L.A. Cartografia geotécnica aplicada ao planejamento urbano. São Paulo: ABGE. *Revista Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental - RBGEA*, v.2, n.1, p. 79 – 97, jan-fev-março 2012.
- TOMINAGA, L.K; Santoro, J.; Amaral, R. (org.) *Desastres Naturais: conhecer para prevenir*. São Paulo: Instituto Geológico, 196p. , 2009.
- VEYRETTE, Y. (Org.) *Os riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente*. São Paulo: Contexto, 320 p., 2007

A IMPORTÂNCIA DA GEOLOGIA DE ENGENHARIA PARA O DIMENSIONAMENTO DOS PILARES NA CAMADA DE CARVÃO BONITO DA MINA FONTANELLA, TREVISO, SC

CLOVIS GONZATTI
RUY PAULO PHILIPP
ANTÔNIO PEDRO VIERO

Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Porto Alegre-RS - Brasil
Email: gonzatti@ufrgs.br

PAULO CESAR VIEIRA
SÍLVIO FERNANDO FERREIRA
Carbonífera Metropolitana S/A - Treviso-SC - Brasil
Email: paulo@carboniferametropolitana.com.br

RODRIGO MARTINS SARAIVA
Fundação de Ciência e Tecnologia do Estado do Rio Grande do Sul - Porto Alegre-RS - Brasil
Email: rodrigo-saraiva@cientec.rs.gov.br

RESUMO ABSTRACT

As características estruturais da camada de carvão Bonito, localizada na Bacia Carbonífera Sul-Catarinense, no estado de Santa Catarina, tem sido objeto de preocupação para os responsáveis pelo dimensionamento dos pilares nas minas subterrâneas em operação, tendo em vista a ocorrência, nas últimas duas décadas, de pelo menos três casos de ruptura de pilares que afetaram as atividades de mineração nessas minas. As características estruturais dessa camada diferem sensivelmente das demais até então mineradas no estado de Santa Catarina, sendo cada vez mais evidente a interferência negativa desses aspectos na resistência *in situ* da camada de carvão.

Tendo como campo de pesquisas uma área de aproximadamente 4 km², distribuída em quatro zonas na Mina Fontanella, em operação no município de Treviso, SC, foram desenvolvidos mapeamentos das discontinuidades presentes na camada de carvão. Os resultados mostram a presença de pelo menos três famílias

The structural characteristics of the Bonito coal seam, located in the Sul-Catarinense Carboniferous Basin, in the state of Santa Catarina, have been a subject of concern by those responsible for dimensioning the pillars of underground mines in operation, in view of the occurrence, in the last two decades, of at least three cases of rupture of pillars that affected the mining activities in these mines. The structural characteristics of this seam are substantially different from the others previously mined in the state of Santa Catarina, and the negative influence of these aspects on the *in situ* strength of the coal seam has been increasingly evident. A mapping survey of the discontinuities present in the coal seam in the Fontanella Mine, operating in the city of Treviso, SC, was conducted, along four zones of an area of approximately 4 km². The results show the presence of at least three families of major