Anais do Congresso Brasileiro de Patologia das Construções
CBPAT2016

Abril de 2016
ISSN 2448-1459

ANÁLISE DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM ALVENARIAS E ELEMENTOS ESTRUTURAIS DE EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS NA CIDADE DE MANAUS – ESTUDO DE CASO

RAFAEL. OLIVEIRA FRANK
Estudante de Engenharia Civil
Universidade do Estado do Amazonas
Amazonas; Brasil
rafael_oliveira_frank@hotmail.com

CARLA. SOUZA CALHEIROS
Professora e Engenheira Civil
Universidade do Estado do Amazonas
Amazonas; Brasil
carlasc2@hotmail.com

RESUMO

Com os grandes avanços e inovações tecnológicas na área de Engenharia Civil, as construtoras e os profissionais desse ramo, estão cada vez mais projetando e executando edificações mais longilíneas, com grandes vãos livres, menos pilares e lajes com espessuras reduzidas, proporcionando a redução de custos e elevando o padrão estético. Porém, essas características trazem implicações e tornam as estruturas mais amolgáveis, o que colabora para o surgimento das manifestações patológicas que são anomalias e falhas que ocorrem devido à ineficiência de uma ou mais etapas da construção civil, que compreende as seguintes fases: planejamento, projeto, execução, materiais e utilização. O presente artigo consiste em abordar esse tema, analisando essas enfermidades em edificações residenciais localizadas na cidade de Manaus através de inspeção predial, que é uma ferramenta técnica comumente aplicada para este tipo de atividade na área da Construção Civil. A partir dos resultados obtidos das inspeções prediais, as fissuras foram as principais manifestações patológicas detectadas nessas edificações (28,41%), decorrentes de diversas causas propiciando inúmeros problemas construtivos para as mesmas. Além disso, a alvenaria foi o elemento construtivo com maior índice de anomalias (51,14%), e constatou-se que a falha de execução (31,82%) e a falta de projeto (25,99%) são os principais agentes causadores para o surgimento dessas desconformidades. Portanto é imprescindível à utilização de profissionais qualificados e habilitados durante o desenvolvimento de uma construção.
Palavras-chave: patologia, inspeção predial, elementos construtivos.

ABSTRACT

With the great advances and technological innovations in the field of Civil Engineering, construction companies and professionals of this sector, are increasingly designing and running higher buildings and slender, with large spans, fewer columns and slabs with reduced thickness, providing the reduction raising the costs and aesthetic pattern. However, these features have implications and make them more deformable structures, which contributes to the onset of pathological manifestations that are anomalies and failures occurring due to inefficiencies in one or more stages of construction, comprising the following phases: Planning, Design, execution, materials and use. This aims at addressing this issue, analyzing these diseases in residential buildings located in the city of Manaus through building inspection, which is a technical tool commonly applied for this type of activity in the area of Construction. From the results obtained from building applications, the cracks were the main pathological manifestations detected in these buildings (28.41%), resulting from various causes providing numerous construction problems for them. In addition, masonry construction element was more anomalies index (51.14%), and it was found that the execution of failure (31.82%) and the lack of design (25.99%) are the major causative agents for the emergence of these nonconformities. Therefore it is essential the use of qualified and skilled professionals for the development of a building.
Keywords: Pathology, building inspection, constructive elements.

Abril de 2016
ISSN 2448-1459

1. INTRODUÇÃO

Com a evolução do concreto armado na Engenharia Civil, ocorreram profundas alterações no comportamento das alvenarias, e consequentemente desencadeando o aparecimento de manifestações patológicas sem terem sido estudadas antecipadamente [1].

A falta de planejamento na programação de recebimento dos materiais, a escolha imprópria de um sistema construtivo, falta de mão-de-obra qualificada, o transporte incorreto de material dentro do canteiro de obra, entre outras falhas, podem gerar problemas durante a execução da obra. Além disso, A aceleração do processo construtivo também pode comprometer a durabilidade da edificação, pois locais que necessitam de reparos muitas vezes são colocados em segundo plano, priorizando assim a velocidade de execução em detrimento da qualidade [2].

Em todos estes casos, que geralmente são cometidos em canteiros de obra, eleva-se o tempo de serviço e os custos com retrabalhos que não estavam previstos em orçamento e poderiam ser minimizados com um esclarecimento maior sobre suas causas e consequências [2].

A existência de manifestações patológicas em alvenarias e principalmente em estruturas de concreto armado é um problema de grande importância, não somente do ponto de vista econômico, ao originar gastos de recuperação e diminuir a vida útil das edificações, mas também por atingir o usuário sob o ponto de vista de conforto, salubridade e satisfação psicológica dentro da moradia [3].

A manutenção e as reformas tem se tornado questões difundidas e problemáticas em alguns países, principalmente quando se analisa em termos de custos. Já que esses serviços exigem gastos de bilhões acarretando em um grande impacto econômico, chegando a representar até 50% dos gastos feitos em construções em alguns casos [4].

Outro fator que deve ser abordado é a segurança, uma vez que manifestações patológicas mal recuperadas ou desprezadas podem levar à ruina da estrutura que compõe uma edificação, colocando em risco à vida dos usuários [3].

Patologia da construção é o estudo das causas, efeitos e consequências do desempenho insatisfatório da edificação, tendo seu estudo indicado para apurar responsabilidades, corrigir defeitos de construção e principalmente prevenir e evitar defeitos futuros na mesma [5].

As regiões mais críticas para problemas na construção causados por fatores ambientais são as costeiras e regiões muito úmidas, como o Amazonas [6].

A busca de literatura referente ao tema da pesquisa para a cidade de Manaus encontra-se escassa. Logo, se faz então necessária a ênfase nesta área, uma vez que essa região apresenta vários fatores propícios para a ocorrência de manifestações patológicas, tais como: umidade relativa do ar alta, elevadas temperaturas, mão de obra qualificada precária, entre outros. Portanto um levantamento das manifestações patológicas no Estado do Amazonas e suas origens são de grande relevância para se verificar as causas mais incidentes de deterioração e, assim, alertar os profissionais da área para que se tomem medidas preventivas, objetivando ter construções mais duráveis com qualidade e segurança.

2. OBJETIVO

Analisar as principais manifestações patológicas identificadas nas alvenarias e nos elementos estruturais de edificações residenciais localizadas na Cidade de Manaus através de inspeções prediais.

3. METODOLOGIA

A tipologia de edificação em análise foi adotada como estudo de caso, devido o alto índice de manifestações patológicas nessas construções, cuja maior parte delas não possui um acompanhamento de profissionais qualificados para desenvolverem e administrarem suas etapas de projeto, execução e manutenção.

O fluxograma seguinte (Figura 1) demonstra todas as etapas que foram desenvolvidas para a realização do projeto em estudo, no qual foi realizada uma adaptação à metodologia proposta pelo Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia (IBAPE).

Abril de 2016
ISSN 2448-1459

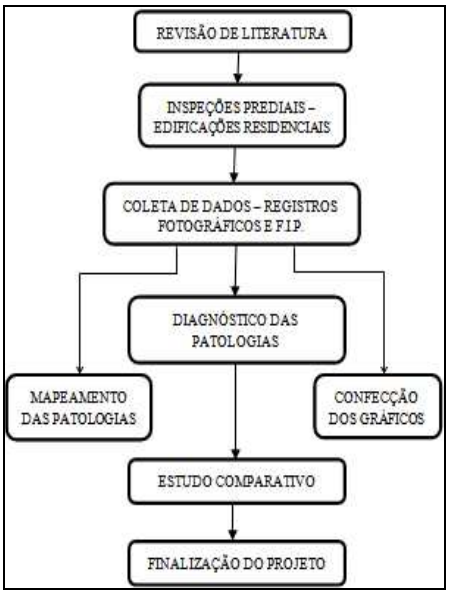


Figura 1: Etapas da metodologia proposta

O projeto iniciou-se com a revisão de literatura do tema abordado, através de pesquisa em livros, sites, monografias, teses e artigos referentes às patologias em edificações residenciais. Houve também o levantamento das normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e das normas do IBAPE relacionadas à inspeção predial.

Para o desenvolvimento e aprofundamento do estudo de caso, realizaram-se inspeções prediais em seis edificações residenciais constituídas de sistemas construtivos similares (convencionais), localizadas uma em cada zona da cidade de Manaus-AM (norte, sul, leste, oeste, centro-sul e centro-oeste).

As inspeções foram executadas através de fotografias, Ficha de Inspeção Predial (F.I.P.), e fissurômetro (instrumento empregado para aferição de fissurações), a fim de obter informações das anomalias identificadas, tendo a finalidade de gerar o diagnóstico das mesmas. Além disso, elaboraram-se gráficos (tipologia, locais e origens patológicas) e mapeamentos das patologias nas edificações para a explanação dos resultados obtidos.

Posteriormente, com a conclusão dos diagnósticos das patologias, desenvolveram-se uma análise quantitativa e um estudo comparativo das patologias entre as edificações, a fim de averiguar a existência ou não de uma semelhança na ocorrência dessas anomalias (origens, causas, mecanismos, etc.) entre as zonas da capital do Amazonas.

4. REVISÃO LITERÁRIA

4.1 Manifestações Patológicas na Construção Civil

As patologias em edificações são definidas como “um conjunto de manifestações patológicas que ocorrem durante a fase de execução, ou ainda adquiridas ao longo dos anos e que venha prejudicar o desempenho esperado de uma edificação” [7]. A engenharia define o termo patologia para estudar nas construções as manifestações, suas origens, seus mecanismos de ocorrência das falhas e seus defeitos que alteram o aspecto estrutural e visual de uma edificação [8].

O surgimento de problemas patológicos em uma estrutura está relacionado a diversos fatores, sendo muitas vezes decorrência de um conjunto destes, que acabam por desencadear em anomalias na edificação. É de grande relevância o conhecimento destes fatores, pois para se determinar que medidas técnicas devam ser tomadas diante de uma estrutura que apresenta alguma manifestação patológica, faz-se necessário conhecer o adequado diagnóstico dessa anomalia, para poder executar de forma eficiente, proporcionando uma recuperação adequada ao tipo de problema apresentado [9].

Geralmente, as principais patologias encontradas na parte estrutural das edificações, são: fissurações, corrosão da armadura e carbonatação do concreto; que prejudicam na maior parte a durabilidade e o desempenho da edificação. Em relação à alvenaria podem ser identificados como enfermidades: fissurações, eflorescências, bolores, destacamentos, entre outros; que por sua vez, são menos graves em comparação às patologias estruturais.

4.1.1 Inpeção Predial

A inspeção predial "é a análise isolada ou combinada das condições técnicas, de uso e de manutenção da edificação" [10]. Seguindo este conceito, a Norma de Desempenho define como "verificação das condições de uso e de manutenção preventiva e corretiva da edificação, através de metodologia técnica" [11].

A Inspeção Predial classifica as deficiências constatadas na edificação com visão sistêmica, apontando o grau de risco observado para cada uma delas e gera uma lista de prioridades técnicas com orientações ou recomendações para sua correção. Nos trabalhos de inspeção predial, as anomalias e falhas são separadas, pois segundo a norma de Inspeção Predial do IBAPE/SP, as anomalias estão relacionadas às deficiências de ordem construtiva ou funcional, e as falhas possuem origem em atividade de manutenção, uso e operação inadequada ou inexistente [12].

4.1.2 Patologia em alvenaria

A alvenaria é o sistema construtivo mais adotado nas edificações do Brasil, entretanto mesmo sendo uma técnica antiga, ainda é perceptível a ocorrência de manifestações patológicas nas alvenarias e nos revestimentos [13].

Diversos fatores podem contribuir para o aparecimento de patologias nas alvenarias, são eles: componentes dos blocos, argamassa de assentamento e revestimento, recalques diferenciados em fundações, movimentações higroscópicas e térmicas, infiltrações, entre outros [14]. A seguir serão explanadas algumas das principais anomalias ocorridas em alvenaria, que são as seguintes: fissuração, eflorescência e bolor.

4.1.2.1 Fissuração

A alvenaria apresenta, geralmente, bom comportamento à compressão, contudo o mesmo não ocorre em relação às solicitações de tração, flexão e cisalhamento, que no qual provocam a maioria dos casos de fissuração [15].

As fissurações são um dos problemas mais comuns nas alvenarias, cujas causas nem sempre são facilmente identificadas, porém, o conhecimento das mesmas é de fundamental importância para a adoção dos procedimentos adequados de correção. As fissurações podem ser passivas ou ativas, na qual as passivas quando chegam à sua máxima amplitude, estabilizam-se devido ao cessamento das causas que as geraram, como é o caso das fissuras de retração hidráulica. Enquanto as fissurações ativas são produzidas por ações de magnitude variáveis que provocam deformações também variáveis no concreto, é o caso das fissuras de origem térmica e de flexão provocadas por ações dinâmicas [15]. É importante verificar se a fissuração aumenta ou se está estabilizada. Se progridir, podem existir problemas na fundação ou na estrutura, portanto, deve ser avisado o engenheiro calculista. Caso contrário, a situação não é grave, mas poderá causar complicações aos usuários, seja de infiltração de água, como de estético [16]. Entre as diversas patologias, a fissuração pode ser considerada a que ocorre, ou pelo menos a que chama mais atenção dos proprietários [17], na qual é classificada da seguinte forma (Tabela 1):

Tabela 1 – Classificação da fissuração quanto à espessura da ruptura

PATOLOGIA	Fissura	Trinca	Rachadura	Fenda	Brecha
ABERTURA (mm)	< 0,5	0,5 a 1,5	1,5 a 5,0	5,0 a 10,0	> 10,0

Fonte: Olivari, 2003.

4.1.2.2 Eflorescência

Eflorescências são resultantes de depósitos salinos na superfície de alvenarias, proveniente da migração de sais solúveis presentes nos materiais e/ou componentes de alvenaria. As eflorescências podem alterar a aparência da superfície sobre a qual se depositam, e em determinados casos seus sais constituintes podem ser agressivos, causando desagregação profunda, como no caso dos compostos expansivos [18]. Para a ocorrência da eflorescência devem existir concomitantemente as seguintes condições: existência de teor de sais solúveis nos materiais ou componentes da alvenaria, presença de água e pressão hidrostática [19].

4.1.2.3 Bolor

O surgimento de bolor está relacionado à existência de umidade. É comum o aparecimento de bolores em paredes umedecidas por infiltração ou vazamento de tubulações. A manifestação de bolores é devido à alteração na superfície de diferentes materiais, sendo consequência do desenvolvimento de microorganismos. Esses organismos possuem seus desenvolvimentos afetados com as condições ambientais, sendo a umidade um fator essencial [19].

4.1.3 Patologias Estruturais

Abril de 2016
ISSN 2448-1459

Em sequência serão apresentadas as principais patologias ocorridas frequentemente em elementos estruturais (lajes, vigas e pilares), são elas: fissuração, carbonatação e corrosão.

4.1.3.1 Fissuração

A fissuração em elementos estruturais de concreto armado é inevitável, devido à grande variabilidade e à baixa resistência do concreto à tração; mesmo sob as ações de utilização, valores críticos de tensões de tração são atingidos. Podem ainda ocorrer por outras causas, como retração plástica térmica ou devido às reações químicas do concreto nas primeiras idades, devendo ser evitadas por cuidados tecnológicos, como a definição do traço e da cura do concreto [20].

De maneira geral, a presença de fissuras com aberturas que respeitem os limites dados na NBR 6118:2014, em estruturas bem projetadas, construídas e submetidas às cargas previstas na normalização, não implicam em perda de durabilidade ou perda de segurança quanto aos estados-limites últimos da edificação [20].

4.1.3.2 Carbonatação

Carbonatação é o processo pelo qual o concreto sofre a agressão do dióxido de carbono (CO_2) presente no meio, transformando o hidróxido de cálcio ($Ca(OH)_3$) presente no concreto, em carbonato de cálcio ($CaCO_3$) mais água, gerando a diminuição da alcalinidade e a redução de volume da peça estrutural (retração por carbonatação) [10].

No processo de carbonatação, uma fina camada superficial do concreto se carbonata rapidamente, enquanto que o interior do mesmo fica inalterado. Essas duas zonas denomina-se frente de carbonatação, na qual é constituída de uma superfície irregular separando a zona carbonatada da zona não-carbonatada [18]. A velocidade e a profundidade de carbonatação alteram com os seguintes fatores: a exposição da estrutura ao meio ambiente, a concentração de gás carbônico na região, a umidade e temperatura do meio, e a qualidade do concreto [21].

As construções de concreto apresentam, em geral, fissuras capilares, decorrentes de vários fatores, tais como: retração hidráulica, variação térmica, calor de hidratação, cura deficiente, etc. Eventuais fissuras profundas, que alcancem a armadura, permitem a ação do ar e umidade, provocando a corrosão, independente da carbonatação. A carbonatação se dá também nas fissuras e nas faces laterais das mesmas, não sendo maior do que a carbonatação superficial [18].

4.1.3.3 Corrosão

A corrosão de armaduras em estruturas de concreto constitui um dos problemas de maior impacto na área de patologia das construções, que trazem grandes prejuízos econômicos para a sociedade. Seguindo este apontamento, o custo médio de um país para a recuperação dos prejuízos causados pela corrosão, gira em torno de 3,00% do PIB [22].

O fenômeno de corrosão da armadura no concreto é de natureza eletroquímica, que pode ser acelerado pela presença de agentes agressivos externos, internos, incorporados ao concreto ou gerados pelo meio ambiente. Para haver corrosão, devem ocorrer alguns fatores tais como presença de oxigênio, umidade e o estabelecimento de uma célula de corrosão eletroquímica. O mecanismo de corrosão eletroquímica ocorre basicamente devido à presença de água no concreto, que aliada a outros elementos nocivos, é a grande responsável pelo ataque das armaduras [23].

O concreto oferece uma dupla proteção para a armadura: proteção física, separando o aço do contato direto com o meio externo; e proteção química, conferida pelo elevado pH (potencial hidrogeniônico) do concreto, no qual promove a formação de uma película protetora que envolve a armadura [24]. A corrosão pode ser classificada em generalizada e localizada. A corrosão generalizada ocorre de forma mais ou menos uniforme, surgindo em extensas áreas do aço, enquanto a corrosão localizada apresenta-se em uma superfície limitada e, normalmente, tende a se aprofundar de modo mais rápido do que em um processo de corrosão generalizada [24]. Os tipos de corrosões mais frequentes são a generalizada irregular (iniciada pela carbonatação do concreto, que atua na forma de uma frente e gera a corrosão ao longo do metal) e a puntiforme ou por pites (formada pela ação dos íons cloreto, com ação localizada em relação à ruptura da película passivadora da armadura) [24].

Abril de 2016
ISSN 2448-1459

5. RESULTADOS

5.1 Inspeção predial

As inspeções prediais foram realizadas em seis edificações residenciais localizadas uma em cada zona da cidade de Manaus (escolhidas aleatoriamente), conforme ilustra a Figura 2. Todas elas possuem sistemas construtivos convencionais, confeccionadas a partir de elementos estruturais de concreto armado e alvenarias compostas por blocos cerâmicos de vedação, no qual esse tipo de sistema construtivo é amplamente empregado na região manauara.



Figura 2: Mapa da Cidade de Manaus com a localização das edificações analisadas: (1) Bairro Cidade de Deus; (2) Bairro Centro; (3) Bairro do Coroado; (4) Bairro Tarumã; (5) Bairro Flores; (6) Bairro da Paz

Em sequência, serão apresentados os resultados coletados durante o desenvolvimento das inspeções prediais, através dos mapeamentos patológicos (plantas baixa das edificações com a localização das patologias detectadas) e dos histogramas de incidências patológicas das edificações, decorrentes do uso de registros fotográficos e da Ficha de Inspeção Predial (F.I.P.). Posteriormente, estão ilustrados os gráficos referentes à tabulação das patologias descobertas, relacionados ao grau de incidência dos tipos patológicos existentes, o nível de ocorrência dos locais patológicos nos elementos construtivos e a porcentagem das possíveis origens para o surgimento dessas anomalias nas edificações.

5.1.1 Edificação 1 – zona norte

A edificação possui dois pavimentos com 272,00m² de área construída aproximadamente. A edificação 1 está localizada na Av. Santa Rosa, nº 1923, Bairro Cidade de Deus (zona norte), sendo uma edificação do tipo multifamiliar no qual residem duas famílias (8 pessoas no total). Segundo o proprietário da residência, a edificação foi construída em 2006 sem a concepção de projetos construtivos, e a execução das etapas construtivas não foram acompanhadas por profissionais competentes na área. Em relação à reforma ou manutenção, ainda não houve realizações desses serviços na residência. Abaixo estão os dados levantados durante a inspeção predial na edificação em estudo (Figura 3).

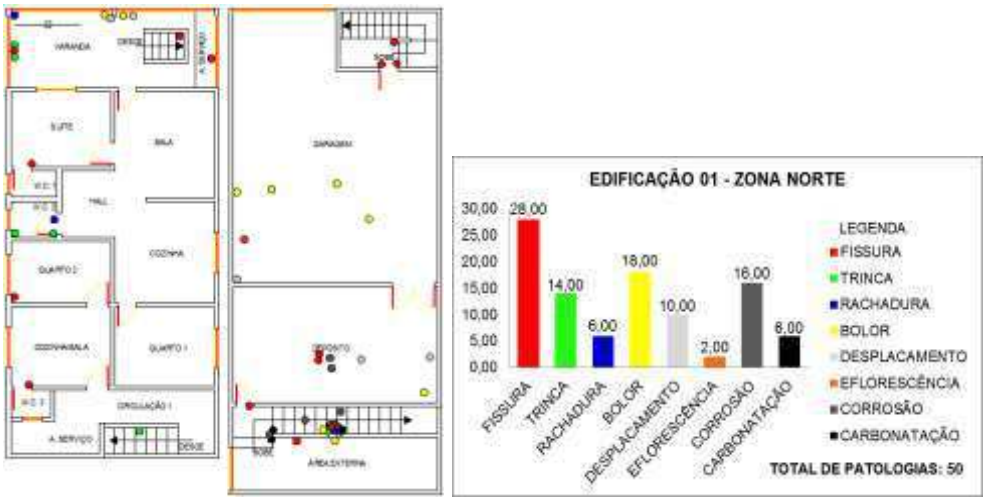


Figura 3: Mapeamento e incidência das patologias dos pavimentos térreo e superior respectivamente da Edificação 1

Abril de 2016
ISSN 2448-1459

5.1.2 Edificação 2 – zona sul

A edificação possui dois pavimentos tendo uma área total construída de 128,00m². A edificação 2 localiza-se na Rua Ratory, nº 49, Bairro Centro (zona sul), sendo uma edificação do tipo unifamiliar no qual residem sete pessoas. De acordo com a proprietária, a construção da edificação foi realizada por volta de 1988, não há projetos aprovados em órgãos competentes, e não foram contratados profissionais habilitados para a execução dessa construção. A última reforma ocorrida nesta edificação foi no início de 2014, relacionado à pintura dos ambientes interno e externo. Em sequência estão os resultados coletados durante a inspeção predial na residência em estudo (Figura 4).

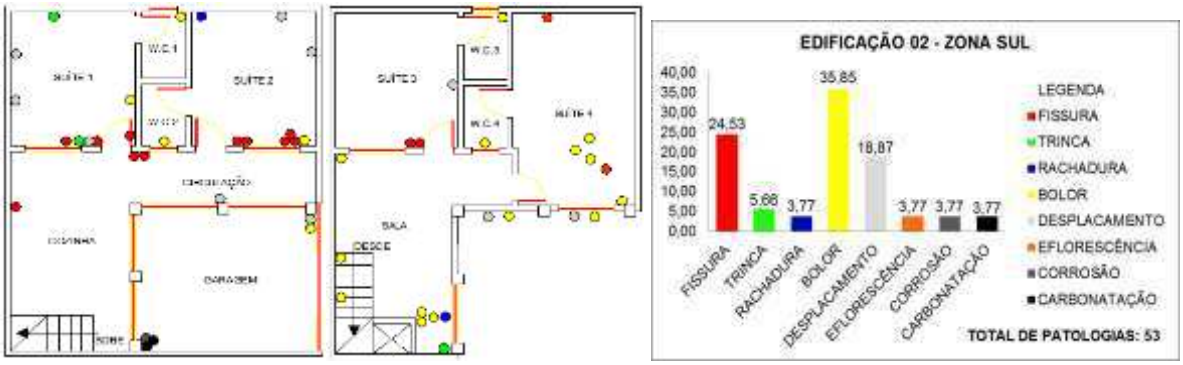


Figura 4: Mapeamento e incidência das patologias dos pavimentos térreo e superior respectivamente da Edificação 2

5.1.3 Edificação 3 – zona leste

A edificação possui uma área construída de 141,89m², na qual está localizada na Rua Santa Maria, nº40, Bairro Coroado (zona leste), sendo uma edificação do tipo unifamiliar de um pavimento no qual residem quatro pessoas. Conforme as informações fornecidas pela proprietária, a edificação foi constituída no início da construção do bairro em 1995. A construção não apresenta projetos e não houve a participação de profissionais competentes durante sua execução. A última reforma ocorrida nesta edificação foi em 2014, referente à impermeabilização da laje da garagem. Abaixo estão os dados levantados durante a inspeção predial nessa edificação (Figura 5).

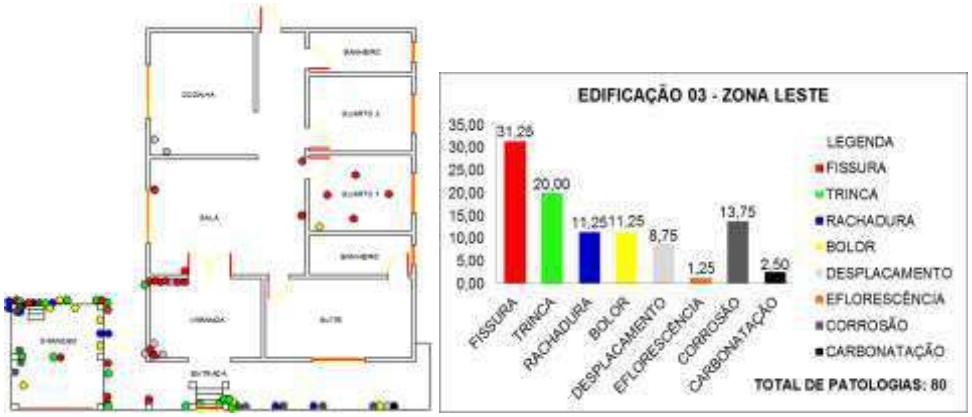


Figura 5: Mapeamento e incidência das patologias da Edificação 3

5.1.4 Edificação 4 – zona oeste

A edificação possui dois pavimentos tendo uma área total construída de 152,52m². A edificação 4 situa-se na Rua Praia dos Mosqueiros, nº27, Campo Salles, Bairro Tarumã (zona oeste), sendo uma edificação do tipo multifamiliar no qual residem três famílias (8 pessoas no total). Segundo a proprietária da residência, a construção do pavimento térreo foi realizada em 2000, e o superior foi construído recentemente em 2013. A edificação não possui projetos, e não foram contratados profissionais habilitados para administrarem as etapas dessa construção. Em relação à reforma e manutenção da mesma, nunca houve a realização desses serviços. A seguir estão os resultados coletados durante a vistoria na residência em estudo (Figura 6).

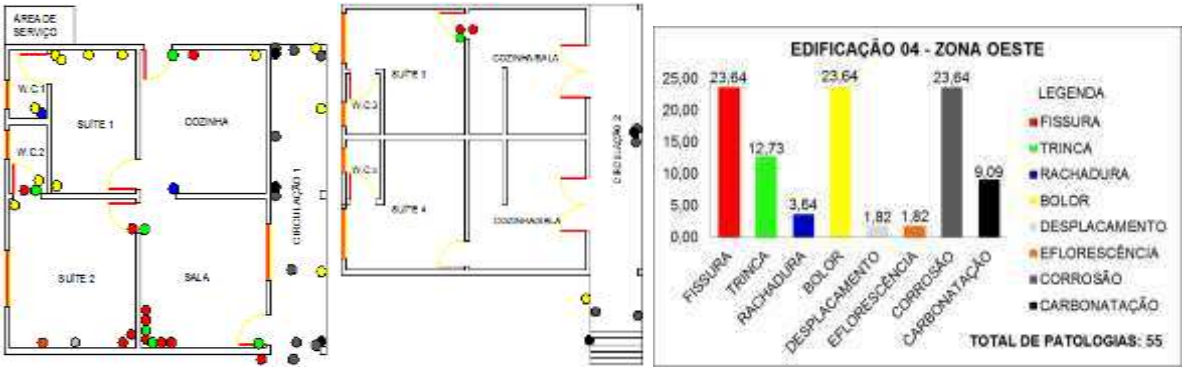


Figura 6: Mapeamento e incidência das patologias dos pavimentos térreo e superior respectivamente da Edificação 4

5.1.5 Edificação 5 – zona centro-sul

A edificação localiza-se na Rua Tocantins, nº16, Bairro Flores (zona centro-sul), sendo uma edificação do tipo unifamiliar (quatro usuários) de dois pavimentos, possuindo uma área total construída de 127,86m² aproximadamente. De acordo com o proprietário, a edificação foi construída no início de 1996, não apresenta projetos da construção e não houve a participação de profissionais habilitados durante sua execução. A última reforma ocorrida nesta edificação foi em 2013, referente à pintura das áreas interna e externa. Em sequência estão os dados levantados durante a inspeção predial na edificação citada (Figura 7).

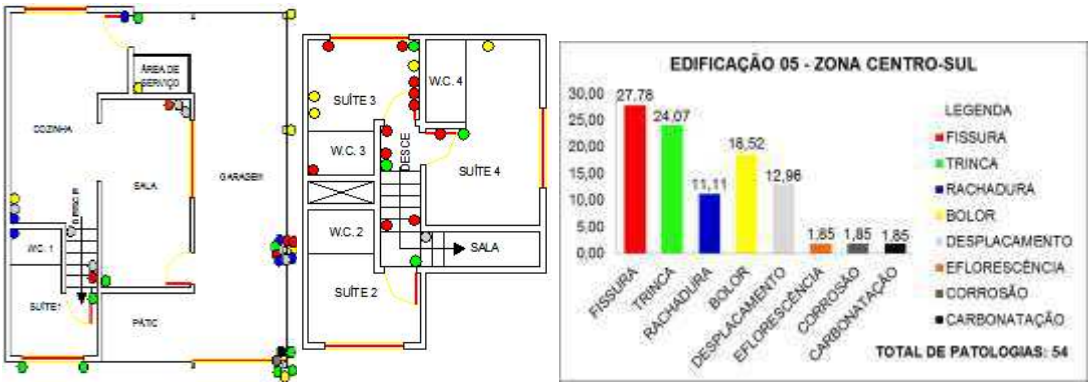


Figura 7: Mapeamento e incidência das patologias dos pavimentos térreo e superior respectivamente da Edificação 5

5.1.6 Edificação 6 – zona centro-oeste

A edificação situa-se na Rua Comandante Carlos Natrot, nº 22, Bairro da Paz (zona centro-oeste), sendo uma edificação do tipo unifamiliar de um pavimento no qual possui três residentes, apresentando uma área construída de 80,53m². Conforme os dados obtidos pela proprietária, a edificação foi constituída em 1996. O empreendimento não apresenta projetos e não houve a participação de profissionais qualificados durante sua execução. Em 2003, iniciou-se uma reforma nessa edificação, entretanto ainda existem serviços que não foram finalizados em algumas áreas da residência. Abaixo estão os resultados coletados durante a inspeção predial na edificação em estudo (Figura 8).

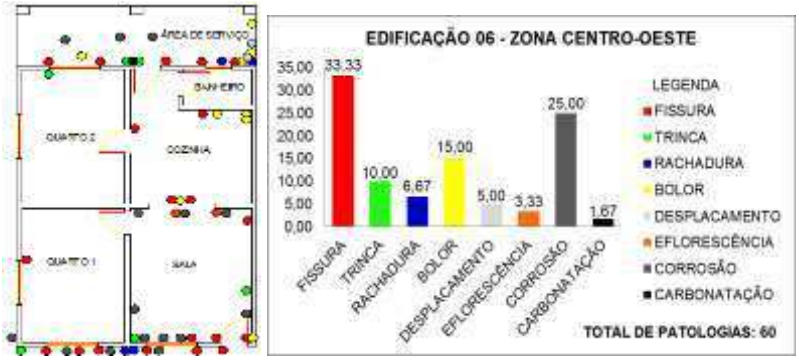


Figura 8: Mapeamento e incidência das patologias da edificação 6

Abril de 2016
ISSN 2448-1459

5.2 Diagnóstico das patologias

A partir dos resultados e análises obtidos das inspeções prediais, pode-se observar as condições atuais dessas residências domiciliares, e foi possível determinar as características das patologias identificadas nessas construções, no qual se possibilitou a obtenção do diagnóstico das mesmas.

Para demonstração desses diagnósticos, foi escolhida uma patologia de cada edificação, exemplificando suas principais especificações: origem, causa, sintoma, mecanismo, terapia (reparo, reforço ou recuperação) e profilaxia (medida preventiva). Em sequência, estão ilustrados as imagens das patologias com seus respectivos diagnósticos.

Tabela 2 – Diagnóstico das patologias

PATOLOGIA 01		EDIFICAÇÃO 01 - ZONA NORTE	PATOLOGIA 04		EDIFICAÇÃO 04 - ZONA OESTE
	ORIGEM	Falha de execução e Falta de projeto		ORIGEM	Falha de execução e Falta de projeto
	CAUSA	Cobrimento insuficiente das armaduras dos elementos estruturais		CAUSA	Falta ou má inserção da verga na parte superior da porta da cozinha
	SINTOMA	Corrosão da armadura da laje, viga e pilar		SINTOMA	Fissuração
	MECANISMO	Perda do cobrimento dessas peças ficando as armaduras expostas		MECANISMO	Falta de distribuição da sobrecarga acima da esquadria
	TERAPIA	Realização da escarificação do concreto, lavagem e uso de graute		TERAPIA	Colocação de reforços estruturais
	PROFILAXIA	Uso do cobrimento mínimo estabelecido pela NBR 6118:2014		PROFILAXIA	Colocação de vergas e contravergas em esquadrias
	OBS:	O pilar faz parte da sustentação da caixa d`água		OBS:	Rachadura inclinada em 45 graus e espessura e = 1,5 mm
PATOLOGIA 02		**EDIFICAÇÃO 02 - ZONA SUL**	**PATOLOGIA 05**		**EDIFICAÇÃO 05 - ZONA CENTRO-SUL**
	ORIGEM	Materiais inadequados e Agentes externos		ORIGEM	Falta de projeto ou falha de execução.
	CAUSA	Local desprotegido das intempéries		CAUSA	Erro de dimensionamento do pilar externo da garagem
	SINTOMA	Desplacamento do cobrimento do pilar		SINTOMA	Fissuração
	MECANISMO	Lixiviação da argamassa de cobrimento		MECANISMO	Excesso de carga concentrada no pilar (sobrecarga)
	TERAPIA	Remoção da argamassa e aplicação de outra com impermeabilizante		TERAPIA	Reforço estrutural (injeção epóxi)
	PROFILAXIA	Uso de produtos impermeabilizantes em locais expostos		PROFILAXIA	Reforço estrutural
	OBS:	O pilar encontra-se na área externa		OBS:	Rachadura vertical e espessura e = 3,00 mm
PATOLOGIA 03		**EDIFICAÇÃO 03 - ZONA LESTE**	**PATOLOGIA 06**		**EDIFICAÇÃO 06 - ZONA CENTRO-OESTE**
	ORIGEM	Falha de execução e Agentes externos		ORIGEM	Materiais inadequados e/ou Agentes externos
	CAUSA	Dilatação térmica da viga da garagem		CAUSA	Vazamento de tubulação de água do banheiro
	SINTOMA	Fissuração da argamassa do cobrimento da viga		SINTOMA	Manchas e bolores na parede da cozinha
	MECANISMO	Variação térmica		MECANISMO	Infiltração por capilaridade
	TERAPIA	Colocação de reforços estruturais		TERAPIA	Remoção da argamassa, troca da tubulação e uso de impermeabilizante
	PROFILAXIA	Uso de materiais para combater dilatações e contrações térmicas		PROFILAXIA	Emprego de produto impermeabilizante
	OBS:	Rachadura horizontal e espessura e = 3,0 mm, paralela às armaduras		OBS:	Encontram-se na junção das paredes da cozinha

5.3 Análise quantitativa

Após o término das vistorias nas edificações e realização do diagnóstico aplicado, foram aferidas todas as patologias averiguadas nessas construções para a elaboração dos gráficos abaixo:

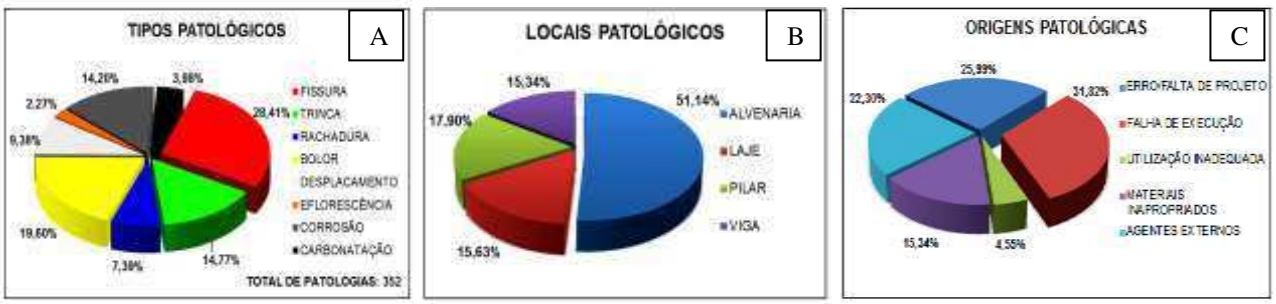


Figura 9: Tabulação das manifestações patológicas averiguadas nas edificações residenciais: (A) incidência dos tipos patológicos; (B) ocorrência dos locais patológicos; (C) possíveis origens das patologias

Diante do gráfico da Figura 9.A, percebe-se que fissuras são a maioria das patologias ocorridas nos elementos estruturais e nas alvenarias das edificações inspecionadas (28,41%), em seguida manchas e bolores (19,60%) e trincas (14,77%). Já os menores índices de manifestações patológicas são a carbonatação (3,98%) e as eflorescências (2,27%). Quanto ao gráfico da Figura 9.B, observou-se um alto índice de problemas patológicos na superfície das alvenarias (51,14%), no qual a maioria das fissurações estava presentes nesses elementos de vedação. Para os elementos estruturais, estes apresentaram um menor índice, sendo viga o componente estrutural com menos ocorrências (15,34%).

Abril de 2016
ISSN 2448-1459

Através do gráfico da Figura 9.C, demonstra-se que a falha de execução e a falta de projeto originaram a maioria das patologias identificadas com 31,82% e 25,99% respectivamente.

Em relação ao grau de ocorrências patológicas identificadas por residência, a Edificação 3 da zona leste apresentou maior número de anomalias (80 casos patológicos), enquanto a Edificação 1 da zona norte obteve menor índice de manifestações patológicas (50 regiões patológicas).

5.4 Estudo comparativo

5.4.1 Fissurações

Em relação às fissurações, entre as diversas causas levantadas para a ocorrência dessas patologias nas edificações analisadas, um dos maiores agentes causadores foi devido à ausência ou a ineficiência de elementos de vergas e contravergas nas esquadrias, no qual foram apresentadas em todas as edificações analisadas (Figura 10). Esses dispositivos distribuem os esforços e cargas nos vãos, e quando não há o uso desses elementos de forma adequada, gera a ocorrência de fissurações (geralmente inclinadas em 45º) nos cantos das aberturas para à colocação de esquadrias.

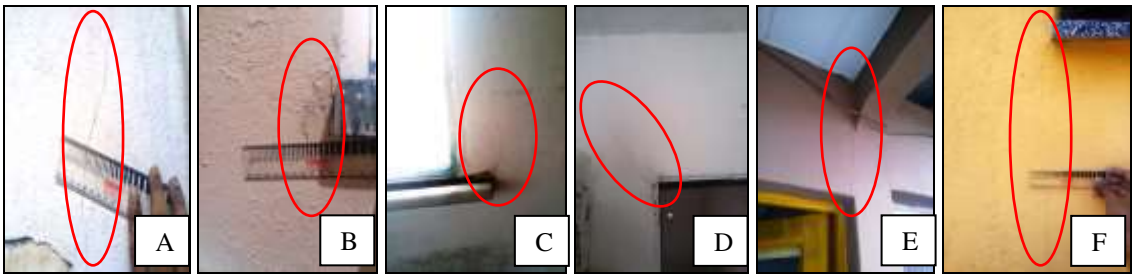


Figura 10: Fissurações nas aberturas de esquadrias das edificações em estudo: (A) Porta de acesso ao pavimento superior da Edificação 1; (B) Janela da suíte 1 da Edificação 2; (C) Janela da sala da Edificação 3; (D) Porta da cozinha da Edificação 4; (E) Porta da cozinha da Edificação 5; (F) Janela da entrada da Edificação 6

5.4.2 Manchas e bolores

As edificações apresentaram manchas e bolores de diversas formas, tamanhos e colorações, que foram ocorridos principalmente devido à falta ou má colocação de impermeabilização nos locais infectados. Na maioria dos casos, essas anomalias foram manifestadas nas lajes de quase todas as edificações vistoriadas (Figura 11).

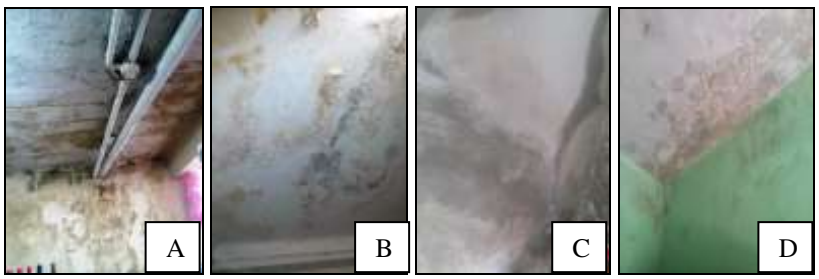


Figura 11: Manchas causadas pela falta de impermeabilização nas lajes das edificações: (A) Garagem da Edificação 1; (B) Laje da suíte 4 da Edificação 2; (C) Laje da garagem da Edificação 3; (D) Laje da suíte 2 da Edificação 4

Atualmente a área de produtos impermeabilizantes possui uma série de variedades que são destinados para determinados fins específicos. Em relação às lajes deterioradas, para a execução de recuperação dessas estruturas, empregam-se normalmente impermeabilizantes flexíveis que são ideais para estruturas que sofrem variações térmicas (dilatações e contrações), sendo preferencialmente indicado o uso da manta asfáltica, que possui grande durabilidade e resistência mecânica ao desgaste, protegendo toda a superfície da laje.

5.4.3 Carbonatação

Em comparação aos outros tipos de patologias, a carbonatação foi apontada como um dos menores índices de incidência nas residências, entretanto foram identificadas em todas as edificações analisadas (Figura 12).

Abril de 2016
ISSN 2448-1459

Para a determinação das regiões do concreto onde sofreram carbonatação, utilizou-se uma técnica comumente aplicada para esse tipo de problema, que é a aspersão de solução de fenolftaleína alcoólica no local, (amostra composta por fenolftaleína, água destilada e álcool etílico na proporção de 1%, 29% e 70% respectivamente) formando o indicador ácido-básico para verificar as regiões do concreto onde foram deteriorados (diminuição do ph não possuindo coloração) transformando-se em não alcalino, e áreas que não foram ainda prejudicadas (ph constante e com coloração rosada).

Após o período de aplicação da solução (24 horas) nas regiões que possuíam indícios de carbonatação, foram verificados que praticamente todas as regiões dos substratos analisados apresentaram zonas carbonatadas (ph baixo).

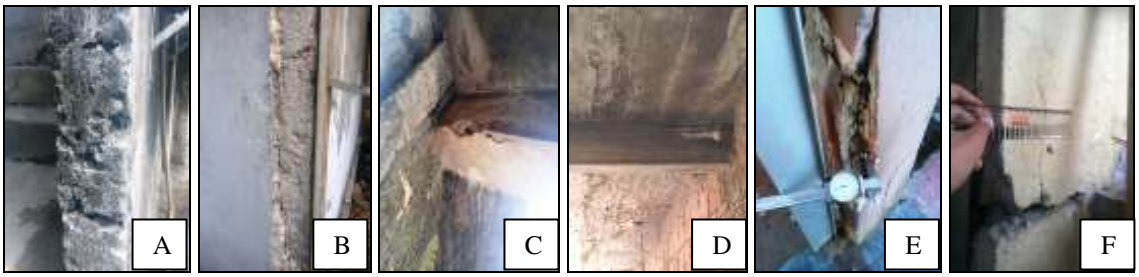


Figura 12: Carbonatação do concreto em elementos estruturais das edificações em análise: (A) Pilar externo da Edificação 1, (B) Pilar externo da Edificação 2, (C) Viga da garagem da Edificação 3, (D) Viga externa da Edificação 4, (E) Pilar externo da Edificação 5, (F) Pilar externo da Edificação 6

Em relação às principais origens para a ocorrência deste tipo de patologia, pode-se citar a falha de execução e o ataque de agentes externos provenientes das seguintes causas: erro do traço, adensamento incorreto, falha no lançamento, ausência de cura do concreto, condições e umidade do ambiente.

5.4.4 Corrosão

Todas as edificações apresentaram corrosão em alguns de seus elementos estruturais (Figura 13), no qual as maiores incidências foram em lajes e pilares.

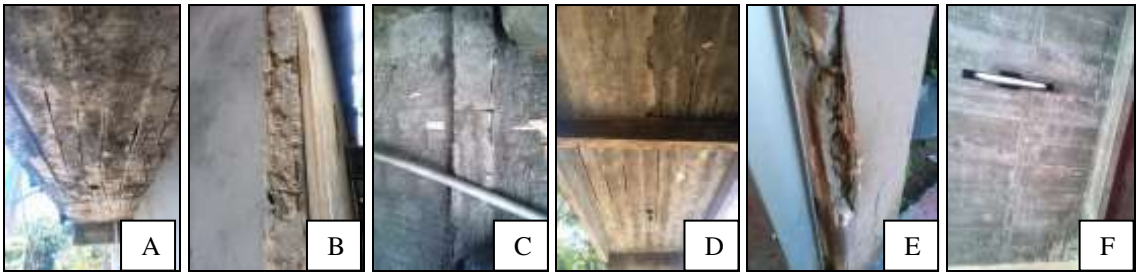


Figura 13: Corrosão de armaduras identificadas em elementos estruturais das edificações em estudo: (A) Laje externa do corredor da Edificação 1, (B) Pilar externo da Edificação 2, (C) Pilar da garagem da Edificação 3, (D) Laje externa da Edificação 4, (E) Pilar externo da entrada da Edificação 5, (F) Laje da sala da Edificação 6

Através das análises desenvolvidas no projeto, foi possível determinar como a principal causa para essa patologia a falta do cobrimento mínimo desses elementos estruturais estipulado pela NBR 6118:2014. De acordo com esta NBR, os elementos estruturais devem possuir o cobrimento mínimo estabelecido para combater o ataque de corrosão na armadura, pois prejudica significativamente seu desempenho estrutural.

6. CONCLUSÃO

A partir das inspeções prediais ocorridas nas residências localizadas nas zonas da cidade de Manaus-AM, foram levantadas 352 manifestações patológicas de diferentes tipologias, causas, origens, mecanismos, gravidades, entre outras características, nas alvenarias e nos elementos estruturais.

O presente estudo analisou-se que fissuras geralmente são patologias ocorridas com maior frequência nos elementos compositivos de uma construção habitacional (28,41%), devido às inúmeras causas que levam a origem das mesmas, apontando como um dos principais fatores a ausência ou subdimensionamento de vergas e contravergas nas esquadrias.

Abril de 2016
ISSN 2448-1459

De acordo com os dados obtidos referentes aos locais patológicos, os elementos de vedação apresentaram um maior índice de ocorrência patológica (51,14%) em relação aos elementos estruturais (48,86%), o que indica uma minimização da gravidade para a ocorrência de colapso estrutural nessas edificações, colocando em risco a vida dos usuários. Porém recomenda-se a realização de manutenção corretiva e preventiva periódica nessas edificações.

Através dos resultados relacionados às origens patológicas, percebe-se o grau de importância na inserção de profissionais qualificados na área da construção civil para gerenciar as fases construtivas de uma edificação, tendo em vista um efetivo controle da qualidade do processo construtivo, consequentemente propiciando uma redução das discordâncias técnicas construtivas, evitando custos adicionais na recuperação de componentes construtivos deficientes.

Para pesquisas posteriores sugere-se a inclusão de mais amostras de edificações residenciais para a realização de inspeções prediais, a fim de aperfeiçoar esse estudo e agregar mais conhecimento na área de Patologias das Construções. Além da inserção de ensaios laboratoriais (ensaios destrutivos e não destrutivos) visando uma análise mais detalhada das características patológicas presenciadas na capital amazonense.

7. REFERÊNCIAS

[1] Borges de S. Valle, J., *Patologia das Alvenarias – Causa, Diagnóstico e Previsibilidade*, Minas Gerais, 2008, 81p.
[2] Vasconcelos da Silva, J. *et al*, *Patologia das Alvenarias*, São Paulo, 2011, 67p.
[3] Coutinho de C. Costa, Vitor, *Patologia em Edificações – Ênfase em Estruturas de Concreto*, São Paulo, 2009, 38p.
[4] H. F. Medeiros, M.; R. L. Helene P., *Durabilidade e proteção do concreto armado*, São Paulo, V.1, n.º 151, 2009.
[5] da Silva, R., "Manifestações patológicas em sistemas construtivos de aço – algumas medidas preventivas", Congresso Latino-americano da Construção Metálica, 2012, 13 p.
[6] BARROS, Cimone. *Especialista aponta problemas para a construção civil no Amazonas*, A crítica, Manaus, 09 abr. 2011.
[7] Lobo de Pina, G., *Patologias nas Habitações Populares*, Rio de Janeiro, 2013, 102 p.
[8] Nazario, Daniel; Chemale Zancan, E., "Manifestações das Patologias construtivas nas edificações públicas da rede municipal de Criciúma: Inspeção dos sete postos de saúde", Santa Catarina, 2011, 16 p.
[9] Tutikian, Bernardo; Pacheco, Marcelo, "Inspeção, Diagnóstico e Prognóstico na Construção Civil", Asociación Latino Americana de Patologia y Control de la Calidad, 2013, Mérida, Anais, 14 p.
[10] Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia - IBAPE, *Norma de Inspeção Predial Nacional*, 2012, 18 p.
[11] Associação Brasileira de Normas Técnicas, *NBR 15575-1: Edifícios habitacionais - Parte 1*, 2013, 60 p.
[12] Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia de São Paulo - IBAPE/SP, *Norma de Inspeção Predial,* 2011, 33 p.
[13] Furlan Caporrino, C., *Patologia das Anomalias em Alvenarias e Revestimentos Argamassados*, São Paulo, 2015, 124 p.
[14] Rabello Dalbone, A., "Patologias em Prédio de Alvenaria Estrutural – Inspeção de Curta Duração", Engenharia Estudo e de Pesquisa, Santa Maria, v. 10, nº 2, 2010, p. 27-36.
[15] Vitório, A., *Fundamentos da Patologia das Estruturas nas Pericias de Engenharia*, Instituto Pernambucano de Avaliações e Perícias de Engenharia – IPAPE, Recife, 2003, 58 p.
[16] Olivari, G., *Patologia em Edificações*, Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2003, 95 p.
[17] Custódio M. de Souza, V.; Ripper, T., *Patologia, Recuperação e Reforço de Estruturas de Concreto*, São Paulo, 1998, 257 p.
[18] A. Falcão Bauer, L., *Materiais de Construção*, Revisão técnica: João Fernando Dias. 5. Ed. Vol.2. Rio de Janeiro: LTC, 2015, 488 p.
[19] Koji Taguchi, M., *Avaliação e Qualificação das Patologias das Alvenarias de Vedação nas Edificações*, Curitiba, 2010, 84 p.
[20] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, *NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto – Procedimento*, Rio de Janeiro, 2014, 221 p.
[21] Kilvia da Silva, L., *Levantamento de manifestações patológicas em estruturas de concreto armado no estado do Ceará*, Fortaleza, 2011, 61 p.
[22] Medeiros, M., *Como combater a Corrosão?*: "Qualidade da concretagem da estrutura e proteção à superfície aplicada podem prevenir o problema", 2015, 5 p.
[23] Marcelli, M. *Sinistros na Construção Civil: Causas e soluções para danos e prejuízos em obras*, São Paulo, 2007, 259 p.
[24] Pazini Figueiredo, E.; Meira, G., *Corrosão das Armaduras das Estruturas de Concreto*, Asociación Latino Americana de Patologia y Control de la Calidad, 2013, Mérida, Anais, 28 p.