

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
COORDENAÇÃO DE CONSTRUÇÃO CIVIL  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

MARYAM CAIENA SILVA SANCHES

**ESTUDO DE CASOS DE PATOLOGIAS ESTRUTURAIS  
OCASIONADAS POR AÇÃO DAS ÁGUAS PLUVIAIS E ATERROS NA  
REGIÃO DE CAMPO MOURÃO, PR.**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CAMPO MOURÃO

2013

MARYAM CAIENA SILVA SANCHES

**ESTUDO DE CASOS DE PATOLOGIAS ESTRUTURAIS  
OCASIONADAS POR AÇÃO DAS ÁGUAS PLUVIAIS E ATERROS NA  
REGIÃO DE CAMPO MOURÃO, PR.**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil, pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Campo Mourão.

Orientador :Professor Msc. Douglas Fukunaga Surco

CAMPO MOURÃO

2013



Ministério da Educação  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Câmpus Campo Mourão  
Diretoria de Graduação e Educação Profissional  
Coordenação de Engenharia Civil



---

## TERMO DE APROVAÇÃO

Trabalho de Conclusão de Curso Nº 26

**ESTUDO DE CASOS DE PATOLOGIAS ESTRUTURAIS OCASIONADAS POR AÇÃO  
DAS ÁGUAS PLUVIAIS E ATERROS NA REGIÃO DE CAMPO MOURÃO, PR.**

Por

**Maryam Caiena Silva Sanches**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado às 16h do dia 04 de setembro de 2013 como requisito parcial para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL, pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado

(aprovado, aprovado com restrições, ou reprovado)

**Profª. Drª. Maria Cristina R. Halmeman**

( UTFPR )

**Prof. Dr. Petroneo Rodrigo M.  
Montezuma**

( UTFPR )

**Prof. Dr. Douglas Fukunaga Surco**

(UTFPR)

**Orientador**

Responsável pelo TCC: **Prof. Me.. Valdomiro Lubachevski Kurta**

Coordenador do Curso de Engenharia Civil:

**Prof Dr. Marcelo Guelbert**

*A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso.*

**Dedico este trabalho a meu eterno  
Milton Ribeiro Junior, que esteve ao  
meu lado por todo esse caminho.**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, por me abençoar e guiar sempre durante toda essa jornada. Ao meu orientador Douglas Fukunaga Surco, por toda paciência e principalmente por toda sabedoria compartilhada.

Aos meus amigos de sala, que estiveram juntos nos momentos alegres e nos de maiores dificuldades. A minha irmã Jucinay Sanches, pelos conselhos dados, mas principalmente por tê-la tão presente em minha vida.

Gostaria de agradecer principalmente aos meus pais Ildfonso e Marcia, por acreditarem em mim e sempre me apoiarem, pois sem o apoio de vocês seria impossível passar por essa etapa.

## RESUMO

SANCHES, Maryam Caiena S. **Estudo de casos de patologias estruturais ocasionados por ação das águas pluviais e aterros na região de Campo Mourão, PR**. 2013. 60 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2013.

O trabalho, que tem por objetivo geral estudar casos de residências que sofreram algum tipo de dano em sua estrutura devido à ação de movimentos de terra (corte ou aterro) em lote vizinho ou por ação das águas pluviais, estudou sete casos que sofreram com algum desses problemas. Para isso foram realizadas visitas em residências, em que foram relatados através de fotografias as principais patologias encontradas e setores das edificações que foram manifestadas as patologias. Os resultados foram colocados em tabelas para melhor definição e entendimento de quais patologias foi encontrado na edificação avaliada, facilitando assim um comparativo entre cada caso. Dentre as patologias encontradas, destacam-se as trincas e fissuras nas paredes, que foram encontradas em todos os casos estudados. Uma das manifestações patológicas são os recalques de fundação como sendo o principal problema a afetar a residência. Esta patologia agrava-se com influencia das águas pluviais mal escoados. Ao final de cada caso foi apresentada brevemente uma alternativa de solução.

**Palavras-chave:** Patologia. Aterro. Água pluvial.

## ABSTRACT

SANCHES, Maryam Caiena S. **Case studies of structural pathologies caused by the action of rainwater and landfills in the region of Campo Mourão, PR.** 2013.60 p. Trabalho de conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Federal Technology University - Paraná. Campo Mourão, 2013.

The work, aims at investigating cases of households that suffered some kind of damage in its structure due to the action of earthworks in neighboring land or by the action of Rainwater, studied seven patients who suffered from some of these problems. To this seen in these homes, which were reported through the main pathologies found photographs and sections of the buildings that were manifested pathologies. The results were plotted in tables for better definition and understand of what conditions found in the building evaluated, thereby facilitating a comparative each case. Among the conditions studied, stands at cracks in the walls that were found in all cases studied. One of the pathological manifestations are the recalques foundation as the main problem affecting the residence. This condition is aggravated by bad influences of Rainwater drained. At the end of each case were briefly presented an alternative solution.

**Keywords:** Pathology. Landfills. Rainwater.

# Sumário

<b>AGRADECIMENTOS</b> .....	<b>7</b>
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>3</b>
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	<b>5</b>
2.1 OBJETIVOS GERAIS .....	5
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	5
<b>3 JUSTIFICATIVA</b> .....	<b>6</b>
<b>4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>8</b>
4.1 PATOLOGIAS DAS ESTRUTURAS.....	8
4.3 ATERROS.....	11
4.4 EMPUXO DE TERRA .....	12
4.5 RECALQUES DA FUNDAÇÃO.....	14
4.6 JUNTAS DE DILATAÇÃO.....	17
4.7 IMPERMEALIZAÇÃO .....	17
4.8 ÁGUAS PLUVIAIS .....	18
<b>5 METODOLOGIA</b> .....	<b>21</b>
<b>6 RESULTADOS</b> .....	<b>27</b>
6.1 OBRAS DANIFICADAS DEVIDO AÇÃO DO ATERRO .....	27
6.1.1 ANÁLISE DOS RESULTADOS DAS PATOLOGIAS POR ATERRO .....	50
6.2 OBRAS DANIFICADAS DEVIDO AÇÃO DA ÁGUA PLUVIAL .....	52
6.2.1 ANÁLISE DOS RESULTADOS DE PATOLOGIAS POR AÇÃO DAS ÁGUAS PLUVIAIS .....	59
<b>8 CONCLUSÃO</b> .....	<b>61</b>
<b>9 REFERÊNCIAS</b> .....	<b>63</b>

# 1 INTRODUÇÃO

O aterro é um método de compactação do solo utilizado há muito tempo. Ele tem como principal função, modificar o nível natural de terra do terreno, com a vantagem de trazer um aspecto estético mais agradável à edificação.

Na construção desses aterros verifica-se a frequente falha na hora de execução, mesmo sendo um método tão antigo. Observa-se o erro de engenheiros na hora de projetar e também na leitura de projetos relacionados à construção.

Assim como se encontra grandes números de patologias devido a aterro mal executado, depara-se também com as frequentes patologias geradas por ação das águas pluviais. Essas são águas provenientes da chuva, que não tendo um projeto adequado para a correta destinação levam a edificação a sérias complicações. Há um diversificado tipo de problemas que a destinação errada dessas águas pode gerar ao qual serão mostrados ao longo do trabalho.

A construção civil é um ramo em constante crescimento e desenvolvimento de inovações tecnológicas, ao qual busca diminuir os preços e aumentar a velocidade no tempo de execução. Ao longo do tempo, a humanidade aprimorou as etapas construtivas permitindo o desenvolvimento da tecnologia da construção, envolvendo a criação e o desenvolvimento das estruturas, assim como o desenvolvimento de materiais e técnicas construtivas (DARDENGO, 2010).

Essas novas tecnologias ajudaram muito na velocidade de execução dos empreendimentos, mas devido a esse aumento e rapidez na produção foi ficando cada vez mais frequente o aparecimento de patologias nos edifícios, resultando em um desempenho insatisfatório à atividade que lhe é designada. Tais fatos, aliados a quadros mais complexos de formação deficiente de engenheiros e arquitetos, de políticas habitacionais, sistemas de financiamento inconscientes vem provocando a queda gradativa da qualidade das nossas construções, até o ponto de encontrarem-se edifícios que, nem tendo sido ocupados, já estão virtualmente condenados. (THOMAZ, 1989).

Os aterros são construídos normalmente próximos a construções já existentes, onde essas edificações podem ser bruscamente afetadas se não houver uma execução correta do muro de divisa. A maioria dessas falhas ocorre devido à falta da junta de movimentação que deve ser deixada entre o aterro, e a construção

já existente. Essas juntas tornam-se essenciais para que o deslocamento de terra gerada pelo peso do novo material inserido não sobrecarregue a fundação e a estrutura já existente, sem tirar o próprio recalque do novo muro que é gerado muitas vezes por uma má compactação do solo. Com relação às águas pluviais, é essencial que haja uma correta destinação destas, para que não sejam “descarregadas” sobre partes do edifício que possam danificá-lo.

Reconhecendo a possibilidade de evolução e melhoria nessas técnicas que são utilizadas há tanto tempo e de fundamental importância para a construção, deve-se destacar a importância da mesma na hora de projetar. Pois não é raro encontrarmos grandes aterros que geram problemas as edificações já existentes e também a destinação incorreta das águas pluviais, gerando dentre as principais patologias o recalque das fundações.

O objetivo deste trabalho é fazer uma análise das patologias que são encontradas em obras da cidade de Campo Mourão, ocasionados devido a problemas de aterro e a ação de águas pluviais, onde serão levantadas as patologias encontradas e apresentados procedimentos que poderiam ser a solução para o problema, para que as construções voltem a ter o desempenho desejado.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVOS GERAIS

Estudar obras na região de Campo Mourão que sofreram danos em sua estrutura provocados por falta da correta destinação das águas pluviais e má execução de aterros que acabam afetando construções vizinhas já existentes.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Levantar obras que sofreram danos em sua estrutura de concreto armado, devido a movimentações de terra e também devido à ação da água pluvial mal escoada;
- Analisar as patologias geradas;
- Catalogar as patologias através de imagens;
- Apresentar alternativas de reparos para as patologias encontradas.

### 3 JUSTIFICATIVA

A construção civil é uma área em constante crescimento em todo o mundo por isso vem sendo tão estudada a fim de aperfeiçoar os métodos construtivos através de novas tecnologias, que visam diminuir o tempo de execução, baixar o custo do empreendimento e amenizar o aparecimento de patologias nas edificações, principalmente a um curto período de tempo.

A patologia na construção civil é um problema de longa data. Sempre foi muito frequente em todos os tipos de empreendimento, e o que se pode observar é que as técnicas para a prevenção delas são incertas, como se observa nos casos estudados, seria necessário um conhecimento sobre os projetos das edificações já existentes, o que é muito difícil. Os especialistas são exigidos apenas em casos mais complexos onde é necessário um conhecimento mais específico da área a ser avaliada. Segundo Souza (1998) há sérias limitações nesta área do conhecimento, as quais, aliadas a falhas involuntárias, imperícia, deterioração, irresponsabilidades e acidentes, levam algumas estruturas, considerando as finalidades a que se propunham, a apresentarem desempenho insatisfatório.

Casos de trincas e fissuras ocorridas devido a recalques das fundações são cada vez mais frequentes. Em muitas dessas situações podendo levar ao completo desabamento da estrutura. As consequências, tanto para o proprietário quanto para o engenheiro responsável, são muito grandes. Em alguns casos é necessário que o empreendimento seja interditado para a reparação, sem mencionar os custos que não estavam programados (THOMAZ, 1989).

As obras de aterro de terra exigem um projeto muito bem elaborado, contendo as especificações técnicas, as etapas de elaboração e a ordem da execução. Um fator que deve ser levado em consideração são as vistorias periódicas durante a execução do aterro que são recomendadas pelos profissionais, onde são relatadas as possíveis existências de problemas ao empreendimento e alertas sobre as consequências. Pode-se observar então a importância significativa dessa área da engenharia civil para evitar possíveis desastres.

Alguns casos podem ser destacados, como o desabamento nas obras do metrô em São Paulo. O acidente, de acordo com as construtoras responsáveis pela

obra, ocorreu devido à instabilidade do solo da região, agravada pelas fortes chuvas que atingiram a cidade dias antes. O acidente resultou na abertura de uma cratera no poço de acesso aos túneis (Folha de São Paulo, 2007).

Outro caso que é interessante citar é de uma cratera de aproximadamente quatro metros de diâmetro, que atingiu parte da estrutura de uma casa de shows. De acordo com os locatários do estabelecimento, o deslizamento de terra ocorreu devido à deteriorização de uma galeria que serve de esgoto para escoar as águas da chuva que passa por debaixo da casa de show, onde citam que o fluxo da água era tão forte, que foi criando um buraco que comprometia a estrutura de outros prédios próximos (Jornal da Ilha, 2013).

Assim destacam-se também os projetos de captação das águas pluviais, que são de fundamental importância para as construções. Para Santos et al. (2004) no sistema de águas pluviais, patologias tais como acúmulo de resíduos sólidos, má destinação dessas águas devido à frequentes improvisações na execuções de calhas e condutores verticais, são muito comuns.

Assim, considera-se que esse estudo é de interesse para profissionais da área, proprietário de empreendimentos e estudantes da área, a fim de conhecerem melhor os problemas gerados por aterros e águas pluviais e se precaverem de um problema tão comum e frequente.

## 4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 4.1 PATOLOGIAS DAS ESTRUTURAS

Para os autores, Helene e Figueiredo (2001, p. 18) “Patologia pode ser entendida como a parte da engenharia que estuda os sintomas, os mecanismos, as causas e as origens dos defeitos das construções civis, ou seja, é o estudo das partes que compõem o diagnóstico do problema”. Já para Carmo (2000) a patologia pode ser definida como o ramo da engenharia que estuda os sintomas, as formas de manifestação, origens e causas das doenças ou defeitos que ocorrem nas edificações.

Os problemas patológicos normalmente são provocados pela ação de agentes agressivos, aos quais o edifício não é capaz de se adaptar de pronto no momento oportuno. Raramente a ação das mesmas condições de exposição, em que alguns passam a apresentar problemas patológicos e outros não e além disso, entre aqueles que os apresentam, uns apresentam um quadro grave, enquanto que os outros o apresentam atenuado. (LICHTENSTEIN, 1986, p. 15).

O autor ressalta que “Cada edifício possui uma resistência característica a ação de cada um dos agentes agressivos. O edifício pode ser imune a determinadas intensidades de atuação de determinados agentes e não o ser para intensidades maiores.” (LICHTENSTEIN, 1986, p. 15).

Ainda pode-se relatar que para Canovas (1998) “A patologia não é uma ciência moderna, mesmo que tenha adquirido destaque nos últimos anos. A presença nas primeiras edificações construídas rusticamente pelo homem primitivo já eram relatadas, como se pode constatar pelo código de Hamurabi”. Como podemos ver, a evolução das tecnologias vem afetando e contribuindo para o aparecimento de patologias, onde atualmente procuram-se construir edifícios com o máximo de economia, onde são reduzidos os cuidados com segurança, devido ao conhecimento mais aperfeiçoado e aprofundamento dos materiais e métodos construtivos (VERCOZA, 1991).

Segundo Helene (2002), “As patologias geralmente apresentam manifestações externas características, a partir das quais se pode deduzir a

natureza, a origem e os mecanismos dos fenômenos envolvidos”. De acordo com Helene (2002) as patologias causadas por erros construtivos são classificadas em:

- Patologias construtivas ou endógenas: são aquelas provenientes de erros de projeto, materiais e execução;
- Patologias exógenas: São decorrentes de danos causados por terceiros;
- Patologias naturais: têm sua origem através de danos causados por agentes da natureza;
- Patologias funcionais: são causadas pela utilização dos usuários.

De acordo com Vitório (2003, p. 25) um elevado percentual dos problemas patológicos é originado nas fases de planejamento e de projeto. Isso ocorre devido à falta de projetos mais elaborados, com um maior e melhor detalhamento, onde ocorre que muitas vezes seja necessária uma adaptação durante a fase de execução. A seguir apresenta-se um quadro com os percentuais as causas das manifestações patológicas em uma edificação.

<b>ETAPA</b>	<b>%</b>
<b>PROJETO</b>	<b>40</b>
<b>EXECUÇÃO</b>	<b>28</b>
<b>MATERIAIS</b>	<b>18</b>
<b>USO</b>	<b>10</b>
<b>PLANEJAMENTO</b>	<b>4</b>

**Quadro 1: Percentuais das manifestações patológicas em uma edificação**  
**Fonte: Vitório (2003)**

Segundo a NBR 6122 (Projeto e execução de fundações, 2010) no item 4.1 menciona que o engenheiro projetista das fundações deverá, sempre que possível, visitar o local da obra, quando deverá observar pelo menos os seguintes aspectos, que são de grande importância na elaboração dos projetos e previsão dos desempenhos das fundações:

- Eventual presença de aterro (bota fora) na área,

- Prática local para projeto e execução das fundações,
- Estado das construções vizinhas

#### 4.2 CONSTRUÇÕES QUE GERAM DANOS A VIZINHOS

A melhor precaução antes de se iniciar a construir, é a vistoria da vizinhança em seu entorno, contratando profissional para realizar uma vistoria com relatório técnico fotografado – denominado “Vistoria Cautelar”, para não ocorrer de seu vizinho poder aproveitar e consertar fissuras já existentes (PELACANI, 2010). De acordo com a NBR 6122 (Projeto e execução de fundações, 2010) o projeto deve garantir também a segurança das edificações vizinhas quanto aos mesmos estados limites, nas diversas fases construtivas.

No caso das construções que geram danos a vizinhos (construções já existentes) podemos ressaltar que danos são as consequências dos vícios e defeitos que, na construção civil, afetam a própria obra, ou o imóvel vizinho, ou bens, ou as pessoas nele situados, ou ainda a terceiros. O vizinho tem o direito de impedir que os outros danifiquem a sua propriedade, prejudiquem o seu sossego ou ponham em risco a sua saúde com obras nocivas, trabalhos perigosos ruídos intoleráveis, emanções molestas, vibrações insuportáveis, odores nauseabundos e quaisquer outras atividades ou emissões prejudiciais à vizinhança (MEIRELLES, 1996).

Grandiski cita que a responsabilidade civil se assenta em três pressupostos: que haja um dano, que seja identificada a culpa do autor do dano, e que haja uma relação de causalidade entre o fato culposo e o mesmo dano (GRANDISKI, 2001).

Segundo Consoli, Milititsky e Schnaid (2005), vibrações e choques internos ou externos próximos a uma edificação, causados por equipamentos industriais, equipamentos de compactação de solo que causam deslocamentos do solo podem ter efeitos danosos às construções já existentes. Continua ainda dizendo que tais elementos afetam sobretudo as fundações diretas assentes em solos granulares fofos, mas podem ter efeitos também sobre outras fundações e solos.

### 4.3 ATERROS

As cargas aplicadas na superfície de um aterro induzem tensões, com consequentes deformações, no interior da massa de solo. Unindo os pontos com os mesmos acréscimos de tensões, obtém-se o bulbo de tensões, que representa qual será a parcela da carga que a parte do solo será responsável para sustentar (CARMINATTI; FERNANDES, 2007).

A atuação de agentes agressivos com intensidades maiores que a resistência do edifício ou sua parte, causa o problema patológico na medida em que todos os edifícios têm características complexas e no caso geral não estão sujeitos à atuação de somente um agente agressivo, mas sim um quadro de agentes agressivos, normalmente um problema patológico está ligado a um quadro geral de causas e não a uma causa única. (LICHTENSTEIN, 1986, p. 15).

Lobo, Ferreira e Renofio (2003) afirmam que aterros que são executados sem sofrer qualquer processo de compactação são excessivamente porosos e compressíveis, onde com o decorrer do tempo, após vários ciclos de secagem e de umedecimento, irão sofrer processo devido ao próprio peso, às forças de percolação e ao tráfego de pessoas e veículos.

Um aterro pode ser realizado de uma maneira satisfatória, sem que cause danos a obras já existentes, assim podemos observar no texto de Lobo, Ferreira e Renofio (2003, p. 04) que diz “Não é raro encontrar aterros em lotes urbanos que chegam a atingir 3m ou 4m acima do nível natural do terreno, muitas vezes construídos junto às edificações existentes, que independentes do tipo de fundação utilizada, vêm se comportando de maneira satisfatória”.

“Um edifício residencial tem peso aproximado de 10 a 12 KN/m<sup>2</sup>/pavimento, o que em um solo com características de aterro equivale a um edifício de 6 pavimentos em solo de condições normais” (LOBO; FERREIRA; RENOFIO, 2003, p. 172). Ressaltam ainda que ninguém em sã consciência apoiaria diretamente um edifício desse porte em um solo altamente poroso, que faz divisa com edificações já existentes, logicamente por temer propagação de tensões e danos na edificação vizinha.

Segundo Dabus (2008) sobrecarga de aterros em terrenos vizinhos, aliado a falta de cuidado na execução do muro de contenção, tem sido responsável por grande número de ocorrências de patologias em obras existentes junto à divisa do terreno.

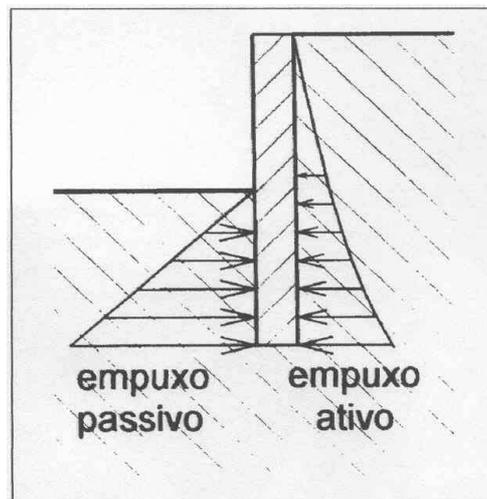
#### 4.4 EMPUXO DE TERRA

“A amplitude do empuxo depende de diversos fatores, podendo-se citar a magnitude do desnível entre um lado e outro do muro, o tipo de solo, a inclinação do terreno e a movimentação sofrida pelo muro, dentre outros fatores.” (LOBO; FERREIRA; RENOFIO, 2003, p. 171)

A movimentação sofrida pelo muro, é muito importante para o cálculo da magnitude do empuxo, assim, o empuxo é classificado como ativo, quando o movimento do muro conduz a um alívio da pressão horizontal do terreno, passivo em caso contrário e em repouso, quando o muro não sofre qualquer tipo de movimento, seja ele horizontal ou de rotação. (LOBO; FERREIRA; RENOFIO, 2003, p. 171).

Segundo Moliterno (1980), o empuxo de terra pode ser ativo ou passivo. Empuxo passivo é considerado quando há atuação de força do muro contra a terra. Já empuxo ativo, designa-se pela resultante da pressão de terra contra o muro.

Lobo, Ferreira e Renofio (2003, p. 171) ainda cita que “O empuxo ativo de terra força o muro para fora, fletindo - o e comprimindo – o contra o solo situado no nível mais baixo, onde é desenvolvido um empuxo chamado passivo.”



**Figura 1 – Esforços atuantes no muro de arrimo**

**Fonte: Lobo; Renóbio e Ferreira (2003)**

A figura 2 mostra um caso de aterro, onde se deseja deixar um terreno plano. Conforme mostrado na figura, observa-se que esta sendo realizado um corte em C, para ser transportado para A. O material de C, depois de retirado sofre uma expansão, que ao ser colocado em A procurará um estado de repouso, atuando diretamente como carga no muro, provocando empuxo (MOLITERNO, 1980).

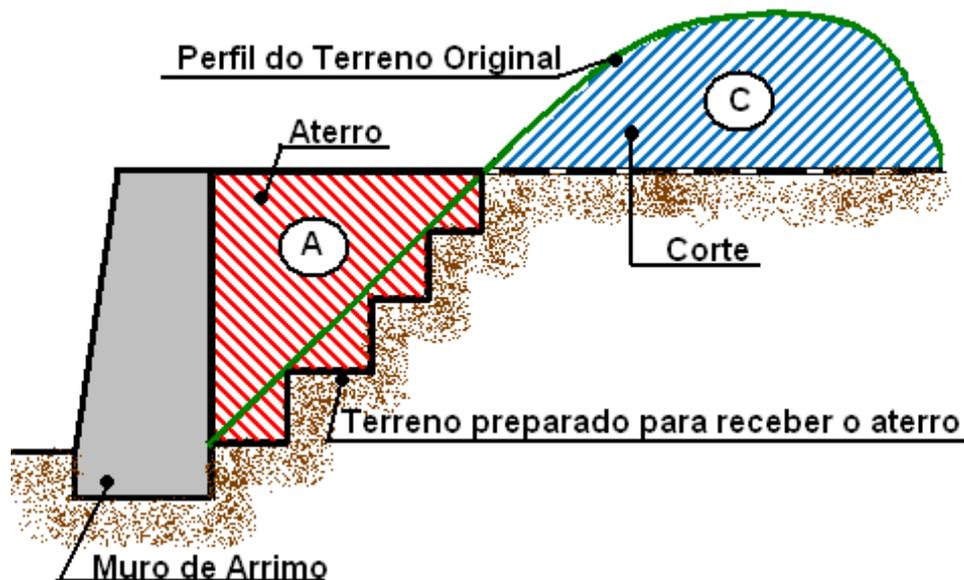


Figura 2: Esquema de um aterro  
Fonte: Moliterno (1980)

Segundo Ferreira, Lobo e Renóbio (2003) os muros são dimensionados para resistir aos esforços provocados pelo empuxo ativo do solo, levando em consideração o solo não saturado. Raramente, são projetados para resistir ao empuxo hidrostático, na hipótese de acumular-se água ao longo do muro, pois quando isso acontece acaba ocorrendo acréscimo no valor de empuxo que chega a ser da ordem de 100%.

A figura 3 mostra que a pressão hidrostática, resultante do acúmulo de água no solo, ao qual acabou resultando na ruptura da parede do muro e o solo encharcado acabou por escoar pra dentro da piscina existente no vizinho. O fato ocorrido acabou por aliviar a pressão sobre o muro, que evitou a sua queda. (FERREIRA; LOBO; RENÓBIO, 2003).



**Figura 3** Detalhe da ruptura da parede do muro provocada pelo acúmulo de água de chuva.  
**Fonte:** Ferreira, Lobo e Renóbio (2003).

#### 4.5 RECALQUES DA FUNDAÇÃO

“O recalque é definido como sendo o deslocamento vertical, para baixo, da base da fundação em relação ao indeformável. O recalque se dá em virtude da deformação do solo sendo ele por diminuição de volume ou mudança de forma.” (COSTA, 2010, p. 68)

Um dos problemas que encontramos com os aterros e infiltração das águas pluviais são os recalques de fundação como é citado em Lobo, Ferreira e Renóbio, (2003, p. 172) “Ao sofrer o processo de compactação, o solo produz, nas paredes do muro de arrimo, um esforço de cima para baixo, equivalente ao atrito negativo das estacas. Esse esforço soma-se às cargas que estavam atuando nas estacas que, muitas vezes, acabam por ultrapassar sua capacidade de carga, resultando em indesejáveis recalques do muro, que se propagam para edificações vizinhas”.

Thomaz (1989) diz que em relação a recalques de fundação, as capacidades de carga e a deformabilidade dos solos não são permanentes, sendo função do tipo e estado do solo, disposição do lençol freático, intensidade da carga, tipo de fundação e interferência de fundações vizinhas. Já para Rezende (2004) para analisar um recalque de fundação devem ser analisados, o tipo e estado do solo, dimensões e o formato da placa carregada e por último a influência das fundações vizinhas. Ressalta também que a fundação possui influência no comportamento da estrutura, determinando assim se as paredes da mesma sofrerão com trincas ou não.

O adensamento dos diversos tipos de solos (arenosos ou argilosos) em função da trepidação pelo tráfego de veículos pesados numa determinada região também provoca a ocorrência de recalques de fundação, possibilitando o aparecimento de manifestações patológicas ligadas a esta causa. (MEDEIROS, 2004, p. 54).

Para Dal Molin (2000), manifestações patológicas provenientes de construção ou escavação vizinha podem ser colocadas no grupo dos recalques imprevisíveis.

Thomaz (1989) diz que a construção de um edifício dotado de um corpo principal mais carregado e robusto ao lado de um corpo secundário, menos carregado e menos robusto, invariavelmente conduz a recalques diferenciados entre as duas partes, originando fissuras verticais, inclinadas e desaprumo no corpo menos carregado. Medeiros (2004) ainda completa que estão nesse grupo, os casos onde a construção de edifícios maiores e mais carregados junto a edifícios já existentes, menores e menos carregados.

Existem muitos erros de execução nas edificações que são responsáveis pelos problemas abordados no trabalho, conforme cita Ferreira, Lobo e Renóbio (2003) O que se observa em perícias realizadas é a prática comum de utilizar a parede da edificação vizinha como forma na concretagem da estrutura do muro de arrimo (vigas baldrame, de amarração e pilares).

Ferreira, Lobo e Renóbio (2003) continuam ainda dizendo que o solo de fundação, ao sofrer recalque, acaba “arrastando” consigo o solo adjacente sob a fundação da edificação vizinha, provocando recalques das paredes e do piso e, como consequência, originando trincas e rachaduras na alvenaria. O texto apresenta ainda que o recalque das paredes das edificações vizinhas ao muro pode resultar

em inúmeras trincas e fissuras na alvenaria, que refletem no mau funcionamento das portas e janelas, prejudicando suas funções. Já para Dabus (2008, P. 04) “Quando ocorrem as primeiras chuvas, há uma redução na tensão do solo, que provoca enfraquecimento das ligações e colapso da estrutura gerando recalque da ordem de vários centímetros”.

Thomaz (1989, P. 128) diz que para se evitarem os recalques diferenciados é essencial que na hora de projetar, se leve em consideração o intertravamento entre componentes isolados da fundação, adensamento de aterros, falta de homogeneidade do solo, carregamentos muito diferenciados e a interferência com fundações de edifícios vizinhos.

A figura 4 mostra os detalhes de um aterro em terreno anexo a uma edificação existente, construída junto a divisa do terreno, cuja altura chega próximo ao nível de cobertura da edificação. O recalque das paredes da edificação vizinha ao muro e do piso foi tanto que resultou em várias patologias, como trincas e fissuras. Como solução para esse caso, uma parte do aterro foi retirada, para evitar agravamento do problema.



**Figura 4 -Vista de aterro e muro de arrimo construído adjacente à construção já existente.**

**Fonte: Ferreira, Lobo e Renóbio (2003).**

#### 4.6 JUNTAS DE DILATAÇÃO

Segundo Sika (2007) a junta pode ser definida como a separação física provocada intencionalmente em locais pré-estabelecidos, num dado elemento da estrutura de modo que as duas partes dessa estrutura possam-se movimentar, uma sobre a outra, sem a interferência de esforços entre elas, designada como junta de dilatação.

Outro fato importante que destaca Lobo, Ferreira e Renóbio (2003, P. 174), “Um aspecto que tem sido negligenciado por muitos construtores é a “junta de movimentação”, que necessariamente deve ser deixada entre o muro de arrimo e a edificação existente, o que corresponde a uma folga de alguns centímetros”. Riper (1996) diz “As juntas de dilatação entre paredes e pisos sempre devem existir, para que recalques da parede ou estrutura não sejam transmitidos ao piso e vice-versa”.

Dabus (2008, p. 04) também cita que “quando não são providenciadas juntas entre as construções, o recalque dos muros de arrimo acaba arrastando, para baixo, as paredes da edificação vizinha”.

Consoli, Milititsky, Schnaid (2005, p. 134) diz que em uma nova construção edificada sem o cuidado essencial de promover juntas entre ela e a já existente pode ocasionar grandes problemas, pois à medida que a nova obra carrega suas fundações e provoca recalques, induz a distorção significativa na obra existente.

#### 4.7 IMPERMEALIZAÇÃO

“O desafio da engenharia da impermeabilização é garantir a estanqueidade das partes construtivas que necessitem da mesma, a exemplo de lajes expostas, calhas, lajes molháveis internas, muros e pisos em contato com o solo..” (LIMA, 2010, p.08).

Dabos (2008) ainda cita que a principal função da impermeabilização nos muros de arrimo é impedir que a água natural da terra que está encostada no muro ultrapasse a espessura do mesmo, vindo a aparecer do outro lado, em forma de umidade, bolor, mofo, etc. Segundo Moliterno (1980) “o excesso de umidade e o encharcamento d’água no solo, aumentam o efeito do empuxo”.

#### 4.8 ÁGUAS PLUVIAIS

“Nos terrenos inclinados, as águas vêm naturalmente e encontram-se contra a edificação.” (CARMINATTI; FERNANDES, 2007, p. 17). Ressalta também que se estas considerações não forem previstas, as fundações da edificação estarão permanentemente banhadas em água e podem produzir infiltrações no subsolo.

O quadro 2 apresenta as principais patologias geradas pela água da chuva, através da divisão nas principais etapas que podem gerar o problema.

Água da chuva	Projeto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incompatibilidade do revestimento externo de argamassa com as condições ambientais</li> <li>• Saliências indesejadas nas fachadas que permitem a infiltração de águas</li> <li>• Especificação inadequada de materiais</li> <li>• Projeto de esquadrias inadequadas</li> </ul>
	Execução	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso de materiais e traços inadequados para os revestimentos</li> <li>• Fissuração mapeada do reboco (retração)</li> <li>• Técnicas de execução de revestimentos mal empregadas</li> <li>• Vedação mal executada nas esquadrias</li> <li>• Camadas excessivas de revestimentos</li> <li>• Falta de aderência do revestimento no substrato</li> </ul>
	Materiais	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Baixa qualidade, alta porosidade</li> <li>• Baixa resistência</li> </ul>
	Manutenção	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de pintura de proteção</li> <li>• Falha na impermeabilização dos pisos (banheiros)</li> <li>• Falta de reparo das fissuras de movimentação termo higroscópicas</li> </ul>

**Quadro 2 – Patologias por água da chuva**  
**Fonte: Adaptada de Klein (1999)**

“A água presente no solo poderá ascender por capilaridade à base da construção, desde que os diâmetros dos poros capilares e o nível do lençol d’água assim o permitam” (THOMAZ, 1989, p. 34). Cita ainda que no caso de não haver impermeabilização eficiente entre o solo e a base da construção, a umidade terá acesso aos seus componentes, podendo trazer sérios inconvenientes a pisos e paredes do andar térreo.

De acordo com Thomaz (1989), as variações nos solos, provocam alterações volumétricas e variações no seu módulo de deformação, com possibilidade de ocorrência de recalques localizados. Esse tipo de recalque é bastante comum por causa da saturação do solo pela penetração da água da chuva nas vizinhanças da fundação.

“Sobre as águas superficiais, deve ser previsto um pavimento periférico ao redor da edificação que afaste as águas e as conduza para a drenagem” (CARMINATTI; FERNANDES, 2007, p.17).

As calhas e demais condutores, responsáveis pela coleta das águas pluviais, são responsáveis por grande parte das patologias por águas pluviais. Como cita Verçoza (1991) são bastante comuns os vazamentos em calhas, condutores, algerozes e outros aparelhos com finalidade de se coletar a água vinda de chuvas.

Segundo Verçoza (1991), as águas provenientes da chuva também originam infiltrações no telhado. Isto se deve ao fato das coberturas de telhas apresentarem muitos vazamentos no sistema de escoamento dessas águas pluviais (calhas e tubos de queda).

O quadro 3 relaciona os principais locais em que ocorrem os vazamentos de água pluvial, e quais as causas e erros mais frequentes.

Locais de vazamento	Erros de	Causas	Manifestações
Calhas  Tubos de queda (condutores)  Algerozes	Projetos	Seção insuficiente, para vazão nas calhas e condutores	Manchas nos forros e paredes  Goteiras
	Execução	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Soldas incompletas ou rompidas</li> <li>• Pouco caimento para escoamento das águas</li> <li>• Calhas sem apoio</li> <li>• Uniões inadequadas nos tubos de queda</li> <li>• Trespasse insuficiente em algozes, rufos e calhas</li> <li>• Fixação insuficiente dos algozes nas paredes</li> </ul>	
	Manutenção	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Degradação dos materiais utilizados (oxidação)</li> <li>• Furos nas calhas e condutores</li> <li>• Entupimento por detritos (folhas, papel)</li> <li>• Amassamento das calhas</li> </ul>	Mofos
	Materiais	Baixa qualidade	Prevenção de vegetação nas calhas

**Quadro 3 – Vazamentos na rede Pluvial do telhado**

Fonte : Klein (1999)

## 5 METODOLOGIA

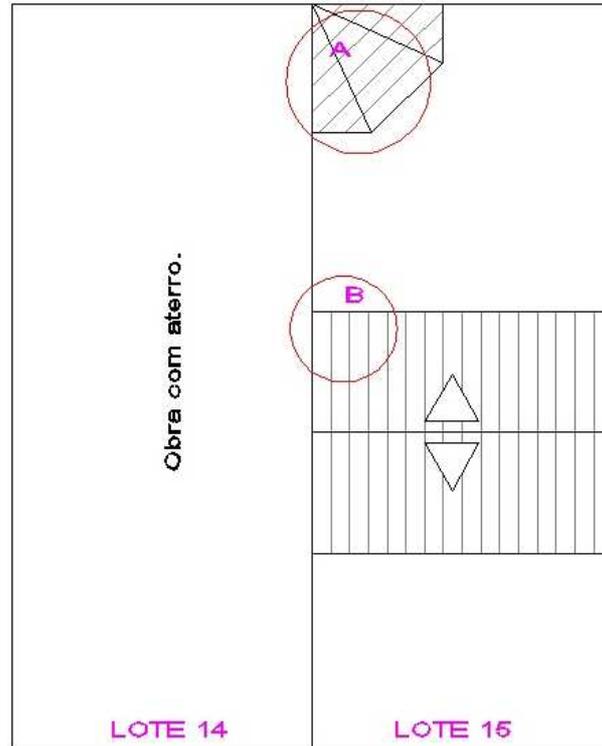
Para a elaboração desse trabalho foram realizadas três tipos de pesquisa:

- Exploratória, através revisões bibliográficas como livros, artigos e revistas, ao qual nos auxiliaram no aprendizado e um aprofundamento no tema abordado.
- Descritiva, onde através das visitas em obras foram observadas e relatadas as patologias estruturais ocasionadas por aterros em obras vizinhas, e ação das águas pluviais.
- Explicativa, onde através do estudo de casos foram recolhidas as patologias geradas, e apresentados alternativas para recuperação do edifício.

Inicialmente foi realizado um levantamento bibliográfico com os assuntos relacionados ao tema, onde se buscou um conhecimento técnico mais aprofundado. Essas pesquisas serviram como base para as análises realizadas nas obras danificadas.

Em seguida, realizaram-se as visitas técnicas às obras que sofreram com esse tipo de problema na região de campo Mourão, onde foram feitos levantamentos fotográficos para registrar-se os tipos de patologias encontradas, para uma melhor análise delas. As obras visitadas totalizaram 5(cinco) com problemas devido ação do aterro, e 2(duas) com problemas devido ação das águas pluviais. Sendo elas relatadas a seguir:

A obra 1 foi visitada no dia 23/01/2013 e trata-se de uma residência de dois pavimentos totalizando 600 m<sup>2</sup> de área construída em um terreno de 1000m<sup>2</sup>. Os problemas com a construção já existente começou quando iniciarão as obras de aterro no terreno vizinho (lote 14). O aterro conta com 2,36m de altura acima do nível da casa vistoriada.



**Figura 5 - Visão do empreendimento com patologias nas zonas A e B**  
**Fonte: Autoria própria**

No segundo caso estudado, o problema que gerou as patologias foi bem parecido com o primeiro. Verificou-se a impermeabilização incorreta entre os muros e também a falta da junta de movimentação entre as construções que acarreta tensões na parede existente. Na obra 2 não foi realizada visita ao interior da casa, portanto não se sabe a que ponto as patologias afetaram o funcionamento da residência.

A obra 3 refere-se a uma residência com problemas em sua parte estrutural causada pela execução de um aterro de 2,5 m no terreno vizinho. A figura 06 apresenta o esquema para identificação da obra.

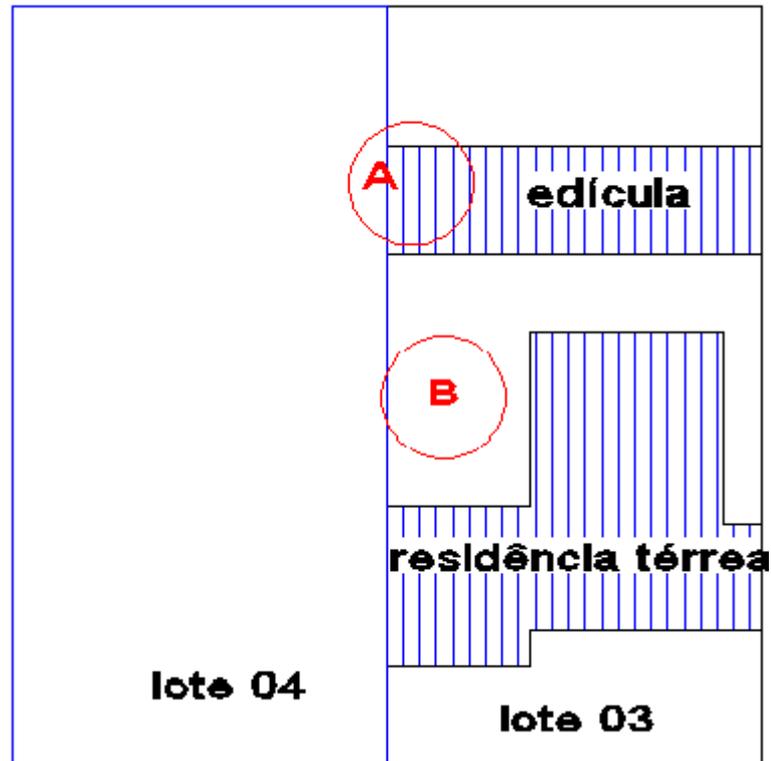
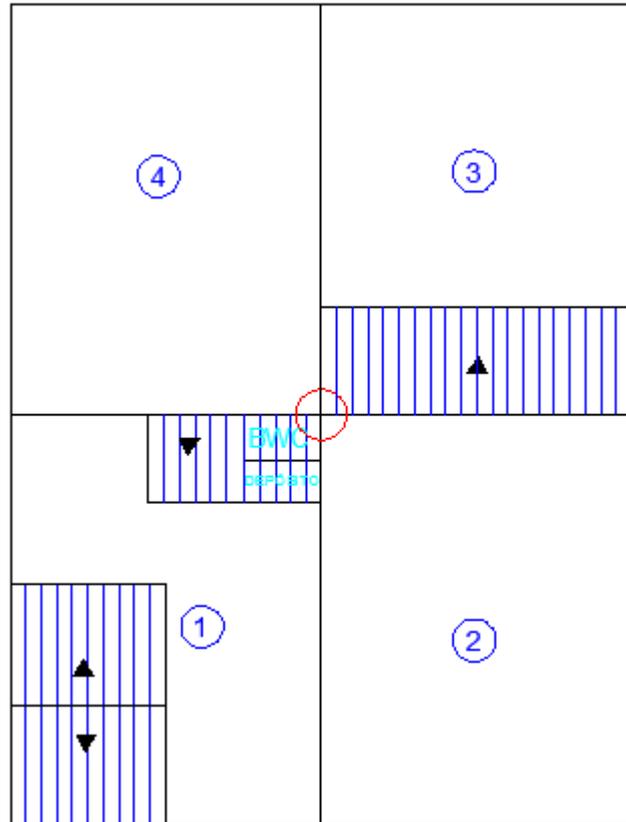


Figura 06 – Visão global com patologias nas zonas A e B

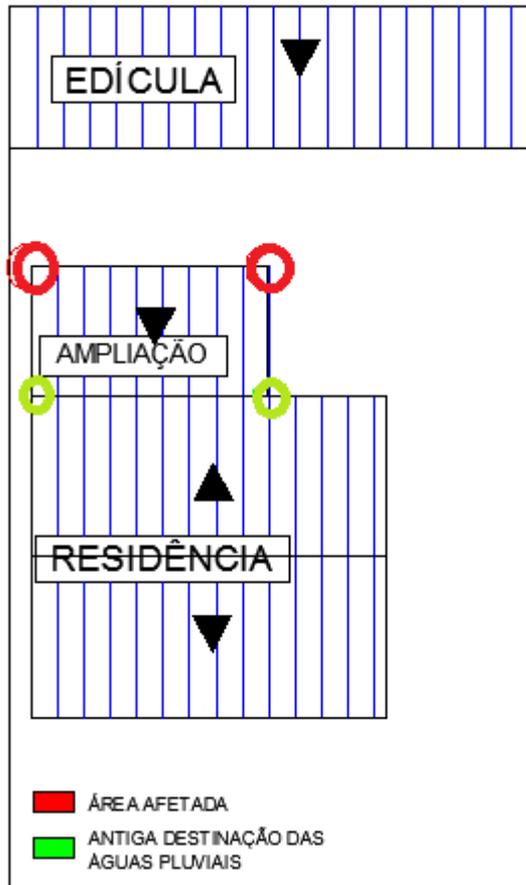
A obra 4 refere-se a uma residência afetada pela execução de um aterro ao lado, de aproximadamente 2m.

A obra 5 faz referência a uma nova construção feita sobre um aterro de altura aproximada de 2m (lote 03), que danificou a estrutura de um lado da residência já existente (lote 01) essa localizada na diagonal da outra, conforme mostra o esquema da figura 07:



**Figura 07 – Vista da área afetada entre os lotes 1 e 3**  
**Fonte: autoria própria**

O caso da obra 6 refere-se a patologias encontradas em uma residência de 181,45 m<sup>2</sup> devido a infiltração da água das calhas. As águas tinham como destino as paredes das casas, fazendo com que empoçassem nos cantos da residência. A parte afetada era uma ampliação da casa que provocou um recalque da fundação, fazendo com que o novo cômodo se desprendesse do restante da residência. A casa foi fotografada apenas após sua reforma.



**Figura 08 – Situação da obra**  
**Fonte: Autoria própria.**

OBRA 7: Refere-se a duas residências que fazem divisa com o muro de fundo de ambas. Uma das residências é afetada devido à existência de uma fossa próxima à divisa, onde essa é responsável pela coleta de toda a água da construção. Em períodos com grande frequência de chuva, o solo fica saturado e a fossa não suporta toda a água a ela destinada, assim trazendo consequências para a construção vizinha que fica próxima à fossa

Com base nesses materiais que se obteve anteriormente descritos, foi realizada uma análise dos problemas patológicos encontrados, e buscou-se a causa deles, em que foram verificadas:

- Se houve movimentação do muro;
- Causa da movimentação de terra;
- Altura do aterro realizado;
- Se houve falha na execução ou no projeto da edificação;
- Se a junta de dilatação esta conforme recomendado;

- Se há impermeabilização entre os muros;
- Se as calhas estão corretamente locadas;
- Análise das destinações das águas pluviais da edificação.

A partir das informações adquiridas, foram analisados os dados dos empreendimentos e realizados estudos sobre as alternativas de recuperação da edificação danificada.

## 6 RESULTADOS

As obras em estudo foram visitadas para a verificação das patologias ocasionadas e analisar os problemas que a afetaram. As obras foram registradas através de fotografias de autoria própria, para serem mais bem apresentadas.

### 6.1 OBRAS DANIFICADAS DEVIDO AÇÃO DO ATERRO

#### **NA OBRA 1:**

Primeiramente será mostrado as patologias da zona B (Conforme figura 5) onde ocorreram trincas, fissuras e rachaduras geradas pela má execução do aterro, ocasionando a movimentação da casa já existente. Observa-se na fotografia 1 a realização da execução do aterro com altura de 2,36m medidas do lado da construção existente.



Fotografia 1 - Vista da execução do aterro vizinho à obra

Na fotografia 2 verifica-se que a incorreta impermeabilização realizada entre os muros, o que acarretará diversos problemas a construção vizinha.



**Fotografia 2 - Vista da impermeabilização realizada entre os muros**

Na fotografia 3 verifica-se a falta da junta de construção/movimentação entre os muros que já apresenta sinais de trincas devido a movimentação causado pelo aterro.



**Fotografia 3 - Vista da falta da junta de movimentação entre os muros e falta de impermeabilização**

Na fotografia 4 relata-se a existência de inúmeras fissuras nos cantos das janelas, o que nos apontam a ocorrência de recalque de fundação nas áreas de divisa, ocasionadas pelo peso e movimentação do aterro. Janela não abre e fecha inteiramente



**Fotografia 4 – Problemas de fissuras aparente nos cantos das janelas**

Na fotografia 5 observamos parte da queda do muro de divisa ocasionado pela movimentação do aterro vizinho.



**Fotografia 5 – Parte do muro desabou devida à movimentação de terra**

A seguir observam-se as patologias geradas na zona A (figura 5). A fotografia 6 mostra parte da cobertura da edícula, situada na divisa com o terreno que está

sendo aterrado. São mais sinais de que a residência vizinha ao aterro executado esta sofrendo movimentações que estão afetando sua estrutura.



**Fotografia 6 – Vista da estrutura da cobertura mostrando fissuras por movimentação da estrutura.**

Observa-se na fotografia 7, os problemas ocasionados pela má impermeabilização na divisa entre os muros que foi mostrado na fotografia 2, que resultou em infiltrações nos muros dessa edificação.



**Fotografia 7 – Manchas de infiltração devido à falta de impermeabilização do muro de contenção vizinha.**

Relata-se na fotografia 8, a abertura do marco da esquadria dos vidros situados na edícula da residência, dificultando a abertura de portas e janelas em 2 cm.



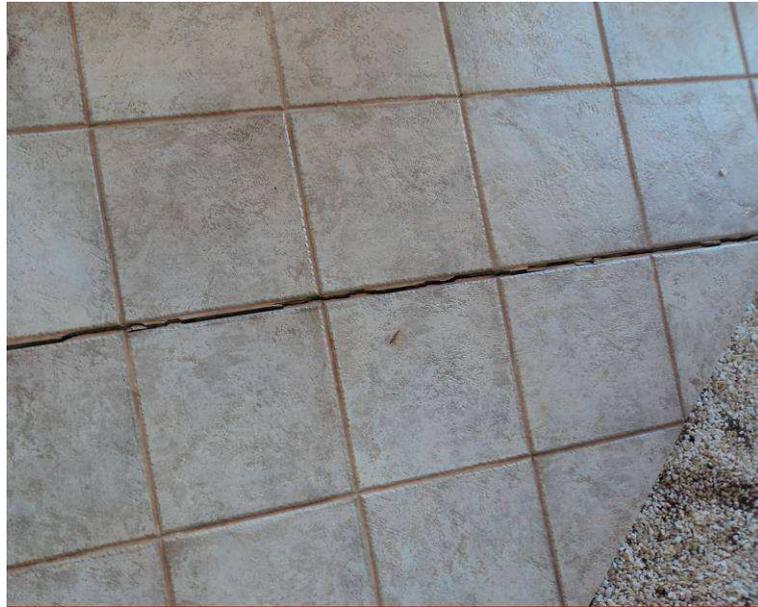
**Fotografia 8 – Abertura dos encaixes do vidro**

A fotografia 9 mostra a grande quantidade de trincas nas paredes do banheiro da edícula, danificando os pisos e azulejos.



**Fotografia 9 – Aparecimento de trincas no azulejo do banheiro**

A fotografia 10 relata as aberturas encontradas no contra piso da residência, ocasionado pela movimentação da estrutura. Essas aberturas tendem a piorar com a infiltração de água nesse local.



**Fotografia10 – Rachaduras ao longo do contrapiso**

Observa-se pela fotografia a seguir o deslocamento vertical do piso, localizado na parte da edícula. Pode-se verificar a ocorrência de movimentações no muro que estão gerando patologias em grande parte da residência.



**Fotografia11 – Deslocamento vertical do contrapiso**

**Alternativas de solução:**

- 1) Impermeabilizar o muro de arrimo executado.
- 2) Fazer uma verificação do sistema hidrossanitário, para saber se tem encanamentos com fissuras provocando maiores danos estruturais.
- 3) Verificar se existe danos estruturais (vigas, pilares e lajes) para fazer o reforço(não é parte do trabalho)
- 4) Reparar as paredes de alvenaria usando grampos de ferro ou telas soldadas.
- 5) Reparar o forro de gesso.

**OBRA 2:**

A fotografia 12, apresenta a incorreta impermeabilização do muro de divisa. Apesar desta ter sido realizada com um material apropriado, é indicado que realize a impermeabilização em ambas faces do muro.



**Fotografia 12 – Verifica-se a impermeabilização incorreta entre os muros, e a falta da junta de movimentação.**

Observa-se, na fotografia 13, a presença da junta de movimentação apenas em parte do muro de divisa.



**Fotografia 13 – Vista de apenas parte do muro com junta de movimentação**

Na fotografia 14, verifica-se rachaduras causadas pelo aterro, que se movimentou afetando a fundação da casa existente. Nota-se a proporção elevada nessa face do muro devido à falta da junta de movimentação, fazendo com que o muro se mova com uma intensidade maior.



**Fotografia 14 – Rachaduras ocasionadas pela movimentação do muro obra**

Observa-se, na fotografia 15, que no outro muro da mesma residência o problema de trincas também aconteceu, porém em uma intensidade menor do que a outra, pois é o lado onde foi deixada a junta de movimentação.



**Fotografia 15– trincas no muro da residência**

**Alternativas de solução:**

- 1) Fazer os reparos após a execução das fundações da obra vizinha
- 2) Desmanchar o muro danificado e reconstruir o muro para resolver as trincas e rachaduras no muro

**OBRA 3**

Na fotografia 16, observa-se o terreno aterrado, e ao lado a residência que sofreu as patologias ao qual foram analisadas.



**Fotografia 16 – Vista do aterro ao lado da residência danificada**

Na fotografia 17 podem-se observar as patologias da zona B(conforme figura 6). Nota-se a existência de rachaduras no muro de divisa e no piso, podendo causar desmoronamento do mesmo e assim colocando em risco os moradores do lote 03.



**Fotografia 17 – Trincas no muro de divisa e no piso**



**Fotografia 18 – Muro de divisa com perigo de desmoronamento**

Na figura 19, observa-se o perigo de desmoronamento do muro com um deslocamento na horizontal de aproximadamente 3,5cm.



**Fotografia 19 – Deslocamento horizontal em 3,5 cm do muro de divisa**

As fotografias 20 e 21 referem-se à situação grave do contrapiso do pátio da edificação. Apareceram trincas em grande parte do contra piso que agravou-se com a infiltração das águas pluviais, enfraquecendo a base e assim provocando recalques e aberturas maiores das rachaduras no piso e contrapiso.



**Fotografia 20 – Contrapiso danificado por infiltrações de água**



**Fotografia 21 – Deslocamento vertical do piso e contrapiso devido ao aterro e agravando-se com a infiltração de água pluvial.**

As fotografias 22 e 23 relatam as trincas localizadas na edícula da residência, zona A. Esse formato de fissura é ocasionado por recalque de fundação, onde a sustentação do pilar do canto sofreu um pequeno recalque (THOMAZ, 1989).



**Fotografia 22 – Edícula com estrutura danificada**



**Fotografia 23 – Rachaduras da edícula**

Notam-se pela fotografia 24 as trincas em toda a extensão do contrapiso da edícula, o que com a infiltração de água agrava o problema.



**Fotografia 24 – Trinca em toda a extensão do contra-piso da edícula**

A fotografia 25 mostra os danos causados à estrutura do muro de arrimo, localizado na divisa com o aterro. Dano esses que ocasionou o comprometimento dessa estrutura, levando ao mal desempenho a que este é destinado.



**Fotografia 25 – Estrutura danificada entre o muro de arrimo e aterro na divisa entre os lotes, existência de junta de dilatação**

**Alternativas de solução:**

- 1) Fazer uma verificação do sistema hidrossanitário, para saber se tem encanamentos com fissuras provocando maiores danos estruturais.
- 2) Considerando que existem danos estruturais (pilares do canto da edícula foto 22) refazer o pilar com uma fundação nova ou reforçada. (não é parte do trabalho)
- 3) Reparar as paredes de alvenaria usando grampos de ferro ou telas soldadas.
- 4) Nos muros, colocar uma viga cinta em toda a extensão.
- 5) Reparos no contrapiso podem ser feitos usando grampos de ferro a cada 15 cm ou refazer o contrapiso

**OBRA 4:**

Pode-se observar na fotografia 26, a extensão do aterro e a altura de aproximadamente 2m que ele está sendo realizado.



**Fotografia 26 – Vista do aterro ao lado da residência (LADO ESQUERDO) danificada**

Na fotografia 27, nota-se a altura que o aterro está sendo executado ao lado da residência existente afetada.



**Fotografia 27 - Vista da altura de terra na obra vizinha**  
**Fonte: Autoria própria.**

Na fotografia 28, nota-se a execução do aterro sem o término da construção do muro o que acarretará em mais problemas a construção, pois esse muro não terá a estabilidade suficiente para suportar o peso a ele atribuído.



**Fotografia 28 – muro sem continuidade**

Na fotografia 29, observam-se os sinais de movimentação no muro que gerou no deslocamento do muro da divisa.



**Fotografia 29 – Deslocamento do muro de divisa com aterro**

A fotografia 30 apresenta a existência de fissuras ao longo do muro de divisa, onde ocorre a movimentação de terra do aterro, pressionando assim o muro já existente.



**Fotografia 30 – Fissuras no muro de divisa**

Observa-se na fotografia 31, o deslocamento horizontal da parede da edícula em aproximadamente 2,5cm. Esses são sinais de movimentação no muro gerado pelo empuxo, causado devido ao peso de terra.



**Fotografia 31 – Deslocamento horizontal de parte da edícula**

A fotografia 32, mostra o aparecimento de fissuras ao longo do contrapiso da residência. Por ser uma área descoberta, sofre com a infiltração das águas pluviais, o que agrava o problema.



**Fotografia 32 – Fissuras ao longo do contrapiso**

Nas figuras 33 e 34, notam-se as rachaduras de forma contínua nas duas paredes da edificação, deixando em evidencia a falta de pilar nessa região. As duas fotografias mostram o mesmo ponto da edificação, porém a fotografia 34 tirada trinta dias após a fotografia 33. Nota-se que por ter sido um período chuvoso o processo foi acelerado, agravando rapidamente o problema.



**Fotografia 33 – Fissuras na parede da edícula**



**Fotografia 34 – Rachaduras na parede da edícula após 30 dias do aterro**

A fotografia 35, mostra o deslocamento vertical do contrapiso em aproximadamente 2cm.



**Fotografia 35 – deslocamento vertical do contra-Piso**

Verifica-se pela fotografia 36, a movimentação do muro que resultou no deslocamento do mesmo em aproximadamente 3,0cm.



Fotografia 36 – Deslocamento da parede

**Alternativas de solução:**

- 1) Fazer uma verificação do sistema hidrossanitário, para saber se tem encanamentos com fissuras provocando maiores danos estruturais.
- 2) Construir um pilar no canto da área
- 3) Reparar as paredes de alvenaria usando grampos de ferro ou telas soldadas.
- 4) Reparos no contrapiso podem ser feitos usando grampos de ferro a cada 15 cm ou refazer o contrapiso

**OBRA 5:**

Observa-se na figura 37 a parte externa da residência com os danos causados devido ao aterro vizinho. Verifica-se o tombamento da estrutura pelos danos à fundação da residência já existente.



**Fotografia 37 – Tombamento da estrutura causado pelo enfraquecimento da fundação**

A fotografia 38, refere-se aos danos no banheiro que foram causados devido a infiltração de água pluvial no local, gerando o descascamento da pintura.



**Fotografia 38 – Descascamento da parede por infiltração de água pluvial**

Observa-se nas fotografias 39 e 40, a quebra e danos aos pisos e azulejos do banheiro causado pela movimentação da estrutura e infiltração de água.



**Fotografia 39 – Descolamento dos azulejos pela infiltração de água**



**Fotografia 40 – Descolamento dos pisos e azulejos pela infiltração de água**

Na fotografia 41 tem-se uma visão mais ampla do banheiro, que sofreu com a infiltração de água e com a movimentação da estrutura.



**Fotografia 41 – Rachaduras em todo o banheiro**

A figura 42 refere-se as rachaduras e descascamentos ocorridos na despensa na residência que fica próximo a divisa com a residência aterrada.



**Fotografia 42 – rachadura na despensa**

### **6.1.1 ANÁLISE DOS RESULTADOS DAS PATOLOGIAS POR ATERRO**

O aterro de terra é um método utilizado, na maioria das vezes, para auxiliar no conforto e no projeto arquitetônico de uma residência. Observa-se o crescente número de casos de patologias por aterros na região de Campo Mourão. Dentre as diversas patologias que podem ser desenvolvidas por essas obras de terra,

apresentaram-se as que foram encontradas nas obras estudadas que são as mais frequentes nesses casos.

As patologias nessas situações apresentam características semelhantes, variando apenas a intensidade com que ocorrem devido à proporção do aterro que são submetidos. A seguir listaram-se as principais patologias encontradas nas obras estudadas.

<b><u>PATOLOGIAS IDENTIFICADAS</u></b>	<b><u>OBRAS ESTUDADAS</u></b>	<b>OBRA 1</b>	<b>OBRA 2</b>	<b>OBRA 3</b>	<b>OBRA 4</b>	<b>OBRA 5</b>
<b>RACHADURAS/ PAREDE DE DIVISA</b>	<b>TRINCAS NA</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
<b>RACHADURAS/ CONTRAPISO</b>	<b>TRINCAS NO</b>	<b>X</b>		<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
<b>DESLOCAMENTO VERTICAL DO CONTRAPISO</b>	<b>DO</b>	<b>X</b>		<b>X</b>	<b>X</b>	
<b>DESLOCAMENTO HORIZONTAL DO MURO existente DE DIVISA</b>	<b>DO</b>	<b>X</b>		<b>X</b>	<b>X</b>	
<b>QUEDA DO MURO</b>		<b>X</b>				
<b>TRINCAS PORTAS/ JANELAS</b>		<b>X</b>				
<b>SINAIS EM OUTRAS PARTES DA CASA</b>		<b>X</b>		<b>X</b>		
<b>INFILTRAÇÃO DE ÁGUA PLUVIALnas paredes</b>		<b>X</b>		<b>X</b>		<b>X</b>
<b>COMPROMETIMENTO DO FUNCIONAMENTO DE PORTAS E JANELAS</b>		<b>X</b>				
<b>SINAIS DE RECALQUE</b>		<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>

**Quadro 4 – Patologias encontradas devido ao aterro de terra**

**Fonte : Autoria própria**

Observamos que os casos estudados poderiam ser amenizados se fossem executados conforme é recomendados, contento no mínimo espaço para junta de

movimentação entre os muros e uma impermeabilização correta. Sabe-se que esses problemas ocorreram por uma sequência de erros que vem desde o projeto, falta de fiscalização de obra, falta de preparo do executor e materiais utilizados não apropriados, o que gera um grande transtorno tanto para o engenheiro responsável pela obra, mas principalmente pelo dono da residência já existente que sofre grandes danos na sua casa, podendo colocar em risco a vida dos moradores da mesma.

## 6.2 OBRAS DANIFICADAS DEVIDO AÇÃO DA ÁGUA PLUVIAL

### **OBRA 6**

A fotografia 43 refere-se ao local que estava sofrendo recalque por acúmulo da água das calhas que estavam sendo depositadas na região circulada.



**Fotografia 43 - Vista da parte da obra danificada**

A fotografia 44 apresenta a parte da calçada construída em volta da casa após a recuperação da estrutura, que foi tomada como auxílio na recuperação e prevenção de futuros problemas.



**Fotografia 44 – Vista da calçada realizada para auxílio na solução do problema**

As fotografias 45 e 46 apresentam a parte da estrutura já recuperada que havia se separado da estrutura existente.



**Fotografia 45 – Parte da estrutura que se separou**



**Fotografia 46 – Vista da divisa da antiga área existente com a construção nova que teve uma mov. Horizontal em 2 cm.**

**Alternativas tomadas para solução:**

- 1) Nova destinação das águas pluviais passando pelo terreno do vizinho, conforme mostrado na figura 09.
- 2) Construção de 3 estacas em cada canto afetado, para reforço da fundação
- 3) Construção de calçada envolta do quarto afetado.
- 4) Reparar as paredes afetadas.

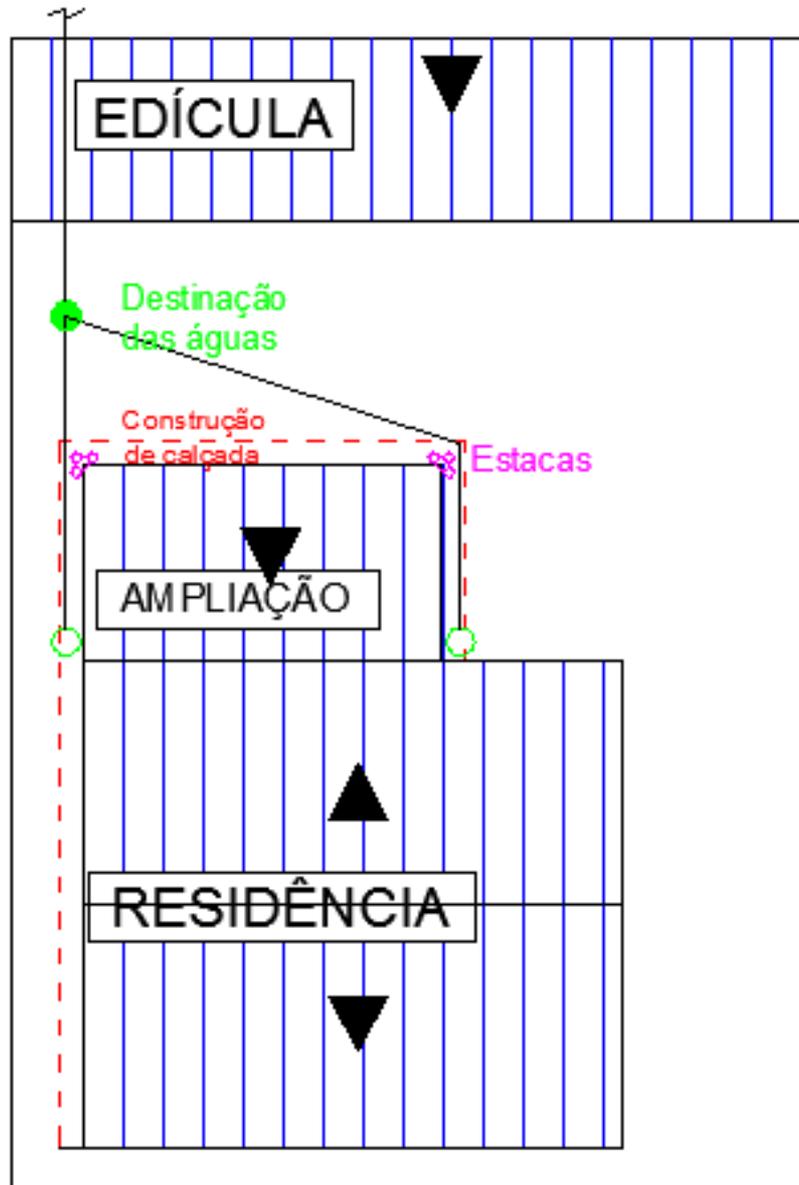


Figura 09 – Reparções realizadas na residência  
Fonte: Autoria própria

### OBRA 7:

A fotografia 47 relata o quintal do lote 1, que é o responsável pelos danos causados no lote vizinho. Observamos a fossa encontrada nesse local, ao qual é responsável pela captação de toda água desse lote.



Fotografia 47 – quintal do lote 1

Na fotografia 48, nota-se o escoamento da água pluvial a céu aberto, sem a presença de tubulação para a realização da mesma o que eu em períodos chuvosos aumenta esse fluxo de água e sature a fossa.



Fotografia 48 – Vista de escoamento de água

A fotografia 49, refere-se as trincas e fissuras localizado na parede de divisa da residência afetada. O sentido das fissuras indica que houve recalque na fundação.



**Fotografia 49 – Trincas e fissuras na parede de divisa**

A fotografia 50, indica o desnível do piso em aproximadamente 1 cm. Isso ocorre devido à movimentação.



**Fotografia 50 – Piso desnivelado em 1cm após o recalque**

Na fotografia 50, observa-se as rachaduras ao longo da parede. Essas com formato da existência de recalque no pilar localizado a direita da foto.



**Fotografia 51 – Rachaduras ao longo da parede**

**Alternativas de solução:**

- 1) Abrir passagem para dois canos (esgoto e água da chuva);
- 2) Fazer impermeabilização entre os muros;
- 3) Fazer reforço da fundação;
- 4) Reparar as fissuras nas paredes;
- 5) Reparos no piso e contrapiso.

### 6.2.1 ANÁLISE DOS RESULTADOS DE PATOLOGIAS POR AÇÃO DAS ÁGUAS PLUVIAIS

As patologias geradas por ação das águas pluviais tem uma variação de possibilidades para afetar uma construção. Porém observa-se que os sinais são parecidos, pois quando se tratando de água o que sabemos é que independente de como ela afete a construção, sua infiltração sempre ocasionará o enfraquecimento da parte atingida. Relatam-se na tabela a seguir as patologias encontradas nas duas obras estudadas:

<b><u>PATOLOGIAS IDENTIFICADAS</u></b>	<b>OBRA 6</b>	<b>OBRA 7</b>
<b>SINAIS DE RECALQUE</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
<b>DESLOCAMENTO DA ESTRUTURA</b>	<b>X</b>	
<b>FISSURAS/ RACHADURAS/ TRINCAS NAS PAREDES</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
<b>DESMORONAMENTO DE PARTE DO MURO DE DIVISA</b>		<b>X</b>

**Quadro 5 – Patologias encontradas devido à ação da água pluvial**

**Fonte : Autoria própria**

O que se observa é que mais uma vez o erro pode estar contido na fase de projeto de uma construção, ou simples desconhecimento do proprietário ao querer fazer reformas ou ampliações na casa sem o conhecimento de alguém da área para dar as instruções ou atenção devida a situação. Sabemos que as destinações das águas pluviais merecem grande destaque na hora de construir, pois os danos

gerados por ela em uma construção são enormes, e algumas vezes de difícil solução. Por isso é recomendado que no projeto conste os detalhes do destino das águas pluviais, e no serviço de cobertura, na colocação das calhas, já devem deixar as colunas de água ligadas para o meio fio ou para as galerias de águas pluviais.

As manifestações patológicas tanto de aterros e águas pluviais são idênticas as do tipo de recalque de fundação, com o agravante de formação de fissuras e trincas no piso e contrapiso paralelo ao muro de arrimo.

## 8 CONCLUSÃO

O estudo realizado apresentou as patologias encontradas nos casos analisados, em que se relataram os danos e prejuízos que esses ocasionam. Conhecer as características da estrutura de concreto, o seu comportamento e como elas funcionam são fatores essenciais no auxílio da descoberta dos fatores que ocasionaram as patologias, fazendo com que minimizem os impactos e diminuam os prejuízos causados.

Notam-se através desse, a importância que deve ser dada as edificações vizinhas, em que o responsável da obra em fundações tem o dever e a preocupação de monitorá-las. O que se encontra nesses casos é responsável pela obra, que desconhecem ou não monitoram as obras vizinhas já executadas e também a falha na tomada de precauções no momento da execução das movimentações de terras e nos serviços de muro de arrimo.

Em ambos os casos estudados encontrou-se patologias geradas por um mesmo problema, que são as fissuras devido ao recalque de fundação. Essa ocorre uma vez que parte da estrutura de fundação é atingida. Nos casos em que foram relatados esses problemas observou-se que esses se deram por infiltração de água na área da fundação e pela movimentação de terra ocasionada pelo terreno vizinho. Encontraram-se também as patologias no contrapiso, representadas através de fissuras, que apresentam por tração para o lado do aterro com desníveis que variam de 1 a 2 centímetros.

As propostas detalhadas para resolver os casos estudados cabem talvez em próxima etapa, porém pode-se dizer que para minimizar os problemas patológicos originados por aterros são necessários prever uma junta de movimentação de pelo menos 5 cm, impermeabilização do muro da divisa e delimitar o tráfego dos caminhões caçamba de pelo menos 3m perto do muro, pois esse tende a fazer o muro se movimentar. Já nas construções novas é recomendado escoar as águas pluviais para fora da construção, como para galerias de águas pluviais e calçadas.

Um das recomendações dadas é a vistoria na edificação já existente ao lado, antes e durante de se começar a construir. Assim, pode-se relatar a existência de alguma patologia antes da execução da nova obra, como uma maneira de

prevenção a sua construção para saber se as patologias foram ou não causadas pela construção vizinha.

Conclui-se que o conhecimento adequado dos profissionais da engenharia é fator divisor entre a compreensão de técnicas de reparação eficientes e na produção de estruturas que não apresentem patologias. Afinal é melhor que se tenha uma solução preventiva ao invés de corretiva para essas edificações.

## 9 REFERÊNCIAS

- CÁNOVAS, M.F. **Patologia e terapia do concreto armado**. São Paulo: PINI, 1998.
- CARMINATTI, Riberto J.; FERNANDES, Fabrício. **Análise da patologia da igreja de São José de Taiaçu**. 2007. 31 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso de Engenharia Civil. Faculdades unificadas da Fundação Educacional de Barretos, Barretos, 2007
- CARMO, P. I. O. **Gerenciamento de edificações: proposta de metodologia para o estabelecimento de um sistema de manutenção de estruturas de concreto armado**. 2000. 271f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Maria, 2000.
- CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL, 1.; ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 10., 2004, São Paulo. **Avaliação durante operação dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários de edifícios escolares**. São Paulo, 2004.
- CONSOLI, Nilo F.; MILITITSKY, Jarbas; SCHANAID, Fernando. **Patologia das fundações**. São Paulo: Oficina de textos, 2005.
- COSTA, Adalberto A. **Patologia nas edificações do par, construídas com alvenaria estrutural na região metropolitana de belo horizonte**. 2010. 241 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.
- DABUS ARQUITETURA. **Ambientes que devem ser impermeabilizados**. Disponível em : <http://www.dabus.com.br/dicas/8>. Acesso em: 15/03/2013.
- DARDENGO, Cássia F. R. **Identificação de patologias e proposição de diretrizes de manutenção preventiva em edifícios residenciais multifamiliares da cidade de Viçosa – MG**. 2010. 164 f. Dissertação (Pós graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2010.

Entenda como aconteceu o desabamento nas obras do metrô em SP. Folha de S. Paulo, São Paulo, 14 jan. 2007. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/folha/cotidiano/ult95u130487.shtml>>. Acesso em 14 abril 2013.

HELENE, Paulo Roberto do Lago; FIGUEREDO, Enio Pazini. **Manual de recuperação de estruturas de concreto**. Red Rehabilitar cyted XV. 2001. P. 19.

KLEIN, D. L. Apostila do Curso de Patologia das Construções. In: Congresso Brasileiro de Engenharia de Avaliações e perícias, 10<sup>o</sup>. 199. **Anais...** Porto Alegre, 1999.

LICHTENSTEIN, Norberto B. Procedimento para diagnóstico e recuperação. **Patologia das construções**. São Paulo, v. 6, Departamento de Engenharia de construção Civil da Escola Politécnica – Universidade Estadual de São Paulo, p 07-30, 1989.

LIMA, Jorge L. A. **Processo integrado de projeto, aquisição e execução de sistemas de impermeabilização em edifícios residenciais: diagnósticos e proposição de melhorias de gestão**. 2012. 128 f. Dissertação (Mestrado em Gestão e Tecnologia Industrial) – Faculdade de Tecnologia SENAI CIMATEC, Salvador, 2012.

LOBO, Ademar S.; RENOFIO, Adilson; FERREIRA, Claudio V. **Muros de Arrimo: Problemas Executivos e Influência em Edificações Vizinhas em Áreas Urbanas**. Disponível em: [www.ibape.org.br/downloads/XI-cobreap/Trab02.PDF](http://www.ibape.org.br/downloads/XI-cobreap/Trab02.PDF). Acesso em: 09/03/2013.

LUZ, Daiane P. da. **Proposta de solução para um caso de ruína de um muro de arrimo na cidade de campo mourão**. 2010. 57 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2010.

MACIEL, Marcondes. Prédios ameaçados pelos desabamentos de terras na Avenida Amazonas. O jornal da Ilha, Parintins, 10 abril, 2013. Disponível em: <<http://www.ojornaldailha.com/?secao=leitura&parintins=6945>> Acesso em 15 abril 2013.

MEDEIROS, Valter Q. de. **Análise e mapeamento das manifestações patológicas vistoriadas pela seguradora em imóveis financiados pela Caixa Econômica Federal no Rio Grande do sul em 1999 e 2000**. 2004. 167 f. Trabalho de Conclusão (Mestrado Profissionalizante em Engenharia) – Escola de engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

MOURÃO, Dalila K. **Injeção de resinas em estruturas de concreto armado**. 2010. 42f. Monografia (Especialização em Construção Civil) – Universidade federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

MOLITERNO, Antonio. **Caderno de Muros de Arrimo**. 2ª ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1980.

NBR 6122. **Projeto e execução de fundações**, 2010.

PELACANI, Valmir Luiz. **Responsabilidade na construção civil**. Curitiba, n. 7, p. 13-50, 2010.

RIPPER, E. **Como evitar erros na construção**. 3. Ed. São Paulo: Pini, 1996.

SIKA Portugal – “Catálogo de fichas de produtos – Prontuário”. Edição nº 7. 2007

SOUZA, Vicente C. M.; RIPPER, Thomaz. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto**. São Paulo. Ed. Pini, 1998.

SOUZA, Marcos F. **Patologias ocasionadas pela umidade nas edificações**. 2008. 63 f. Monografia (Especialização em Construção Civil) – Escola de engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

THOMAZ, Ercio. **Trincas em edifícios – causas, prevenção e recuperação**. São Paulo. Ed. Pini, USP – Universidade de São Paulo/IPT – Institutos de pesquisas Tecnológicas, 1989.

VERÇOZA, E. J. **Patologia da umidade**. In: Simpósio sobre patologia das edificações – Prevenção e recuperação. Porto Alegre, 1989

VERÇOZA, E. J. **Patologia das edificações**. Porto Alegre, editora Sagra, 1991.

VITÓRIO, Afonso. **Fundamentos da patologia das estruturas nas perícias de engenharia.** Recife, 2003.