

**ANÁLISE DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM CONSTRUÇÕES COM
BLOCO DE SOLO-CIMENTO: ESTUDO DE CASO LABORATÓRIO DO IVIG – UFRJ
– RIO DE JANEIRO**

Beatriz Temtemples de Carvalho¹
biatc92@gmail.com

Marcos Martinez Silvos²
silvos@fau.ufrj.br

Sylvia Meimaridou Rola³
silviarola@fau.ufrj.br

ÁREA: PATOLOGIAS

Resumo

Durante o período colonial a construção com terra foi uma prática construtiva recorrente e que sempre esteve presente no cenário da arquitetura brasileira. As manifestações patológicas em construções desse período são frequentes e aceitáveis devido ao seu tempo de existência e a ausência de estabilizantes químicos. A adição desses componentes, nomeadamente o cimento, nesse contexto é recente e apresenta ótimos resultados no quesito durabilidade. Porém, apesar do emprego deste material nas práticas atuais de construção em terra, ainda é possível verificar que essas construções mais recentes, mesmo com a adição de cimento, apresentam manifestações patológicas de forma precoce. Este artigo apresenta um estudo de caso realizado em um conjunto de edifícios localizado no Instituto Virtual Internacional de Mudanças Globais – IVIG – COPPE/UFRJ, construído em 2005 com blocos de terra comprimido estabilizados com cimento. O objetivo deste trabalho é identificar as diferentes manifestações patológicas encontradas neste conjunto de edifícios, expor as suas principais causas e mecanismos de correção, além da análise das ações corretivas que foram realizadas nos últimos anos. A metodologia se baseia na inspeção visual, mapeamento de danos, análise de projeto e composição dos materiais que foram empregados na confecção dos blocos. A pesquisa possibilitou a verificação das causas dessas manifestações patológicas e a realização de uma avaliação qualitativa do processo de deterioração dos elementos construtivos, de forma a entender se as medidas corretivas adotadas são as mais adequadas para esse tipo de edificação.

Palavras-chave: Construção com terra
Patologia da construção
Blocos de Solo-Cimento

¹ Aluna Mestrado – PROARQ - FAU/UFRJ

² Professor do Departamento de Tecnologia da Construção e do PROARQ - FAU/UFRJ

³ Professora Departamento de Tecnologia da Construção – FAU/UFRJ

**ANÁLISIS DE LAS MANIFESTACIONES PATOLÓGICAS EM CONSTRUCCIONES
CON BLOQUES DE SOLO-CIMENTO: ESTUDIO DE CASO LABORATÓRIO DEL
IVIG – UFRJ – RIO DE JANEIRO**

Beatriz Temtemples de Carvalho

biatc92@gmail.com

Marcos Martínez Silvano

silvano@fau.ufrj.br

Sylvia Meimaridou Rola

silviarola@fau.ufrj.br

ÁREA: PATOLOGIAS

Resúmen

Durante el período colonial la construcción con tierra fue una práctica constructiva recurrente que siempre estuvo presente en escenario de arquitectura brasileña. Las manifestaciones patológicas en las construcciones deste período son frecuentes y aceptables debido a su tiempo de existencia y la ausencia de estabilizadores químicos. La adición de estos componentes, como cemento, en este contexto es reciente y presenta grandes resultados en el aspecto de durabilidad. Pesar del empleo de este material en las actuales prácticas de construcción en tierra, todavía es posible comprobar que estas nuevas construcciones, incluso con la adición de cemento, exhiben manifestaciones patológicas de manera precoz. Este artículo presenta un estudio de caso realizado en un conjunto de edificios ubicados en el Instituto Virtual Internacional de Cambios Globales - Coppe/UFRJ, construido en 2005 con bloques de tierra comprimida estabilizados con cemento. Objetivo de este trabajo es identificar las diferentes manifestaciones patológicas encontradas en este conjunto de edificios, exponiendo sus principales causas y mecanismos de corrección, además del análisis de las acciones correctivas que se han llevado a cabo en los últimos años. La metodología se basa en la inspección visual, mapeo de daños, análisis de los proyectos y la composición de materiales que se emplearon en la fabricación de bloques. La investigación ha permitido la verificación de las causas de estas manifestaciones patológicas y el logro de una evaluación cualitativa del proceso de deterioro de los elementos constructivos, a fin de comprender si las medidas correctivas adoptadas son más apropiadas para ese tipo de edificio.

Palabras-clave: Construcciones en terra
Patología de la construcción
Bloques de Solo-Cemento

Introdução

A construção com terra é uma prática muito comum na história da humanidade. Segundo Houben e Guillaud (2006) ^[1], há cerca de 10 mil anos, a terra começou a ser empregada para a construção de casas e cidades e desde então, tem sido um dos principais materiais construtivos utilizados no mundo. No Brasil, a construção em terra foi fortemente empregada durante o período colonial e chegou a representar o principal sistema construtivo entre os anos de 1530 e 1822 (MENDES ET AL., 2011) ^[2]. O exemplo mais antigo de que se tem registro no Brasil, e ainda está em funcionamento, é a Igreja dos Santos Cosme e Damião, que foi erguida em taipa, no ano de 1535 no Recife (SANTOS, 2015) ^[3] o que comprova o potencial e a durabilidade deste material quando são empregados os procedimentos construtivos adequados. Porém, com a entrada de produtos manufaturados após abertura dos portos a construção em terra passou a ser considerada uma técnica ultrapassada e precária (MENDES ET AL., 2011) ^[2].

Em 1929, Ralph Proctor começou alguns estudos que permitiram o início do desenvolvimento de um material mais durável: o solo-cimento (MIELI, 2009) ^[4]. A partir disso, as práticas de construção em terra voltaram a ter visibilidade no cenário da construção civil, apesar de ainda serem pouco utilizadas quando comparadas as técnicas construtivas convencionais, como o concreto armado e tijolos cerâmicos, por exemplo.

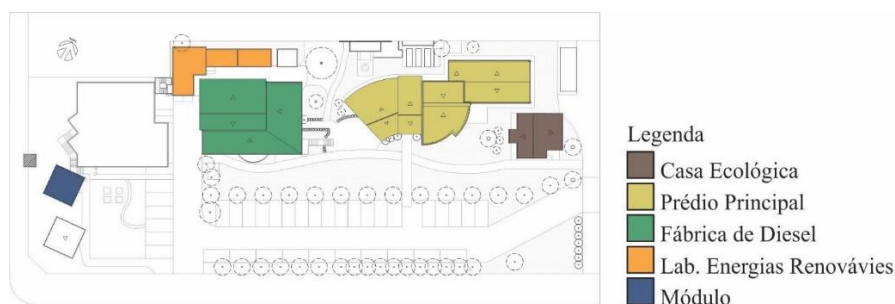
Entende-se por solo-cimento a mistura de terra, água e uma baixa quantidade de cimento que promove a estabilização química do sistema, proporcionando uma melhora das características mecânicas, como aumento a resistência por compressão, tração e cisalhamento, na coesão e na resistência à erosão do vento e da chuva. Cid, Mazarrón e Cañas (2011) ^[5] elencam as principais normas e regulamentos que abordam a construção em terra desenvolvidos por países no mundo todo e destacam que a maioria aborda somente a normatização da terra estabilizada. O Brasil, de 1986 até 1996, produziu 13 normas técnicas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), porém, atualmente apenas seis estão vigentes: NBR 10833:2012^[6], NBR 10834:2012^[7], NBR 10836:2013^[8], NBR 8492:2012^[9], NBR 13553:2012^[10], NBR 8491:2012^[11] (CID ET AL., 2011) ^[5].

Os processos de estabilização a partir da adição de cimento Portland na mistura são os mais utilizados hoje em dia. O teor de cimento necessário à estabilização depende da composição granulométrica e mineralógica da terra, do teor de umidade da mistura e do grau de compactação (BARBOSA; GHAVAMI, 2010) ^[12]. Segundo Barbosa e Ghavami (2010) ^[12] a adição de 6% de cimento na terra já produz efeitos satisfatórios. Entretanto, a adição de cimento na mistura, apesar de aumentar a durabilidade do sistema, não garante que ele não sofrerá com algum dos principais agentes de degradação como ações mecânicas do solo, erosão, condensação do vapor de água ou a infiltração e absorção de água. Segundo Helene (1992) ^[13], o surgimento de manifestações patológicas em uma construção não está relacionado somente ao tipo de material empregado, estas podem ser resultado de um projeto mau elaborado, por exemplo, ou até mesmo, podem ter relação com a fase de operação do edifício.

O presente trabalho apresenta um estudo de caso realizado no Instituto Virtual Internacional de Mudanças Globais – IVIG – COPPE/UFRJ, construído em 2005, na Ilha do Fundão – Cidade Universitária, no Rio de Janeiro que utilizou o bloco de solo-cimento como principal componente construtivo. O objetivo é identificar as diferentes manifestações patológicas encontradas neste conjunto de edifícios, expor as suas principais causas e mecanismos, além da análise das ações corretivas que foram realizadas nos últimos anos, tendo como metodologia a inspeção visual, mapeamento de danos, análise de projeto e composição dos materiais que foram empregados na construção.

O IVIG

O Instituto Virtual Internacional de Mudanças Globais (IVIG) está localizado na Ilha do Fundão na Cidade Universitária. O instituto foi construído em 2005 e é formado por um conjunto de edifícios sendo que para o este trabalho só serão estudados os seguintes: a Casa Ecológica, o Prédio Principal, a Fábrica de Biodiesel, o Laboratório de Energia Renováveis e o Módulo (ver Figura 1). Foram adotados dois sistemas construtivos na construção do instituto: alvenaria autoportante de blocos de solo-cimento e estrutura metálica. A estrutura metálica foi adotada apenas na construção do Laboratório de Energias Renováveis, os demais edifícios são todos em alvenaria autoportante. Vale ressaltar que no Prédio Principal, onde está localizado o auditório, há uma estrutura independente que sustenta a cobertura no trecho do auditório, sendo esta uma exceção dentro do projeto. Todos os edifícios que serão estudados neste trabalho foram construídos com blocos de terra comprimido (BTC) estabilizados com cimento portland fabricados pela empresa Tijolos Lapin. Estes tijolos são fabricados com um tipo selecionado de saibro, que é o solo encontrado na região de Magé, onde está localizada a fábrica. Esse solo passa por uma correção granulométrica com a adição de uma porcentagem de areia lavada de acordo



com as determinações dos ensaios laboratoriais, e assim é estabilizado com cimento Portland. Segundo a empresa Tijolos Lapin⁴, todo o processo de fabricação dos BTC é realizado segundo critérios rigorosos de qualidade, sendo assim, é feito periodicamente testes, por amostragem, realizados no Instituto de Cerâmicas Vermelha de Três Rios – FIRJAN – que atestam a qualidade dos BTC.

Figura 1: Imagem aérea do IVIG Fonte: IVIG

Metodologia

Para o presente trabalho são apresentadas as manifestações patológicas encontradas nas alvenarias externas do edifício. Não foi possível realizar uma vistoria, da cobertura e das fundações, que poderiam fornecer dados complementares para a análise em questão. Com relação as paredes internas dos edifícios, também não foi realizado nenhuma análise pois estas não apresentam nenhuma manifestação patológica significativa. As cinco construções foram analisadas segundo a metodologia a seguir:

- Inspeção Visual:** Busca-se nesta etapa a verificação de caráter qualitativo das fundações e das paredes de alvenarias externas, realizando registro fotográfico localizando os danos em planta através de um mapeamento de danos.
- Identificação e Classificação:** Objetivou-se a análise qualitativa do processo físico de degradação quanto a presença de 1.Fissuras, 2.Eflorescência, 3.Aparecimento de mofo e 4.Desagregação dos blocos solo-cimento. Com isso, pode-se determinar as causas e

⁴ Informações retiradas do site da empresa <http://lapintijolos.com.br/>

apontar para a origem do problema que pode ser problemas de 1. Projeto, 2. Elementos Construtivos, 3. Construção e 4. Uso.

- c) **Recomendações Técnicas:** Definiu-se as recomendações técnicas a serem realizadas para as manifestações patológicas identificadas que foram agrupadas em trabalhos de 1. Recuperação, 2. Limitação da utilização ou 3. Demolição. Quando forem indicadas para a recuperação indica-se as possíveis técnicas aplicáveis e os materiais que devem ser empregados.

Manifestações Patológicas em Construções de solo-cimento

O termo patologia da construção pode ser entendido como estudo dos sintomas, mecanismos, causas e as origens dos danos ocorridos em uma edificação, de forma a realizar um bom diagnóstico e assim, propor uma medida corretiva adequada (VERÇOZA, 1991) [14].

A partir da identificação das manifestações patológicas em um dado edifício, é importante buscar entender quais são os mecanismos que levaram ao surgimento daquelas patologias. Uma vez identificados os mecanismos, deve-se investigar a sua origem que pode ser um resultado de um mau projeto ou planejamento, emprego de materiais e componentes de baixa qualidade, má execução da obra ou pode estar relacionado, também, com a utilização da construção (HELENE, 1992) [13]. Segundo Grunau (1981) *apud* Helene (1992) [13] grande parte das manifestações patológicas tem origem na fase de projeto, o que corresponde a 40% dos casos, seguida da etapa de execução, que corresponde a 28%.

Serão apresentadas as manifestações patológicas encontradas nos cinco prédios do IVIG que foram selecionados para análise. Foi realizado o mapeamento de danos de cada edifício.

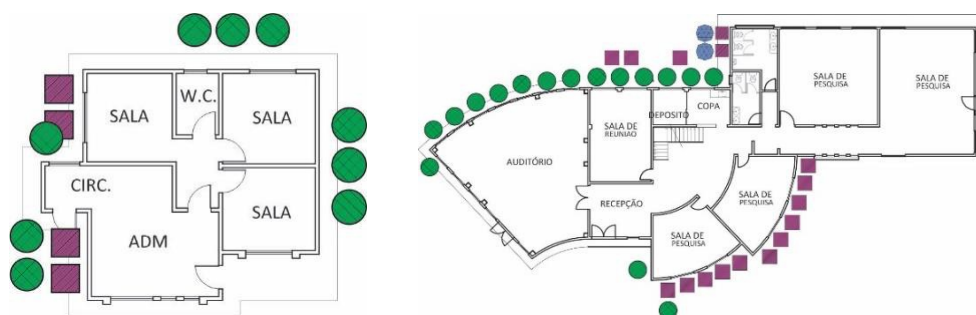


Figura 2: Planta Casa Ecológica e Planta Prédio Principal - Mapeamento de Danos **Fonte:** Autora



Figura 3: Planta Fábrica de Biodiesel e Planta Laboratório de Biodiesel – Mapeamento de Danos **Fonte:** Autora

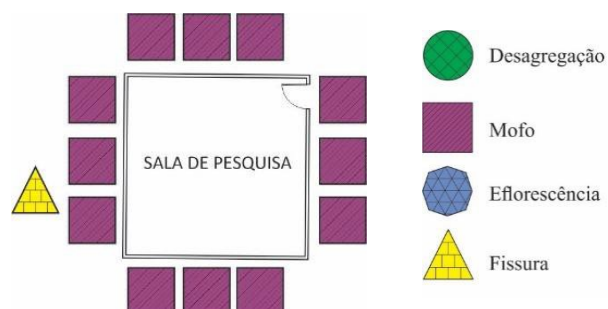


Figura 4: Planta Módulo – Mapeamento de Danos **Fonte:** Autora

A inspeção *in loco* possibilitou a identificação de diferentes manifestações patológicas como as fissuras, eflorescências, a desagregação dos blocos e aparecimento de mofo nas paredes.

Desagregação dos blocos

A desagregação dos blocos é a perda de massa do bloco devido a ação de algum agente externo. De acordo com o mapeamento de danos, este é um problema presente em quase todos os edifícios estudados e todos os casos identificados, foram causados pela presença de água, tanto da chuva, como nas figuras 5, 6 e 8, como de possíveis vazamento nas instalações de ar condicionado, como na figura 7 e 8. Apesar da fundação do edifício ter sido projetada e executada corretamente, verificou-se no projeto a ausência de beirais ou beirais muito curtos. Estes são elementos de proteção que evitam o contato da água da chuva com a edificação, prevenindo assim a desagregação. No caso das figuras 5 e 6, apesar da estrutura ser autoportante o dano causado não é considerado grave, porém, é necessário que haja uma prevenção para que não ocorram danos mais intensos nas paredes. Sendo assim, por ser um ser um dano de origem projetual, aconselha-se que sejam instalados beirais de forma a minimizar a ação da água da chuva.

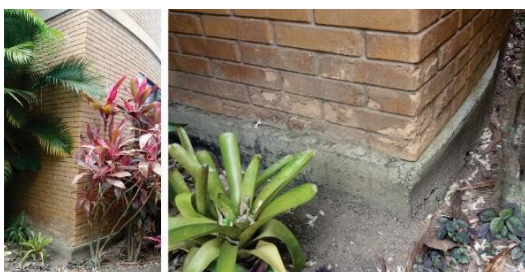


Figura 5 : Parede externa da sala de pesquisa que sofreu desagregação **Fonte:** Autor

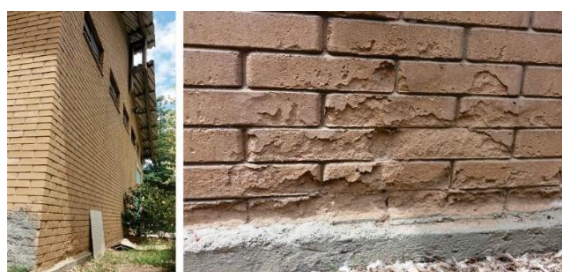


Figura 6: Parede externa lateral ao auditorio que sofreu desagregação **Fonte:** Autor

Na figura 7 pode-se observar que, em toda a extensão da parede onde foram instalados os aparelhos de ar condicionado, onde também há a desagregação dos blocos. Acredita-se que esse dano seja resultado tanto da ação da água de chuva como da água presente nas instalações de ar condicionado. Possivelmente, as instalações de ar condicionado não foram previstas em projeto e houve a necessidade de adapta-las após o término da obra. É provável que tenha ocorrido problemas de vazamento dessas instalações causando assim, a desagregação tão intensa da parede. Neste caso a origem do problema está no projeto e no uso da edificação. Se os equipamentos tivessem sido previstos em projeto não haveria a necessidade de qualquer tipo de adaptação como

foi feito neste caso, mesmo a adaptações poderiam ter sido planejadas levando em consideração possíveis vazamentos das instalações, o que não aconteceu nesse caso.



Figura 7: Parede externa com os aparelhos de ar condicionado **Fonte:** Autor



Figura 8: Parede externa ao auditório que sofreu desagregação **Fonte:** Autor

O caso da figura 8 também é um exemplo de desagregação dos blocos. Este é considerado um caso mais grave do que os apresentados anteriormente, uma vez que houve a perda de mais da metade da massa dos blocos. Entretanto, apesar do dano ser considerado grave este não apresenta riscos estruturais ao edifício, pois essa parede pertence ao auditório que, como foi dito anteriormente, possui uma estrutura independente e sendo assim, suas paredes são apenas de vedação. É possível verificar na figura que foi aplicada uma argamassa sobre os blocos de solo-cimento na tentativa de corrigir os danos identificados. Porém, como o processo de degradação dos blocos não cessou, é possível inferir que a argamassa aplicada não foi a adequada, provavelmente foi utilizada um material a base de cimento portland. Neste caso, ao realizar uma ação corretiva em paredes de solo-cimento é importante aplicar argamassa com características pozolânicas.

Aparecimento de mofos nas paredes

Foi verificado também o aparecimento de manchas de mofo em diversas fachadas dos edifícios estudados. O mofo é uma colônia de fungos que está diretamente ligado a existência de umidade nas paredes, normalmente aparece em paredes internas com pouca iluminação, entretanto como pode-se verificar na figura 9, também podem aparecer em paredes externas. Nesse caso, acredita-se que as manchas de mofo são resultado da infiltração de água da chuva. As manchas de mofo localizadas próximas ao topo da cobertura provavelmente foram causadas pela ausência de pingadeiras na parte superior do telhado. A ausência desses elementos provoca o acúmulo de água nos vértices da construção e assim começam a proliferação dos fungos. Além disso é importante que construções em solo-cimento tenham beirais largos que a protejam da chuva e como pode-se verificar na figura, não há beiral nesse trecho da construção.



Figura 9: Parede externa as salas de pesquisa com a presença de mofo **Fonte:** Autor

Figura 10: Parede externa da Casa Ecológica com a presença de mofo **Fonte:** Autor

Na figura 10 é possível verificar uma presença intensa de fungos na parede externa da Casa Ecológica, apesar da existência de beirais, que atuam como uma proteção para a parede. Como a mancha de mofo está localizada bem próximo ao chão, é provável que os beirais sejam curtos e assim não são suficientes para proteger a parede por completo. É possível também que o local tenha problemas de drenagem e por ser uma área de sombra, como é possível ver na figura 1, o problema acaba se agravando. Sendo assim, recomenda-se que seja feita a limpeza dessas regiões com uma escova de aço e aplicação de produtos químicos que impeçam a proliferação dos fungos. Todos os casos de aparecimento de mofos encontrados não apresentam nenhum risco estrutural para os edifícios estudados, assim, recomenda-se apenas a sua recuperação, pois potencializam a ocorrência de outros danos. Nos casos em que a origem do problema é projetual, recomenda-se a adequação do projeto quando possível, como no caso da figura 9, a instalação dos beirais é recomendada e no caso da figura 10, recomenda-se aumentar os beirais.

Fissuras

Segundo Grimm (1988) *apud* Holanda Jr. (1998) ^[15] as fissuras são as causas mais frequentes de falha de desempenho em alvenarias interferindo na durabilidade da construção. Entretanto, nem todos os casos de fissuras estão relacionados a danos estruturais, mas, a longo prazo, podem acabar resultando em outros problemas com o aparecimento de mofo, por exemplo.

Nesse estudo de caso, a fissuras são pouco frequentes e não conferem nenhuma ameaça estrutural para os edifícios. Segundo Valle (2008) ^[16] as fissuras podem ser causadas por diversos mecanismos como as movimentações térmicas, movimentações higroscópicas, sobrecarga, recalques de fundação e retração de produtos à base de cimento.

Nos edifícios estudados foram encontrados apenas quatro casos de fissuras e nenhum deles se configuram como danos estruturais aos edifícios. A figura 11 provavelmente foi causada por problemas de assentamento do bloco da hora da construção, o BTC pode ter rachado durante o transporte ou com o manuseio do profissional durante a execução.



Figura 11: Fissura no bloco de solo-cimento – Predio Principal **Fonte:** Autor

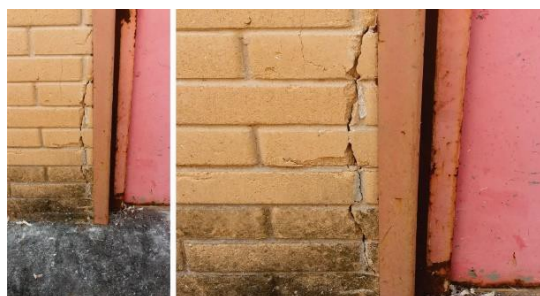


Figura 12: Fissura no bloco de solo-cimento – Prédio Principal **Fonte:** Autor

Já na figura 12, a fissura provavelmente foi causada por movimentação térmica. Essa manifestação patológica está localizada em uma fachada norte e assim recebe muita luz do sol

durante o dia. Como blocos de solo-cimento e a porta metálica possuem coeficientes de dilatação térmica diferentes, pode-se concluir que ao trabalhar, a porta metálica exerceu uma força sobre os blocos de solo-cimento que não foram capazes de suportá-la e assim racharam. É sugerido que seja feita uma inspeção mais detalhada do dando, é de extrema importância que seja inspecionado a parte interna dessa parede para assim chegar a uma resposta conclusiva.

O módulo também apresenta fissuras. De acordo com Valle (2008) ^[16] os BTC estabilizados com cimento estão muito suscetíveis a sofrerem com movimentações higroscópicas que provocam variações dimensionais nos BTC. Essas variações estão relacionadas com aumento ou diminuição do teor de umidade, ocasionando a expansão ou a retração respectivamente. De acordo com o IVIG, este módulo precisou passar por reparos intensos há alguns anos. Como podemos ver na figura 13, a fachada da construção era recoberta com um sistema de fachada naturada que era estruturado nas paredes da construção. A manutenção dessa fachada naturada implicava na realização de regas constantes que acabavam por umedecer demais suas paredes. Essa umidificação intensa provocou a infiltração da água de rega para a parte interna do módulo. Foi necessário então remover todo esse sistema de fachada verde e propor um outro, que não entrasse em contato com os BTC. Nesse caso é provável que essa fissura, figura 14, seja resultado de uma movimentação higroscópica, que causou uma variação dimensional do BTC. Essa movimentação foi causada pela infiltração de água proveniente da manutenção do sistema de fachada naturada. Portanto, a sua origem está relacionada a etapa de projeto edificação, pois esse sistema de fachada naturada que causou o dano estava previsto em projeto, conforme foi verificado nos desenhos cedidos pelo IVIG.



Figura 13: Antes e Depois do sistema de fachadas naturadas – do Módulo **Fonte:** IVIG



Figura 14: Fissura no bloco de solo-cimento – Módulo **Fonte:** Autor

Eflorescência

Segundo Uemoto (1988) *apud* Paz et al (2016) ^[17] a eflorescência é a formação de depósito salino na superfície de alvenarias, sendo constituída por sais de metais alcalinos, alcalinos-terrosos que podem ser solúveis ou parcialmente solúveis em água. Paz et al. (2016) ^[17] explica que a presença de água satura o material e os sais assim são dissolvidos migrando para a superfície da parede, e por evaporação a água é eliminada e os sais ficam depositados na superfície.

A figura 15 retrata a o processo de eflorescência que ocorre em umas das paredes da Fábrica de Biodiesel. Já foi realizado um emboço na parte de baixo da parede na tentativa de evitar o respingo da água da chuva. Entretanto, nota-se que o emboço não evitou a ascensão da umidade do solo por capilaridade e assim, surgiram manchas de eflorescência nesse trecho. Esse fenômeno está causando além das manchas de eflorescência, a desagregação dos blocos. Isso foi verificado durante a vistoria *in loco* quando se passou a mão sobre a superfície da parede e alguns farelos do material foram desintegrados dos blocos. Recomenda-se que seja realizado um diagnóstico mais

completo de tal manifestação patológica para assim verificar sua origem propor o tratamento adequado.



Figura 15: Eflorescência de solo-cimento – Módulo **Fonte:** Autor

Conclusão

A pesquisa realizada mostrou que é importante a realização de um estudo sobre as causas das manifestações patológicas antes de realizar qualquer tipo de tratamento na construção. Isso porque é relevante identificar a origem e os mecanismo que levaram a edificação a apresentar tais sintomas. Este trabalho abordou as principais manifestações patológicas encontradas no conjunto de edifícios do IVIG. Foi possível concluir que a maioria das manifestações patológicas apresentadas tem origem no projeto, na execução ou no uso. O solo-cimento, apesar de possuir normas específicas de fabricação que garantem a sua durabilidade, necessita que sejam tomadas algumas decisões em projeto que potencializem a duração dessa construção. A presença de beirais, por exemplo, a escolha correta do tipo de fundação, ou a execução correta desses elementos, são fatores que influenciam diretamente no desempenho das construções em solo-cimento. Como foi apresentado neste trabalho, nenhuma das manifestações patológicas tem origem nos elementos construtivos. É importante estar atento as recomendações projetuais, levando sempre em consideração o sistema e o material construtivo a ser empregado, além da manutenção contínua da edificação para evitar os possíveis danos.

Bibliografia

- [1] HOUBEN, H.; GUILLAUD, H. **Traité de Construction en Terre**. Marseille: Editions Parenthèses, 2006.
- [2] MENDES, F.R, VERÍSSIMO, F.; BITTAR, W. **Arquitetura no Brasil: de Dom João VI a Deodoro**. Rio de Janeiro, Imperial Novo Milênio, 2011.
- [3] SANTOS, Clarissa Armando dos. **Construção com terra no Brasil: Panorama, Normatização e Prototipagem com Terra Ensacada**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina – CT/UFSC – Florianópolis, SC, 2015.
- [4] MIELI, P. H. **Avaliação do Tijolo Modular de Solo-cimento como Material na Construção Civil**. Monografia (Graduação em Engenharia de Materiais) Escola Politécnica, Engenharia de Materiais, Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ. Rio de Janeiro, RJ, 2009.

- [5] CID, J.; MAZARRÓN, F.R.; CAÑAS, I. (2011). **Las normativas de construcción con tierra en el mundo**. Informes de la Construcción, 63(523), p. 159-169, jul/set, 2011.
- [6] ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 10834:2012 – Fabricação de Tijolo de solo-cimento com a utilização de prensa manual ou hidráulica**. Rio de Janeiro, Brasil: ABNT
- [7] ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 10834:2012 – Bloco de solo-cimento sem função estrutural**. Rio de Janeiro, Brasil: ABNT
- [8] ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 10836:2012 – Bloco de solo-cimento sem função estrutural — Análise dimensional, determinação da resistência à compressão e da absorção de água — Método de ensaio**. Rio de Janeiro, Brasil: ABNT
- [9] ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 8492:2012 – Tijolo de solo-cimento — Análise dimensional, determinação da resistência à compressão e da absorção de água — Método de ensaio**. Rio de Janeiro, Brasil: ABNT
- [10] ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 13553:2012 – Materiais para emprego em parede monolítica de solo-cimento sem função estrutural — Requisitos**. Rio de Janeiro, Brasil: ABNT
- [11] ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 8491:2012 – Tijolo de solo-cimento — Requisitos**. Rio de Janeiro, Brasil: ABNT
- [12] BARBOSA, N. P. S; GHAVAMI. K. **Terra Crua para Edificações**. In: Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais. São Paulo: IBRACON, 2010, 2ª. Ed. v.2. Cap.25.p.1565 – 1598.
- [13] HELENE, P. **Manual para reparo, reforço e proteção das estruturas de concreto**. São Paulo, Pini, 1992.
- [14] VERÇOZA, E.J. **Patologia das Edificações**. Porto Alegre, Sagra, 1991.
- [15] HOLANDA Jr., O.G. **Influência de recalques em edifícios de alvenaria estrutural**. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo, São Carlos, 2002.
- [16] VALLE, J.B.S. **Patologia das Alvenarias: Causa, diagnostico e previsibilidade**. Monografia (Especialização em Tecnologia da Construção Civil). Escola de Engenharia de Materiais e Construção, Universidade Federal de Minas Gerais, UFMG, Belo Horizonte, 2008.
- [17] PAZ, L.A.F.; COSTA, L.C.A.; PAULA, M. O.; ALMEIDA, W.J.; FERNANDES. F. A.S. **Levantamento de patologias causadas por umidade em uma edificação na cidade de Palmas – TO**. In: Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental Santa Maria, 2016, v. 20, n. 1, jan.-abr, p. 174-180.