

CRISTIANE DOS SANTOS

**PROCEDIMENTO PARA RESOLUÇÃO DE
PERÍCIAS REFERENTES A CASOS DE
SUBSIDÊNCIAS EM ÁREAS DE MINERAÇÃO
NO SUL DO ESTADO DE SANTA CATARINA**

Dissertação apresentada ao
Curso de Pós-Graduação em
Engenharia Civil da Universidade
Federal de Santa Catarina, como
parte dos requisitos para obtenção do
título de Mestre em Engenharia Civil.

Florianópolis

2003

FOLHA DE APROVAÇÃO

Dissertação defendida e aprovada em 26 de fevereiro de 2003, pela comissão examinadora:

Carlos Loch, Dr - Orientador - Moderador

Ivo José Padaratz, Phd.

Jürgen Philips, Dr

Diego Erba, Dr.

Jucilei Cordini, Dr - Coordenador PPGE

AGRADECIMENTOS

Quero expressar meus agradecimentos às seguintes pessoas e instituições:

Aos professores e funcionários da Coordenaria do Curso de Pós-graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina, em especial ao Coordenador do PPGEC, Prof. Dr. Jucilei Cordini, pelo auxílio durante o mestrado.

Aos bolsistas, Mestrandos e Doutorandos do Laboratório de Fotogrametria e Sensoriamento Remoto, pela ajuda durante a pesquisa.

Ao CNPq, pela bolsa de estudo concedida durante parte da realização do curso.

Ao DNPM, em especial, ao Geólogo Dario Valiati e ao Eng. Gessi, pelas informações disponibilizadas, sem as quais inviabilizaria este trabalho.

Ao Prof. Dr. Carlos Loch, pelo apoio, confiança e orientação no desenvolvimento dessa dissertação.

Ao Prof. Dr. Ivo José Padaratz, pelo auxílio no decorrer desta pesquisa.

Aos meus amigos: Prof. M. Ayrton Auzani Uberti, Prof. M. Cláudio Zimmermann, M. Adhyles Bortot, M. Carlos Etor Averbeck, Luiz Paulo Averbeck, Graziela Izanir da Silva, pelo incentivo e colaboração no desenvolvimento dessa pesquisa. Aos meus amigos que indiretamente participaram do processo, incentivando e acreditando.

Ao meu namorado, Alysson Rodrigo de Andrade e a sua família pelo apoio e incentivo oferecidos em todo esse tempo.

Aos meus pais, Irene e Acácio e aos meus irmãos pela confiança e amor que sempre dispensaram a mim.

“Ao fazer história, o perito o fará por meios extremamente válidos, ou seja, uma história calcada na verdade judicial, que consagra a verdade de fato. Uma história com base na imutabilidade da coisa julgada material, que extrapola os limites acanhados do processo.” (César, 1977)

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	VII
LISTA DE QUADROS	IX
RESUMO	X
ABSTRACT.....	XI
1. INTRODUÇÃO	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
2. OBJETIVOS	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
2.1. OBJETIVO GERAL.....	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
3. JUSTIFICATIVA	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
4. REVISÃO DE LITERATURA	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
4.1. PERÍCIA	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
4.1.1. <i>Elaboração do laudo pericial</i>	Erro! Indicador não definido.
4.1.2. <i>Escolha do Perito</i>	Erro! Indicador não definido.
4.1.3. <i>Avaliação versus Perícia</i>	Erro! Indicador não definido.
4.2. SUBSIDÊNCIA.....	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
4.2.1. <i>Subsidência no Brasil e no Mundo</i>	Erro! Indicador não definido.
4.2.2. <i>Subsidências decorrentes de Mineração</i>	Erro! Indicador não definido.
4.2.3. <i>Impactos em Construções Superficiais.</i>	Erro! Indicador não definido.
4.3. CIÊNCIAS E FERRAMENTAS AUXILIARES NA RESOLUÇÃO DE LAUDOS PERICIAIS	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
4.3.1. <i>Fotointerpretação</i>	Erro! Indicador não definido.
4.3.2. <i>Fotogrametria</i>	Erro! Indicador não definido.
4.3.3. <i>Topografia</i>	Erro! Indicador não definido.
4.3.4. <i>Objetos e Ferramentas de Identificação e Monitoramento</i>	Erro! Indicador não definido.
4.4. LEIS E NORMAS.....	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
4.4.1. <i>Mineração</i>	Erro! Indicador não definido.

- 4.4.2. *Perícia* **Erro! Indicador não definido.**
5. **ÁREA DE ESTUDOS** **ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.**
- 5.1. HISTÓRICO **ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.**
- 5.2. ORIGEM E FORMAÇÃO DOS SOLOS NAS REGIÕES CARBONÍFERAS **ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.**
6. **PROPOSTA METODOLÓGICA** **ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.**
7. **ESTRUTURA GENÉRICA PARA A REALIZAÇÃO DA PERÍCIA** **ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.**
- 7.1. CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA..... **ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.**
- 7.1.1. *Levantamento em campo - Vistoria*..... **Erro! Indicador não definido.**
- 7.1.2. *Registro dos Resultados* **Erro! Indicador não definido.**
- 7.1.3. *Análise dos Documentos Formalizados* **Erro! Indicador não definido.**
- 7.1.4. *Diagnóstico da Situação*..... **Erro! Indicador não definido.**
- 7.2. REDAÇÃO DO LAUDO **ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.**
8. **ESTUDOS DE CASO 1 – BAIRRO WOSOCRIS** **ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.**
- 8.1. CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA..... **ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.**
- 8.2. ELABORAÇÃO DO LAUDO **ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.**
9. **ESTUDO DE CASO 2 – CARAVAGGIO** **ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.**
- 9.1. CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA..... **ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.**
- 9.2. ELABORAÇÃO DO LAUDO **ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.**
10. **CONSIDERAÇÕES FINAIS** **ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.**
11. **REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA**..... **ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.**

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Esquema de Fraturas. Fonte da internet: Roberto Watanabe **Erro! Indicador não definido.**
- Figura 2 - Fissuras em pilar causadas por tração no sentido longitudinal – Fonte: Verçosa, 1991..... **Erro! Indicador não definido.**
- Figura 3 - Localização de Criciúma e Nova Veneza e Mapa de Documentação do Carvão Fonte: Antônio S. J. Krebs e Nadja Zim Alexandre **Erro! Indicador não definido.**
- Figura 4 - Mapa Geológico da Região Carbonífera..... **Erro! Indicador não definido.**
- Figura 5 – Legenda do Mapa Geológico da Região Carbonífera **Erro! Indicador não definido.**
- Figura 6 - Vista geral da edificação..... **Erro! Indicador não definido.**
- Figura 7 - Danos 6, 7, 8 e 10 nas paredes à Norte e à Leste **Erro! Indicador não definido.**
- Figura 8 - Dano 8 na viga de baldrame **Erro! Indicador não definido.**
- Figura 9 - Dano 9, verificado na parede Sul e detalhe da abertura **Erro! Indicador não definido.**
- Figura 10 – Mapeamento de fissuras nas paredes externas. **Erro! Indicador não definido.**
- Figura 11 - Desenho esquemático dos esforços solicitantes da estrutura **Erro! Indicador não definido.**
- Figura 12 - Planta de superfície sobreposta a Planta de localização **Erro! Indicador não definido.**
- Figura 13 - Planta Matriz..... **Erro! Indicador não definido.**
- Figura 14 - Esquema de conectividade das minas..... **Erro! Indicador não definido.**
- Figura 15 - Vista geral da edificação..... **Erro! Indicador não definido.**
- Figura 16 – Foto aérea da área danificada..... **Erro! Indicador não definido.**
- Figura 17 - Brecha na pista **Erro! Indicador não definido.**
- Figura 18 - Açude seco **Erro! Indicador não definido.**

- Figura 19 - Desaparecimento da água do poço **Erro! Indicador não definido.**
- Figura 20 - Dano 1, trinca vertical ao lado da porta de acesso **Erro! Indicador não definido.**
- Figura 21 - Dano 3, Fissura vertical externa a edificação . **Erro! Indicador não definido.**
- Figura 22 - Dano 5, 6 e 7 na área de churrasqueira **Erro! Indicador não definido.**
- Figura 23 - Mapeamento das fissuras da churrasqueira e de uma das paredes
externas **Erro! Indicador não definido.**
- Figura 24 - Dano 8, fissura vertical na sala **Erro! Indicador não definido.**
- Figura 25 - Dano 9 - Fenda vertical sobre a porta **Erro! Indicador não definido.**
- Figura 26 - Planta de superfície da área atingida **Erro! Indicador não definido.**
- Figura 27 - Planta Matriz - Planejamento e Ventilação da Carbonífera X **Erro! Indicador não**

LISTA DE QUADROS

- Quadro 1 - Legenda do desenho esquemático. Fonte da internet: Roberto Watanabe **Erro! Indicador não definido.**
- Quadro 2 - Classificação de Aberturas **Erro! Indicador não definido.**
- Quadro 3 - Perfil Estatigráfico **Erro! Indicador não definido.**
- Quadro 4 - Danos na edificação **Erro! Indicador não definido.**
- Quadro 5 - Diligências **Erro! Indicador não definido.**
- Quadro 6 - Danos na edificação **Erro! Indicador não definido.**
- Quadro 7 - Diligências **Erro! Indicador não definido.**

RESUMO

Nesta pesquisa desenvolveu-se um procedimento para a resolução de questões judiciais sobre danos decorrentes de subsidências em áreas de exploração de carvão. A pesquisa em questão deve dar suporte ao profissional envolvido na perícia e a capacidade de questionar os recalques causados por perturbações subterrâneas. Através de análises das características da região carbonífera do sul de Santa Catarina, utilizada como área de estudo, foram criadas diretrizes para análise de aspectos importantes relacionadas aos danos encontrados. Além disso, buscou-se utilizar algumas ferramentas auxiliares como fotointerpretação e topografia, que podem servir na comprovação dos fatos envolvidos na perícia. Foram apresentadas todas as etapas de um procedimento para análise e comprovação dos danos em edificações causados pelas subsidências da camada geológica. Além disso, é oferecido um modelo de laudo pericial com etapas discriminadas. Para a comprovação do procedimento foram avaliados dois casos reais com resultados claros da eficiência das técnicas utilizadas, ocorridos em Criciúma e Nova Veneza.

Palavras-chave: Subsidência, Perícia, Mineração

ABSTRACT

In this research a procedure was developed for resolution of judicial questions over decurrent damages by subsidence in areas of coal exploration. The current research must support the skill involved professional and the capacity to question the settlement caused by underground disturbances. Through analyses of Santa Catarina's south carboniferous region characteristics, used as study area, lines of direction for analysis of important aspects related to the joined damages had been created. Moreover, one searched to use some auxiliary tools as photointerpretation and topography, that can serve in the evidence of the involved facts in the skill. The stages of a procedure for analysis and evidence of the damages in constructions caused by the subsidence of the geologic layer had been presented. Moreover, a model of expert report with acquitted stages is offered. For the procedure evidence two real cases with clear results of the efficiency of the used techniques had been evaluated, occurred in Criciúma and Nova Veneza.

Keyword: Subsidence, Skill, Mining

1. INTRODUÇÃO

Importantes pesquisadores e instituições em nível mundial têm desenvolvido esforços na execução de levantamento de danos em vários tipos de edificações, pois a catalogação e análise das ocorrências, consistem em um ponto de partida para qualquer investigação na área de Engenharia.

Uma das causas de manifestações patológicas encontradas são as subsidências causadas por exploração mineral. Existem estudos relativos aos motivos que levam a ocorrência do fenômeno, mas poucos referentes aos danos que podem ser causados em edificações.

Subsidência é o gradual, ou algumas vezes abrupto colapso de rochas ou camadas de solos, ou seja, o afundamento de uma área na crosta terrestre em relação às áreas vizinhas. A região carbonífera no Sul do estado de Santa Catarina possui um grande laboratório para a pesquisa de danos causados por subsidências, considerando que é uma das maiores áreas que ainda possui este tipo de exploração no Brasil, gerando problemas decorrentes da exploração efetuada de forma ainda desordenada.

Diante do exposto ressalta-se a necessidade de verificar a relação entre a existência de subsidência e edificações danificadas, devido a discussões judiciais ou acordos entre moradores e empresas de mineração, tornando-se necessário obter “provas” para balizar o pagamento de indenizações.

O estudo parcial das causas, origens e conseqüências da subsidência é o primeiro passo para a identificação da existência do problema, e requer um conhecimento amplo de diversos assuntos técnicos e da interação entre eles, principalmente um forte conhecimento das matérias adquiridas na formação do Engenheiro Civil, juntamente com o conhecimento relativo à Geologia e a outras áreas. Além destes, ainda há a necessidade de interpretação e utilização de imagens como base para a conclusão e apresentação dos trabalhos.

Há grande quantidade de casos, e a simples constatação da subsidência não implica em uma causa única ou um causador isolado dos danos. Os fatores dependem

além do tipo de lavra, ou seja, da forma com que é retirado o minério, da localização, da geologia, do uso e do tipo de construção inserida no meio.

Uma perícia realizada neste meio requer conhecimentos especializados para a sua elaboração implicando na apreciação, interpretação e descrição de fatos ou de circunstâncias com evidente interesse judiciário.

“A prova pericial em si pode ser o meio para a obtenção da verdade, ou às vezes a própria verdade. No primeiro caso, é a pesquisa da verdade, no segundo, a verdade é o resultado desta pesquisa (ABUNAHMAN, 2000)”.

Para evidenciar o quão complexo é a identificação de subsidência em áreas com mineração subterrânea, pode-se citar como possíveis causas: a ruptura dos pilares de segurança de interior das minas, a cravação dos pilares nas camadas do teto e do piso, a migração dos vazios e carreamento dos materiais pela água para o interior da mina.

O Brasil é um país com imensas riquezas minerais e explorar racionalmente o seu subsolo, significa também, o compromisso com a preservação do meio ambiente, nas diversas etapas da atividade de mineração (BASTOS,1986). Portanto, essas atividades devem vir sempre acompanhadas de cuidados com o meio ambiente, por meio de medidas preventivas sem as quais tornaria onerosa a recuperação ambiental, como também estaria apenas reparando uma agressão compartilhada pelo poder público.

É do conhecimento geral, que a adoção de medidas corretivas em qualquer tipo de construção, ou mesmo no meio ambiente envolve altos custos. Assim, deve-se priorizar a prevenção para evitar a descontinuidade do empreendimento na área de exploração mineral.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Esta pesquisa tem como objetivo elaborar um modelo de investigação para a verificação da ocorrência de subsidências decorrentes de exploração mineral subterrânea, na região carbonífera do sul de Santa Catarina, com a finalidade de estabelecer critérios relevantes na realização de um laudo pericial.

2.2. Objetivos Específicos

- a) Mostrar a importância do assunto no setor social e legal;
- b) Apresentar as leis e normas referentes ao assunto;
- c) Apresentar algumas ferramentas periciais, como fotointerpretação e topografia;
- d) Exemplificar casos de subsidência no Brasil e no mundo;
- e) Caracterizar subsidências por mineração;
- f) Apresentar uma estrutura genérica para a caracterização de problemas em edificações causados por subsidência;
- g) Propor um modelo de laudo para áreas mineradas;
- h) Exemplificar com dois laudos utilizando o formato proposto e dados reais.

3. JUSTIFICATIVA

A consequência da subsidência sobre a construção civil continua pouco estudada no Brasil, revelando assim uma falha na resolução de problemas decorrentes da exploração mineral subterrânea.

Há muitos casos de ocorrência de subsidência no mundo todo, mas pode-se também localizá-los no Brasil, no sul do Estado de Santa Catarina, devido à intensa exploração de minérios que vem acontecendo nas últimas décadas.

A pesquisa em questão deve dar suporte ao profissional envolvido na perícia, desenvolvendo a capacidade de questionar os problemas devido aos recalques causados por perturbações subterrâneas, como resultado das condições do solo e do alívio de tensões no subsolo, resultado da retirada do minério. No entanto, a fixação de limites aceitáveis para os deslocamentos impostos a uma estrutura encontra enormes obstáculos, como a dificuldade de se avaliar o meio que está inserido, a forma de execução e os materiais envolvidos nas construções.

A prática profissional da análise desses problemas, no entanto, tem sido muitas vezes caracterizada pela falta de uma metodologia universalmente aceita. São as intuições fundamentadas na experiência e que não podem ser transmitidas, que prevalecem.

A abordagem dos danos em edificações causados pelas subsidências vem sendo realizada de forma subjetiva e sem direcionamento. Na pesquisa nota-se a multidisciplinaridade envolvida, bem como a necessidade de organização do estudo em forma de etapas, evitando que o pesquisador ou perito direcione o estudo apenas para a sua área de interesse.

A multidisciplinaridade utilizada na resolução de uma questão pericial, não importando o grau de complexidade, possibilita a visão do objeto em estudo em ângulos diferentes por profissionais com formações diferentes, somando conhecimentos que jamais seriam abrangidos por somente uma área.

A utilização da fotointerpretação e o estudo do entorno da edificação na confirmação da relação entre os danos verificados e a subsidência, fornecem uma forma de “prova” indiscutível e incontestável e se utilizados de forma esquemática ainda facilitam a compreensão de quem está analisando o caso.

Para a análise de casos foi utilizado o material fornecido pelo Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM). A importância do uso do mesmo deve-se ao fato, dos relatórios serem utilizados como ferramentas de proteção aos moradores da região que, quando lesados buscam o Departamento como apoio.

Neste sentido, este trabalho pode ter relevância na resolução de problemas futuros, pois representa uma metodologia fundamentada a partir da compilação das informações supracitadas, possibilitando estabelecer diretrizes que venham esclarecer os referidos problemas com maior praticidade e objetividade.

4. REVISÃO DE LITERATURA

4.1. Perícia

A perícia tem por finalidade pura e simplesmente auxiliar a formulação de juízos. O perito realiza uma atividade de verificação, averiguação e certificação, demonstrando imediatamente qual o seu conteúdo preponderante dessa atividade, no qual procura-se verificar a veracidade de uma afirmação, tornando certo determinado fato.

Segundo PELLUSO (1979), a prova pericial, é um processo de revelação de prova, na medida em que o perito traz ao juiz as percepções e as conclusões dos fatos produtores do seu convencimento. A prova nada mais é do que um conjunto de fatos que, pura e simplesmente devem convencer o juiz.

Os defeitos levantados, decorrentes de subsidências, merecem a análise meticulosa por parte do perito ainda no próprio local. No caso de fissuras, trincas, rachaduras etc., deve-se procurar estabelecer as suas causas e origens, com a finalidade de se certificar se as mesmas são provenientes de uma estrutura mal executada ou relativa apenas à alvenaria, se as fissuras são de cisalhamento, flexão, retração, variação térmica, produzidas por recalques diferenciais ou pela vibração ocasionada pelo tráfego pesado que eventualmente possa passar pelas imediações.

Para determinar as causas dos problemas verificados, ainda nas etapas investigativas, alguns fatores devem ser analisados detalhadamente, dentre os quais considera-se importante: localização, características da zona, características do terreno, benfeitorias existentes e as deficiências encontradas.

Segundo as Normas de Avaliações e Perícias de Engenharia, o perito deve verificar quanto à localização: rua e número do imóvel; onde se enquadra o imóvel na Planta de Valores Genérica da Prefeitura Municipal; tipo de zona (urbana, suburbana, rural); especificação em face da Lei do Zoneamento (comercial, residencial, industrial); melhoramentos da via pública; posturas municipais (recuos, áreas livres etc.). É importante também observar as características da zona como: topografia, paisagismo e melhoramentos públicos da área.

Em seguida, o perito examina as características físicas do terreno, como: orientação, formato, dimensões, características topográficas, características geológicas, características de fauna, características de flora, uso atual, possibilidades de aproveitamento e a as alterações ou acidentes geológicos que possam ter ocorrido nas imediações.

Após esta etapa, realiza-se um exame detalhado das benfeitorias, como: finalidade (residencial, comercial, industrial etc.); tipo de estrutura; recuos; classificação; característica da construção e acabamento como: estrutura, alvenaria, pisos (internos e externos), revestimentos (internos e externos), soleiras e rodapés, tetos e forros, características da cobertura, instalações elétricas, instalações hidráulicas, aparelhos sanitários, aparelhos de iluminação, esquadrias, ferragens, pintura, edículas, jardins, garagem, gradil; estado geral de conservação (LICHTENSTEIN, 1986).

Após um estudo detalhado de todo o entorno e das características do imóvel, analisam-se os problemas encontrados, como: fissuras, trincas, rachaduras, focos de infiltração de umidade, desaprumos, recalques e outros defeitos.

Há casos em que os peritos se esmeram nesse tipo de trabalho, fotografando todas as anomalias encontradas, chegando alguns deles a elaborarem croquis contendo, por exemplo, o ângulo de inclinação de uma determinada trinca, seu comprimento e sua espessura. A tomada de fotografias é particularmente importante nesses casos, pois, dependendo da forma como é executada, as fotografias obtidas representam mais do que diversos laudos escritos.

Na elaboração do relatório ou laudo, o profissional deve redigí-lo de forma clara, objetiva e detalhada, para que fiquem perfeitamente configuradas todas as características de construção e de acabamento do imóvel, bem como as suas deficiências observadas durante a vistoria.

4.1.1. Elaboração do laudo pericial

O laudo deve ser fundamentado, demonstrando os métodos que utilizou para elucidar a questão em estudo. “Deve-se individualizar a situação do objeto para seu exame, identificando suas características, as razões de seu diagnóstico, as

constatações a respeito das quais a causa foi ou não identificada, os métodos técnicos e científicos de que se serviu e, se possível, a corrente de pensamento de que se ocorreu, em caso de dúvida da ciência para a identificação do caso”. (NERY JR, 2002)

“O dever do perito é a apresentação do seu parecer, dos seus juízos, através de um laudo que deve ser, em primeiro lugar, fundamentado e, em segundo lugar, conciso. O que se exige do perito é que se responda às perguntas fundamentalmente. Em terceiro lugar o laudo pericial tem que ser claro; o que pode ser dito com uma palavra, diga-se com uma palavra. Finalmente tem que ser pertinente, sem divagações. Objetivamente, a perícia já está circunscrita nos seus assuntos pelos quesitos; então não há motivo algum para divagar e para dissertar a respeito de assuntos irrelevantes” (PELLUSO, 1979). Esta afirmação é bastante contundente, mas acrescenta-se que a análise do perito, muitas vezes em assuntos não abordados nos quesitos, pode esclarecer dúvidas do juízo, e levá-lo a tomada de decisão mais correta.

Existem vários autores que apresentam “a forma correta” de redação de um laudo pericial, mas a escolha sempre é particular, variando conforme a formação e particularidades de cada pessoa. Há peritos que os apresentam como uma narração, há outros que dissertam sobre o tema, PELLUSO (1979) as apresenta através de capítulos:

- a) Um primeiro destinado às considerações preliminares, onde se faz um resumo do petítório inicial;
- b) Um segundo destinado à detalhada descrição do bem vistoriado, amarrando-a às plantas e fotografias existentes;
- c) Um seguinte contendo um relato completo das diligências e as particulares de ordem construtiva de cada pavimento, bem como quanto a alguns aspectos relativos às instalações; este mesmo capítulo deve abranger uma detalhada exposição das anomalias encontradas;
- d) Considerações finais e conclusão sobre o que foi constatado, com a análise sobre as possibilidades do prédio poder ou não resistir aos serviços projetados na via pública, desde que existam quesitos específicos a respeito;

e) Finalmente um capítulo destinado às respostas aos quesitos formulados pelas partes, as quais devem ser objetivas e devidamente amarradas ao corpo do laudo, a documentos, a fotografias, plantas, memoriais etc., recomendando-se que seja evitada a prolixidade.

É importante salientar que a forma de apresentação do laudo não depende somente da escolha pessoal, mas também do assunto abordado e dos dados necessários ao esclarecimento do problema.

4.1.2. Escolha do Perito

“As legislações do mundo inteiro obedecem a três sistemas principais no que diz respeito à escolha do Perito, quais sejam: um primeiro, naquele em que podem servir como perito somente as pessoas inscritas com registro próprio e que preencham determinadas condições. Isso ocorria no direito francês e italiano e julga-se como ideal. O segundo, àquele em que o escolhido possuísse um título oficial na arte ou ciência a que se relacionasse a matéria versada na perícia. Como exemplo teríamos o direito argentino e espanhol. Finalmente, o terceiro, o da livre escolha pelo juiz, é o princípio da liberdade, que infelizmente, é o que reina no direito brasileiro. E por que infelizmente? Corre-se o risco de pessoas sem a menor qualificação serem indicadas para a função de perito, de vital importância na obtenção da prova (ABUNAHMAN, 2000)”.

A qualificação do profissional envolvido na resolução de uma perícia no assunto abordado é de grande importância, pois com o diagnóstico correto da situação em questão, o juiz poderá ter critérios realmente confiáveis para se posicionar no processo.

O perito é aquele dotado de conhecimentos especializados e que devem ser obtidos em cursos regulares de estabelecimentos de ensino superior, que o habilitem a um desempenho da profissão abrangente dessa atividade. O Código do processo Civil é muito explícito quando exige o conhecimento técnico e o conhecimento científico do perito, mas admite que nas localidades em que não houver profissionais qualificados, a indicação será de livre escolha do juiz.

O Perito é nomeado pelo critério de livre escolha do Juiz, devendo a nomeação recair no profissional com formação universitária, devidamente inscrito no respectivo

órgão da categoria. Ao ser nomeado, deve o Perito comprovar sua qualificação técnica através de certidão do órgão profissional a que pertence (art,145 do CPC). Uma vez nomeado, o mesmo passa a exercer a função pública de Auxiliar de Justiça com o encargo de assistir o Juiz na prova do fato que depender do seu conhecimento técnico e científico (ABUNAHMAN, 2000)

O Assistente Técnico é escolhido livremente pela parte, pelo critério da confiança, e tem como função acompanhar o trabalho pericial, fiscalizando-o em nome da parte que o constituiu.

Quanto às divergências existentes entre laudos periciais, subscreve-se que “É entendimento jurisprudencial que, havendo divergência nas respostas aos quesitos entre o assistente técnico e o perito, deve prevalecer o que este último afirmou, por estar mais distante dos interesses das partes, não havendo outra prova maior” (Ap. civ. n. 96.001601-5, de Joinville, rel. Des. Wilson Guarany).

Ao tomar conhecimento da nomeação, o perito pode aceitar ou não o encargo. No caso de recusa deve ser apresentado um motivo legítimo para tal, pois segundo o Art. 339 do Código de Processo Civil, “ninguém pode se eximir, sem justo motivo, do dever de colaborar com a justiça do descobrimento da verdade”.

(Art. 134 a 138 do CPC) Os motivos pelos quais o perito pode ser impedido de executar a perícia são:

- a) Em que for parte;
- b) Quando for parte o cônjuge ou parente, consangüíneo ou afim, até o terceiro grau;
- c) Quando for herdeiro presuntivo, donatário ou empregador de alguma das partes;
- d) No processo em que funcionou como testemunha da parte;
- e) Quando o órgão de direção ou de administração a que pertença for parte na causa;
- f) Quando for amigo íntimo ou inimigo de uma das partes;

- g) Quando for devedor ou credor de uma das partes;
- h) Quando tiver interesse direto no julgamento da causa em favor de uma das partes, etc.

Salienta-se ainda que estes impedimentos não se aplicam ao assistente técnico que, por ser auxiliar da parte é parcial, conforme reconhecido expressamente pela Lei 8455/92 que o diferenciou do perito.

O CPC, no Art. 424 ainda coloca os motivos pelos quais o perito pode ser substituído:

- a) Quando demonstrar falta de conhecimento técnico ou científico para o assunto sobre o qual foi chamado a opinar;
- b) Sem motivo legítimo deixar de cumprir o encargo no prazo que lhe foi assinado (art.424 do CPC).

Entre os direitos dos peritos está, em primeiro lugar desobrigar-se de alguns casos legais, como em caso de doença ou quando tiver inabilitação para o caso específico. É direito ainda, pedir uma vez, uma prorrogação devidamente justificada dos prazos e indenizar-se das despesas efetuadas com a diligência, além de receber os honorários correspondentes aos seus trabalhos e condicionar a realização do trabalho ao prévio depósito dos honorários que sejam arbitrados provisoriamente.

Pode o Juiz ainda, de ofício ou a requerimento da parte, determinar a realização de nova perícia, se entender que a primeira não foi suficiente para esclarecer os pontos duvidosos. A segunda perícia não substitui a primeira, cabendo ao Juiz apreciar livremente uma e outra (ABUNAHMAN, 2000).

4.1.3. Avaliação versus Perícia

A perícia vem a ser o meio pelo qual, durante um processo, pessoas qualificadas verificam fatos que interessam a decisão da causa, levando ao juízo seu respectivo parecer. A avaliação, segundo o Código de Processo Civil, é uma das “provas específicas”, onde se tem a apuração do valor, em espécie, coisas, direitos e obrigações em litígio.

ABUNAHMAN (2000) comenta que “avaliação é uma aferição de um ou mais fatores econômicos, especificamente definidos em relação a propriedades descritas com data determinada, tendo como suporte a análise de dados relevantes”. Na verdade os dados relevantes são calcados em uma análise meticulosa do mercado, em que características similares são buscadas em imóveis diferentes, no sentido de avaliar o imóvel em determinada situação.

Apesar de MAIA NETO (1997) afirmar que “as avaliações imobiliárias são trabalhos eminentemente técnicos, pertencentes a uma ciência denominada Engenharia de Avaliações, cujo acervo foi obtido através de centenas de trabalhos, livros e outros materiais, reunidos em dezenas de encontros promovidos pelas diversas entidades profissionais existentes em nosso país”, atualmente os corretores de imóveis estão inseridos no campo profissional das avaliações imobiliárias, mesmo não possuindo conhecimento técnico-científico necessário, apenas conhecimento mercadológico.

O assunto relativo a avaliações imobiliárias encontra-se hoje normatizado pela ABNT, em trabalho coordenado por uma Diretoria Técnica de Engenharia de Avaliações e Perícias, abrigada pelo Comitê Brasileiro de Construção Civil da entidade.

A necessidade de uma avaliação de valor de mercado pode surgir em muitas situações dentre elas, a tomada de decisões sobre bens imóveis, como por exemplo: determinar a oscilação de mercado em relação ao uso proposto de uma área (terreno), indenizações de edificações danificadas por terceiros, e indenizações de áreas.

4.2. Subsidência

Segundo CABRAL (2000), a subsidência é o fenômeno de rebaixamento do solo que pode ser provocado por diversos fatores, sendo um dos mais comuns a extração de fluidos do subsolo. Esta acomodação do terreno é oriunda da redução da pressão exercida pelo fluido nos poros do solo. A exploração significativa de gás, petróleo ou água são situações típicas de alívio de pressão, que podem resultar em um rebaixamento da superfície do terreno por subsidência.

Normalmente, estes fenômenos ocorrem em proporção tão pequena, atingindo valores tão reduzidos (da ordem de milímetros por ano) que são considerados

desprezíveis. Entretanto, diversos estudos têm mostrado que em áreas de exploração contínua de fluido, os prejuízos devido à ocorrência de subsidência em zonas povoadas, vão da inutilização de poços ao comprometimento da estrutura, em edifícios localizados em áreas atingidas pelo assentamento do terreno.

Segundo *U.S. GEOLOGICAL SURVEY'S (2000)*, a subsidência é mais freqüentemente causada por atividades humanas, principalmente pelo rebaixamento do lençol freático. Alguns fatores que podem causar subsidência são:

- a) Perda de água em solos orgânicos;
- b) Sedimentação da rocha no subsolo;
- c) Solos colapsíveis, ou seja, solos que sofrem colapso pelo enfraquecimento da cimentação, provocado pela alteração do grau de saturação do solo;
- d) Baixa densidade do solo;
- e) Natural compactação do solo;
- f) Mineração subterrânea;
- g) Extração de água e petróleo;
- h) Carstificação, ou seja, processo do meio físico que consiste na dissolução de rochas pelas águas subterrâneas e superficiais.

“Embora a subsidência tenha causado muitos impactos negativos no trabalho humano durante séculos, especialmente no desenvolvimento urbano ou áreas industriais da Europa, a relação entre subsidência e lençol freático não foi entendida ou identificada durante muito tempo. Iniciou em 1928 quando o pesquisador pioneiro O.E. Meinzer da U.S. Geological Survey percebeu a compressibilidade do aquífero”. (BERTOLDI AND LEAKE, 1993)

4.2.1. Subsidência no Brasil e no Mundo

JAIME CABRAL da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) realizou um estudo de um caso prático com exploração de água de um aquífero em região urbana. Na Região Metropolitana de Recife (RMR) a falta d'água levou a população a

intensificar o uso da água subterrânea, aumentando consideravelmente o número de poços perfurados profundos e rasos, totalizando atualmente mais de 9000 poços. Em decorrência dessa exploração, houve a ocorrência de problemas de rebaixamento acentuado dos níveis potenciométricos. Por outro lado, o surgimento de fissuras em pisos e paredes em construções antigas, localizadas próximo a áreas de intensa exploração do aquífero, parecia relacionado com uma acomodação do terreno devido ao alívio de pressões na água do subsolo. O entendimento do processo de subsidência é uma importante ferramenta na previsão do comportamento do solo em regiões que estejam sujeitas a este tipo de assentamento.

O conhecimento dos fatores que influenciam na ocorrência e a velocidade do fenômeno são apenas alguns dos pontos que podem ser esclarecidos com o estudo detalhado da subsidência. O mapeamento das áreas de ocorrência do fenômeno poderia fornecer aos órgãos de fiscalização da exploração dos fluidos subterrâneos, uma importante ferramenta no processo decisório. Ressalta-se que áreas urbanas com grandes assentamentos de solo deverão estar sujeitas à restrição de volume explorado e fiscalização mais freqüente.

Além disso, o prognóstico do avanço do fenômeno considerando o atual quadro de exploração, poderá ser útil na construção de novas estruturas. Por ocasião do projeto de novos edifícios o calculista pode optar por estruturas mais robustas, que resistam a um recalque diferencial esperado, com isso tentar reduzir o risco de comprometimento da estrutura.

A literatura especializada no assunto soma prejuízos resultantes deste tipo de assentamento do solo no Japão, na Inglaterra e México, entre outros. Enquanto que, em alguns lugares uma exploração de fluido representa um assentamento da superfície do solo considerável e preocupante, em outras localidades grandes rebaixamentos do nível d'água parecem não alterar o nível do topo da superfície. Este fato pôde ser observado, em uma área de Chicago, onde o nível de água dos poços desceu cerca de 200m sem causar subsidência considerável.

Existem também, dados preocupantes de subsidência do terreno em regiões de exploração de petróleo e gás, são exemplos típicos de ocorrência deste fenômeno algumas áreas da Venezuela, Japão e Itália. SIMONI et al. (1999) apresenta um caso

real, ao norte da Itália, em que após dez anos de esgotamento de um reservatório de gás, a subsidência continuou ocorrendo, mesmo sendo muito inferior aos valores máximos atingidos anteriormente, dando uma idéia da complexidade deste fenômeno de rebaixamento do solo.

BROUGHTON et al. (1997) comenta que após estudos realizados na Plataforma de Ekofisk, a partir de simulações numéricas de cenários futuros, apresentaram previsão de assentamento de solo devido ao efeito da subsidência. Esta plataforma de extração de óleo e gás está localizada na região da Noruega, e os primeiros estudos relacionando os problemas de assentamento do solo com a subsidência devido à extração de fluido datam de 1987. Desde então, os níveis de subsidência aumentaram, resultando na construção de duas novas plataformas projetadas, a partir dos resultados obtidos da simulação computacional.

Outro país que sofre com problemas de subsidência é os Estados Unidos devido à exploração de carvão. MCINTOSH (1978) salienta que o governo federal e estadual do país tem praticado leis para minimizar os distúrbios em áreas que possuem minas, no sentido de restabelecer a integridade geológica da área explorada.

Além dos citados anteriormente, há diversos casos de subsidências decorrentes da escavação de túneis, como por exemplo, o caso citado na revista irlandesa *Irish Today* de fevereiro de 2003, onde ocorreram protestos de moradores na cidade de Marino devido a danos em edificações localizadas em uma área nas proximidades da escavação do túnel *Dublin Port Tunnel*.

4.2.2. Subsidências decorrentes de Mineração

A atividade da mineração envolve um conjunto de operações com o objetivo de extrair bens minerais da crosta terrestre, de maneira racional e econômica, compreendendo a pesquisa, planejamento, desenvolvimento e a lavra, ou seja, a retirada do minério, bem como, o transporte, manuseio do minério e do material estéril, beneficiamento do bem mineral, e toda infra-estrutura necessária a essas operações.

Ao extrair-se os bens minerais da crosta terrestre, automaticamente, gera-se alteração bastante profunda que modifica a estrutura física de seu jazimento (localização). Essas mudanças, advindas da atividade mineral, podem provocar maior

ou menor impacto, conforme os fatores geográficos, o método de lavra utilizado e o tipo de minério extraído.

A mineração subterrânea é responsável pela liberação de efluentes ácidos, além dos problemas de subsidência e dos depósitos de rejeito e estéril de carvão, contendo pirita e material carbonoso, que são suscetíveis à combustão espontânea, que, uma vez iniciada é de difícil extinção. O carvão não é tóxico, mas quando associado à pirita, pode causar a poluição das águas e do ar. Outros fatores poluentes, tais como poeira, poluição química e física das águas, podem ser minimizadas se o estéril e o rejeito proveniente da mineração retornarem às cavas e galerias abandonadas (MASCARENHAS, 1986).

Uma maneira de retirar o carvão do subsolo é através de uma escavação de um túnel ou galeria até ele, chegando até centenas de metros abaixo da superfície da terra. O processo é semelhante à escavação de um poço, exceto que quando o carvão é alcançado, túneis são cavados dentro das jazidas. Os túneis são usados para passagem, circulação de ar e para transportar o carvão.

SHEIBE (2002), enumera três tipos principais de minas:

a) Minas de encosta, em que a camada de carvão mineral se torna acessível através de uma galeria aproximadamente horizontal, instalada a partir da encosta de elevação topográfica;

b) Minas de plano inclinado, em que a camada de carvão encontra-se a pequena profundidade em áreas de topografia plana ou ondulada, e é alcançada por meio de uma galeria inclinada;

c) Minas de poço vertical, em que a camada de carvão encontra-se a profundidades relativamente grandes, acima de algumas dezenas de metros, pode ser alcançada mais economicamente através de um poço vertical de acesso.

Entre os problemas decorrentes da extração do carvão mineral destaca-se a subsidência associada à mineração subterrânea. A subsidência, neste caso, consiste num fenômeno natural de acomodação de solo/subsolo decorrente da remoção da camada de carvão mineral e/ou da alteração do nível de lençol freático devido a essa exploração. A abertura subterrânea em forma de câmara ou galeria perturba o

equilíbrio original, devido à concentração de esforços verticais que tendem a reacomodação das camadas após a exploração do minério.

As aberturas subterrâneas, em função da freqüência com que ocorrem bruscas alterações topográficas em áreas da superfície, acarretam prejuízos à propriedade alheia ou ao uso potencial dos terrenos.

Os efeitos de subsidência são especialmente prejudiciais em áreas urbanas, onde a atividade e a ocupação do solo são mais intensas. Ocorrem por problemas de ordem estrutural e posteriormente por falta de estabilidade. O equilíbrio original da estrutura é afetado no momento em que se inicia a lavra com a abertura de galerias e câmaras subterrâneas.

A subsidência é mais fácil de ocorrer quando se efetua a recuperação de pilares, ou seja, a retirada de pilares de carvão. Tem-se na prática, segundo informações do DNPM, que cerca de 50% do carvão deve ser mantido na forma de pilares para garantir uma sustentação estrutural. LUCA (1986), ainda acrescenta que subsidências em superfície ocorrem a partir de aberturas com larguras de 60% da altura de cobertura.

A subsidência não acontece necessariamente, logo após a perturbação, pois os pilares podem ceder lentamente, podendo ampliar muito o tempo entre a abertura das minas e a perturbação na superfície.

Também o bombeamento de água, que afeta o nível do lençol freático, altera a estrutura original colaborando com a ocorrência do fenômeno de subsidência. Num determinado ponto, no interior de um maciço, a água contida nos poros ou no interior de descontinuidades, juntamente com a pressão que atua sobre as partículas do esqueleto sólido, suportam toda a carga de solo ou rocha acima do referido ponto. Se a pressão ou o conteúdo de água é reduzido por qualquer meio (bombeamento, drenagem, etc.), ocorre uma redução no "apoio" proporcionado pelo fluido às camadas subjacentes com o conseqüente aumento da carga sobre a parte sólida. O aumento da carga no esqueleto sólido provoca a deformação deste, envolvendo deslocamentos relativos, deformações e quebra das partículas, resultando na variação de volume, com conseqüente adensamento do solo.

Uma vez afetada a estrutura existem vários fatores que influem na estabilidade da área sujeita à subsidência que são:

- a) Dimensões das galerias;
- b) Profundidade da mina;
- c) Número de camadas extraídas;
- d) Tipos de rochas sobrejacentes;
- e) Grau de compactação, grau de cimentação e espessura das camadas de rochas sobrejacentes;
- f) Intensidade e extensão do fraturamento das camadas sobrepostas;
- g) Tipo e espessura das camadas de solo da superfície;
- h) Condições hidrológicas superficiais;
- i) Depressões da camada de carvão;
- j) Tipos de atividades exercidas na superfície.

Além do sistema de fraturas naturais da área, a atividade de lavra através do desmonte por detonação, abertura de galerias e retirada do material de sustentação, gera um novo sistema sobreposto ao já existente. Ou seja, o desmantelamento da cobertura gera verdadeiros sumidouros por onde as águas superficiais e subterrâneas são sugadas pelas câmaras de extração de carvão mineral (REBOUÇAS et al., 1997 apud SHEIBE, 2002). Quanto mais densa a malha de fraturas, menor a resistência aos esforços, mais facilmente ocorre o fenômeno de subsidência.

O desmoronamento das camadas superiores e a distribuição dos esforços resultantes, quase sempre se dão sob a forma cônica o que se entende por “Cone de Subsidência”. Existe, porém, um raio de influência potencial definido através do ângulo de arrasto. Este ângulo, conforme o tipo de rocha, varia entre 25° e 51° (DNPM) e representa a máxima área afetável, o que ocorre nas piores situações possíveis.

Para evitar novas áreas suscetíveis à subsidência, bem como preservar os aquíferos subterrâneos, a partir de meados de 1990, o DNPM não mais permitiu o desmonte de pilares em minas de carvão. Exigiu ainda, que o plano de lavra das jazidas fosse executado de acordo com cálculos baseados em método desenvolvido pelo próprio DNPM, em colaboração com os engenheiros de minas das empresas carboníferas, e baseado na chamada “Metodologia Sul-Africana de Cálculo de Dimensionamento de Pilares”. De acordo com esse método, as dimensões dos pilares são calculadas tendo por base o peso e as características mecânicas das rochas da cobertura, da camada de carvão mineral que é extraída do subsolo. (SHEIBE, 2002)

Além disso, existem algumas medidas básicas a serem tomadas para diminuir e controlar a subsidência e seus efeitos, adotadas como preventivas pelo DNPM:

a) Pilares de sustentação: devem ser deixados pilares de sustentação de dimensões, espaçamento e localização adequados. Por experiência prática isto significa o não aproveitamento de 50% (cinquenta por cento) de carvão ou mais;

b) Escoramento no teto: é indicada para substituir os pilares quando estes são parcialmente recuperados. Pode ser usado escoramento com madeira, com alvenaria ou concreto, com arcos metálicos ou com parafusos no teto;

c) “*Backfilling*”(Pneumático e Hidráulico): o preenchimento sistemático das galerias com rejeito possibilita uma melhor recuperação de pilares e utiliza-se escoramento de teto ou retroavanço.

Outro procedimento usual é a selagem de minas, que normalmente utiliza-se para promover a inundação da mina subterrânea ou de parte dela, e para prevenir o afluxo de ar ou água na mina. A selagem exige a construção de uma barreira física nas aberturas das minas para impedir a passagem de água. A barreira deve ser projetada para suportar a máxima carga hidráulica esperada.

A importância da selagem se apresenta, quando se consideram os custos de um tratamento contínuo dos efluentes ácidos de minas paralisadas. Todos os métodos de selagem aumentam o custo da lavra de carvão mineral, porém ficam aquém do bombeamento e tratamento das águas de drenagem, durante longo espaço de tempo após o período de lavra.

Assim, devem ser analisados todos os dados disponíveis incluindo mapas das minas, origem e formação dos solos, locais de subsidência, estudos hidrológicos, características hidráulicas das rochas, furos de sondagem, localização de minas a céu aberto, contornos de estruturas geológicas, mapeamentos aerofotogramétricos e topografia superficial.

Segundo *NATIONAL MINING ASSOCIATION OUR ENVIRONMENT (2000)* modernos procedimentos, vem aparecendo para a indústria como a mais efetiva maneira de proceder com as subsidências. Isto permite que o operário da mina monitore cuidadosamente as mudanças na superfície e faça os reparos que precisa, trabalhando juntamente com o proprietário da residência ou construção na superfície.

BERTOLDI & LEAKE (1993) também se referem a subsidências em minas abandonadas, que usualmente ocorrem devido à sobrecarga onde há um afundamento por causa da falha dos pilares de carvão, ou pilares que cedem no interior da mina devido a uma frágil cobertura ou frágil chão. A superfície resultante é grande, superficial, todavia larga, e a depressão no solo é usualmente de forma elíptica ou circular.

Os mesmos autores ainda afirmam que a subsidência aumenta no centro do canal de mineração e é progressivamente decrescente até o limite da área atingida. Movimentos horizontais de terra também ocorrem dentro do canal de subsidência. Estruturas perto do centro do canal podem ser danificadas devido à compressão do solo, e estruturas perto da margem podem ser danificadas pela tensão ou estiramento da superfície.

É importante notar, que a subsidência em mina pode ocorrer como um resultado de mineração em qualquer profundidade. Como regra geral, a área da superfície total afetada aumenta com o aumento da profundidade de mineração. Isto significa que, a estrutura pode ser danificada pela subsidência, até mesmo se não estiver localizado diretamente acima do pilar ou bloco de carvão. (*DEP, 2002*).

4.2.3. Impactos em Construções Superficiais

Todos os solos, em maior ou menor proporção se deformam sob o efeito de cargas externas ou devido ao próprio peso e as condições ambientais. A capacidade

de carga e a deformabilidade dos solos não é constante, sendo função de diversos fatores, sendo os mais importantes segundo THOMAZ (1989):

- a) Tipo e estado do solo;
- b) Disposição do lençol freático;
- c) Intensidade da carga, tipo da fundação (direta ou profunda) e cota de apoio da fundação;
- d) Dimensões, rigidez e formato da placa carregada;
- e) Interferência de fundações vizinhas;
- f) Interferência de obras vizinhas.

Os solos são constituídos basicamente por partículas sólidas, entremeadas por água, ar e muitas vezes por materiais orgânicos. No caso em que essas deformações sejam diferentes ao longo do plano das fundações de uma obra, haverá uma solicitação de esforços na estrutura de maneira diferenciada em diferentes pontos estruturais, podendo gerar o aparecimento de fissuras.

AZEVEDO (1988) define fundações como elementos estruturais com função de transmitir carga da estrutura ao terreno onde ela se apóia. Caso estas cargas, provenientes de fundações, provoquem recalques diferenciados ao longo do plano de fundações, serão introduzidos na estrutura esforços diferenciais que podem acarretar o aparecimento de fissuras no elemento estrutura e na alvenaria de vedação.

O recalque diferencial irá ocorrer dependendo da interação entre a estrutura do edifício, a estrutura da fundação e o solo de suporte. Assim, as fundações devem ter resistência adequada para suportar as tensões causadas pelos esforços solicitantes. Além disso, o solo necessita de resistência apropriada, para não sofrer ruptura e não apresentar deformações exageradas ou diferenciais. (MELHADO et al., 2002)

Os recalques são as principais conseqüências das subsidências em edificações, pois ocorre o movimento vertical descendente da superfície do terreno, com o conseqüente deslocamento dos elementos estruturais. Nestes movimentos, o

deslocamento horizontal é de importância secundária, pois em geral apresenta magnitudes desprezíveis.

“A velocidade dos recalques pode variar desde centímetros por ano, como na maioria dos casos de exploração subterrânea ou petróleo, e na drenagem de minas subterrâneas, até subsidências rápidas, como o colapso dos solos de cobertura de zonas cársticas, devido à exploração de água. Na maioria dos casos, os recalques se processam de forma lenta e contínua, se distribuindo por áreas bastante amplas. (OLIVEIRA e BRITO, 1998)”.

Os mesmos autores ainda acrescentam que em situações específicas, “os recalques podem ocorrer, inclusive em áreas distantes daquelas onde está se processando a exploração da água ou carvão. Em sedimentos fortemente cimentados ou em rochas cristalinas, os recalques geralmente são imperceptíveis, raramente ultrapassando valores da ordem de 10 cm”.

A maior parte e os maiores recalques observados ocorrem em aquíferos que contêm porcentagens elevadas de materiais finos, ou mesmo em materiais essencialmente argilosos, devido à compressibilidade elevada e à peculiaridade do esqueleto sólido destes materiais, em geral constituído por minerais lamelares, podendo sofrer deformação por flexão e dobramento. (OLIVEIRA e BRITO, 1998)

Os recalques geralmente se tornam visíveis inicialmente nas paredes, através das fissuras, mas quando se acentuam, as vigas de baldrame ou de travamento das fundações podem apresentar problemas, aparecendo aberturas típicas de cisalhamento ou flexão.

As alvenarias, em função, sobretudo da natureza dos seus componentes, apresentam bom comportamento às solicitações de compressão, o mesmo não ocorrendo em relação às solicitações de tração, flexão e cisalhamento. As tensões de tração e de cisalhamento, portanto, são as responsáveis pela quase totalidade dos casos de fissuração das alvenarias estruturais ou não.

No entanto, a presença de fissuras não indica necessariamente, que haverá ruptura ou instabilidade da construção. O que caracteriza a fissura como sendo

prejudicial à estrutura é a origem, a intensidade e a magnitude do quadro de fissuração existente (SOUZA e RIPPER, 1998) e a capacidade da estrutura em assimilá-la.

Segundo THOMAZ (1989), “as fissuras provocadas por recalques diferenciados são inclinadas e diretamente proporcionais à intensidade do recalque e como característica tem a presença de esmagamentos localizados, em forma de escamas”, mas na verdade, podem variar devido ao tipo de construção ou ao meio em que a construção está inserida e então apresentar configurações diversas, como por exemplo, as verticais, encontradas em casos de subsidência.

A inclinação da fissura, ou ainda, a variação de sua abertura ao longo de sua extensão, pode indicar em que direção está o elemento de fundação que sofreu a maior movimentação. O desenho esquemático abaixo representa, de forma simplificada os tipos e as causas das fissuras, inclusive algumas relativas a recalque de fundações.

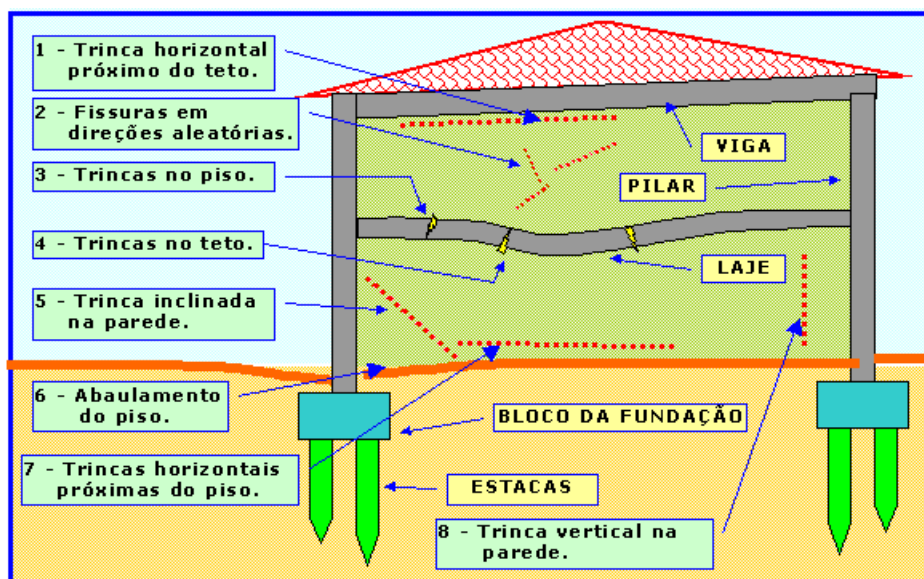


Figura 1 - Esquema de Fraturas. Fonte da internet: Roberto Watanabe

Quadro 1 - Legenda do desenho esquemático. Fonte da internet: Roberto Watanabe

Dano	Causa
1	Trinca horizontal próximo do teto pode ocorrer devido ao adensamento da argamassa de assentamento dos tijolos ou falta de amarração da parede com a viga superior.
2	Fissuras nas paredes em direções aleatórias pode ocorrer devido à falta de aderência da pintura, retração da argamassa de revestimento, retração da alvenaria ou falta de aderência da argamassa à alvenaria.
3	Trincas no piso podem ser produzidas por vibrações de motores, excesso de peso sobre a laje ou baixa capacidade de suporte da laje.
4	Trincas no teto podem ser causadas falta de resistência da laje ou excesso de peso sobre a laje.
5	Trinca inclinada na parede é sintoma de recalque do elemento de fundação localizado na direção perpendicular a ela.
6	O abaulamento do piso pode ser causado por recalque das estruturas, por expansão do subsolo ou colapso do revestimento. Quando causados por recalques, são acompanhados por trincas inclinadas nas paredes. Os solos muito compressíveis, com a presença da água, se expandem e empurram o piso para cima.
7	As trincas horizontais próximas ao piso podem ser causadas pelo recalque do baldrame ou mesmo pela subida da umidade pelas paredes, devido ao colapso ou falta de impermeabilização do baldrame.
8	Trinca vertical na parede é causada, geralmente pela falta de amarração da parede com algum elemento estrutural como pilar ou outra parede que se origina naquele ponto do outro lado da parede.

Além disso, um pilar com fissuras horizontais distribuídas pode estar sob a ação excessiva da tração causada também por recalque de sua fundação, o elemento estrutural funciona como um tirante, conforme figura abaixo.



Figura 2 - Fissuras em pilar causadas por tração no sentido longitudinal – Fonte: Verçosa, 1991.

Há ainda, a possibilidade de fissuramento vertical devido às partes da construção comportarem-se individualmente como corpos rígidos (THOMAZ, 1989). O movimento de rotação da fundação ou esforços diferenciados entre os elementos de fundação e o baldrame/piso também pode ocasionar fissuração vertical na alvenaria.

Salienta-se que a prevenção contra danos em elementos de fundação é fundamentada numa adequada averiguação da superfície sobre a qual será assentada a edificação, do entorno e dos carregamentos e deformações a que estará submetido.

4.3. Ciências e Ferramentas Auxiliares na Resolução de Laudos Periciais

4.3.1. Fotointerpretação

Fotointerpretação é a arte de examinar as imagens dos objetos nas fotografias e de deduzir a sua significação, através de raciocínio lógico visando caracterizar a natureza de objetos ou ocorrências por meio de propriedades conhecidas.

Desde os tempos mais remotos o homem sempre fez a interpretação de fotos, sejam elas aéreas ou terrestres, o que a princípio torna-se algo comum. Esta interpretação torna-se cada vez mais complicada ou exigente à medida que o trabalho exigir detalhamento da análise da área de estudos (LOCH, 1989).

Segundo LOCH (1989) “A interpretação de uma imagem pode ser precisa ou imprecisa, completa ou parcial, sempre dependendo do intérprete que executou o trabalho, da qualidade das fotos disponíveis, ou ainda dos objetivos do trabalho”.

CUNHA (1986) afirma que o processo fotointerpretativo consiste em observar os caracteres da foto-imagem para evidenciar os objetos visíveis diretamente, analisá-los e, pela convergência de um conjunto de informações concluir sobre a ocorrência de objetos invisíveis. Entretanto a interpretação não se dá somente em função dos objetos reconhecidos na imagem fotográfica. A pessoa que está interpretando busca informações relacionadas à pesquisa que realiza, e desta forma consegue captar um maior número de informações possíveis. A avaliação simultânea de todos os dados é que conduzem a caracterização do fenômeno (objeto ou característica).

A habilidade em fotointerpretar é desenvolvida pelo estudo e dedução, para aumentar hábitos de observação de objetos familiares, o intérprete deve ser habilitado a fazer medições, identificar uma série de informações e a reconhecer detalhes fora do padrão da imagem analisada.

O bom intérprete deve estar sempre atento aos diversos detalhes da mudança da imagem. Deve ter boa coordenação mental e assim exercitar o raciocínio indutivo e dedutivo, para chegar logicamente às conclusões. O fotointérprete é o indivíduo que tem um conhecimento acumulado, treinamento e experiência para estudar as imagens fotográficas e deduzir o significado dos elementos nelas existentes. Segundo LOCH (1989), as características fundamentais de um bom fotointérprete são:

- a) Acuidade visual, capacidade que o indivíduo tem de separar os detalhes identificáveis nos objetos visíveis, fato que depende da resolução do olho;
- b) Acuidade mental, que depende do bom senso e da imaginação, podendo ser melhorada com a experiência;
- c) Paciência e adaptabilidade;
- d) Perfeccionismo, ou seja, ele precisa exigir de si o máximo rigor no trabalho;
- e) Experiência profissional, pois a interpretação geralmente será dirigida para um determinado campo, o qual exige uma sólida formação do intérprete no assunto;
- f) Capacidade de pesquisar, compreender e documentar o que foi identificado na fotointerpretação;
- g) Conhecimento amplo do material que está sendo utilizado na fotointerpretação seja fotografia terrestre ou aérea, ou outro tipo de material.

Em um trabalho investigativo, pode-se utilizar qualquer tipo de fotografia ou imagem como objeto interpretativo, desde que estas forneçam algum tipo de informação que possa auxiliar o esclarecimento da questão em estudo.

Na fotografia terrestre o interesse pode estar na análise das alterações de uma paisagem ou nas deficiências de uma construção. Pode-se através de uma fotografia

de uma edificação, por exemplo, verificar a existência de fissuras, umidade ou outro tipo de dano ocorrido.

As fotografias aéreas podem comprovar fraturas ocorridas sobre o terreno, devido à movimentação do maciço rochoso ou a falhas no substrato através da análise de fotografias em diferentes épocas, mas existem limitações a serem consideradas, tais como:

- Existem fraturas que são visíveis na foto aérea e no terreno. Estas são as únicas que podem ser comprovadas;
- Existem fraturas que são visíveis em campo, mas não em fotos;
- Existem fraturas que são visíveis em fotografias, entretanto não são visíveis em campo. Neste caso, por exemplo, as fraturas podem estar ocultas no terreno por materiais mais recentes ou solos.

Acrescenta-se que na área de mineração a maior aplicação da aerofotointerpretação é na identificação de áreas com danos relativos a mineração a céu aberto, pois os rejeitos de carvão quando lançados na rede de drenagem regional causam assoreamentos nos rios alterando o seu leito normal, fato este, facilmente identificável na fotografia aérea.

A realização de uma fotointerpretação envolve certas complexidades, pois está limitada a um campo de conhecimento, do qual só se utiliza uma gama restrita de informações, limitando os fatores envolvidos em cada pesquisa.

4.3.2. Fotogrametria

Sob a designação de fotogrametria (medição em fotografias) entende-se a reconstrução de objetos em termos de forma e posição a partir de imagens fotográficas (LOCH & LAPOLLI 1989, JESCHOR & BLEIEL 1989 apud SEIFFERT, 1996).

Segundo ZAMPIERI (2000), a fotogrametria é uma técnica que permite identificar as características da região imageada, gerando um produto, a fotografia aérea que possibilita distinguir a área urbana da rural. TAVARES & FAGUNDES (1991), LOCH & LAPOLLI (1994), consideram que a fotogrametria constitui uma ciência

e ao mesmo tempo, uma tecnologia para obter informações seguras de objetos físicos e do meio, mediante procedimentos de registro, medição e interpretação das imagens fotográficas.

Pode ser definida também como a “Técnica ou ciência aplicada que tem por finalidade determinar a forma, as dimensões e a posição dos objetos contidos numa fotografia, através de medidas efetuadas sobre a própria imagem” (TAVARES e FAGUNDES, 1991).

A fotogrametria a curta distância pode ser empregada na maioria dos campos da Engenharia Civil. Em uma edificação, por exemplo, além de auxiliar nas etapas de projeto, ainda podem nos fornecer um controle completo do comportamento da estrutura ao longo do tempo e também dos recalques e deslocamentos ocorridos.

SILVA (1995) apud GARDIOL (2000), expressa que a fotogrametria à curta distância passou a ser empregada em trabalhos de exigência de precisão métrica, tais como: monitoramento de deformações, monitoramento de ferramentas, calibração de tanques e de antenas parabólicas, exigindo o uso de técnicas refinadas de calibração das câmaras, processamento de medições, otimizações de redes de apoio e análise de resultados.

A seguir são apresentados alguns dos principais parâmetros, que podem influenciar na precisão dos resultados a serem obtidos através da Fotogrametria:

- a) Qualidade da máquina fotográfica;
- b) Configuração das tomadas;
- c) Iluminação – corrigida pela velocidade do obturador da câmara;
- d) Calibragem da câmara – distância focal, distorção das lentes, aberrações das lentes;
- e) Posição nivelada da máquina fotográfica;
- f) Quantidade de fotos;
- g) Posição e tomada das fotos;

- h) Qualidade, distorção e sensibilidade do filme;
- i) Processo de revelação do filme – temperatura, umidade;
- j) Resolução utilizada no “Scanner”;
- k) Considerações do “Software”;
- l) Presença de obstáculos na tomada das fotos, ou seja, acessibilidade ao objeto;
- m) Compressão dos arquivos de figuras;
- n) Conteúdo da imagem (textura e contraste);
- o) Precisão e visibilidade dos pontos de controle;
- p) Experiência do profissional na tomada das fotos;
- q) Tamanho do objeto;
- r) Escala.

Além da fotogrametria analógica, cresce a importância da fotogrametria digital, fato este, que vem ocorrendo principalmente devido ao crescente número de novas câmeras no mercado e o conseqüente decréscimo de preços. Segundo FRYER apud ATKINSON (1996), “Um dos resultados do aumento do uso de câmaras digitais para a fotogrametria é que as propriedades de imagens podem agora ser automaticamente armazenadas, identificadas, relacionadas e transformada a geometria tridimensional do espaço do objeto”.

Tanto originalmente digital ou digitalizada, uma imagem no formato digital proporciona grande flexibilidade. O campo das operações com processamento digital de imagens podem ser empregados tanto para melhorar a qualidade da imagem em algum sentido ou para extrair-lhe dados automaticamente (KARARA, 1989).

Dentre algumas vantagens da utilização de imagens digitais DOWMAN apud COELHO (2000) destacam:

- a) As imagens podem ser vistas e medidas em computadores sem necessidade de equipamento óptico-mecânico;
- b) Os sistemas de medição são estáveis e não necessitam de calibração;
- c) Pode ser aplicado o melhoramento da imagem;
- d) Pode ser aplicada automatização;
- e) As operações podem ser realizadas em tempo real, ou próximo.

Dentre as funções básicas da fotografia aplicada ao judiciário, está a de perpetuar o estado dos objetos ou situações, nas condições em que se encontravam no local, tal qual foram apreciadas pelo perito. ZARZUELA (2000) ainda acrescenta que as fotos constituem uma forma elementar de evidenciar ao leigo, circunstâncias ou aspectos relevantes, de difícil ou complexa explicação, ilustrando ângulos tecnicamente de interesse para o Juiz de Direito, para o Promotor Público, para a autoridade policial e para o advogado.

4.3.2.1. *Vantagens da Fotogrametria*

Pode-se apreciar algumas vantagens da fotogrametria, dentre elas:

- a) Facilidade de obtenção dos dados no campo: locais de difícil acesso, Exemplo: estruturas de pontes, torres de linhas de transmissão, edifícios altos, etc. Torna possíveis medições de objetos que são inacessíveis para uma medida direta (WOLF, 1974);
- b) Estudo dos deslocamentos em qualquer ponto da estrutura: uma vez modelado os pontos principais da estrutura, tem-se conhecimento dos demais pontos da estrutura;
- c) Pode ser realizada uma análise visual, do estado patológico de um elemento estrutural (exemplo: fissuras). Para isso deve-se ter um alto nível de precisão na análise fotogramétrica;
- d) Não necessita de uma equipe grande para auxiliar na tomada das fotos;

e) O objeto não é tocado durante a medição. Medições podem ser obtidas sem realmente tocar objetos sensíveis (WOLF, 1974), além da segurança do profissional que efetua esse tipo de medição;

f) Custo de manutenção em relação aos processos de medição de estruturas normalmente utilizados, o custo de se realizar uma análise fotogramétrica é equivalente a esses, se levarmos em conta os benefícios conquistados;

g) Verificação dos dados geométricos das peças estruturais em comparação com os dados de projeto. Usualmente existem diferenças entre as dimensões da estrutura no projeto e na obra. Na fotogrametria não existe este problema, pois a estrutura é identificada diretamente na obra;

h) Podem ser medidos movimentos e deformações utilizando uma das principais características das câmeras fotogramétricas: instantaneidade na tomada das fotos. Medições de fotografias como em deflexões de uma viga ou pavimento sob cargas de impacto podem ser facilmente obtidas fotograficamente.

Quanto às vantagens da fotogrametria digital, estão:

a) A fotogrametria digital pode também auxiliar na medição das deformações da estrutura sob efeito do carregamento. Representando, assim, o real desempenho da estrutura em serviço até que seja atingida a ruptura;

b) Resultados armazenados com segurança;

c) Aquisição rápida de grandes volumes de dados;

d) Rápida avaliação da qualidade das fotos que, dependendo do equipamento pode ser imediata;

e) As fotografias não perdem sua qualidade com o tempo;

f) Precisão pode ser aumentada de acordo com as necessidades particulares de cada projeto. Pode-se editar e melhorar as características existentes;

g) Tecnologia moderna, método alternativo de medição.

4.3.2.2. Desvantagens da Fotogrametria

Segundo ABUNAHMAN (2000), “Da mesma forma em que a tecnologia realizou progressos na obtenção das provas, ela criou delitos nesta área: os crimes virtuais”, ou seja, há a possibilidade de alteração nas fotografias e imagens através de softwares computacionais, gerando uma falsa visão da realidade.

Além disso, outra desvantagem é a não possibilidade de realização das tomadas de fotografias em todas as ocasiões, pois está limitada à distância do objeto, a iluminação do ambiente e ao equipamento utilizado.

O operador da câmera também precisa possuir treinamento no equipamento utilizado, visando garantir uma maior qualidade no produto final para uma representação maior dos problemas relevantes para cada caso.

Cabe salientar, que o próprio perito deve operar a câmera, pois somente ele possui a sensibilidade da escolha dos locais e dos ângulos aos quais “devem” ser feitas as tomadas de fotos, visando a melhor representação do objeto para o fim que se destina.

4.3.3. Topografia

Conforme LOCH e CORDINI (1995), “a topografia é uma ciência aplicada, que tem por base a geometria e a trigonometria plana, utiliza-se de distâncias horizontais, de diferença de nível, de ângulos e de orientação, com a finalidade de obter a representação, em projeção ortogonal sobre um plano de referência, dos pontos que definem a forma, as dimensões e a posição relativa de uma porção limitada do terreno, desconsiderando a curvatura terrestre”.

Na verdade, com a utilização de ferramentas topográficas pode-se obter a representação, em planta, dos limites de uma propriedade e dos detalhes que estão sobre ela como: cercas, construções, benfeitorias, rios, etc.

De um modo amplo a topografia pode ser dividida em: Topologia, Topometria e Desenho Topográfico.

A Topologia é o estudo das formas de relevo do terreno. Aplica-se na representação topográfica da superfície terrestre pelas “curvas de nível”.

A Topometria preocupa-se com as medidas lineares e angulares, horizontais e verticais, a serem tomadas no campo. Essas medidas podem ser horizontais ou verticais ou ambos, ou seja, o levantamento realizado pode ser planimétrico, altimétrico ou plani-altimétrico.

O Desenho Topográfico é onde se representa no papel, em escala reduzida, a forma e dimensões da área levantada. Dependendo do detalhamento, da precisão dos instrumentos empregados da escala, da área abrangida e do objetivo, o desenho pode ser simplesmente um croqui, um esboço, uma planta ou um mapa topográfico (Laboratory for Integrated Learning and Technology).

Dentre as aplicações da topografia pode-se citar como de grande utilidade:

- representação de relevo do solo com todas as elevações e depressões através das curvas de nível;
- conhecer a diferença de nível entre dois pontos, seja qual for a distância que os separe;
- estimar os volumes de terra que deverão ser utilizados para corte e aterro;
- determinar áreas de terrenos;
- localizar pontos com grande precisão.

O levantamento topográfico pode fornecer medições de grande utilidade, como por exemplo, as medidas verticais realizadas em terrenos no decorrer de um período e que podem caracterizar o rebaixamento do solo. Este mesmo trabalho ainda pode ser utilizado para o monitoramento de recalques de fundação.

Os levantamentos topográficos se desenvolvem através da sucessão de etapas, algumas das quais podem até ser suprimidas, de acordo com o tipo de levantamento, e são elas (Laboratory for Integrated Learning and Technology):

- reconhecimento do terreno;

- levantamento da figura geométrica (área), ou seja, a determinação dos ângulos e distâncias, horizontais e verticais;
- levantamento de detalhes, como: cercas, cursos d'água, pontos elevados, etc.;
- cálculos, para a determinação de azimutes, rumos, projeções, coordenadas, áreas, alturas, etc.;
- desenho da planta.

A topografia utilizada simultaneamente com outras ferramentas, como por exemplo, a aquisição de fotografias, pode ser de fundamental importância, pois através de uma rede de apoio planialtimétrica, fornecerá o nível de precisão e homogeneidade geométrica do levantamento.

No caso de um levantamento de edificação, deve-se analisar a configuração do edifício e as limitações impostas pelas condições locais. O critério de distribuição das estações é que elas cubram o edifício de uma maneira uniforme no exterior e interior, sem deixar lacunas ou áreas sem registro, e o campo de visadas destas devem ser desimpedidos de objetos e vegetação. (GARDIOL, 2000).

A topografia aplicada a Engenharia Civil, fornece com grande precisão e relativa facilidade, medidas e dados confiáveis que, utilizando individual ou conjuntamente a outros métodos gera uma visão global da situação em estudo.

4.3.4. Objetos e Ferramentas de Identificação e Monitoramento

Para um diagnóstico da situação é necessária a avaliação das fraturas na alvenaria e na estrutura. O tamanho das aberturas e suas configurações podem confirmar suspeitas de recalques de fundação, sobrecargas excessivas na estrutura e até mesmo, erro na construção e projeto.

A largura das fissuras pode ser obtida através do emprego do fissurômetro, ou seja, uma régua graduada utilizada para medição elaborada pelo Prof. Falcão Bauer. Embora não seja uma ferramenta, é um utensílio bastante prático na mensuração das aberturas. A seguir é apresentada a nomenclatura, criada no intuito de identificar as aberturas de acordo com a espessura:

Quadro 2 - Classificação de Aberturas. Fonte: Notas de aula – Patologia - Padaratz

Quadro de Classificação de Aberturas	
Tipo de Abertura	Espessura (mm)
Fissura Capilar	< 0,2
Fissura	0,2 a 0,5
Trinca	0,5 a 1,5
Rachadura	1,5 a 5,0
Fenda, Greta ou Frincha	5,0 a 10,0
Brecha	> 10,0

Quanto às configurações das fraturas, elas podem ser representativas para mostrar qual a causa do acontecimento. Dependendo do ângulo, da abertura e da área atingida, podem representar situações adversas dentro de um contexto.

Outro procedimento que pode ser utilizado, segundo QUEIROGA apud OLIVEIRA e CARDOSO (2000) no monitoramento das aberturas é a colocação de gesso ou pedaços de vidros (chamados placas testemunhas) fixados com gesso nas bordas das fissuras, adequadamente e devidamente marcadas com dados indicativos dos problemas existentes.

O clinômetro é uma das ferramentas que pode ser utilizada, permite a medição de alturas e a inclinação que se necessita. Atualmente existem modelos eletrônicos que permitem visualizar diretamente em um mostrador os dados obtidos com grande precisão. Além disso, é um instrumento de campo de fácil operação e leve. O hipsômetro é outra ferramenta útil para a medição de alturas através de infravermelho.

Além dos citados anteriormente, pode-se utilizar bússolas para a orientação de um determinado objeto; binóculos para a identificação de pontos em locais de difícil acesso; níveis para determinar a existência de nivelamento em construções; trenas comuns e eletrônicas, entre outros.

4.4. Leis e Normas

4.4.1. Mineração

O artigo 4º do Código de Mineração conceitua como “jazida toda massa individualizada de substância mineral ou fóssil, aflorando a superfície ou existente no interior da terra e que tenha valor econômico. Mina vem ser a jazida em lavra, ainda que suspensa”.

Desde a Constituição Federal de 1934 e do Código de Mineração (Decreto 24.642/34), a propriedade do solo não alcança as jazidas e minas. A posse da superfície não gera direitos sobre o subsolo se nele houver minério. É interessante dizer que, comumente denomina-se subsolo a parte inferior do solo, mas para os efeitos do Código de Minas, o subsolo é concebido como camadas geológicas mineralizadas, superficiais ou não, contendo minerais.

Sem dúvida, cabe ao perito o conhecimento do Decreto-Lei nº227 de 28 de fevereiro de 1967 (Código de Mineração) e o respectivo Decreto-Lei nº62.934 de 02 de julho de 1968 que regulamenta o Código de Mineração, tratando entre outros assuntos de autorização de pesquisa e indenizações.

A propósito, o Código de Mineração, mostra de forma bem clara a responsabilidade de quem explora o subsolo:

“Fica obrigado o titular da concessão, além das condições gerais que constam deste Código, ainda, às seguintes, sob pena de sanções previstas no Capítulo V:

VIII - responder pelos danos e prejuízos a terceiros, que resultarem, direta ou indiretamente da lavra (artigo 47)”.

Na década de 80 as Carboníferas do sul do estado de Santa Catarina, com a grande demanda provocada pelo Governo na Usina Termo Elétrica Jorge Lacerda - Tubarão-SC, lavraram o carvão diretamente nos afluentes do Rio Araranguá, provocando desastres ecológicos, assim como enormes prejuízos a empresários, que se refletem até hoje nas atividades agrícolas, de pesca e da própria captação de água para alguns Municípios.

Desde o início dessa atividade, as empresas mineradoras particulares e governamentais de nível Federal, entenderam que os resíduos da mineração teriam como destino final os recursos hídricos e o solo, sem maiores preocupações com a minimização de sua ação poluente. Esta opção levou a um nível de degradação ambiental tal, que a Região Sul de Santa Catarina foi reconhecida publicamente pelas autoridades como a 14ª Área Crítica Nacional, através do Decreto Federal Nº 85.206/80.

A falta de uma legislação na época, mais rígida e responsável pela defesa do meio ambiente permitia que, ante o ônus do investimento com o controle da poluição, diversas empresas simplesmente optassem por pagar multas, demonstrando, com isso, uma total irresponsabilidade face aos problemas ecológicos.

Destaca-se a Lei de Crimes Ambientais nº 6938/81, aprovada pelo Congresso Nacional em 31/08/81, que estabeleceu a Política Nacional do Meio Ambiente e que no parágrafo 1º fixava a responsabilidade objetiva pelos danos que pessoa Jurídica ou seu Agente cause ao Meio Ambiente. No presente caso o Governo Estadual de SC (FATMA), com poderes delegados pelo Governo Federal (IBAMA) omitiram-se no processo de fiscalização.

Mesmo com a fiscalização negligente, esta lei foi de grande importância porque possibilitou a reordenação, de forma adequada, de toda a ação governamental para a valorização do meio ambiente, que a partir desta data foi considerado como patrimônio público a ser necessariamente assegurado e protegido, tendo em vista o seu uso coletivo.

Ainda a mesma Lei 6938/81, cita no Art. 14º, que o poluidor é obrigado, independente da existência da culpa (caracterizada pela negligência, imprudência e imperícia), a reparar os danos causados ao meio ambiente. Desta maneira, ficou definida a responsabilidade sem culpa (conhecida no meio jurídico como “objetiva”), sendo suficiente a demonstração do nexo causal entre o dano causado e o agente (MENDES e VIEIRA, 1986).

A reparação, prevista na legislação não significa repor fisicamente a área rigorosamente igual à situação anterior, o que é impossível, mas deixá-la em uma situação de normalidade e estabilidade.

De grande importância, também, foi a Lei 7.347 de 24/07/85, que definiu a ação civil pública de responsabilidade por danos causados ao meio ambiente. Permite que a ação seja proposta pelo Ministério Público, União, Estados, Municípios, autarquias, empresas públicas, fundações, sociedades de economia mista ou por associações de proteção ao meio ambiente.

ABUNAHMAN (2000) acrescenta que nenhuma jazida pode ser explorada sem autorização do Ministério de Minas e Energia através do DNPM, e a sua operacionalização deve ser precedida do pedido de pesquisa onde se define, o volume da reserva da jazida e o estabelecimento da área a ser explorada.

O controle da poluição causada fora da área de exploração, mas decorrente da própria atividade mineradora, como também dos aspectos sanitários, está a cargo do órgão estadual competente.

Segundo a Constituição Federal de 1988, Artigo 20, parágrafo 1º, “É assegurada, nos termos da lei, aos Estados, ao Distrito Federal e aos Municípios, bem como órgãos da administração direta da União, participação no resultado da exploração de petróleo ou gás natural, de recursos hídricos para fins de geração de energia elétrica e de outros recursos minerais no respectivo território, plataforma continental, mar territorial ou zona econômica exclusiva, ou compensação financeira por essa exploração”.

Quanto à responsabilidade o Novo Código Civil, o Art. 186 cita que “Aquele que, por ação ou omissão voluntária, negligência ou imprudência, violar direito e causar dano a outrem, ainda que exclusivamente moral, comete ato ilícito”.

Quanto a algumas leis internacionais, pode-se citar a criada pelo Ministério da Baixa Saxônia através da publicação “Diretrizes do uso do solo e ordenamento territorial com a avaliação ambiental integrada” (1995) em relação ao uso do solo em mineração. São impostas exigências quanto a limitações no caso de exploração de minérios, entre elas: a proximidade do projeto a núcleos habitacionais; ao solo, qualidades naturais e cargas existentes e a águas próximas ao local a ser minerado, ou seja, o orçamento das águas subterrâneas da área (qualidade, nível, quota de novas formações, velocidade e direção do fluxo) e sua sensibilidade.

A mesma publicação ainda faz exigências mínimas para exploração de minérios, que poderiam ser utilizados no Brasil no intuito de diminuir os danos, tais como a mudança de relevo e o rebaixamento do lençol freático como medidas preventivas para minimizar e evitar impactos ambientais.

4.4.2. Perícia

Perícia é um meio de prova utilizado em processos judiciais, disciplinada nos artigos “420 a 439 da seção VII – Da Prova Pericial” (Cap. VI – Das Provas), do Código de Processo Civil (CPC).

A prova pericial é normalmente requerida pelas partes na fase postulatória do processo (petição inicial-contestação-reconvenção-inpugnação), e será realizada sempre antes do julgamento, devendo o respectivo laudo ser depositado em cartório com pelo menos 20 dias de antecedência da audiência de instrução (art.433 do CPC).

Para que a perícia seja realizada, a Lei Federal 5194 de 21/12/1966 e resoluções do Conselho Nacional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia (CONFEA) estabelecem uma norma que fixa os procedimentos relativos à inspeção predial, que:

- a) Classifica quanto a sua natureza;
- b) Institui a terminologia, as convenções e as notações a serem utilizadas;
- c) Define a metodologia básica aplicável;
- d) Estabelece os critérios a serem empregados nos trabalhos;
- e) Prescreve diretrizes para apresentação de laudos e pareceres técnicos.

“Quando a prova do fato depender de conhecimento técnico ou científico, o juiz será assistido por perito” (Art. 421 do CPC).

§ 2.º Os peritos comprovarão sua especialidade na matéria sobre que deverão opinar, mediante certidão do órgão profissional em que estiverem inscritos.”(Código do Processo Civil)”.

Segundo o Art. 429 do Código de Processo Civil, para o desempenho de sua função, podem o perito e os assistentes técnicos utilizar-se de todos os meios

necessários, ouvindo testemunhas, obtendo informações, solicitando documentos que estejam em poder de determinada parte ou em repartições públicas, bem como instruir o laudo com plantas, desenhos, fotografias e outras quaisquer peças que julguem convenientes.

Antes de 1994, era previsto no CPC o início da Perícia, onde em data e hora marcada, os peritos e assistentes técnicos assinavam documento próprio de início de Perícia no Cartório. Oportunidade em que os profissionais estabeleciam os primeiros contatos sobre o assunto e podiam ali marcar novas conferências reservadas, examinar os documentos ou até mesmo realizar a vistoria. Tal medida visava garantir debates dos peritos com assistentes técnicos e ocasião para conhecimento de todos sobre os documentos constantes nos autos.

Ocorria que desde a alteração do CPC em 1994, os assistentes técnicos não tinham a segurança de contato com o perito. Muitas vezes, o assistente técnico somente tomava conhecimento do laudo do perito e dos autos após a sua entrega no cartório e desde então tinha um breve espaço de tempo para estudar a matéria.

O bom senso do perito é que norteava os encontros com os assistentes técnicos de 1994 a 2001. Situação então corrigida a partir de dezembro de 2001, através da LEI Nº 10.358, de 27 de dezembro de 2001, que dispõe no seu Art.433, que “Os assistentes técnicos oferecerão seus pareceres no prazo comum de 10 (dez) dias, depois de intimadas as partes da apresentação do laudo”.

Quando o esclarecimento do fato depender de conhecimento técnico em outra área, o juiz pode utilizar um especialista com o conhecimento na matéria de interesse. Mas, mesmo que o juiz tenha conhecimentos técnicos em determinada área que não seja a do direito, deve ser assistido por perito especializado na matéria, para o esclarecimento do fato em questão. Assim agindo, proporcionará oportunidade às partes para que possam criticar o laudo, por meio de atividade de seus assistentes técnicos. (NERY JR, 2002)

O Art. 436 do Código do processo Civil cita que “O juiz não está restrito ao laudo pericial, podendo formar a sua convicção com outros elementos ou fatos provados nos autos”, por outro lado nada o impede de tê-lo como fundamento de sua convicção.

5. ÁREA DE ESTUDOS

O Estado de Santa Catarina localiza-se na região sul da República Federativa do Brasil e tem uma área de 95.483 km². A área de estudos abrange os municípios de Criciúma e Nova Veneza, distantes 192 km e 204 km da Capital do Estado, Florianópolis, localizada no centro da mesorregião denominada pelo IBGE, Sul Catarinense.

O município de Criciúma foi fundado em 1925, possuindo uma área total de 210,00km², sendo 122,32km² de perímetro urbano. Está a 46 metros acima do nível do mar, na Latitude: 28° 40' 39" Sul e na Longitude: 49° 22' 11" Oeste. O clima é temperado, com temperatura média entre 15°C e 30°C.

Segundo o Censo do IBGE/2000, possui uma população de 170.420 habitantes e uma população urbana de 153.049. A estimativa de habitantes em 2002 é de 175.491 pessoas. Possui principalmente as etnias: italiana, alemã, polonesa, portuguesa e africana.

O carro-chefe da economia de Criciúma é o setor cerâmico, sendo o maior produtor nacional e segundo maior produtor mundial de pisos e azulejos. Também é forte a indústria da moda e vestuário, sendo o terceiro maior pólo nacional na produção de jeans e o maior pólo estadual do setor de confecções, além de plásticos descartáveis, tintas e vernizes.

Há intensa exploração de carvão em toda a área urbana da cidade. Várias minas estão desativadas e ainda há algumas em funcionamento. Salienta-se que os estudos para a exploração do minério atualmente são mais rigorosos, mas as atividades desenvolvidas no passado ainda desencadeiam problemas.

O município de Nova Veneza foi fundado em 1958 e possui área total de 290,60 km². Está a 74,00 metros acima do nível do mar, na Latitude 28° 38' 12" Sul e na Longitude 49° 29' 52" Oeste. Seu clima é o mesotérmico úmido, com verão quente e temperatura média de 19,1°C

Segundo o Censo do IBGE/2000, possui uma população de 11.511 habitantes, sendo destes 7.199 habitantes na área urbana. A estimativa de população em 2002 é de 11.850 habitantes. A etnia da cidade é principalmente italiana.

A atividade principal de Nova Veneza é a agricultura, através das culturas de arroz e milho, e a metalurgia, que é desenvolvida no distrito de Caravaggio.

Criciúma e Nova Veneza, juntamente com mais oito municípios formam a Associação dos Municípios da Região Carbonífera (AMREC), cujo objetivo é fortalecer a capacidade administrativa econômica e social dos municípios que a integra, prestando-lhes assistência técnica relacionada com o acompanhamento nos repasses dos Governos Estadual e Federal, incluindo do CFEM, que é uma contribuição sobre a extração mineral na ordem de 2% do faturamento das empresas mineradoras.

A exploração das reservas da bacia carbonífera de Santa Catarina é geralmente citada como a atividade econômica mais visível e de maior impacto ambiental na Região Sul-catarinense.

O interesse pela região deve-se a alguns fatores como:

- Trata-se de região crítica quanto à poluição dos recursos hídricos, principalmente pelas atividades de mineração de carvão e industriais;
- É a região de maior mineração do Brasil;
- Há vários problemas em edificações catalogados pelo Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) decorrentes da mineração realizada;
- Há diversas minas desativadas que foram executadas sem o controle rigoroso do DNPM e que ainda oferecem riscos em relação a construções próximas;
- As áreas de mineração localizam-se também na área urbana;
- Facilidade de acesso a informações, pois além da proximidade de Florianópolis, o escritório central do DNPM situa-se na capital.

Figura 3 - Localização de Criciúma e Nova Veneza e Mapa de Documentação do Carvão
Fonte: Antônio S. J. Krebs e Nadja Zim Alexandre

5.1. Histórico

O sul de Santa Catarina é resultado de uma série de impactos tanto naturais como antrópicos que, articuladas, levaram essa região a ser uma das principais economias do Estado de Santa Catarina. Justifica-se com isso, que a descoberta de uma bacia carbonífera, a instalação de infra-estrutura para explorar e comercializar o carvão mineral, o grau de divisão social trazida pelos imigrantes europeus e a fixação de pequenas policulturas mercantis contribuíram significativamente para o surgimento de grandes grupos industriais e comerciais (SILVEIRA, 2001).

A exploração do carvão mineral na região sul iniciou-se com a busca por alternativas energéticas em substituição ao petróleo e vem sendo feita desde o século XVI embora naquela época de modo precário e rudimentar. “Há registros sobre carvão das nascentes do Rio Tubarão já por volta de 1830, desconhecendo-se as quantidades produzidas (MILIOLI, 1981)”.

A exploração econômica do minério de carvão, iniciada em 1876, teve seu primeiro carregamento efetuado apenas em 1887, com o embarque de duas mil toneladas com destino ao Rio da Prata, pelo porto de Imbituba. O navio esperou dois meses no porto, o que causou grandes prejuízos à Companhia (INFOTUR). A mesma se dissolveu em seguida, sem dar satisfação ao governo brasileiro, que havia auxiliado na construção da via férrea Thereza Cristina, trecho de ferrovia ligando Imbituba a Lauro Muller, construída com a finalidade principal de transportar o carvão que seria produzido por ela.

Em 1916 iniciava-se um novo ciclo para as terras carboníferas de Santa Catarina. Despontaram as jazidas de Criciúma e Urussanga, significando um novo fluxo de migração e mais pessoas em busca de emprego.

Embora tenha sofrido recesso na década de vinte, a exploração carbonífera recebeu novo impulso com a criação e montagem da Companhia Siderúrgica Nacional (CSN), em Volta Redonda, que passou a utilizar o carvão nacional, devido às leis do governo, em 1931 e 1937, que obrigavam as indústrias siderúrgicas a consumirem 10 a 20% de carvão nacional (INFOTUR), mesmo sendo este de pior qualidade e maior preço em comparação aos minérios importados. A eclosão da Primeira Guerra Mundial

(1914 a 1918) e da Segunda Guerra Mundial (1939 a 1945) foi mais um fator que incrementou a extração carbonífera do país e deram origem a uma “indústria do carvão” com importância regional (VILLELA, 1989 apud SHEIBE, 2002).

Nos anos 40 e 50 várias minas operavam na região e pertenciam a pequenos proprietários locais, grandes empreendedores cariocas e a uma estatal, a Companhia Próspera, subsidiária da CSN. Ao longo dos anos 60 ocorreram profundas modificações no setor e, no início dos anos 70, estavam em atividade apenas 11 mineradoras, a maioria pertencente a empresários locais.

A última explosão do setor foi com a crise do petróleo em 1973, com as atenções novamente voltadas para o setor nacional. Segundo SILVEIRA (2001), isto ocorreu quando o Ministério de Minas e Energia procurou redefinir sua política energética, planejando a substituição do óleo combustível por carvão vapor.

No início dos anos 90 o setor é desregulamentado por decreto do Governo Federal, com o fim dos subsídios para a extração de carvão e para os fretes e abertura do mercado nacional para outros países. Como resultado da crise, tem-se atualmente a produção de 5.600.000 toneladas de carvão bruto (Boletim Anual do DNPM, 2000).

O início de uma nova fase de desenvolvimento da atividade carbonífera no Sul do estado vem ser a implantação de um parque térmico na região. Estudos técnicos vêm sendo realizados com base em tecnologias avançadas já desenvolvidas nos Estados Unidos. O trabalho tem envolvido empresas mineradoras da região que, nos últimos cinco anos, priorizaram políticas de recuperação, proteção ambiental e qualificação tecnológica das minas (SIECESC).

5.2. Origem e Formação dos Solos nas Regiões Carboníferas

As jazidas de carvão representam antigos restos de vegetais que foram transformados *in situ*, ou transportados a longas distâncias. Trata-se da decomposição da celulose proveniente de restos vegetais pelo enriquecimento em carbono e perda de hidrogênio.

No período carbonífero existiu no sul do Brasil um clima que favoreceu o crescimento de florestas, dando uma vegetação exuberante. Entre as condições

favoráveis para o acúmulo de restos vegetais podemos citar: um relevo plano com lagos e pantanais capazes de permitir a deposição de matéria vegetal morta. Em tais depressões do solo, à semelhança de lagos, era preciso a existência de um nível d'água sem grande movimento sazonal, permitindo sempre o acúmulo de novos resíduos e cobrindo sempre os restos de vegetais mortos (GUERRA, 1968). Deve-se acentuar o fato de que a ocorrência de terrenos com idade carbonífera numa área não significa existência de carvão mineral.

A zona carbonífera catarinense tem uma forma aproximadamente retangular, com 1500km² de área, compreendendo os seguintes municípios: Orleães, Lauro Muller, Urussanga, Siderópolis e Criciúma.

Quanto à cobertura geológica da área em estudo destaca-se por possuir origem sedimentar, como se observa no mapa da área abaixo, retirado do Mapa Geológico do Estado de Santa Catarina (1986).

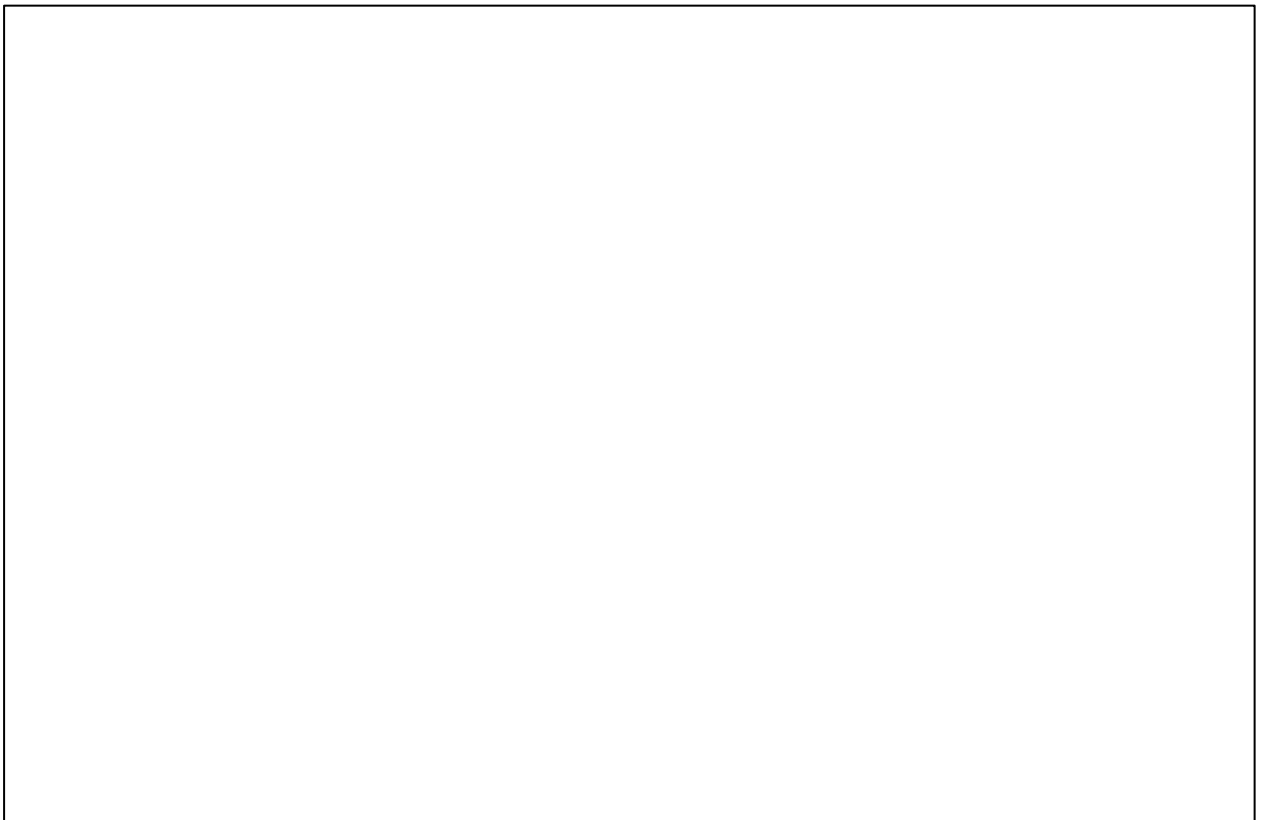


Figura 4 - Mapa Geológico da Região Carbonífera

Fonte: DNPM

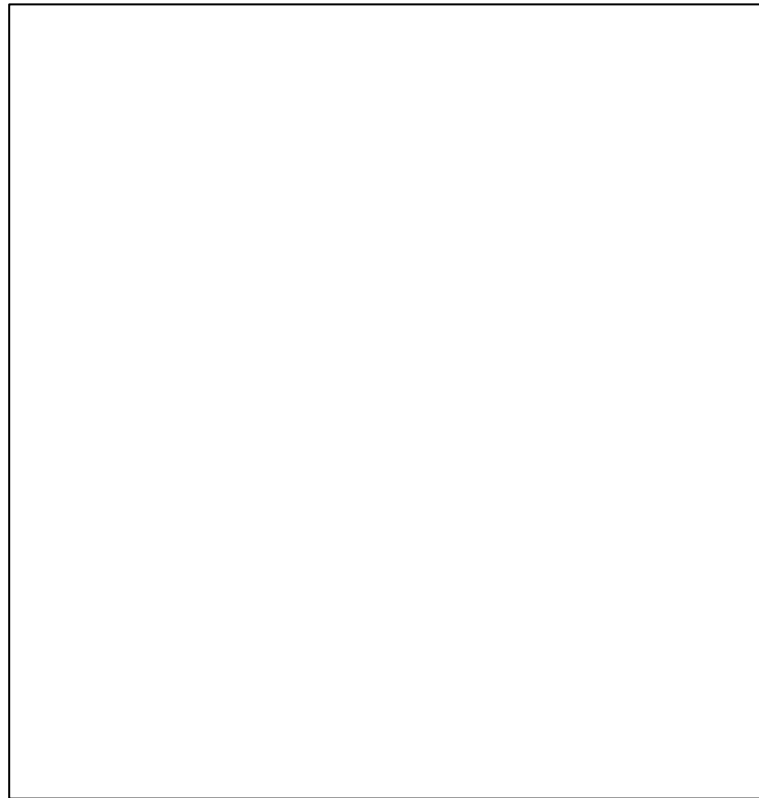


Figura 5 – Legenda do Mapa Geológico da Região Carbonífera

Fonte: DNPM

White (1908) apud Guerra (1968), estudou as rochas sedimentares da série Tubarão em um trabalho de fundamental importância, que possui uma espessura de 248m, dividida em: Grupo Bonito (158m) e Grupo Palermo (90m).

O Grupo Bonito possui maior importância econômica e é composto de camadas arenosas e argilosas, com predominância das primeiras, de flora e de camadas de carvão. Coube a White (1908) apud Guerra (1968) a primazia de discriminar cinco camadas de carvão, assim denominadas: Ponte Alta, Barro Branco, Irapuá, Treviso e Bonito.

Sheibe (2002), ainda salienta que dentre as camadas, duas são mais expressivas, a Barro Branco e a Bonito, cada uma com praticamente a metade das reservas totais de carvão contido. Onde possível, a camada Irapuá já foi praticamente toda minerada. Observa-se ainda, segundo KREBS et al. (1994) apud SHEIBE (2002), que mesmo na escala de uma jazida, as camadas de carvão não são totalmente planas, mas apresentam irregularidades consideráveis.

Quanto às camadas sobrejacentes ao carvão na área de estudos, após realizar análise de relatórios de sondagens do CPRM, verificou-se a semelhança entre as

formações das camadas em região carbonífera. No quadro abaixo pode ser verificado um exemplo de formação de perfil estatigráfico:

Quadro 3 - Perfil Estatigráfico

Camada superficial com predominância de Argilssolo Vermelho Distrófico com textura argilosa (pode ser encontrado textura mista)
Diabásio preto
Folhelo preto
Siltito variando de preto a cinza
Arenito
Carvão

Estas formações não são seqüenciais, o siltito e o arenito, por exemplo, podem vir intercalados. Cabe salientar ainda que, algumas vezes podem ser encontradas camadas de carvão, que não são utilizadas devido à pequena espessura, tornando-a inviável para a exploração.

É importante realizar levantamentos e inventários de campo, pois possibilitam analisar e descrever os fenômenos naturais e os materiais que deles participam ou resultam e tem por objetivo elucidar suas origens e interrelações. Normalmente os levantamentos de campo estão sujeitos a restrições por razões de acesso, de tempo e economia (INPE, 1980), motivos estes que podem limitar o interessado em determinado dado na área de interesse.

6. PROPOSTA METODOLÓGICA

O estudo baseia-se em perícias sobre subsidências, ocorridas na região carbonífera no estado de Santa Catarina, mais especificamente nos municípios de Criciúma e Nova Veneza. Utiliza-se para a sua análise, ferramentas como fotogrametria e topografia, além do estudo criterioso da área afetada, embasando de forma adequada a parte jurídica.

A etapa inicial da pesquisa compreende a análise dos relatórios referentes a alguns casos de subsidências ocorridas na região carbonífera, elaborados pelo Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) a pedido de moradores que tiveram sua propriedade afetada.

Os laudos fornecidos limitam-se a descrever o constatado na vistoria pelos engenheiros do departamento, com breve complementação fotográfica. Há falta de dados importantes nestes laudos, que foram obtidos posteriormente no próprio DNPM, IBGE e em carboníferas envolvidas nos casos estudados.

Através do estudo dos aspectos técnicos referentes às áreas em que ocorreram as subsidências, pode-se conflitar as informações contidas nos relatórios fornecidos com novos dados obtidos em bibliografias atuais e documentos disponíveis. A partir deste estudo, pode-se montar um roteiro de resolução para perícias em regiões carboníferas.

Para a elaboração de um modelo de laudo para o caso específico, houve a necessidade de um estudo de laudos periciais diversos de alguns peritos, notando-se uma grande diferença entre eles. A seguir, resumidamente, a forma de apresentação do trabalho de três peritos da região de Florianópolis:

a) Perito A: comenta a vistoria e responde aos quesitos, mas pouco utiliza o registro dos resultados, ou seja, fotografias, croquis, etc. Apesar de apresentar uma linguagem de fácil entendimento, propicia durante a leitura uma difícil visualização dos fatos;

b) Perito B: inicia seu relatório com uma introdutória, situando o leitor acerca dos acontecimentos do processo, seguindo com a descrição do que foi encontrado na vistoria e pesquisas paralelas e por fim, respondendo aos quesitos;

c) Perito C: divide em capítulos: objeto, objetivo, histórico, vistoria, quesitos e considerações finais.

Salienta-se que não se questiona a forma correta de apresentação do laudo dos peritos pesquisados, mas sim se procura analisar e utilizar o melhor de cada um. O objetivo é fornecer, da forma mais completa e simplificada possível, ao juízo, o que foi pesquisado e as conclusões obtidas. No modelo do laudo proposto, utilizam-se alguns itens que se presumem necessários no caso de perícias decorrentes de subsidiência, além da compilação dos laudos pesquisados.

Para a realização do trabalho de uma forma mais direcionada, dividiu-se a pesquisa em duas etapas distintas: o estudo do problema, onde estão incluídas todas as etapas investigativas; e a transformação das informações obtidas em forma de laudo.

7. ESTRUTURA GENÉRICA PARA A REALIZAÇÃO DA PERÍCIA

7.1. Caracterização do problema

A etapa investigativa com a coleta de dados é a fase mais importante no decorrer de uma perícia, pois é nesta fase que surgirá a formação de opiniões em relação ao fato pesquisado. O trabalho pericial não se limita a redação do laudo, que apresenta o que foi apurado, mas sim se resume a uma intensa procura por dados que possam fornecer esclarecimento.

É formada basicamente por quatro partes distintas e seqüenciais:

- Levantamento em campo dos danos encontrados - Vistoria;
- Registro dos resultados;
- Análise dos documentos formalizados;
- Diagnóstico da situação.

Dessa forma, subscreve-se a seguir as etapas necessárias a obtenção do laudo.

7.1.1. Levantamento em campo - Vistoria

O procedimento básico para a realização da vistoria do local, pressupõe a determinação do problema patológico, através da comparação entre o desempenho da edificação exigível e a encontrada. A maioria dos problemas patológicos apresenta uma sintomatologia que torna imediata a constatação do problema. Existem situações, no entanto, que a comprovação da existência do problema não é imediata. Essas situações normalmente estão relacionadas a problemas que não provocam alterações aparentes nos materiais.

Definida a existência dos problemas, analisados individual e conjuntamente, deve-se questioná-los quanto a segurança. Saliencia-se que algumas vezes é possível que, mesmo tendo sido examinada toda a edificação, os subsídios coletados não se

apresentam suficientes. Nestes casos pode ser necessário o exame das áreas vizinhas para uma análise mais abrangente.

Pode ser produtiva, por exemplo, a análise de casas estremanentes semelhantes para a verificação da existência dos mesmos danos, possivelmente em diferentes estágios de evolução. Além disso, são necessários dados de topografia da área, sua vegetação, o posicionamento do lençol freático, as características do solo, a existência de aterros e assim por diante. A comprovação dos dados vistoriados pode ser realizada utilizando-se equipamentos específicos de verificação e medição.

É importante realizar o levantamento das informações empregando-se mais de um método, a fim de obter-se uma maior confiabilidade de resultados. Na controvérsia entre valores, deve-se realizar a repetição dos métodos anteriores ou a aplicação de um terceiro para a aferição dos dados e/ou resultados.

7.1.2. Registro dos Resultados

A técnica e a metodologia de registro e organização de dados coletados é de fundamental importância para sua utilização na formulação do diagnóstico. Este registro pode ser feito de diversas formas como, por exemplo: croquis de localização, fotografias, desenhos esquemáticos, marcações em plantas de superfície, medições de fissuras através do fissurômetro, mapeamento de fissuras, controle da altura pluviométrica de poços próximos, relatório de medições topográficas entre outras.

Cabe salientar que todo o material utilizado deve ser confiável e de boa qualidade, para facilitar tanto o esclarecimento das causas dos danos como gerar uma melhor visualização no laudo. Além disso, alguns materiais utilizados conjuntamente podem ser elucidativos, cita-se como exemplo, o registro fotográfico da utilização do fissurômetro, que comprova a veracidade da medição.

O perito, durante a pesquisa deve obter uma grande quantidade de medidas precisas, incluindo o interior e o exterior da edificação com todos os detalhes relevantes para a análise dos problemas.

7.1.3. Análise dos Documentos Formalizados

As informações obtidas nem sempre fornecem um quadro suficientemente amplo e confiável para o esclarecimento do caso. Normalmente é necessária a utilização de fontes documentadas cuja veracidade seja inquestionável.

Dentre estas fontes, ditas formalizadas, algumas podem ser primordiais, tais como:

- a) Projeto da edificação, para a exclusão de danos referentes a projeto;
- b) Monitoramento de formações aquíferas próximas ao local em estudo, para o controle do nível do lençol freático;
- c) Planta de planejamento de mineração, para a verificação de algum ponto de falha na execução das escavações;
- d) Mapeamento geotécnico e geologia geral do local das minas próximas, para verificação de falhas geológicas;
- e) Localização, limite e extensão dos trabalhos de lavra e intercomunicação entre eles;
- f) Plano de abandono da mina;
- g) Planta topográfica, para analisar declividades que podem estar relacionadas a lavra, lençol freático ou edificação, etc.

Quase todos os itens anteriormente citados, necessitam de vistoria no local para averiguação de possíveis alterações. Alguns itens, analisados simultaneamente, podem nos fornecer um quadro geral da situação.

7.1.4. Diagnóstico da Situação

Os danos normalmente são provocados pela ação de agentes agressivos, ao qual a construção não é capaz de se adaptar. Entre diversas edificações expostas às mesmas condições agressivas, elas podem apresentar variações quanto a gravidade do problema. Como cada construção apresenta uma resistência característica a ação

de cada agente agressivo, o edifício pode ser imune a determinadas intensidades de atuação ou não o ser de intensidade maior.

Os problemas patológicos são processos dinâmicos. Numa fase do processo os danos podem apresentar diferentes aspectos, estando em constante evolução. Como conseqüência, o processo de diagnóstico deve ser dinâmico, tentando alcançar o entendimento de todo o problema.

Simplificadamente, o processo de entendimento de um problema patológico pode ser descrito como o de geração de hipóteses e modelos e o seu respectivo teste. A partir de dados fundamentais, o perito elabora hipóteses de avaliação da situação e compara estes modelos ao quadro sintomatológico geral e ao conhecimento que tem da Patologia.

O processo de diagnóstico constitui uma redução contínua da incerteza pelo progressivo levantamento e análise de dados.

Na maioria dos casos, as informações levantadas são suficientes para que se consiga diagnosticar a situação. Através do diagnóstico são identificadas as origens do problema, suas causas precisas, os fenômenos intervenientes e seus mecanismos de ocorrência.

7.2. Redação do Laudo

Após as etapas investigativas, passa-se a etapa de organização dos dados e sua transferência para a forma escrita, ou seja, o laudo.

Para a elaboração do laudo, além da inserção dos dados encontrados, há a necessidade da apresentação destes em forma seqüencial, simples e o menos prolixa possível. De forma simplificada, relata-se uma história ao juiz.

O laudo deve conter apenas a apresentação dos dados que levem ao esclarecimento do caso, pois o excesso de informação pode confundir o leitor e atrapalhar o raciocínio. Assim, apenas os elementos que o perito julgar importantes e que possam contribuir efetivamente para o convencimento do leitor devem ser levantados.

Dentre os itens de um laudo pericial, a fundamentação do parecer é de grande importância, pois é nele que estão contidas as comprovações das informações. Isto deve ser realizado no intuito de evitar qualquer forma de contestação, prevalecendo o que está escrito no laudo.

A linguagem técnica utilizada precisa ser “traduzida”, para o leitor leigo, visto que a perícia é uma área multidisciplinar, onde o julgamento é de responsabilidade de profissionais que geralmente não dominam o tema específico abordado.

Abaixo segue uma seqüência de itens de um laudo, elaborada a partir da análise de laudos de peritos da região, para problemas ocasionados por subsidências em área de mineração:

a) Identificação do Solicitante

Caso seja um laudo pericial para juízo, coloca-se o número do processo, onde está tramitando e os nomes do(s) requerente(s) e requerido(s). No caso de uma assistência técnica, pode-se usar apenas o nome do solicitante.

b) Objeto

Além do objeto da perícia, é interessante citar o nº do projeto aprovado na Prefeitura e os documentos consultados relativos à construção, em forma de nota de rodapé. O objetivo deste item é situar o leitor sobre o assunto que será abordado.

c) Objetivo

O motivo pelo qual foi exigida a perícia, como, por exemplo, descrever sobre danos construtivos, determinar limites de área, pesquisar causa/efeito ou determinar de quem é a responsabilidade do fato. Além disso, o objetivo maior que não deve ser omitido, que é o de responder aos quesitos formulados pelo(s) requerente(s), requerido(s) e pelo juízo.

d) Descrição Técnica do Objeto

Descreve-se a tipologia, idade aparente e idade real, padrão construtivo, materiais utilizados, uso e a ocupação. Este procedimento faz com que o leitor visualize o objeto a ser periciado.

e) Histórico

Levanta-se a história da edificação e do problema, descrevendo fatos ocorridos com relevância ao presente caso. Essas informações podem ser obtidas verbalmente, através de enquetes com testemunhas ou estar presentes em documentos como projetos, diários de obras ou fotografias.

A importância de um histórico no laudo está nas informações que podem ter influência no presente caso. Como exemplo pode-se citar incidentes ocorridos na área de estudo que não foram documentados ou diários de obra que descrevam execuções diferentes do projeto.

f) Vistoria

Pode-se Iniciar com a seguinte introdutória:

“Em xx/xx/2000, este perito realizou vistoria no local, tendo sido acompanhado por xxx, objetivando a produção de laudo que se constitui em elemento de prova adequado ao Juízo. Os trabalhos de vistoria foram efetuados abrangendo partes da edificação e o seu entorno”.

A seguir, inicia-se com a descrição do entorno e posteriormente relaciona-se o aspecto constatado na vistoria como anomalias na edificação, classificadas pelo grau de risco e urgência, além de outras informações verificadas na ocasião que se relacionem com o objeto e o objetivo da perícia. É importante seguir uma forma homogênea de descrição, começando do macro (entorno) para o micro (edificação e danos), este procedimento é aplicado no sentido de primeiro situar o leitor no ambiente, através da análise do entorno e em seguida ir detalhando até chegar ao objeto da perícia.

A análise do que foi observado tem grande relevância neste item, pois assegura ao leitor a compreensão necessária para a mesma conclusão que perito obteve.

g) Diligências

Cita-se os locais em que foram realizadas pesquisas para a obtenção de informações pertinentes ao caso, como Prefeitura, órgãos públicos e universidades, mencionando as datas e os materiais consultados.

Salienta-se a importância da utilização de materiais de órgãos oficiais com credibilidade comprovada, que possam fornecer informações autênticas. Por esse motivo, órgãos governamentais como: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), Prefeituras, Secretarias de Urbanismo e Serviços Públicos, Institutos de Planejamento Urbano, entre outros, podem ser fontes fidedignas de informações.

h) Informações Relevantes

Utiliza-se neste campo, informações relacionadas à pesquisa geral, tais como: o solo da região, o posicionamento das minas, plano de lavra, entre outros. Pode-se ainda descrever os documentos analisados e sua pertinência no caso.

Este item não abrange o objeto da perícia especificamente, mas aspectos relacionados direta e indiretamente a mesma, e que exercem influência na formação de opinião sobre o fato em análise. Descreve-se ainda o porquê da influência no ocorrido e quais os aspectos que são de maior importância.

i) Resposta aos Quesitos

Fixa-se às perguntas formuladas pelo juiz, respondendo de forma clara e direta. Em cada resposta procura-se utilizar como apoio: fotografias, croquis, mapas, desenhos esquemáticos, levantamento topográfico, etc., direcionando o leitor a mesma resposta do perito.

j) Considerações Finais

Pode ser iniciado com a seguinte citação:

“Após as vistorias realizadas, análise dos danos e deficiências construtivas encontradas, submete-se a este Juízo o que segue...”:

A seguir descreve-se o que de fato ocorreu, resumidamente, na palavra do perito.

Deve ser elaborada de forma sucinta, mas sempre que possível, conclusiva, abrangendo os aspectos anteriormente discutidos. O resumo da conclusão do trabalho é importante, pois é onde o judiciário vai apoiar-se nas decisões. O conteúdo do laudo não é desprezado, mas sim utilizado no esclarecimento de algum ponto em questão.

k) Finalização

Data do Laudo, Assinatura do profissional responsável, acompanhado do Nº do CREA, e Anotação de Responsabilidade Técnica (ART).

l) Anexos

Todos os documentos citados como “prova” e que não constarem no corpo do laudo, devem constar no anexo, com exceção da documentação fotográfica e croquis, que se sugere inserir junto ao texto para facilitar o entendimento, como citado anteriormente.

8. ESTUDOS DE CASO 1 – BAIRRO WOSOCRIS

Para o primeiro estudo de caso utiliza-se uma edificação localizada no bairro Wosocris, Distrito do Rio Maina, município de Criciúma. Nesta área ocorreram 22 casos de danos no mesmo período, conforme foi noticiado por diversos meios de comunicação, provocados pela mineração no subsolo realizado na década de 70.

Apenas em um dos casos, o reclamante solicitou o processo, nos outros, a Mineradora indenizou os proprietários das edificações, sem a necessidade de ir a júdice.

A edificação atingida localiza-se na Rua 1277, entre as ruas 600 e 601. As informações foram retiradas do Relatório de Vistoria 058/2000 do Escritório Regional de Criciúma do DNPM, bem como de entrevista realizada com os técnicos que elaboraram o relatório.

Acrescenta-se ainda que por motivos éticos e visando resguardar os envolvidos, os nomes das Mineradoras e do proprietário da edificação são fictícios, contudo todas as outras informações foram mantidas de forma fiel.

8.1. Caracterização do problema

Na vistoria realizada em setembro de 2000, pelos técnicos do DNPM alguns fatos foram constatados, tais como:

- Há aberturas de diversas configurações na alvenaria, principalmente próximas às esquadrias e em configuração vertical;

- Segundo moradores vizinhos, 4 a 5 dias antes do aparecimento de rachaduras na edificação, pequenos córregos nas proximidades secaram, ocorrendo o mesmo com vertentes que correspondem às antigas entradas de galerias;

- Atrás do posto de saúde, localizado próximo a casa danificada, constatou-se o desaparecimento de uma vertente que dava vazão aos efluentes poluídos que inundavam as minas exauridas.

- Ao mesmo tempo em que ocorria o rebaixamento do lençol freático na área onde foram constatados os danos, ocorreu o desaparecimento da água do poço que era captado para uma usina de rebeneficiamento de rejeitos carboníferos.

Através da pesquisa, foram obtidos alguns registros, dentre os quais destacam-se:

- a) **Documentação fotográfica** do objeto e entorno;
- b) **Planta de localização** da edificação atingida;
- c) **Mapeamento de fissuras** dos pontos críticos da edificação.

Com a documentação fotográfica e medidas *in loco* das aberturas encontradas na edificação, criou-se um mapeamento de fissuras com o objetivo de dar uma visão geral das configurações das fissuras para a identificação da origem dos problemas. A documentação fotográfica ainda identifica o entorno e as mudanças nele ocorridas. A planta de localização da edificação situa o leitor em relação à proximidade de ruas e rios. Essas informações caracterizam a vistoria e o que foi verificado nela, e são materiais que inseridos no laudo fundamentam o que está sendo redigido.

Quanto à análise dos documentos ditos formalizados, pode-se citar como relevante:

- **Planta de Superfície**, que nos fornece as curvas de nível da área em estudo, bem como rios existentes nas proximidades;
- **Planta Matriz** da Mina, planta que identifica a abrangência das camadas de carvão;
- **Relatório de monitoramento do nível de água do lençol freático**, que indica as alterações volumétricas no subsolo decorrer do tempo ou de um determinado período;
- **Furos de sondagem**, que nos fornece a altura e os tipos de camadas no subsolo, bem como a distância da camada de carvão até a superfície;
- **Planta de Situação**, que localiza a edificação inserida no terreno.

O furo de sondagem nos fornece a profundidade do carvão, ou seja, a distância da edificação em análise até a área explorada, neste caso aproximadamente 12 metros da superfície, lavrada na década de 80 e tendo seus pilares sido recuperados. A cota da camada barro branco é de 30 metros.

A Planta Matriz ainda identifica as camadas de carvão exploradas na mina 2, o Barro Branco e Irapuá. Esta mina por sua vez conecta-se com a Mina 3 da Carbonífera Y, também exaurida, onde foram lavradas as mesmas camadas.

Através da Planta Matriz e da Planta de Superfície, verificou-se que as camadas de carvão são decrescentes da mina 2 da Carbonífera X para a mina 3 da Carbonífera Y.

Houve uma inundação na Mina 4 da Carbonífera X, a qual faz divisa com a Mina 3 da Carbonífera Y, que coincidiu temporariamente com o rebaixamento do nível do lençol freático sob a casa danificada e o desaparecimento da água do poço, que era utilizado pela usina de rebeneficiamento de rejeitos carbonosos, fato este verificado no relatório de monitoramento de lençol freático.

Quanto às conclusões resultantes das análises anteriormente descritas, pode-se citar que a lavra na Mina 4, com altitudes da superfície inferiores de lapas, durante a abertura da mina atingiu a Mina 3 da Carbonífera Y, permitindo o fluxo da água desta para a primeira, com o conseqüente rebaixamento do lençol freático. Como a Mina 2 conectava-se com a Mina 3, houve um conseqüente alívio de pressões sob a residência. Isto ocorreu, devido ao fato da Carbonífera X efetuar suas lavras no limite da área de concessão das minas, não respeitando as medidas mínimas dos pilares, ocasionando um esmagamento na área limite devido ao peso da camada superficial. Esses pilares de segurança são o próprio carvão remanescente, mantido para a segurança da área. Conseqüentemente, isto gerou o enfraquecimento da superfície da mina fazendo com que o lençol freático, águas de minas exauridas e rios próximos fossem “sugados” para o interior da mina, gerando alívio de tensões próximo à superfície.

O fato preponderante para a ocorrência dos danos, foi a área sob a Mina 2 possuir pouca espessura de cobertura, aproximadamente 12 metros, agravando a situação das construções localizadas acima da área explorada.

A Carbonífera X pretende bombear a água que inunda a mina 4, de maneira a viabilizar a recuperação dos equipamentos submersos. Caso a empresa efetue o bombeamento da água do subsolo com conseqüente rebaixamento do lençol freático, novos problemas patológicos poderão ocorrer, devido à instabilidade do solo de superfície, decorrentes do alívio de tensões.

8.2. Elaboração do Laudo

Processo n.0000111 da 1ª vara da Comarca de Criciúma

Requerente: Sr. João da Silva

Requerido: Mineradora X

a) OBJETO

Danos e vícios construtivos existentes na edificação localizada à Rua 1277, Bairro Wosocris, município de Criciúma/SC.

Projeto aprovado nº 0001 na Prefeitura Municipal de Criciúma e Habite-se 0002.

b) OBJETIVO

Identificar e descrever os danos e problemas construtivos encontrados, analisar suas origens e a interrelação com a exploração de carvão mineral, bem como responder aos quesitos formulados pelo requerente, pelo requerido e pelo juízo.

c) DESCRIÇÃO TÉCNICA DO OBJETO

A edificação residencial datada de 1975 foi construída em um pavimento, sobre estrutura de concreto armado com vedação em alvenaria de tijolos cerâmicos furados e está assentada sobre sapatas isoladas de concreto. Possui coberturas com telhas cerâmicas do tipo “Capa-canal”, sobre estrutura em madeira.

A divisão interna da edificação possui 3 quartos, banheiro, sala, copa/cozinha e área de serviço, com acesso principal através da cozinha.

Quanto aos acabamentos, a casa possui esquadrias de madeira, pisos cerâmicos, paredes e tetos revestidos com reboco e pintura PVA.

Encontra-se atualmente ocupada pelo proprietário.

d) HISTÓRICO

Segundo moradores e vizinhos, o aparecimento de manifestações patológicas na edificação ocorreu de 4 a 5 dias depois de pequenos córregos nas proximidades secarem, ocorrendo o mesmo com vertentes que correspondem às antigas entradas de galerias tamponadas.

e) VISTORIA

Em 21/09/2000, este perito realizou vistoria no local, tendo sido acompanhado pelo proprietário, Sr. João da Silva, objetivando a produção de laudo que se constitui em elemento de prova adequado ao Juízo. Os trabalhos de vistoria foram efetuados abrangendo a edificação e o seu entorno.



Figura 6 - Vista geral da edificação

Na área em que o imóvel se encontra, há edificações de padrão médio e baixo e alguns terrenos ainda desocupados. O abastecimento de água da maioria das residências é realizado através de poços artesianos.

Atrás do posto de saúde, localizado próximo a casa danificada, constatou-se o desaparecimento de uma vertente que dava vazão aos efluentes poluídos que inundavam as minas exauridas.

Verificou-se que o muro de divisa da edificação em questão possuía aberturas verticais. Quanto à edificação, foram verificados danos generalizados, relacionados a seguir:

Quadro 4 - Danos na edificação

Cômodo	Dano	
Cozinha	1	Rachadura horizontal na parte superior da porta de acesso
	2	Rachadura vertical na parte superior da porta de acesso
	3	Fissuras no piso cerâmico
	4	Desprendimento de reboco da parede
Quarto	5	Fissuras verticais na parede
Áreas externas	6	Rachadura horizontal e vertical acima da porta de acesso
	7	Trinca horizontal na viga
	8	Trincas horizontais na viga de baldrame
	9	Brecha vertical no centro da edificação
	10	Deslocamento da esquadria da porta de acesso

Cabe salientar que os danos mais significativos foram encontrados na alvenaria externa e apresentam formato vertical. Não foram constatados danos na instalação hidráulica ou elétrica.

Na fotografia abaixo podem ser visualizados alguns danos externos a edificação, em duas paredes de vedação.



Figura 7 - Danos 6, 7, 8 e 10 nas paredes à Norte e à Leste

Abaixo da porta de acesso, pôde ser verificado trincas com aberturas em forma de escamas, ocasionando o desnivelamento da esquadria da porta, conforme foto a seguir.



Figura 8 - Dano 8 na viga de baldrame

Na parede oposta ao acesso da edificação constatou-se uma brecha vertical (abertura >10mm) com espessura maior próximo ao telhado, conforme foto e detalhamento abaixo.



Figura 9 - Dano 9, verificado na parede Sul e detalhe da abertura

Através das fotografias anteriormente apresentadas e de medições realizadas com o auxílio do fissurômetro, realiza-se o mapeamento de fissuras nos pontos mais afetados. O mapeamento tem como objetivo fornecer um quadro geral dos danos verificados.

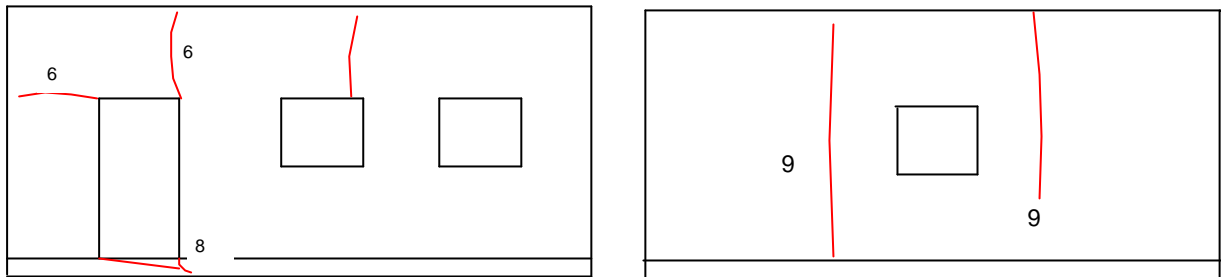


Figura 10 – Mapeamento de fissuras nas paredes externas.

Nota-se que a maioria das aberturas verificadas tem configuração vertical, principalmente no centro da edificação. Neste caso, pode isto representar o recalque generalizado nas sapatas de fundação fazendo com que a área entre as sapatas sofra com um esforço na direção oposta ao esforço da fundação, conforme apresentado no desenho esquemático abaixo. Isto explica a maior espessura das aberturas na parte próxima ao telhado em alguns pontos e a configuração vertical das aberturas.

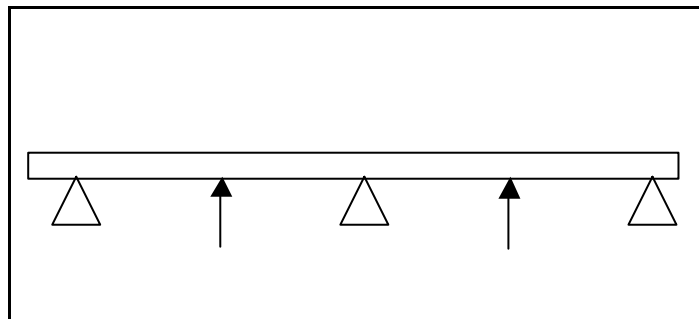


Figura 11 - Desenho esquemático dos esforços solicitantes da estrutura

As aberturas ao redor da porta de acesso são decorrentes de recalque diferencial naquele ponto, deslocando inclusive a porta, dificultando assim, a utilização da esquadria de acesso.

m) DILIGÊNCIAS

Para subsidiar o presente laudo pericial, e responder aos quesitos formulados pela requerente e pelo requerido, foram tomadas providências, conforme quadro que segue:

Quadro 5 - Diligências

Local / Nome	Providência / Objetivo
Prefeitura Municipal de Criciúma	Obtenção do projeto aprovado da edificação.
DNPM	Planta de Superfície.
DNPM	Planta Matriz
IBGE	Planta Topográfica

n) INFORMAÇÕES RELEVANTES

O imóvel localiza-se sobre a Mina 2, da Carbonífera X. Através do furo de sondagem realizado pela Carbonífera X pôde ser verificada a profundidade de aproximadamente 12 metros da camada de carvão, lavrada na década de 80 com seus pilares recuperados.

Com a Planta de Localização sobreposta a Planta de Superfície, nota-se que a edificação em estudo está situada no perímetro da lavra.

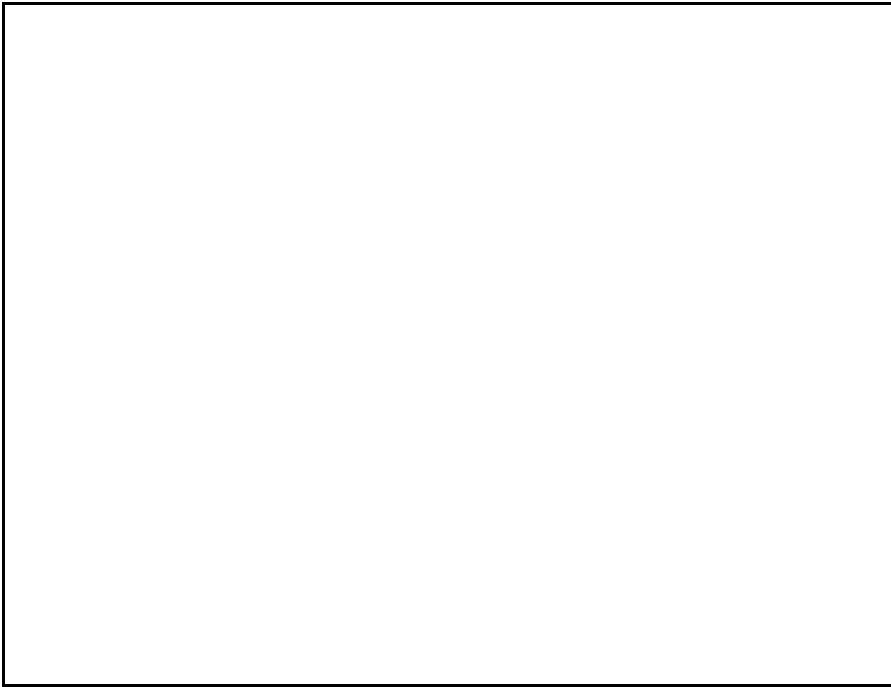


Figura 12 - Planta de superfície sobreposta a Planta de localização

Na Planta Matriz, pode-se identificar as camadas de carvão exploradas na Mina 2, do tipo Barro Branco e Irapuá. Esta mina por sua vez conecta-se com a Mina 3 da Carbonífera Y, também exaurida, onde foram lavradas as mesmas camadas, ou seja, que há abertura no subsolo devido a exploração do carvão na Mina 2 e na Mina 3 e que estas aberturas são ligadas.

Na mesma planta ainda verifica-se que as camadas de carvão são decrescentes da mina 2 da Carbonífera X para a mina 3 da Carbonífera Y, fazendo com que qualquer fluido desloque-se da Mina 2 para a 3.



Figura 13 - Planta Matriz

Houve uma inundação na Mina 4 da Carbonífera X, ao qual faz divisa com a Mina 3 da Carbonífera Y, que coincidiu temporariamente com o rebaixamento do nível do lençol freático sob a casa danificada e o desaparecimento da água do poço que era utilizado pela usina de rebeneficiamento de rejeitos carboníferos, fato este verificado no relatório de monitoramento de lençol freático.

o) CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após as vistorias realizadas, análise dos danos e deficiências construtivas encontradas, submete-se a este Juízo o que segue:

- Foram verificados danos na edificação, principalmente aberturas na alvenaria, sem afetar a estrutura;
- A Mina 4, com altitudes da superfície inferiores, durante a abertura da mina atingiu a Mina 3 da Carbonífera Y, permitindo o fluxo da água desta para a primeira, com o conseqüente rebaixamento do lençol freático. Como a Mina 2 conectava-se com a Mina 3, acarretando um alívio de pressões sob a residência;
- O fato ocorreu devido a mina 4 da Carbonífera X efetuar suas lavras no limite da área de concessão não respeitando as medidas mínimas dos pilares remanescentes das minas, ocasionando um esmagamento na área limite devido ao peso da camada superficial. Conseqüentemente, isto gerou o enfraquecimento da superfície da mina fazendo com que o lençol freático, águas de minas exauridas e rios próximos fossem “sugados” para o interior da mina, gerando alívio de tensões próximo à superfície.

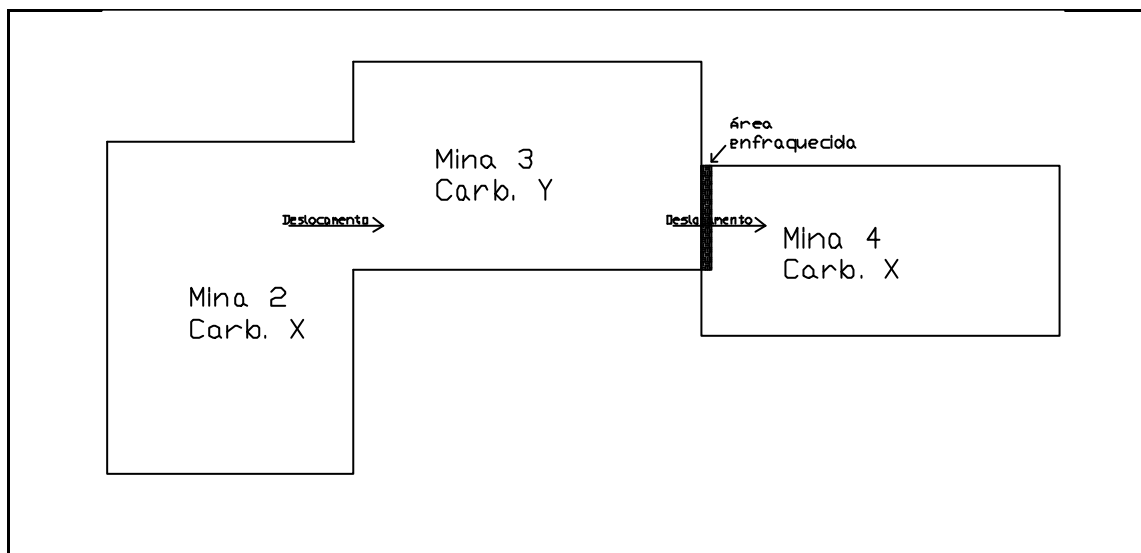


Figura 14 - Esquema de conectividade das minas

- O fato preponderante para a ocorrência dos danos, foi a área sob a Mina 2 possuir pouca espessura de cobertura, aproximadamente 12 metros, agravando a situação das construções localizadas acima da área explorada.

- Sugere-se o não esvaziamento da mina 4, para evitar um maior alívio de tensões e conseqüentemente o agravamento e o surgimento de novos danos.

9. ESTUDO DE CASO 2 – CARAVAGGIO

Para este estudo de caso será utilizada uma edificação localizada em Nossa Senhora do Caravaggio, Nova Veneza, onde foram constatados danos em um aglomerado de casas decorrentes de subsidências.

A edificação atingida localiza-se na margem direita do Rio Medeiros, que divide os municípios de Nova Veneza e Criciúma, e as informações foram retiradas do Relatório de Vistoria 007/2000 do Escritório Regional de Criciúma do DNPM, bem como de entrevistas realizadas com os técnicos que elaboraram o relatório.

Acrescenta-se ainda que por motivos éticos e visando resguardar os envolvidos, os nomes das Mineradoras e do proprietário da edificação foram omitidos e substituídos por outros, manteve-se, contudo, todas as outras informações.

9.1. Caracterização do problema

Na vistoria realizada em setembro de 2000, pelos técnicos do DNPM alguns fatos foram constatados, tais como:

- Há fissuras na alvenaria e na estrutura da edificação, abrangendo o piso, paredes e tetos na área interna e externa;
- Desaparecimento da água do Rio Medeiros que anterior a vistoria, sempre apresentou variação sazonal da sua vazão, entretanto sem nunca secar;
- Rebaixamento do nível da água de açude situado ao norte do aglomerado de casas, podendo-se observar no entorno do mesmo a marca do nível anterior;
- Desaparecimento da água do açude de uma propriedade vizinha a edificação em questão;
- Desaparecimento da água do poço de abastecimento da edificação;

Através da pesquisa, foram obtidos alguns registros, dentre os quais destacam-se:

- A **documentação fotográfica** do que foi relacionado à perícia;
- **Planta de localização** da edificação atingida;
- **Mapeamento de fissuras** dos pontos críticos.

Quanto à análise dos documentos, pode-se citar como relevante:

- Localização da área atingida na **Planta de Superfície**;
- Localização da área atingida na **Planta Topográfica**;
- **Planta de Planejamento e Ventilação**, que mostra a área explorada e os pilares de carvão mantidos para a sustentação;
- **Relatório de monitoramento do nível de água do lençol freático**;
- **Relatório de sondagem**;
- **Planta de Situação**;
- **Fotografia aérea**.

A fonte de água pura que alimenta a gruta do Santuário Nossa Senhora do Caravaggio (Planta de Superfície), localizada próxima da edificação atingida, está sob suspeita de rebaixamento do nível de água.

Segundo informações dos técnicos do DNPM, contidas no “Relatório de Vistoria da camada de carvão Irapuá”, em 1998 foi constatado instabilidade do maciço rochoso, por deslocamento do teto imediato ou por modificações no comportamento da lapa.

A Mineradora X, após vistoria no início do ano de 2000, resolveu aumentar o aproveitamento de parte dos pilares de carvão, alterando assim o fator de segurança para o qual tinham sido projetados. A Planta de Planejamento e Ventilação pode ajudar a identificar o plano de lavra e a localização dos pilares de segurança sob a área atingida.

Alocando a área danificada sobre a fotografia aérea, podemos identificar as características da área, ou seja: onde há maior densidade demográfica, a localização das estradas, o tipo de vegetação existente, obtendo uma visão geral da região e do entorno.

Para complementar, analisa-se a Planta topográfica, que fornece as curvas de nível e rios nas proximidades da área em questão, nos fornecendo a visão macro da região em estudo.

O furo de sondagem, realizado pela CPRM antes da abertura das galerias, nos fornece a profundidade do carvão, ou seja, a distância da edificação em análise até a área explorada, neste caso aproximadamente 160, 74 metros da superfície.

Chega-se a conclusão de que, os danos em edificações e a secagem dos rios, fontes e poços ocorreram devido ao aproveitamento de parte dos pilares de carvão da Camada Irapuá, em área estruturalmente modificada pela presença de diversas falhas geológicas.

Em determinado ponto, no subsolo, houve o esmagamento dos pilares com o fator de segurança alterado, agravado pelas falhas geológicas, ocasionando instabilidade e a movimentação do maciço rochoso da cobertura, o que causou os danos.

9.2. Elaboração do Laudo

Processo n.0000222 da 1ª vara da Comarca de Criciúma

Requerente: Sra. Maria da Silva

Requerido: Mineradora X.

a) OBJETO

Danos e vícios construtivos existentes na edificação localizada à margem direita do Rio Medeiros, município de Nova Veneza/SC.

Projeto aprovado nº 0002 na Prefeitura Municipal de Nova Veneza e Habite-se 0003.

b) OBJETIVO

Identificar e descrever os danos e deficiências construtivas encontradas, analisar suas origens e a interrelação com a exploração de carvão mineral, bem como responder aos quesitos formulados pelo requerente, pelo requerido e pelo juízo.

c) DESCRIÇÃO TÉCNICA DO OBJETO

A edificação datada de 1980 foi construída em alvenaria com estrutura de concreto armado e fechamento em alvenaria de tijolos cerâmicos maciços e está assentada sobre sapatas isoladas de concreto armado. Possui coberturas de telhas cerâmicas tipo Colonial, sobre estrutura em madeira.

Quanto aos acabamentos possui esquadrias de madeira, pisos cerâmicos, paredes e tetos com massa corrida e pintura PVA.

A edificação tem um pavimento, sendo dividida internamente em 3 quartos, banheiro, sala, copa/cozinha, área de serviço, garagem/churrasqueira. Quanto aos acabamentos possui esquadrias de madeira, pisos cerâmicos, paredes e tetos com pintura PVA.

Encontra-se atualmente ocupada pela proprietária.



Figura 15 - Vista geral da edificação

d) HISTÓRICO

Após o início da extração do carvão, no subsolo de sua gleba, os moradores da região passaram a constatar grande processo de retalhamento da superfície, com aparecimento de rachaduras nas edificações, ressecamento dos mananciais de água e aberturas na estrada de acesso.

Através de denúncias de moradores, referentes a danos ocorridos em edificações e alterações no terreno, e visitas nas proximidades destas mesmas áreas denunciadas, o DNPM demarcou a área afetada, que pode ser visualizada na fotografia aérea. Nota-se que menos da metade desta área possui construções e que estas são esparsas.

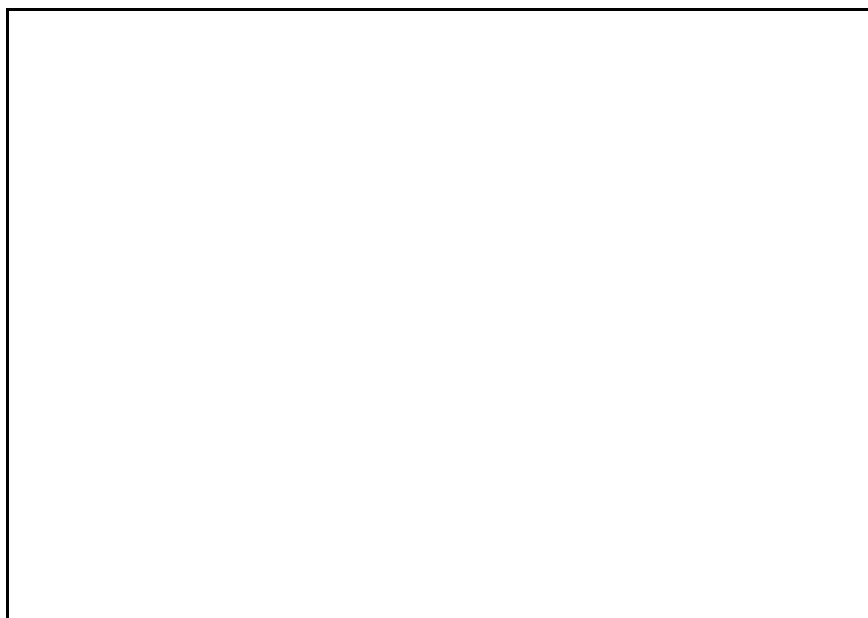


Figura 16 – Foto aérea da área danificada

e) VISTORIA

Em 21/09/2000, foi realizada a vistoria no local, com acompanhamento da proprietária, Sra Maria da Silva, objetivando a produção de laudo que se constitui em elemento de prova adequado ao Juízo. Os trabalhos de vistoria foram efetuados abrangendo a edificação e o entorno.

O local de vistoria possui poucas edificações e a maioria delas de padrão médio. Há muita área sem ocupação, em que os moradores da localidade utilizam como área de plantio e de pastagem.

Várias edificações próximas ao objeto da perícia apresentavam danos similares aos encontrados na edificação em questão.

Já no acesso ao local de vistoria, constatou-se brechas na pista, conforme figura abaixo.



Figura 17 - Brecha na pista

Nas proximidades da área em estudo está localizada a nascente do Rio Medeiros, que atravessa a localidade em direção a Criciúma. O abastecimento de água é realizado por meio de poços artesianos e há também um açude no local. O açude, poços e o Rio Medeiros não possuíam água e o solo, sob esta área, aparentava ter sofrido processo de secagem rápida. Nas fotos abaixo podem ser visualizadas as áreas nas quais tais modificações ocorreram.



Figura 18 - Açude seco



Figura 19 - Desaparecimento da água do poço

A fonte de água pura que alimenta a gruta do Santuário Nossa Senhora do Caravaggio (Planta de Superfície), próximo ao imóvel em análise, também estava sob suspeita de rebaixamento do nível de água.

Quanto à edificação, esta apresentou fissuração generalizada nas áreas internas e externas abrangendo piso, paredes e tetos, a seguir relacionados:

Quadro 6 - Danos na edificação

Cômodo	Dano	
Área Externa	1	Trinca vertical ao lado da porta de acesso
	2	Fissura no piso
	3	Fissuras verticais diversas
Cozinha	4	Fissura no revestimento cerâmico na abertura da porta
Churrasqueira/Garagem	5	Fissura no piso
	6	Rachadura vertical sobre a churrasqueira
	7	Trincas verticais abaixo da churrasqueira
Sala	8	Fissuras verticais
	9	Fenda vertical na abertura porta

As fotos, a seguir, exemplificam alguns dos danos encontrados na edificação:

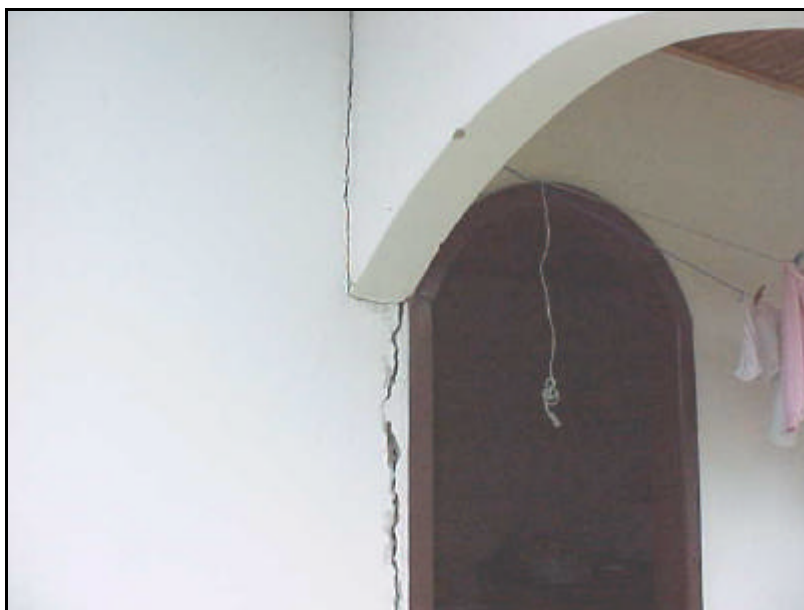
**Figura 20 - Dano 1, trinca vertical ao lado da porta de acesso**



Figura 21 - Dano 3, Fissura vertical externa a edificação



Figura 22 - Dano 5, 6 e 7 na área de churrasqueira

A partir das fotografias anteriormente mostradas, da análise no local e de medidas obtidas com a utilização do fissurômetro, realizou-se o mapeamento de fissuras para uma melhor análise geral da situação.

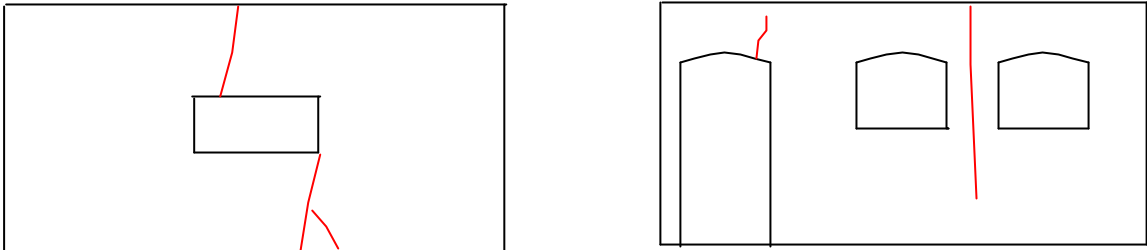


Figura 23 - Mapeamento das fissuras da churrasqueira e de uma das paredes externas

Nota-se a similaridade das aberturas, a maioria vertical e no centro da edificação. As aberturas verticais indicam que não houve recalque diferencial e sim um provável deslocamento generalizado do solo e conseqüentemente dos elementos de fundação, atingindo principalmente as ligações da alvenaria com a estrutura e aberturas como churrasqueira, portas e janelas.

Na área interna as fissuras também mantiveram a mesma configuração da área externa, conforme as duas fotos a seguir.



Figura 24 - Dano 8, fissura vertical na sala



Figura 25 - Dano 9 - Fenda vertical sobre a porta

p) DILIGÊNCIAS

Para subsidiar o presente laudo pericial e para responder aos quesitos formulados pela requerente e pelo requerido, foram tomadas providências, conforme quadro que segue:

Quadro 7 - Diligências

Local / Nome	Providência / Objetivo
Prefeitura Municipal de Nova Veneza	Obtenção do projeto aprovado da edificação.
DNPM	Planta de Superfície.
DNPM	Planta Matriz
CPRM	Relatório de Sondagem
FATMA	Fotografia aérea da área danificada
IBGE	Planta Topográfica

f) INFORMAÇÕES RELEVANTES

O terreno sobre o qual está assentada a edificação é argiloso, com pouca matéria orgânica, como indica o laudo de sondagem, em anexo realizado pelo CPRM, e aparenta ter boa capacidade de suporte. O relatório de sondagem mostra o perfil descritivo de formação do solo até o carvão explorado de 166,70 metros, que corresponde à distância entre a edificação e a abertura subterrânea.

Através da Planta Topográfica sobre a Planta de Superfície, percebe-se que a área atingida tem altitude de 170m acima do nível do mar. E analisando os mesmos documentos ainda pode-se identificar a empresa carbonífera que explora a área.

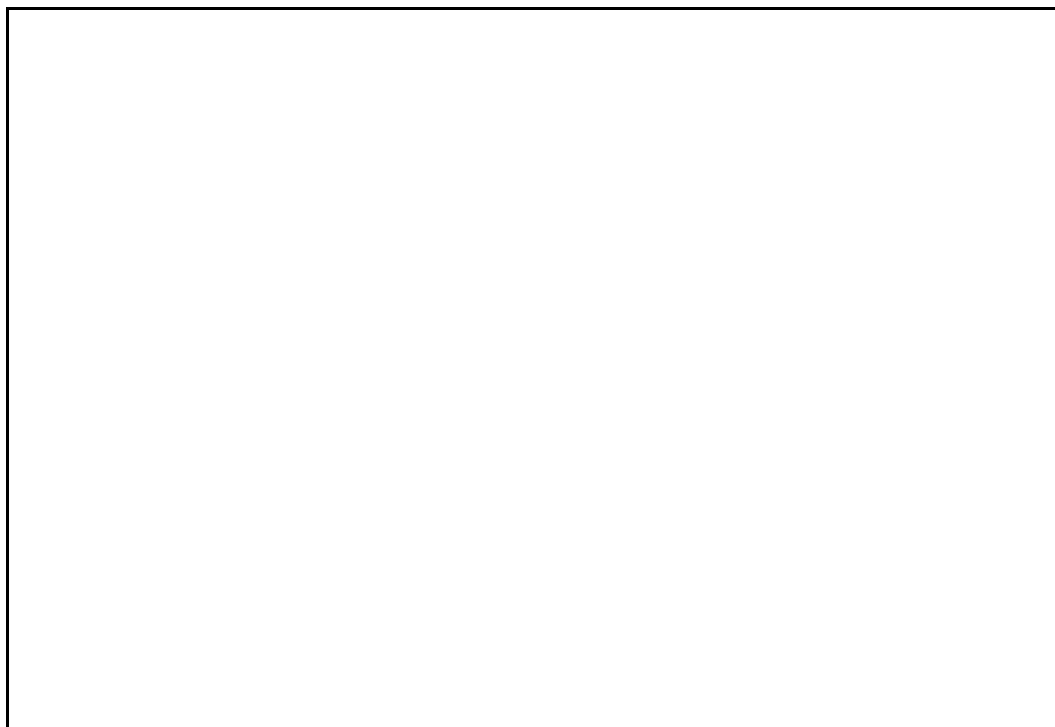


Figura 26 - Planta de superfície da área atingida

Segundo informações dos técnicos do DNPM, contidos no “Relatório de Vistoria da camada de carvão Irapuá”, em 1998 foi constatado instabilidade do maciço rochoso, devido ao imediato deslocamento do teto ou por modificações no comportamento da lapa.

A Mineradora X, após vistoria no início do ano de 2000, resolveu aproveitar parte dos pilares mantidos anteriormente para a segurança, desconsiderando a instabilidade do maciço rochoso verificada anteriormente pelo DNPM.

Na Planta de Planejamento e Ventilação pode-se identificar o plano de lavra e a localização dos pilares de segurança. A área atingida e a edificação em análise locadas sobre esta planta permitem, juntamente com a informação do posicionamento dos pilares reaproveitados relacionar os danos com a área em que houve o reaproveitamento dos pilares. Nota-se que onde o traço é mais forte ao lado dos pilares onde ocorreu o seu reaproveitamento, ou seja, ocorreu dentro da área em que houve os danos.

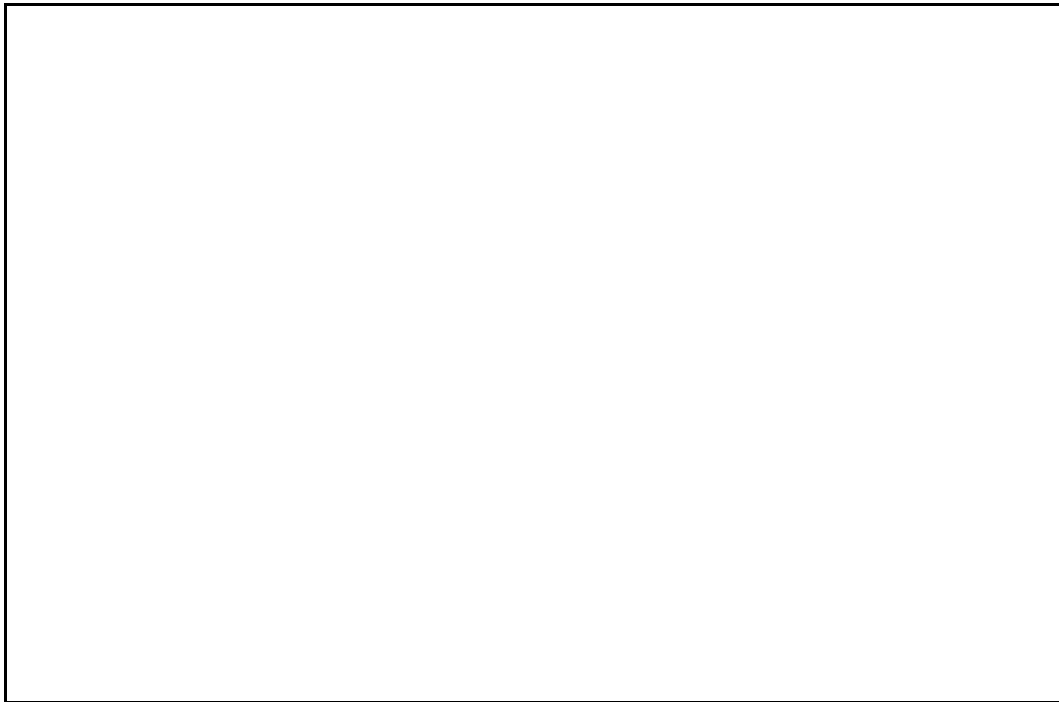


Figura 27 - Planta Matriz - Planejamento e Ventilação da Carbonífera X

g) CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após as vistorias realizadas, análise dos danos e deficiências construtivas encontradas, submete-se a este Juízo o que segue:

- Ocorreram subsidências sob a edificação em análise decorridas da mineração no subsolo.

- A subsidência ocorreu devido a dois fatores conjuntos: instabilidade no maciço rochoso e esmagamento de um ou mais pilares de sustentação da mina.
- O pilar de sustentação rompeu devido a retirada excessiva de carvão em volta do pilar pela Mineradora X, que não utilizando da informação de falhas geológicas ocorridas anteriormente, resolveu aproveitar parte do carvão remanescente que era utilizado como pilar da mina que daria suporte as camadas sobrejacentes.

10. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Uma enorme quantidade de áreas mineradas em todo o mundo tem hoje problemas relacionados a subsidências. Grande parte desses problemas, desde que receba uma análise metódica individualizada, poderá ser identificada.

Nesta pesquisa procurou-se criar um procedimento para a resolução de perícias que incluía as informações relevantes a serem verificadas em caso de subsidência decorrente de exploração mineral. Salienta-se que é preciso um profundo conhecimento nos fatores que podem ser os geradores dos danos, tais como: história da região, geologia, mineração, estruturas e a forma exploratória do subsolo, além de leis que podem ser utilizadas para o embasamento de cada caso.

A investigação inclui ferramentas auxiliares importantes, tais como: topografia, fotointerpretação e medições diversas.

A topografia permitiu a análise apenas do macro, ou seja, as curvas de nível da região para verificar a influência do relevo nos casos. Além desse, há a possibilidade de monitorar os recalques de fundações através da topografia, caso este, que não foi utilizado, pois a movimentação já havia cessado na época das pesquisas.

A fotointerpretação exerceu o papel mais ativo como ferramenta e prova, pois documenta, perpetua e autentica dados que podem ser futuramente relevantes para um determinado processo.

Procurou-se utilizar fotografia aérea como fonte de informação, mas na prática, quando ocorrem pequenas perturbações na superfície decorrentes de subsidência, a fotografia aérea não identifica tais movimentos e alterações. A ferramenta mais eficiente utilizada foi a fotografia terrestre, que além da praticidade da sua utilização e da facilidade da obtenção, fornece um excelente material ilustrativo e elucidativo para perícias. Há a possibilidade da utilização de câmaras métricas, mas devido ao alto custo e da necessidade de treinamento do equipamento, procurou-se não abordar.

As medições verificadas no local através de ferramentas simples, como o fissurômetro, dão suporte a análise ao perito e fornecem a gravidade da situação.

Poderiam ter sido utilizados trena ou outro tipo de régua, mas durante os casos abordados não houve necessidade de tais utilizações.

Quanto aos documentos analisados, dependendo da situação, não há a necessidade da análise simultânea de todos eles. Procurou-se utilizar todos os disponíveis nos estudos de casos, mas se sabe que nem sempre há a disponibilidade de tais informações. Algumas vezes, por exemplo, apenas a Planta Topográfica pode ser suficiente para definir a declividade da área em análise, não utilizando assim, a Planta de Superfície. Cabe ao pesquisador, analisar as informações de maior relevância.

Salienta-se que, quem quer que seja o responsável pela confirmação de um problema decorrente de subsidência, deverá possuir uma conceituação firme do método a ser empregado em cada caso.

Com o objetivo de facilitar ao profissional ou pesquisador interessado na verificação de incidentes causados por subsidências, procurou-se criar um roteiro e esclarecer o leitor quanto aos fatores relevantes que foram considerados no decorrer da pesquisa. Através dos estudos de casos buscou-se comprovar a metodologia utilizada, mas acrescenta-se que a percepção do perito é a ferramenta mais eficaz na conclusão de um laudo.

O procedimento para a resolução de perícias engloba também um laudo que pode ser utilizado como roteiro, pois nele contém todas as investigações disponíveis para a elucidação de alguma suspeita de subsidência, assim como itens que poderiam ser investigados.

O prognóstico do avanço do fenômeno considerando o atual quadro de exploração poderá ser útil na construção de novas estruturas principalmente em áreas mineradas e com processo de urbanização no início. Por ocasião do projeto de novas edificações, pode-se optar por estruturas mais robustas que resistam a um recalque diferencial esperado e com isso tentar reduzir o risco de comprometimento da estrutura devido à possível ocorrência da subsidência.

Como recomendação a futuros residentes em áreas mineradas, salienta-se a importância de consultas prévias ao Departamento Nacional de Produção Mineral, pois

este órgão possui informações da situação de exploração do subsolo e da forma que ela foi realizada, obtendo assim, as possíveis áreas de risco.

Há um campo muito vasto a ser pesquisado na resolução de perícias, devido a abrangência dos assuntos contidos em cada caso. Mesmo assim, acrescenta-se que o mesmo procedimento utilizado nesta pesquisa pode ser adaptado a outros tópicos investigados, como por exemplo, danos em edificações devido a causas diversas. Cabe aos pesquisadores interessados nesta área, aprofundar-se no tema escolhido.

Recomenda-se que em cada caso específico abordado em uma perícia seja esgotada as possibilidades e a forma com que se busca a resolução.

Esta pesquisa envolveu apenas mineração, mas outras pesquisas poderão surgir como ferramenta facilitadora do profissional que se esmera em resolver perícias, cabendo ao pesquisador que realizará este trabalho, estudar a forma investigativa e mais adequada para a elaboração e apresentação do laudo.

Finalmente com o assunto abordado, disponibiliza-se um acervo prático para nortear o exercício da profissão do perito, mesmo sendo este assunto, apenas uma das muitas faces desta profissão. Pois o perito nada mais é que um investigador, dotado de bom senso, cuja perícia é o resultado dessa investigação, que quanto mais incansável e completa, mais esclarecedora se torna.

11. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ABUNAHMAN, SÉRGIO ANTÔNIO. *Curso Básico de Engenharia Legal e de Avaliações*. 2ª ed., Editora Pini. São Paulo, 2000.

ANDRADE, J. *Fotogrametria*. Curitiba: Editor José Bittencourt de Andrade, 1998.

AZEVEDO, Hélio Alves de. *O Edifício até sua Cobertura*. Ed. Edgar Bucher Ltda. São Paulo, 1988.

BERTOLDI AND LEAKE USGS United States of America, 1993.

http://water.wr.usgs.gov/subsidence/ls_3.html

CABRAL, JAIME. *Projeto: Estudo dos Mecanismos de Subsidência do Solo devido à Extração de Fluidos em Camadas Porosas Subjacentes*. UFPE.

CHEN, C.Y. *Subsidence Control Measures*. Technical Paper. Denver, CO, 1982.

COELHO, A. H. *Fotogrametria Digital de Curta Distância Aplicada à Medição de Deformações em Elementos de Instalações Industriais*. Florianópolis, 2000 – UFSC, Santa Catarina.

Coletânea de Textos Traduzidos. *Diretrizes para Uso do Solo e Ordenamento Territorial com a Avaliação Ambiental Integrada*. Curitiba: IAP (Instituto Ambiental do Paraná) – GTZ (Deutsche Gesellschaft Für Technische Zusammenarbeit), 1995.

CONSTITUIÇÃO DA REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL: 1988. Senado Federal, Subsecretaria de Edições Técnicas. Brasília, 2002.

CUNHA, S.B., GUERRA, A.J.T., *Avaliação e Perícia Ambiental*. 2ª edição –Ed. Bertrand Brasil. Rio de Janeiro, 2000.

CUNHA, N.O. *Fotogrametria e Fotointerpretação*. Florianópolis, 1986.

DEP – DEPARTMENT OF ENVIROMENTAL PROTECTION (2002)

http://www.dep.state.pa.us/dep/deputate/minres/bmr/msipage/msi_info.htm

FIKER, José; MEDEIROS JUNIOR, Joaquim da Rocha. *A Perícia Judicial: como redigir laudos e argumentar dialeticamente*. São Paulo: Pini, 1996.

FOLHA TOPOGRÁFICA Folha SH 22-X-B-IV-1 MI-2940-1. Escala 1:50000. IBGE, 1985

ATKINSON, K.B. *Close Range Photogrammetry and Machine Vision*. Whittles Publishing, 1996.

GARDIOL, M. *Homogeneidade geométrica entre levantamentos fotogramétricos externos e internos em edificações*. Florianópolis, 2000. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Universidade Federal de Santa Catarina.

GUERRA, Antônio T. *Dicionário Geológico-Geomorfológico*. 5ª Ed. IBGE. Rio de Janeiro, 1968.

INFOTUR. (<http://www.infotur.com.br/criciuma/historico.htm>)

KARARA, H.M. *Non-Topographic Photogrammetry*. American Society for Photogrammetry and remote sensing. 2ed. United States. Edward Brothers Incorporated, 1989.

KREBS, Antonio J. e VIEIRA, Ana Cláudia. *Informações Básicas para a Gestão Territorial: Município de Criciúma – SC. Áreas Críticas*. CPRM, Porto Alegre, 1997.

LABORATORY FOR INTEGRATED LEARNING AND TECHNOLOGY. lilt.ilstu.edu/psanders/cartografia/11%20completo.pdf

LICHTENSTEIN, Norberto B. *Patologia das Construções*. *Boletim técnico 06/86*. Escola Politécnica da USP. São Paulo, 1986.

LOCH, Carlos. *Noções Básicas para a Interpretação de Imagens Aéreas, bem como algumas de suas Aplicações nos Campos Profissionais*. Ed. UFSC. Florianópolis, 1989.

LOCH, Carlos; LAPOLLI, E. *Elementos básicos da fotogrametria e sua utilização prática*. 4ª ed. Florianópolis: Editora da Universidade Federal de Santa Catarina, 1998.

LOCH, Carlos; CORDINI, Jucilei. *Topografia Contemporânea: Planimetria*. Ed.UFSC. Florianópolis, 1995.

LUCA, Paulo César de. *Reflexos da Mineração de Carvão no Meio Ambiente*. Curso de Controle da Poluição na Mineração: Alguns Aspectos. Vol. 2. Departamento Nacional de Produção Mineral, Brasília, 1986.

MAIA NETO, Francisco. *Roteiro Prático de Avaliações e Perícias Judiciais*. Ed. Del Rey, 3 ed. Belo Horizonte, 1997.

MAPA GEOLÓGICO DO ESTADO DE SANTA CATARINA. Escala 1:500.000, 1986.

MASCARENHAS, Geraldo Ratton. *Aspectos Ambientais na Elaboração do Plano de Aproveitamento Econômico*. Curso de Controle da Poluição na Mineração: Alguns Aspectos. Vol. 1. Departamento Nacional de Produção Mineral, Brasília, 1986.

MCINTOSH, Gary. E., *Simulation of the Effects of Surface Mining on Groundwater in the Powder River Basin*. Technical Papers. Denver, CO, 1978.

MELHADO, S.B.; SOUZA, U.E.L.; BARROS, L.F.; FRANCO, L.S.; HINO, M.K.; GODÓI, E.H.P.; HOO, G.K.; SHIMIZU, J.Y. *Tecnologia da Construção de Edifícios, Fundações*. Apostila. São Paulo, 2002.

MENDES, C.T.; VIEIRA, S.L. *Fronteiras e Desafios da Química Brasileira. A Importância do Engenheiro Químico em Relação à questão Ambiental*. Curso de Controle da Poluição na Mineração: Alguns Aspectos. Vol. 1. Departamento Nacional de Produção Mineral, Brasília, 1986.

MILIOLI, Vanderley. *Produção e Beneficiamento do Carvão em Santa Catarina*. Seminário sobre Tecnologia do Carvão. UFSC, Florianópolis, 1981.

MINE SUBSIDENCE BOARD. New South Wales, Austrália, 2001.
<http://www.minesub.nsw.gov.au/>

NATIONAL MINING ASSOCIATION OUR ENVIRONMENT. 2000.
<http://www.nma.org/subsidence.html>

NERY JR., NELSON e NERY, ROSA MARIA DE ANDRADE. *Código do Processo Civil Comentado e Legislação Processual Civil Extravagante em Vigor*. 6 ed. Ed. Revista dos Tribunais. São Paulo, 2002.

O NOVO CÓDIGO CIVIL. Brasília, 2002.

OLIVEIRA, A.M.S. e BRITO, S.N.A. *Geologia da Engenharia*. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, 1998.

OLIVEIRA, C. *Dicionário cartográfico*. 4.ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1993. 645p.

OLIVEIRA, Juliana de; CARDOSO, Milena Sotto Maior. *Patologia de Edificações Escolares do Ensino Fundamental da Rede Municipal de Florianópolis*. Trabalho de Conclusão de Curso. UFSC, Florianópolis, 2000.

PADARATZ, Ivo José. Notas de Aula – Patologia das Edificações. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

PELUSO, Dr. Antônio César. *A Prova Pericial em Face do Novo Código de Processo Civil*. Seminário de Perícias Judiciais – IBAPE. São Paulo: Pini, 1979.

PROJETO CRICIÚMA, Folha Criciúma SH.22-X-B. Estado de Santa Catarina. www.cprm.gov.br/geo/criciuma.html

SEIFFERT, Nelson F. *Uma Contribuição ao Processo de Otimização ao Uso dos Recursos Ambientais em Microbacias Hidrográficas*. Florianópolis, 1996. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Santa Catarina.

SCHEIBE, Luiz Fernando. Meio Ambiente e Carvão. Cap. 3: “O Carvão em Santa Catarina: Mineração e Conseqüências Ambientais”. FINEP/CAPES/PADCT/GTM/PUCRS/UFSC/FEPAM. Porto Alegre, 2002.

SIECESC – Sindicato da Indústria da Extração do Carvão do Estado de Santa Catarina. *Vamos Aprender Sobre o Carvão*. www.siecesc.com.br/carvão_prof.pdf

SILVEIRA, Márcio Rogério. Algumas Considerações sobre a Formação Socioespacial Sul-Catarinense. Revista de Tecnologia e Meio Ambiente – UNESC. Criciúma, 2001.

SOUZA, Vicente C.; RIPPER, Thomaz. *Patologia, Recuperação e Reforço de Estruturas de Concreto*. Ed. Pini. São Paulo, 1998.

TAVARES, P. E. M. & FAGUNDES, P. M. *Fotogrametria*. Rio de Janeiro: SBC. 1991.

THOMAZ, Ércio. *Trincas em Edifícios – Causas, Prevenção e Recuperação*. IPT/EPUS/PINI, São Paulo, 1989.

U.S. GEOLOGICAL SURVEY'S. United States of America, 2000.
<http://www.ga.usgs.gov/edu/pictureshtml/gwsubside.html>

VERCOZA, E.J., *Patologia das Edificações*. 1ª ed. Porto Alegre: Sagra, 1991.

WATANABE, Roberto Massaru.
<http://www.ebanataw.com.br/roberto/patologias/trincas.htm>

WOLF, P. *Elements of Photogrammetry*. New York: McGraw-Hill, 1974.

ZAMPIERI, Sérgio Luiz. *A Fotogrametria como Suporte para Proceder a Análise da Degradação Ambiental*. COBRAC 2000 - Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário - UFSC, Florianópolis.

ZARZUELA, JOSÉ LOPES. *Laudo Pericial: aspectos técnicos e jurídicos*. Ed. Revista dos Tribunais: Sindicato dos Peritos Criminais do Estado de São Paulo, 2000.