

DANOS EM EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS CAUSADOS POR SOLOS EXPANSIVOS: ESTUDO DE CASO

RESUMO

A instabilidade volumétrica dos solos expansivos pode desencadear uma série de ações desfavoráveis em estruturas e/ou em alvenarias assentes diretamente ou indiretamente nesse tipo de material, provocando levantamento ou até mesmo deslocamentos desses elementos. O comportamento cíclico de umedecimento e ressecamento dessa tipologia de solos é desencadeado primordialmente por variações sazonais de temperatura e umidade. Neste contexto, o presente trabalho buscou apresentar as configurações típicas de manifestações patológicas desencadeadas pela ação deletéria de solos expansivos, bem como propor soluções técnicas para tratar e/ou mitigar os efeitos dessas anomalias. A metodologia adotada neste trabalho consistiu em conhecer as características das edificações objetos do estudo de caso, identificar as não conformidades presentes que afetam suas funcionalidades e/ou durabilidades, analisar as possíveis causas geradoras e apresentar alternativas de intervenção. Através das análises realizadas, concluiu-se que a variação volumétrica de solos expansivos presentes nas áreas onde foram erguidas as edificações analisadas provocavam esforços de flexão nos radiers de fundação, estes por sua vez transferiam os mencionados esforços para as alvenarias situadas imediatamente acima e diretamente apoiadas neles, promovendo assim o aparecimento de trincas e fissuras.

Palavras-chave: Solos expansivos, fissuras, alternativas de intervenção, engenharia diagnóstica.

ABSTRACT

The volumetric instability of expansive soils can trigger a series of unfavorable actions in structures and/or masonry laid directly or indirectly on this type of material, causing lifting or even displacement of these elements. The cyclical behavior of wetting and drying of this type of soil is primarily triggered by seasonal variations in temperature and humidity. In this context, this study aimed to present typical configurations of pathological manifestations triggered by the deleterious action of expansive soils, as well as to propose technical solutions to treat and/or mitigate the effects of these anomalies. The

REALIZAÇÃO

methodology adopted in this study consisted of understanding the characteristics of the buildings under study, identifying the non-conformities present that affect their functionality and/or durability, analyzing the possible generating causes, and presenting intervention alternatives. Through the analyses carried out, it was concluded that the volumetric variation of expansive soils present in the areas where the analyzed buildings were erected caused bending stresses in the foundation raft, which in turn transferred these stresses to the masonry located immediately above and directly supported on them, thus promoting the appearance of cracks and fissures.

Keywords: Expansive soils, cracks, intervention alternatives, diagnostic engineering.

1. INTRODUÇÃO

De acordo com a NBR 6122 – Projeto e execução de fundações (2019), “solos expansivos são solos, que por sua composição mineralógica, aumentam de volume quando há acréscimo de umidade”.

Os solos expansivos possuem em suas composições altos percentuais de argilas, o que permite enquadrá-los como solos finos. Sua principal característica é a existência de argilominerais de estrutura tipo 2:1, a exemplo da montmorilonita e vermiculita. A sua particularidade de apresentar expansões e contrações de modo cíclico ao serem umedecidos dão causa a diversas manifestações patológicas em edificações, o que faz com que esse tipo de solo seja conhecido como problemático no ponto de vista geotécnico (Oliveira, 2022).

Segundo Ataíde (2017), alguns solos não saturados ao serem submetidos a acréscimos de água em seus vazios ou ao serem umedecidos após a aplicação de cargas podem apresentar variação volumétrica, sendo que a instabilidade volumétrica é função da alteração do teor de umidade.

Magalhães (2019) discorre que a grande maioria das obras de engenharia funciona como estruturas rígidas que impõem restrições à movimentação do solo. Sendo assim, quando tais estruturas estão assentes em solos expansivos que são submetidos a variações de volumes constantes, pode ser observado o desencadeamento de movimentações diferenciais, levantamentos e/ou deslocamentos das estruturas.

Conforme enfatiza Paiva (2016), a tomada de medidas com o intuito de mitigar ou até mesmo anular os efeitos expansivos de determinados solos se mostra de grande importância, principalmente na etapa de concepção da edificação, a fim de evitar ações indesejadas e grandes transtornos devido às tensões de expansão e contração durante o umedecimento e desidratações de solos expansivos.

2. ESTUDO DE CASO

O presente estudo se propôs a identificar as causas e indicar condutas para tratar e/ou mitigar os efeitos das anomalias desencadeadas em duas edificações residenciais de padrão construtivo baixo (doravante denominadas “Imóvel A” e “Imóvel B”) situadas na região conhecida como Formação do Calumbi, no estado de Sergipe.

Tal formação geológica é predominantemente composta por argilas do tipo argilomineral esmectita, que possuem comportamentos expansivos quando saturadas e de retração quando secas.

2.1. Metodologia

A metodologia aplicada para a elaboração deste trabalho teve como fundamento o conhecimento das características e condições físicas das edificações objetos do estudo de caso, inspeção visual feita por meio de visita aos locais, identificação de não conformidades presentes nos imóveis que afetam suas funcionalidades e/ou durabilidades, análise das possíveis causas e apresentação de alternativas de intervenção.

2.2. Identificação das anomalias presentes nas edificações em estudo

As anomalias verificadas em ambos os imóveis foram predominantemente fissuras e trincas situadas em paredes e pisos, sendo que as mais relevantes foram identificadas e registradas conforme imagens a seguir.

Imóvel A

Figura 1 – Trincas no piso do passeio



Fonte: Elaborado pelos Autores

Figura 2 – Trincas no piso do passeio



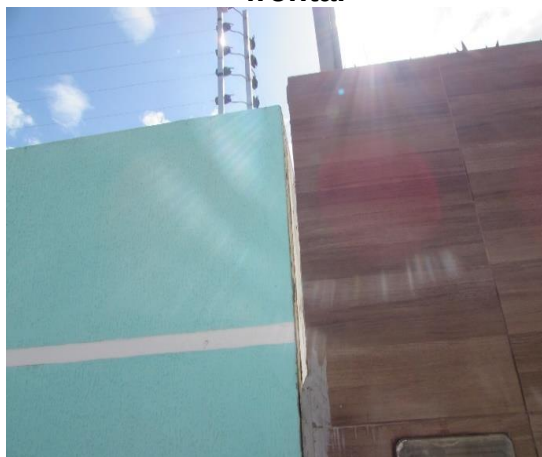
Fonte: Elaborado pelos Autores

Figura 3 – Desaprumo do muro frontal



Fonte: Elaborado pelos Autores

Figura 4 – Desaprumo do muro frontal



Fonte: Elaborado pelos Autores

Figura 5 – Trincas no muro e no piso da área externa



Fonte: Elaborado pelos Autores

Figura 6 – Trinca no piso da área externa



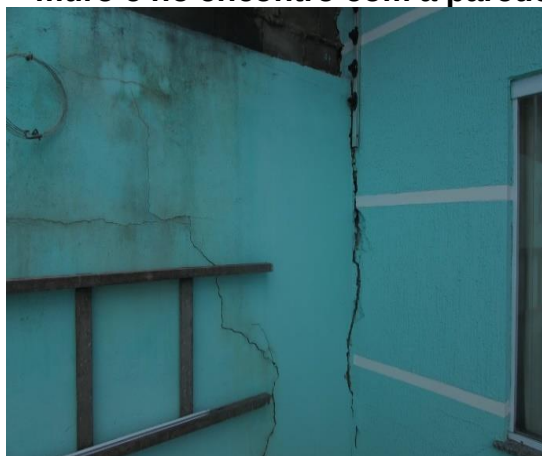
Fonte: Elaborado pelos Autores

Figura 7 - Trincas no piso da área externa



Fonte: Elaborado pelos Autores

Figura 8 – Rachaduras e trincas no muro e no encontro com a parede



Fonte: Elaborado pelos Autores

Figura 9 – Trincas na parede



Fonte: Elaborado pelos Autores

Figura 10 – Trinca na parede da sala, próximo às esquadrias



Fonte: Elaborado pelos Autores

Figura 11 – Trincas na parede da área de serviço



Fonte: Elaborado pelos Autores

Figura 12 – Trincas na parede da área de serviço



Fonte: Elaborado pelos Autores

Figura 13 – Trincas no piso da área de serviço



Fonte: Elaborado pelos Autores

Figura 14 – Trincas na junta de assentamento (área de serviço)



Fonte: Elaborado pelos Autores

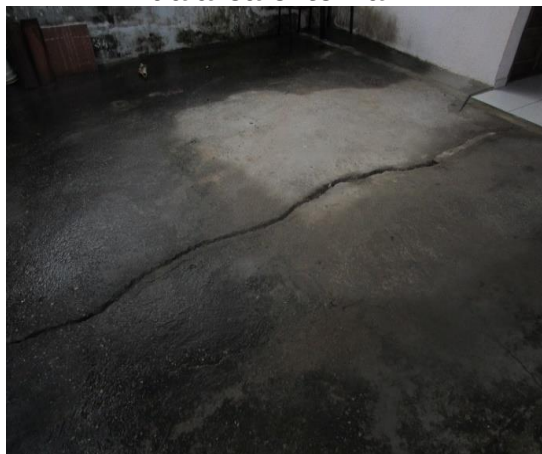
Imóvel B

Figura 15 – Trincas nas paredes e no muro e rachadura no piso da área externa



Fonte: Elaborado pelos Autores

Figura 16 – Rachadura no piso da área externa



Fonte: Elaborado pelos Autores

Figura 17 - Trincas no muro



Fonte: Elaborado pelos Autores

Figura 18 – Trincas na parede e no encontro com o muro



Fonte: Elaborado pelos Autores

Figura 19 – Trinca na parede da sala



Fonte: Elaborado pelos Autores

Figura 20 – Trincas na parede da sala



Fonte: Elaborado pelos Autores

Figura 21 – Rachaduras e trincas no piso do quintal



Fonte: Elaborado pelos Autores

Figura 22 – Trincas no piso do corredor lateral



Fonte: Elaborado pelos Autores

2.3. Análise das configurações típicas das anomalias identificadas nos imóveis em estudo

O comportamento típico de apresentação das aberturas possibilita propor as possíveis causas que provocaram o surgimento de tais anomalias, sendo essa uma metodologia de investigação amplamente reconhecida.

As configurações das fissuras e trincas identificadas nos imóveis vistoriados (paralelas ao solo, inclinadas e com configurações diversas nas proximidades das aberturas – Figura 23 e Figura 24) assemelhavam-se a fissuras típicas causadas por esforços de flexão (Figura 25), em especial àquelas que surgiam em alvenarias de blocos cerâmicos apoiadas sobre lajes de concreto sujeitas a esse tipo de esforço (Figura 26).

Figura 23 – Fissuras paralelas ao solo (Imóvel A)



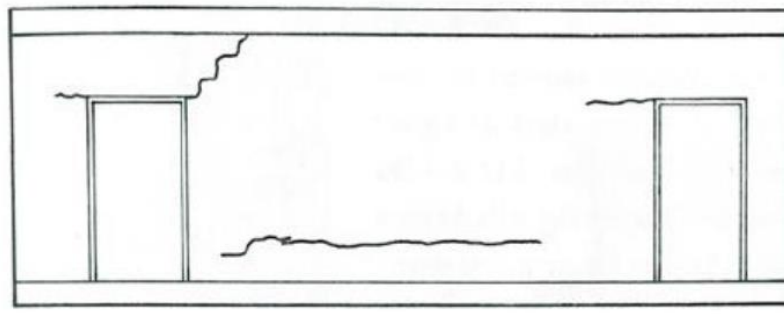
Fonte: Elaborado pelos Autores

Figura 24 – Fissuras inclinadas (Imóvel B)



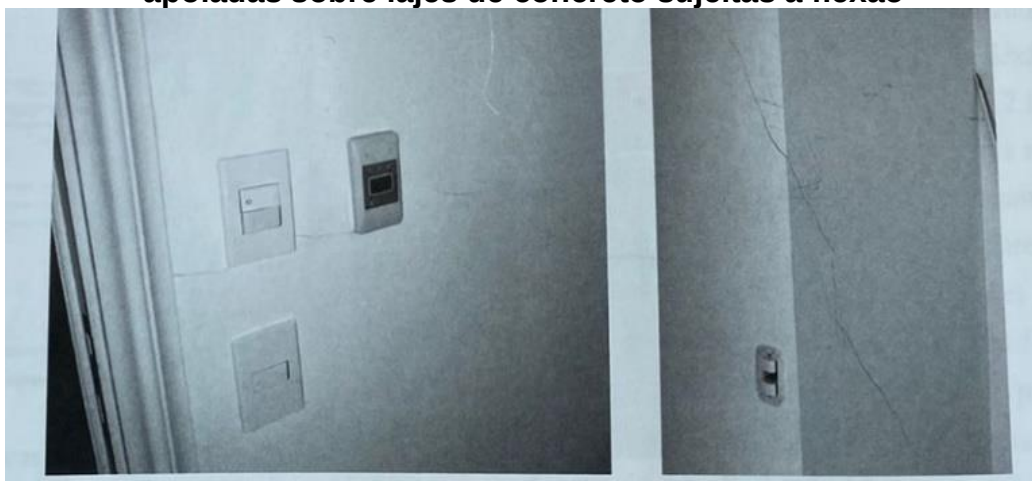
Fonte: Elaborado pelos Autores

Figura 25 – Configurações típicas de fissuras causadas por flexão de componentes estruturais



Fonte: Thomaz (2020)

Figura 26 – Configurações típicas de fissuras em alvenarias apoiadas sobre lajes de concreto sujeitas à flexão



Fonte: Thomaz (2020)

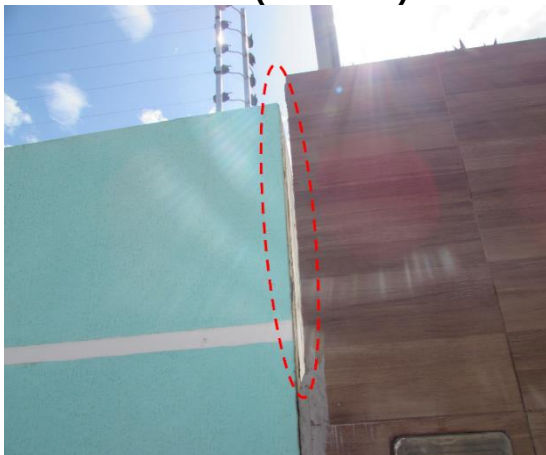
Observou-se ainda a existência de trincas horizontais nas juntas de assentamento do revestimento bem como aberturas verticais, as quais podiam ser oriundas da baixa resistência à tração dos revestimentos e/ou da alvenaria, tração esta decorrente do esforço de flexão ao qual o radier estava submetido.

Diante do exposto tornou-se pertinente levantar hipóteses sobre o que potencialmente pode ter deflagrado esse tipo de deformações em elementos estruturais, o que se fará no capítulo a seguir.

Ademais, através da realização do ensaio de percussão, constatou-se a predominância de sons cavos/ocos nas áreas da frente e dos fundos dos imóveis vistoriados, o que se configurou um forte indício da possível ocorrência de carreamento de finos situados nas bases dos imóveis. Com a perda de material, há a criação de vazios no corpo do aterro das edificações permitindo, por conseguinte, a movimentação de elementos diretamente assentes no mesmo.

O desaprumo do muro frontal pertencente ao Imóvel A (Figura 27) bem como o afundamento do piso do corredor lateral do Imóvel B (Figura 28) são exemplos dos reflexos das movimentações citadas.

Figura 27 – Desaprumo do muro frontal (Imóvel A)



Fonte: Elaborado pelos Autores

Figura 28 – Afundamento do piso do corredor lateral (Imóvel B)



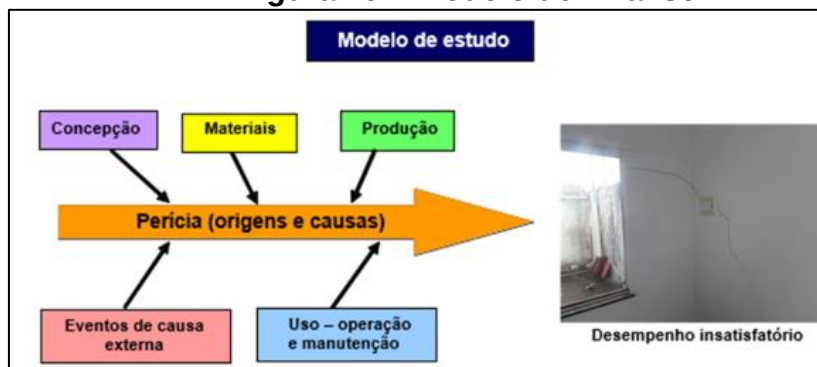
Fonte: Elaborado pelos Autores

Além disso, as configurações das trincas verificadas nos pisos das áreas frontal, dos fundos e do corredor lateral eram compatíveis com aquelas desencadeadas por transportes de finos em sua base. Pontua-se que os aumentos da magnitude de tais aberturas permitiam o ingresso intensificado de águas advindas das chuvas e das lavagens periódicas, que por sua vez potencializavam o mecanismo de carreamento das partículas de solo.

2.4. Levantamento e análise de hipóteses para a ocorrência das anomalias verificadas

O modelo de levantamento de hipóteses para análise das causas das anomalias constatadas adotado nesse trabalho seguiu a metodologia clássica de investigação, que envolve abordagem dos aspectos relevantes do fenômeno (características, histórico, materiais e processos empregados), levantamento de hipóteses prováveis e investigação das hipóteses levantadas, fundamentando assim o estabelecimento de conclusões. A Figura 29 ilustra o modelo de estudo empregado nesse trabalho.

Figura 29 – Modelo de Análise



Fonte: Elaborado pelos Autores

Preliminarmente informa-se que as áreas onde foram executadas as edificações em estudos foram submetidas a ensaios geotécnicos (sondagens de simples reconhecimento de solo com SPT), tendo sido identificada a existência de camadas de argila siltosa tipo massapê já nas primeiras camadas de solo (Figura 30).

Figura 30 – Identificação de presença de argila siltosa tipo massapê na área onde foram edificados os imóveis

Cotas (m)	Nível d'água	Amostr. e Revest. (Avanço)	Ensaio de Penetração		Gráfico de Resistência Nº de Golpes x 30 cm					Prof. (m)	Identificação do Material
			30 cm (Iniciat)	30 cm (Final)	0	10	20	30	40		
10.05		seco	03	04						0	Argila siltosa tipo massapê com presença de matéria orgânica vegetal, consistência mole, cor marrom claro.
13.03/15		01	04	05						0.70	
		02	07	09						1.80	Argila siltosa tipo massapê, consistência mole, cor marrom claro.
		03	08	12							

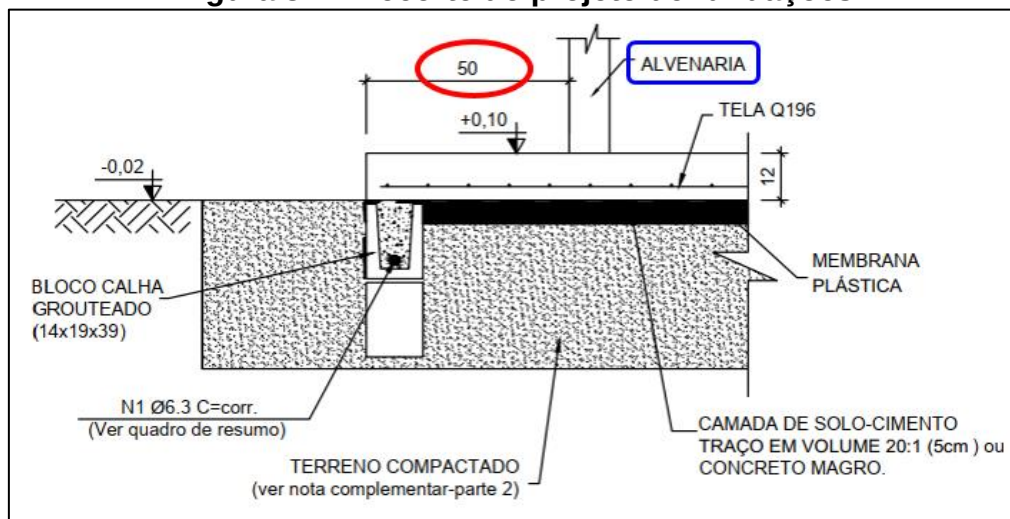
Fonte: Disponibilizado pelo cliente.
Adaptado pelos Autores (2022)

Ao analisar o projeto de fundações, verificou-se que a solução de fundação prevista para os imóveis em recorte foi radier com 12 cm de espessura assentado em camada de solo-cimento ou concreto magro, este último implantado sobre terreno devidamente compactado.

Com o intuito de atenuar os efeitos deletérios do solo expansivo existente na região houve recomendação no aludido projeto de fundações para a remoção de certa camada do solo expansivo e posteriormente, a realização da compactação do aterro.

Consoante ao verificado nos projetos de fundação e em vistoria *in loco*, na área frontal e posterior dos imóveis, o radier era contínuo na base das edificações e se projetava a 50cm dos limites da alvenaria (Figura 31).

Figura 31 – Recorte do projeto de fundações



Fonte: Disponibilizado pelo cliente.
Adaptado pelos Autores (2022)

Contíguo à placa de concreto, tanto na frente quanto nos fundos, houve a execução dos pisos externos. Tendo em vista que o radier e os pisos externos possuem características díspares e, por conseguinte se deformam de modo significativamente distinto, as boas práticas vigentes e consagradas recomendam o emprego de juntas de movimentação nessa interface com o intuito de dessolidarizar os elementos e possibilitar que a movimentação prevista ocorra sem que um componente interfira diretamente no outro.

Ao analisar os projetos fornecidos não se verificou a adoção de tais juntas. Sendo assim, a não previsão deste recurso construtivo se configura falha de concepção. Por meio de vistoria constatou-se também que tais juntas não foram executadas.

Sublinha-se que a não execução das mencionadas juntas bem como a deformação diversa do radier e do piso externo geraram a abertura progressiva de trincas na interface desses elementos (Figura 32 e Figura 33), permitindo a penetração de água e potencializando os efeitos deletérios do solo expansivo.

Figura 32 – Ausência de juntas de movimentação (Imóvel A)



Fonte: Elaborado pelos Autores

Figura 33 – Ausência de juntas de movimentação (Imóvel B)



Fonte: Elaborado pelos Autores

Sendo assim, observou-se trincas com aberturas expressivas nas salas e nos muros dos imóveis, estes situados nas proximidades de tal interface. No caso dos muros, notou-se que tais elementos não possuem discontinuidades na transição do piso externo para o radier, estando, portanto, submetidos constantemente a deformações diferenciadas.

Figura 34 – Ausência de descontinuidade no muro na transição do piso externo para o radier



Fonte: Elaborado pelos Autores

Associado a isto, cita-se que não se observou a presença de dispositivos de drenagem pluvial das coberturas nos imóveis, do tipo calhas, o que intensificou o acesso da água ao solo expansivo pelas aberturas já existentes.

Ademais, devido à natureza das manifestações patológicas identificadas não se encontrou qualquer elemento que respaldasse a hipótese de que as mesmas eram oriundas da ausência e/ou falhas de manutenção ou mesmo decorrentes de modificações ou reformas porventura realizadas.

- Conclusões sobre as hipóteses levantadas para as anomalias identificadas nos imóveis em estudo

Considerando-se as análises e observações feitas concluiu-se que as anomalias observadas nos imóveis vistoriados decorreram dos efeitos deletérios da variação volumétrica dos solos expansivos encontrados na região em comento, quando estes eram submetidos à presença de umidade.

Quando em expansão e retração, tais solos provocavam esforços no radier, este por sua vez transferiam os mencionados esforços para as alvenarias situadas imediatamente acima deles, promovendo assim o aparecimento de aberturas, conforme já ilustrado.

Muito embora não tenham sido notadas falhas de concepção no que diz respeito ao projeto de fundações, concluiu-se que as anomalias identificadas seriam minoradas caso houvesse um sistema de drenagem eficiente que afastasse a umidade da camada de solo expansivo, bem como caso tivessem sido previstas juntas de movimentação entre os elementos apoiados no radier (corpo da casa) e os elementos apoiados diretamente no terreno natural (muro e pavimentação externa).

2.5. Proposição de soluções técnicas

Devido à natureza da possível origem das anomalias verificadas tornou-se imperativo adotar mecanismos para minorar o contato da água/umidade com o solo expansivo existente na fundação dos imóveis.

Sendo assim, recomendou-se a instalação de um sistema adequado de drenagem das águas pluviais coletadas pela cobertura, já que o subsolo das áreas mais afetadas (frentes e fundos das edificações) recebem, através das trincas já existentes no piso, volumes significativos de água oriundas do escoamento das chuvas pelos telhados.

Dentre as medidas a serem tomadas, incluiu-se também a necessidade de promover o tratamento tanto das trincas e fissuras constantes nos pisos externos, que facilitavam o ingresso de água no solo com características

expansivas, quanto daquelas existentes no corpo dos imóveis que causavam incômodo visual e reprovação sensorial dos seus usuários.

Os tratamentos das aberturas identificadas nas edificações foram estabelecidos de modo individualizado, contemplando as particularidades das anomalias. Sendo assim, no próximo tópico apresentam-se as terapias propostas para cada categoria de aberturas, de modo segmentado.

2.5.1. Fissuras existentes nas paredes dos imóveis limitadas à camada de revestimento

No caso das aberturas que se restringiam apenas à camada de revestimento e que apresentavam pequenas a médias amplitudes, recomendou-se o tratamento com bandagem e a recuperação com selante flexível.

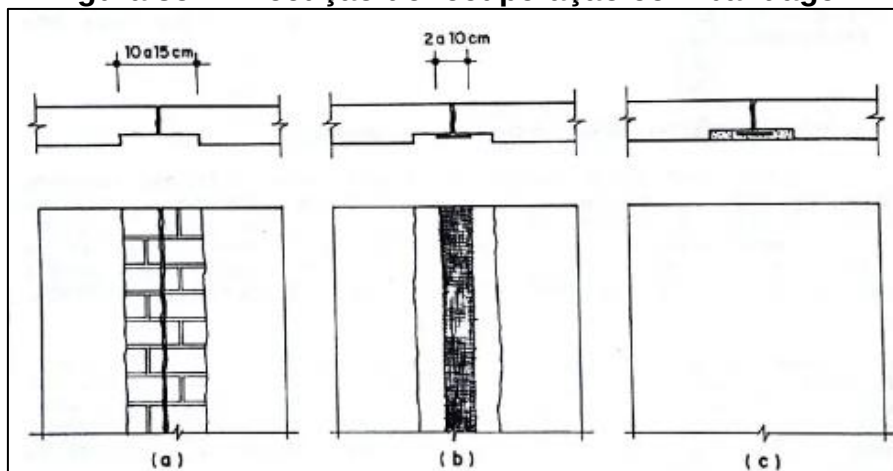
- TRATAMENTO COM BANDAGEM

Este tratamento consiste em criar uma camada de dessolidarização entre a camada do revestimento e a parede, na área da fissura. Possui como principal função a distribuição das tensões que se concentram na região fissurada por emprego de faixa de revestimento relativamente larga e não aderente à base.

Conforme Thomaz (2020), as etapas de recuperação com bandagem são as seguintes:

- Remoção do revestimento da parede, numa faixa com largura de aproximadamente 15 cm a 20cm (Figura 35.a);
- Aplicação da bandagem com distribuição regular em ambos os lados da fissura, com uma largura compreendida entre 2cm e 10cm (Figura 35.b);
- Aplicação do chapisco externamente à bandagem e recomposição do revestimento com argamassa de baixo módulo de deformação (traço 1:2:9 em volume) - Figura 35.c.

Figura 35 – Execução de recuperação com bandagem



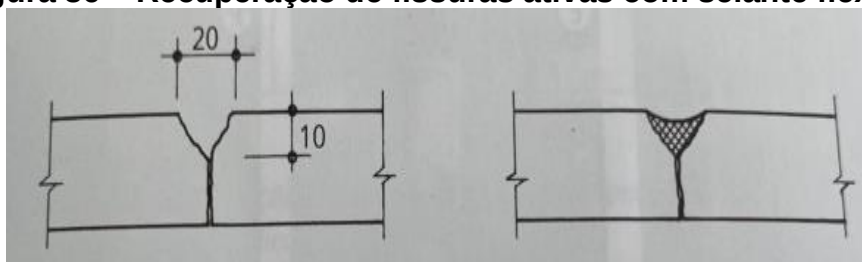
Fonte: Thomaz (2020)

- RECUPERAÇÃO COM SELANTE FLEXÍVEL

O reparo de aberturas empregando selantes flexíveis também é uma técnica empregada para tratar fissuras ativas sazonais.

A recuperação por essa metodologia compreende inicialmente a abertura de um suco com formato de V com aproximadamente 20mm de largura e 10mm de profundidade na região da anomalia, conforme Figura 36.

Figura 36 – Recuperação de fissuras ativas com selante flexível



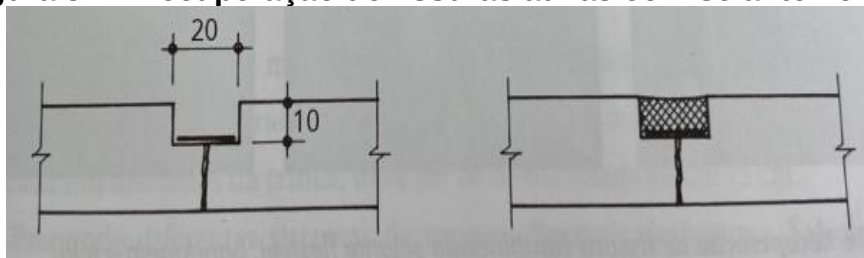
Fonte: Thomas (2020)

Segundo Thomaz (2020), antes da aplicação do selante (poliuretano, acrílico, silicone, polissulfetos) deve ser realizada uma efetiva limpeza da poeira existente no substrato. Cita que após a obturação da cavidade, deve-se

aplicar um líquido selador da mesma natureza do selante nas paredes do sulco, após isso o selante escolhido deverá selar toda a abertura.

O mesmo autor menciona que no caso de movimentações mais intensas das fissuras, recomenda-se a abertura da cavidade retangular, com aproximadamente 20mm de largura e 10mm de profundidade (Figura 37), intercalando-se entre o selante e a parede uma membrana de separação (fita crepe, por exemplo).

Figura 37 – Recuperação de fissuras ativas com selante flexível



Fonte: Thomas (2020)

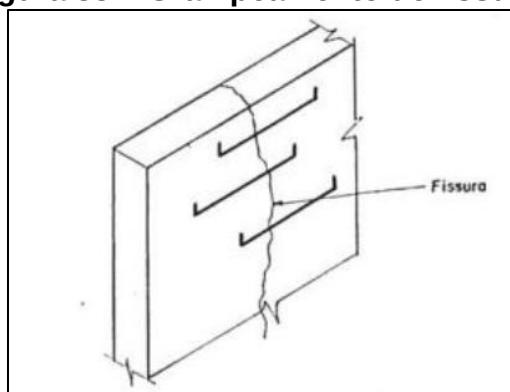
2.5.2. Fissuras e trincas existentes nas paredes dos imóveis que atingiram a camada de alvenaria

No caso em que as aberturas que não se limitavam à camada de revestimento, mas se propagavam até os blocos cerâmicos, recomendou-se o uso de grampeamento para o seu tratamento. Embora essa técnica seja usualmente empregada para estruturas de concreto, observou-se que a mesma também é indicada para a reabilitação de alvenarias.

Souza e Ripper (1998) informam que no caso de fissuras ativas e nas quais os seus desenvolvimentos seguem linhas isoladas gerando deficiências da capacidade resistente, sugere-se a disposição de armaduras adicionais, de forma a resistir o esforço de tração extra gerado na área fissurada. Para a técnica de costuras de trincas, empregam-se armaduras denominadas grampos dispostos de forma a não introduzir esforços em linhas (Figura 38).

Segundo Duarte (1998), a execução consiste em remover o revestimento da parede, dispor os grampos de forma alternada ao longo da fissura, ancorar os grampos nas extremidades, perfurando a parede e colando com adesivo estrutural, após isso o revestimento da alvenaria pode ser recomposto.

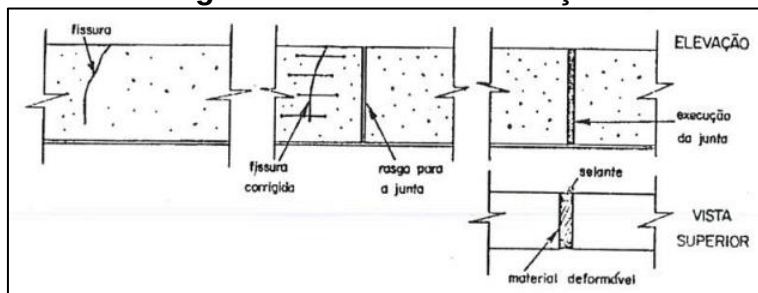
Figura 38 – Grampeamento de fissuras



Fonte: Duarte (1998)

Salienta-se que tal técnica pode aumentar a rigidez do elemento localizadamente, e se o esforço gerador da anomalia persistir, possivelmente haverá aberturas em uma região adjacente. Sendo assim, no caso da adoção dessa técnica, recomendou-se a execução de uma junta de retração na área próximo onde o tratamento foi efetuado, conforme ilustrado na Figura 39.

Figura 39 – Junta de retração



Fonte: Duarte (1998)

2.5.3. Trincas existentes na interface radier/piso externo

Para evitar trincas na região existente entre o radier e piso externo e devido às naturezas disparens desses componentes, o mais recomendado foi a criação de uma junta de movimentação nesta interface tanto na frente quanto nos fundos dos imóveis. A função principal desse recurso construtivo é a atenuação da transferência de esforços decorrentes da movimentação de materiais com propriedades e características diferentes.

- DIMENSIONAMENTO DAS JUNTAS DE MOVIMENTAÇÃO

De acordo com Ribeiro e Barros (2010), a largura das juntas é estimada em função da quantidade de movimento máximo que as mesmas poderão sofrer em sua utilização bem como do fator de acomodação do selante utilizado, sendo assim a largura das juntas pode ser determinada pela seguinte fórmula:

$$L_0 = \frac{M * 100}{MAF}$$

Onde: L_0 = Largura inicial da junta (mm)

M= Movimento máximo da junta (mm)

MAF= Fator de acomodação do selante

Assumindo que o movimento máximo impresso nas juntas serão em torno de 3mm e supondo que selante escolhido terá coeficiente de acomodação de 25%, a largura prevista das juntas de movimentação para o caso em apreço seria em torno de 12mm.

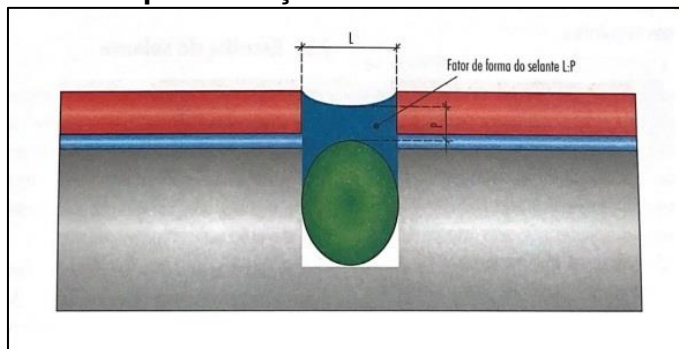
A profundidade das juntas é obtida a partir do diâmetro do limitador de profundidade e do fator de forma do selante.

Conforme Ribeiro e Barros (2010), o limitador de profundidade ou corpo de apoio é um material compressível, pré-fabricado, cuja superfície impede a aderência do selante. Tem como principais funções definir a profundidade da junta que receberá o selante e possibilitar o seu movimento.

De acordo com as autoras citadas, a espessura do limitador de profundidade deve ser 25% maior que a largura da junta. Sendo assim, partindo da premissa que a referida junta possuiria largura sugerida de 12mm, o cordão de poliuretano empregado deve ser de 15mm de diâmetro.

Segundo Beltrame e Loh (2009), o fator de forma é a relação dimensional entre a largura e a profundidade da seção formada pelo selante em uma determinada junta (Figura 40), sendo função do tipo de selante empregado.

Figura 40 – Representação do fator de forma do selante



Fonte: Barros e Ribeiro (2010)

Tendo em vista que no caso em apreço as áreas onde devem ser executadas as juntas de movimentação são externas, indicou-se o uso de selantes de poliuretano, pois são materiais elásticos que possuem excelente resistência à exposição prolongada à luz solar.

Isto posto, para o tipo de selante elástico recomendado, o fator de forma das juntas a serem executadas é de 2:1 (largura: profundidade), sendo a profundidade máxima de 20mm (Tabela 1). Uma vez que a largura das juntas indicada é de 12mm, a profundidade de aplicação do selante será de 6mm.

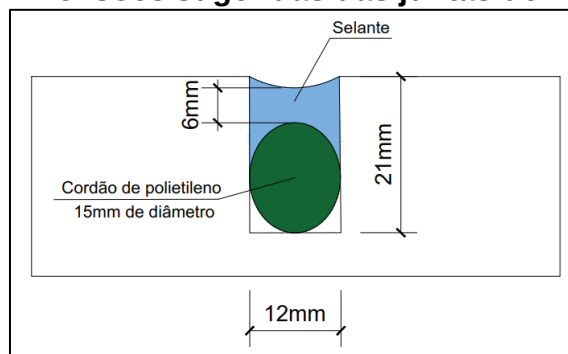
Tabela 1 – Fator de forma para diferentes tipos de selante

Tipo de selante	Fator de Forma (Largura: Profundidade)	Profundidade Máxima (mm)
Elásticos	2:1	20
Elastoplásticos	2:1 a 1:1	20
Plastoelásticos	1:1 a 1:2	20
Plásticos	1:1 a 1:3	25

Fonte: Adaptado de Barros e Ribeiro (2010)
apud Ledbetter, Hurley e Sheehan (1998)

Por fim, a profundidade das juntas é aproximadamente a soma do diâmetro do corpo de apoio com a profundidade da área ocupada pelo selante. Sendo assim, para as juntas em concreto encontrou-se a profundidade total de 21mm. As dimensões sugeridas das juntas em tela estão ilustradas na Figura 41.

Figura 41 – Dimensões sugeridas das juntas de movimentação



Fonte: Elaborado pelos Autores

2.5.4. Fissuras e trincas existentes no piso da área externa

Conforme já explanado, ao que tudo indica, as trincas e fissuras constantes no piso da área externa dos imóveis vistoriados eram oriundas do carregamento de finos da base das edificações. Sendo assim, recomendou-se a adequada recomposição e compactação do aterro dessa área, e por fim, o refazimento do piso externo, mantendo-se o emprego de juntas de movimentação a fim de absorver as tensões causadas pelas movimentações térmicas e higroscópicas.

3. CONCLUSÕES

Os aspectos dos vícios identificados nas edificações em estudo apontam que tais anomalias eram oriundas dos efeitos deletérios da variação volumétrica dos solos expansivos tipicamente encontrados na região em comento, quando estes eram submetidos à presença de umidade.

Quando em expansão e em retração, tais solos provocavam esforços de flexão nos radiers de fundação, este por sua vez transferiam os mencionados esforços para as alvenarias situadas imediatamente acima e diretamente apoiada neles, promovendo assim o aparecimento de aberturas.

A partir do diagnóstico de causas e origens das manifestações patológicas em tela, apresentou-se soluções técnicas aplicáveis a cada caso. Contudo, advertiu-se que, as anomalias poderão retornar, caso não seja minorado significativamente o contato da água/umidade com o solo expansivo existente na fundação dos imóveis.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6122: Projeto e execução de fundações**. Rio de Janeiro: ABNT, 2019.

ATAÍDE, Stive Osca Falcão de. **Análise o comportamento de variação de volume devido à inundação de um solo expansivo quando misturado com areia**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Recife, 2017.

BELTRAME, Fabiola Rago; LOH, Kai. **Aplicação de selante em juntas de movimentação de fachada**. Porto Alegre: ANTAC, 2009.

DUARTE, Ronaldo Bastos. **Fissuras em Alvenaria: Causas Principais, Medidas Preventivas e Técnicas de Recuperação**. Porto Alegre: CIENTEC, 1998.

MAGALHÃES, Nayara Torres Belfort Acioli. **Análise experimental e numérica do processo de ressecamento e fissuramento de solos expansivos com inclusão de elementos rígidos**. Dissertação (Doutorado) - Universidade Federal de Pernambuco. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Recife, 2019.

OLIVEIRA, Larissa da Silva. **Efeitos cíclicos de umedecimento e secagem nos parâmetros de tensão de expansão e expansão livre de um solo expansivo**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Sergipe. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Aracaju, 2022.

PAIVA, Sérgio Carvalho de. **Estudo do comportamento geomecânico dos solos expansivos dos municípios de Cobrodó, Paulista e Ipojuca-PE e de misturas com cal**. Dissertação (Doutorado) - Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Recife, 2016.

RIBEIRO, Fabiana Andrade; BARROS, Mercia Maria Semensato Bottura. **Juntas de Movimentação em Revestimentos Cerâmicos de Fachadas**. São Paulo: Pini, 2010.

SOUZA, Vicente Custódio de; RIPPER, Thomaz. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto**. São Paulo: Pini, 1998.

THOMAZ, Ercio. **Trincas em edifícios: causas prevenção e recuperação.**
São Paulo: Oficina de Textos, 2020.

REALIZAÇÃO