



XIX COBREAP | Foz do Iguaçu

INOVAÇÕES CIENTÍFICAS E TECNOLÓGICAS

**CONGRESSO BRASILEIRO DE
ENGENHARIA DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS**

21 a 25 agosto de 2017

Hotel Mabu Thermas Grand Resort
Foz do Iguaçu / PR / Brasil

PERÍCIA EM EDIFICAÇÕES FUNDADAS SOBRE SOLO ORGÂNICO

AFONSO PEDRO DE ARAUJO MAIA



O Conteúdo dos trabalhos técnicos apresentados no COBREAP é de inteira responsabilidade dos seus autores.

PERÍCIA EM EDIFICAÇÕES FUNDADAS SOBRE SOLO ORGÂNICO

O presente trabalho se refere a uma perícia de engenharia legal de produção de prova para esclarecer controvérsia de lide gerada entre litigantes vizinhos, proprietários de edificações danificadas construídas sobre solo orgânico, situadas na Avenida São João Marcos – Praia do Saco – Mangaratiba / RJ.

Palavras-chave: Perícia geotécnica, Estabilidade de edificação, Danos em edificação, Recalques do terreno e estruturas, Construção sobre solo orgânico.

1. OBJETO DA PERÍCIA

A Perícia teve como objeto duas construções vizinhas danificadas, fundadas sobre solo orgânico, uma edificada no imóvel do Autor, Unidade Residencial Unifamiliar - casa n.º 230 construída no Lote 09, e outra no imóvel do Réu, Unidade Residencial Multifamiliar - prédio construído no Lote 08, ambos localizados na Quadra 03 do Loteamento Cidade Balnear de Mangaratiba, à Avenida São João Marcos – Praia do Saco – Mangaratiba / RJ.

2. OBJETIVO DA PERÍCIA

A Perícia teve como objetivo principal verificar o estado das construções danificadas envolvidas na lide, constatar e avaliar os danos nas benfeitorias das construções e caracterizar a causa desses danos.

3. CARACTERIZAÇÃO DOS IMÓVEIS DA LIDE





VISTA INTERNA ANTERIOR DO IMÓVEL DO AUTOR: CASA DANIFICADA
IMÓVEL DO RÉU: PRÉDIO VIZINHO COLADO À DIVISA ESQUERDA

3.1. Imóvel do Autor – casa danificada

- Tipo: Unidade residencial unifamiliar – casa;
- Terreno: Lote 09 - Terreno plano com 19,00m de frente e fundos por 31,00m pela divisa esquerda e 31,11m pela divisa direita, com 590,00m² de área;
- Construção: Casa edificada em fundação rasa e estrutura de concreto armado, com fechamento de alvenaria de tijolos, de 01 (um) pavimento, com 138,97m² de área construída e de projeção, composta de varanda, sala, 03 quartos, sanitário, cozinha e área de serviço, construída no centro do terreno, e anexo de edícula de garagem, construída junto às divisas de fundo e da esquerda, colada ao prédio do Réu;
- Estado de conservação: Estado precário, com habitabilidade totalmente prejudicada, apresentando danos diversos, provenientes de recalque do terreno; ver item específico adiante;

3.2. Imóvel do Réu – prédio vizinho

- Tipo: Unidade residencial multifamiliar – prédio;
- Terreno: Lote 08 - Terreno plano com 19,00m de frente e fundos por 30,34m pela divisa esquerda e 31,00m pela divisa direita, com 583,06m² de área;
- Construção: Prédio edificado em fundação rasa e estrutura de concreto armado, com fechamento de alvenaria de tijolos, de 05 (cinco) pavimentos, construído colado às divisas do terreno, com 395,93m² de área projeção e 2.261,24m² de área construída, composto de 01 (um) pavimento térreo, com portaria e vagas de garagem, 04 (quatro) pavimentos tipo, com 06 (seis) apartamentos por pavimento – aptos. n.º 101/106 ao 401/406, e telhado em platibanda com casa de máquinas e caixas d'água;
- Estado de conservação: Estado novo, com habitabilidade normal, apresentando poucos e pequenos danos, provenientes de recalque do terreno; ver item específico adiante;

4. DANOS CONSTATADOS

4.1. Caracterização dos danos

Foram constatados danos em ambas as construções vizinhas, objetos da lide, todos tipicamente oriundos de recalque do solo de fundação das duas construções.

4.1.1. Na casa danificada:

Os danos ocorreram em todo o imóvel, na construção central (casa propriamente dita) e na edícula de garagem (colada ao prédio vizinho), na forma de:

(a) deformação excessiva da estrutura de concreto armado (fundações, pilares, vigas e lajes);

(b) rachaduras significativas nas alvenarias da construção e muros da divisa esquerda e frontal;

(c) desnivelamentos significativos das lajes internas do piso e do teto, e do piso externo perimetral;

(d) deformação da estrutura dos telhados e beirais da casa e da garagem, gerando infiltrações internas generalizadas d'água pluvial nas paredes e pisos;

(e) degradação generalizada nos revestimentos de paredes (emboço, azulejos aplicados e pintura) e de pisos (cerâmicas e pedras assentadas e cimentado externo);

(f) deformação das esquadrias (portão externo do muro de acesso, janelas e portas da construção);

(g) e eventuais danos ocultos nas instalações hidráulicas e elétricas embutidas, face à deformação excessiva das paredes.

No Anexo de Fotografias, ao final do texto, ilustram-se algumas fotos de caracterização desses danos na casa danificada.

4.1.2. No prédio vizinho:

Os danos ocorreram em pequena parte do imóvel, na forma de fissuras e trincas, surgidas durante e após a conclusão do prédio, em algumas paredes internas e externas do prédio. Remanesceram vestígios de alguns reparos de fissuras e trincas nas paredes externas, efetuados antes da pintura final do prédio.

No Anexo de Fotografias, ao final do texto, ilustram-se algumas fotos de caracterização desses danos no prédio vizinho.

4.1.3. Noutros locais:

Constatou-se ocorrência representativa de danos semelhantes noutra construção oposta - casa do Lote 07 (também oriundos de recalque do solo de fundação), construída colada em sua divisa esquerda com o mesmo prédio do Lote 08, apresentando danos na construção com a mesma forma e intensidade observadas na casa danificada do Lote 09, da lide.

Também, externamente, remanesceu nítido afundamento central da calçada e da pista do logradouro, frontais ao prédio do Lote 08, da ordem de 10cm, também, tipicamente oriundo de recalque do solo de fundação do pavimento do logradouro.

4.2. Causa dos danos

Verificou-se que os danos constatados foram causados por vício de projeto, notadamente caracterizado pela escolha e adoção inadequada de execução de fundação rasa da estrutura do prédio, haja vista que o solo de fundação apresenta uma camada subjacente de argila orgânica muito mole – SPT de 0 (zero) golpes, da ordem de 7,00m de espessura, existente abaixo da camada superficial do solo de areia fofa e medianamente compacta – SPT de 2 a 12 golpes, de 3,80m de espessura. Veja-se, a seguir, o boletim de sondagem do solo de fundação local:

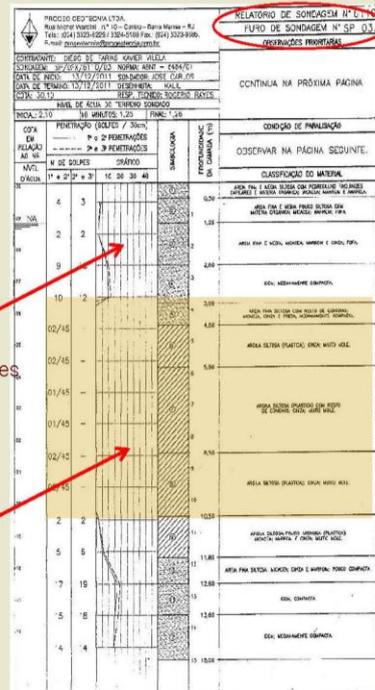
PRÉDIO EM FUNDAÇÃO RASA SOBRE SOLO DE ARGILA ORGÂNICA



SITUAÇÃO DOS FUROS DE SONDAAGEM

AREIA FOFA A
MEDIANAMENTE
COMPACTA
3,80m com "2 a 12" golpes

ARGILA ORGÂNICA
MUITO MOLE
7,00m com "0" golpes



BOLETIM DE SONDAAGEM – FURO SP 03

Observação: SPT é o *Standard Penetration Test* definido na sondagem do terreno como sendo o somatório do número de golpes do peso na haste de sondagem necessários para penetração de 30cm de um amostrador padrão no furo de sondagem, obtidos a cada metro de perfuração.

As camadas argilosas compressíveis, especialmente aquelas muito compressíveis formadas de argila orgânica muito mole (como no caso em questão), quando submetidas à compressão (no caso, pelo peso próprio do prédio de fundação rasa), sofrem o conhecido fenômeno geotécnico de adensamento das argilas, ou seja, deformação e/ou recalque da camada argilosa que ocorre por drenagem natural e/ou expulsão da água dos interstícios das partículas da camada argilosa, e consequente deformação do solo argiloso. Esse recalque dá-se, em geral, durante um tempo proporcional à permeabilidade do solo argiloso, ou seja, durando mais em solo menos permeável, como é o caso da camada subjacente de argila orgânica existente no local da lide. Repare-se o esquema:



A casa danificada sofreu recalque diferencial relativo (δ_{12}/L_{12}) da ordem de $\delta/L = 1/100$, como diagnosticado na Perícia:



EDÍCULA DA GARAGEM DA CASA DANIFICADA COLADA AO PRÉDIO VIZINHO



SALA DA CASA DANIFICADA – RACHADURAS E DESNÍVEL DO PISO



ÁREA DE FUNDOS DA CASA DANIFICADA – RACHADURA NA PAREDE

4.3. Magnitude dos danos

Como referenciado na escala de variação dos recalques diferenciais relativos da bibliografia anotada, a casa danificada sofreu recalque diferencial relativo $\delta/L = 1/100$, bem maior que o valor admissível $\delta/L = 1/500$, do “limite de segurança para construções onde não são permitidas rachaduras”, também maior que o valor $\delta/L = 1/150$, quando começam a ocorrer “rachaduras consideráveis em paredes painéis e paredes de tijolo”.

O prédio vizinho sofreu recalque absoluto da ordem de 10cm, fato inferido por conta da espessura da poça d’água que se acumulava na frente do terreno, e, tendo sido homogêneo os recalques na fundação do prédio (fundação rasa), não ocorreu recalque diferencial representativo, provavelmente menor que $\delta/L = 1/1000$, daí não terem ocorridos danos representativos, restritos a poucas fissuras e trincas em paredes, a maioria reparados após à conclusão da obra.

Apesar dessa magnitude dos danos ocorridos, verificou-se que havia possibilidade técnica do reparo completo da casa danificada.

5. CONCLUSÕES

Observe-se a foto de diagnose geral da perícia:



Foi possível concluir com convicção para o esclarecimento da controvérsia estabelecida, observando a foto de diagnose geral da perícia:

a) Afirmou-se que os danos constatados na casa atingida foram causados por vício de projeto do prédio vizinho, notadamente caracterizado pela escolha e adoção inadequada de execução de fundação rasa da estrutura do prédio, haja vista que o solo de fundação apresentava uma camada subjacente de argila orgânica muito mole – SPT de 0 (zero) golpes, da ordem de 7,00m de espessura, existente abaixo da camada superficial do solo de areia fofa e medianamente compacta – SPT de 2 a 12 golpes, de 3,80m de espessura.

b) Comprovou-se que durante a execução do prédio vizinho de fundação rasa, houve a compressão do solo de fundação pelo peso próprio da construção, gerando o efeito geotécnico de adensamento (recalque) da camada subjacente de 7,00m de espessura de argila orgânica muito mole, de forma gradativa, à medida que o prédio foi sendo construído (carregamento gradativo), continuando adensando até o término da construção do prédio e mais algum tempo. Assim, surgiram (a) o recalque do solo de fundação do prédio vizinho, que sofreu autorecalque, e (b) o recalque do solo de áreas adjacentes ao perímetro do terreno do prédio construído, atingindo as edificações vizinhas preexistentes - casas laterais e de fundos, e também a calçada e pista do logradouro frontal.

c) Apesar da representatividade dos danos ocorridos, verificou-se que havia possibilidade técnica de avaliar o valor dos danos na casa danificada do reclamante, através de reposição dos valores das benfeitorias prejudicadas, levando-se em conta a respectiva depreciação pela obsolescência.

6. RECOMENDAÇÕES

A perícia constatou de uma situação comum de casa apresentando danos alegadamente provocados por construção de prédio vizinho. Como em qualquer caso pericial desta natureza, foi necessário caracterizar a situação e a construção dos imóveis envolvidos, entender e analisar o mecanismo do solo de fundação do local, e concluir acertadamente sobre questão fática estabelecida.

Durante a obra do prédio vizinho, não houve instrumentação de medida de recalques dos imóveis da lide, nem mesmo um simples acompanhamento da evolução dos danos ocorridos que pudesse ajudar como informação.

Restou à perícia observar indícios e vestígios remanescentes nas construções dos imóveis e adjacências, especificamente quanto à forma, incidência e tipificação dos danos, para enquadrar a ocorrência em base histórica e bibliográfica, e poder avaliar a magnitude e a causa dos danos, bem como a culpabilidade.

O uso recomendar alguns procedimentos para casos de perícias semelhantes:

a) Caracterização dos imóveis envolvidos e a situação do local, definindo tipo, estrutura, fundações, estado, idade, etc.;

b) Caracterização do solo de fundação local, sendo imprescindível definir o extrato geotécnico local, identificando o nível d'água freático e as espessuras das camadas típicas do solo com sua consistência (argilas) e/ou compacidade (areias), visando analisar a possibilidade de ocorrência de fenômeno(s) geomecânicos(s);

c) Caracterização dos danos existentes nos imóveis, observando suas formas, localização, magnitude e incidência;

d) Aferir deformações dos danos, mesmo de forma improvisada, tais como, aberturas das fissuras, trincas e rachaduras, deformação de quadros estruturais notáveis, desaprumos, desníveis de piso e até empoçamentos;

e) Por fim, enquadrar e/ou comparar o tipo de ocorrência com casos semelhantes ocorridos, bem como a grandeza das deformações com referências bibliográficas, permitindo concluir sobre a questão.

7. BIBLIOGRAFIAS

Serviu na confecção do presente trabalho a seguinte bibliografia básica:

- COSTA NUNES, A. J. (1956). Curso de Mecânica dos Solos e Fundações.
- LAMBE, T. William-WHITMAN, Robert V. (1969). Soil Mechanics; John Wiley & Sons, Inc.; USA.
- METRÔ-RJ – DIMES/DE (1978). Controle de Estabilidade de Edificações Adjacentes ao METRÔ-RJ; Rio de Janeiro; RJ.
- MELLO, Victor F. B. de, TEIXEIRA, Alberto H.(1971). Fundações e Obras de Terra; São Paulo; Universidade de São Paulo – Escola de Engenharia de São Carlos; São Paulo; SP.
- NBR-13.752 (1996). Perícias de Engenharia na Construção Civil; Norma Brasileira da ABNT; RJ.
- SKEMPTON A.W.; MACDONALD D.H. (1956), Allowable Settlements of Buildings. Proceedings Institution of Civil Engineers, London, Part 3, Vol. 5, pp. 727-768.
- TAYLOR, Donald W. (1966). Fundamentals of Soil Mechanics; Wiley International Edition; NY/USA.
- VARGAS, Milton (1977). Introdução à Mecânica dos Solos; São Paulo; McGraw-Hill do Brasil; Ed. da Universidade de São Paulo; SP.

ANEXO 01 - FOTOGRAFIAS COMENTADAS



SITUAÇÃO DOS IMÓVEIS DA LIDE – CASA DANIFICADA E PRÉDIO VIZINHO



FACHADA DA CASA DANIFICADA – RACHADURAS DIVERSAS



MURO DE DIVISA DA CASA DANIFICADA – RACHADURAS DIVERSAS

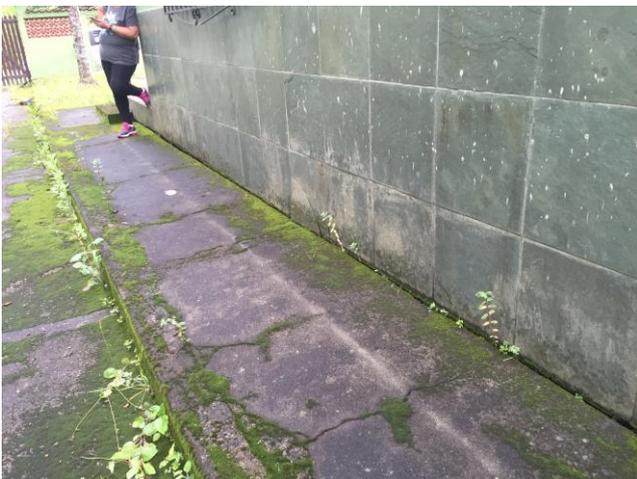
ANEXO 01 - FOTOGRAFIAS COMENTADAS



EDÍCULA DE GARAGEM DA CASA DANIFICADA – RACHADURAS DIVERSAS



EDÍCULA DE GARAGEM DA CASA DANIFICADA – RACHADURAS DIVERSAS

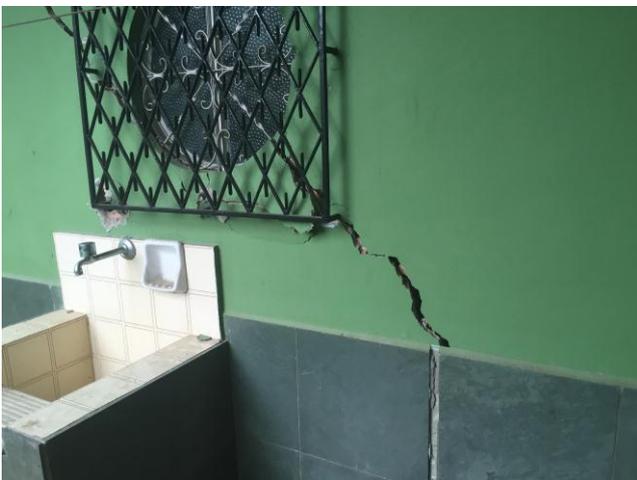


PISO EXTERNO DA CASA DANIFICADA – DEFORMAÇÕES E RECALQUES DIVERSOS

ANEXO 01 - FOTOGRAFIAS COMENTADAS



FACHADA DE FUNDOS DA CASA DANIFICADA – RACHADURAS DIVERSAS



FACHADA DE FUNDOS DA CASA DANIFICADA – RACHADURAS DIVERSAS



ÁREA DE SERVIÇO DA CASA DANIFICADA – DEFORMAÇÕES/RACHADURAS DIVERSAS

ANEXO 01 - FOTOGRAFIAS COMENTADAS



PISO DA SALA DA CASA DANIFICADA – DESNÍVEL ACENTUADO



SALA DA CASA DANIFICADA – RACHADURAS E DESNÍVEL ACENTUADO



SALA DA CASA DANIFICADA – RACHADURAS E DESNÍVEL ACENTUADO

ANEXO 01 - FOTOGRAFIAS COMENTADAS



QUARTOS DA CASA DANIFICADA – RACHADURAS DIVERSAS



SANITÁRIO DA CASA DANIFICADA – RACHADURAS DIVERSAS – TETO E PAREDES



CORREDOR DA CASA DANIFICADA – RACHADURAS DIVERSAS – TETO E PAREDES

ANEXO 01 - FOTOGRAFIAS COMENTADAS



FACHADA DA CASA OPOSTA COLADA AO PRÉDIO RECLAMADO – RACHADURAS DIVERSAS



FACHADA DA CASA OPOSTA COLADA AO PRÉDIO RECLAMADO – RACHADURAS DIVERSAS



FACHADA DA CASA OPOSTA COLADA AO PRÉDIO RECLAMADO – RACHADURAS DIVERSAS

ANEXO 01 - FOTOGRAFIAS COMENTADAS



DANOS REMANESCENTES NO PRÉDIO VIZINHO – TRINCAS OCASIONAIS



DANOS REPARADOS NAS FACHADAS DO PRÉDIO VIZINHO – FISSURAS E TRINCAS REPARADAS



DANOS REMANESCENTES NO PRÉDIO VIZINHO – FISSURAS OCASIONAIS