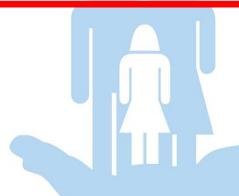


Noções de Avaliação de Risco Estrutural



DEFESA CIVIL - ES



Noções de Avaliação de Riscos Estruturais

<u>Instrutor:</u> Roney Gomes Nascimento Eng.º Civil – Subcoordenador de Operações

Introdução



Dentre os inúmeros problemas patológicos que afetam as edificações, sejam eles residenciais, comerciais ou institucionais, particularmente importante é o problema das trincas, devido a três aspectos fundamentais: o aviso de um eventual estado perigoso para a estrutura, o comprometimento do desempenho da obra em serviço, e o constrangimento psicológico que a fissuração da edificação exerce sobre seus usuários.

Do ponto de vista físico uma edificação nada mais é do que a interligação racional entre diversos materiais e componentes.

Não existe nenhum material infinitamente resistente; todos eles irão trincar-se ou romper-se sob ação de um determinado nível de carregamento, nível este que não deverá ser atingido no caso de não se desejar na edificação componentes trincados ou rompidos.

As fissuras podem ser causadas por:



- movimentações térmicas;
- movimentações higroscópicas;
- atuação de sobrecargas;
- deformabilidade excessiva de estruturas de concreto armado;
- recalques de fundação;
- retração de produtos à base de cimento;
- alterações químicas dos materiais de construção

Recuperação de componentes trincados /



A recuperação de componentes trincados só deverá ser procedida em função de um diagnóstico seguramente firmado, e somente após ter-se pleno conhecimento da implicação das trincas no comportamento da edificação como um todo.



As patogenias são problemas que se instalam nas edificações e que a tornam doentia. Na sua evolução, pode ocorrer uma deterioração das partes afetadas e até mesmo a ruptura, comprometendo a estabilidade da edificação. Em outras palavras, às vezes, uma simples mancha ou uma pequena trinca pode ser o sinal de que algo grave está acontecendo com o prédio.



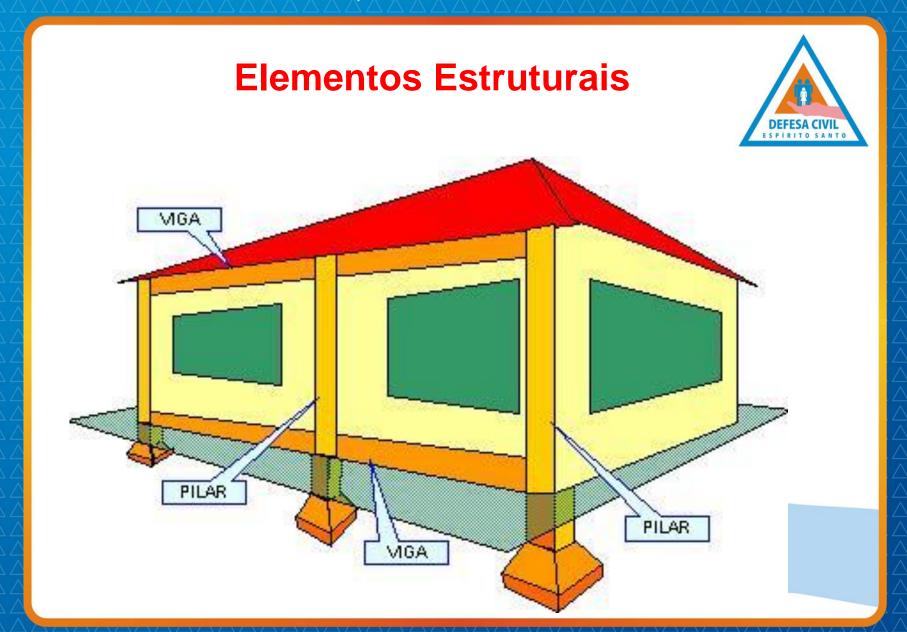
Muitas das patogenias originam-se durante a elaboração do projeto. Profissionais mal preparados ou com formação em outro país não conhecem as características climáticas, de insolação e regime dos ventos do Brasil onde encontramos uma variedade climática muito diversificada.

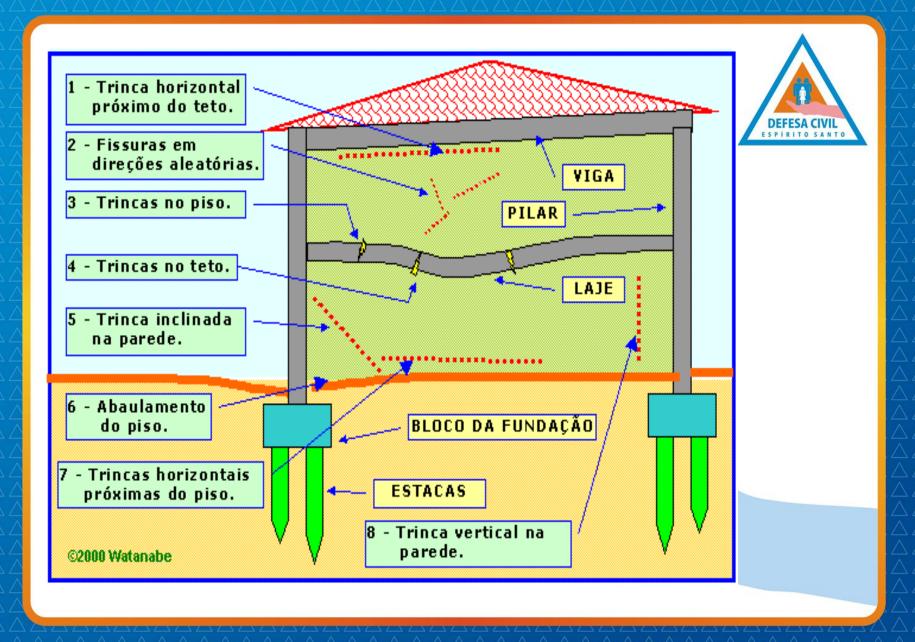
Além disso os materiais e os processos construtivos diferem muito, nosso cimento é muito diferente do europeu, nossas casas são construídas com tijolos ou blocos e nos EUA as casas e sobrados são todas de madeira e assim por diante existem muitas diferenças.

Outras patogenias surgem ao longo da vida do prédio - materiais como madeira apodrecem, ficam fracos e caem. Até o concreto, dependendo das circunstâncias, apodrece.



Vamos tomar o cuidado de não chamar de "patologia" qualquer problema no prédio. Patologia de prédio é o estudo das patogenias (doenças) que se instalam no prédio e que precisam receber uma profilaxia (tratamento) para serem erradicadas. Da mesma forma com que uma pessoa com o braço quebrado não está "doente", uma viga trincada não é patogenia e muito menos uma patologia.





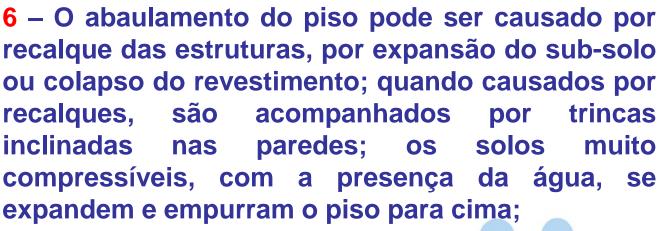
O que será que está acontecendo na casa desenhada no slide anterior?

- DEFESA CIVIL ESPÍRITO SANTO
- 1 Trinca horizontal próxima ao teto pode ser 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 ser devido à falta de aderência da pintura, retração da argamassa de revestimento, retração da alvenaria ou falta de aderência da argamassa à parede;

3 -Trincas no piso podem ser produzidas por vibrações de motores, excesso de peso sobre a laje ou fraqueza da laje; verificar se há trincas na parte de baixo (ver ítem 4); se tiver é grave; peça o PARECER de um engenheiro de estruturas;



4 -Trincas no teto podem ser causadas pelo recalque da laje, falta de resistência da laje ou excesso de peso sobre a laje; pode ser grave; peça o PARECER de um engenheiro de estruturas; 5 -Trincas inclinadas nas paredes é sintoma de recalques; um dos lados da fundação não agüentou ou não está agüentando o peso e afundou ou está afundando; geralmente é grave; peça o PARECER de um engenheiro de estruturas;





- 7 As trincas horizontais próximas ao piso podem ser causadas pelo recalque do baldrame ou mesmo pela subida da umidade pelas paredes, por causa do 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 nasce naquele ponto do outro lado da parede;

Corrosão de armaduras:

- DEFESA CIVIL ESPIRITO SANTO
- As reações de corrosão, independentemente de sua natureza, produzem óxido de ferro, cujo volume é muitas vezes maior do que o original do metal são; essa expansão provoca o fissuramento e o lascamento do concreto nas regiões próximas às armaduras;
- Destacam-se como meios agressivos ao concreto: ambientes marinhos (ricos em íons cloro), solos com elevado teor de matéria orgânica em decomposição (presença de ácido carbônico), solos contaminados, atmosferas poluídas de grandes cidades (íons enxofre provenientes da queima de combustíveis de motores a explosão) e diversas atmosferas industriais (refinarias de petróleo, indústrias de papel e celulose, cerveja, etc.); também as paredes de galerias de esgotos domésticos são bastante suscetíveis de ataque, particularmente acima do nível do efluente; nesse caso, o gás sulfídrico que se desprende do esgoto combina-se com o hidrogênio do ar, transformando-se sucessivamente em ácido sulfuroso e ácido sulfúrico.

- Na vistorias de corrosão das armaduras, deve aterse mais às regiões da estrutura que estiverem submetidas a ciclos de molhagem e secagem, à estrutura voltada para a fachada, lajes descobertas, pés de pilares e locais confinados, como as garagens; muitas vezes existe a necessidade de remoção e do concreto para melhor visualização da manifestação patológica;
- A vistoria em edificações deve levar em consideração aspectos importantes como infiltrações de água, corrosão de armaduras, fissuras e deformações em elementos estruturais, fissuras em alvenarias, descolamentos nos revestimentos; deve ser feito o registro por meio de fotografias e croquis;





- As trincas, em geral, são ocorrências muito comuns nas casas e prédios; surgem em função de muitas causas diferentes e são conhecidas também como fissuras ou rachaduras; entretanto, existe uma diferença conceitual entre fissura, trinca e rachadura;
- Os leigos, por terem dificuldade de compreenderem os fenômenos físicos e mecânicos relacionados com os diversos componentes construtivos preferem diferenciar as aberturas dizendo que fissura é uma abertura bem pequenina, que trinca é uma abertura mediana e rachadura uma abertura bem grande;



Fissuras são muito comuns, mas isto não significa que são normais; portanto não devem ser aceitas passivamente; muitas vezes são bem pequenas, quase invisíveis, mas podem ser sintomas de algo muito grave que está acontecendo com a estrutura da sua edificação; em diversos casos de desabamentos de prédios, moradores já haviam desconfiados de trincas que teriam aparecido dias antes do desabamento, mas que não tinha sido dada a importância que o caso merecia; se tivessem feito a evacuação preventiva do prédio muitas mortes poderiam ser evitadas; Fissuras: é o estado em que um determinado objeto ou parte dele apresenta aberturas finas e alongadas na sua superfície; em geral, a fissura não representa sinal de gravidade na estrutura; em alguns casos, porém, podem ser o sinal de uma possível rachadura em alguma peça estrutural (laje, viga ou pilar); ex: A aplicação de uma argamassa rica em cimento, após a cura, muitas fissuras em direções aleatórias; as fissuras são, geralmente, superficiais e não implicam, necessariamente, em diminuição da segurança de componentes estruturais;



DEFESA CIVIL ESPIRITO SANTO

Trincas: é o estado em que um determinado objeto ou parte dele se apresenta partido, separado em partes; ex: A parede está trincada, isto é, está separada em duas partes; em muitas situações a trinca é tão fina que é necessário o emprego de aparelho ou instrumento para visualizá-lo; as trincas, por representarem a ruptura dos elementos, podem diminuir a segurança dos componentes estruturais de uma edificação, de modo que mesmo que seja quase imperceptível deve ter as causas minuciosamente pesquisadas; lembre-se: no caso do Edifício Pálace II, no Rio de Janeiro, que caiu matando diversas pessoas, um dos moradores havia solicitado a opinião de um engenheiro uma semana antes e este havia dito: "Isto é normal";

- Rachaduras: é o estado em que um determinado objeto ou parte dele apresenta uma abertura de tal tamanho que ocasiona interferências indesejáveis; ex: pela rachadura da parede entra vento e água da chuva; as rachaduras, por proporcionarem a manifestação de diversos tipos de interferências, devem ser analisadas caso a caso e serem tratadas do seu fechamento;
- Antes de pensar em "tampar" uma trinca, é importante descobrir e eliminar a causa, isto é, aquilo que está causando a trinca, pois a trinca é apenas uma consequência, um sintoma de alguma coisa ruim que está acontecendo com a sua casa ou prédio;



São muitas as causas que provocam o aparecimento de trincas; as mais comuns são:



1 - RETRAÇÃO:

 A argamassa de revestimento, a tinta e outros materiais que são aplicados úmidos, diminuem de tamanho (retração) ao secar;

2 – ADERÊNCIA:

 As pinturas e os revestimentos que precisam ficar bem "grudados" na parede, por algum motivo, apresentam perda de aderência e começam a descascar;

3 – DILATAÇÃO:

 Os materiais aumentam e diminuem de tamanho em função da variação da umidade do meio ambiente;

4 - MUITO CIMENTO:



 A argamassa de revestimento, quando tiver um alto teor de cimento, sofre uma grande retração e fica toda fissurada;

5 - AMARRAÇÃO:

 As paredes devem ficar bem "amarradas" na estrutura do prédio;

6 - TREPIDAÇÃO:

 Elevadores, compressores e mesmo os veículos que trafegam na rua, produzem vibrações que afetam as partes do prédio;

7 - RECALQUE:

 O excesso de peso, a acomodação do prédio, a fraqueza do material ou do terreno fazem com que a peça se deforme ou afunde;



8 - CAPACIDADE:

 Por erro de cálculo ou por deficiência na hora da confecção, as peças podem ficar fracas;

9 – MUDANÇA DO USO:

 Um prédio que foi projetado para uso residencial, está sendo usado como comércio, por exemplo;

10 - VIZINHANÇA:

 Construíram um "baita" prédio de 30 andares que alterou o fluxo de água subterrânea da região;



11 – ERRO DE PROJETO:

 Por falha na concepção da estrutura do prédio, há partes em desarmonia com o resto;

12 – INFILTRAÇÃO:

Água e outros elementos podem se infiltrar causando danos;

13 – MANUTENÇÃO:

Falhas, imperícias, falta de conhecimento;

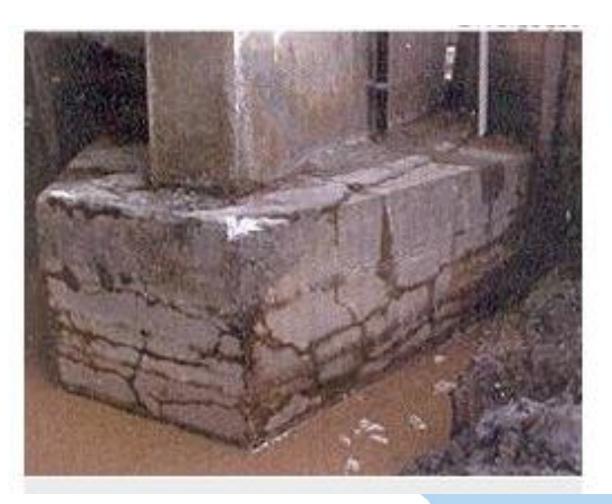


14 - CORROSÃO:

Saiba o que é corrosão eletroquímica ou corrosão catódica;

15 – CIMENTO:

 Veja quais são os tipos de cimentos produzidos no Brasil;





Há reações dentro da estrutura de concreto quando em contato com a água, provocando inúmeras fissuras



"São estruturas que, por algum motivo, deixaram de atender às funções para as quais foram construídas apresentando, eventualmente, risco para usuários residuais, ou mesmo, nos casos emergenciais, para as ações de resgate"





Vista lateral de viga de sustentação de ponte sobre o Rio Una







Edificação comprometida próxima a desabamento de muro de contenção - Pedro Canário/ES - Chuvas de jan/2005





Estrutura comprometida de reservatório de água Taquaras- Pedro Canário/ES





Estrutura comprometida de reservatório de água Taquaras- Pedro Canário/ES





Coluna de sustentação comprometida de reservatório de água - Taquaras- Pedro Canário/ES





Edificação comprometida pelas chuvas de jan/2005 Taquaras- Pedro Canário/ES





Edificação comprometida pelas chuvas de nov/2006 Ponto Belo/ES





Alvenaria desprotegida em edificação afetada pelas chuvas de dez/2006 - Vila Pavão/ES





Desabamento de galeria em área urbana Pinheiros/ES – jul/2009





Edificação com anomalia estrutural provocada por galeria sob sua fundação - Pinheiros/ES – jul/2009

Efeitos de Incêndio





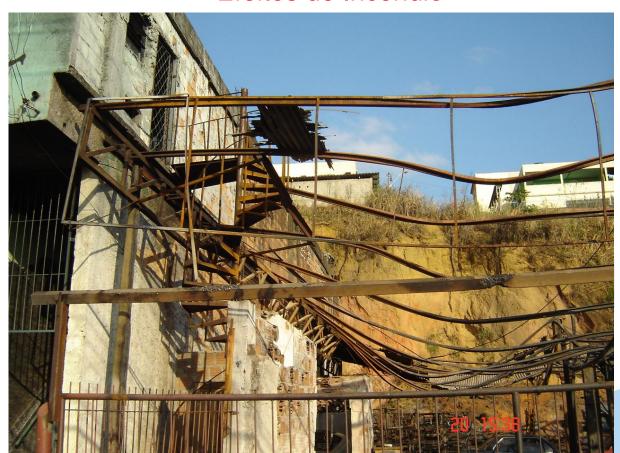
Estrutura colapsada por incêndio – Cariacica - ES





Estrutura colapsada em pavto superior de edificação Timbuí - Fundão/ES - maio/2010

Efeitos de Incêndio





Estrutura colapsada por incêndio Cariacica - ES

Corrosão em Estrutura Metálica





Estrutura metálica de quadra de esportes coberta - CREFES – Vila Velha - ES

Tipos de Construções e Estruturas:

DEFESA CIVIL ESPÍRITO SANTO

- Principais sistemas construtivos:
 - 3.1 Alvenaria auto-portante;
 - Blocos cerâmicos, concreto ou solo-cimento
 - 3.2 Concreto armado ou protendido;
 - Pilares, vigas e lajes (maciças ou pré-fabricadas)
 - 3.3 Metálicas ou mistas;
 - Prédios e galpões
 - 3.4 Madeira;
 - Prédios, telhados e galpões
 - 3.5 Outros
 - Pau-a-pique, estuque, palhas, solo-cimento, etc.

Coordenadoria Estadual de Defesa Civil | Espírito Santo





Zona Rural - Montanha - ES





Taquaras - Pedro Canário - ES





Praia Grande - Fundão - ES

Coordenadoria Estadual de Defesa Civil | Espírito Santo





Boa Esperança - ES

Tipos de danos e deteriorações das estruturas



- Tipos de acidentes:
 - Incêndio, Impactos ou Desabamento.
- Tipos de deterioração:
 - Apodrecimento de madeiramentos;
 - Corrosão das armaduras do concreto ou de elementos metálicos;
 - Destruição do concreto:
 - Infiltrações, ataques químicos externos ou internos.
- Falhas de projeto ou execução.

Avaliação da probabilidade de ruína de estruturas



- Sinais de instabilidade das estruturas:
 - Estruturas de alvenaria auto-portante:
 - Fissuras nas alvenarias;
 - Diagonais, verticais e horizontais;
 - Diagonais em cantos de janelas e portas;
 - Fissuração generalizada.
 - Falta de argamassas de assentamento ou ligação;
 - Perda de verticalidade das alvenarias;
 - Problemas nas esquadrias funcionamento;
 - Falta de suporte da estrutura do telhado;
 - Deformações excessivas dos elementos de telhado;
 - Vibrações excessivas;
 - Insuficiência das fundações.

– Estruturas de Concreto Simples:



- Perda de verticalidade;
- Fissuras verticais;
- Fissuras diagonais;
- Esmagamento de trechos;
- Infiltrações;
- Problemas em fundações.

– Estruturas metálicas:

- Corrosão na base dos pilares;
- Corrosão nas regiões de ligação entre elementos;
- · Corrosão generalizada;
- Deformações excessivas globais;
- Deformações excessivas localizadas;
- Sinais de fragilidade estrutural;
- Fraturas por fadiga;
- Vibrações excessivas;
- Concentração de tensões nas ligações;
- Insuficiência das fundações.



– Estruturas de Madeira:

- DEFESA CIVIL ESPIRITO SANTO
- Ataques por fungos apodrecimento perda de seção;
- Sinais de infiltração apodrecimento;
- Deformações excessivas;
- Esmagamento de peças;
- Destruição das ligações entre elementos com sinais de movimentação relativa;
- Separações excessivas das alvenarias de vedação;
- Movimentações excessivas;
- Perda de verticalidade;
- Insuficiência das fundações.



Análise de risco iminente:

- Lajes, Vigas, Pilares, Coberturas, Muros, Galpões e Reservatórios:
 - Observar fissuras e deformações;
 - Observar integridade dos elementos estruturais;
 - Observar zonas de ligação e centro de vãos.





Viga de teto p/sustentação de ponte sobre o Rio Perocão - Guarapari/ES - Março/2010





Edificação de baixo padrão construtivo – estruturada colapsada - Iconha/ES - Ago/2008





Flambagem de pilar em estrutura de sustentação de varanda Praia das Virtudes – Guarapari/ES - Ago/2007

Coordenadoria Estadual de Defesa Civil | Espírito Santo





Viga de teto comprometida em estrutura de pátio de banho de sol - Presídio de Argolas – Vila Velha/ES - Mai/2009



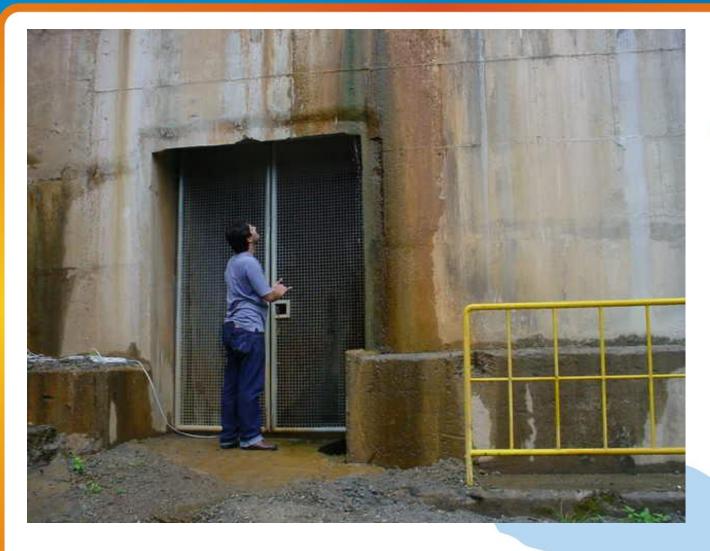


Escoramento em cabeceira comprometida de ponte em Rodovia Estadual - Atílio Vivácqua/ES - Jan/2009



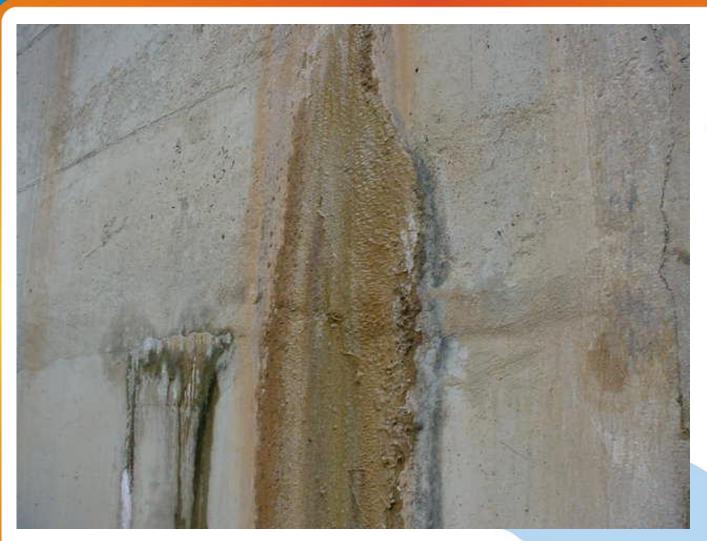


Escoramento em cabeceira de ponte em Rodovia Estadual - Atílio Vivácqua/ES - Jan/2009





Vistoria na Represa PCH São Simão Alegre/ES – Dez/2009





Vistoria em ombreira da Represa PCH São Simão Alegre/ES – Dez/2009





Comprometimento de muro de gabião às margens da Rodovia do Sol – Piúma/ES – Fev/2007





Ausência de manutenção em Ponte Guarapari/ES – Set/2008









Vista de beiral de laje de prédio adernado p/prédio vizinho Ibatiba/ES – Abr/2009

Muito Obrigado!



- Eng.^o Civil Roney Gomes Nascimento
- E-mail: defesacivil@bombeiros.es.gov.br
- E-mail: engroney@yahoo.com.br
- E-mail: engroney@gmail.com
- Tels: (27)-31374441/(27)-99752075 (CEDEC/ES)/(27)-99031694 (Part)