

# MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS: ESTUDO DE CASO EM UMA UNIDADE BÁSICA DE SAÚDE

Ariely Alves da Silva<sup>1</sup>

Gustavo Gomes Lima e Souza<sup>2</sup>

Anderson da Conceição Santos Sobral<sup>3</sup>

Engenharia Civil



ISSN IMPRESSO 1980-1777  
ISSN ELETRÔNICO 2316-3135

## RESUMO

O estudo relacionado a fundações vem sendo aperfeiçoado há muito tempo pelos engenheiros de estruturas, tal fato se deve, por ser uma parte de extrema importância nas construções em geral, isso porque a fundação inadequada pode ser a causa de futuros recalques diferenciais e/ou manifestações patológicas. A grande dificuldade existente no dimensionamento do alicerce é a falta do estudo de solos antecedentes a obra, que implica em projetos equivocados, mas com a chegada de novos métodos e com o desenvolvimento de diversos programas computacionais, hoje é possível realizar análises mais realistas que levam em consideração a deformabilidade do solo adjacente às fundações, aprimorando os estudos na área. O trabalho tem por objetivo analisar uma Unidade de Saúde e compreender os fatores que estão ocasionando o recalque diferencial e conseqüentemente as anomalias existentes e, por meio do estudo, propor soluções ao problema. O estudo de caso em conjunto com a revisão bibliográfica, foi feito por meio de uma perícia técnica e ensaios de solos que geraram pontuações para os eventos encontrados: sua possível causa, gravidade, urgência e tendência das patologias; Finalmente, a investigação demonstra a importância do conhecimento das causas e tendências dos danos para um posicionamento correto, evitando futuros acidentes e evidenciando a relevância dos estudos que antecedem a qualquer obra.

## PALAVRAS-CHAVE

Estudo. Solo. Fundação. Recalque.

## ABSTRACT

Foundation-related study has long been getting better by structural engineers, This is due to the fact that it is an extremely important part of constructions in general, because the inadequate foundation may be the cause of future differential drawdown and / or pathological manifestations. The major difficulty in the dimensioning design of the foundation is the lack of study of soil prior to the constructions, which implies wrong designs, but with the arrival of new methods and with the development of several computer programs, foundation today is possible to perform more realistic analyzes that take into account the deformability of the soil adjacent to the foundations, improving studies in the area. This paper aims to analyze a Health Unit and to understand the factors that are causing the differential drawdown and consequently the existing anomalies, and through the study, propose solutions to the problem. The case study, together with the literature review, was performed with a technical knowledge and soil tests that generated pontuations for the events found: their possible cause, severity, urgency and tendency of the pathologies. Finally, the research demonstrates the importance of knowlegend the causes and trends of damage for a correct positioning avoiding future accidents and highlighting the relevance of studies that precede any construction.

## KEYWORDS

Study. Ground. Foundation. Repression.

## 1 INTRODUÇÃO

A engenharia no novo milênio tornou-se multidisciplinar, além das intervenções construtivas, já estarem totalmente conectadas com o meio ambiente, prezando a qualidade de vida do cidadão, desenvolvendo novas tendências e tecnologias.

Os profissionais da construção civil também começaram a sentir a necessidade de padronizar os processos e aplicar os conceitos de qualidade para dentro das obras civis. Na atualidade, existe o lado da ampla concorrência no mercado de trabalho e a mudança de comportamento do consumidor, que agora possui um maior nível de exigência em relação à qualidade do produto e do serviço, já que a falha construtiva significa maiores gasto na pós ocupação.

Ainda existe muito conhecimento a ser aprofundado nas áreas da Engenharia Civil, desta forma foi necessário adentrar em assuntos de extrema importância para estruturação e cultivo dessa ciência. Um exemplo é o estudo sobre patologias, que apesar de terem sido realizadas diversas pesquisas, permanece sendo um campo com inúmeras vertentes a serem inspecionadas.

A complexidade do diagnóstico ocorre devido às tarefas que devem ser executadas de forma periódica, além de não existir um único método específico a anomalia

lia também pode possuir diversos procedentes. Mesmo com as variantes existentes, reconhecer a manifestação e a recuperação posterior a sua análise são de extrema importância e está diretamente ligada a efetividade da construção existente.

Podemos considerar que o estudo sobre patologias também é uma ciência, pois a partir dessa prática podemos identificar sua natureza, comportamento e os mecanismos dos fenômenos envolvidos. A manifestação patológica tem se tornado cada vez mais presente nas indagações dos profissionais e suas causas, sintomas e formas possuem diversas ramificações, desta forma dificultando a sua identificação e consequentemente a sua solução.

Além disso, é importante destacar que a manifestação pode comprometer o desempenho da estrutura e prejudicar a estabilidade do imóvel, como também a desvalorização no quesito estética, em suas condições de serviço e na durabilidade tanto dos materiais, como também da habitação no geral. E, com todo avanço tecnológico ainda se possui um expressivo número de edificações, inclusive recentes, apresentando ocorrências sobre essas deformidades civis.

Muitos estudos constataram que existe uma grande porcentagem dessa disfunção que são causadas por falhas construtivas, ou seja, como precedente pode possuir a falta de qualidade da mão de obra, erros de profissionais que elaboraram o projeto ou responsáveis de execução do projeto. Logo o planejamento, a organização e a execução dos processos construtivos podem evitar a repetição de um ciclo vicioso de erros e gastos desnecessários para o profissional e consumidor final.

Diante desse contexto, o trabalho teve como objetivo identificar e analisar manifestações patológicas encontradas em uma Unidade Básica de Saúde localizada no município de Aracaju. Além disso buscou-se vistoriar de forma técnica in loco, coletar dados específicos e registros fotográficos das manifestações patológicas recorrentes no local designado. Identificar e correlacionar os tipos patológicos, manifestando argumentos sobre devidas causas, possíveis consequências e gravidade delas. Por fim, propor um método adequado e eficaz para solucionar as manifestações patológicas individualmente e como um todo, a fim de restaurar a unidade pública analisada.

## **2 METODOLOGIA**

O trabalho consistiu na análise da Unidade Básica de Saúde Humberto Mourão, localizada no Município de Aracaju. O estudo de caso forneceu a partir de uma anamnese um grande acervo de conhecimentos sobre o local, que em conjunto com os referenciais teóricos tornou possível alcançar resultados categóricos.

### **2.1 ÁREA DE ESTUDO**

No ano de 2005, o instituto Marcelo Deda em conjunto com a Secretaria Municipal da Saúde (SMS), inaugurou a Unidade de Saúde Humberto Mourão. Esta por sua vez fica localizada no bairro São Conrado na área da bacia do Rio Poxim, próximo à

Avenida Prefeito Heráclito Guimarães Rollemberg. A Unidade conta com 16 salas para atendimento ao cidadão, área construída de 685,73 m<sup>2</sup>, o que pode ser visto na Figura 1.

**Figura 1** – A) vista aérea B) Vista frontal



Fonte: Adaptada do Google Maps (2019)

## 2.2 VISTORIA DA ÁREA DE ESTUDO

Para Verly (2015), o começo de um estudo de caso deve conter uma visita *in loco*, tal procedimento representa a fase de menor custo e gera uma grande quantidade de informações para a pesquisa. Para o autor, normalmente as anomalias manifestam-se na parte externa, o que permite por meio de uma inspeção a sua caracterização e identificação.

Neste trabalho foram adotados os conhecimentos teóricos e práticos adquirido em conjunto com a metodologia Gravidade, Urgência e Tendência (GUT). Além da utilização de instrumentos como o fissurômetro, trena e máquina fotográfica para realizar o registro do que foi encontrado, para a obtenção dos resultados da classificação das manifestações patológicas.

### 2.2.1 Metodologia Gravidade, Urgência e Tendência (GUT)

A metodologia GUT foi desenvolvida por Kepner e Tregoe (1980), foi criada para atender a necessidade de resolução dos problemas complexos nas indústrias americanas e japonesas.

Segundo Brito (2017), esse método complementa outras ferramentas e ordena a importância das ações a serem tomadas, utilizando os dados coletados do fenômeno estudado. Um método de montagem simples e variado e tem um resultado satisfatório quando realizado por grupos de especialistas. Sendo pautado na gravidade, ou seja, intensidade dos prejuízos causados pelo problema, urgência, tempo até a ocorrência de maiores danos e tendência, relacionada ao futuro da localidade sem um ajuste, os critérios de pontuação são encontrados no Quadro 1.

Quadro 1 – Método de análise do GUT

Nota	Gravidade	Urgência	Tendência
5	Extremamente grave	Precisa de ação imediata	Irá piorar rapidamente

<b>Nota</b>	<b>Gravidade</b>	<b>Urgência</b>	<b>Tendência</b>
4	Muito grave	É urgente	Irá piorar em pouco tempo
3	Grave	O mais rápido possível	Irá piorar
2	Pouco grave	Pouco urgente	Irá piorar a longo prazo
1	Sem gravidade	Pode esperar	Não irá mudar

Fonte: Adaptada de Periard (2011).

Ela foi utilizada em conjunto com os tipos patológicos voltados no planejamento para resolução das intercorrências, executando uma matriz GUT por meio da multiplicação dos campos de análise.

### 2.3 IDENTIFICAÇÕES DO TIPO DE SOLO

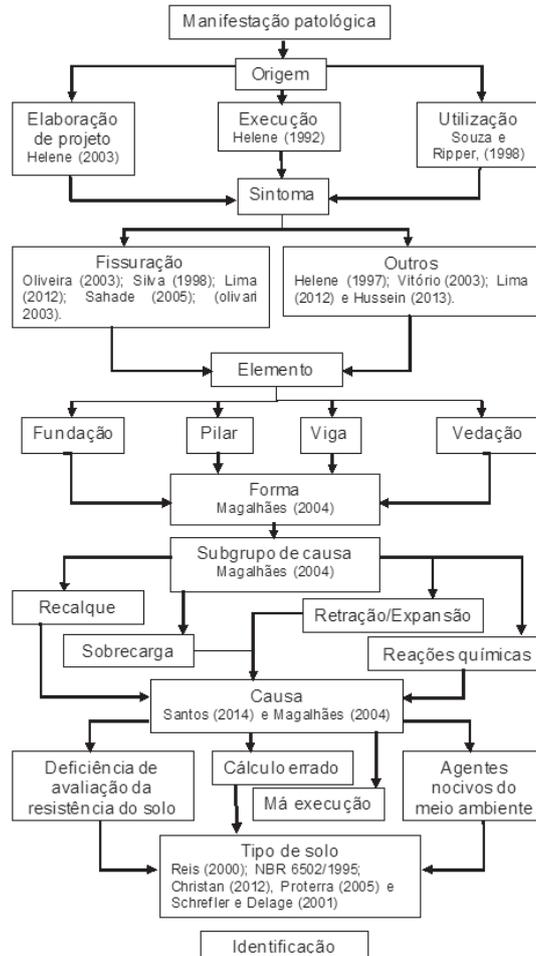
Para identificação do tipo de solo, foram utilizados três métodos, seguindo as normas vigentes, que são: NBR 7181: SOLO – Análise granulométrica (ABNT, 2016), NBR 5734: Peneiras para ensaio – Especificação (ABNT, 1989), NBR 6457: Preparação de amostras de solo para ensaio normal de compactação e ensaios de caracterização – Método de ensaio (ABNT, 2016). Já para o ensaio as normas: NBR 6459: Solo – Determinação do limite de liquidez (ABNT, 2017) e a NBR 7180: Solo – Determinação do limite de plasticidade (ABNT, 1984).

No ensaio de SPT, as normas foram: NBR 6484: Solo – Sondagens de simples reconhecimento com SPT – Método de ensaio (ABNT, 2001), NBR 6502: Rochas e solos – Terminologia (ABNT, 1995) e a NBR 7181: Solo – Análise granulométrica – Método de ensaio (ABNT, 1984). Além destas utilizadas: NBR 8036: Programação de sondagens de simples reconhecimento dos solos para fundações de edifícios – Procedimento (ABNT, 1983), NBR 13441: Rochas e solos – Simbologia (ABNT, 1995) e para complementar foram comparados os resultados com o estudo Peixoto (2001).

### 2.4 IDENTIFICAÇÕES DE MANIFESTAÇÃO PATOLÓGICA

Após a fase de vistoria, para realização da anamnese, deu-se início a etapa de identificação das manifestações patológicas, adotando os conceitos dos autores presentes no Fluxograma 1. De modo que foi comparada a aparição da manifestação em seu respectivo elemento e a forma que esta apresentou com as aparições recorrentes e já estudadas pelos autores utilizados.

Fluxograma 1 – Identificação das manifestações patológicas



Fonte: Autores.

## 2.4 APLICAÇÕES DO FUNDAMENTO TEÓRICO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

Com a utilização do método original de Kepner e Tregoe (1980) foi possível elaborar um padrão e normatizar uma pontuação, observando à problemática como um todo e juntando os itens utilizados para a identificação. Além de verificar quais fornecem um grande risco, os que possuem a probabilidade de se tornarem um problema maior e os que precisam de ação imediata.

A classificação de risco do solo levou em consideração a interpretação dos resultados dos ensaios praticados em conjunto com as irregularidades existentes. Para qualificação das manifestações patológicas com o método GUT, foi necessário determinar uma área de estudo na edificação e foi verificado se o local selecionado sofreu com diferentes agentes internos ou externos.

Para que os resultados não fossem tendenciosos, as manifestações foram avaliadas e identificadas individualmente, as informações obtidas foram armazenadas em um banco de dados. Com este pronto, foram analisadas e estabelecidas notas para cada manifestação encontrada, seguindo as orientações demonstradas no Quadro 2.

Quadro 2 – Composição de notas para os tipos patológicos

<b>Itens</b>	<b>G.U.T.</b>
Sintoma fissuração	Quanto maior a abertura, maior foi à nota. Quando a aparição tiver a forma geométrica o aumento foi alto, do mesmo modo quando a mesma foi ativa, já com a forma mapeada foi levemente aumentado, do mesmo modo quando se apresentar passiva.
Outros sintomas	São as manchas de umidade, bolor e/ou outros microrganismos, eflorescências e a desagregação apresentam uma nota mediana.
Elemento	Quanto maior a importância do elemento para estrutura da unidade, maior foi à nota, seguindo a ordem: fundação, pilar, viga e vedação.
Forma/ Subgrupo de causa	Os itens serviram para identificação das manifestações, este em conjunto com os demais itens apresenta sua determinada nota.
Causa	Com as classificações dos subgrupos foram possíveis as obtenções das causas, com estas em conjunto do grau de desproporção apresentado na unidade puderam ser estipuladas as suas notas, no geral os seus aumentos tendem a ser grandes.
Tipo de solo	Para uma classificação mais precisa da manifestação e o risco que a mesma leva a estrutura e assim aumentando ou diminuindo a nota.

Fonte: Autores.

## 2.5 MÉTODOS PARA SOLUCIONAR AS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

Foram empregados três métodos para solucionar as manifestações baseados no estudo de ARANHA (1994), descrito no Quadro 3. Além dos estudos de Caputo (2012) e Andrade (1997).

Quadro 3 – Métodos de reparos

<b>Método</b>	<b>Estratégia</b>	<b>Material usado</b>
Sistema de reparo	É empregada quando não há a necessidade de incorporar um novo elemento e/ou incrementar seções de aço e/ou concreto da estrutura existente, tendo como finalidade básica a recomposição da seção estrutural do elemento afetado.	Argamassas, resinas epóxi, grautes e concreto.

<b>Método</b>	<b>Estratégia</b>	<b>Material usado</b>
Esforço estrutural	Seu emprego é necessário no momento em que é preciso aumentar a capacidade de resistência de um elemento. É também utilizado quando se deseja repor as condições de estabilidade da estrutura, que pode ter sido perdida devido as ações de cargas excessivas e/ou quando a deterioração do elemento chega a níveis críticos, comprometendo a segurança estrutural.	Chapas coladas, perfis metálicos, concreto armado convencional, concreto projetado e grautes.
Reforços das fundações	Incorporação de novos elementos ou da redução de taxas de solitação junto ao subsolo por meio do aumento das seções dos elementos estruturais	Concreto simples, concreto armado ou concreto ciclópico

Fonte: Adaptado de Aranha (1994).

Após o estudo de intervenções recomendadas, foram verificados três parâmetros para concretizar a sua viabilidade, de acordo com a metodologia de Lapa (2008), descrita no Quadro 4.

Quadro 4 – Parâmetros de viabilidade

Grau de incerteza sobre os efeitos	Relacionado com a incerteza do diagnóstico realizado.
Relação custo/benefício	Relação dos benefícios que podem ser adquiridos após a recuperação, com o seu custo.
Disponibilidade de tecnologia para execução dos serviços	Verificação da existência de tecnológicas para a execução da intervenção.

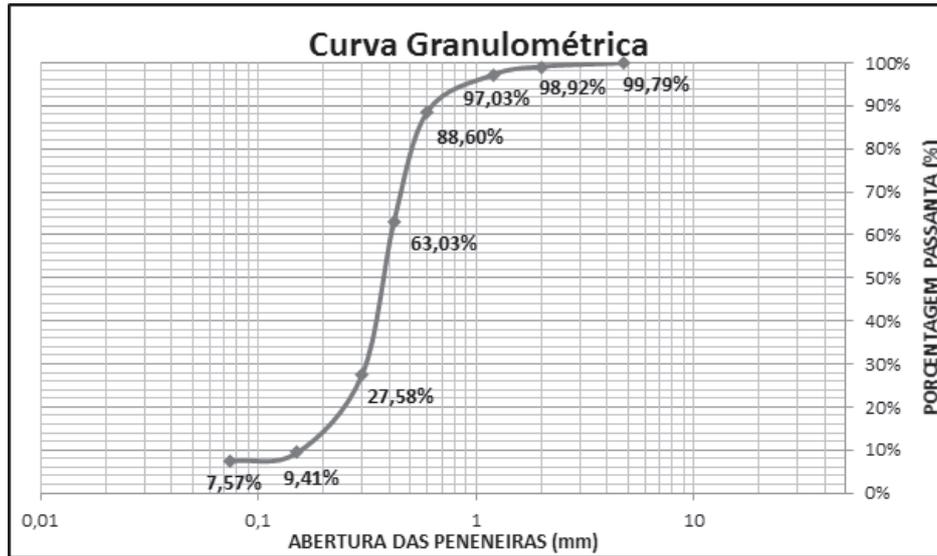
Fonte: Adaptado de Lapa (2008).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

#### 3.1 ENSAIO GRANULOMÉTRICO

O ensaio granulométrico foi realizado com 724,55g de amostra total úmida, sendo os resultados: a areia média e fina predominou com 79,19% do solo recolhido para o procedimento, em seguida a areia grossa com 10,32%, silte e argila com 9,41% e pedregulho com 1,08%. Analisando as porcentagens, foi possível determinar o solo como areia fina pouco siltosa com a presença de matéria orgânica, isso porque, a maior parte do solo identificado foi arenosa com uma grande quantidade de resíduos orgânicos no solo.

Figura 2 – Curva granulométrica



Fonte: Autores.

Segundo Christan (2012), os solos arenosos granulares são ricos em areia, que se apresentam na forma de grãos relativamente grandes, por este motivo, as partículas não conseguem reter a água por muito tempo no solo, pois ela se infiltra rapidamente pelos espaços existentes e se acumula nas camadas mais profundas. Além disso, no ensaio realizado foi observada a presença de matéria orgânica e um estudo realizado pelo PROTERRA (2005), ressalta que os solos apropriados para construções em geral, normalmente estão localizados no subsolo.

Não obstante, o local onde os solos apropriados são encontrados, é chamado de horizonte B e são livres de matéria orgânica, ou seja, o material só pode ser confiável a uma obra após eliminar pedras, raízes e todo material orgânico presente. Vale ressaltar que também é possível encontrar solos adequados em zonas semiáridas e áridas, sendo as propriedades mais importantes dos solos para construção: composição granulométrica, plasticidade e retração.

Outras características indispensáveis que devem ser examinadas durante a execução da obra são: o controle de umidade e o grau de compactação; visto que estas também interferem em empreendimentos da construção civil.

### 3.2 LIMITE DE PLASTICIDADE E LIQUIDEZ

Na execução do ensaio, seguindo as normas em vigor, foi possível classificar o solo estudado como Não Plástico (NP), dado a execução de diversas tentativas para comprovação do resultado. Essa classificação implica na impossibilidade do solo em ser moldado por pressão externa sem alteração do seu volume (BARNES; TIBANA, 2017).

**Figura 3** – Solo coletado no terreno da Unidade de Saúde

Fonte: Autores.

### 3.3 SONDAGEM SPT

Foi realizado um ensaio de Sondagem de Simples Reconhecimento (SPT), antecedendo a obra do Spazio Alamedas dos Ipês, na Avenida Quirino - Bairro Inácio Barbosa. O condomínio está localizado próximo da Unidade Básica de Saúde Humberto Mourão, local onde foi desempenhado o estudo de caso.

Para o ensaio no local foram efetuados três furos com os seguintes resultados: o primeiro foi realizado na data 27 de novembro de 2014 e teve sua conclusão no dia 2 de dezembro de 2014, o solo identificado era predominantemente não coesivo. O nível de água encontrado foi na cota de -2,81 metros e a cota impenetrável a percussão era de -27,54m ou profundidade de 31,20m.

O segundo ensaio, ocorreu no dia 28 de novembro de 2014 e sua finalização no dia 3 de dezembro de 2014, o solo identificado também era predominantemente não coesivo, o seu nível de água estava na cota de -1,45 metros, sendo a cota impenetrável à percussão de -24,36m ou profundidade de 27,66m. Por fim o terceiro teve início dia 28 de novembro de 2014 e acabou na data 4 de dezembro de 2014, este permaneceu com a característica predominantemente não coesiva e o nível de água estava na cota de -1,79 metros, com a cota impenetrável à percussão de -29,43m ou profundidade de 32,16m.

Apesar do ensaio não ter sido realizado esse ano, a partir dos resultados foi possível verificar que sua resistência é insatisfatória para uma fundação superficial, pois em todos os furos realizados, as profundidades iniciais do solo apresentaram um número de golpes necessário abaixo de 10 (dez). Além disso, o lençol freático encontrado foi praticamente na superfície nos três furos executados. É importante destacar que apesar do terreno não ser da propriedade da prefeitura, sua distância é próxima à unidade de saúde e ao rio Poxim, além disso, teve características semelhantes ao solo da UBS avaliado em laboratório, sendo o posto médico situado na margem do rio.

Atualmente, fundações inadequadas ou mal executadas têm sido grandes causadoras no surgimento de anomalias patológicas e a principal causa advém de falta de estudo do solo ou estudo inadequado (PEIXOTO, 2001). A fundação, sendo um elemento estrutural, deve possuir uma resistência adequada, transferir e distribuir de forma segura as ações da superestrutura (laje, pilar e viga) ao solo.

Caso a estrutura, não esteja de acordo com a NBR 6122:1996, ela pode ocasionar a ruptura do solo, quando este sofre esforços superiores à sua resistência, o qual é totalmente maléfico ao sistema estrutural (SOUZA; MURTA 2012). No entanto, após a análise do ensaio de Sondagem de Simples Reconhecimento, adquirido com a construtora MRV, foi solicitado à Secretaria Municipal da Saúde os projetos da Unidade Básica, entretanto não há registro da planta estrutural ou de estudos de solo no local.

No órgão público foram obtidas as seguintes informações: O edifício é antigo e anteriormente se caracterizava como residência unifamiliar, além disso, o imóvel havia sido cedido pelo proprietário para prefeitura com a finalidade de exercer a função de um posto de saúde.

### 3.4 Visita “in loco”

Ao levar em consideração a possibilidade de acontecer qualquer acidente por desprendimento do material ou colapso da construção, foram analisadas na data 1 de julho de 2019 as patologias encontradas na área de estudo. Vale ressaltar que a origem das manifestações patológicas podem ser diversas, pois não houve projetos antecedendo a construção, além de terem sido executados reformas e paliativos que não levaram em consideração o dimensionamento de estrutura e fundação existente.

### 3.5 IDENTIFICAÇÃO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

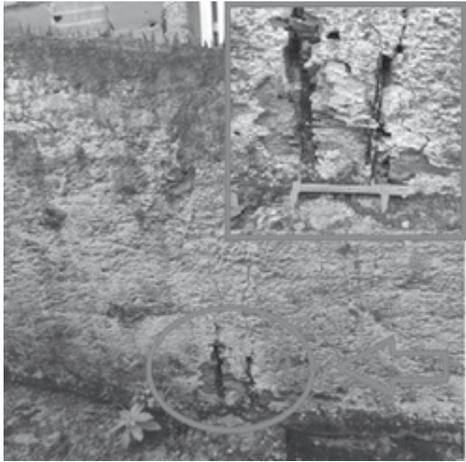
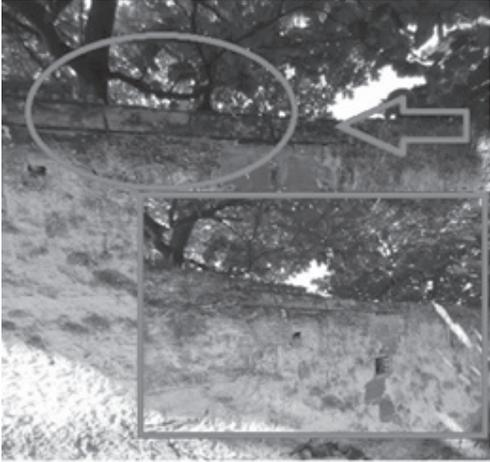
Durante a realização de vistoria técnica foi possível observar as seguintes manifestações patológicas, conforme pode ser visto na Quadro 5.

Quadro 5 – Identificação das manifestações patológicas

Manifestações Patológicas	Identificação	Possíveis causas	Elementos afetados
	Brecha geométrica Abertura: 11cm	Recalque de fundação	Reboco em elemento estrutural de fundação

Figura 4 - Fundação da Quadra de Futebol

Manifestações Patológicas	Identificação	Possíveis causas	Elementos afetados
 <p data-bbox="331 697 746 758">Figura 5 - Estrutura de contenção da Quadra de Futebol</p>	<p data-bbox="874 445 1023 568">Rachadura geométrica Abertura: 1,9 cm</p>	<p data-bbox="1066 461 1187 553">Recalque de fundação</p>	<p data-bbox="1222 461 1353 553">Reboco, estrutura e fundação</p>
 <p data-bbox="331 1218 746 1279">Figura 6 - Estrutura de contenção da Quadra de Futebol</p>	<p data-bbox="874 966 1023 1089">Rachadura geométrica Abertura: 1,7 cm</p>	<p data-bbox="1066 983 1187 1075">Recalque de fundação</p>	<p data-bbox="1222 983 1353 1075">Reboco, estrutura e fundação</p>
 <p data-bbox="245 1739 831 1770">Figura 7 - Corredor lateral da Quadra de Futebol</p>	<p data-bbox="874 1473 1023 1596">Fenda geométrica Abertura: 5,2 cm</p>	<p data-bbox="1066 1490 1187 1582">Recalque de fundação</p>	<p data-bbox="1222 1520 1353 1551">Contrapiso</p>

Manifestações Patológicas	Identificação	Possíveis causas	Elementos afetados
 <p data-bbox="309 727 766 758">Figura 8 - Muro da Unidade de Saúde</p>	Desplacamento	Alteração Química	Revestimento e armadura do elemento estrutural
 <p data-bbox="309 1248 766 1279">Figura 9 - Muro da Unidade de Saúde</p>	Desplacamento	Alteração Química	Revestimento e armadura do elemento estrutural
 <p data-bbox="309 1739 766 1770">Figura 10 - Muro da Unidade de Saúde</p>	Trinca geométrica Abertura: 0,9cm	Recalque de fundação	Revestimento e Alvenaria

Manifestações Patológicas	Identificação	Possíveis causas	Elementos afetados
 <p data-bbox="304 707 774 737">Figura 11 - Muro da Unidade de Saúde</p>	<p data-bbox="863 466 1031 533">Infestação de Cupim</p>	<p data-bbox="1062 466 1190 533">Solo orgânico</p>	<p data-bbox="1238 466 1334 533">Revestimento</p>
 <p data-bbox="304 1197 774 1228">Figura 12 - Muro da Quadra de futebol</p>	<p data-bbox="863 956 1031 1024">Infestação de Cupim</p>	<p data-bbox="1062 956 1190 1024">Solo orgânico</p>	<p data-bbox="1238 956 1334 1024">Revestimento</p>
 <p data-bbox="304 1688 774 1719">Figura 13 - Muro da Quadra de futebol</p>	<p data-bbox="887 1447 1007 1514">Trinca mapeada</p>	<p data-bbox="1078 1467 1182 1498">Térmica</p>	<p data-bbox="1230 1432 1350 1524">Revestimento e Alvenaria</p>

Fonte: Autores.

### 3.5.1 Trinca

Trincas foram qualificadas por apresentarem aberturas de até 1,5 mm, conforme a NBR 9575 (ABNT,2003) e com base em Oliveira (2003), foi possível identificar a trinca geométrica da Figura 10. Esta possivelmente ocorreu por dimensionamento incorreto (fundação e/ou estrutura) em conjunto aos agentes nocivos do meio ambiente.

A partir da análise executada na visita e o estudo de Magalhães (2004), podemos observar que a forma da trinca é vertical e a manifestação está seguindo a geometria das patologias resultantes de um possível recalque que está acontecendo na área estudada. Também há presença de agentes biológicos, que podem agravar o problema existente, além disso, se deve salientar que o local se encontra na área externa da Unidade de Saúde, ou seja, está superficialmente exposta a deterioração.

### 3.5.2 Trinca Mapeada

A trinca mapeada da Figura 13 percorre o muro de toda a quadra e provêm da incidência constante de insolação, variações de temperaturas e umidade proveniente das águas do rio próximo ao local da anomalia. Estas características influenciam na ocorrência da manifestação principalmente se a argamassa presente não tenha sido dosada adequadamente, com excesso de cimento ou deficiência de cal e por fim é importante observar que próximo a anomalia há infestação de cupim envolvendo as trincas.

### 3.5.3 Rachadura

Nas Figuras 5 e 6, são apresentas rachaduras, esse tipo de patologia é caracterizada por aberturas maiores que 1,5 mm segundo a NBR 9575 (ABNT, 2003) e são identificadas como rachaduras geométricas, estas foram causadas devido ao possível recalque do solo (assentamento do terreno). Este que pelas características se assemelha com um recalque diferencial, de forma que parte da edificação cedeu mais que outra devido à diferença dos solos presentes no local, assim, provocando as rachaduras.

Isso significa que as rachaduras provêm da falta de estudo do solo, o que implica em projeto e conseqüentemente execução incorreta, a forma das rachaduras é vertical e a manifestação está no muro de contenção, onde também há presença de agentes biológicos no local (raízes de árvore e cupim), outro fator significativo é a localidade da patologia, o que é alarmante já que ambas estão posicionadas em elementos estruturais.

### 3.5.4 Fenda

Foi registrada uma fenda durante a inspeção, ver Figura 7, nessa manifestação patológica com abertura entre 5,0 e 10,0 mm, com forma geométrica, vertical, situada em um elemento estrutural, mais precisamente na fundação, está localizada em ambiente externo assim sendo exposto a suas ações. Esta é geralmente causada por tensões de tração que ocorrem quando o material é solicitado por uma carga maior que a sua resistência característica, ocasionando uma abertura.

Esta tensão de acordo com sua forma e características é provavelmente proveniente de recalque diferencial do solo e a exposição aos agentes nocivos do meio ambiente (OLIVEIRA, 2012).

### 3.5.5 Brecha

Foi registrada uma brecha que possui a abertura acima de 10,0 mm, ver Figura 4; segundo Magalhães (2004), a brecha geométrica é uma manifestação congênita e sua causa é provavelmente proveniente de um dimensionamento incorreto de fundação ou estrutura. Isso ocorre principalmente por falta de estudos locais que antecedem a construção, também é notório que a superfície está exposta aos agentes nocivos do meio ambiente já que o local está na área externa e próximo ao mangue.

Também há presença de matéria orgânica ao redor da manifestação, que está localizada em um elemento estrutural, sua angulação é de 45° e, devido as suas características, foi possível notar que a fenda, possivelmente foi causada por um recalque, fator muito preocupante, pois pode ocasionar futuros acidentes.

### 3.5.6 Cupim

Há presença de cupim nas Figuras 11 e 12, essa irregularidade provém da presença de solo orgânico e dos agentes nocivos do meio ambiente no local e está se apresentando próximo ao muro da fundação. Esta pode ser encontrada na área externa próximo ao rio, mas principalmente dentro das demais patologias, afetando diretamente na resistência do material por aumentar a velocidade da degradação.

### 3.5.7 Deslocamento

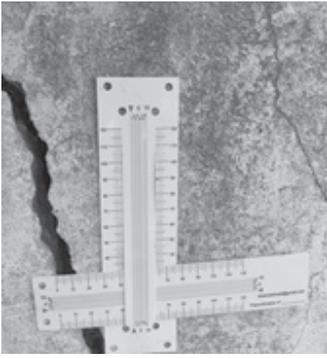
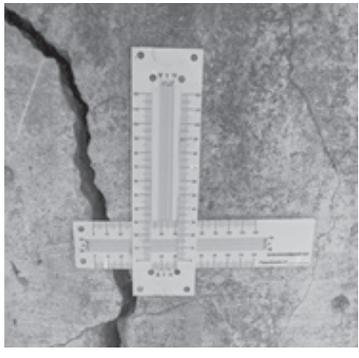
Manifestação encontrada nas Figuras 8 e 9, foram gerados por ataques químicos e ambientais a estruturas de concreto armado, o que provocam a corrosão das armaduras, a desagregação, perda da durabilidade e falha na segurança estrutural. As manifestações são adquiridas pela falta de manutenção e estão localizadas próximas às demais patologias e com características semelhantes: presença de matéria orgânica e com a exposição que agrava a sua deterioração.

### 3.5.8 Fissurômetro

Esta é uma escala feita de cartolina plástica e foi utilizada nas manifestações próximas ao possível recalque para serem classificadas como ativas ou passivas e dessa forma especificar o tratamento mais eficaz e satisfatório. Foi verificado se a anomalia analisada é viva/instável ou morta/estável sendo rotuladas como ativas, as que apresentaram variação de abertura e inativas aquelas em que tal variação não ocorreu.

A verificação foi feita por meio do fissurômetro que permaneceu na alvenaria durante 143 dias e por meio de registros fotográficos das Figuras 14, 15, 16 e 17, foi possível o estudo mais aprofundado das fissuras, identificando a sua causa e gravidade, os resultados podem ser observados na Quadro 6.

Quadro 6 – Fissurômetro

Foto 01/07/2019	Foto 20/11/2019	Atividade
 <p data-bbox="379 635 491 666">Figura 14</p>	 <p data-bbox="786 635 898 666">Figura 15</p>	<p data-bbox="1114 210 1233 241">Atividade</p> <p data-bbox="1058 251 1294 343">Abertura da trinca na data 01/07/2019: 10,0 mm</p> <p data-bbox="1058 400 1294 492">Abertura da trinca na data 20/11/2019: 10,5 mm</p> <p data-bbox="1058 588 1286 619">Atividade: 0,5 mm</p>
 <p data-bbox="379 1038 491 1069">Figura 16</p>	 <p data-bbox="786 1038 898 1069">Figura 17</p>	<p data-bbox="1058 680 1294 772">Abertura da trinca na data 01/07/2019: 13,0 mm</p> <p data-bbox="1058 829 1294 921">Abertura da trinca na data 20/11/2019: 13,5 mm</p> <p data-bbox="1058 1007 1286 1038">Atividade: 0,5 mm</p>

Fonte: Autores.

Foi detectado, nos locais onde foram aplicados os fissurômetros, que ocorreram aumentos de 0,5 mm, de modo semelhante ocorreu nos estudos de Silva (1998) e Oliveira (2003). Em ambas as fissurações encontradas na mesma região e com características semelhantes, tiveram sua definição a classificação, como: atividades ativas.

Essa classificação pode ser causada por uma sobrecarga na estrutura, uma má execução durante a construção, cálculos e projetos errados e/ou recalques do solo.

### 3.6 Quadro GUT

A partir da identificação das patologias foram feitas a classificação de notas, seguindo a metodologia do GUT e após esse procedimento foi elaborado o quadro. Para as causas e sintomas, foi pontilhado de acordo com as regras a seguir: a fissuração foi classificada conforme o tamanho da abertura de forma que quanto maior esta for, maior foi o GUT que a estrutura apresentará.

A classificação das aberturas foram: fissuras com até 0,5mm, trincas de 0,5 a 1,5mm, rachaduras de 1,5 a 5,0mm, fendas de 5,0 a 10,0mm e brechas acima de 10mm (CAMPOS; LABRE; COSTA; CARVALHO, 2018). Já sua forma, foi definida de acordo com a ABNT (NBR 13749 – 1996): Geométrica ou mapeada.

A fissura mapeada é caracterizada por se espalhar ao longo da superfície em forma de mapa e pode apresentar desagregação, mas geralmente influencia apenas nos elementos mais superficiais da edificação, portanto representa geralmente um menor risco, então menor foi o aumento do GUT com a sua aparição. Enquanto as geométricas seguem as formas da alvenaria e geralmente influenciam nos elementos mais profundos, portanto quando ela foi identificada, o GUT foi aumentado por apresentar maior risco.

Outro item que influenciou foi a atividade da manifestação, de forma que quando se apresentou ativa aumentou o valor do GUT, já quando passivas obteve uma nota menor. O sintoma foi classificado de acordo com o local da manifestação de forma que quando ocorreu em um elemento estrutural maior foi o valor GUT e quando não, menor sua pontuação (OLIVEIRA, 2003; SILVA, 1998).

Sintomas como as manchas de umidade, bolor, outros microrganismos e eflorescências tiveram um médio GUT por acelerarem os processos de deterioração da edificação, mas possuem uma solução mais simples e a curto prazo, além de não danificarem tanto a estrutura em comparação aos demais (HELENE, 1992).

As causas das manifestações influenciaram nas classificações que nortearam os demais itens, tendo, também, como análise, se o problema foi detectado nos materiais ou na própria estrutura. Ainda ligada às causas, a investigação também levou em consideração se o local estava exposto aos agentes nocivos do meio ambiente, estes receberam a pontuação de média à baixa (HELENE, 1992).

Sobre a deficiência de avaliação da resistência do solo, cálculos errados e má execução, o GUT teve uma alta pontuação por influenciarem diretamente na resistência da estrutura. E por fim, foram separados em subgrupos de acordo com suas causas: sobrecarga, mudança térmica, retração ou expansão, recalque de fundações, falha na concretagem, presença de agentes biológicos e reações químicas.

A sobrecarga aumentou o valor GUT por causar um colapso futuro na estrutura caso o problema não seja resolvido, a mudança térmica teve a pontuação baixa por geralmente estar relacionada a elementos mais superficiais da edificação. Também foram estudadas as configurações típicas das manifestações e a sua forma, ou seja, se a manifestação é horizontal, vertical, angular e próxima de determinados elementos (MAGALHÃES, 2014)

Os subgrupos de causas foram classificados de maneira que, quando relacionados ao recalque da fundação, o seu GUT foi aumentado em conjunto com o tamanho da fissuração, levando em consideração o levantamento por raízes de árvore e formigueiros por serem motivos da aparição de recalques (OLIVEIRA, 2012). Assim, também, como as falhas na concretagem, ninhos de concretagem, reações químicas, retração e expansão pois estas diminuem a resistência do concreto armado (ZUCHETTI, 2015).

E após a junção de todos resultados anteriores, baseado em fundamentos teóricos, foi preenchido o quadro interligando os itens analisados, para se obter a classificação do GUT. Logo depois, os resultados foram interpretados junto à análise de risco do solo, que levou em consideração a interpretação dos resultados dos ensaios praticados em conjunto com as irregularidades existentes.

Devido ao possível recalque presente no local, sua identificação e caracterização de comportamento foram essenciais para entender a ligação entre solo e as manifestações patológicas presentes. Vale ressaltar que são de difíceis identificações as ocorrências especiais em solo, como por exemplo: a influência da vegetação, presença de formigueiros, solos expansivos ou colapsáveis, materiais cáusticos e a presença de mata ou regiões de mineração fatores que podem gerar custos significativos de reparos (SCHREFLER; DELAGE, 2001). Os resultados podem ser observados no Quadro 7.

Quadro 7 – Classificação GUT

Fig.	Sintoma	Ativa ou Passiva	Estrutural	Gravidade	Urgência	Tendência	G.U.T.	Ordem de Manutenção
4	Brecha	Ativa	Sim	5,00	5,00	5,00	125,00	1,00
5	Rachadura	Ativa	Sim	4,00	4,00	4,00	64,00	2,00
6	Rachadura	Ativa	Sim	4,00	4,00	4,00	64,00	3,00
7	Fenda	Ativa	Não	4,00	3,00	4,00	48,00	4,00
8	Desplacamento	-	Sim	3,00	4,00	4,00	48,00	5,00
9	Desplacamento	-	Sim	3,00	3,00	4,00	36,00	6,00
10	Trinca	Ativa	Não	3,00	3,00	3,00	27,00	7,00
11	Cupim	-	Não	3,00	2,00	2,00	12,00	8,00
12	Cupim	-	Não	3,00	2,00	2,00	12,00	9,00
13	Trinca	Passiva	Não	2,00	2,00	2,00	8,00	10,00

Fonte: Autores.

### 3.7 PROPOSTAS DE UM MÉTODO PARA SOLUCIONAR AS MANIFESTAÇÕES

Foi alcançado um consenso que a solução mais eficaz partiria do congelamento do solo, sua aplicação é obtida por meio da instalação de lanças tubulares que circulem determinados fluidos a baixas temperaturas e promovem a solidificação temporária do solo no entorno delas. A técnica é constituída por três fases: a perfuração precisa e instalação de tubos metálicos criogênicos; a instalação no interior das lanças de tubos de injeção e exaustão e alimentação das lanças com o LN<sub>2</sub>.

O nitrogênio liberado na extremidade do tubo atinge a temperatura de  $-196^{\circ}\text{C}$  e os vazios totais ou parcialmente saturados de água no solo são rapidamente congelados (CAPUTO, 2012). Após o procedimento que retardaria o recalque, teria que ser realizado o reforço adequado do solo e fundação segundo Andrade (1997), isto porque não seria viável corrigir manifestações patológicas sem a solução da origem do problema.

Após o reforço, o último passo seria a correção das manifestações patológicas seguindo a ordem do quadro GUT para evitar ocorrência de acidentes. Pois foi obser-

vado que as localizações das alterações estão em áreas externas e expostas a ações físicas e químicas do meio ambiente que podem ser um agravante para a situação e quanto maior o tempo sem manutenção, maior o risco de imprevistos.

## 4 CONCLUSÕES

Apesar da falta de conhecimento a respeito da fundação presente no local, é possível compreender que sua estrutura não foi dimensionada para atender uma área com tráfego intenso de pessoas, pois o empreendimento foi construído com a finalidade de constituir uma residência unifamiliar e atualmente está atuando como uma Unidade Básica de Saúde. Este histórico também é motivo de preocupação, já que o edifício recebeu diversas adequações para atender as legislações de saúde, mas não recebeu nenhum reforço em seu alicerce.

As características das patologias em conjunto com interpretações dos resultados de laboratório, também apontam para um recalque diferencial que ocorre pela compressão daquele solo, o que aumenta a possibilidade do tipo de fundação existente não ser a mais indicada para o ambiente, além disso, é importante destacar que de acordo com o ensaio de sondagem SPT, que demonstra uma resistência baixa e um lençol freático superficial, a fundação deve ser profunda, como estacas pré-moldadas ou tubulões a ar comprimido.

Foi verificado que antes de realizar qualquer reforço de fundação, é aconselhado um estudo de retardo parcial ou total da ruptura do solo, pois uma interferência direta de reforço pode ocasionar em novas tensões presente no solo e agravar o problema sofrido pela Unidade de Saúde. Assim, um método a ser analisado é o congelamento do solo, pois é um método pouco invasivo e auxiliaria na recuperação da resistência da estrutura da edificação.

A tendência, levando em consideração a localidade e as circunstâncias do assentamento, é a aparição de novas manifestações patológicas e a deterioração do imóvel. Logo, deve ser realizado uma recuperação da estrutura, seja pela utilização de estacas ou pelos demais métodos de reparos demonstrados anteriormente.

Por fim, até o momento deste estudo, a Unidade Básica estava parcialmente interditada, não sendo uma solução eficiente para a origem do problema, isto porque analisando a ordem de resolução das anomalias na tabela (GUT), é possível perceber que as irregularidades mais perigosas estão ligadas as fissurações que ocorrem nos elementos estruturais e são causadas pelo recalque, além disso, as manifestações só poderão ser reparadas após o reforço realizado.

## REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 8036**: Programação de sondagens de simples reconhecimento dos solos para fundações de edifícios: Procedimento. Rio de Janeiro, 1983.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 6508:** Grãos de solos que passam na peneira de 4,8 mm: Determinação da massa específica: Método de ensaio. Rio de Janeiro, 1984.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 7180:** Solo: Determinação do limite de plasticidade. Rio de Janeiro, 1984.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 5734:** Peneiras para ensaio: Especificação. Rio de Janeiro, 1989.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 6502:** Rochas e solos: Terminologia. Rio de Janeiro, 1995.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 13441:** Rochas e solos: Simbologia. Rio de Janeiro, 1995.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 13749:** Revestimento de paredes e tetos de argamassa: Especificação. Rio de Janeiro, 1996.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 6484:** Solo: Sondagens de simples reconhecimento com SPT: Método de ensaio. Rio de Janeiro, 2001.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 9575:** Impermeabilização - Seleção e projeto. Rio de Janeiro, 2003.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 6122:** Projeto e execução de fundações. Rio de Janeiro, 2010.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 6457:** Preparação de amostras de solo para ensaio normal de compactação e ensaios de caracterização: Método de ensaio. Rio de Janeiro, 2016.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 7181:** Solo: Análise granulométrica. Rio de Janeiro, 2016.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 6459:** Solo: Determinação do limite de liquidez. Rio de Janeiro, 2017.

ARANHA, P.M.S. **Contribuição ao estudo das manifestações patológicas em estruturas de concreto armado na região amazônica.** Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1994.

BRITO, Thaís Farias. **Análise de manifestações patológicas na construção civil pelo método GUT: estudo de caso em uma Instituição Pública de Ensino Superior.** Joao Pessoa, 2017.

CHRISTAN, Priscila de. **Estudo da interação solo-estaca sujeito a carregamento horizontal em ambientes submersos.** 2012. 194f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

HELENE, Paulo Roberto do Lago. **Manual de reparo, proteção e reforço de estruturas de concreto.** São Paulo: Editora Reabilitar, 2003.

HELENE, Paulo Roberto Do Lago. **Corrosão em Armaduras para Concreto Armado.** Editora Pini, São Paulo, 1986.

HELENE, Paulo Roberto do Lago. **Manutenção para reparo, reforço e proteção de estruturas de concreto.** 2. ed. São Paulo: Pini, 1992.

HUSSEIN, jasmim Sadika Mohamed. **Levantamento de patologias causadas por infiltrações devido à falha ou ausência de impermeabilização em construções residenciais na cidade de Campo Mourão – PR.** Campo Mourão, 2013.

KEPNER, Charles H.; TREGOE, Benjamin B. **O administrador racional: uma abordagem sistemática à solução de problemas e tomada de decisões.** 2. ed. São Paulo: Editora Atlas, 1980.

LAPA, José Silva, **Patologia, recuperação e reparo das estruturas de concreto.** Belo Horizonte, 2008.

LIMA, Adauto José Miranda de. **Diagnóstico das patologias.** Curitiba, 2012.

MAGALHÃES, Ernani Freitas de. **Fissuras em alvenarias: configurações típicas e levantamento de incidências no Estado do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre, 2004.

NEVES, Célia Maria Martins; FARIA, Obede Borges; ROTONDARO, Rodolfo; CEVALLOS, Patricio S.; HOFFMANN, Márcio Vieira. Seleção de solos e métodos de controle na construção com terra – práticas de campo. **Rede Ibero-americana PROTERRA**, 2009. Disponível em <http://www.redproterra.org>. Acesso em: 15 ago. 2019.

OLIVARI, G. **Patologia em edificações.** São Paulo, 2003

OLIVEIRA, Daniel Ferreira. **Levantamento de causas de patologias na construção civil.** Rio de Janeiro, 2013.

PEIXOTO, Anna Silva Pacheco. **Estudo do ensaio SPT-T e sua aplicação na prática de engenharia de fundações.** São Paulo, 2001.

PERIARD, Gustavo. **Matriz GUT:** guia completo, 2011 Disponível em: <http://www.sobreadministracao.com/matrizgut-guia-completo/>. Acesso em: 20 jul. 2019.

REIS, Jeselay Hemetério Cordeiro dos. **Interação solo:** estrutura de grupo de edifícios com fundações superficiais em argila mole. São Paulo, 2000.

SAHADE, Renato Freua. **Avaliação de sistemas de recuperação de fissuras em alvenaria de vedação.** São Paulo, 2005.

SANTOS, Camila Freitas dos. **Patologia de estruturas de concreto armado.** Santa Maria, 2014.

SCHREFLER, B.; DELAGE, P. Fenômenos de subsidência. **In: Geomecânica ambiental natural e patrimonial.** Paris, 2001.

SOUZA, Marilsa Inês; MURTA, Mirna Moreira. **Patologias, recuperação e reforço estrutural em concreto armado.** Caratinga, 2012.

SOUZA, V. C.; RIPPER, T. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto.** São Paulo: Editora Pini, 1998.

VERLY, Rogério Calazans. **Avaliação de metodologias de inspeção como instrumento de priorização de intervenções em obras de arte especiais.** Brasília, 2015.

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

ZUCHETTI, Pedro Augusto Bastiani. **Patologias da construção civil:** investigação patológica em edifício corporativo de administração pública no Vale do Taquari/RS. Rio Grande do Sul, 2015.

---

**Data do recebimento:** 29 de julho de 2019

**Data da avaliação:** 16 de novembro de 2019

**Data de aceite:** 14 de dezembro de 2019

---

---

1 Graduada em Engenharia Civil – UNIT. E-mail: ariely.alves@souunit.com.br;

2 Graduado em Engenharia Civil – UNIT. E-mail: gustavo.gomes@souunit.com.br

3 Professor Doutor do Departamento de Engenharia Civil – UNIT. E-mail: anderson.conceicao@souunit.com.br