Anais do Congresso Brasileiro de Patologia das Construções
CBPAT2016

Abril de 2016
ISSN 2448-1459

ESTUDO DE CASO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS DE FISSURAS PROVENIENTES DE EDIFICAÇÃO SOBRE ATERRO

A. NEGREDO
Bolsista de Mestrado do CNPq
Instituição: Universidade de Brasília – UNB
Distrito Federal - Brasil
e-mail: alexandrenegredo@gmail.com

J. OLIVEIRA
Profissão: Professor Universitário
Instituição: Universidade Católica de Brasília
Estado; Distrito Federal - Brasil
e-mail: rafagus@gmail.com

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo relatar a ocorrência de um quadro de manifestações patológicas do tipo trincas e fissuras existentes em uma escola municipal construída sobre um aterro, no entorno de Brasília. Em seguida, apontar as medidas cabíveis para detectar a causa dos problemas. A metodologia de análise visual seguida de registros fotográficos apontou problemas tanto na parte interna quanto na parte externa da obra. As trincas e fissuras começaram a surgir logo depois da entrega da edificação para uso da comunidade e se agravaram depois do período de chuvas. Ao analizar os problemas juntamente com o projeto da edificação, foram constatadas divergências entre o projetado e o executado, tanto no projeto estrutural quanto no projeto de fundações. Motivo este, o qual apontou a suspeita de um recalque diferencial, que foi comprovado após o estudo. Após essas análises, foram sugeridas uma série de providências para corrigir as anomalias.
Palavras-chave: trincas, fissuras, aterro.

ABSTRACT

This paper aims to report the occurrence of cracks and fissures pathologies in a Municipal school built on a landfill around Brasilia. Then point the necessary procedures to find the cause of the problems. Visual analysis methodology followed by photographic records showed problems inside and outside of the construction site. Cracks and fissures began to appear soon after the delivery of the building for community use and worsened after the rainy season. To analyze the problems with the building projects, differences were found between the designed and executed both in structural design as in the foundation design. Reason for this, which indicates a suspicion of a differential settlement that was confirmed after study. After these analyzes, it has been suggested a number of steps to correct the anomalies.
Keywords: cracks, fissures, landfill.

Abril de 2016
ISSN 2448-1459

1. INTRODUÇÃO

1.1 Justificativa do Tema e Objetivos

O mercado da construção civil que se mateve aquecido até a primeira metade da presente década desencadeou uma série de obras que não veio acompanhada por critérios de qualidade e outros aspectos presentes na nova norma de desempenho [1], lançada em 2013.

Consequentemente, este trabalho foi motivado a partir de um estudo de investigação das causas que trouxeram à tona manifestações patológicas do tipo trincas e fissuras existentes em uma escola municipal, em uma cidade no entorno de Brasília. Além disso, tem como objetivo expor os procedimentos técnicos de investigação dessas manifestações patológicas, a fim de orientar a comunidade acadêmica na investigação de obras semelhantes.

1.2 Revisão Bibliográfica

1.2.1 Patologia das Construções

O termo patologia veio do grego (pathos, doença, e logos, estudo), ou seja, estudo das doenças. Na engenharia, a patologia das construções refere-se ao estudo de problemas nas edificações e às alterações funcionais causadas no mesmo [2]. Adicionalmente, há uma diferença entre patologia e manifestações patológicas. Esta última se refere à expressão resultante do mecanismo de degradação, ao passo que, a primeira se refere ao conjunto de teorias que serve para explicar o mecanismo e a causa da ocorrência de determinada manifestação patológica.

1.2.2 Fissuras, trincas e rachaduras

Fissuras, trincas e rachaduras são manifestações patológicas das edificações, que podem ser observadas em alvenarias, vigas, pilares, lajes, pisos entre outros elementos, geralmente causadas por tensões dos materiais. Isto é, se os materiais forem solicitados com esforços maiores que sua resistência, acontece a falha provocando uma abertura. Conforme a espessura dessas aberturas, será classificada como fissura, trinca, rachadura, fenda ou brecha [3].

Tabela 1 – Classificação das anomalias [3]

Anomalias	Aberturas (mm)
Fissura	Até 0,5
Trinca	0,5 a 1,5
Rachadura	1,5 a 5,0
Fenda	5,0 a 10,0
Brecha	Acima de 10,0

1.2.3 Fundações

Segundo [4]: “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”.

Tem-se que a fundação é o elemento estrutural que transfere ao solo a carga da estrutura. Ou seja, é o elemento de transição entre solo e estrutura.

Abril de 2016
ISSN 2448-1459

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local da Pesquisa

A vistoria foi realizada em Valparaiso de Goiás, entorno de Brasília. O edifício possui as seguintes características:

- Edificação destinada à utilização como centro de ensino municipal.
- Área do terreno: 9.438,14 m².
- Área Permeável: 7.44,80 m²
- Área Construída: 1.002,00 m²
- Idade do prédio em análise: 1 ano após habite-se.
- Pavimentos: Térreo.
- Estrutura de concreto armado e alvenaria de vedação.
- Estrutura metálica de sustentação da cobertura.
- Cobertura em telha de Fibrocimento



Figura 1: Fachada principal da escola

3. METODOLOGIA

3.1 – Verificações do Local

Foi realizada uma inspeção visual na edificação em questão e coletadas informações sobre os aspectos construtivos e de execução da obra.

3.2 – Metodologias de Inspeção

Objetivando averiguar e analisar as trincas e fissuras, foi feito um estudo de investigação, de acordo com [5], com registros fotográficos de todos os pontos da edificação que apresentavam danos. Durante a etapa de inspeção visual, a equipe técnica da empresa solicitante da inspeção indicou o local onde as manifestações podiam ser observadas. Os danos foram visualizados tanto na parte interna quanto na parte externa da obra. As figuras 2 a 7 mostram as manifestações encontradas.



Figura 2a: Viga VC 02 escorada



Figura 2b: Ruptura da viga VC02 de concreto armado

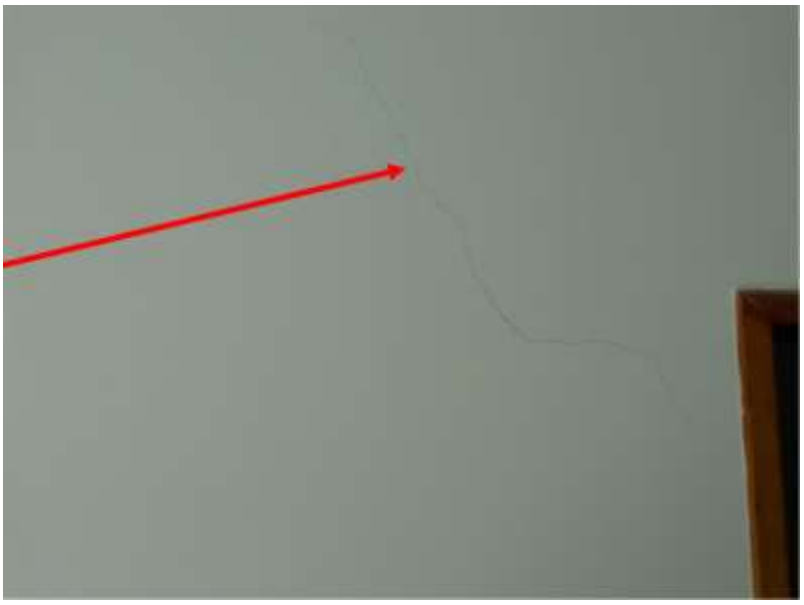

Figura 3: Fissura vertical da vedação (parte interna)



Figura 4: Fissura da vedação vertical (parte interna)



Figura 5: Descolamento do revestimento do tanque

Abril de 2016
ISSN 2448-1459



Figura 6: Infiltrações na parede



Figura 7: Trinca horizontal ao longo da viga de cobertura (parte externa)

Abril de 2016
ISSN 2448-1459



Figura 8a: Vista da altura do aterro onde a edificação foi construída



Figuras 8b e 8c: Vista da altura do aterro onde a edificação foi construída

Segundo as informações do engenheiro que contratou a consultoria para investigar as manifestações presentes na obra, a edificação foi executada em estrutura de concreto armado no sistema convencional de acordo com [6], com vedações em alvenaria e fundações do tipo estacas escavadas seguindo a [7]. A edificação foi construída sobre um aterro de aproximadamente de 6 metros de altura, conforme é apresentado no croqui esquemático das figuras 8a, 8b e 8c. As fundações do tipo estacas escavadas foram executadas 80% sobre aterro e os outros 20% sobre terreno natural. As trincas e fissuras começaram a surgir logo depois da entrega da edificação para uso da comunidade e se agravaram depois do período de chuvas.

Abril de 2016
ISSN 2448-1459

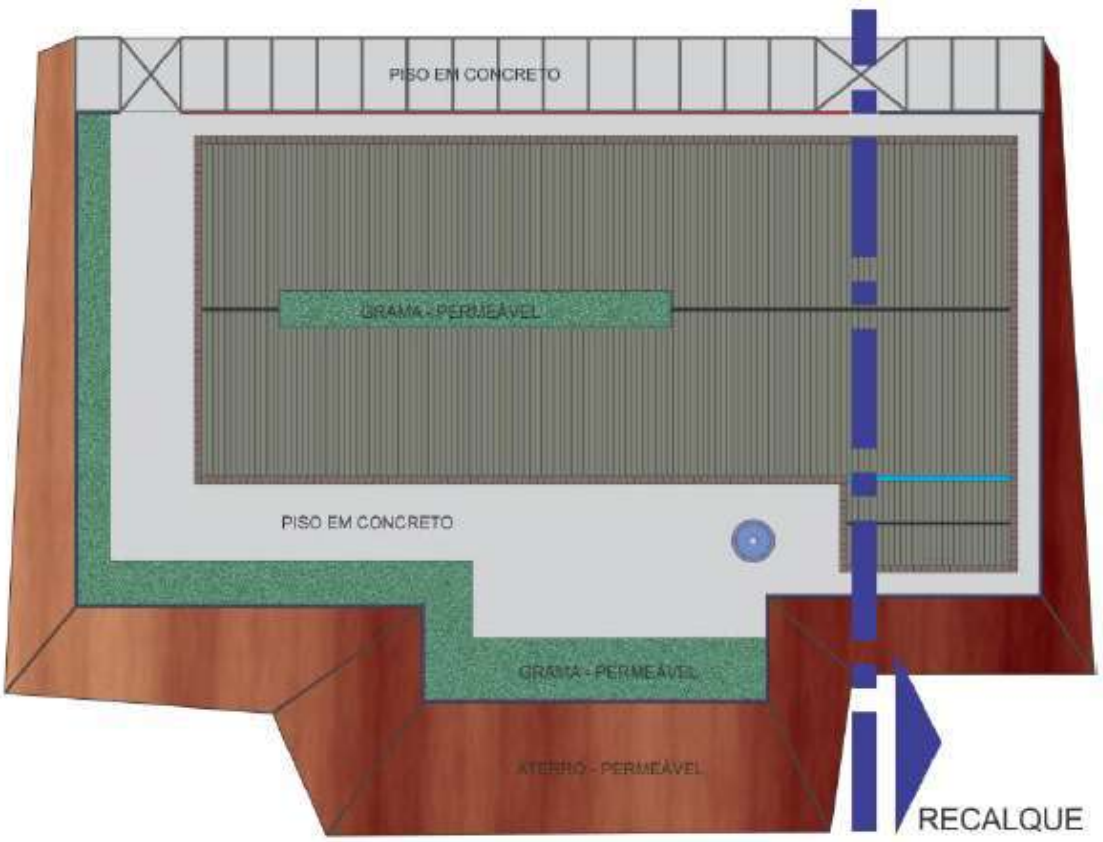

Figura 9: Croqui da edificação construída sobre aterro – Planta Baixa

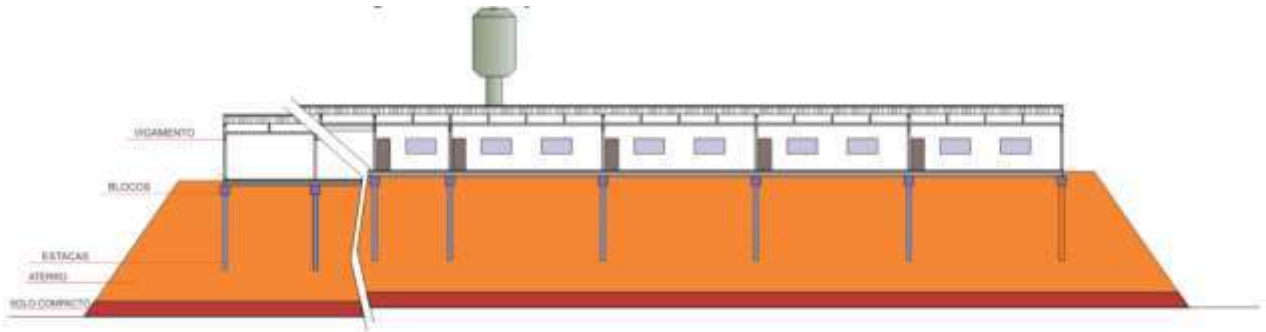

Figura 10: Croqui de simulação do recalque

Todas as vistorias foram realizadas na presença do engenheiro contratante da inspeção, para que pudesse ser coletadas as informações necessárias para investigação das manifestações patológicas. A empresa solicitante colocou à disposição uma cópia dos projetos estruturais e de fundações da edificação. Após um estudo de [8] e [9], os projetos serviram como base para uma análise do processo executivo da estrutura de concreto armado[6]. As figuras 2a e 2b revelam uma ruptura do concreto da viga VC02, que, de acordo com o projeto, a viga de cobertura VC02 vai do pilar 07 ao pilar 09 sendo uma viga de 14cm x 40cm de 20 MPa, conforme é apresentado nas figuras 11 e 12.

Abril de 2016
ISSN 2448-1459

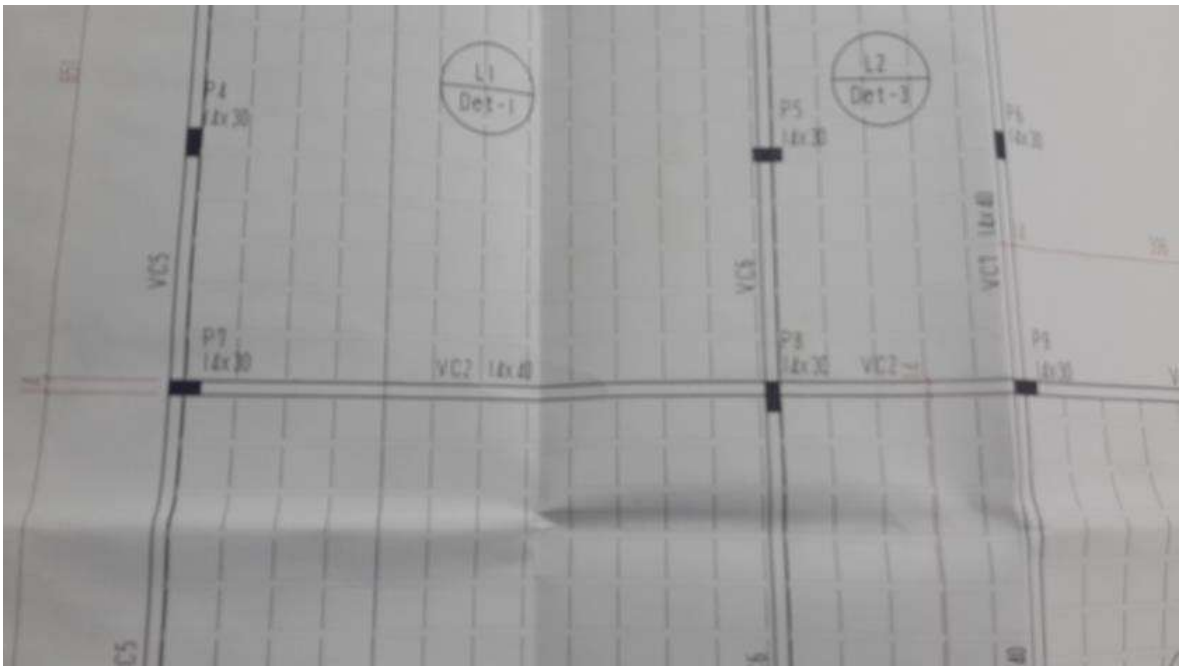

Figura 11: Projeto 3/13 - planta de forma da viga de cobertura VC 02.

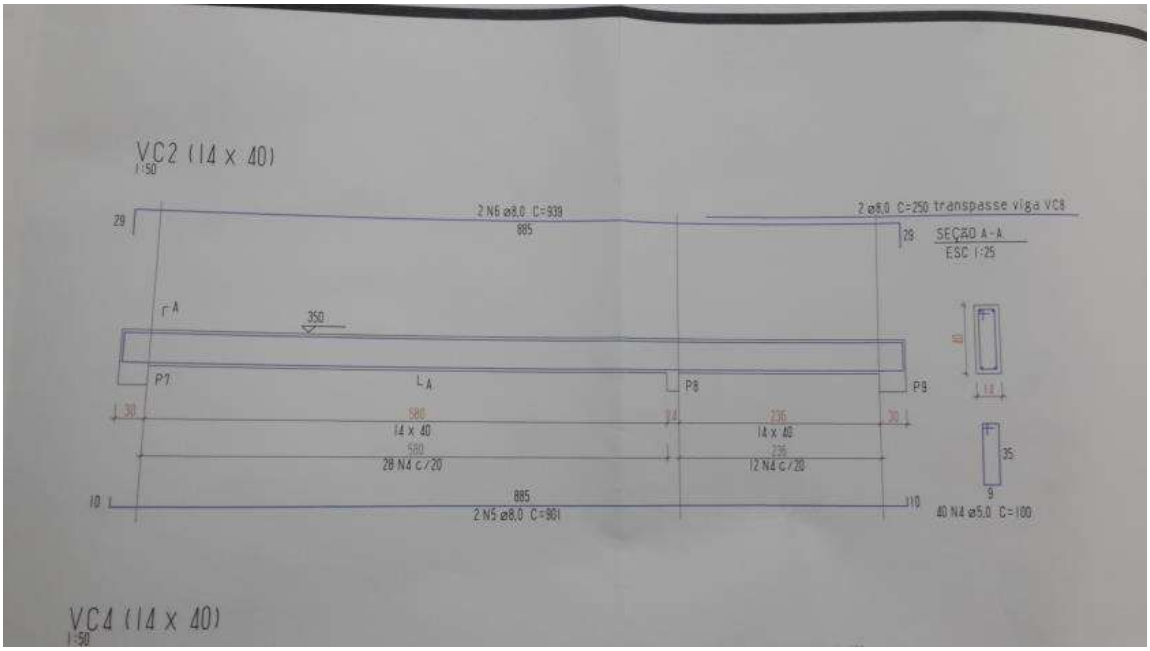

Figura 12: Projeto 12/13 - detalhamento da viga de cobertura VC 02.

No projeto de detalhamento verificou-se que as ferragens que constam são 2 Φ 8mm com comprimento de 9,01 metros na parte inferior da viga indo do P07 ao P09, e 2 Φ 8mm de 9,39 metros na parte superior com 40 Φ 5,0mm de ferragem de estribos, porém pelo que foi observado *in loco,* o projeto não foi seguido neste ponto crítico, como pode ser observado na figura 2b.

O projeto de fundação apresenta 134 estacas, sendo 51 estacas com 4 metros de profundidades com diâmetros de Φ 30 cm, 32 estacas com 5 metros de profundidades com diâmetros de Φ 30 cm e 51 estacas com 6 metros de profundidades com diâmetros de Φ 30 cm. Inicialmente, já levantou-se a suspeita de que as estacas não atingiram o terreno natural conforme é apresentado na Figura 13. Segundo [10] e [11], é necessário que fundações sobre aterro atinjam o solo natural e se interrompa em solo minimamente resistível às cargas da estrutura.

Abril de 2016
ISSN 2448-1459

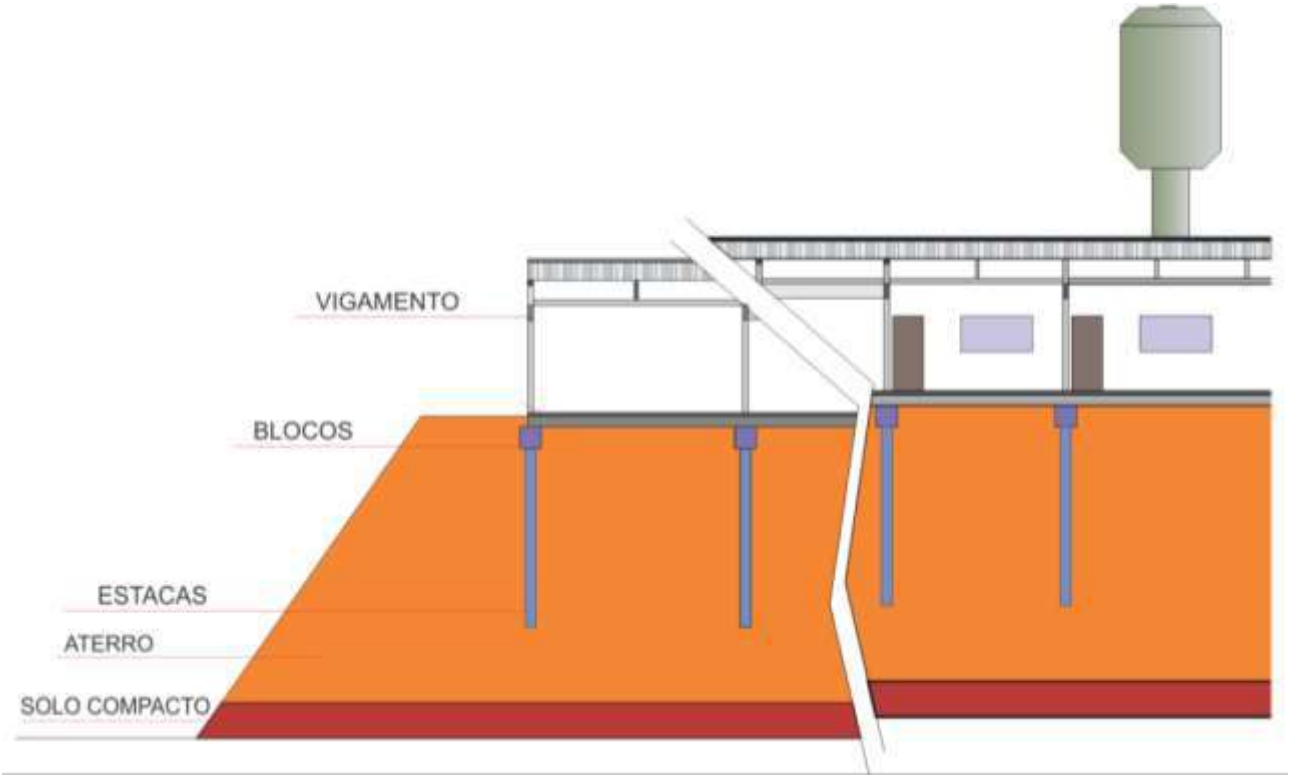

Figura 13: Corte esquemático da edificação sobre o aterro

3.3 Procedimento de Investigação

As trincas e fissuras mais comuns que aparecem em edificações são devidas à retração por argamassa de revestimento, movimentação provocada por variações térmicas e de umidade, atuação de sobrecarga[6], concentrações de tensões[6], deformabilidade excessiva das estruturas[6], recalques diferenciais das edificações[11], alterações químicas dos materiais de construções, inexistência de vergas e contravergas.

Observa-se que grande parte do processo generalizado de fissuração existente na edificação em questão é devido ao processo de recalque diferencial, falta de vergas e contravergas nas vedações. As trincas originadas por recalque diferencial são geralmente maior que 3 mm, o que foi constatado no local e surgem tanto na parte interna quanto na parte externa, conforme pode ser observado nas figuras 2, 3, 4 e 7.

A execução de fundações em solo criado ou aterro constitui uma fonte significativa de problemas, provocados pelos aspectos especiais nos quais as edificações são construídas. Os recalques de fundações que se assentam sobre aterros podem ter três causas distintas [11]:

- Deformações do corpo do aterro por causa do seu peso próprio, bem como por carregamento provocado pela fundação ao transferir a carga da superestrutura;
- Deformações do solo natural localizado abaixo do aterro, em razão do acréscimo de tensões ocasionado pelo peso próprio e pelas cargas da superestrutura;
- No caso de execução de aterros e/ou carregamento externos sobre lixões ou aterros sanitários desativados.

Recalques totais e diferenciais do corpo do aterro, causados pelo seu peso próprio e/ou pelo carregamento provocado pela fundação ocorrem normalmente nos seguintes casos [11]:

- Quando da execução de aterros cujo material é disposto sem compactação (no caso de solos argilosos), ou sem vibração (no caso de solos arenosos);

Abril de 2016
ISSN 2448-1459

- Quando da disposição de solo por aterros hidráulicos;
- Quando da execução de aterros com compactação deficiente por lançamento de camadas muito espessas e/ou uso de equipamentos que não têm a capacidade de transmissão de energia ao solo especificado em projeto;
- Quando da execução de aterros com materiais inadequados;
- Quando da execução de aterros com materiais heterogêneos, caso em que o aterro é executado com solo misturados a restos de construção, tais como resíduos de alvenaria, concreto, madeira, aço e demais rejeitos de obra.

4. RECOMENDAÇÕES

A seguir foram apresentadas recomendações para se fazer o controle das patologias encontradas. Além disso, é possível buscar algumas explicações para essas manifestações em [12]:

- Nas trincas e fissuras encontradas deve ser feito a aplicação de um feixe de gesso cola sobre as trincas e fazer um monitoramento diário do processo de progressão das trincas e fissuras;
- Nas aberturas encontradas entre o piso externo da calçada e a parede ao lado esquerdo da edificação, deve ser preenchido com uma nata de cimento para evitar que as águas pluviais penetrem no solo abaixo da edificação;
- No ponto crítico apresentado na figura 2a, deve ser feito mantido o escoramento, pois o estado que se encontra pode haver um colapso desta viga.
- Na viga VC 02, deve ser feita uma verificação do posicionamento da ferragem e fazer a conferência da ferragem existente com o projeto estrutural, caso não esteja de acordo com o projeto de forma prancha 3/13 e o projeto de detalhamento de ferragem prancha 12/13, deve ser reexecutado conforme projeto;
- Na área externa onde foram encontradas as estacas de fundação do muro de divisa totalmente descalçadas devem ser feita com extrema urgência uma recomposição com solo cimento.
- Devem ser feito um monitoramento da movimentação do terreno por empresa especializada em geotecnia;
- Dever ser feito uma análise dos cálculos dos projetos de fundações levando-se em consideração a altura de aterro existente comparando com a altura das estacas executadas;
- Deve ser realizada uma análise dos cálculos estruturais que levaram ao projeto executivo estrutural.

5. CONCLUSÕES

Após as investigações, concluiu-se que as trincas em questão são distribuídas por toda a edificação. Na sua maioria apresentam espessura de 3 mm ou superior (o que já é considerado rachadura [4]) provenientes da movimentação devido ao recalque diferencial que vem ocorrendo na edificação, este recalque diferencial vem ocorrendo pelo fato da edificação ter sido construída em boa parte sobre aterro e não atingido o solo natural.

Há trincas partindo em 45º nos cantos das janelas na parte interna e externa das vedações existentes, e trincas também na parte superior das portas indicando a falta de vergas e contravergas, elementos estruturais da edificação encarregados de absorver as sobrecargas concentradas. Caso estas peças tenham sido instaladas, há indicações de que não foram corretamente dimensionadas com os transpasses necessários.

A trinca da estrutura de concreto apresentada nas figura 2a e 2b, são proveniente da movimentação do terreno que causou o recalque diferencial e devido à pequena ancoragem da armação da viga VC 02 apresentada no projeto estrutural 12/13.

Com relação ao processo da execução do aterro, a empresa optou por não verificar se foi executado corretamente e com os materiais adequados (devido aos elevados custos orçados para essa análise), portanto, não podemos chegar à conclusão que o aterro foi mal executado, pois é comum o surgimento de trincas e fissuras em edificações construídas sobre aterros[4]. Porém, com o projeto de fundação fornecido, pode-se afirmar que as maiores estacas especificadas em projeto (estacas de 6 metros de profundidade), confirmam que as estacas não atingiram uma profundidade suficiente no solo natural para distribuir as tensões necessárias, haja vista que o aterro tem a mesma profundidade das estacas maiores (6 metros).

Abril de 2016
ISSN 2448-1459

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] ABNT NBR 15575-1:2013. *Desempenho de edificações habitacionais – Requisitos Gerais*. 2013, 71p.
[2] RIPPER, T.; SOUZA, V. C. M. *Patologia, Recuperação e Reforço de Estruturas de Concreto*. 1. ed. São Paulo: PINI, 1998. 255p.
[3] OLIVEIRA, A. M. "Fissuras, Trincas e Rachaduras causadas por recalque diferencial de fundações" 2012. (Especialização em Gestão de avaliações e perícias) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012, 54p.
[4] MILITITSKUY, J. CONSOLI, N. C. SCHINAID, F. *Patologia das Fundações* Editora PINI, São Paulo, Maio, 2007.
[5] ABNT NBR 13752:1996. *Perícias de engenharia na construção civil*. 1996, 8p.
[6] ABNT NBR 6118:2014. *Projeto de estruturas de concreto - Procedimento*. 2014, 10p.
[7] ABNT NBR 6122:2010. *Projeto e Execução de Fundações*. Rio de Janeiro, 2010, 33p.
[8] VELLOSO, D. A; LOPES, F. R. *Fundações* – Nova Ed. São Paulo, oficina de texto 2011. 568p
[9] BRAJA, M. D. *Fundamento de Engenharia Geotécnica*. Ed. Thomson. 2011, 632p.
[10] FALCONI *et al. Fundações, Teoria e Prática*. 2 ed. São Paulo: Editora PINI, 2002. 751p.
[11] MELLO, V. *Fundações e elementos estruturais enterrados*. São Paulo SP: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1975. 115p.
[12] THOMAZ, E. *Trincas em Edifícios, causas, prevenção e recuperação* – Co-edição IPT/EPUSP/PINI – São Paulo. 2002, 194p.