

TRABALHO DE PERICIA

APLICABILIDADE DA ENGENHARIA DE  
AGRIMENSURA NA CONSTRUÇÃO CIVIL  
- CORTINA ATIRANTADA -

## LAUDO PERICIAL

Prédio da Empresa  
Agência de Automóvel

Cortina  
atirantada  
em  
construção

Estação Total 407  
da LEICA com  
precisão de 1".

**Resumo:**

*Objetivando determinar a origem das trincas, fissuras e rachaduras existentes prédio comercial, foi realizado um rigoroso trabalho técnico de monitoramento através das leituras diárias de distâncias entre um ponto fixo pré-determinado (Estação Total) e a cabeça dos tirantes, obtendo desta forma a comprovação da variação distancial entre o eixo das cabeças dos tirantes e o eixo do retículo interno no aparelho, constatando o fenômeno de movimentação do maciço através dos tirantes.*

Palavra-chave: Engenharia de Agrimensura - Cortina atirantada

## **01. INTRODUÇÃO.**

O principal objetivo deste trabalho técnico é de proceder a estudos e exames referentes à origem das trincas, fissuras e rachaduras que se manifestam em um prédio comercial propriedade de uma Agência de Automóvel, bem como, análise das obras de escavações para a construção das fundações de um edifício e de uma cortina atirantada executadas pela empresa denominada “segunda construtora”.



Foto 01  
Vista da fachada da Agência de Automóvel

## **XV COBREAP–CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS – IBAPE/SP - 2009**

O Edifício da Agência de Automóvel, originalmente chamado de “Casa Comercial”, foi construído entre os anos de 1986 e 1987, não existindo informações sobre qualquer tipo de comportamento anômalo desta edificação até 1990. Nesta época, foi iniciada uma escavação no terreno vizinho.

As obras executadas pela “primeira” Construtora consistiram na construção de uma cortina atirantada de até cerca de 12 m de altura aproximadamente, com 2 a 4 linhas de tirantes em níveis diferenciados para contenção das escavações a ela associada.

Nesta época surgiram danos no prédio, que foram associados às obras de contenção executadas pela “primeira” construtora, conforme Parecer técnico elaborado por equipe especializada. O referido documento concluía que os danos registrados foram decorrentes da escavação.

Desta época em diante (até 2003) as obras no terreno vizinho ao do prédio da “Casa comercial” ficaram paralisadas, não existindo outros registros de novos problemas na referida edificação. O prédio da “Casa Comercial” foi então adquirido pela Empresa Agência de Automóvel, tendo sido reformado e locado.

Em 24 de Junho de 2002 a “Segunda” Construtora assumiu a responsabilidade sobre o empreendimento, alterando substancialmente o projeto anterior, aumentando a altura das Cortinas Atirantadas e conseqüentemente, devido à necessidade de construção de outros níveis de garagens, o que gerou maior volume de escavação.

Para viabilizar tais modificações, a “Segunda” Construtora” contratou uma empresa especializada em Geotecnia e fundações, que elaborou um novo projeto para as referidas contenções, especificando novos tirantes baseado nos estudos e ensaios do subsolo disponíveis na época. Mas sem a preocupação da avaliação das características da estrutura e fundações do prédio agora da Agência de Automóvel, assim como das camadas mais profundas do material constituinte do subsolo (Filito estratificado).

Em 2003 foram detectadas algumas trincas no 2° Subsolo e indícios de movimentação do maciço, próximo à divisa com a obra da Empresa “Segunda” Construtora. Estes fatos levaram a Agência de Automóvel. a contratar a empresa de consultoria especializada em solos, que diagnosticou o problema, definindo por um projeto de reforço de fundação, que foi implementado em 2003/2004, quando foram detectados e sanados vazamento em tubulações enterradas, potencialmente danosas para o edifício e o maciço do seu subsolo.

No final de 2003 foram retomadas pela “Segunda” Construtora as obras de escavação nas proximidades da divisa com o edifício da empresa Agência de Automóvel, percebendo rapidamente um agravamento dos sinais de movimentação neste edifício, que culminou na contratação de equipe multidisciplinar por parte da empresa Agência de Automóvel, para assessorá-la tecnicamente.

## **XV COBREAP–CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS – IBAPE/SP - 2009**

Em agosto de 2004 foi realizada a primeira vistoria de equipe da empresa especializada em Geotecnia e fundações, participante da referida equipe multidisciplinar) à obra que solicitou a instalação de equipamento topográfico, quando foram contratados os serviços técnicos de uma empresa de Engenharia de Agrimensura e perícia técnica, para monitoração das possíveis movimentações da cortina atirantada. A instrumentação solicitada consistiu na instalação de um aparelho de última geração (Estação Total) e de alta precisão técnica, (sem similar) com leitura direta a (laser) em pontos refletivos e instalados nas cabeças de aproximadamente 240 tirantes distribuídos ao longo da Cortina cuja altura de aproximadamente 30 (trinta) metros.

### **02. DESCRIÇÃO TÉCNICA DO TRABALHO REALIZADO DE ENGENHARIA DE ENGENHARIA DE AGRIMENSURA**

Utilizou-se um equipamento de última geração Estação Total 407 da LEICA com precisão de 1'.



Foto 02  
Posicionamento da Base Geodésica

Foi implantada no local uma base Geodésica para executar o monitoramento das Leituras nas cabeças dos Tirantes, onde haviam sido fixados pontos refletores que proporcionava Leitura direta sem prisma ótico (raio infravermelho).



Foto 03  
Colocação de 240 refletores nas cabeças dos tirantes.

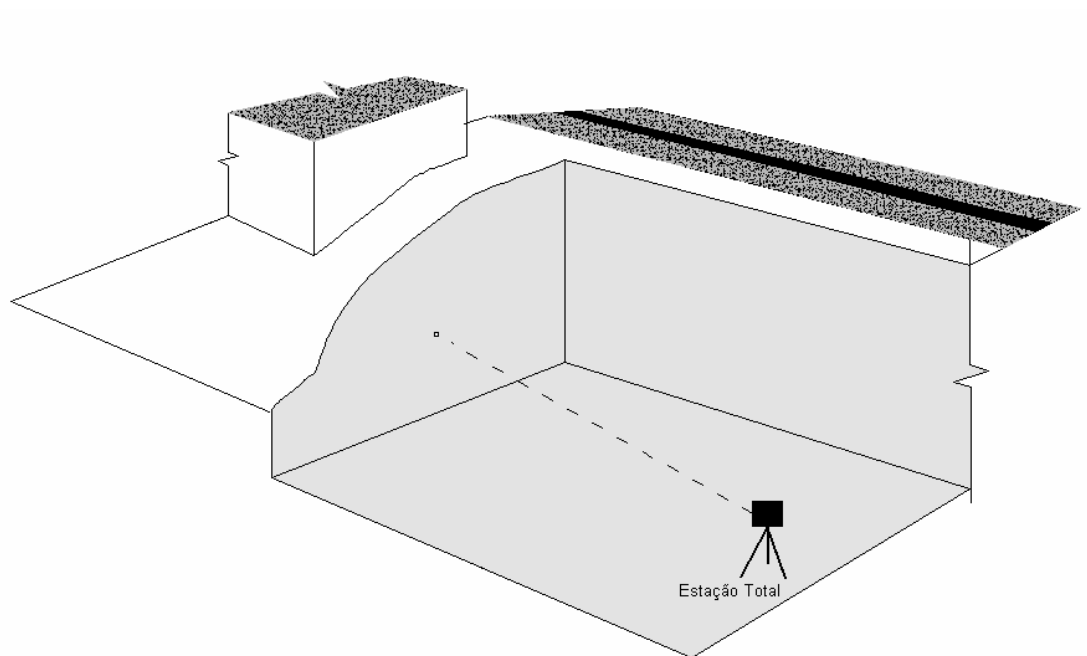


Foto 04

A seta demonstra o refletor na cor vermelha  
fixado na cabeça do tirante

Diversas seqüências de medidas diariamente proporcionaram um criterioso monitoramento das distâncias entre a base geodésica e a cabeça do tirante. O conjunto destas Leituras originou planilhas contendo as distâncias lidas.

A Estação Total registra as medidas de deslocamentos em relação a um ponto fixo. As medidas efetuadas ao longo do tempo permitem detectar as variações das distancias, ou seja, os deslocamentos.



Representação esquemática da Estação Total em relação à Cortina Atirantada no momento das leituras refletivas fixadas nas cabeças dos tirantes.



**XV COBREAP-CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE AVALIAÇÕES  
E PERÍCIAS – IBAPE/SP - 2009**

**03. PLANILHA DE CAMPO.**

Data: 16/09/2004 Page 1 of 4

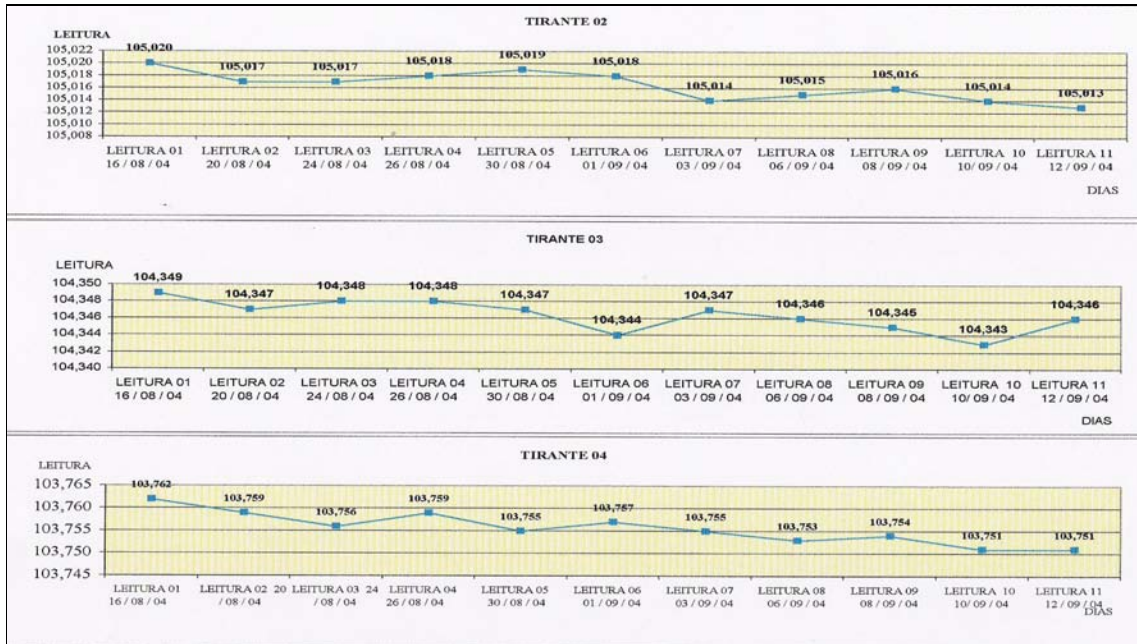
**RELATÓRIO DE IRRADIAÇÕES**

Ciente:  
Obra:  
Município:  
Estado:  
Local:  
Arquivo: C:\Dynamis\Tirant13.cad  
CÁLCULO:

| ESTAÇÃO | PONTO VISADO | DESCRIÇÃO | AZIMUTE    | DISTÂNCIA | COORD.NORTE | COORD.ESTE | COTA    |
|---------|--------------|-----------|------------|-----------|-------------|------------|---------|
| PO      | 1            | Tirante   | 340°45'19" | 105,917   | 50099,999   | 9965,089   | 821,847 |
| PO      | 2            | Tirante   | 338°48'37" | 105,012   | 50097,912   | 9962,043   | 821,925 |
| PO      | 3            | Tirante   | 337°00'28" | 104,343   | 50096,054   | 9959,243   | 821,846 |
| PO      | 4            | Tirante   | 335°06'28" | 103,75    | 50094,112   | 9956,331   | 821,583 |
| PO      | 5            | Tirante   | 333°09'48" | 103,244   | 50092,124   | 9953,391   | 820,817 |
| PO      | 6            | Tirante   | 340°45'24" | 105,962   | 50100,042   | 9965,077   | 819,782 |
| PO      | 8            | Tirante   | 337°01'08" | 104,36    | 50096,077   | 9959,255   | 819,94  |
| PO      | 9            | Tirante   | 335°07'21" | 103,783   | 50094,153   | 9956,341   | 819,829 |
| PO      | 10           | Tirante   | 333°09'11" | 103,344   | 50092,205   | 9953,329   | 819,735 |
| PO      | 11           | Tirante   | 331°14'33" | 103,008   | 50090,303   | 9950,443   | 819,66  |
| PO      | 12           | Tirante   | 329°20'53" | 102,727   | 50088,374   | 9947,628   | 819,697 |
| PO      | 13           | Tirante   | 327°19'54" | 102,642   | 50086,405   | 9944,597   | 819,716 |
| PO      | 14           | Tirante   | 325°24'19" | 102,686   | 50084,53    | 9941,698   | 818,924 |
| PO      | 19           | Tirante   | 333°09'02" | 103,398   | 50092,252   | 9953,3     | 818,019 |
| PO      | 20           | Tirante   | 331°17'32" | 103,029   | 50090,365   | 9950,511   | 818,006 |
| PO      | 21           | Tirante   | 329°22'01" | 102,807   | 50088,46    | 9947,616   | 817,999 |
| PO      | 22           | Tirante   | 327°24'45" | 102,711   | 50086,541   | 9944,681   | 817,986 |
| PO      | 24           | Tirante   | 340°46'18" | 105,997   | 50100,084   | 9965,092   | 816,276 |
| PO      | 25           | Tirante   | 339°53'16" | 105,429   | 50099       | 9963,747   | 816,242 |
| PO      | 26           | Tirante   | 338°49'29" | 105,049   | 50097,956   | 9962,054   | 816,188 |
| PO      | 27           | Tirante   | 337°58'03" | 104,605   | 50096,943   | 9960,703   | 816,15  |
| PO      | 29           | Tirante   | 336°05'44" | 103,957   | 50095,04    | 9957,876   | 816,151 |
| PO      | 31           | Tirante   | 334°10'31" | 103,399   | 50093,073   | 9954,957   | 816,272 |
| PO      | 32           | Tirante   | 333°09'41" | 103,266   | 50092,142   | 9953,378   | 816,251 |
| PO      | 33           | Tirante   | 332°10'22" | 102,982   | 50091,073   | 9951,928   | 816,162 |
| PO      | 34           | Tirante   | 331°15'03" | 102,943   | 50090,254   | 9950,487   | 816,123 |
| PO      | 35           | Tirante   | 330°18'00" | 102,726   | 50089,231   | 9949,104   | 816,156 |
| PO      | 36           | Tirante   | 329°20'24" | 102,725   | 50088,365   | 9947,616   | 816,128 |
| PO      | 37           | Tirante   | 328°21'33" | 102,534   | 50087,293   | 9946,211   | 816,168 |
| PO      | 38           | Tirante   | 327°23'14" | 102,568   | 50086,396   | 9944,72    | 816,127 |
| PO      | 39           | Tirante   | 326°23'27" | 102,494   | 50085,361   | 9943,267   | 816,109 |
| PO      | 40           | Tirante   | 325°23'49" | 102,629   | 50084,475   | 9941,718   | 816,198 |
| PO      | 41           | Tirante   | 324°21'57" | 102,61    | 50083,397   | 9940,219   | 816,15  |
| PO      | 42           | Tirante   | 323°27'42" | 102,792   | 50082,589   | 9938,802   | 816,153 |
| PO      | 43           | Tirante   | 322°30'17" | 102,785   | 50081,55    | 9937,435   | 816,186 |
| PO      | 44           | Tirante   | 321°38'28" | 102,999   | 50080,766   | 9936,08    | 816,136 |
| PO      | 45           | Tirante   | 320°28'54" | 103,129   | 50079,556   | 9934,377   | 815,89  |
| PO      | 47           | Tirante   | 318°28'20" | 103,624   | 50077,577   | 9931,299   | 816,111 |
| PO      | 48           | Tirante   | 317°36'58" | 104,002   | 50076,821   | 9929,893   | 816,234 |
| PO      | 49           | Tirante   | 316°38'27" | 104,198   | 50075,759   | 9928,461   | 816,131 |
| PO      | 50           | Tirante   | 315°42'04" | 104,614   | 50074,873   | 9926,938   | 816,293 |
| PO      | 51           | Tirante   | 340°30'33" | 105,675   | 50099,62    | 9964,741   | 814,489 |
| PO      | 52           | Tirante   | 338°52'23" | 104,9     | 50097,849   | 9962,19    | 814,451 |
| PO      | 53           | Tirante   | 337°01'16" | 104,171   | 50095,905   | 9959,333   | 814,319 |



## 05. GRÁFICO DEMONSTRATIVO DAS LEITURAS



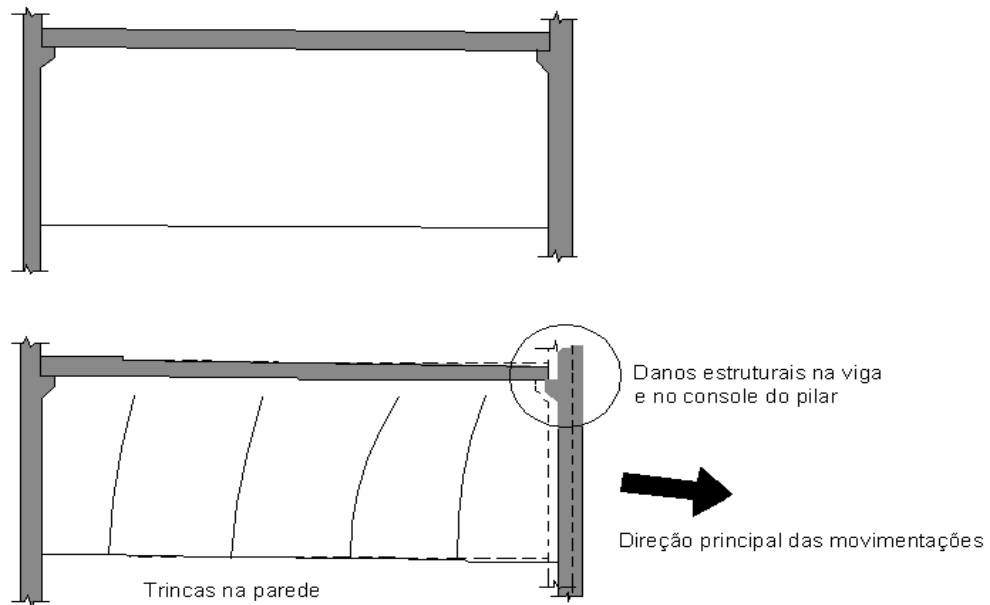
### INSPEÇÕES DE CAMPO.

Foram realizadas diversas inspeções no edifício da Empresa Agência de Automóvel, sempre com a finalidade de efetuar análises qualitativas do estado em que o edifício se encontrava. A cada visita verificava-se que a situação se agravava visivelmente, com o aumento da abertura das trincas nos pisos e paredes, e dos danos na estrutura propriamente dita.

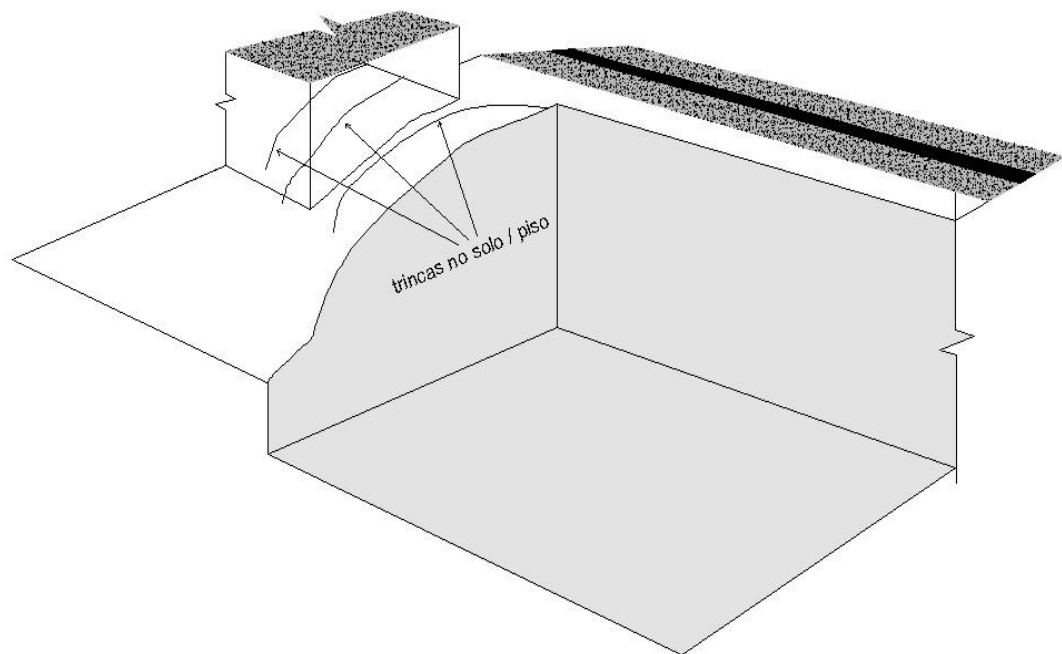
Os principais sinais de instabilidade visíveis no edifício da Empresa Agência de Automóvel são:

- trincas nos pisos e pavimentos;
- trincas nas paredes / alvenarias de fechamento;
- trincas e danos na estrutura de concreto armado convencional e pré-moldado;
- desaprumos e outros danos em paredes.

As figuras abaixo ilustram de forma esquemática a configuração dos danos visíveis no edifício da Empresa Agência de Automóvel:



Representação esquemática de danos nas paredes e estrutura

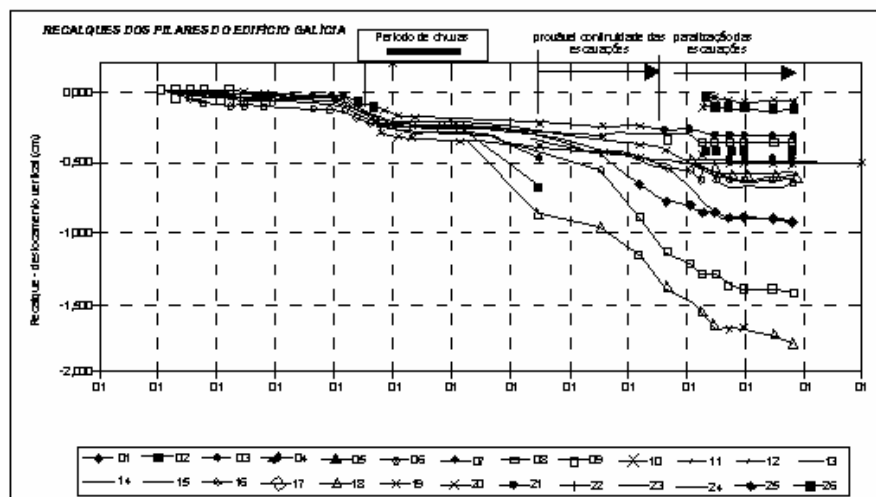


Representação esquemática de trincas no terreno / pisos



Foto 05  
Vista de trincas verticais e horizontais

Console de pilar. Nota-se deslocamento principalmente horizontal. O deslocamento pode ser visualizado na tubulação de fiação elétrica, que sofreu deslocamento em sua emenda, tendo sido deslocado em direção horizontal. Ao fundo da foto existe uma trinca com indícios de deslocamentos horizontais e verticais.



A figura demonstra o gráfico de movimentação de Tirante

## XV COBREAP–CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS – IBAPE/SP - 2009

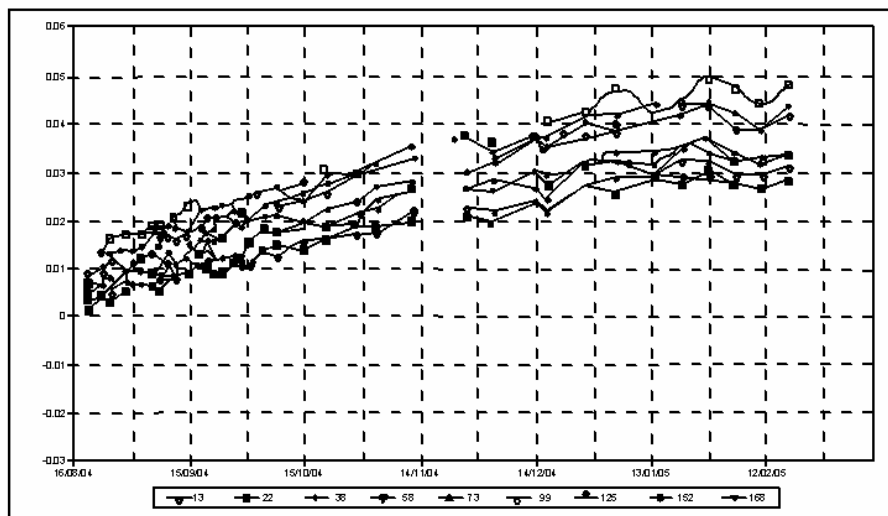
- Antes da época das chuvas, durante novembro 2003, ocorreram recalques em praticamente todos os pilares de, aproximadamente, 2 a 3 mm. Interpreta-se que, como as obras de escavação foram retomadas em outubro de 2003, um alívio inicial do maciço ocorreu, induzindo a ocorrência de pequenos recalques;
- na época das chuvas, entre 2003 e 2004, não ocorreram recalques adicionais significativos;
- as leituras efetuadas a partir de abril de 2004 mostram uma significativa aceleração de recalques de alguns pilares, especificamente aqueles localizados nas proximidades da divisa com a obra da “Segunda” Construtora, os pilares denominados por P8 e P18.
- após a paralisação das obras, entre os meses de setembro e outubro de 2004, a velocidade de recalque dos pilares diminuiu, e praticamente cessou na maioria dos pinos a partir de meados de janeiro de 2005, praticamente 4 meses após a paralisação das escavações.

Este comportamento é um forte indicio físico da relação direta entre as escavações realizadas no terreno da “Segunda” Construtora e os recalques medidos no edifício da Agência de Automóvel.

A figura abaixo mostra de forma esquemática, a locação das cabeças dos tirantes que foram monitorados pelo Instrumento “Estação Total”.



Locação esquemática das cabeças dos tirantes ao longo da cortina Atirantada.



Deslocamentos horizontais medidos ao longo de uma coluna de tirante.

A figura acima permite notar que os deslocamentos horizontais acumulados são da ordem de 3 a 5 cm desde o início destas medições, existindo uma tendência de redução das velocidades a partir do final de Dezembro de 2004. Evidentemente os deslocamentos acumulados desde o início das escavações devem ser muito maiores, porém há medições deste tipo anteriores a agosto de 2004.

É importante salientar que a partir de 19/11/2004 ocorreu uma mudança nas leituras realizadas pela empresa especializada de Engenharia de Agrimensura e Perícias Técnicas, provavelmente devido a uma alteração no referencial utilizado, tornando necessária uma correção sistemática. Deve-se ressaltar que esta alteração não afetou a interpretação das leituras, mostrando a continuidade do comportamento observado anteriormente.



**06. PARECER FINAL – CONCLUSÃO.**

No prédio da Agência de Automóvel, estão associados à ocorrência de deslocamentos predominantes horizontais do maciço sob o qual está construído. Estes deslocamentos foram notados em duas épocas distintas, em 1991 quando foi executada a primeira fase de escavação pela “Primeira” Empresa Construtora, e em 2003/2004, quando da retomada das escavações feitas pela “Segunda” Empresa Construtora.

A evolução e o agravamento dos deslocamentos levaram à evacuação do prédio da Empresa Agência de Automóvel. em setembro de 2004.

A partir de agosto de 2004 foi instalada a base geodésica e a fixação das refletivas nas cabeças dos tirantes para a execução do monitoramento, que geraram as leituras de ângulos e distâncias com identificação digital.

Por conseguinte foram geradas planilhas de cálculos demonstrando as leituras identificadas na cor preta como normalidade do tirante/maciço, e as leituras identificadas na cor vermelha demonstrando a movimentação do tirante/maciço em consequência da sua variação.

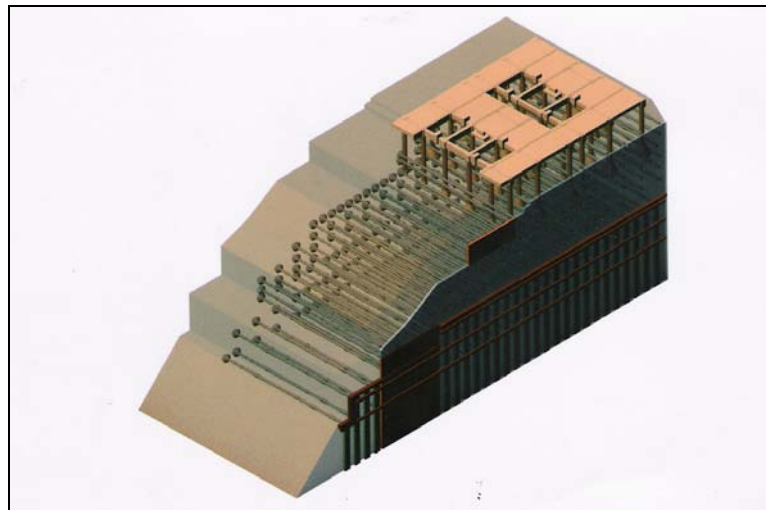
Toda leitura na cor vermelha indica uma alteração na posição dos tirantes em relação ao maciço, demonstrando uma movimentação. Estas alterações estão representadas no gráfico gerado pelas respectivas leituras.

Todo o trabalho técnico foi monitorado, diariamente e mensalmente, produzindo uma gama de coletas de dados técnicos possibilitando a comparação das respectivas movimentações ou não.

Após estudos, análise e exames ficaram contatados cientificamente através da aplicabilidade da Engenharia de Agrimensura, a movimentação dos tirantes/maciço que originaram os danos causados no prédio da empresa Agência de Automóvel.



Foto 06  
Vista da Cortina Atirantada e parte do prédio da  
Empresa Agência de Automóvel.



A figura demonstra os tirantes adentrando no maciço



Foto 07  
Vista da rachadura no piso do prédio da Empresa  
Agência de Automóvel



Foto 08  
Vista da rachadura no piso do prédio da Agência de Automóvel



Foto 09  
Vista da trinca existente na  
estrutura do prédio.

**Conclusão:**

*Ficou constatado que o maciço sob a construção do prédio da autora, foi descortinado devido às escavações executadas, gerando instabilidade geológica e geotécnica e Hidráulica. Para o monitoramento dos deslocamentos foi utilizado equipamento de alta precisão e última geração, “Estação Total 407” leitura a laser, precisão 1’. Através das leituras diárias, obteve comprovação da variação distancial entre o eixo das cabeças dos tirantes e o eixo do retículo interno do aparelho, confirmando o fenômeno de movimentações dos tirantes e do maciço, originando trincas, fissuras e rachaduras, comprometendo a estrutura do prédio.*

## XV COBREAP–CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS – IBAPE/SP - 2009

### Bibliografia:

BORGES, Alberto de Campos. Topografia Aplicada a Engenharia Civil: 1ª ed., Edgard Blucher, 1992.

LOCH, Carlos e CORDINI, Jucilei. Topografia Contemporânea: 3ª ed., UFSC, 2007.

MC CORMAC, Jack. Topografia: 5ª ed., LTC, 2006.

CASACA, João e MATOS, João e BAILO, Miguel. Topografia Geral: 4ª ed., Lidel, 2007.

M. Marangon, Geotecnia de Contenções/Cortina Atirantada: UFJF, 2007.

MOITERNO, Antonio. Caderno de Muros de Arrimo: 2ª ed., Blucher, 1994.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 629:2006**: Cortina Atirantada - Execução de Tirantes.

MARCELLI, Mauricio. Sinistro na Construção Civil: 1ª ed., Pini, 2008.

MARCHETTE, Oswaldemer. Muros de Arrimo: 1ª ed., Edgar Blucher, 2008.

REVISTA TÉCNICA: Cortina Atirantada: Artigo 53093-3: Revista nº 138, Editora Pini, 2008.