

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
Curso de Especialização em Gestão em Avaliações e Perícias

Monografia

**FISSURAS, TRINCAS E RACHADURAS CAUSADAS POR  
RECALQUE DIFERENCIAL DE FUNDAÇÕES.**

Autor: Alexandre Magno de Oliveira

Orientador: Prof. Adriano de Paula e Silva.

Belo Horizonte

Julho de 2012

Aos meus filhos, Lara, Sophia e Rodrigo e  
especialmente a minha querida esposa Claudia,  
pelo apoio, carinho e dedicação.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao meu orientador, o Engenheiro Doutor Adriano de Paula e Silva, pelo imenso apoio, pela paciência que vem me instruindo e, com seu talento profissional notável, ao qual terei como espelho não só profissionalmente como na vida.

A Engenheira Doutora Cristiane Machado Parisi, que contribui em vários momentos para minha formação.

## SUMÁRIO

|  |     |
|--|-----|
| Lista de figuras .....   | 005 |
| 1. Resumo .....  | 007 |
| 2. Introdução .....  | 008 |
| 3. Objetivo.....   | 008 |
| 4. Revisão bibliográfica.....                                    | 009 |
| 4.1 Definições de patologia das construções.....                 | 009 |
| 4.2 Definições de fissuras, trincas e rachaduras.....            | 009 |
| 4.3 Definições de fundações.....                                 | 028 |
| 4.3.1 Fundações superficiais .....                               | 029 |
| 4.3.2 Fundações profundas.....                                   | 030 |
| 4.4 Recalques diferencial de fundações .....                     | 031 |
| 4.4.1 Recalque de fundações por superposições de pressões.....   | 032 |
| 4.4.2 Recalque diferencial devido a erros de projetos.....       | 032 |
| 4.4.3 Recalque diferencial devido a erros de execução.....       | 033 |
| 4.4.4 Recalque diferencial devido a problemas no solo.....       | 033 |
| 4.5 Movimentação das fundações .....                             | 035 |
| 4.5.1 Configurações Típicas.....                                 | 037 |
| 5. Metodologia .....   | 038 |
| 6. Estudo de caso.....   | 038 |
| 7. Análise e Conclusões .....                                    | 094 |
| 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 096 |

## LISTA DE FIGUAS

|   |    |
|---|----|
| Figura - 1 Figura diferenciando as anomalias com relação a abertura.....                  | 10 |
| Figura - 2 Propagação das tensões numa laje de cobertura.....                             | 11 |
| Figura - 3 Movimentação da laje sob ação da temperatura.....                              | 11 |
| Figura - 4 Trinca típica presente no topo da parede .....                                 | 12 |
| Figura - 5 Trinca horizontal na alvenaria .....   | 13 |
| Figura - 6 Trincas nas peças estruturais .....  | 14 |
| Figura - 7 Fissuramento vertical da alvenaria .....                                       | 14 |
| Figura - 8 Trinca vertical no terço médio da parede .....                                 | 14 |
| Figura - 9 Trinca horizontal na base da alvenaria por efeito da umidade .....             | 15 |
| Figura - 10 Destacamento da argamassa no topo do muro, devido a umidade .....             | 15 |
| Figura - 11 Fissuração típica em viga subarmada, devido a flexão .....                    | 17 |
| Figura - 12 Fissuras de cisalhamento em viga solicitada à flexão .....                    | 17 |
| Figura - 13 Fissuras provocadas por torção .....  | 17 |
| Figura - 14 Fissuramento típico de lajes simplesmente apoiada.....                        | 18 |
| Figura - 15 Trincas na face superior da laje .....  | 18 |
| Figura - 16 Trincas inclinadas devidas à torção da laje .....                             | 18 |
| Figura - 17 Fissuras verticais no pilar indicando insuficiência de estribos.....          | 19 |
| Figura - 18 Fissuração típica de alvenaria causada por sobrecarga vertical .....          | 20 |
| Figura - 19 Trincas horizontais na alvenaria por sobrecarga .....                         | 20 |
| Figura - 20 Trincas em paredes de vedação por deformação da viga suporte .....            | 21 |
| Figura - 21 Trincas em paredes de vedação por deformação da viga suporte superior .....   | 21 |
| Figura - 22 Trincas em paredes causada pela deformação dos componentes .....              | 22 |
| Figura - 23 Cisalhamento entre painéis pré-fabricados, por flexão da estrutura.....       | 22 |
| Figura - 24 Trincas na alvenaria, provocadas pela deflexão de viga em balanço .....       | 22 |
| Figura - 25 Trinca horizontal na base da parede por deformação da laje .....              | 23 |
| Figura - 26 Trinca de cisalhamento no painel devido recalque diferencia de fundação ..... | 25 |
| Figura - 27 Figura.....   | 25 |

|  |    |
|--|----|
| Figura - 28 Trincas devido ao recalque diferencial, aterro carregado.....                | 26 |
| Figura - 29 Trincas de cisalhamento sobre seções de corte e aterro .....                 | 26 |
| Figura - 30 Trincas no edifício menor devido ao carregamento do edifício novo .....      | 26 |
| Figura - 31 Trincas provocadas por falta de homogeneidade do solo.....                   | 27 |
| Figura - 32 Trincas provocadas por rebaixamento do lençol freático.....                  | 27 |
| Figura - 33 Exemplo de fundações superficiais .....                                      | 29 |
| Figura - 34 Exemplo de fundações profundas.....  | 30 |
| Figura - 35 Superposições de pressões, bulbo de pressões .....                           | 31 |
| Figura - 36 Fissuras típicas causadas por recalques de fundações de pilares .....        | 34 |
| Figura - 37 Fissuras por recalque de fundação por pilar de canto.....                    | 35 |
| Figura - 38 Fissuras em paredes portante por recalque de extremidade .....               | 35 |
| Figura - 39 Deformação côncava de parede portante e suas trincas .....                   | 35 |
| Figura - 40 Deformação convexa de parede portante e seus efeitos .....                   | 35 |
| Figura - 41 Provável fissuramento de edificação assente parte em aterro .....            | 35 |
| Figura - 42 Direção das fissuras típicas causadas por recal. Fund. ilares .....          | 36 |
| Figura - 43 Direção das fissuras por recalque de fundação por pilar de canto .....       | 36 |
| Figura - 44 Direção das fissuras em paredes portante por recalque de extremidade .....   | 36 |
| Figura - 45 Direção da Deformação côncava de parede portante e suas trincas .....        | 37 |
| Figura - 46 Direção da Deformação convexa de parede portante e seus efeitos.....         | 37 |
| Figura - 47 Direção da Provável fissuramento de edificação assente parte em aterro... .. | 37 |

## **1 - RESUMO**

O presente trabalho mostra a importância da identificação e conhecimento das causas de patologias tipo fissuras, trincas e rachaduras provocadas por recalque diferencial de fundação no auxílio ao Perito Judicial para a elaboração de seu laudo pericial. A pesquisa realizada envolveu uma revisão bibliográfica completa sobre o aparecimento de fissuras e trincas em edificações, tendo como origem as deformações do solo e indução de tensões de tração nos componentes da edificação. Nessa revisão são analisadas as principais causas do aparecimento de recalques diferenciais nos solos e como estes recalques induzem o aparecimento de danos nas edificações. Para um melhor entendimento das manifestações patológicas é feito adicionalmente um estudo sobre os principais tipos de fundações presentes na construção civil e a indicação de sua utilização. O trabalho apresenta também um estudo de caso, relativo a uma perícia técnica executada e o correspondente laudo pericial elaborado. Através da comparação da revisão bibliográfica realizada e o estudo de caso, puderam ser estabelecidas conclusões sobre os eventos ocorridos e suas causas. Finalmente, o trabalho analisa a importância do conhecimento das causas dos danos para uma correta apuração de responsabilidades e, no caso da perícia judicial, dar ao Juiz uma visão real dos problemas de engenharia ocorridos.

## **2 – INTRODUÇÃO**

O recente desenvolvimento econômico do país, especialmente nas últimas décadas, teve repercussão em larga escala na Engenharia, especialmente na área da construção civil, com significativo aumento no número de construções.

Entretanto, esse crescimento do número de construções, infelizmente, não veio acompanhado do necessário e criterioso cuidado na construção.

Consequentemente, a área da Engenharia voltada para a perícia mostrou-se de extrema importância, seja na esfera extrajudicial, através das vistorias cautelares, com vistas a evitar conflitos, seja na esfera judicial quando, já instalado o conflito, o que se busca é solucioná-lo, dando suporte técnico ao juiz para suas decisões.

Assim, na lida diária dos trabalhos periciais, o profissional da Engenharia depara-se, rotineiramente, com a existência de edificações nas quais se evidenciam patologias, dentre as quais, FISSURAS, TRINCAS E RACHADURAS.

## **3 – OBJETIVO**

O objetivo geral deste trabalho é a apresentação da metodologia e dos procedimentos para se encontrar as soluções mais justas de conflitos através do uso das perícias de engenharia, presentes em muitas demandas judiciais, o trabalho tem ainda como objetivo a exposição de uma aplicação dessa metodologia a uma situação real do dia a dia.

## 4 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 4.1 – Definições de patologia das construções.

A palavra Patologia significa em grego (páthos, doença, e logos, estudo), já normalmente utilizada em diversas áreas da ciência. Sua aplicação nas áreas de Ciências Biológicas é comumente utilizada, por se tratar de estudos investigativos referentes às alterações estruturais e funcionais das células, dos tecidos e dos órgãos, provocados por doenças.

Na engenharia, a patologia nas edificações dedica-se ao estudo de problemas dos edifícios e as alterações funcionais causadas no mesmo. Essas patologias podem ter sido adquiridas durante a execução da obra, ou seja, fazendo comparação com a medicina, podem terem sido adquiridas congenitamente.

Apropriadamente, existe uma diferença entre patologia e manifestação patológica, esta última é a expressão resultante de um mecanismo de degradação. Já a patologia, é uma ciência formada por um conjunto de teorias que serve para explicar o mecanismo e a causa da ocorrência de determinada manifestação patológica.

### 4.2 – Definições de fissuras, trincas e rachaduras.

Fissuras, trincas e rachaduras são manifestações patológicas das edificações observadas em alvenarias, vigas, pilares, lajes, pisos entre outros elementos, geralmente causadas por tensões dos materiais. Se os materiais forem solicitados com um esforço maior que sua resistência acontece a falha provocando uma abertura, e conforme sua espessura será classificada como fissura, trinca, rachadura, fenda ou brecha.

| <b>ANOMALIAS</b> | <b>ABERTURAS (mm)</b> |
|------------------|-----------------------|
| Fissura          | até 0,5               |
| Trinca           | de 0,5 a 1,5          |
| Rachadura        | de 1,5 a 5,0          |
| Fenda            | de 5,0 a 10,0         |
| Brecha           | Acima de 10,0         |

Figura 1 – retirada da página do site do professor Adriano de Paula e Silva, UFMG

As patologias do tipo fissuras podem ter suas causas, por movimentação térmica, movimentação higroscópica, por atuação de sobrecargas, por deformação excessiva de estruturas, **por recalque de fundações** ou até por alterações químicas.

**Fissuras provocadas por movimentações térmicas** – com a variação da temperatura durante o dia, os componentes de uma construção sofrem movimentação de dilatação ou contração. Essas variações produzem variação dimensional nos materiais de construção (dilatação ou contração); estes movimentos de dilatação e contração são restringidos pelos diversos vínculos que envolvem os elementos e componentes, desenvolvendo-se nos materiais, por este motivo, tensões que poderão provocar o surgimento de fissuras.

As movimentações de estruturas causadas por variação térmicas estão relacionadas com as propriedades físicas do material que as compõe e com a intensidade da variação da temperatura; a magnitude das tensões desenvolvidas é função da intensidade da movimentação, do grau de restrição imposto pelos vínculos a esta movimentação e das propriedades elásticas do material.

As manifestações patológicas trincas de origem térmicas podem também surgir por movimentações diferenciadas entre componentes de um elemento, entre elementos de um sistema e entre regiões distintas de um mesmo material. As principais movimentações diferenciadas ocorrem em função de: junção de materiais com diferentes coeficientes de dilatação térmica, sujeitos às mesmas variações de temperatura (por exemplo, movimentações diferenciadas entre argamassa de assentamento e componentes de alvenaria); exposição de elementos a diferentes solicitações térmicas naturais (por exemplo, cobertura em relação às

paredes de uma edificação); e gradiente de temperatura ao longo de um mesmo componente (por exemplo, gradiente entre a face exposta e a face protegida de uma laje de cobertura).

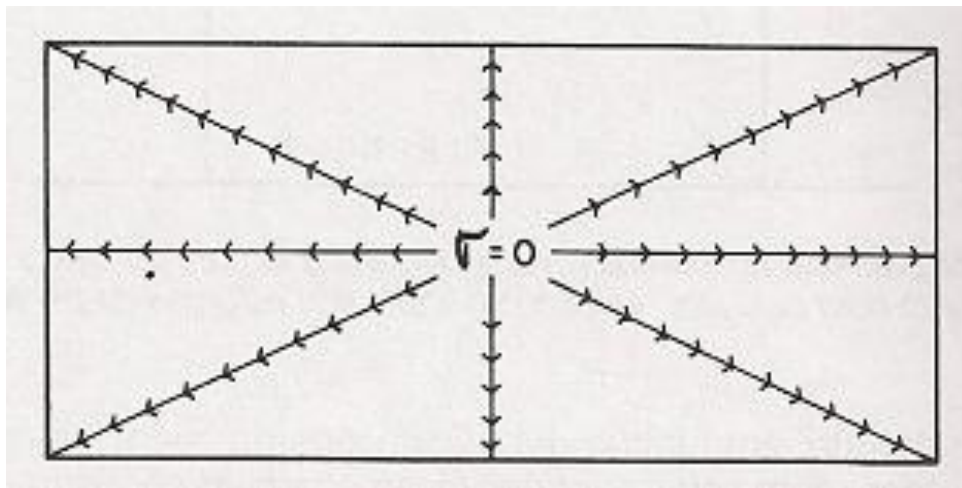


Figura 2 – Propagação das tensões numa laje de cobertura com bordos vinculados devido a efeitos térmicos (THOMAZ, E.; **Trincas em Edifícios**, pág. 23. São Paulo, 1949)

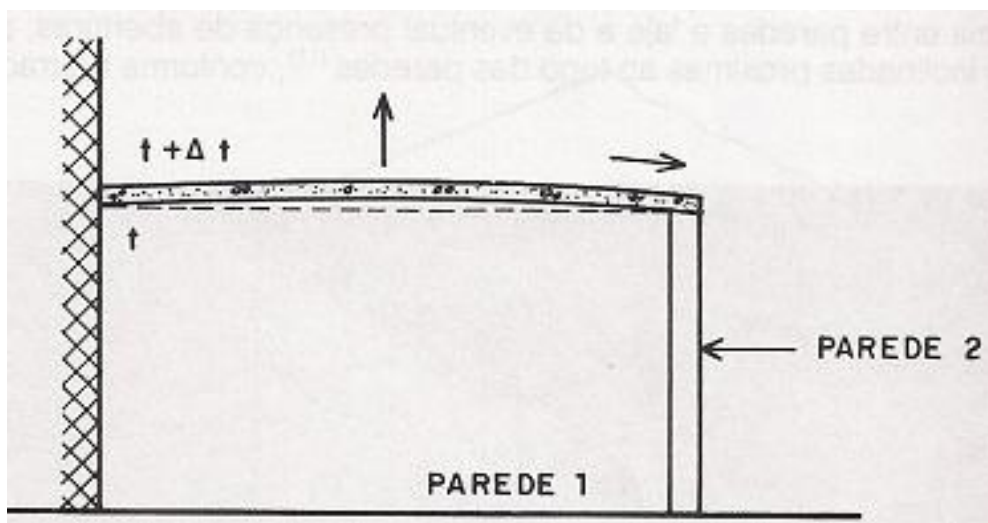


Figura 3 – Movimentação que ocorreu numa laje de cobertura, sob ação da elevação da temperatura (THOMAZ, E.; **Trincas em Edifícios**, pág. 23. São Paulo, 1949)

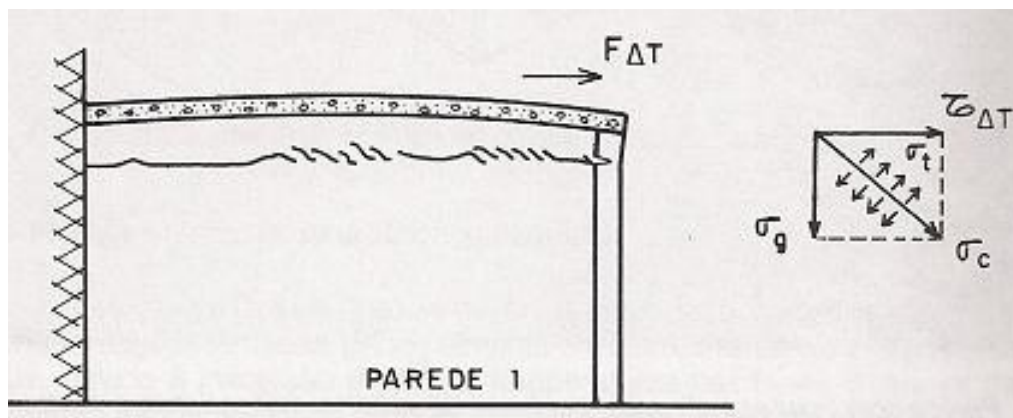


Figura 4 – Trinca típica presente no topo da parede paralela ao comprimento da laje (THOMAZ, E.; **Trincas em Edifícios**, pág. 23. São Paulo, 1949)

**Fissuras causadas por movimentações higroscópicas** – Alterações higroscópicas induzem a mudanças dimensionais nos materiais porosos que fazem parte dos elementos e componentes da edificação; o aumento do teor de umidade leva a uma expansão do material enquanto que a diminuição desse teor provoca uma contração. Com a existência de vínculos que impeçam as movimentações poderão ocorrer fissuras nos elementos e componentes do sistema construtivo, constituído-se assim as manifestações patológicas.

Como a umidade pode chegar aos materiais de construtivos? Abaixo, de diversas vias:

- a) Umidade residual da fabricação dos componentes. Com a fabricação de componentes construtivos à base de ligantes hidráulicos, usa-se comumente uma quantidade de água superior à necessária as reações químicas de hidratação. Este composto ligante, água em excesso permanece em estado livre no interior do componente e, ao se evaporar, provoca contração do material.
  
- b) Umidade proveniente da própria obra. Na obra, tem-se o costume de umedecerem-se componentes de alvenaria no processo de assentamento, até mesmo painéis de alvenaria que receberão argamassas de revestimento; com esta prática é correta pois visa impedir a retirada súbita de água das argamassas, o que levaria a prejudicar a aderência com os componentes de alvenaria ou até mesmo as reações de hidratação do cimento. Acontece que nesta ação costumeira de umedecimento poder-se-á elevar o teor de umidade dos componentes de alvenaria a valores muito acima da umidade higroscópica de equilíbrio,

resultando-se em uma expansão do material; a água em demasia, a exemplo do que foi dito na alínea anterior, tenderá a evaporar-se, provocando uma contração do material.

- c) Umidade atmosférica ou proveniente das chuvas, fenômenos meteorológicos. No canteiro de obra, o material poderá absorver água de chuva antes mesmo de ser utilizado, durante o transporte até a obra ou por armazenagem desprotegida do canteiro. Com o decorrer da vida da construção, geralmente as faces de seus componentes voltadas para o exterior poderão absorver quantidades consideráveis de água de chuva ou, em algumas regiões, até mesmo de neve. Também a umidade de vapor, quer sob a de água líquida.
- d) Umidade vinda do solo. Presente de água no solo levará a ascensão da água por capilaridade à base da construção, considerando que os diâmetros dos poros capilares e o nível do lençol freático assim o permitam. No caso de não haver impermeabilização eficiente entre o solo e a base da construção, a umidade terá acesso aos seus componentes, podendo trazer diversos inconvenientes a pisos e paredes do primeiro pavimento.

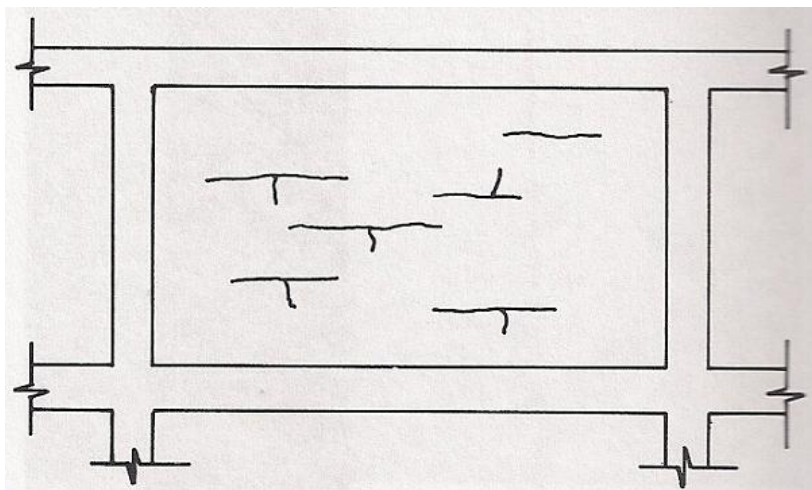


Figura 5 – Trincas horizontais na alvenaria provenientes da expansão dos tijolos (THOMAZ, E.; **Trincas em Edifícios**, pág. 37. São Paulo, 1949)

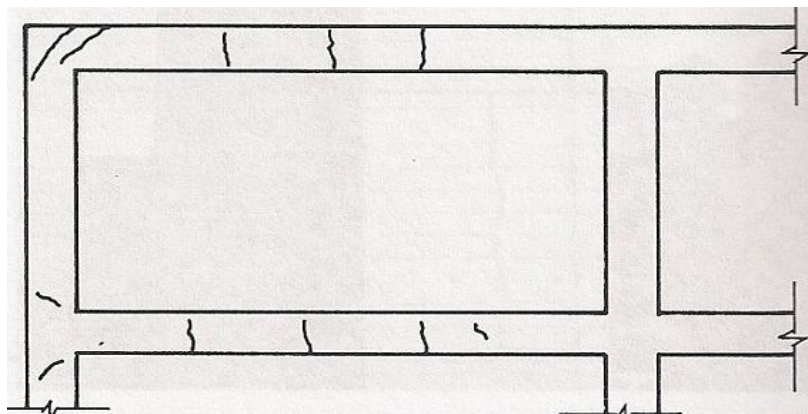


Figura 6 – Trincas nas peças estruturais: a expansão da alvenaria sollicita o concreto à tração (THOMAZ, E.; **Trincas em Edifícios**, pág. 37. São Paulo, 1949)

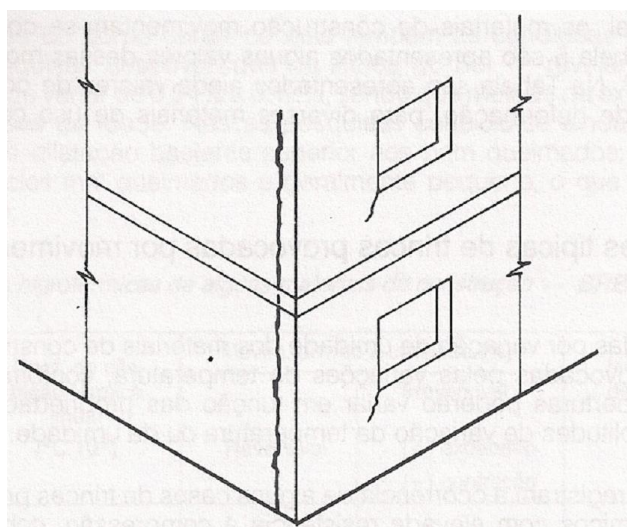


Figura 7 – Fissuramento vertical da alvenaria devido a expansão dos tijolos por absorção de umidade (THOMAZ, E.; **Trincas em Edifícios**, pág. 38. São Paulo, 1949)

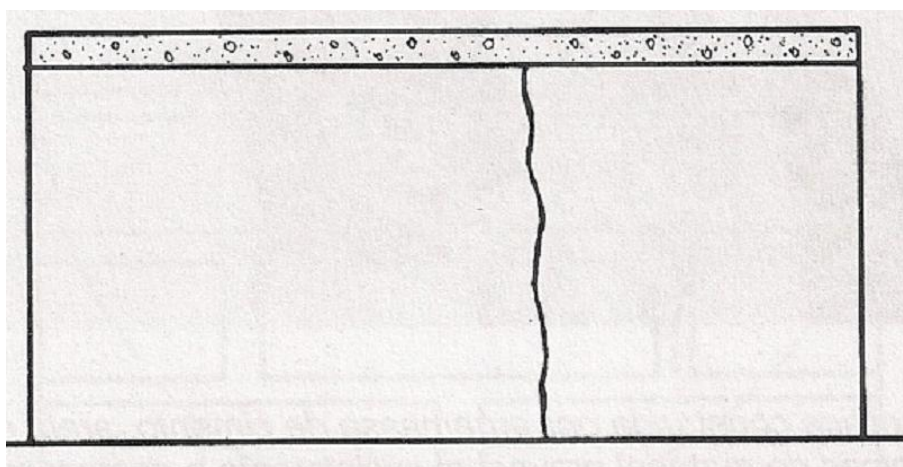


Figura 8 – Trinca vertical no terço médio da parede, causada por movimentações higroscópicas de tijolos de solo-cimento (THOMAZ, E.; **Trincas em Edifícios**, pág. 38. São Paulo, 1949)

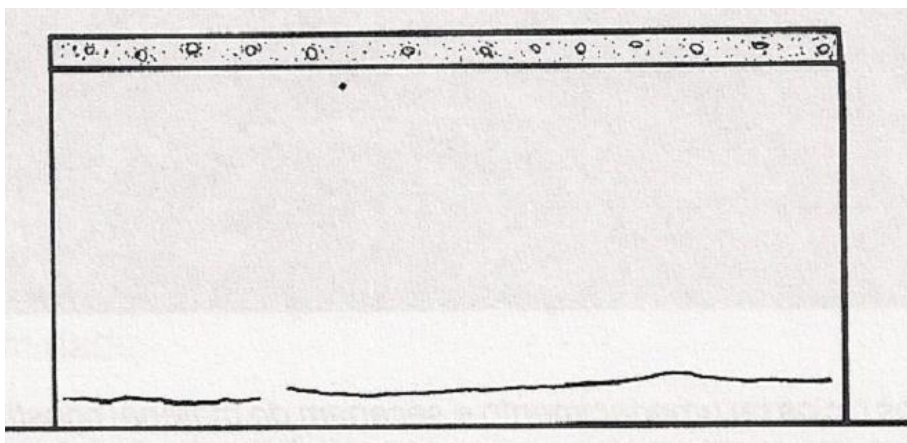


Figura 9 – Trinca horizontal na base da alvenaria por efeito da umidade do solo (THOMAZ, E.; **Trincas em Edifícios**, pág. 42. São Paulo, 1949)

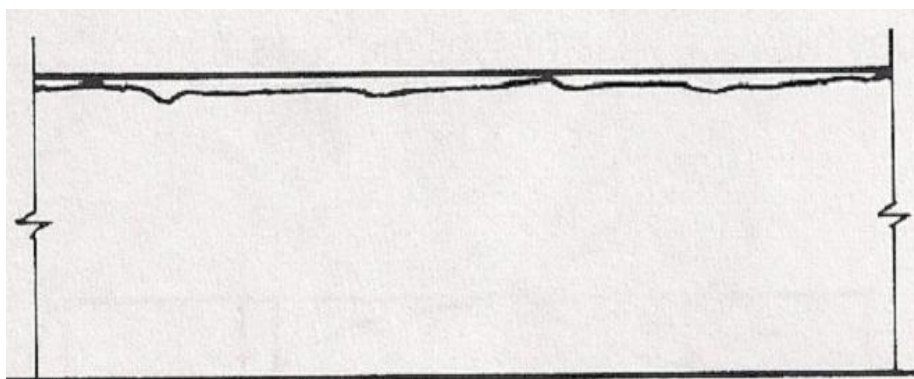


Figura 10 – Destacamento da argamassa no topo do muro, causado pela absorção de umidade (THOMAZ, E.; **Trincas em Edifícios**, pág. 42. São Paulo, 1949)

**Fissuras causadas por atuação de sobrecargas** – As sobrecargas podem produzir a fissuração de componentes estruturais, tais como pilares, vigas e paredes. As sobrecargas atuantes podem ter sido consideradas no projeto estrutural, caso em que a falha decorre da execução da peça ou do próprio cálculo estrutural, mas pode também estar ocorrendo a solicitação da peça por uma sobrecarga superior à prevista. Deve-se lembrar ainda que não raras vezes pode-se presenciar a atuação de sobrecargas em componentes sem função estrutural, normalmente pela deformação da estrutura resistente do edifício ou pela sua utilização não prevista em seu projeto original.

Considera-se como sobrecarga uma solicitação externa, prevista ou não em projeto, capaz de provocar a fissuração de um componente com ou sem função estrutural; com esse enfoque serão consideradas apenas as sobrecargas verticais.

Os efeitos da sobrecarga, tendo sido prevista ou não em projeto, pode produzir o fissuramento de componentes de concreto armado sem que necessariamente isto resulta em ruptura do componente ou instabilidade da estrutura; o aparecimento de fissuração num determinado componente estrutural leva a uma redistribuição de tensões ao longo do componente fissurado bem como nos componentes vizinhos, de maneira que a solicitação externa geralmente acaba sendo absorvida de forma globalizada pela estrutura. Logicamente que esta linha de raciocínio não pode ser estendido de forma indiscriminada, já que existem casos em que é limitada a possibilidade de redistribuição das tensões, seja pelo critério de dimensionamento do componente, seja pela magnitude das tensões desenvolvidas ou, ainda, pelo próprio comportamento conjunto do sistema estrutural adotado.

Considerando os projetos comuns de estrutura de concreto armado, os componentes fletidos são em geral dimensionados prevendo-se a fissuração do concreto na região tracionada da peça, buscando-se tão somente limitar esta fissuração em função de requisitos estéticos e/ou em função da deformabilidade e da durabilidade da estrutura. Em concordância com a norma NBR 6118 considera-se que “a solicitação resistente com a qual haverá uma grande probabilidade de iniciar-se a formação de fissuras à armadura longitudinal poderá ser calculada com as seguintes hipóteses”:

- a) *A deformação de ruptura à tração do concreto é igual a  $2,7f_{tk}/E_c$  ( $f_{tk}$  = resistência característica do concreto à tração;  $E_c$  = módulo de deformação longitudinal do concreto à compressão);*
- b) *Na flexão, o diagrama de tensões de compressão no concreto é triangular (regime elástico); a tensão na zona tracionada é uniforme e igual a  $f_{tk}$ , multiplicando-se a deformação de ruptura especificada na alínea anterior por 1,5;*
- c) *As seções transversais planas permanecem planas;*

- d) Deverá ser sempre levado em conta o efeito da retração. Como simplificação, nas condições correntes, este efeito pode ser considerado supondo-se a tensão de tração igual a  $0,75f_{tk}$  e desprezando-se a armadura.

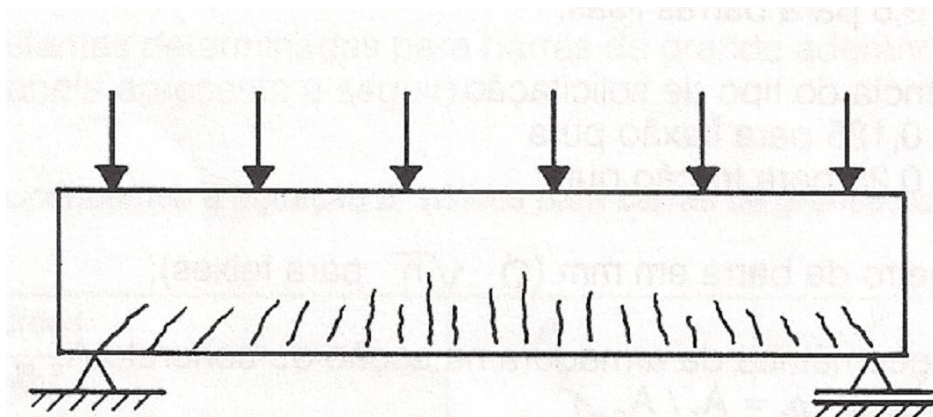


Figura 11 – Fissuração típica em viga subarmada solicitada à flexão (THOMAZ, E.; **Trincas em Edifícios**, pág. 50. São Paulo, 1949)

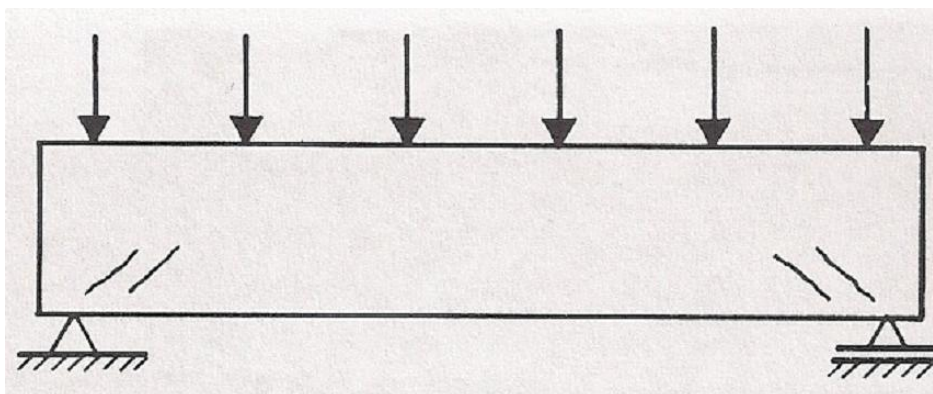


Figura 12 – Fissuras de cisalhamento em viga solicitada à flexão (THOMAZ, E.; **Trincas em Edifícios**, pág. 51. São Paulo, 1949)

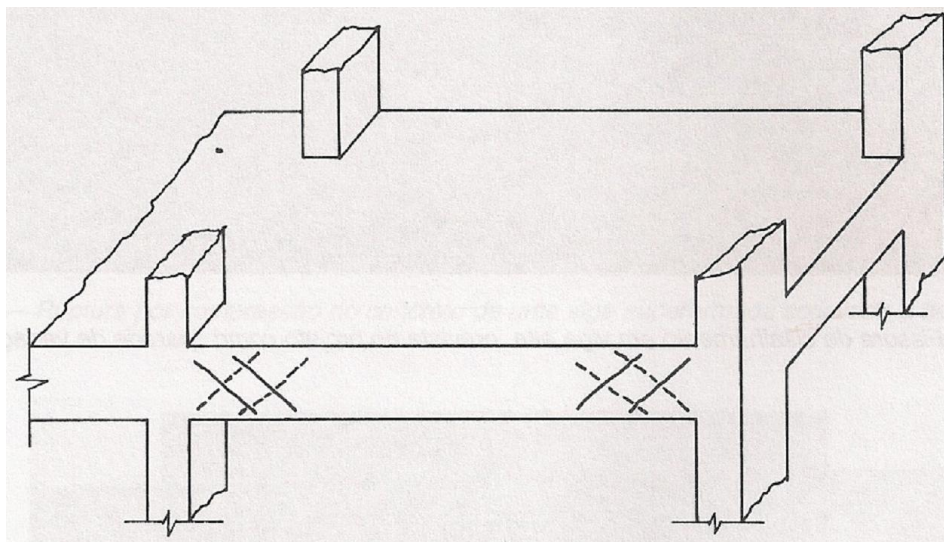


Figura 13 – Fissuras provocadas por torção (THOMAZ, E.; **Trincas em Edifícios**, pág. 54. São Paulo, 1949)

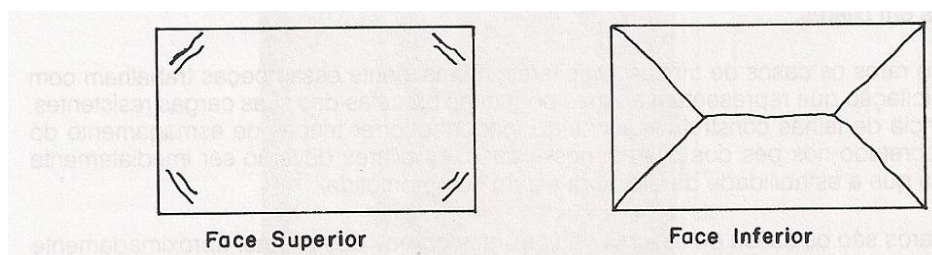


Figura 14 – Fissuramento típico de lajes simplesmente apoiadas (THOMAZ, E.; **Trincas em Edifícios**, pág. 55. São Paulo, 1949)

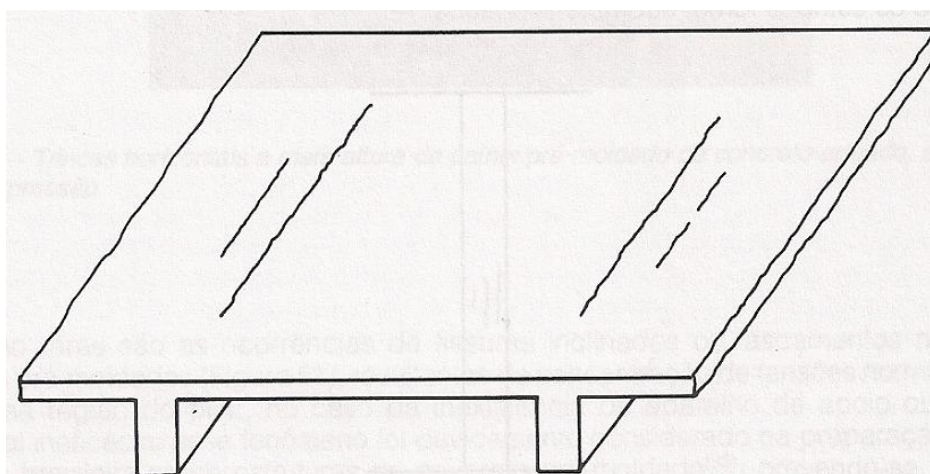


Figura 15 – Trincas na face superior da laje devidas à ausência de armadura negativa (THOMAZ, E.; **Trincas em Edifícios**, pág. 55. São Paulo, 1949)

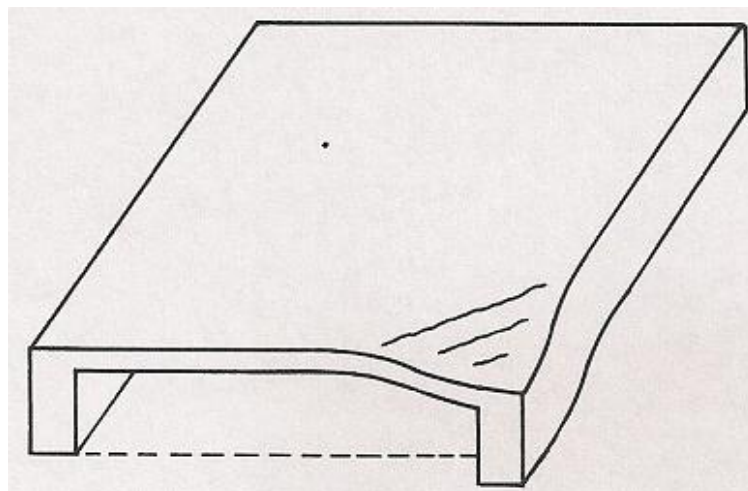


Figura 16 – Trincas inclinadas devidas à torção da laje (THOMAZ, E.; **Trincas em Edifícios**, pág. 56. São Paulo, 1949)

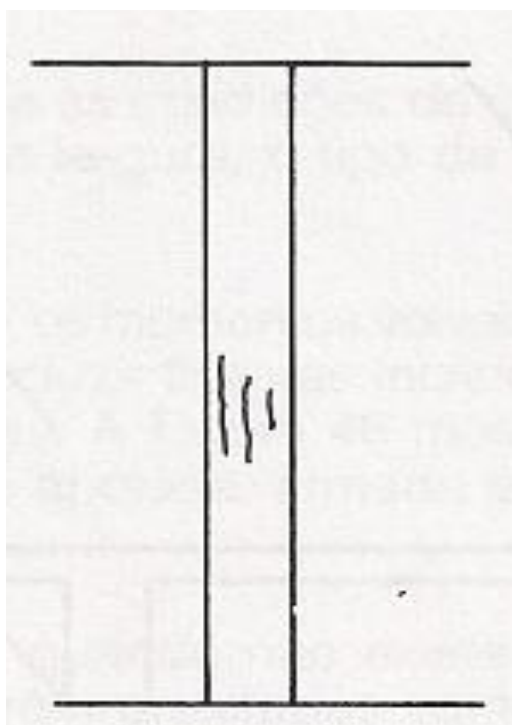


Figura 17 – Fissuras verticais no pilar indicando insuficiência de estribos (THOMAZ, E.; **Trincas em Edifícios**, pág. 56. São Paulo, 1949)

**Configurações típicas de fissuras em alvenarias, devidas a sobrecargas** – Normalmente existem dois tipos característicos de trincas que surgem em trechos contínuos de alvenarias solicitadas por sobrecargas uniformemente distribuídas mostradas a seguir:

- a) Trincas verticais, provenientes da deformação transversal da argamassa sob ação das tensões de compressão, melhor dizendo, da flexão local dos componentes de alvenaria;
- b) Trincas horizontais, provenientes da ruptura por compressão dos componentes de alvenaria ou da própria argamassa de assentamento, ou ainda de solicitações de flexocompressão da parede.

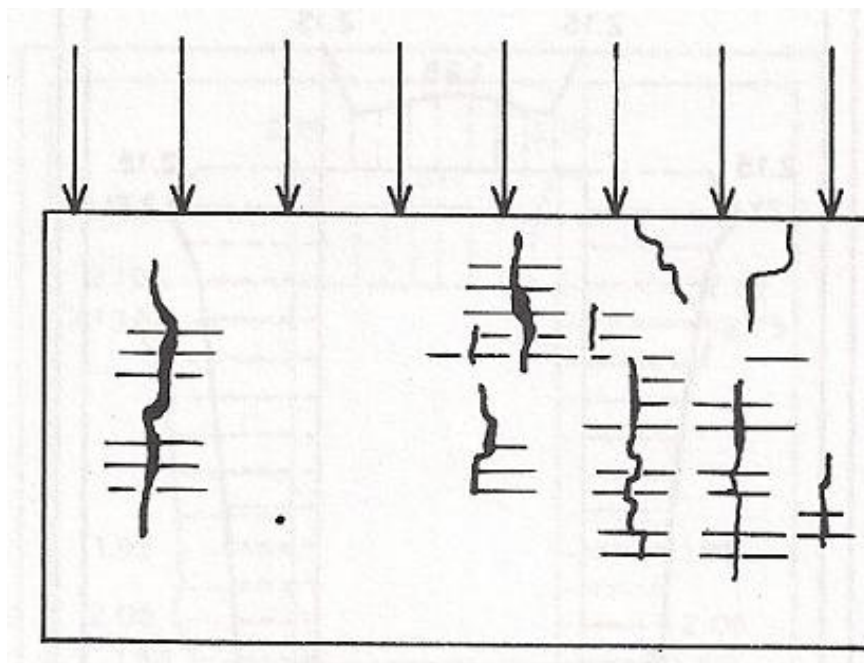


Figura 18 – Fissuração típica de alvenaria causada por sobrecarga vertical (THOMAZ, E.; **Trincas em Edifícios**, pág. 64. São Paulo, 1949)

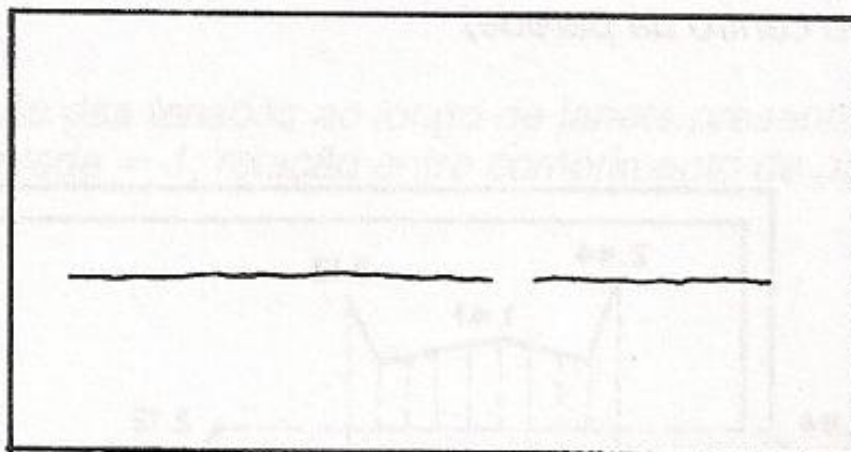


Figura 19 – Trincas horizontais na alvenaria provenientes de sobrecarga (THOMAZ, E.; **Trincas em Edifícios**, pág. 64. São Paulo, 1949)

### **Fissuras causadas por deformabilidade excessiva de estruturas de concreto armado**

– Tecidas algumas considerações acerca da deformabilidade de componentes submetidos à flexão. A evolução da tecnologia do concreto armado, apresentada pela fabricação de aços com grande limite de elasticidade, fabricação de cimentos de melhor qualidade e desenvolvimento de métodos refinados de cálculos, as estruturas usadas na construção civil foram se tornando cada vez mais flexíveis, o que torna imperiosa a análise mais cuidadosa das suas deformações e de suas respectivas consequências.

Em geral, não foram observados problemas graves decorrentes de deformações causadas por solicitações de compressão (pilares), cisalhamento ou torção; a ocorrência de flechas em componentes fletidos tem causado, entretanto, repetidos e graves transtornos aos edifícios, verificando-se, em função da deformação de componentes estruturais, frequentes problemas de compressão de caixilhos, empoçamento de água em vigas-calha ou lajes de cobertura, destacamento de pisos cerâmicos e ocorrência de trincas em paredes.

Sob o peso próprio das demais cargas permanentes e acidentais e mesmo sob efeito da retração e da deformação lenta do concreto, as Vigas e Lages deformam-se naturalmente. Todos os componentes estruturais admitem flechas que podem não comprometer em nada sua própria estética, a estabilidade e a resistência da construção; tais flechas, entretanto, podem ser incompatíveis com a capacidade de deformação de paredes ou outros componentes que integram os edifícios.

*A norma brasileira para projeto e execução de obras de concreto armado estipula as máximas flechas permissíveis para vigas e lajes.*

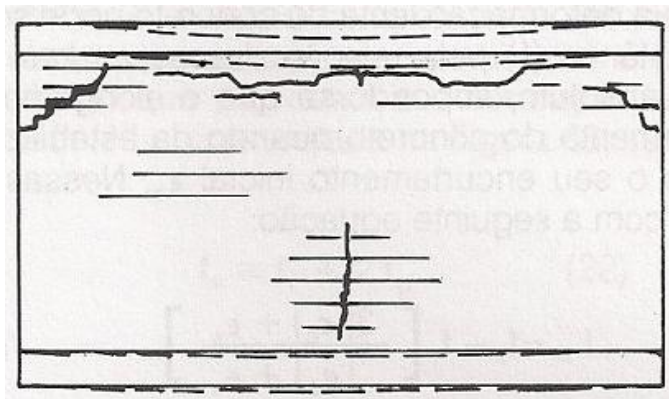


Figura 20 – Trincas em paredes de vedação: deformação do suporte inferior à deformação da viga superior (THOMAZ, E.; **Trincas em Edifícios**, pág. 76. São Paulo, 1949)

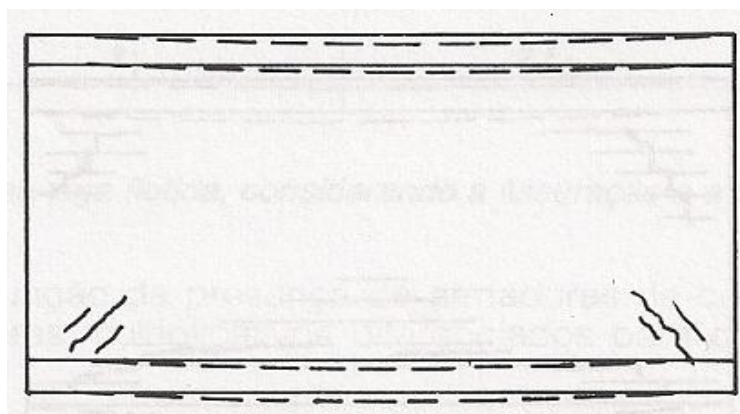


Figura 21 – Trincas em paredes de vedação: deformação do suporte idêntica à deformação da viga superior (THOMAZ, E.; **Trincas em Edifícios**, pág. 76. São Paulo, 1949)

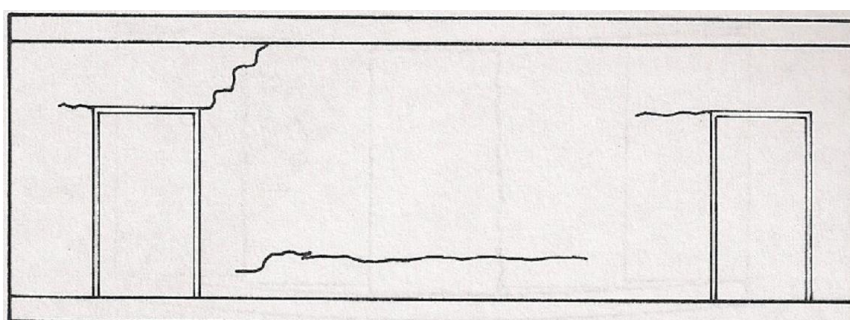


Figura 22 – Trincas em paredes com aberturas, causadas pela deformação dos componentes estruturais (THOMAZ, E.; **Trincas em Edifícios**, pág. 77. São Paulo, 1949)

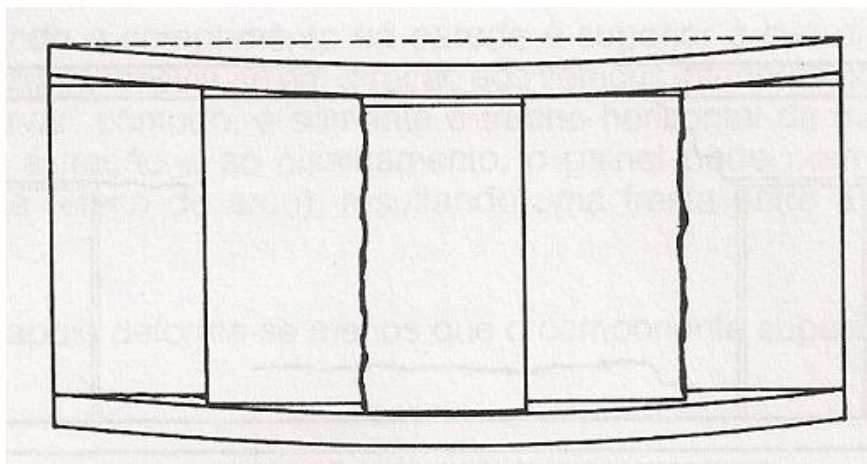


Figura 23 – Cisalhamento entre painéis pré-fabricados, provocado pela deflexão dos componentes estruturais (THOMAZ, E.; **Trincas em Edifícios**, pág. 78. São Paulo, 1949)

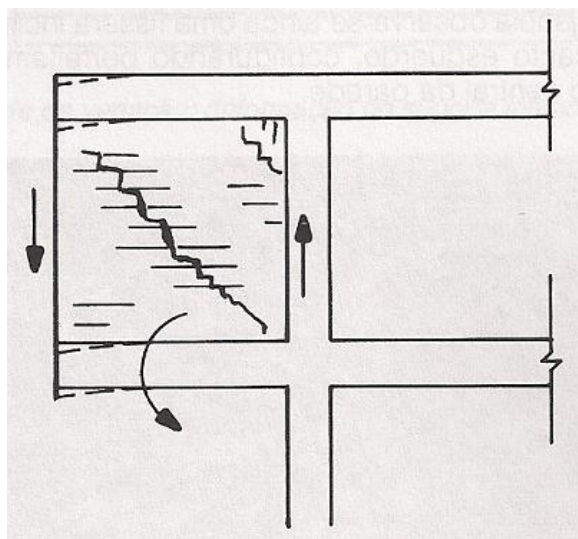


Figura 24 – Trincas na alvenaria, provocadas pela deflexão da região em balanço da viga (THOMAZ, E.; **Trincas em Edifícios**, pág. 78. São Paulo, 1949)

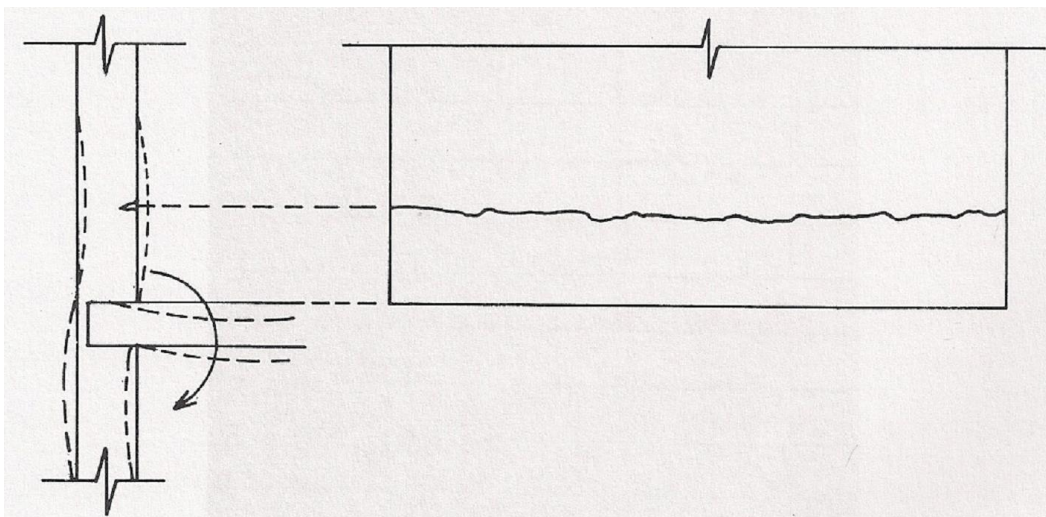


Figura 25 – Trinca horizontal na base da parede pela deformação excessiva da laje (THOMAZ, E.; **Trincas em Edifícios**, pág. 79. São Paulo, 1949)

**Fissuras causadas por recalque de fundação** – Algumas das considerações sobre a deformabilidade dos solos e a rigidez dos edifícios. As fundações dos edifícios eram dimensionadas pelo critério de ruptura do solo, apresentando as construções cargas que geralmente não excediam a 500 Tf. Ao mesmo tempo em que as estruturas iam ganhando esbeltez, conforme os edifícios iam ganhando maior altura, chegando-se em nossos dias a obras cuja carga total sobre o solo já chegou a atingir 20.000 Tf. Considerando este quadro, é imprescindível uma mudança de postura para o cálculo e dimensionamento das fundações dos edifícios.

*De acordo com Vitor Mello, apenas em argilas de baixa plasticidade o critério de cálculo condicionante é o de ruptura (principalmente perante a carregamentos rápidos como os verificados em silos, descimbramento de pontes e etc.); já em argilas de alta plasticidade os recalques acentuaram-se, passando em geral a ser condicionantes de atrito interno, o critério de recalques admissíveis. Em sites e areias, solos com significativos coeficientes de atrito interno, o critério de ruptura só pode ser condicionante para sapatas muito pequenas; em construções de maior porte automaticamente passa a ser condicionante o critério de recalques.*

Como não é constante a capacidade de carga e a deformabilidade dos solos, a seguir são mostrados as funções dos seguintes fatores mais importantes:

- tipo e estado do solo (areia nos vários estados de compactidade ou argilas nos vários estados de consistência);
- disposição do lençol freático;
- intensidade da carga, tipo de fundação (direta ou profunda) e cota de apoio da fundação;
- dimensões e formato da placa carregada (placas quadradas, retangulares, circulares);
- interferência de fundações vizinhas.

Os solos levam em sua constituição basicamente, partículas sólidas, entremeadas por água, e não raras vezes material orgânico. Com as cargas externas todos os solos, em maior ou menor proporção, se deformam. Se as deformações forem diferenciadas ao longo do plano das fundações de uma obra, tensões de grande intensidade serão introduzidas na estrutura da mesma, podendo gerar o aparecimento de trincas.

Se a constituição do solo for uma argila dura ou uma areia compacta, os recalques decorrem essencialmente de deformações por mudança de forma, função da carga atuante e do módulo de deformação do solo. No caso de solos fofos e moles os recalques são basicamente provenientes da sua redução de volume, já que a água presente no bulbo de tensões das fundações tenderá a percolar para regiões sujeitas a pressões menores.

O fenômeno de mudança de volume do solo por percolação da água presente entre seus poros denomina-se de **consolidação**. Considerando-se solos altamente permeáveis como as areias, a consolidação e, portanto, os recalques acontecem em períodos de tempo relativamente curtos após serem solicitados; já para os solos menos permeáveis, como as argilas, a consolidação ocorre de maneira bastante lenta, ao longo de vários anos. Até mesmo as camadas delgadas de argilas entre maciços rochosos estão sujeitas a esse fenômeno.

Considerando as fundações diretas a intensidade dos recalques dependerá não só do tipo de solo, mas também das dimensões do componente da fundação. As areias, onde a capacidade de carga e o módulo de deformação aumentam rapidamente com a profundidade, existe a tendência de que os recalques ocorram com mesma magnitude, tanto para placas estreitas quanto para placas mais largas.

Os solos com grande coesão, onde os parâmetros de resistência e deformabilidade não variam tanto com a profundidade, pode-se raciocinar hipoteticamente que uma sapata com maior área apresentará maiores recalques que uma outra, menor, submetida à mesma pressão, pois o bulbo de pressões induzidas no terreno na primeira sapata alcança maior profundidade.

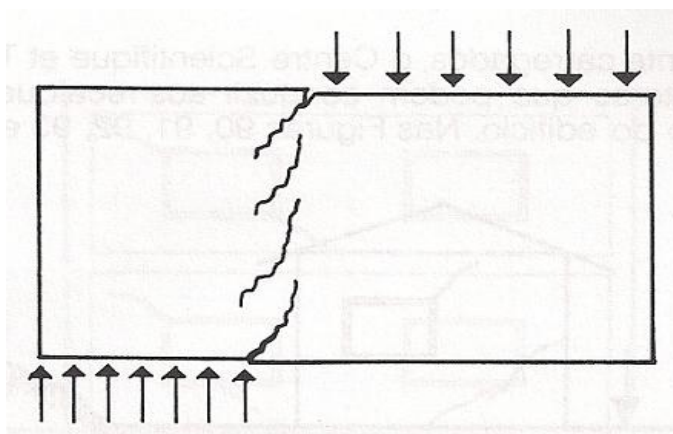


Figura 26 – Trinca de cisalhamento no painel, devido recalque diferencial das fundações contínuas onde o trecho mais carregado apresenta maior recalque (THOMAZ, E.; **Trincas em Edifícios**, pág. 95. São Paulo, 1949)

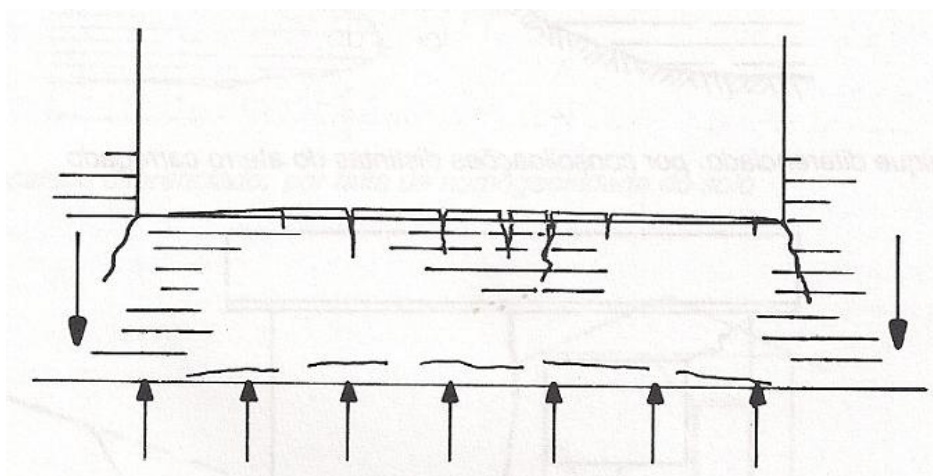


Figura 27 – Trincas de flexão devido ao carregamento desbalanceado em suas fundações contínuas (THOMAZ, E.; **Trincas em Edifícios**, pág. 95. São Paulo, 1949)

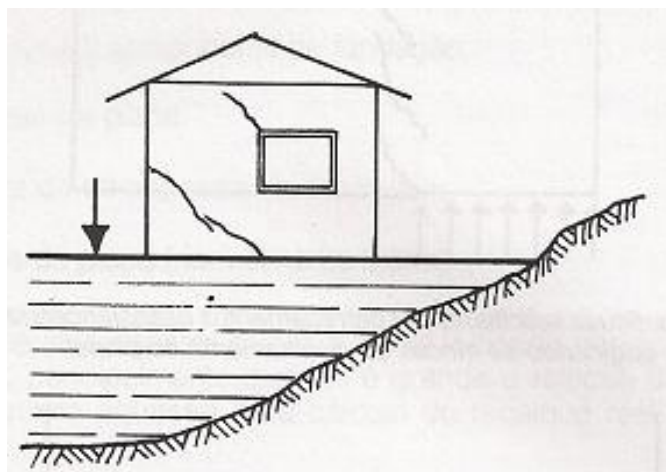


Figura 28– Trincas devido ao recalque diferenciado, por consolidação distinta do aterro carregado (THOMAZ, E.; **Trincas em Edifícios**, pág. 96. São Paulo, 1949)

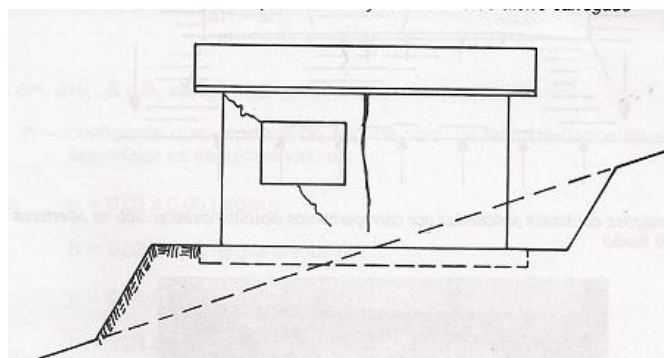


Figura 29 – Trincas de cisalhamento nas alvenarias devido ao assentamento das fundações sobre seções de corte e aterro (THOMAZ, E.; **Trincas em Edifícios**, pág. 96. São Paulo, 1949)

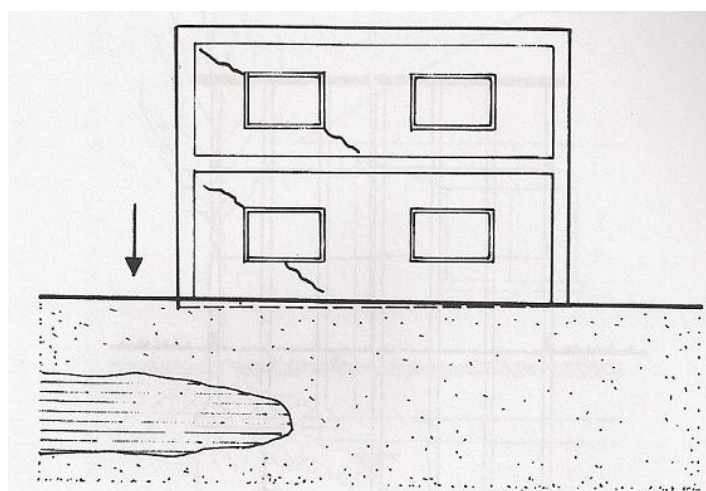


Figura 31 – Trincas provocadas por falta de homogeneidade do solo devido ao recalque diferencial (THOMAZ, E.; **Trincas em Edifícios**, pág. 97. São Paulo, 1949)

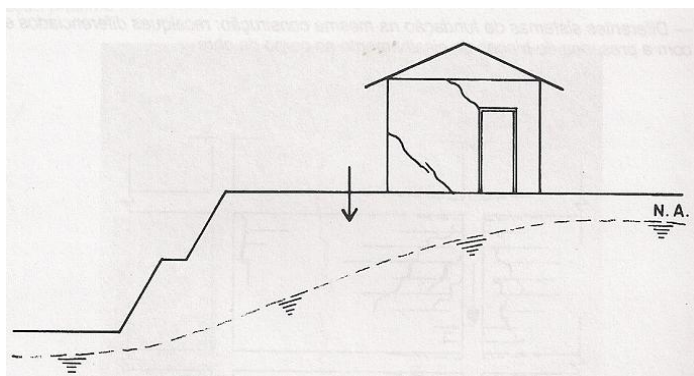


Figura 32 – Trincas provocadas por rebaixamento do lençol freático devido ao recalque diferencial, que foi provocado pelo corte do terreno (THOMAZ, E.; **Trincas em Edifícios**, pág. 97. São Paulo, 1949)

#### 4.3 – Definições de Fundações.

Segundo Milititsky, Jarbas; Consoli, Nilo Cesar e Schnaid, Fernando; Oficina de Textos/2008: “*Fundação é um elemento de transição entre a estrutura e o solo, seu comportamento está intimamente ligado ao que acontece com o solo quando submetido a carregamento através dos elementos estruturais das fundações.*” e; “*Uma fundação adequada é aquela que apresenta conveniente fator de segurança à ruptura (da estrutura que a compõe e do solo afetado pela transmissão das cargas) e recalques (deslocamentos verticais do terreno) compatíveis com o funcionamento do elemento suportado.*”

Fundação é um elemento estrutural capaz de resistir à carga da edificação acima, distribuindo para o solo numa tensão menor que sua capacidade de resistência, servindo assim de interface entre o solo e a edificação mantendo-a estável.

#### – Tipos de Fundações.

As fundações podem ser superficiais ou profundas, segundo um critério arbitrário, a diferenciação entre estes dois tipos segue que a fundação profunda é aquela cujo mecanismo de ruptura de base não atinja a superfície do terreno. Os mecanismos de ruptura de base atingem, acima da mesma, até duas vezes sua menor dimensão, a norma NBR 6122 estabeleceu que fundações profundas são aquelas cujas bases estão implantadas a mais de duas vezes sua menor dimensão, e a pelo menos três metros de profundidade.

4.3.1 – **Fundações superficiais.** Elementos de fundação em que a carga é transmitida ao terreno predominantemente pelas pressões distribuídas sob a base da fundação, e em que a profundidade de assentamento em relação ao terreno adjacente é inferior a duas vezes a menor dimensão da fundação. Incluem-se neste tipo de fundação as sapatas, os blocos, os radier, as sapatas associadas, as vigas de fundação e as sapatas corridas.

**Bloco** – elemento de fundação de concreto simples. Dimensionado de maneira que as tensões de tração nele produzidas possam ser resistidas pelo concreto, sem necessidade de armadura;

**Sapata** – elemento de fundação de concreto armado, de altura menor que o bloco, utilizando armadura para resistir aos esforços de tração;

**Viga de fundação** – elemento de fundação que recebe pilares alinhados, geralmente de concreto armado; pode ter seção transversal tipo bloco (sem armadura transversal), quando são frequentemente chamadas de balbrames, ou tipo sapata armadas;

**Grelha** – elemento de fundação construído por um conjunto de vigas que se cruzam nos pilares;

**Sapata associada** – elemento de fundação que recebe parte dos pilares da obra, o que a difere do radier, sendo que estes pilares não são alinhados, o que a difere da viga de fundação;

**Radier** – elemento de fundação que recebe todos os pilares da obra.

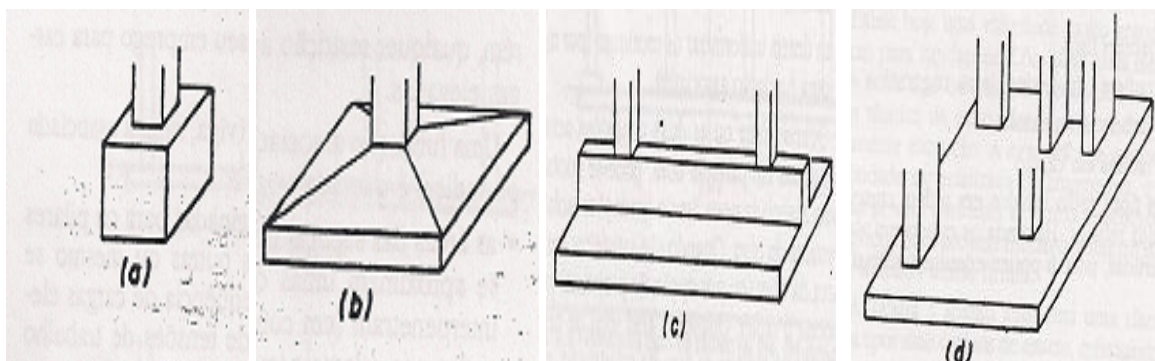


Figura 33 – Exemplos de fundações superficiais (HACHICH, W.; FALCONI, F.F.; SAES, J.L.; FROTA, R.G.Q.; CARVALHO, C.S.; NIYAMA, S.; **Fundações – Teoria e Prática**, pág. 47; São Paulo, 2002)

4.3.2 – **Fundações profundas.** Elemento de fundação que transmite a carga ao terreno pela base (resistência de ponta), por sua superficial lateral (resistência de fuste) ou por uma combinação das duas, e que está assente em profundidade superior ao dobro de sua menor dimensão em planta, e no mínimo 3 m, salvo justificativa. Neste tipo de fundação incluem-se as estacas, os tubulões e os caixões.

*Estacas* – elemento de fundação profunda executada com auxílio de ferramentas ou equipamentos, execução esta que pode ser por cravação a percussão, prensagem, vibração ou por escavação, ou, ainda, de forma mista, envolvendo mais de um destes processos;

*Tubulações* – elemento de fundação profunda de forma cilíndrica, em que, pelo menos na sua fase final de execução, há a descida de operário (o tubulão não difere da estaca por suas dimensões mas pelo processo executivo, que envolve a descida de operário);

*Caixão* – elemento de fundação profunda de forma prismática, concretado na superfície e instalado por escavação interna.

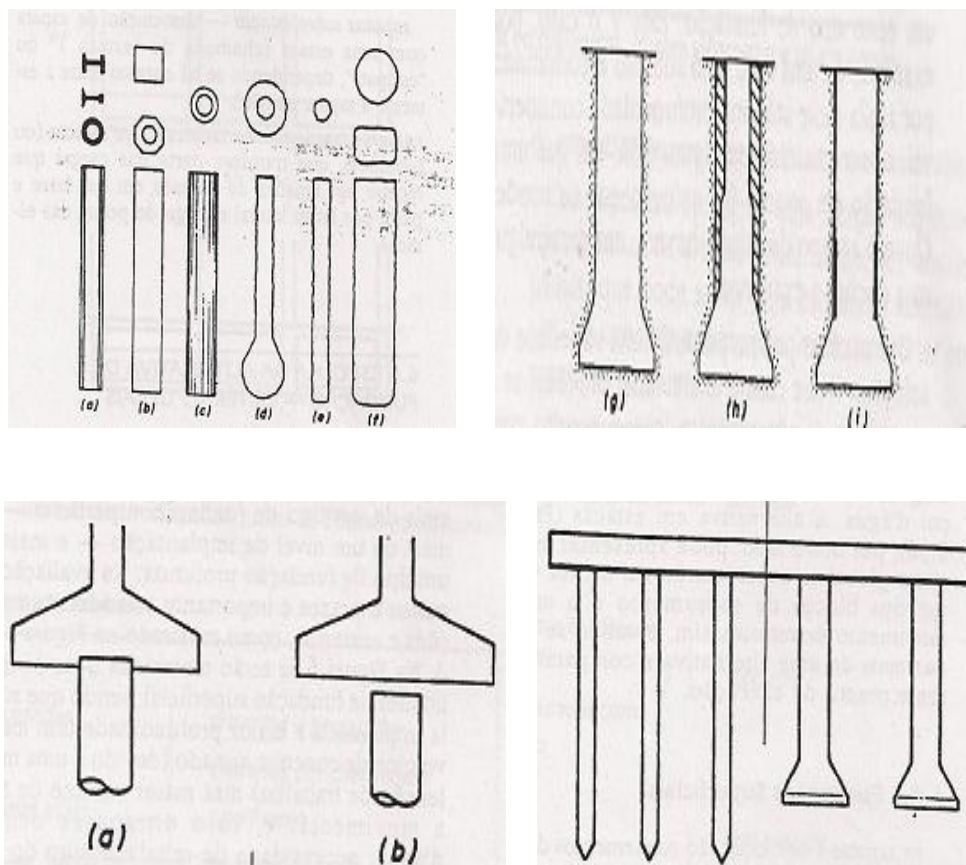


Figura 34 – Exemplos de fundações profundas (HACHICH, Waldemar; FALCONI, Frederico F.; SAES, José Luiz; FROTA, Régis G.Q.; CARVALHO, Celso S.; NIYAMA, Sussumu; **Fundações – Teoria e Prática**, pág. 47; São Paulo, 2002)

#### 4.4 – Recalque diferencial de fundações.

Define-se recalque como sendo o deslocamento vertical para baixo sofrido pela base da fundação em relação à superfície do terreno. Esse deslocamento é resultante da deformação do solo proveniente da aplicação de cargas ou devido ao peso próprio das camadas sobre a qual se apoia o elemento da fundação.

Recalque é o fenômeno de rebaixamento de uma edificação devido ao adensamento do solo sob sua fundação. Se esse recalque ocorrer sob uma parte da estrutura da edificação, não ocorrendo na outra, vai provocar o recalque diferencial.

#### 4.4.1 – Recalques de fundações por superposições de pressões.

Situação que normalmente ocorre quando são realizadas construções de grande carga junto a edificações com fundações diretas leves, ocasionando superposição de pressões e recalque adicionais em edificações antigas.

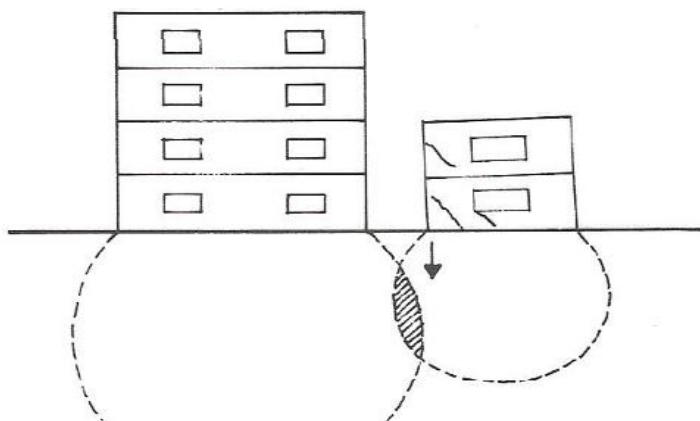


Figura 35 – Superposições de pressões, bulbo de pressões (THOMAZ, Ercio; *Trincas em Edifícios*, pag 96. São Paulo, 1949)

#### 4.4.2 – Recalque diferencial devido a erros de projetos.

Devido à incorporação de edifícios cada vez mais altos, maiores serão as cargas no solo e consequentemente maiores os recalques. Desta forma para os edifícios de grande porte se faz necessário a previsão de recalques. Para os projetos que não consideram a insuficiência de levantamento, sondagens ou ensaios, a falta de homogeneidade do terreno, presença de aterro ou entulho, fossas, flutuações de NA. Ocorrência de crateras ou vazios em solos calcários, ou lixiviação de solos em virtude da presença forçada de rompimento de tubulações ocorrem o risco de ter graves problemas de recalques acentuados.

#### 4.4.3 – Recalque diferencial devido a erros de execução.

- Recalque em fundações profundas com estacas de grandes diâmetros, em função da presença de terra solta ou lama bentonítica na base da estaca;
- Desvio da ponta da estaca metálica ou pré-fabricada de concreto devido a presença de matacões;
- Recalque de sapatas assentadas sobre areia pode acontecer por causa de vibrações de estacas cravadas nas vizinhanças, tais como estacas metálicas, pré-fabricadas de concreto e tipo Frank.

#### 4.4.4 – Recalque diferencial devido a problemas no solo.

- Recalque diferencial por falta de homogeneidade do solo podem acontecer entre elementos verticais como pilares, tubulões e estacas, solicitando as alvenarias com tensões incompatíveis com sua capacidade de absorver tais deformações;
- Consolidação distinta do aterro carregado, as camadas mais altas de aterro recalcam mais que as abaixas;
- Fundações assente entre aterro e corte tende a provocar trincas em alvenarias devidas a fundações assentadas nestas seções. Na maioria das vezes, aparece uma grande trinca vertical onde a seção muda de aterro para corte, sugerindo a separação da edificação em dois corpos;
- Rebaixamento do lençol freático; o lado da edificação, que se localiza onde houver maior rebaixamento do lençol sofre mais danos;

- Ascensão do nível do lençol freático é um caso raro, mas que pode colocar em risco uma vila ou cidade inteira com o enchimento de lagos formados a partir de barragens. Com a ascensão do NA, a presença de água nas fundações aumenta a deformabilidade em solos argilosos;
- Desconfinamento de fundações rasas pode causar recalques nas sapatas diminuindo a capacidade resistente do solo de suporte;
- Recalque por adensamento de camadas profundas; os perfis de terreno que apresentam camadas subjacentes com SPT menor que na camada sobrejacente, pode causar recalques. Portanto, caso ocorram solos de menor valor do SPT adotado abaixo da cota de apoio da fundação, uma análise de recalques pelo processo teórico será indispensável;
- Recalque na fundação menor devido ao bulbo de pressão da obra maior construída posteriormente influenciando no recalque do prédio menor;
- Recalque devido a carregamento desbalanceado com parte da estrutura mais carregada do que outra;
- Recalque devido a movimento de corpo rígido em parte da estrutura, geralmente em virtude da construção de anexos ou de acréscimos em épocas diferentes daquela em que foi construído o primeiro prédio; a fissura aparece na justaposição entre prédios construídos com o objetivo de formarem um mesmo corpo.

#### 4.5 MOVIMENTAÇÕES DAS FUNDAÇÕES

Segundo Milititsky, Jarbas; Consoli, Nilo Cesar e Schnaid, Fernando, Oficina de Textos/2008: “A manifestação reconhecível de ocorrência de movimento das fundações é o aparecimento de fissuras nos elementos estruturais. Toda vez que a resistência dos componentes da edificação ou conexão entre elementos for superada pelas tensões geradas por movimentação, ocorrem fissuras.”

“As figuras abaixo apresentam padrões típicos de deslocamentos e correspondentes às fissuras. É importante mencionar que detalhes construtivos específicos de vinculação dos diferentes elementos que normalmente compõem uma edificação, além de efeitos combinados de movimentos causados por outra origem que não deslocamentos, tornam, nos casos reais, bastante complexa a definição e identificação dos movimentos a partir apenas da fissuração apresentada. É necessária a realização de acompanhamento ou controle de recalques para identificação precisa do comportamento real das fundações.”

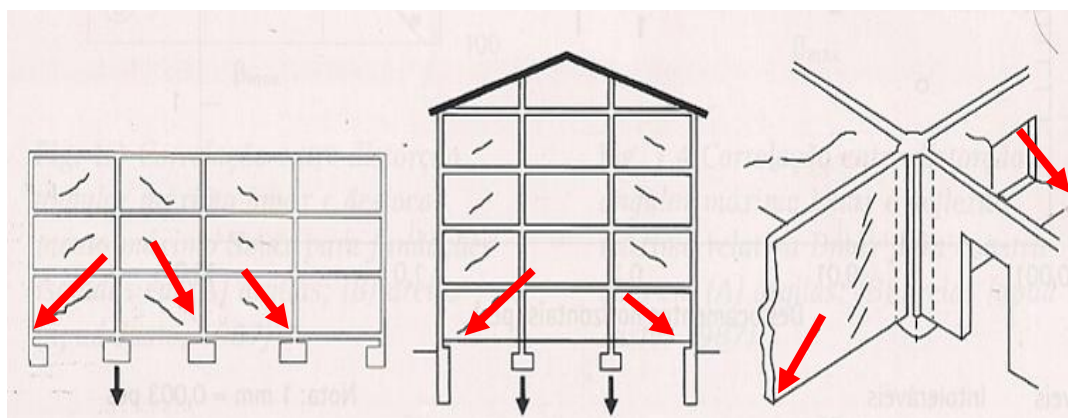


Figura 36 – Fissuras típicas causadas por recalques de fundações de pilares internos (MILITITSKY, Jarbas; CONSOLI, Nilo Cesar; SCHNAID, Fernando; **Patologia das Fundações**, pag. 24; São Paulo, 2008)

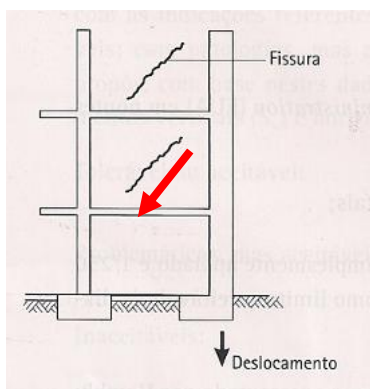


Figura 37 – Fissuras por recalque de fundação de pilar de canto.

(apud Ureil Ortiz, 1983) (MILITITSKY, Jarbas; CONSOLI, Nilo Cesar; SCHNAID, Fernando; **Patologia das Fundações**, pag. 24; São Paulo, 2008)

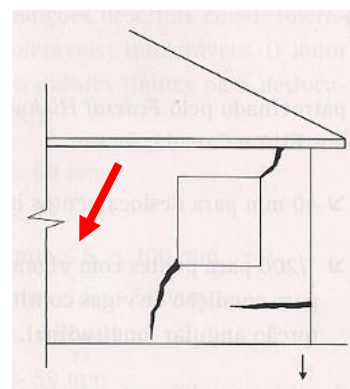


Figura 38 – Fissuras em parede portante Com recalque na extremidade

(apud Ureil Ortiz, 1983) (MILITITSKY, Jarbas; CONSOLI, Nilo Cesar; SCHNAID, Fernando; **Patologia das Fundações**, pag. 24; São Paulo, 2008)

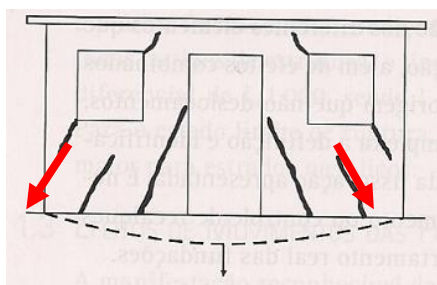


Figura 39 – Deformação côncava de parede Portante e suas trincas

(apud Ureil Ortiz, 1983) (MILITITSKY, Jarbas; CONSOLI, Nilo Cesar; SCHNAID, Fernando; **Patologia das Fundações**, pag. 26; São Paulo, 2008)

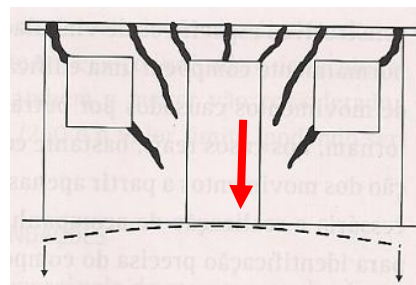


Figura 40 – Deformação convexa de parede portante e seus efeitos

(apud Ureil Ortiz, 1983) (MILITITSKY, Jarbas; CONSOLI, Nilo Cesar; SCHNAID, Fernando; **Patologia das Fundações**, pag. 26; São Paulo, 2008)

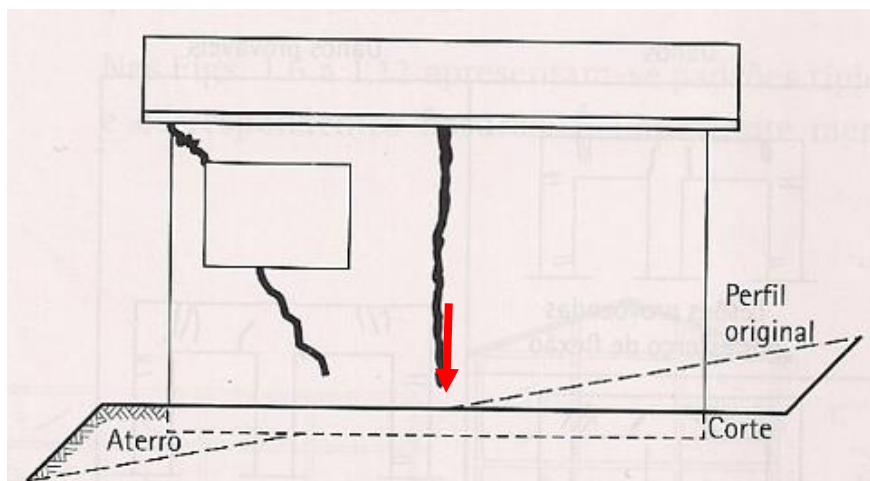


Figura 41 – *Provável fissuramento de edificação assente parte em aterro* (apud Ureil Ortiz, 1983) (MILITITSKY, Jarbas; CONSOLI, Nilo Cesar; SCHNAID, Fernando; **Patologia das Fundações**, pag. 26; São Paulo, 2008)

Ao observar todas as formas de trincas e fissuras apresentadas, pôde-se constatar que dependendo do tipo e posicionamento de recalque diferencial em relação a estrutura de fundação, as patologias se apresentam de forma e direção diferenciadas. As trincas tendem “a apontar” para a parte da estrutura de fundação que não sofreu recalque, veja as mesmas figuras com as setas vermelhas indicando o afirmado. Esta observação pode ser um indicativo, para o perito, sabendo a parte da estrutura que não sofreu abalos, indicar assim por exclusão onde pode ter ocorrido o abalo, proporcionando subsídios para formar opinião acerca da causalidade do fato em discussão com o recalque diferencial.

#### 4.5.1 – Configurações Típicas.

Geralmente, a configuração das fissuras provocadas por recalques diferenciais são normalmente *inclinadas*, muito parecidas com fissuras provocadas por deflexão de componentes estruturais. Observam-se também outras características das trincas de recalque que são esmagamentos localizados em forma de escamas e variação nas aberturas das fissura.

## **5 – METODOLOGIA**

A metodologia utilizada no presente trabalho consistiu em estudos da literatura técnica relativa ao assunto de problemas patológicos, especialmente aqueles originados em problemas de solo e fundações e a comparação das previsões desses estudos com eventos de um caso de engenharia, conhecido em uma perícia técnica de danos em uma edificação originados por movimento de terra realizado em terreno vizinho.

## **6 – ESTUDO DE CASO**

Como estudo de caso, será mostrado o uso dos conhecimentos de engenharia para realização de uma perícia de engenharia civil para a constatação da presença de patologias, bem como suas origens de um imóvel localizado a Rua Gabriel Drumont, nº 7.125, Bairro Serra, Belo Horizonte.

A perícia foi realizada por solicitação do Juiz de Direito da 77ª Vara Civil da Comarca de Belo Horizonte que intimou o perito Alexandre Magno de Oliveira, para realizar a perícia de engenharia, processo nº 0024.11.152.XXX-X.

Os nomes e endereços das parte e até mesmo a vara são todos fictícios, para comprometer as pessoas e empresas envolvidas na lide em questão.

### **LAUDO PERICIAL APRESENTADO**

#### **6.1. Introdução**

Por solicitação do Excelentíssimo Sr. Juiz de Direito da 77ª Vara Cível de Belo Horizonte/MG foi realizada a perícia de engenharia para avaliação de possíveis riscos e danos que ocorreram ou poderão ocorrer ao imóvel situado na Rua Gabriel Drumont, bairro Serra, Belo Horizonte, Minas Gerais.

#### **6.2. Objetivo**

O presente laudo tem por objetivo verificar a eventual influência das patologias ocorridas no imóvel da autora, à Rua Gabriel Drumont, nº 7.125, Bairro Serra, em virtude da obra nova realizada pelo réu na construção de prédio de dois pavimentos e subsolo à Rua Professor Dartanhã, Bairro Serra, bem como a segurança da edificação na data da vistoria e orçamento para reparos das patologias eventualmente causadas pelo desconfinamento do solo à época da execução do muro de arrimo da obra em questão. E também a subordinação da contenção do terreno à edificação das lajes do primeiro e segundo pisos da mesma obra.

### 6.3. Localização dos imóveis

O imóvel da autora localiza-se à Rua Gabriel Drumont, nº 7.125 e o imóvel do réu à Rua Professor Dartanhã, ambos no Bairro Serra, Belo Horizonte/MG.

### 6.4. Descrição do imóvel da Autora

Trata-se de uma casa residencial, com idade aparente de 3 anos, padrão construtivo alto, com dois pavimentos, garagem com piso cerâmico e paredes em textura; muro em textura, com portão eletrônico; uma sala em dois ambiente conjugada com cozinha tipo americana com piso em mármore paginado e ilha em granito preto São Gabriel; banho social em piso de mármore paginado; mais uma cozinha com fogão a lenha, piso em mármore paginado e bancada em granito com porta em vidro temperado; jardim de inverno com piso cerâmico; área de serviço com piso cerâmico e paredes com azulejos e textura; dependência de empregada com piso em tábua corrida e banho todo em cerâmica; escada para segundo pavimento com piso em madeira; quarto suíte master, closet e mais um ambiente com piso em cerâmica, janelas em ferro; outro quarto com suíte solteiro, banho com piso cerâmico e escritório com janelas em esquadrias de alumínio.

O local se enquadra na categoria de uso residencial dotado de todos os melhoramentos públicos usuais: energia elétrica e iluminação pública, canalizações pluviais, ruas pavimentadas, serviço de correio, serviço telefônico, transporte coletivo, sistema de coleta de lixo, etc.

Conforme a lei de uso e ocupação do solo do Município de Belo Horizonte, Lei 7166 de agosto de 1996, a região onde se localizam os imóveis objetos desta lide é classificada como “ZA - **zona de Adensamento Preferencial**”.

A fotografia aérea a seguir mostra o imóvel periciando e seu entorno.



Figura 2 - Vista aérea do imóvel

#### 6.5. Vistoria

Para elaboração do presente trabalho foi realizada vistoria no imóvel da Autora com registros fotográficos e conhecimento das patologias existentes, sendo vistoriada também a obra do Réu com registro fotográfico e conhecimento do muro de arrimo e das estruturas já edificadas.

A vistoria se deu no dia 08 de julho de 2011, às 10hs. Dela participaram o Exmo. Juiz de Direito da 77ª Vara Cível, o Perito Oficial Engenheiro Civil Alexandre Magno de Oliveira, a Requerente, o Advogado, o Requerido, o Advogado, o Assistente da Autora Engenheiro Civil Dr. Januário e o Assistente do Réu, Engenheiro Civil Dr. Jander, conforme termo de presença lavrado às fls.150 dos autos em referência.

A vistoria iniciou-se pela edificação da Autora, sendo constatadas diversas fissuras e trincas no piso da sala e nas paredes, no piso e nas paredes da cozinha, no revestimento de gesso do tubo de decida e abertura do rejunte na parede da lavanderia, nas paredes do quarto de empregada, no muro lateral do jardim de inverno, na pia de granito, bancada e fogão a lenha, parede do quarto suíte de casal e parede lateral após o closet e também trincas na parede junto à esquadria da janela. Constatada também infiltrações base de paredes do quarto de empregada e no teto do quarto suíte de solteiro.

A vistoria prosseguiu pela obra do Réu onde foi observada a laje do primeiro piso já construída, o muro de arrimo quase completo e trincas horizontais e também com direção em ângulo de 45° no muro externo da divisa do imóvel da Autora.

Apenas para fins de medição para orçamento, foi necessária mais uma visita técnica aos imóveis objetos da lide que estava agendada inicialmente para as 11hs, mas por solicitação da assistente técnica da autora, se realizou às 17 horas do dia 02 de agosto de 2011, com a presença desse perito, dos assistentes técnicos acima mencionados e a Autora.

Além das vistorias mencionadas acima, às 11 horas do dia 26 de julho de 2011 realizou-se reunião na qual estiveram presentes este perito, os assistentes técnicos Dr. Januário e Dr. Jander. A reunião teve por objetivo possibilitar maiores esclarecimentos técnicos acerca dos fatos.

-As fotografias a seguir mostram as áreas vistoriadas



**Fotografia 1 - Vista da esquina das Ruas Gabriel Santos e Estevam Pinto**



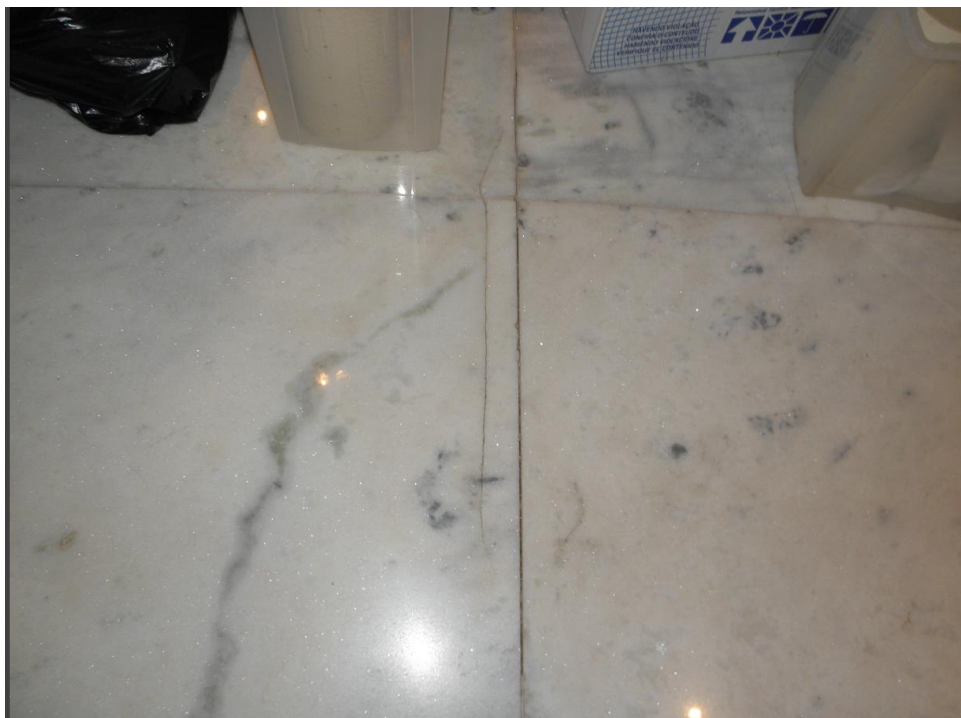
**Fotografia 2 - Vista do imóvel onde está sendo edificada obra pelo Réu**



**Fotografia 3 - Vista do portão de entrada**



**Fotografia 4 - Vista da trinca no encamisamento do tubo de decida de água de pluvial**



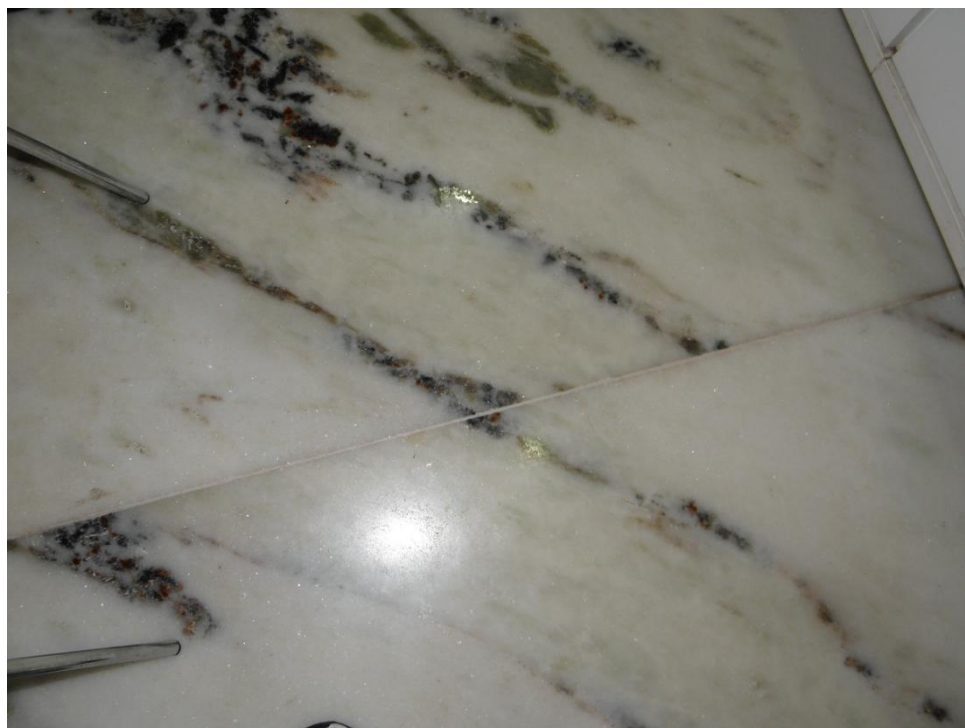
Fotografia 5 - Vista da fissura no piso em mármore da casa da Autora



Fotografia 6 - Vista da espessura da fissura (0,4cm)



**Fotografia 7 - Vista de outra trinca no piso em mármore da mesma sala**



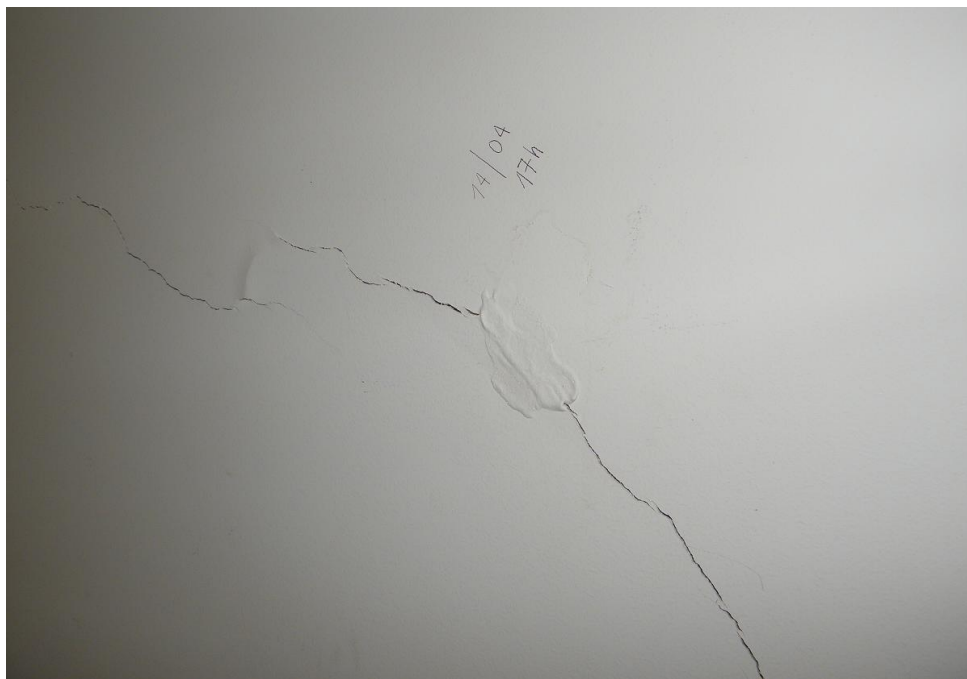
**Fotografia 8 - Vista do piso em mármore da mesma sala**



**Fotografia 9 - Outra vista do piso em mármore da mesma sala**



**Fotografia 10 - Vista da trinca na parede da sala**



Fotografia 11- Vista aproximada da mesma trinca na parede à esquerda da sala



Fotografia 12 - Vista da espessura da trinca (0,6cm)



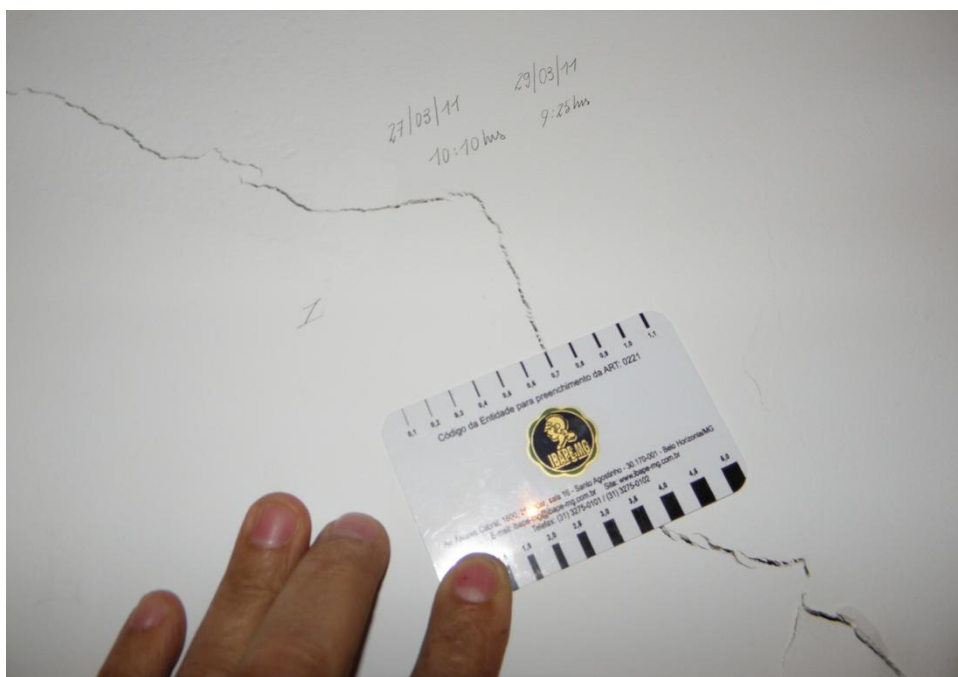
**Fotografia 13 - Outra vista da área de serviço mostrando abertura na união do azulejo**



**Fotografia 14 - Vista peça revestida em gesso que encamisa a tubulação de água de chuva**



**Fotografia 15 - Vista da trinca junto a parte superior da porta de entrada para o quarto de empregada**



**Fotografia 16 - Vista da espessura da trinca (0,7cm)**



**Fotografia 17 – Vista interna do quarto de empregada**



**Fotografia 18 – Vista de trinca na parede lateral do quarto de empregada com divisa com a sala**



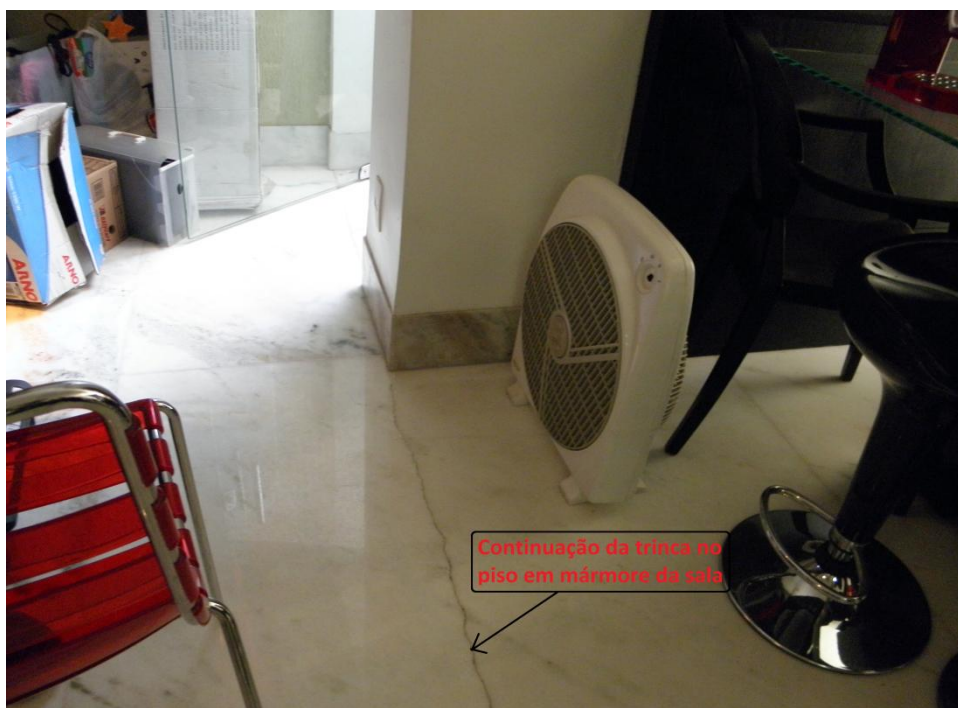
**Fotografia 19 – Vista da umidade na base da parede do quarto de empregada**



**Fotografia 20 – Vista trinca no azulejo canto esquerdo superior da janela do banho de empregada**



Fotografia 21 - Vista da caixa de passagem de água de chuva na área de serviço



Fotografia 22 - Vista da porta de entrada para o jardim de inverno pela sala



**Fotografia 23 – Vista panorâmica na sala/cozinha da direção da trinca no piso em mármore e ao fundo porta para acesso ao jardim de inverno**



**Fotografia 24 – Vista do jardim de inverno**



**Fotografia 25 - Vista da trinca no muro lateral esquerdo do jardim de inverno**



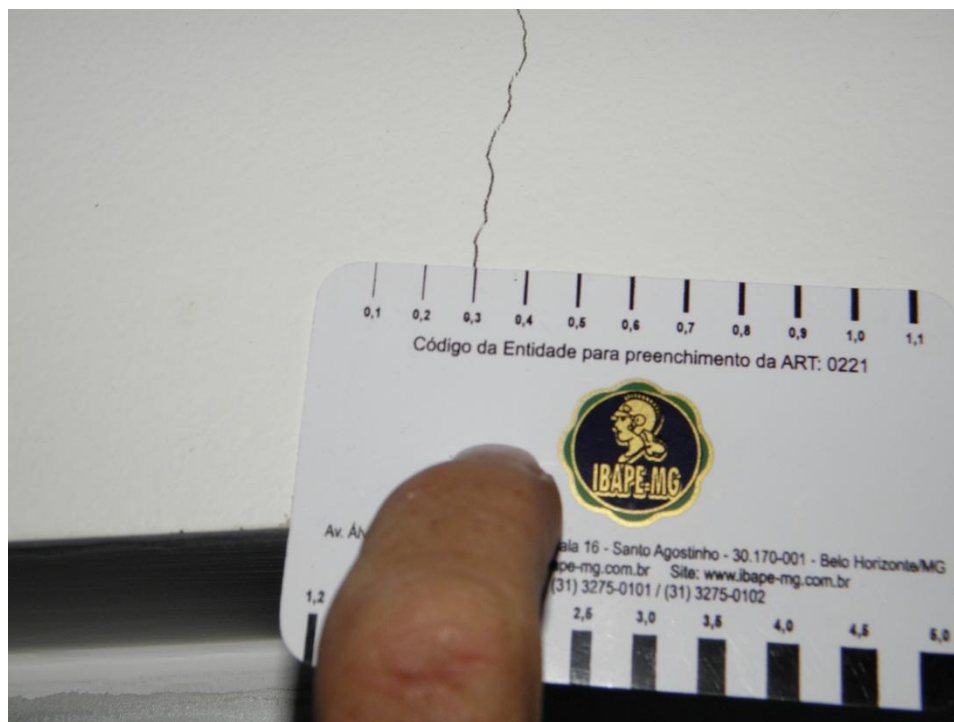
**Fotografia 26 - Vista aproximada de abertura no piso mostrando a fundação e a umidade do solo**



**Fotografia 27 - Vista da tubulação de esgoto que desce ao lado da abertura para inspeção**



**Fotografia 28 - Vista da trinca acima da porta de entrada para cozinha**



Fotografia 29 – Vista da espessura da fissura (0,3cm)



Fotografia 30 – Vista fissura no granito do fogão a lenha



**Fotografia 31 - Vista da eflorescência causada pela infiltração parede acima da bancada**



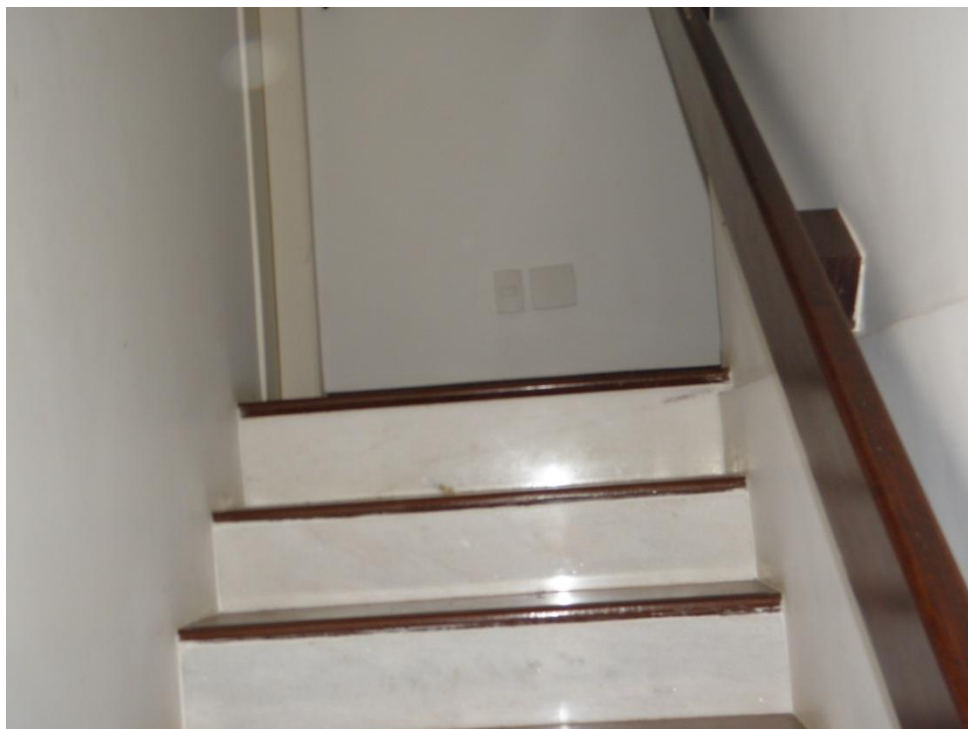
**Fotografia 32 - Vista fissura na pia em granito da cozinha**



**Fotografia 33 - Vista trinca na parede junto a porta**



**Fotografia 34 - Vista infiltração na parede da base da escada de acesso ao segundo piso**



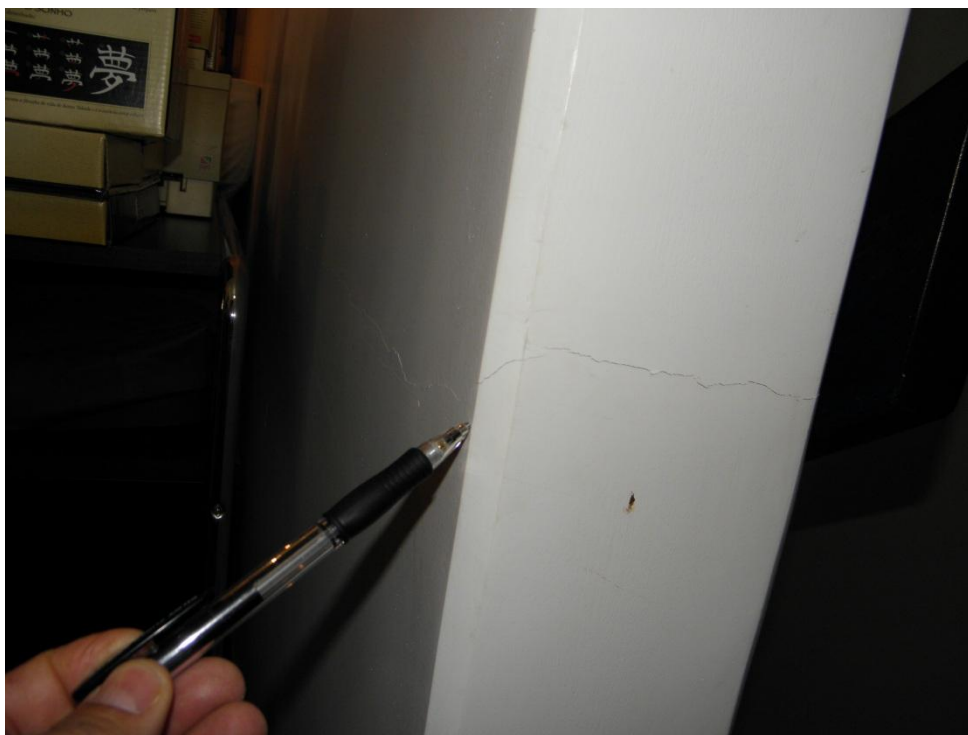
**Fotografia 35 – Outra vista da escada de acesso ao segundo piso**



**Fotografia 36 – Vista da fissura parede da escada**



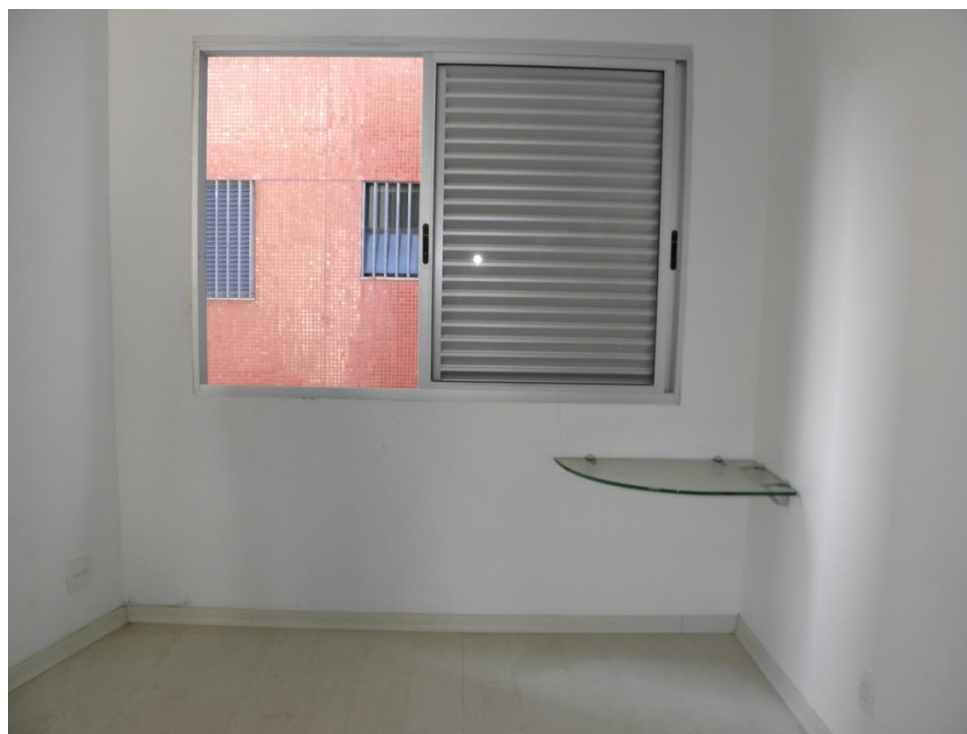
**Fotografia 37 - Vista do prolongamento da mesma fissura longitudinal**



**Fotografia 38 - Vista da mesma fissura pelo outro lado**



**Fotografia 39 - Vista da infiltração através do teto do mesmo quarto**



**Fotografia 40 - Vista da janela do mesmo quarto**



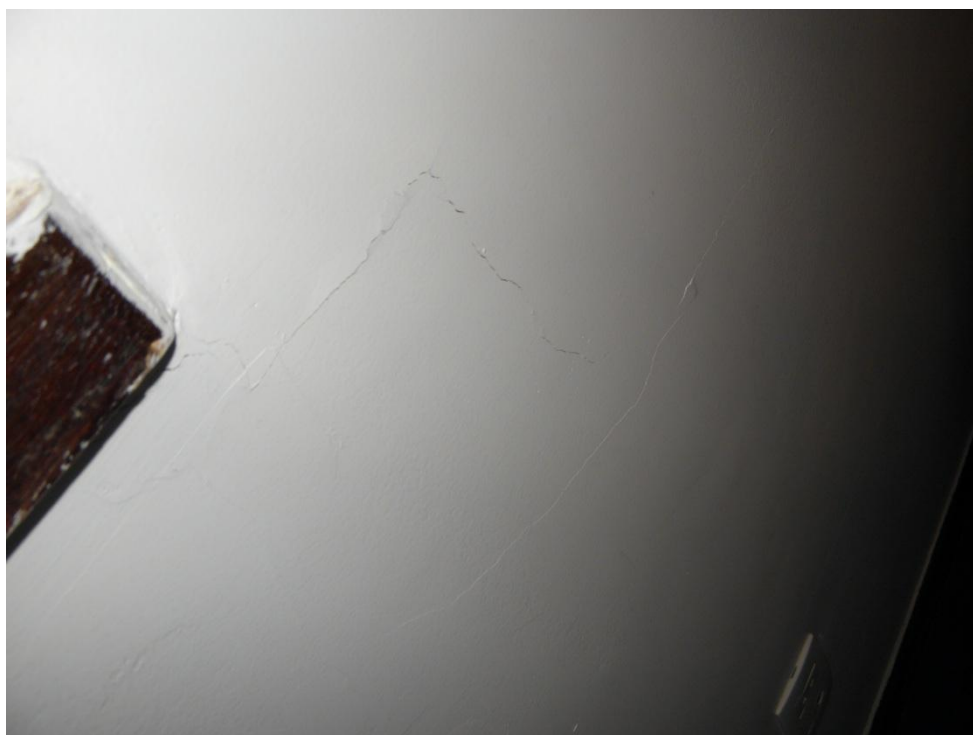
**Fotografia 41 - Vista da trinca abaixo da mesma janela**



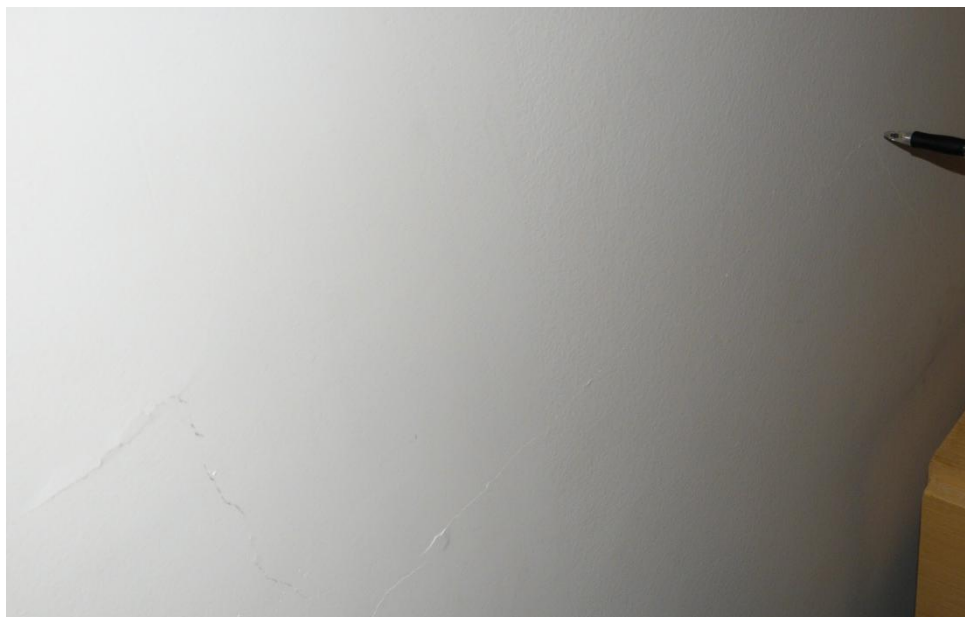
**Fotografia 42 - Vista da trinca na parede da mesma suíte**



**Fotografia 43 - Vista janela da suíte**



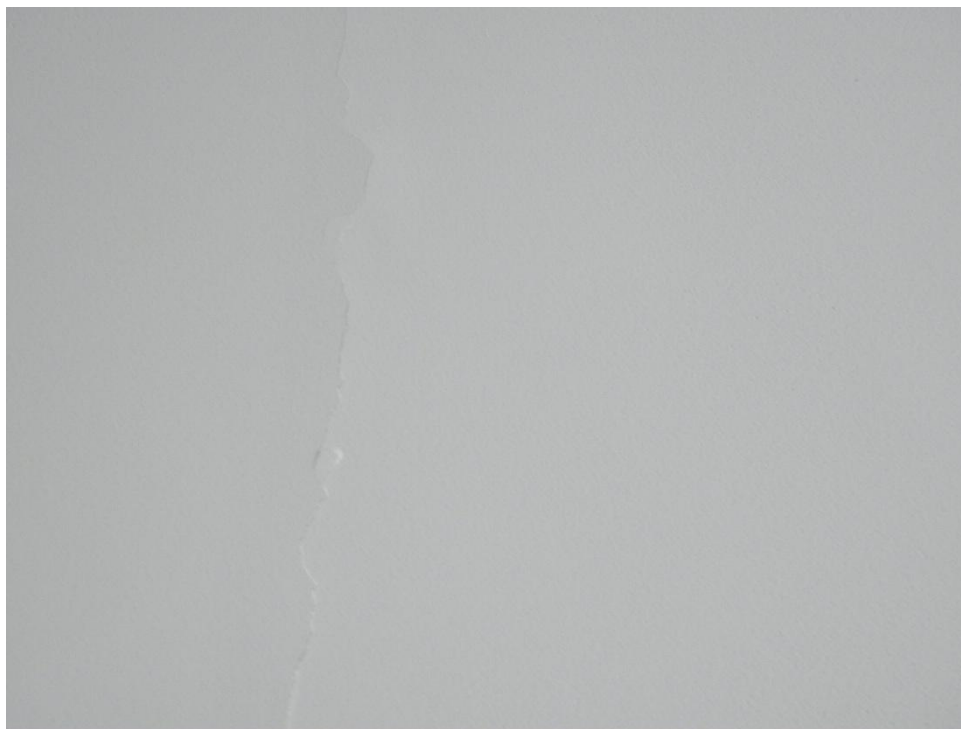
**Fotografia 44 - Vista aproximada da trinca abaixo da mesma janela**



**Fotografia 45 - Vista continuação da mesma trinca**



**Fotografia 46 - Vista de trinca parede acima do armário do closet da suíte**



**Fotografia 47 - Vista aproximada da mesma trinca**



**Fotografia 48 - Vista de trinca abaixo da janela acima da garagem, lado oposto da obra**



**Fotografia 49 - Vista da trinca lateral esquerda da mesma janela**



**Fotografia 50 - Vista de trinca lado direito da mesma janela**



**Fotografia 51 - Vista da estrutura do telhado**



**Fotografia 52 - Vista aproximada da telha com fratura que não se apresenta recente**



**Fotografia 53 - Vista do ponto de impacto da água na laje, logo abaixo da telha quebrada, onde existe um afastamento da poeira causado pelo gotejamento. Esse ponto se localiza exatamente sobre teto da suíte de solteiro onde existe mancha de infiltração**



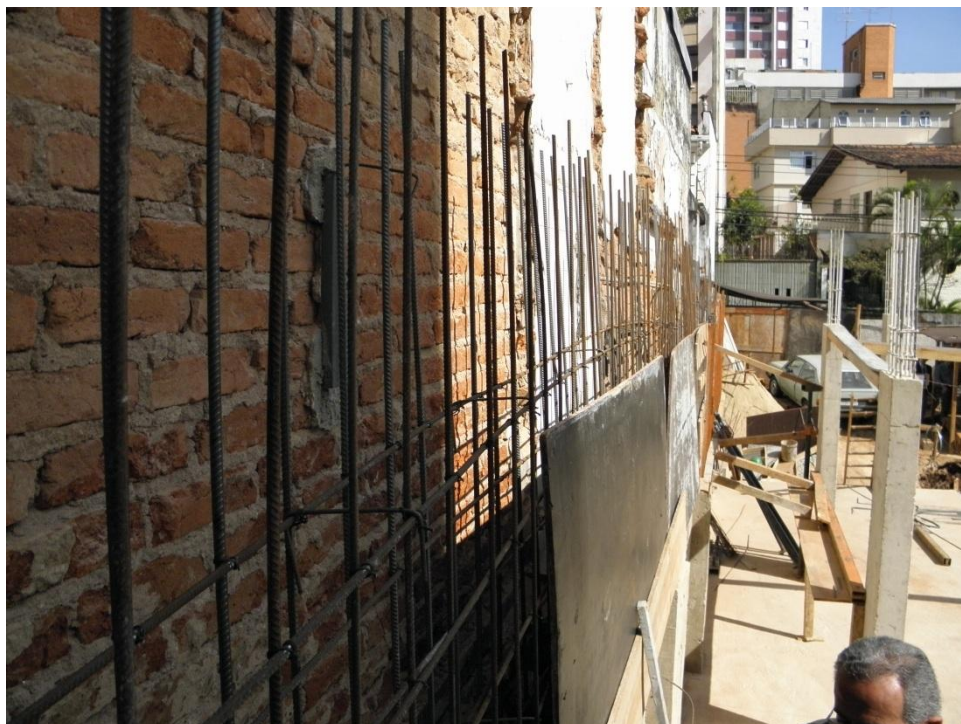
**Fotografia 54 - Vista da trinca na fachada externa lateral esquerda do imóvel da Autora**



Fotografia 55 – Vista aproximada da mesma trinca



Fotografia 56 – Vista panorâmica da obra e muro de arrimo. Ao fundo a edificação da Autora



**Fotografia 57 - Vista longitudinal ao longo da divisa**



**Fotografia 58 - Vista de rachadura no muro externo de alvenaria na divisa**



**Fotografia 59 - Vista em outro ponto de rachadura no muro externo de alvenaria na divisa**



**Fotografia 60 - Vista da parede interna ao muro de divisa sobre a laje**



**Fotografia 61 – Vista do muro de arrimo ao fundo na divisa**



**Fotografia 62 – Vista do arrimo abaixo da primeira laje**



Fotografia 63 - Outra vista do arrimo abaixo da primeira laje

## 6.6. Descrição das patologias identificadas no imóvel da Autora

### 1 - Garagem:

- Trincas na parede lateral direita, iniciando-se ao lado e abaixo da viga, descendo até o meio. Fotografias 6, 7 e 8;
- Trincas no revestimento de gesso da viga no portão da garagem lado esquerdo. Fotografias 9 e 10. **Obs: Em relação a essas trincas, não se evidenciou nexos de causalidade com o desconfinamento do solo abaixo das fundações porque a trinca encontra-se isolada na peça que envolve o tubo de queda e não tem prosseguimento para outros elementos.**

### 2 - Sala e cozinha:

- Trincas no piso de mármore em diversos lugares. Fotografias nº 11 a 16;
- Trincas nas paredes que faz divisa com a cozinha com fogão a lenha e também parede que divide com o quarto de empregada. Fotografias nº 20 à 22.

### 3 - Área de serviço e quarto de empregada:

- Trincas na parede e abertura do rejunte cerâmico. Fotografias de nºs 23 a 29 e 31 a 32;

- Manchas na base da parede. Fotografia de nº 30. **Obs: Em relação a essas manchas, não se evidenciou nexos de causalidade com o desconfinamento do solo abaixo das fundações na divisa. Porque elas são provenientes de infiltração por capilaridade proveniente do solo por falta de impermeabilização da base do baldrame.**

4 - Cozinha com Fogão a lenha:

- Trincas na pia de granito na direção da cuba;  
- Trinca no granito que fica na soleira da base do fogão a lenha Conforme foto nº 42. **Obs: Em relação a essa trinca não se evidenciou nexos de causalidade com o desconfinamento do solo abaixo das fundações porque essa trinca é apenas na peça isolada não prosseguindo para parede.**

- Trincas na parede acima da porta de divisa com a sala conforme fotografia nº 41;

- Fissura com infiltração e sinais de eflorescência na parede acima da bancada em granito conforme fotografia nº 44.

5 - Jardim de inverno:

- Trinca no muro lateral esquerdo conforme fotografia nº 36.

6 - Escada:

- Trinca na parede da escada de ambos os lados no segundo pavimento conforme fotografias nºs 50 a 52.

7 - Quarto suíte solteiro:

- Trincas nas paredes do quarto e junto a esquadrias das janelas conforme fotografias nºs 55, 54 57;

- Manchas no teto ocasionadas por infiltrações causadas por telha cerâmica quebrada conforme fotografia nº 54, **portanto não há nexos de causalidade com o desconfinamento do solo abaixo das fundações na divisa.**

8 - Escritório:

- Trincas na parede conforme fotografia nº 59.

9 - Quarto suíte de casal:

- Trinca a partir da janela em madeira do quarto e trinca na parede abaixo da janela baixa, de frente para rua, ambas em ângulo de 45°;
- Trinca após a entrada na parede;
- Trinca na parede a partir da janela para a direção dos fundos (divisa com a obra)
- Trinca na parede acima dos armários closet, conforme fotografias nºs 58 a 68.

10 - Telhado:

- Infiltração no teto do quarto da suíte de solteiro. Essa infiltração tem causa na telha quebrada, fato antigo, conforme mostrado nas fotografias nºs 70 à 73. Por isso, **exclui-se o nexo de causalidade da infiltração existente com o desconfinamento do solo abaixo das fundações na divisa.**

11 - Fachada externa lateral esquerda:

- Trinca longitudinal ao longo da última laje próximo ao telhado conforme mostrado nas fotografias nºs 74 e 75.

## 6.7. Descrição das patologias identificadas no imóvel da autora causadas pelo desconfinamento do solo na divisa:

1 - Garagem:

- Trincas na parede lateral direita iniciando ao lado e abaixo da viga descendo até o meio. Fotografias 6, 7 e 8;

2 - Sala e cozinha:

- Trincas no piso de mármore em diversos locais. Fotografias nº 11 a 16;
- Trincas nas paredes da sala que fazem divisa com a cozinha do fogão a lenha e com o quarto de empregada. Fotografias nº 20 à 22.

3 - Área de serviço e quarto de empregada:

- Trincas na parede e abertura no rejuntamento cerâmico. Fotografias de nºs 23 a 29 e 31 a 32;

4 - Cozinha com Fogão a lenha:

- Trincas diversas nas bancadas em granito conforme mostrado nas fotografias nºs 42 e 45;

- Trincas na parede acima da porta de divisa com a sala conforme fotografia nº 41;

- Fissura com infiltração e sinais de eflorescência na parede acima da bancada em granito conforme fotografia nº 44.

5 - Jardim de inverno:

- Trinca no muro lateral esquerdo conforme fotografia nº 36.

6 - Escada:

- Trinca na parede da escada de ambos os lados do 2º piso conforme fotografias nºs 50 a 52.

7 - Quarto suíte solteiro:

- Trincas nas paredes do quarto e junto a esquadrias das janelas conforme fotografias nºs 55, 54 57;

8 - Escritório:

- Trincas na parede conforme fotografia nº 59.

9 - Quarto suíte de casal:

- Trinca na parede após a entrada;

- Trinca na parede a partir da janela para a direção dos fundos (divisa com a obra)

- Trinca na parede acima dos armários closet, conforme fotografias nºs 58 a 68.

10 - Fachada externa lateral esquerda:

- Trinca longitudinal ao longo da última laje próximo ao telhado conforme mostrado nas fotografias nºs 74 e 75.

## 6.8. Orçamento

Orçamento estimado com o uso da revista técnica INFORMADOR DAS CONSTRUÇÕES de 30 de junho de 2011, para recuperação dos danos listados no item anterior.

Também foi necessário fazer três orçamentos no mercado com relação ao mármore paginado (1,00 x 1,20)m, pois a revista acima não contempla material com tais características. Esses orçamentos feitos na região metropolitana de Belo Horizonte estão dispostos no anexo 2.

Conforme fundamentação no item 9, ao orçamento total dos materiais e mão de obra, serão acrescentados um valor percentual de BDI = 20% (vinte por cento), em razão dos benefícios e despesas indiretas da empresa que for executar a obra de reparos das patologias. Ressalte-se, por oportuno, que esta porcentagem varia de empresa para empresa.

A seguir a planilha completa com os valores das composições de custos de materiais, mão de obra e BDI.

Abaixo tabela detalhada do orçamento para reparos

| Ambientes | Itens | Descrição  | Unidade        | Quantidade | Valor/Unid | Sub-total    |
|-----------|-------|--|----------------|------------|------------|--------------|
| SALAS     | 1     | Demolição de piso e contrapiso   | m <sup>2</sup> | 82         | R\$ 6,69   | R\$ 548,58   |
|           | 2     | Locação de caçamba de 6m <sup>3</sup> para (82*0,05*1,5= 6,15m <sup>3</sup> ) de entulho | und            | 2          | R\$ 250,00 | R\$ 500,00   |
| E         | 3     | Execução de contrapiso, desempenado com argamassa de cimento e areia, traço 1:3          | m <sup>2</sup> | 82         | R\$ 19,00  | R\$ 1.558,00 |
| COZINHAS  | 4     | Fornecimento de 35m de rodapés com 15 cm de largura em mármore do mesmo bloco do piso    | m <sup>2</sup> | 5,25       | R\$ 180,00 | R\$ 945,00   |

|  |    |   |                |     |            |               |
|--|----|---|----------------|-----|------------|---------------|
| BANHO  | 5  | Fornecimento de 82m <sup>2</sup> de piso de mármore paginado (1,00x1,20) mesmo bloco  | m <sup>2</sup> | 82  | R\$ 312,00 | R\$ 25.584,00 |
|  | 6  | Fornecimento da pia de granito preto São Gabriel. (1,65 x 0,75) com um furo   | und            | 1   | R\$ 550,00 | R\$ 550,00    |
|  | 7  | Transporte do piso, pia e rodapés até a Rua Gabriel Santos, 165, Bairro Serra Belo Horizonte  | und            | 1   | R\$ 250,00 | R\$ 250,00    |
| SOCIAL   | 8  | Assente de Pisos e Rodapés de mármore paginado com argamassa de cimento e areia 1:3, mão de obra de pedreiro e servente, Excluídos materiais já contabilizados acima. | m <sup>2</sup> | 82  | R\$ 28,75  | R\$ 2.357,50  |
| DIVERSAS PAREDES DE TODOS OS COMODOS DANIFICADOS | 9  | Estimativa de reparo e Pintura com tinta acrílica em toda a casa em dois pavimentos com área total aproximada em 240m <sup>2</sup> .                                  | m <sup>2</sup> | 240 | R\$ 14,87  | R\$ 3.568,80  |
|  | 10 | Parede da garagem em textura, preparo tipo grafito inclusive material e mão de obra, (8,15*3,15=26m <sup>2</sup> )  | m <sup>2</sup> | 26  | R\$ 8,13   | R\$ 211,38    |
|  | 11 | Materiais para tratamento das trincas   | Vb             | 1   | R\$ 150,00 | R\$ 150,00    |
|  |    |   |                |     |            | R\$ 36.223,26 |

|  |       |     |              |
|--|-------|-----|--------------|
| Valor percentual do BDI conforme fundamentação | BDI = | 20% | R\$ 7.244,65 |
|--|-------|-----|--------------|

|             |               |
|-------------|---------------|
| VALOR TOTAL | R\$ 43.467,91 |
|-------------|---------------|

**Valor adotado é R\$ 43.500,00**

### 6.9. Fundamentação

A seguir serão apresentados fundamentos e conceitos técnicos para compreensão do aparecimento das patologias observadas no imóvel da autora, extraídos do livro 'Trincas em Edifícios, causas, prevenção e recuperação', (eng. Ercio Thomaz. Co-Edição IPT/EPUSP/PINI, Editora PINI LTDA, São Paulo) e também do livro 'Fundações Teoria e

prática' ( Editora PINI, 2ª Edição, 1998, São Paulo - Editores diversos - Associação Brasileira de Mecânica dos Solos).

### *6.9.1 Conceitos fundamentais sobre patologias*

#### *6.9.1.1 Patologia das construções*

Patologia das construções é o ramo da engenharia que estuda os sintomas, os mecanismos, as causas, as origens e as consequências das deficiências das construções.

Patologia significa não atendimento ao desempenho desejado, terapia das construções é o ramo da engenharia que trata da correção dos problemas patológicos apresentados pelas construções.

#### *6.9.1.2 Problemas patológicos em edificações*

O aparecimento de problemas patológicos nas edificações pode ter as mais diversas origens. O problema pode ter sua origem ainda na fase de projeto, durante a concepção da estrutura da edificação. As patologias podem também ser originadas na fase de execução do edifício, ou após sua conclusão, quando o uso efetivo é diferente daquele previsto para aquela edificação.

Entre as causas mais comuns do aparecimento de patologias, pode-se citar:

- Deficiência na avaliação da resistência do solo;
- Má definição das cargas atuantes ou da combinação mais desfavorável das mesmas;
- Deficiência no cálculo da estrutura;

- Detalhamento insuficiente ou errado dos projetos;
- Falta de compatibilidade entre os projetos, principalmente entre o estrutural e arquitetônico;
- Especificação inadequada de materiais;
- Não capacitação profissional da mão de obra;
- Inexistência de controle de qualidade de execução;
- Má qualidade de materiais e componentes.

Em geral, os problemas patológicos não têm uma única causa e sim uma conjugação de duas ou mais causas.

#### 6.9.1.3 Classificação dos danos em edificações

BURLAND et al.(1977), classifica os danos em edificações em função da espessura das trincas conforme mostrado no gráfico e na tabela a seguir.

| Classes de danos | Descrição dos danos  | Espessura aproximada das trincas (mm) |
|------------------|--|---------------------------------------|
| Desprezíveis     | Trincas capilares  | <0,1                                  |
| Muito Pequenos   | Trincas estreitas de fácil reparo. Trincas na alvenaria externa, visíveis sob inspeção detalhada               | <1                                    |
| Pequenos         | Trincas facilmente preenchidas. Várias faturas pequenas no interior da edificação. Trincas externas visíveis e | <5                                    |

|               |   |  |
|---------------|---|--|
|               | sujeitas a infiltração. Portas e janelas emperrando um pouco nas esquadrias   |  |
| Moderados     | O fechamento das trincas requer significativo preenchimento. Talvez seja necessária a substituição de pequenas áreas de alvenaria externa. Portas e janelas emperradas. Redes de utilidade podem estar interrompidas                                | 5 a 15 ou várias trincas com mais de 3 mm              |
| Severos       | Necessidade de reparos envolvendo remoção de pedaços de parede, especialmente sob portas e janelas. Esquadrias de portas e janelas fora de esquadro. Paredes fora de prumo, com eventual deslocamento de vigas de suporte. Utilidades interrompidas | 15 a 25 e também em função do número de trincas        |
| Muito severos | Reparos significativos envolvendo reconstrução parcial ou total. Paredes requerem escoramento. Janelas quebradas. Perigo de instabilidade.  | Usualmente >25 e também em função do número de trincas |

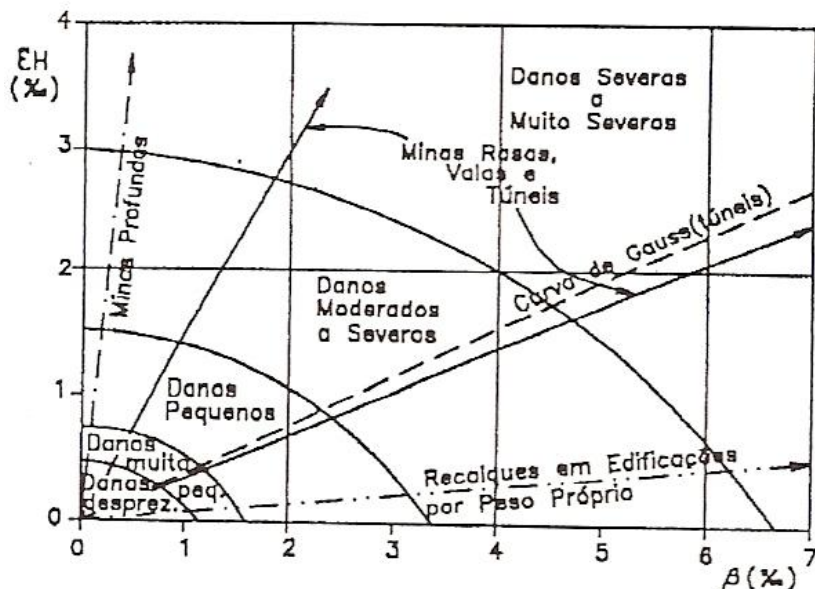


Figura 1 - Danos em edificações em função da espessura das trincas

#### 6.9.1.4. Trincas nas edificações

Entre os problemas patológicos que afetam os edifícios, as trincas são particularmente importantes, porque:

- são o aviso de um eventual estado perigoso para a estrutura;
- podem levar ao comprometimento do desempenho da obra em serviço (estanqueidade à água, durabilidade, isolamento acústica, etc.);
- constrangimento psicológico que a fissuração dos edifícios exerce sobre seus usuários.

As trincas podem começar a surgir, de forma congênita, logo no projeto arquitetônico da construção. Isso muitas vezes está relacionado ao desconhecimento do projetista sobre as propriedades tecnológicas dos materiais de construção empregados. A incompatibilidade entre os projetos de arquitetura, estrutura e fundações, normalmente conduzem a tensões que excedem a resistência dos materiais de construção, originando o problema das fissuras.

A presença de fissuras é prejudicial à durabilidade da estrutura. No caso das estruturas de concreto armado, a durabilidade fica comprometida por facilitar a penetração de agentes agressivos às armaduras e à própria massa de concreto.

Já com relação a questão do solo, em edificações com estrutura reticulada os recalques diferenciados da fundação induzem a fissuração por tração diagonal das paredes de vedação; as trincas inclinam-se na direção do pilar que sofreu maior recalque, conforme indicado a seguir:

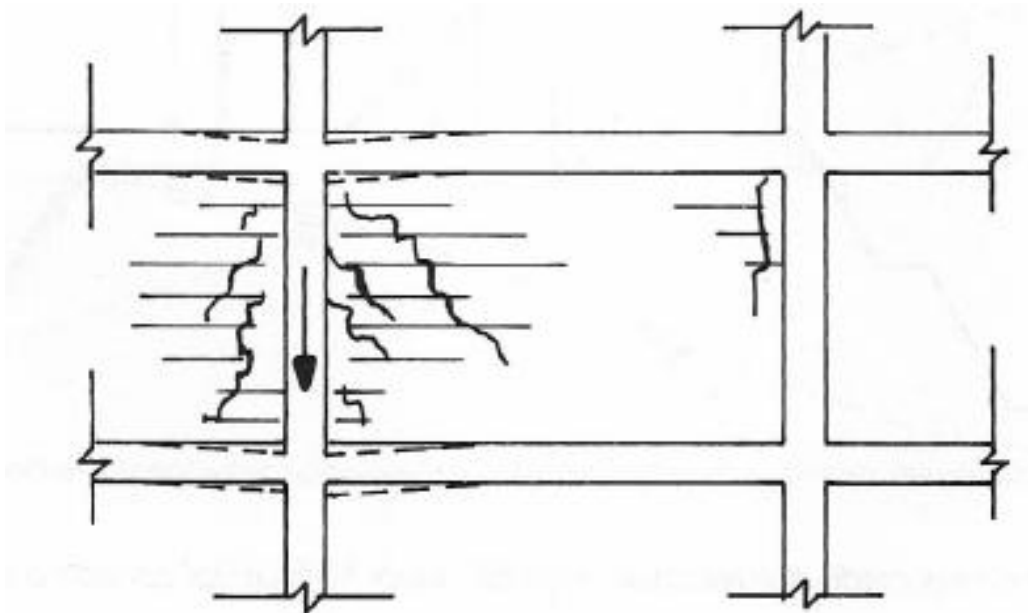


Figura 2 - Trincas inclinadas na direção do pilar que sofreu maior recalque. (Recalques diferenciados) (THOMAZ, Ercio; *Trincas em Edifícios*, pag 98. São Paulo, 1949)

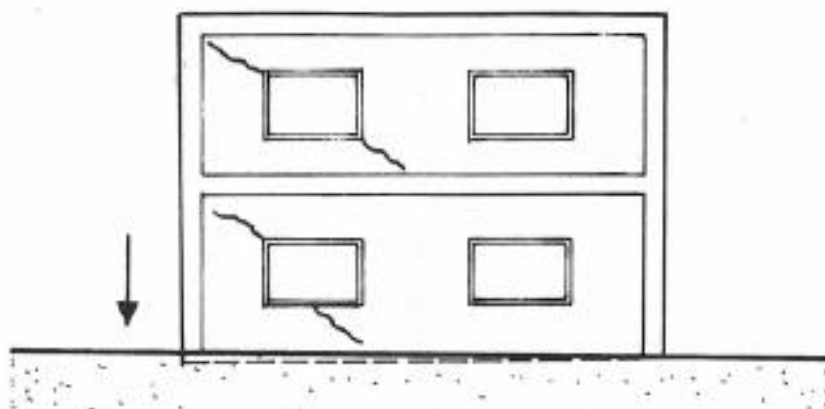


Figura 3 - Ilustração de recalque diferenciado (THOMAZ, Ercio; *Trincas em Edifícios*, pag 97. São Paulo, 1949 - EDITADA)

A seguir é apresentada uma classificação usual das aberturas nas edificações segundo suas dimensões.

ABERTURAS COMUNS EM PATOLOGIAS

| <b>ANOMALIAS</b> | <b>ABERTURAS (mm)</b> |
|------------------|-----------------------|
| Fissura          | até 0,5               |
| Trinca           | de 0,5 a 1,5          |
| Rachadura        | de 1,5 a 5,0          |
| Fenda            | de 5,0 a 10,0         |
| Brecha           | Acima de 10,0         |

#### 5.5. Fissuras causadas por deformação excessiva da estrutura (deformação lenta)

O desenvolvimento de métodos mais refinados de cálculo, fabricação de aços e cimentos de melhor qualidade, tem tornado as estruturas cada vez mais flexíveis. Isso torna imprescindível a análise mais cuidadosa das deformações das estruturas e suas conseqüências.

#### 6.9.2 Definições sobre elementos estruturais

Para o entendimento e esclarecimento sobre os elementos estruturais, a seguir são apresentadas definições técnicas. (Projeto e execução de Estrutura de Concreto Armado. Editora Tula Melo, 1ª Edição, 2005, São Paulo).

***Pilares** são elementos preponderantemente comprimidos dispostos normalmente na posição vertical. São responsáveis pelo suporte das vigas e lajes, conduzindo as cargas atuantes sobre estas até as fundações.*

***Vigas** são elementos estruturais predominantemente solicitados à flexão e que geometricamente mantém uma relação entre vão e altura, para vigas isostáticas, de  $l/h \geq 2,0$ , em que  $l$  é o comprimento do vão teórico ( ou o dobro do comprimento teórico, no caso de balanço) e  $h$  a altura total da viga. Ainda, a relação entre sua largura e altura da seção deverá ser menor ou igual a cinco.*

*Lajes são elementos planos e laminares, que estão sujeitos principalmente a forças, segundo a direção normal ao seu plano.*

*Contenção é todo elemento ou estrutura destinado a contrapor-se a empuxos ou tensões geradas em maciço cuja condição de equilíbrio foi alterada por algum tipo de escavação, corte ou aterro.*

*Muros são estruturas corridas de contenção de parede vertical ou quase vertical, apoiadas em uma fundação rasa ou profunda. Podem ser construídos em alvenaria ou em concreto, simples ou armado. Os muros de arrimo podem ser de vários tipos: gravidade (construídos de alvenaria, concreto, gabiões, etc), ou de flexão (com ou sem contrafortes).*

### 6.9.3 Definições e fundamentações sobre orçamentos

#### 9.3.1. Orçamento de Obra

Segundo a Professora Bernadete Trifilio, do Departamento de Engenharia de Materiais e Construção da Universidade Federal de Minas Gerais *"Orçamento de obra é a descrição completa de todos os insumos da obra, devidamente quantificados e multiplicados pelos seus respectivos preços unitários, acrescidos da verba para a cobertura do benefício e das despesas indiretas, cujo somatório representa o faturamento provável da construção"*.

#### 9.3.2. Custos Diretos

Os custos diretos na construção civil são calculados a partir de composições de custos dos diversos serviços e materiais utilizados na obra. Para sua obtenção são elaboradas planilhas orçamentárias a partir dos quantitativos de serviços necessários e seus respectivos preços unitários. Estes últimos são em geral publicados por revistas técnicas especializadas de construção civil, tais como Construção Mercado e O Informador das Construções.

#### 9.3.3. Benefícios e Despesas Indiretas (BDI)

A taxa de Benefícios e Despesas Indiretas (BDI) é utilizada na composição do preço final de um serviço para reembolsar o construtor pelas despesas não calculadas no custo direto, explícito na planilha de orçamento, tais como impostos, despesas administrativas, encargos financeiros, custos indiretos, além de remunerar o lucro. (extraído do livro Roteiro Prático de Avaliações e Perícias Judiciais do Engenheiro Francisco Maia Neto).

Os custos indiretos consistem nas despesas oriundas do desenvolvimento de atividades técnicas, administrativas, comerciais e legais, necessárias para garantir a perfeita execução da obra, atendendo a seus parâmetros de custo, prazo e qualidade.

A taxa de BDI inclui, entre outros, os seguintes itens:

- Custo do escritório central da empresa;
- Custo da estrutura técnico-administrativa da obra;
- Custos financeiros;
- Lucro do construtor;
- Impostos.

#### 9.3.4. *Custo Unitário Final de Obra (CF)*

A NBR 14.653, Norma Brasileira para Avaliação de Bens, define o Custo Unitário Final de Obra como aquele que engloba os Custos Diretos (CDI) e a taxa de Benefícios e Despesas Indiretas (BDI). Nesta norma é proposto o seguinte modelo para o cálculo do Custo Unitário Final de Obra (CF):

$$CF = CDI + BDI$$

onde,

CF : Custo unitário de construção por m<sup>2</sup>

CDI : Custo direto

BDI : Benefícios e despesas indiretas

O valor do BDI é calculado através de:

$$\text{BDI} = (1 + A) \cdot (1 + F) \cdot (1 + L)$$

onde,

A: Taxa de administração da construtora para a obra

F: Custos financeiros durante o período de construção

L: Taxa de lucro da construtora

## 6.10. Conclusão

Mediante estudos técnicos baseados nas fundamentações descritas no item 9, vistoria, análise dos autos, projetos e memória de cálculo, foi possível estabelecer conclusões relativas aos problemas e questionamentos apresentados em relação às causas das patologias observadas no imóvel da autora, bem como a segurança do imóvel à data da vistoria e a relação das lajes de primeiro e segundo piso da obra executado pelo com a estabilidade do muro de arrimo.

Das patologias observadas nas vistorias e demais documentações apresentadas, **as trincas e fissuras localizadas por todo imóvel da autora, já classificadas no item 7, tem indubitoso nexo de causalidade com o desconfinamento do solo abaixo das fundações à época dos cortes para execução do muro de arrimo.**

A existência de umidade no solo, constatada através da abertura feita para inspeção no piso do jardim de inverno, não teve interferência nos danos no imóvel da autora, tendo em vista tratar-se de umidade pequena e, por isso, pouco significativa.

Desta forma, conclui-se após os cortes feitos para a execução do muro de arrimo na divisa, pela obra do réu, ocorreu o desconfinamento do solo com conseqüente abatimento das fundações, provocando os danos que estão listados no item 7 e orçados no item 8 deste trabalho.

A lista e orçamento tiveram como objetivo estimar o custo para reparação dos danos que totalizou **R\$ 43.500,00**.

É conveniente lembrar a possibilidade da existência de diferença entre o valor estimado e o valor executado em razão do BDI praticado pela empresa a ser contratada.

Conforme observação nº 4, descrita na memória de cálculo (anexo 1) apresentada pelo o engenheiro calculista Dr. Alfredo Gomes Miranda e análise dos projetos, afirma-se que **há participação das lajes de 1º e 2º pavimentos como apoio ao muro de arrimo, uma vez que o mesmo, neste caso, foi projetado considerando esses apoios.**

Considerando a estabilização das trincas no imóvel objeto desta lide, a conclusão do muro de arrimo mantendo confinado o solo abaixo das fundações, a situação encontrada na vistoria e também o termo de notificação de desinterdição das áreas relatadas na ocorrência 15.888 às fls. 154 dos autos, **pode-se afirmar que o imóvel da autora encontra-se estável** sob o ponto de vista das ocorrências listadas nesta lide.

Afirma-se também que a continuação da obra de responsabilidade do Réu, **em seu correto procedimento de execução e de acordo com as normas vigentes**, não deve, por si só, influir em qualquer risco ao imóvel da autora.

#### 6.11. Respostas aos quesitos

Observação: Os quesitos abaixo foram transcritos de forma idêntica aos apresentados.

##### Quesitos do Autor

1. *Diga o Sr. Perito se há imperativo técnico de segurança que imponha em grau razoável a subordinação da contenção do terreno à edificação de novos componentes estruturais da obra nova (lajes, vigas ou pilares), ou se tais edificações exercem função meramente auxiliar na contenção do terreno, justificando seu posicionamento.*

R: Há imperativo técnico de segurança com grau de subordinação de componentes estruturais à contenção do terreno quando, em razão do projeto, o elemento estrutural é projetado considerando elementos auxiliares.

2. *Informe se os elementos estruturais (lajes, vigas ou pilares) são calculados para receberem forças de compressão (forças verticais) ou se são calculados para receberem esforços laterais que seriam supostamente exercidos pelo muro de contenção? Favor justificar a resposta, informando se o muro de arrimo é estrutura calculada e dimensionada para suportar, por si só, as forças de contenção do terreno independentemente do eventual auxílio das obras estruturais realizadas pelo Réu.*

R: O projetista tem liberdade na hora de projetar. Ressalta-se que qualquer que seja o elemento estrutural, ele é projetado para suportar um determinado esforço ao qual foi solicitado. Dessa forma, um muro de arrimo é *normalmente* projetado para suportar os esforços horizontais oriundos do solo ao qual tenha que se conter. Outros componentes estruturais podem, *eventualmente*, exercer a função auxiliar no travamento do conjunto. Assim, se o muro de arrimo for projetado considerando lajes como parte do apoio resultante, elas são elementos estruturais importantes na estabilidade do muro de arrimo. Por outro lado, se o muro de arrimo foi projetado para suportar sozinho o solo adjacente, as lajes são dispensáveis.

*Sobre os danos causados e sua avaliação.*

*A Autora elaborou laudo pericial de engenharia que descreve diversos danos causados ao seu imóvel em virtude da obra nova do Réu.*

3. *Indique o Sr. Perito se os danos indicados no laudo pericial extrajudicial permanecem estáveis, atualizando a relação dos novos danos apurados na vistoria.*

R: Sim, pela observação dos danos no dia da vistoria, constatou-se selos de gesso ainda sem romper, (fotografia nº 22) indicando que não houve, nestes casos, progressão dos danos e, portanto permanecem estáveis. A atualização dos danos está descrita nos item 7 deste laudo.

4. *Favor avaliar o custo das obras de correção dos danos apurados no imóvel. Pede-se o particular cuidado de discriminar se as avarias do piso de mármore podem ser corrigidas à perfeição funcional e estética com a simples substituição das peças danificadas ou, em virtude da harmonia estética do conjunto das placas de mármore extraídas da mesma pedra há necessidade de substituição de todo o conjunto do piso de mármore.*

R: Considerando a impossibilidade de aquisição de peças de mármore com as exatas características de padrão, tonalidade e cor, entre outras, é necessária a troca de todo o piso de mármore paginado no tamanho de 1,00 x 1,20 m como

forma de manter a estética do conjunto. O custo das obras de correção estão discriminados no item 8 deste laudo.

5. *Houve ameaça à segurança e habitabilidade do imóvel da Autora? Favor justificar a resposta.*

R: Sim, quando do desconfinamento do solo abaixo das fundações do imóvel da autora e até haver a contenção do solo pela construção do muro de arrimo, houve condição de risco à segurança e habitabilidade do imóvel, o que foi, inclusive, confirmado pelo relatório de vistoria do SIMDEC – Sistema Municipal de Defesa Civil às fls 72 dos autos, que no dia 04/03/2011 limitou o uso de parte da casa da autora, especificamente, nos cômodos ao fundo do 1º e 2º pavimentos próximo a divisa com a obra.

Já no dia da vistoria foi possível constatar a quase conclusão do muro de arrimo confinando o solo abaixo das fundações. Além disso, os selos de gesso das trincas e fissuras não se apresentavam rompidos, demonstrando a cessação do abatimento provocado pelo desconfinamento e, portanto, a estabilidade do imóvel.

6. *Diante da capacidade técnica minimamente necessária para a execução de obras do porte daquelas promovidas pelo Réu, é razoável avaliar que os construtores assumiram risco de danos a terceiros em grau superior àqueles recomendados pelas normas técnicas a partir de dados estatísticos e conceitos probabilísticos de segurança?*

R: Dos elementos constantes dos autos, das documentações apresentadas a esse perito e dos fatos apurados na vistoria, não se extraiu informações suficientes para definir uma posição inequívoca acerca do que ocorreu na época do desconfinamento ou como foi a seqüência de execução do muro de arrimo.

7. *Favor comentar tecnicamente a conclusão do laudo pericial extrajudicial produzido pela Autora, informado fundamentadamente se com ela concorda:*

*“Ao contrário das recomendações da boa técnica de engenharia (vide item 4. Fundamentação Técnica), na escavação realizada no terreno vizinho não houve uma previsão de metodologia construtiva, com programação de etapas, consideração dos efeitos na estabilidade da construção vizinha e conseqüentemente execução de adequada contenção do maciço de terra para evitar o desconfinamento das fundações das edificações vizinhas, com deformação lateral do solo na*

*região. A não execução da adequada contenção provocou os danos mostrados. De acordo com Burland, mostrado anteriormente, as patologias se enquadram na classe de danos entre Moderados e Severos.”*

R: O quesito acima afronta a ética que deve permear a conduta do perito, na medida em que exige opinião sobre o trabalho de outros profissionais e, por isso, deixo de respondê-lo.

#### *Outros quesitos*

8. *Informe outras informações julgadas pertinentes ao caso, conforme contexto fornecido pelos demais quesitos e na perícia realizada.*

R: Tendo em vista as respostas apresentadas acima, bem como a conclusão o laudo pericial, nada mais a acrescentar.

#### Quesitos do Réu

*1) É possível dizer se houve deslocamento ou qualquer outro tipo de abalo no telhado da casa situada na Rua Gabriel dos Santos, nº165, bairro Serra, em virtude da obra no terreno vizinho? Ainda, se os abalos porventura existentes fossem decorrentes da construção do imóvel situado na Rua Professor Estevão Pinto, nº 1211, não deveria haver trincas significativas na alvenaria do 2º pavimento da casa na Rua Gabriel dos Santos, nº165?*

R: Não foi constatado abalo no telhado do imóvel da autora, excluindo-se nexo de causalidade com o desconfinamento do solo sob as fundações do imóvel da autora, provocado por ocasião dos cortes no solo à divisa realizado pelo réu para a construção do muro de arrimo. Inexistindo nexo de causalidade, resta prejudicada a segunda pergunta formulada no quesito.

*2) É possível dizer se a água que minava da casa localizada na Rua Gabriel dos Santos, nº165, no terreno em obras, possa ter causado abalo na estrutura do imóvel da Autora, haja vista ter provocado ou contribuído para a movimentação do terreno onde está construído seu imóvel?*

R: Na vistoria realizada no dia 08 de julho de 2011 não foi constatado nenhum vazamento sob o solo junto ao muro de arrimo que já se encontrava 70% concluído.

Entretanto, através de abertura feita no piso do jardim de inverno do imóvel da autora foi constatada a presença de umidade no solo. Tal umidade, entretanto, conforme já exposto, não teve interferência nos danos causados no imóvel da autora, tendo em vista tratar-se de umidade pequena e, por isso, pouco significativa.

*3) Responder se as trincas presentes no piso em mármore da casa sita na Rua Gabriel dos Santos, nº165, podem ter sido causadas pelas obras executadas no imóvel da Rua Professor Estevão Pinto, nº 1211, haja vista que o referido piso se encontra distante cerca de 20m (vinte metros) do muro de divisa dos imóveis?*

R: Pode-se afirmar que as trincas no piso da sala da autora foram causadas pela movimentação da estrutura do imóvel provocada pelo desconfinamento do solo na ocasião dos cortes do terreno para construção do muro de arrimo.

Tal movimentação levou ao abatimento da estrutura do imóvel mais próxima da divisa, produzindo, assim, um recalque diferencial como mostrado na fundamentação deste trabalho. As trincas e as fissuras têm suas localizações nas regiões onde as tensões superam a resistência e nem sempre a distância é preponderante.

*4) Informar se as trincas existentes na viga revestida de gesso na garagem e no portão de entrada da residência da Rua Gabriel dos Santos, nº165, podem ter sido causadas pelas obras no imóvel vizinho?*

R: No caso da viga mostrada nas fotografias nº 6, 7 e 8 deste laudo, pode-se afirmar que a movimentação da estrutura gerou tensões em toda estrutura e que provocou trincas nos pontos onde a resistência foi menor.

Com relação as trincas no revestimento de gesso do tubo de descida, se apresentam descontínuas e isoladas, portanto não tem nexos de causalidade com o desconfinamento.

*5) Informar se a construção da laje do primeiro e segundo pavimentos do imóvel auxiliam na correta contenção do terreno, segundo projeto original de construção?*

R: Conforme observação nº 4, descrita na memória de cálculo (anexo 1) apresentada pelo o engenheiro calculista Dr. Alfredo Gomes Miranda e análise dos projetos, afirma-se que **há participação das lajes de 1º e 2º pavimentos como apoio ao muro de arrimo, uma vez que o mesmo, neste caso, foi projetado considerando esses apoios.**

*6) Responder se a construção dos dois pavimentos constantes do projeto da obra periciada representa algum risco à Autora - risco de vida ou patrimonial, ou seja, se o imóvel poderá desabar, tendo em vista o atual estágio da obra?*

R: Considerando a estabilização das trincas no imóvel objeto desta lide, a conclusão do muro de arrimo mantendo confinado o solo abaixo das fundações, a situação encontrada na vistoria e também o termo de notificação de desinterdição das áreas relatadas na ocorrência 15.888 às fls. 154 dos autos, **pode-se afirmar que o imóvel da autora encontra-se estável** sob o ponto de vista das ocorrências listadas nesta lide, e que a continuação da obra de responsabilidade do Réu, **em seu correto procedimento de execução e de acordo com as normas vigentes**, não deve, por si só, influir em qualquer risco ao imóvel da autora.

#### 6.12. Encerramento

Não havendo mais nada a ser declarado, encerra-se esse laudo técnico pericial. Esta página apresenta-se assinada e as demais 87 (oitenta e sete), rubricadas.

Belo Horizonte, 05 de agosto de 2011.

**Alexandre Magno de Oliveira**

Engenheiro Civil - CREA 127.743/D

Membro do Instituto Brasileiro de Avaliações e

Perícia de Engenharia de Minas Gerais (IBAPE-MG)

Membro da Sociedade Mineira de Engenheiros (SME)

## 7 ANÁLISE E CONCLUSÕES

A Perícia Judicial de Engenharia é um instrumento de grande importância utilizado pelo juiz como auxílio técnico nas suas decisões, pois não cabe ao magistrado possuir conhecimentos técnicos específicos em todos os assuntos que transgridem na esfera judicial.

Para tanto, os magistrados lançam mão do perito de sua confiança, nomeando no processo em questão para solução do caso pertinente.

Nesta monografia foram estudados diversos casos de manifestações patológicas tipo trincas, fissuras e rachaduras nas mais diversas peças da edificação, como alvenarias, pilares, lajes, vigas entre outras, bem como suas causas. As causas destas manifestações patológicas podem também ser diversas, entre elas, existem as manifestações patológicas causadas por rebaixamento do lençol freático.

A fundação de uma edificação está, em muitos casos, sobre um maciço, e este solo é normalmente constituído por um conjunto de partículas sólidas, de diversos tamanhos e composições químicas, podendo ter também compostos orgânicos, e vazios que se interconectam, que podem estar preenchidos, completa ou parcialmente, de ar e/ou água.

No estudo de caso apresentado neste trabalho, ocorreu que um construtor ao edificar seu muro de contenção, já que sua obra estava em um nível abaixo do lote à sua direita, e precisou cortar/escavar o maciço para implantação do muro de arrimo. Ocorre que ao cortar o maciço, ele provocou a drenagem do solo, que até aquele momento se mantinha confinado.

Nos estudos apresentados neste trabalho, pode-se observar que ao causar um rebaixamento do lençol freático, nas proximidades de uma edificação, ocorre recalque de fundação, pois a água existente no solo que se apresentava estável, foi drenada e em seu lugar ficou espaços vazios que não tem como suportar mais aquela carga transferida pela fundação. A partir daí a fundação sofre movimentação podendo provocar varias manifestações patológicas na edificação.

As manifestações patológicas ocorridas por recalque diferencial provocado por rebaixamento de lençol freático são normalmente, fissuras, trincas e rachaduras podendo até ocorrer fenda e até a ruína de toda a edificação.

No estudo do caso concreto apresentado nesta monografia, ocorreram diversas fissuras e trincas provocadas pelo recalque diferencial de fundação, por desconfinamento do solo devido ao corte do maciço feito pelo construtor junto à divisa entre a obra e a casa da autora da ação.

A figura 32 presente neste trabalho tem muita semelhança com o caso concreto em estudo, ela mostra de forma simplificada o que pode ter ocorrido quando o construtor cortou o solo na divisa com a edificação.

Nesta figura, a direção das trincas aponta claramente para a parte da fundação que não sofreu abatimento, e por dedução, mostra o lado que teria sofrido recalque. Assim o perito pode associar com mais propriedade que o corte no maciço, foi feito do mesmo lado que houve o abatimento. Com estas informações o profissional de engenharia civil que estiver trabalhando como perito poderá buscar no local estas informações com indícios que o desconfinamento ocorreu do mesmo lado que houve o recalque diferencial da fundação, e que a direção das trincas está apontando para a parte da fundação que não ocorreu abatimento.

Então estas informações podem contribuir para auxiliar o trabalho do perito judicial na hora da vistoria, e posteriormente na conclusão do laudo pericial.

## 8 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) VELLOSO, Dirceu A. LOPES, Francisco R. – FUNDAÇÕES – Nova Ed. - São Paulo, oficina de texto 2004.
- (2) HACHICH, Waldemar. FALCONI, Frederico F. SAES, José Luiz. FROTA, Celso S. Carvalho. NIYAMA, Sussumu. Fundações, Teoria e Prática. Editora PINI, São Paulo, abril 2009.
- (3) THOMAZ, Ercio – Trincas em Edifícios, causas, prevenção e recuperação – Co-edição IPT/EPUSP/PINI – São Paulo, dezembro 2007.
- (4) MILITITSKUY, Jarbas. CONSOLI, Nilo Cesar. SCHINAID, Fernando. – Patologia das Fundações, Editora PINI, São Paulo, Maio, 2007
- (5) BRAJA, M. Das. – Fundamento de Engenharia Geotécnica, Tradução da 7ª edição norte-americana.
- (6) CINTRA, José Carlos A. AOKI, Nelson. ALBIERO, José Henrique –Fundações Diretas, projeto geotécnico – Editora PINI, Belo Horizonte, 1998.
- (7) MARCELLI, Maurício – Sinistro na Construção Civil – Editora PINI, São Paulo, março 2010