CBPAT 2020 ANAIS
CONGRESSO BRASILEIRO DE PATOLOGIA DAS CONSTRUÇÕES
DE 15 A 17 DE ABRIL | FORTALEZA - CE
http://dx.doi.org/10.4322/CBPAT.2020.217
ISBN 978-65-86819-05-2

ANÁLISE DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM SISTEMAS ESTRUTURAIS DO TIPO PAREDE DE CONCRETO NO AGRESTE DE PERNAMBUCO

OLIVEIRA, MATEUS PEREIRA DE
Estudante
Autarquia do Ensino Superior de Garanhuns - AESGA
Pernambuco; Brasil
mateuspereirabr@hotmail.com

FERREIRA, LETÍCIA MARIA COSTA
Estudante
Autarquia do Ensino Superior de Garanhuns
Pernambuco; Brasil
letimariacostaa@gmail.com

VITALINO, EWERTON DE SOUZA
Estudante
Autarquia do Ensino Superior de Garanhuns - AESGA
Pernambuco; Brasil
ewertonvitalino25@hotmail.com

SOARES, RENAN GUSTAVO PACHECO
Estudante
Universidade Federal de Pernambuco
Pernambuco; Brasil
renangpsoares@hotmail.com

OLIVEIRA, ROMILDE ALMEIDA DE
Professor
Universidade Católica de Pernambuco - UNICAP
Pernambuco; brasil
romildealmeida@gmail.com

CARNEIRO, ARNALDO MANOEL PEREIRA
Professor
Universidade Federal de Pernambuco
Pernambuco; Brasil
arnaldo2164@hotmail.com

RESUMO

Com o incentivo do Governo Federal à construção de habitações populares no programa Minha Casa Minha Vida (MCMV), o sistema construtivo de paredes de concreto moldadas *in loco* vem sendo bastante utilizado. Contudo, qualquer erro durante a etapa de planejamento ou execução, pode gerar problemas patológicos. Apesar deste sistema ser eficiente em relação à industrialização da construção civil, muitas situações de manifestações patológicas têm sido observadas. Este artigo tem como objetivo caracterizar as manifestações patológicas em 150 casas com o sistema construtivo de parede de concreto, com fundação do tipo placa de radier, situadas no Agreste Pernambucano. As recomendações da Norma de Inspeção Predial Nacional (IBAPE, 2012), Nível 1 e o método GUT foram utilizados para diagnosticar a situação atual das unidades habitacionais. Como resultados, foram encontradas manifestações patológicas, como fissuras, em 100% das edificações, tanto na placa de radier, quanto na parede ou laje. Quanto as falhas de concretagem, a segregação do concreto foi verificada em 89% das casas e a formação de vazios foram identificados em 39% dos casos. Por fim, apesar dos altos índices de manifestações, elas não apresentam gravidade a curto prazo, desde que medidas corretivas forem implementadas de modo a se evitar problemas futuros.
Palavras-chave: parede de concreto, programa habitacional, manifestações patológicas, método GUT.

ABSTRACT

With the Federal Government's incentive to build popular housing in the Minha Casa Minha Vida (MCMV) program, the building system of cast-in-place concrete walls has been widely used. However, any errors during the planning or execution step can cause pathological problems. Although this system is efficient in relation to the industrialization of civil construction, many situations of pathological manifestations have been observed. This article aims to characterize the pathological manifestations in 150 houses with the slab plate type concrete wall construction system, located in Agreste Pernambucano. The recommendations of the National Building Inspection Standard (IBAPE, 2012), Level 1 and the GUT method were used to diagnose the current situation of housing units. As a result, pathological manifestations, such as cracks, were found in 100% of the buildings, both on the slab plate, on the wall or slab. As for concreting failures, segregation of the concrete was verified in 89% of the houses and the formation of voids was identified in 39% of the cases. Finally, despite the high rates of manifestations, they are not short-term in severity, provided corrective measures are implemented to avoid future problems.
Keywords: concrete wall, housing program, pathological manifestations, GUT method.

ISBN 978-65-86819-05-2

1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O Governo Federal tem incentivado construtoras a realizar edificações habitacionais, devido ao alto déficit de habitações no Brasil. Atualmente, apesar da recessão econômica, cerca de 8 milhões de unidades foram desenvolvidas em 2019, com uma das menores disponibilidades financeiras. Muitas dessas construções utilizam o sistema de paredes de concreto moldada in loco com fundações do tipo radier (CÂMARA DE DEPUTADOS, 2019).

Apesar de ter sido utilizado no Brasil por volta da década de 70, este sistema não teve tanto sucesso. Contudo, após o programa habitacional Minha Casa Minha Vida (MCMV), devido à velocidade de construção e mais alguns benefícios, este sistema recomeçou a ser utilizado, ganhando cada vez mais força (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND, ABCP, 2008). Mitidieri Filho, Souza e Barreiros (2012) afirmam que as paredes de concreto moldadas in loco além de desempenhar a função de vedação, têm função estrutural, bem como não o bom fator de necessitar de regularização para a aplicação do acabamento. Apesar de todos os benefícios, caso o sistema não seja executado de maneira correta, podem acarretar em diversos problemas como manifestações patológicas. Isso pode gerar retrabalho, atrasos nos cronogramas da obra, custos adicionais, redução do desempenho e vida útil do sistema.

Este trabalho apresenta um acompanhamento feito em um conjunto habitacional de casas populares no Agreste de Pernambuco, com o método construtivo de fundação do tipo placa de radier e paredes em concreto armado, o qual apresentou algumas anomalias.

Muitos construtores têm a visão ainda retrógada de que economizar durante a execução vai elevar o lucro da empresa. Pelo contrário, isso acarreta diversos tipos de problemas, a curto, médio ou longo prazo. E a conta virá, com juros e correção. Desse modo, esse trabalho teve como objetivo caracterizar as manifestações patológicas em 150 casas com o sistema construtivo de parede de concreto, com fundação do tipo placa de radier, situadas no Agreste Pernambucano.

2. CONCRETO

2.1. Concreto armado

Os elementos em concreto armado, definido no item 3.1.3 da Norma Brasileira 6118 (NBR, ABNT, 2014, p. 3), são "aqueles cujo comportamento estrutural depende da aderência entre concreto e armadura e nos quais não se aplicam alongamentos iniciais das armaduras antes da materialização dessa aderência". A utilização do concreto armado vem para suprir a principal desvantagem do concreto simples, que é a baixa resistência quando submetido aos esforços de tração (PINHEIRO *et al.*, 2010).

2.2. Concreto auto adensável

Em 1988, no Japão, com a intenção de solucionar os problemas relacionados ao adensamento do concreto, devido às complexidades de algumas estruturas executadas, foi desenvolvido o Concreto Auto Adensável (CAA), que tem a capacidade de se moldar nas fôrmas, sem a necessidade de vibrar para preencher os espaços vazios (OKAMURA, 1997). Segundo a *European Federation for Specialist Construction Chemicals and Concrete Systems* (EFNARC, 2002), um concreto só pode ser considerado auto adensável se ele tiver, simultaneamente, três propriedades nas etapas de mistura, transporte, lançamento e acabamento: fluidez, habilidade passante e resistência à segregação.

Fluidez caracteriza-se como a capacidade da mistura preencher todos os espaços da fôrma. Habilidade passante é definida como a capacidade do CAA fluir entre as barras de aço. E resistência à segregação é a capacidade da mistura ficar coesa ao espalhar na fôrma, passando por obstáculos (TUTIKIAN; DAL MOLIN, 2015).

No Brasil, a norma que aborda o tema é a NBR 15823 (ABNT, 2017) com o título Concreto Auto Adensável e é dividida em seis partes. Tutikian (2007) afirma que CAA quando chegou ao Brasil, enfrentou uma certa resistência dos engenheiros para sua utilização. Mas em 2013, ano do último levantamento publicado, a Comunidade da Construção (2013) apresentou que as construtoras utilizam em 46% o CAA, enquanto o concreto convencional vem em segundo com 36%.

Tutikian e Dal Molin (2015) apresentaram algumas vantagens da utilização do CAA: aceleração da concretagem, pois seu lançamento é bem mais fácil e não é necessário o adensamento; diminuição da quantidade de cimento; diminuição de mão de obra, pois elimina a vibração e facilita o nivelamento e o espalhamento do concreto; diminui a quantidade de

ISBN 978-65-86819-05-2

vazios (nichos) resultantes da má vibração; aceita a concretagem de peças com seções reduzidas; se utilizado em grande quantidade, permite um custo final menor.

Os materiais que são utilizados para produzir o CAA são basicamente os mesmos utilizados no concreto convencional, porém há a maior utilização de finos e/ou de aditivos, estes últimos como modificadores de viscosidade e/ou superplastificantes. Neville (1997) afirmou o fato de que, apesar do valor mais elevado do aditivo, a utilização do CAA traz economia em outras áreas. Mas ressaltava que esta não é a solução quando utilizados materiais de baixa qualidade, quando utilizados proporções dos materiais erradas ou quando há a utilização de baixa qualidade da mão de obra.

3. FUNDAÇÕES EM PLACAS DE RADIER

A placa de radier é um tipo de elemento de estrutura de fundação em concreto que abrange todos ou parte dos pilares de uma estrutura, distribuindo o estado de carregamentos ao solo. Ela é considerada uma fundação superficial, pois a profundidade de assentamento em comparação ao terreno é inferior a duas vezes à menor dimensão da base e transmite sua carga ao solo por tensões distribuídas sob a sua base (NBR 6122, ABNT, 2010).

Para o *American Concrete Institute* (ACI, 1997), a fundação em radier (Figura 1) é considerada uma laje continuamente suportada pelo solo, podendo ter altura uniforme ou variável, e ter elementos enrijecidos, nervuras ou vigas, por exemplo. A utilização do aço serve para resistir, junto com o concreto, o estado de carregamento, bem como os efeitos de retração. Para essas placas, podem ser utilizados o concreto simples, concreto com fibra, armado ou protendido.



Figura 1: Radier liso

Dória (2007), afirmou que os principais motivos da utilização da fundação radier são quando o solo tem uma baixa capacidade de carga, quando deseja-se ter a uniformização dos recalques ou as áreas das sapatas estão próximas.
Um ponto desfavorável na utilização de placas de radier é a prévia locação de tubulações hidrossanitárias e elétricas, em que não é possível a adequação desses elementos de maneira fácil, caso haja algum erro de posicionamento.
O processo construtivo desse sistema consiste na regularização do terreno. Nos principais casos, utiliza-se compactação mecânica do solo. Após isso, é feita a montagem das formas e instalações prediais, seguido da concretagem, desforma e cura. É de extrema importância a utilização dos espaçadores nas telas de aço, caso utilize o concreto armado, com a finalidade de garantir o cobrimento mínimo da armadura.

4. PAREDES DE CONCRETO

Definido por Misurelli e Massuda (2009), o sistema de parede de concreto moldado *in loco* (Figura 2) é um método que tem como característica a agilidade na produção, além da qualidade e economia. A Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP, 2008) afirma que o sistema de parede de concreto tem inspiração em experimentos bem-sucedidos, entre as décadas de 70 e 80, de construção industrializada em concreto celular; o sistema Gethal, no concreto convencional; o sistema Outinord; e nas obras com painéis de formas trepantes ou deslizantes.

ISBN 978-65-86819-05-2



Figura 2: Paredes de concreto moldadas *in loco*

A NBR 16055 (ABNT, 2012), titulada como "Parede de concreto moldada no local para a construção de edificações — Requisitos e procedimentos", regulamenta alguns requisitos básicos para este sistema construtivo. O sistema basicamente consiste no emprego de formas removíveis, tela de aço e concreto, que constituem as paredes. A parede de concreto é indicada para construções de grande escala, principalmente em obras residenciais. Como exemplo, podem ser casas térreas ou mesmo edifícios de múltiplos pavimentos (CORSINI, 2012). As espessuras das paredes de concreto variam, geralmente, entre 7 a 12 cm (SACHT, 2008).

Algumas outras vantagens da utilização deste método são: a economia final; a diminuição do desperdício de materiais; diminuição da espessura das paredes; e a eliminação de muitas etapas, quando comparado a outros métodos convencionais, como a não necessidade da utilização do revestimento argamassado para regularização das paredes. Porém, como desvantagens aponta-se o alto custo inicial com as formas. Fato que não torna economicamente viável para poucas utilizações. Há também a dificuldade de realizar reformas, além de reparos de falhas da concretagem. Os principais tipos de fôrmas utilizados para esse sistema são: as metálicas, as metálicas com chapas de madeira compensada e as plásticas (MISURELLI; MASSUDA, 2009).

O processo construtivo deste sistema é feito na seguinte ordem: marcação e execução da fundação, montagem da armadura, fixação das instalações prediais, montagem das fôrmas e escoramentos, concretagem, desforma e cura. Também é de extrema importância a utilização dos espaçadores. Outro fator importante é o concreto utilizado, em que na maioria dos casos utiliza-se CAA, que tem a capacidade de se auto nivelar sem influência externa. Contudo, caso venha ocorrer um erro na produção do concreto, seja no traço, mistura ou lançamento, diversos problemas podem ocorrer.

5. MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

Helene (1992, p. 19) define patologia das construções, no ramo da construção civil, "como a parte da Engenharia que estuda os sintomas, os mecanismos, as causas e as origens dos defeitos das construções civis", ou seja, é o estudo de um caso para o correto diagnóstico do problema. Esses defeitos vão desde pequenas fissuras, que causam desconforto visual, até defeitos que podem levar ao colapso do sistema.
As paredes de concreto e placas de radier, assim como qualquer outro elemento estrutural, estão sujeitos a diversos tipos de manifestações e devem ter uma maior atenção durante seu processo construtivo. Os mais comuns tipos de manifestações patológicas são consequência de falhas de projeto, má qualidade dos materiais, erros durante a execução, utilização distinta do que foi inicialmente previsto na etapa de projeto, a falta de manutenção, umidade excessiva, variação de temperatura e instabilidade do solo (COUTO; COUTO, 2007). As principais manifestações encontradas nestes tipos de sistemas são fissuras, segregação do concreto e formação de vazios. Mas isso não significa que outras manifestações não possam ocorrer.

5.1. Fissura

A NBR 15575 – Parte 2 (ABNT, 2013) define fissura como abertura capilar na superfície do componente com espessura menor a 0,6 mm. Souza e Ripper (1998) consideram que estas são as manifestações patológicas que mais são apontadas pelos usuários, pois, é a que mais chama atenção, além de aparecer antes de algumas outras manifestações.

As fissuras podem ser apresentadas após horas, dias ou anos, e podem surgir por ações mecânicas e/ou físico-químicas (FIGUEIREDO, 2005). Mais especificadamente, Dal Molin (1988) identificou os motivos dos aparecimentos de fissuras.

ISBN 978-65-86819-05-2

Dentre eles, estão a retração hidráulica, movimentação térmica externa, corrosão das armaduras, sobrecargas e existência de elementos embutidos no concreto.

A retração hidráulica acontece devido à cura inadequada do concreto. O excesso de calor de hidratação durante a cura, a ineficiência na proteção térmica e perda de água no elemento estrutural geram tensões internas, resultando retração (HELENE, 1992). A retração ocorre principalmente em elemento que tem grande área superficial ou espessura (NUNES; FIGUEIREDO, 2007).

5.2. Falhas na concretagem

O momento da concretagem é tão importante quanto às outras etapas, pois, caso tenha alguma inconformidade com o projeto, pode causar uma redução na qualidade e até na resistência das estruturas (MISURELLI; MASSUDA, 2009). Mitidieri Filho, Souza e Barreiros (2012) apresentaram os dois principais tipos de falha de concretagem: a segregação do concreto e a formação de vazios.

A segregação acontece na superfície do concreto e decorrem do teor de ar incorporado, devido à não homogeneidade da mistura (GEYER, 1995). Este problema, como afirma Okamura (1997), é quase que inevitável, pois devido a viscosidade do concreto, dificulta o ato de expelir o gás existente na mistura. A água e o ar que permanecem após o lançamento do concreto, tendem a se movimentar para área de contato com as placas.

Já os vazios são formados devido ao fato de o concreto não conseguir ultrapassar obstáculos, como um eletroduto na horizontal, barras com pouco espessamento entre elas, dentre outros. Em adição, o excesso de adensamento, erro na dosagem, excesso de água, aditivos plastificantes e o lançamento sobre as formas em altura superior a 2,5 m.

6. METODOLOGIA

6.1. Característica da obra

O conjunto habitacional estudado está localizado no Agreste de Pernambuco. Pertencente ao projeto federal Minha Casa Minha Vida (MCMV), as 150 casas construídas são térreas, com uma cozinha, uma sala de estar, dois quartos e um banheiro. Área aproximada em 52 m². Sistema estrutural placas de radier e a superestrutura de parede e laje de concreto. A resistência à compressão do concreto, tanto na fundação como na superestrutura, foi definida em 20 MPa.

Segundo a Weather Spark (2019), a temperatura média máxima prevista para 2019 no local do conjunto habitacional é de 32 ºC a 38 ºC, com umidade média de aproximadamente 50%, mas que pode chegar até 16%.

O concreto utilizado na obra, com exceção de uma casa completa que foi utilizado concreto usinado, é realizado pela própria construtora através de um caminhão autobetoneira. O agregado miúdo utilizado foi cedido e é coletado próximo à obra, de modo que a construtora só arcou com os custos de transporte, sem qualquer tipo de estudo prévio ou tratamento.

O concreto na fundação tem o traço: 1:1,32:2,01, a/c de 0,46, dois tipos de aditivos: 150 ml do MC-Powerflow 1108, um aditivo superplastificante de alto desempenho; e 150 ml do Muraplast FK 97, aditivo plastificante multifuncional de pega normal. A espessura do radier adotado foi de 10 cm, com área de aproximadamente 70 m².

O concreto utilizado nas paredes e lajes tiveram o traço: 1:1,54:2,34, a/c de 0,54, dois tipos de aditivo: 150 ml do MC-Powerflow 1108, um aditivo superplastificante de alto desempenho; e 150 ml do Muraplast FK 97 e aditivo plastificante multifuncional de pega normal. O volume de concreto utilizado para a concretagem das paredes e lajes foi de 16 m³.

6.2. Norma de Inspeção Predial Nacional

O Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia (IBAPE, 2012) criou a Norma de Inspeção Predial Nacional com a intenção de preencher uma lacuna existente na ABNT NBR 5674 (2012), quanto à avaliação técnica da qualidade da manutenção e da aplicação direta na gestão patrimonial. A Inspeção Predial é uma ferramenta que proporciona uma avaliação sistêmica de uma edificação, em que pode ser feita uma análise isolada ou combinada das condições técnicas.

ISBN 978-65-86819-05-2

6.2.1. Nível de Inspeção

Esta norma classifica em três níveis a inspeção quanto a elaboração e complexidade do laudo. Eles são: nível 1, nível 2 e nível 3. Para esta pesquisa, foi utilizado o nível 1. Este nível diz respeito às inspeções realizadas em edificações com baixa complexidade técnica, de operação e manutenção de seus elementos e sistemas construtivos. É utilizado, basicamente, quando as edificações precisam de uma manutenção simples ou inexistente. Sendo assim, foi realizado uma sequência lógica de vistorias, exames, análises e interpretações, na seguinte ordem: inspeção das casas para a apuração completa das manifestações existentes; e a interpretação de todos os dados técnicos levantados, para explicar as causas das manifestações, no período entre 01/05/2019 e 31/10/2019.

6.2.2. Grau de Risco

A norma considera grau de risco um critério de classificação das falhas e anomalias que existem na edificação, constatada a partir de uma inspeção predial, a partir do risco que ela oferece ao meio ambiente, aos usuários e ao patrimônio. Quanto ao grau de risco, as anomalias e falhas são classificadas a partir do Tabela 1 (IBAPE, 2012).

Tabela 1 – Classificação do Grau de Risco (IBAPE, 2012).

Grau	Descrição
Crítico	Risco de provocar danos contra a segurança e saúde do meio ambiente e das pessoas; uma excessiva perda de funcionalidade e desempenho causando possíveis paralização; excessivo custo de manutenção e recuperação; comprometimento sensível de vida útil.
Médio	Risco de causar a perda parcial de funcionalidade e desempenho da edificação sem prejuízo à operação direta de sistemas, e uma precoce deterioração.
Mínimo	Risco de provocar pequenos prejuízos à atividade programável e planejada ou a estética, sem incidência ou sem a possibilidade de ocorrência dos riscos regulares e críticos, além de um baixo ou nenhum comprometimento de valor imobiliário.

Após coleta e tratamento dos dados, o método GUT será tomado como base para realizar essa classificação.

6.3. Método GUT

O método GUT foi desenvolvido por Kepner e Tregoe (1981) como uma ferramenta para a definição de prioridades de uma forma racional. Apesar de ter sido criado para solucionar problemas complexos em indústrias japonesas e norte-americanas, é bastante utilizado na Construção Civil, por sua eficiência. Este método caracteriza os problemas, objetivando as prioridades para recuperação, levando em consideração três variáveis: gravidade, que está relacionada ao nível do problema; urgência, que leva em consideração o quão rápido deve ser resolvido o problema; e tendência, referente ao potencial do crescimento do problema (GOMES, 2006). Para definir a ordem de prioridade dos problemas, é necessário pontuar cada um deles, a partir das três variáveis deste método, definidas na Tabela 2 (COLENGHI, 2007).

Tabela 2 – Pesos do método GUT (COLENGHI, 2007).

GRAU	PESO	GRAVIDADE	URGÊNCIA	TENDÊNCIA
Nenhuma	1	Sem gravidade	Não tem pressa	Não vai evoluir
Baixa	3	Pouco grave – pequenos incômodos ou pequenos prejuízos financeiros	Evento prognosticado para adiante	Evolução em longo prazo
Média	6	Grave - Desconforto, deterioração do meio ambiente ou do edifício	Evento prognosticado para breve	Evolução em médio prazo
Alta	8	Muito grave - Ferimentos em pessoas, danos ao meio ambiente ou ao edifício	Evento prestes a ocorrer	Evolução em curto prazo
Total	10	Extremamente grave - Perda de vidas humanas, do meio ambiente ou do próprio edifício	Evento em ocorrência	Evolução imediata

A partir da classificação individual dos problemas, basta somar as três pontuações obtidas e ordenar de modo decrescente, obtendo, assim, a ordem de prioridade da resolução dos problemas.

ISBN 978-65-86819-05-2

7. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com as vistorias realizadas no local de estudo, foi possível detectar os seguintes problemas: fissuras, segregação do concreto e formação de vazios. Das 150 casas avaliadas, em 150 foram encontradas fissuras (100%), em 133 casas identificou-se segregação do concreto (87%), e em 58 casas, a formação de vazios (39%).

7.1. Fissuras

Para melhor entendimento, as fissuras foram divididas nas três partes estruturais das casas: placa de radier, em 150 casas (100%); paredes, em 68 casas (45%); e laje de concreto, em 150 casas (100%).

A possível origem das fissuras nas placas de radier se deu pela retração hidráulica no momento da cura. Isso devido a alguns fatores que ajudam o aparecimento de fissuras por retração, como grande área de superfície exposta, alta temperatura durante o dia e baixa umidade no local. O segundo indício de que esta manifestação é gerada pela retração é que foi constatado que no começo do processo de cura, com poucas horas após a finalização da concretagem, já se constatavam algumas fissuras. Na Figura 3 é possível ver as fissuras em diversas placas de radier.

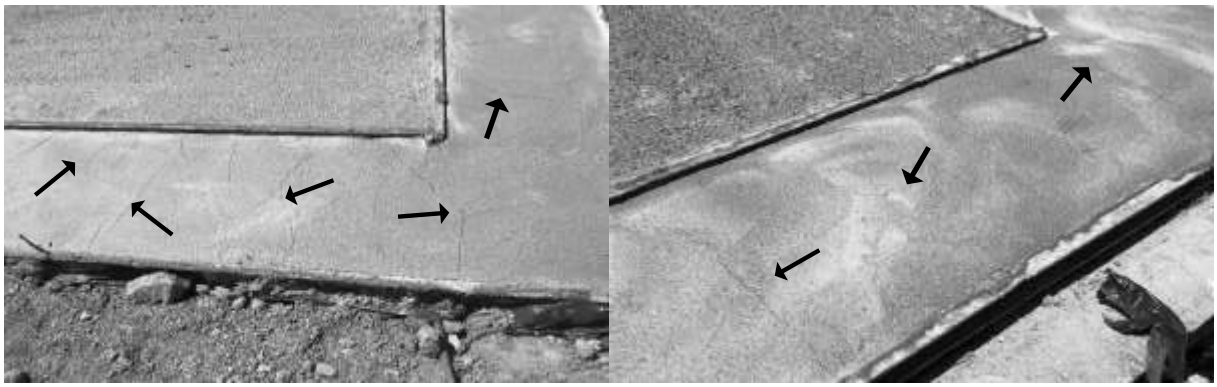

Figura 3: Fissuras em placa de radier

Um dos principais embasamentos que comprovam a hipótese de que a origem dessa manifestação foi por retração hidráulica, é por ser observado que, quando a fundação era concretada pela manhã, com poucas horas era possível observar pequenas fissuras. Quando a concretagem foi realizada no fim da tarde, a quantidade, tamanho e extensão das fissuras foram bem menores (Figura 3). Nesse dia, a temperatura do ambiente chegou a quase 35 °C, segundo a Weather Spark (2019), o que, possivelmente, contribuiu para que as fissuram surgissem mais rápido. Outra possibilidade é a quantidade de água em excesso no momento que foi desempenando a calçada. Contudo, apesar da parte indicada na Figura 3 está apresentando somente a calçada, toda placa de radier apresentou fissuras, não apenas na parte desempenada. Assim, essa segunda hipótese também pode ter contribuído para o problema, mas não foi a principal responsável.

As fissuras nas paredes (Figura 4) estão localizadas nos vãos que são destinados às esquadrias. Ocorrem devido à concentração de tensões nas extremidades das aberturas.



Figura 4: Fissuras na parede de concreto

ISBN 978-65-86819-05-2

Estas manifestações ocorreram principalmente nas primeiras casas concretadas, pois, segundo relatos dos colaboradores da obra, não houve tanto cuidado nas barras de aço na diagonal, colocadas para não permitir este tipo de fissura.
Em relação às lajes, nas 150 casas (100%), foram detectadas fissuras na parte superior, e 54 casas (36%) com fissuras na parte inferior. Os dois casos têm diagnósticos diferentes. As fissuras superiores (Figura 5) são decorrentes da retração hidráulica, modo análogo às fissuras do radier, pois também ficaram expostas ao sol assim como a fundação.

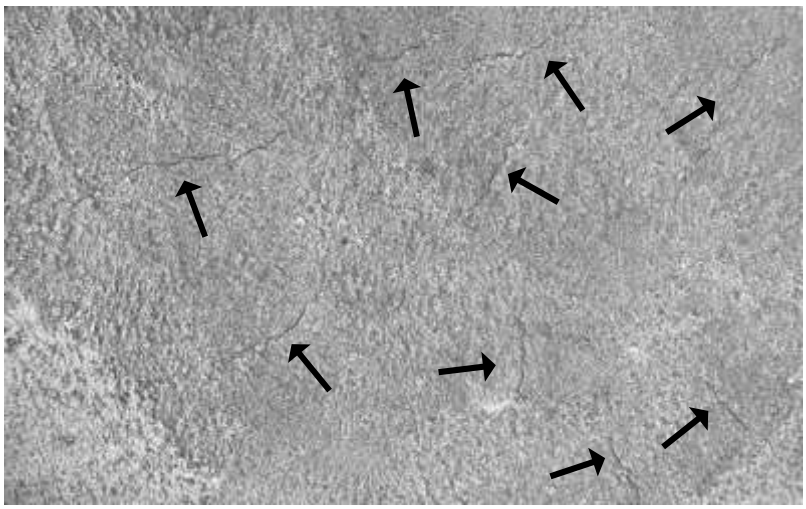

Figura 5: Fissuras na parte superior da laje

As fissuras existentes na parte inferior da laje (Figura 6) estão ligadas a três fatores. O primeiro é que entre a concretagem aproximadamente de número 60 e 150, os eletrodutos foram presos à tela de aço por baixo, de modo distinto ao projeto.

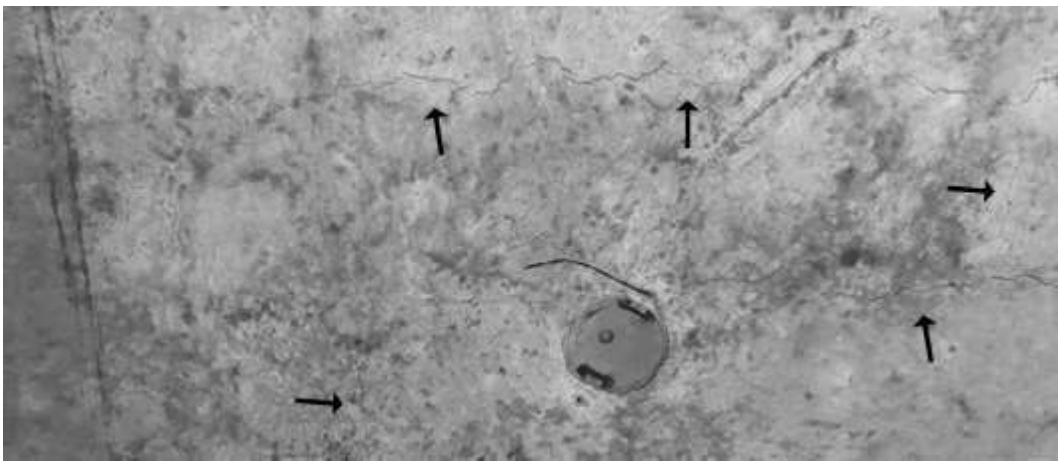

Figura 6: Fissuras na parte inferior da laje

Esta medida foi tomada a fim de reduzir a espessura da laje de 13 cm para aproximadamente 8 cm, visando usar menos concreto. Essa atitude foi tomada pelo engenheiro de execução da obra, sem consulta ao calculista. Tudo com vistas no lucro desenfreado. Assim, o eletroduto ocupou o lugar do cobrimento, ficando muito próximo da face do concreto, passando somente a argamassa do concreto, que é uma parte muito frágil. Além disto, muitos dos espaçadores, que têm função de garantir o cobrimento mínimo, quebram ou saem do lugar durante a concretagem. Isto os deixam muito próximos da face do concreto. Muitas das fissuras apresentadas estão justamente nos locais que passam os eletrodutos e, como se trata de uma área de concreto frágil (tração), levou o aparecimento de fissuras em muitas casas.

Porém nem todas fissuras que apareceram estavam abaixo do eletroduto, levando ao segundo e terceiro fator. Com a diminuição da espessura da laje, mas mantendo o espaçamento da tela aço em relação a placa do teto, face inferior da laje, a tela de aço subiu em relação a área de tração, fazendo com que não trabalhe como deveria. E também todos os escoramentos estavam sendo retirados com apenas dois a quatro dias após a concretagem, dependendo do dia que ocorreu

ISBN 978-65-86819-05-2

a concretagem. Tudo isso sem consulta ao engenheiro calculista, uma situação preocupante, pois normalmente as escoras deveriam permanecer até os 28 dias usuais.

7.2. Segregação do concreto

Dentre os problemas que estão sendo analisados neste trabalho, a segregação do concreto (Figura 7) é o de menor risco, sendo facilmente resolvidos.



Figura 7: Segregação do concreto

Em todas as paredes das casas foram identificados pontos de segregação, em tamanhos diversos. A manifestação existente na imagem da esquerda na Figura 7 foi um caso quanto ao tamanho da área afetada. Nessa mesma casa, também ocorreu esse fenômeno em outros pontos, que demonstram relativamente uma grande área atingida, quando comparado a outros locais que apresentaram segregação. Devido o concreto ter tido problemas com resistência, o principal motivo para o aparecimento acima do normal dessa manifestação provavelmente foi no processo de dosagem. Mas as principais causas para o aparecimento dessas manifestações estão atreladas à falta de desmoldante ou da não limpeza correta das placas.

7.3. Formação de vazios

Apesar de apresentar em menor frequência, os vazios (Figura 8) têm um potencial muito grande para acarretar problemas a longo prazo, quando não tratado corretamente.



Figura 8: Formação de vazios

Apesar dos casos identificados na Figura 8 serem de maior intensidade, a maioria dos vazios (falhas de concretagem) encontrados são mais simples. Estas manifestações ocorreram devido o concreto não preencher totalmente os espaços. Estão ligadas a dois fatores: o traço utilizado do CAA não foi compatível com as dificuldades de passagem; e a utilização do agregado miúdo sem análise ou tratamento, onde por exemplo, não foram retirados resíduos orgânicos (vegetações, por exemplo), o que pode levar a obstrução em lugares com espaços reduzidos.

ISBN 978-65-86819-05-2

7.4. Aplicação do método GUT

Após aplicar o método GUT nas manifestações patológicas constatadas, é possível analisar o resultado, por meio do uso dos conceitos da Tabela 2, a classificação das manifestações definidas na Tabela 3.

Tabela 3: Classificação das manifestações patológicas pelo sistema GUT

Manifestação Patológica	Gravidade	Urgência	Tendência	Total
Fissuras em Placas de Radier	3	3	3	9
Fissuras em Paredes de Concreto	6	3	3	12
Fissuras em Lajes Superior	3	3	3	9
Fissuras em Lajes Inferior	6	8	8	22
Segregação no concreto	3	3	1	7
Formação de vazios – Armadura Exposta	6	3	6	15
Formação de vazios – Sem Armadura Exposta	3	3	1	7

As fissuras existentes na parte inferior da laje estão no topo da lista pois apresentam um grande risco a um curto prazo caso tenha uma evolução. Seguido da formação de vazios quando há exposição da armadura em aço. As fissuras nas paredes, apesar de não ter um grande risco a curto prazo, há uma certa preocupação quanto a evolução das fissuras. As fissuras das placas de radier e da parte superior da laje são proporcionadas pelo mesmo motivo, tem a mesma causa e, obviamente, tem o mesmo resultado. Assim, como a segregação do concreto e a formação de vazios, que apesar de não serem causadas pelo mesmo motivo, tem a mesma forma de tratamento e o mesmo grau de prioridade.

Desta forma, é possível definir os Graus de Risco das manifestações patológicas, definidos na Tabela 4.

Tabela 4 – Classificação quanto ao Grau de Risco

MANIFESTAÇÃO PATOLÓGICA	CRÍTICO	MÉDIO	MÍNIMO
Fissuras em Placas de Radier			X
Fissuras em Paredes de Concreto			X
Fissuras em Lajes Superior			X
Fissuras em Lajes Inferior		X	
Segregação do Concreto			X
Formação de vazios – Armadura Exposta			X
Formação de vazios – Sem Armadura Exposta			X

De modo geral, nota-se que os problemas encontrados não representam um grande risco a curto prazo. Isso desde que tratados de modo imediato. Em sua maioria, poderiam ser evitados os problemas identificados nesta pesquisa pela boa prática da engenharia civil, de modo a garantir o desempenho e vida útil do sistema.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os métodos construtivos abordados, paredes de concreto e placas de radier, são cada vez mais comuns no Brasil. Assim, devem ser planejados e executados corretamente, pois podem acarretar diversos problemas no futuro se não foram seguidos os procedimentos usuais. Foram caracterizadas formações de vazios em 58 casas (39%), segregação do concreto em 133 casas (87%) e fissuras nas todas as 150 casas (100%).

Para o melhor entendimento, as fissuras ainda foram subdivididas pelos locais de manifestação. Nas placas de radier e na parte superior da laje. Incidência de fissuras em 100% das fundações; 68 casas com fissuração nas paredes (45%), e na parte inferior da laje foram identificadas fissuras em 58 casas (39%). Por considerar de simples complexidade os reparos, gerou-se um pequeno custo com mão-de-obra e material por casa. Contudo, este custo torna-se relevante, quando levar em consideração as 150 casas. Não foi possível vistoriar se todas as correções foram feitas, principalmente porque até a última visita realizada, a obra ainda estava em andamento. Mas boa parte delas estavam sendo realizadas.

A análise a partir do método GUT e da Norma de Inspeção Predial Nacional, ficou claro que as manifestações encontradas não atingiram valores altos, a maior chegou a 22 de 30 pontos, que foram as fissuras da parte inferior da laje, e que foi a única classificada como Grau de Risco Médio. Sendo assim, é possível concluir que as manifestações patológicas encontradas não causam grandes preocupações, desde que tratadas de forma imediata.

ISBN 978-65-86819-05-2

REFERÊNCIAS

AMERICAN CONCRETE INSTITUTE – ACI. **Design of slabs on grade** (ACI 360R-92, 1997). Disponível em: https://www.nicfi.org/files/Design%20of%20Slabs-on-Ground.pdf. Acesso em: 14 Set 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND, ABCP. **Parede de concreto: coletânea de ativos 2007/2008**. São Paulo, 2008. Disponível em: https://abcp.org.br/download/coletanea-de-ativos-em-paredes-de-concreto-2007-2008/. Acesso em: 14 Set 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, ABNT. NBR 5674: **Manutenção de edificações — Requisitos para o sistema de gestão de manutenção**. Rio de Janeiro. 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, ABNT. NBR 6118: **Projeto de estruturas de concreto — Procedimento**. Rio de Janeiro. 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, ABNT. NBR 6122: **Projeto e execução de fundações. Rio de Janeiro**. 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, ABNT. NBR 15575-2: **Edificações habitacionais — Desempenho. Parte 2: Requisitos para os sistemas estruturais**. Rio de Janeiro. 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, ABNT. NBR 16055: **Parede de concreto moldada no local para a construção de edificações — Requisitos e procedimentos**. Rio de Janeiro. 2012.

CÂMARA DE DEPUTADOS. **Cortes de verbas no Minha Casa, Minha Vida é tema de debate na terça**. 2019. Disponível em: https://www.camara.leg.br/noticias/584851-CORTES-DE-VERBAS-NO-MINHA-CASA,-MINHA-VIDA-E-TEMA-DE-DEBATE-NA-TERCA. Acesso em: 03 Out 2019.

COLENGHI, V., M. **O&M e Qualidade Total**: uma integração perfeita. 3ª ed. Uberaba: VMC, 2007.

COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO. **Coletânea de Ativos 2011/2013**. São Paulo, 2013. Disponível em: https://abcp.org.br/wp content/uploads/2016/02/Coletanea_PC2013.pdf. Acesso em: 01 Set 2019.

CORSINI, R. **Paredes normatizadas**. Revista Téchne, Ed.:183, Junho/2012. Disponível em: https://bdpi.usp.br/item/002297218. Acesso em: 25 Ago 2019.

COUTO, J. P.; COUTO, A. M. **Importância da revisão dos projectos na redução dos custos de manutenção das construções**. In: Congresso Construção, 2007, 3, 2007, Coimbra, Portugal. Universidade de Coimbra, 2007. Disponível em: http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/8754. Acesso em: 06 Set 2019.

DAL MOLIN, D.C.C. **Fissuras em estruturas de concreto armado: análise das manifestações típicas e levantamento de casos ocorridos no estado do Rio Grande do Sul**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre-RS,1988. Disponível em: https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/15655. Acesso em: 25 Set 2019.

DÓRIA, L. E. S. **Projeto de estrutura de fundação em concreto do tipo radier**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Alagoas. Maceió, 2007. Disponível em: http://ctec.ufal.br/posgraduacao/ppgec/dissertacoes_arquivos/Dissertacoes/Luis%20Eduardo%20Santos%20Doria.pdf. Acesso em: 10 Ago 2019.

EUROPEAN FEDERATION FOR SPECIALIST CONSIRUCTION CHEMICALS AND CONCRETE SYSTEMS, EFNARC. **Specification and guidelines for self-compacting concrete**. In: EFNARC. Fevereiro, 2002. Disponível em: http://www.efnarc.org/pdf/SandGforSCC.PDF. Acesso em: 10 Ago 2019.

FIGUEIREDO, E. P. **Mecanismo de Transporte de Fluidos no Concreto**. In: ISAIA, G. C. Concreto, Ensino, Pesquisa e Realizações. São Paulo: IBRACON, 2005.

ISBN 978-65-86819-05-2

GEYER, A. L. B. A **melhoria da qualidade das superfícies do concreto através da drenagem com formas revestidas internamente por um geotêxtil**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre–RS. 1995.

GOMES, L. **Reavaliação e melhoria dos processos de beneficiamento de não tecidos com base em reclamações de clientes**. Revista FAE. [S.I] 2006. Disponível em: https://revistafae.fae.edu/revistafae/article/view/427/323. Acessado em: 15 Out 2019.

HELENE, P. R. L. **Manual para reparo, reforço e proteção de estruturas de concreto**. 2 ed - São Paulo: PINI, 1992.

INSTITUTO BRASILEIRO DE AVALIAÇÕES E PERÍCIA DE ENGENHARIA, IBAPE. **Norma de Inspeção Predial Nacional**. São Paulo, 2012. Disponível em: http://ibape-nacional.com.br/biblioteca/wp-content/uploads/2012/12/Norma-de-Inspe%C3%A7%C3%A3o-Predial-IBAPE-Nacional.pdf. Acesso em: 25 Set 2019.

KEPNER, C. H.; TREGOE, B. B. **O administrador racional**. São Paulo: Atlas, 1981.

MISURELLI, H; MASSUDA, C. **Paredes de Concreto**. Revista Techne, n.147, p. 74- 78, jun. 2009. Disponível em: http://techne17.pini.com.br/engenharia civil/167/paredes-de-concreto-armado-moldadas-in-loco-286799-1.aspx. Acesso em: 14 Ago 2019.

MITIDIERI FILHO, C. V.; SOUZA, J. C. S.; BARREIROS, T. S. **Sistema construtivo de paredes de concreto moldadas no local: aspectos do controle de execução**. In: Congresso Brasileiro do Concreto, 54., Maceió. São Paulo: IBRACON, 2012. Disponível em: https://www.ipt.br/centros_tecnologicos/CETAC/artigos_tecnicos/431-sistema_construtivo_de_paredes_de_concreto_moldadas_no_local:_aspectos_do_controle_de_execucao_.htm. Acesso em: 14 Ago 2019.

NEVILLE, A. M. **Propriedades do Concreto**. São Paulo: Pini, 1997.

NUNES, N. L.; FIGUEIREDO, A. D. **Retração do concreto de cimento Portland**. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP. São Paulo, BT/PCC/452, p. 1-61, 2007. Disponível em: http://durar.pcc.usp.br/files/text/publications/BT_00452.pdf. Acesso em: 20 Set 2019.

OKAMURA, H. **Self-compacting high performance concrete**. Concrete International, v.19, n. 7, p. 50 54, July 1997. Disponível em: https://www.concrete.org/publications/internationalconcreteabstractsportal/m/details/id/52. Acesso em: 14 Set 2019.

SACHT, H. M. **Painéis de vedação de concreto moldados in loco: avaliação de desempenho térmico e desenvolvimento de concretos**. Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo. São Carlos-SP, 2008. Disponível em: https://teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18141/tde-17102008-114925/en.php. Acesso em 4 Set 2019.

SOUZA, V.; RIPPER, T. **Patologia, Recuperação e Reforço de Estruturas de Concreto**. São Paulo: Pini, 1998.

TUTIKIAN, B. F. **Proposição de um método de dosagem experimental para concretos auto adensáveis.** Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre–RS, 2007. Disponível em: https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/11309. Acesso em: 20 Out 2019.

TUTIKIAN, B. F.; DAL MOLIN, D. C. **Concreto auto adensável**. 2 ed. São Paulo: PINI, 2015.

WEATHER SPARK. **Condições meteorológicas médias em Pernambuco**. 2019. Disponível em: https://pt.weatherspark.com/countries/BR/30. Acesso em: 21 Out 2019.