

UNIEVANGÉLICA

CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

RICARDO GARCIA ROSA FRANÇA

**CAUSAS, DIAGNÓSTICOS E TRATATIVAS DE
PATOLOGIAS EM PAREDE DE CONCRETO: ESTUDOS DE
CASO**

ANÁPOLIS / GO

2019

RICARDO GARCIA ROSA FRANÇA

**CAUSAS, DIAGNÓSTICOS E TRATATIVAS DE
PATOLOGIAS EM PAREDE DE CONCRETO: ESTUDOS DE
CASO**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DA UNIEVANGÉLICA**

ORIENTADORA: WANESSA MESQUITA G. QUARESMA

ANÁPOLIS / GO: 2019

FICHA CATALOGRÁFICA

FRANÇA, RICARDO GARCIA ROSA.

Causas, diagnósticos e tratativas de patologias em parede de concreto: estudos de caso

63P, 297 mm (ENC/UNI, Bacharel, Engenharia Civil, 2019).

TCC - UniEvangélica

Curso de Engenharia Civil.

1. Parede de concreto

2. Patologias

3. Percepção técnica

I. ENC/UNI

II. Título (Série)

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

FRANÇA, R. G. R. Causas, diagnósticos e tratativas de patologias em parede de concreto: estudos de caso. TCC, Curso de Engenharia Civil, UniEvangélica, Anápolis, GO, 63p. 2019.

CESSÃO DE DIREITOS

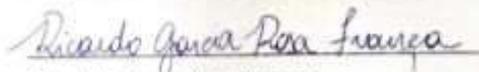
NOME DO AUTOR: Ricardo Garcia Rosa França

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO: Causas, diagnósticos e tratativas de patologias em parede de concreto: estudos de caso.

GRAU: Bacharel em Engenharia Civil

ANO: 2019

É concedida à UniEvangélica a permissão para reproduzir cópias deste TCC e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte deste TCC pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.



Ricardo Garcia Rosa França

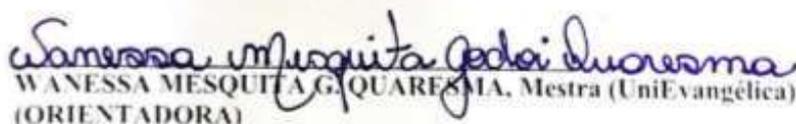
E-mail: ricardogrf@hotmail.com

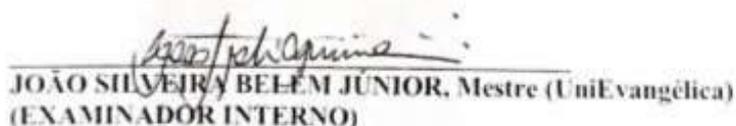
RICARDO GARCIA ROSA FRANÇA

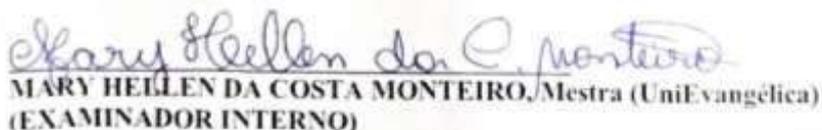
CAUSAS, DIAGNÓSTICOS E TRATATIVAS DE
PATOLOGIAS EM PAREDE DE CONCRETO: ESTUDOS DE
CASO

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO CURSO DE
ENGENHARIA CIVIL DA UNIEVANGÉLICA COMO PARTE DOS REQUISITOS
NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE BACHAREL

APROVADO POR:


WANESSA MESQUITA G. QUARESMA, Mestra (UniEvangélica)
(ORIENTADORA)


JOÃO SILVEIRA BELEM JÚNIOR, Mestre (UniEvangélica)
(EXAMINADOR INTERNO)


MARY HELEN DA COSTA MONTEIRO, Mestra (UniEvangélica)
(EXAMINADOR INTERNO)

DATA: ANÁPOLIS/GO, 29 de Maio de 2019

RESUMO

A identificação técnica de erros executivos nos sistemas construtivos permite prevenir anomalias frequentes em obras residenciais de padrão qualquer. Neste contexto, o presente trabalho aborda a identificação das falhas em paredes de concreto induzidas por projetos incompatibilizados, mão de obra desqualificada e/ou ausência de treinamento técnico, visto que a presença destas falhas pode ser prejudicial para o custo e desempenho da obra. Para o desenvolvimento do trabalho foi realizado *a priori* um estudo da arte sobre o tema, abordando o método executivo, as etapas corretas de execução do mesmo com ênfase nos tipos de patologias recorrentes. Em um segundo momento foi realizado visitas técnicas em empreendimentos verticais construídos com parede de concreto em Goiânia, no estado de Goiás, e na região metropolitana da capital, onde foram catalogadas patologias existentes. Assim é apresentado as patologias e anomalias acarretadas em fase de construção estrutural catalogadas nas visitas técnicas, tratativas em forma de relatório técnico. Conclui-se que algumas patologias são inerentes da técnica, mas que a grande maioria pode ser evitada, sendo que para obtenção de resultados satisfatórios há necessidade de investir em conhecimento, treinamentos, tecnologias e boas práticas que levarão qualidade ao empreendimento e baixo custo a obra.

PALAVRAS-CHAVE:

Parede de concreto. Patologias. Percepção técnica.

ABSTRACT

The technical identification of executive errors in the construction systems allows to prevent frequent anomalies in any standard residential works. In this context, the present work addresses the identification of faults in concrete walls induced by incompatibilized projects, disqualified labor and/or lack of technical training, since the presence of these faults can be detrimental to the cost and performance of the work. For the development of the work, a study of the art on the subject was carried out a priori, addressing the executive method, its correct stages of execution with emphasis on the types of recurrent pathologies. In a second moment, technical visits were carried out in vertical constructions built with concrete wall in Goiânia, state of Goiás, and in the metropolitan region of the capital, where existing pathologies were cataloged. This way are presented the pathologies and anomalies involved in the structural construction phase cataloged in technical visits, in the form of a technical report. It is concluded that some pathologies are inherent to the technique, but a lot of them can be avoided, and to obtain satisfactory results there is a need to invest in knowledge, training, technologies and good practices that will bring quality to the project and low cost of the work.

KEYWORDS:

Concrete wall. Pathologies. Technical perception.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Marcação através de linha e distanciadores	14
Figura 2 - Arranques das paredes superiores	15
Figura 3 - Reforços em cantos de janelas	15
Figura 4 - Reforços com vergalhões e tela em região de tubulações	16
Figura 5 - Correto uso de espaçadores em armações das lajes	17
Figura 6 - Gravatas envoltas em “camisinhas”	21
Figura 7 - Cunha e pinos travando forma	21
Figura 8 - Elementos de reescora	22
Figura 9 - Slump test antes da adição de aditivo superplastificante	24
Figura 10 - Flow test após adição de aditivo superplastificante	25
Figura 11 - Armação exposta devido falta de espaçadores	31
Figura 12 - Excessivo aparecimento de agregados após desforma	35
Figura 13 - Falha de concretagem abaixo de janela de ventilação da platibanda devido acúmulo de ar	37
Figura 14 - Recomposição de vazio em parede de concreto com forma de madeira	39
Figura 15 - Fissuração diagonal devido junta de concretagem	40
Figura 16 - Fissuras dispersas pela superfície da peça estrutural	42
Figura 17 - Superfície mal acabada do concreto	43
Figura 18 - Excesso de desmoldante em lajes	44
Figura 19 - Armadura semi-aparente em pequeno trecho da parede de concreto	45
Figura 20 - Fissura no canto de janela	46
Figura 21 - Tubulações e caixinhas expostas por mau espaçamento	48
Figura 22 - Pontos cegos das paredes de concreto	50
Figura 23 – Impermeabilização no “rodapé” do bloco de modo a impedir infiltrações	51
Figura 24 - Gráfico da porcentagem de ocorrência de cada tipo de patologia nos estudos de caso	53

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABCP	Associação Brasileira de Cimento Portland
CAA	Concreto autoadensável
MCMV	Minha Casa Minha Vida
NBR	Norma Brasileira
IBRACON	Instituto Brasileiro do Concreto
SGQ	Sistema de Gestão da Qualidade

LISTA DE SÍMBOLOS

w_k Abertura característica de fissuras na superfície do concreto

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	10
1.1 JUSTIFICATIVA.....	11
1.2 OBJETIVOS	11
1.2.1 Objetivo geral	11
1.2.2 Objetivos específicos.....	11
1.3 METODOLOGIA	12
1.4 ESTRUTURA DA MONOGRAFIA	12
2 SUPERESTRUTURA PAREDE DE CONCRETO.....	13
2.1 SISTEMA CONSTRUTIVO	13
2.2 MARCAÇÃO.....	13
2.3 ARMAÇÃO	14
2.3.1 Armação das paredes	14
2.3.2 Armação das lajes.....	16
2.4 PORTAS, JANELAS E INSTALAÇÕES	17
2.4.1 Portas e janelas	18
2.4.2 Instalações elétricas e hidráulicas.....	18
2.5 FORMAS	20
2.5.1 Aplicação de desmoldante.....	20
2.5.2 Montagem de formas.....	20
2.5.3 Escoramento.....	22
2.6 CONCRETO AUTOADENSÁVEL	22
2.6.1 Critérios de recebimento.....	23
2.6.2 Concretagem	25
2.7 DESFORMA.....	26
3 PATOLOGIAS EM CONCRETO ARMADO.....	27
3.1 PATOLOGIA NA CONCEPÇÃO DA ESTRUTURA	28
3.1.1 Premissas básicas para concepção do projeto	28
3.1.2 Premissas básicas de dimensionamento	29
3.2 PATOLOGIA NA EXECUÇÃO DA ESTRUTURA	30

3.3	PATOLOGIA NO USO DA ESTRUTURA.....	31
3.4	PATOLOGIAS COMUNS EM CONCRETO ARMADO	32
4	ESTUDOS DE CASO	34
4.1	CARACTERIZAÇÃO DOS CASOS ESTUDADOS.....	34
4.2	PATOLOGIAS POR VAZIOS DE CONCRETO	34
4.2.1	Aparecimento excessivo dos agregados do concreto	35
4.2.2	Vazios de concreto em peças não estruturais: vãos de janelas e passapratos.....	36
4.2.3	Vazios de concreto em peças estruturais: paredes e lajes.....	37
4.2.4	Tratativa de anomalias de vazios de concreto	38
4.3	PATOLOGIAS PELA APARIÇÃO DE FISSURAÇÃO E JUNTAS FRIAS NO CONCRETO.....	39
4.3.1	Aparecimento de juntas frias	39
4.3.2	Fissurações diversas devido retração do concreto.....	41
4.4	PATOLOGIAS POR USO INADEQUADO DE DESMOLDANTES	42
4.4.1	Uso de desmoldantes inadequados.....	43
4.4.2	Uso de desmoldantes em excesso	44
4.5	PATOLOGIAS POR USO MAU POSICIONAMENTO OU AUSÊNCIA DE ARMAÇÕES.....	45
4.5.1	Utilização incorreta de distanciadores	45
4.5.2	Ausência de armações complementares	46
4.6	PATOLOGIAS POR INCORRETO POSICIONAMENTO TUBULAÇÕES.....	47
4.7	PATOLOGIAS DEVIDO A FATORES EXTRÍNSECOS.....	48
4.7.1	Recalque em fundações	49
4.7.2	Ausência ou falha impermeabilização	49
5	CONCLUSÃO.....	52
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55
	APÊNDICE	61

1 INTRODUÇÃO

Com o aquecimento do mercado da construção civil no final da década de 2000, construtoras tiveram a necessidade de construir empreendimentos com maior rapidez e que fossem acessíveis em seu custo e atendessem requisitos de sustentabilidade: todas estas condições para se encaixar dentro de programas de incentivo do Governo Federal, como o Minha Casa Minha Vida (MCMV).

Em função da demanda do programa supracitado, foi pedido pela Caixa Econômica Federal à Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP), um estudo de viabilidade do processo construtivo parede de concreto resultando na publicação, cinco anos mais tarde, da norma técnica ABNT NBR 16055:2012 (Parede de concreto moldada “in loco” para a construção de edificações – Requisitos e Procedimentos). De acordo com Santos (2016), “Em 2014, a tecnologia estava presente em 36 % das unidades produzidas. A partir do segundo semestre de 2015, o percentual cresceu para 52 %”.

Método construtivo este que veio para acelerar e sistematizar o processo de obra, reduzir prazos e custos. A revista Construção Mercado (2012) destaca que, a parede de concreto moldado in loco veio para assegurar a agilidade na execução, encurtando o tempo da obra em até 50 %.

Na contramão de tantas conveniências, a reportagem de 06 de fevereiro de 2017 do jornal O Estado de São Paulo usa dados do Ministério da Transparência referente a faixa 1 do MCMV, que contempla famílias que tem renda de até R\$ 1,8 mil, para mostrar que em quase 50 % dos imóveis do programa foram identificadas falhas construtivas ou incompatibilidade com projetos originais. “De um total de 688 empreendimentos, foram identificadas falhas de execução em 336, que concentram quase 93 mil unidades” nestes, os maiores problemas são “[...] trincas e fissuras (30,8 %), infiltração (29 %), vazamentos (17,6 %) e cobertura (12,3 %)”;

sendo que uma edificação pode apresentar mais de uma manifestação patológica. Auditorias apontaram ainda 2/5 (dois quintos) das habitações não seguiram as especificações de projetos em sua totalidade.

Deste modo, será abordado neste trabalho como qualquer sistema construtivo, seja ele alvenaria convencional, estrutural ou não, parede de concreto, etc., pode ter suas funções estruturais não alcançadas, caso não sejam assertivos os processos de concepção de projetos iniciais e a fase executiva dos mesmos.

1.1 JUSTIFICATIVA

Sendo uma obra onde o concreto armado principal sistema estrutural, executar a estrutura com qualidade, dentro do cronograma físico-financeiro planejado e com baixos índices de manutenção são um dos maiores gargalos. Para que isto seja uma meta exequível, deve-se ter um planejamento eficaz e controle eficiente da execução além um assíduo controle tecnológico.

Partindo disto, este estudo visa demonstrar, através de análises, como processos construtivos, mais especificadamente, neste, a parede de concreto, *a priori*, rápido, econômico e mais acessível quando empregado em programas sociais, pode ter suas características iniciais únicas tornadas vãs por mau estudo prévio e acompanhamento técnico.

1.2 OBJETIVOS

Neste tópico são apresentados os objetivos que conduzem esse trabalho.

1.2.1 Objetivo geral

O presente trabalho tem por objetivo geral explicitar o sistema construtivo parede de concreto e analisar ocorrência de manifestações patológicas neste, apresentando como resultado um relatório técnico¹.

1.2.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos deste trabalho segue os seguintes tópicos:

- Identificar as ocorrências de patologias no sistema construtivo parede de concreto;
- Explicitar sua causa, como pode ser feito diagnóstico prévio;

¹ Relatório técnico trata-se de uma exposição de dados ou fatos dirigidos a alguém, relativamente a uma questão ou um assunto, ou ao que convém fazer dos mesmos (as recomendações). Por outras palavras, um documento que descreve o estado de um problema científico. Costuma ser preparado e redigido a pedido de uma pessoa, de uma empresa ou de uma organização, deve ser realizado, no caso de patologias em concreto por um profissional habilitado pelo CREA ou CAU.

- Apresentar tratativas e possíveis consequências da existência de anomalias à estrutura;
- Sugerir precauções que auxiliem no reconhecimento e na redução da recorrência destas patologias;
- Apresentar um modelo de relatório técnico específico para este estudo.

1.3 METODOLOGIA

Os métodos usados para elaboração do presente estudo foram a escolha de empreendimentos a visitar, percepção de anormalidades denominadas patologias das estruturas de parede de concreto já executadas, posterior pesquisa das possíveis causas, revisão bibliográfica e conhecimento empírico das possíveis consequências à estrutura e correções. Se tratando de uma pesquisa exploratória descritiva técnica, onde as tratativas serão embasadas em um referencial teórico construído por meio de revistas, artigos, monografias, dissertações e teses sobre o tema. Vide detalhada em capítulo 4.

1.4 ESTRUTURA DA MONOGRAFIA

O presente estudo tem cinco capítulos em sua composição. O primeiro deles traz a introdução ao que será estudado posteriormente, além dos objetivos, justificativa e metodologia do mesmo. No capítulo seguinte, o 2, há um breve estudo do processo executivo de paredes de concreto para que, no capítulo 3, sejam apresentadas as patologias presentes nas estruturas de concreto armado, embasadas em pesquisa bibliográfica. No capítulo 4, o penúltimo, será descrito o tipo dos empreendimentos visitados e apresentadas as patologias encontradas nestes, relacionando seu diagnóstico, causa, possível consequência à estrutura e tratamento das mesmas, para então chegarmos à conclusão no capítulo 5 onde serão apresentados os proveitos tirados do estudo de modo a aplicá-los na execução da técnica construtiva.

2 SUPERESTRUTURA PAREDE DE CONCRETO

A parede de concreto pode ser, basicamente, definida como elemento estrutural autoportante, moldado *in loco* e com fôrmas removíveis. Este tópico aborda as características executivas do elemento utilizado como objeto de estudo deste trabalho.

2.1 SISTEMA CONSTRUTIVO

A título de maior especificação a ABNT NBR 16055 (2012) acrescenta que este sistema é composto ainda por:

[...] paredes submetidas à carga axial, com ou sem flexão, concretadas com todos os elementos que farão parte da construção final, tais como detalhes de fachada [...], armaduras distribuídas e localizadas, instalações (elétricas e hidráulicas), quando embutidas, e [...] lajes incorporadas ao sistema por solidarização com as paredes, tornando o sistema monolítico [...]. (p. 1).

Alternativa eficiente para execução de unidades habitacionais com alta repetitividade de moldes semelhantes, apresenta rápido processo para construções em larga escala que tenham prazos exíguos e prezem pela economia, otimização de mão de obra e qualidade.

2.2 MARCAÇÃO

A marcação deve ser o primeiro item a ser feito após a fundação; texto do Comunidade da Construção (2011) explicita: “Antes de iniciar a montagem dos painéis de fôrmas, é necessário marcar no piso de apoio (fundação ou laje) as linhas das faces internas e externas das paredes [...]” com cor de destaque, preferencialmente vermelho, “[...] de modo a orientar o posicionamento dos painéis”.

Nos empreendimentos visitados, além da marcação no piso por linha faz-se uso de distanciadores fixados neste faceando a marcação: os distanciadores presos com pistola de fixação de pinos são de grande auxílio na montagem das formas, pois estes delimitam mais expressivamente a largura das paredes.

Figura 1 - Marcação através de linha e distanciadores



Fonte: Próprio autor, 2019.

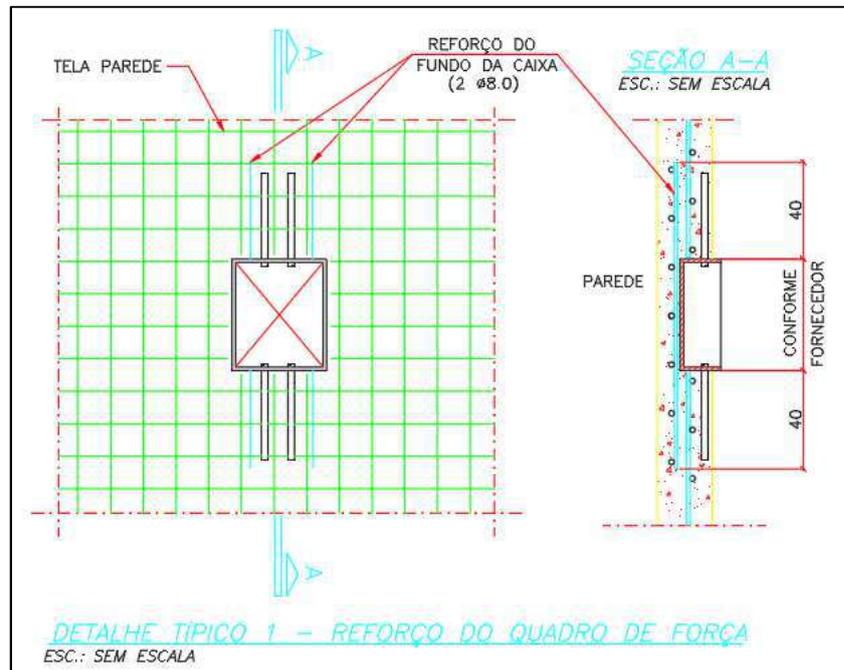
2.3 ARMAÇÃO

Por, segundo a ABNT NBR 12655:2015, o concreto ser um material que apresenta elevada resistência à compressão, mas baixa à tração, há necessidade de que se seja utilizado aço para que o conjunto resista a ambas solicitações citadas: as estruturas de concreto armado. União esta possível pois ambos possuem coeficiente de dilatação próximos, de modo que variações de temperatura não afetam a aderência do conjunto.

2.3.1 Armação das paredes

No sistema estudado neste trabalho, além da função supracitada, o aço, neste caso, as telas soldadas tem ainda a função de fixar as tubulações elétricas e hidráulicas. Posicionadas nas duas faces das paredes ou somente no eixo vertical, as telas contam ainda com acréscimo de vergalhões de aço para arranques, trespases e reforços nos cantos de janelas, portas e junto a áreas de grande concentração de passagem tubulações embutidas e ainda posicionamento de espaçadores para que as telas sejam mantidas com cobrimento requisitado (KACZYNSKI, 2014) como mostra a Figura 2.

Figura 4 - Reforços com vergalhões e tela em região de tubulações



Fonte: BAIGORRIA, 2018.

Segundo ArcelorMittal (2017) as telas soldadas aplicadas na estrutura das paredes, normalmente, quando a armação é simples, são posicionadas no eixo da parede, já quando a armação é composta por malha dupla, as telas são posicionadas próximo às faces internas e externas da parede armada; especificações estas, assim como as contidas em Normas, são seguidas com rigor por projetistas estruturais que tem os fornecedores de tela de aço (como a citada ArcelorMittal, GERDAU, etc.) como braço direito para elaboração de projetos, para os quais muitas vezes emitem pareceres técnicos e garantem um vigoroso controle de qualidade na fabricação deste elemento da estrutura.

2.3.2 Armação das lajes

As lajes são definidas como elementos planos, em geral horizontais, podem ser chamadas também de cascas, possuem duas dimensões muito maiores que a terceira, sendo esta denominada espessura. A principal função das lajes é receber os carregamentos atuantes no andar, provenientes do uso da construção (pessoas, móveis e equipamentos), e transferi-los para os apoios. As lajes retangulares maciças de concreto armado, são geralmente apoiadas sobre vigas ou paredes, em casos especiais apoiadas em pilares, situações essa onde são

chamadas de laje cogumelo. Nos edifícios usuais, as lajes maciças² têm grande contribuição no consumo de concreto: aproximadamente 50% do total e a armadura das mesmas são de extrema importância para a boa funcionalidade da estrutura (PINHEIRO et al, 2003).

No caso das paredes de concreto, as lajes são armadas após a montagem das formas das paredes e laje e devido escoramento (como será explicitado posteriormente) nelas são ainda colocados espaçadores tipo “torre” de modo a garantir correto posicionamento das armações e o cobrimento especificado em projeto estrutural. As tubulações também são presas à armação com espaçadores garantido, além do posicionamento, que as tubulações não se soltem durante a concretagem conforme Figura 5.

Figura 5 - Correto uso de espaçadores em armações das lajes



Fonte: Jeruel plásticos, 2018.³

2.4 PORTAS, JANELAS E INSTALAÇÕES

O posicionamento de portas, janelas e tubulações e caixinhas das instalações elétricas e hidráulicas deve ser feito conforme projetos específicos, durante ou após a montagem das

² Bastos (2015) define laje maciça “como aquela onde toda a espessura é composta por concreto, contendo armaduras longitudinais de flexão e eventualmente armaduras transversais”.

³ Disponível em: <http://www.jeruelplast.com.br/site/produtos/parede-de-concreto/modelo-ce/>

armações, respeitando sempre o posicionamento das instalações descrito em respectivos projetos, distanciamentos mínimos e reforços discriminados no projeto estrutural, fazendo o uso de espaçadores adequados que garantam seu adequado cobrimento e posição.

2.4.1 Portas e janelas

A instalação das telas deve ser feita sem recortes e só após o fechamento interno das placas é feito os cortes dos vãos de portas e janelas, pois as placas servirão de gabarito. Em alguns outros tipos de parede de concreto as esquadrias podem ser postas simultaneamente a forma, sendo já fixados pelo concreto para posterior parafusamento. Para melhor acabamento, entretanto, recomenda-se que, como dito, sejam feita apenas recorte das telas e fechamento da forma com placas próprias nos vãos para só após a desforma começarem a ser instaladas os elementos de esquadrias.

Por ser um sistema de uma forma só, usada repetidamente, segundo Silva (2011), isto faz com “que as janelas e portas estejam posicionadas sempre nos mesmos painéis de fôrmas [...]” e, para melhor conferência e agilidade é interessante “[...] numerar os painéis e marcar o posicionamento dos caixilhos para facilitar a montagem, aumentar a produtividade e garantir a qualidade na execução”.

2.4.2 Instalações elétricas e hidráulicas

A fixação das instalações elétricas e hidráulicas são feitas diretamente nas telas de armação das paredes e lajes, por isso deve-se dar uma especial atenção na escolha dos materiais bem como no posicionamento destes. A Coletânea de Ativos 2007-2008 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND, 2008, p. 91) ressalta que característica deste sistema “[...] é permitir que, após a desforma, as paredes contenham, embutidos em seu interior, todos os elementos previstos em projeto, tais como: caixilhos de portas e janelas, tubulações elétricas e hidráulicas, fixação de cobertura ou outros insertos [...]”.

Não são permitidas, de acordo com a NBR 16055, tubulações em encontros de paredes e instalações horizontais só podem ser postas em trechos não estruturais, ocupando não mais que um terço do comprimento da parede e não tendo mais de um metro de comprimento (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2012, p. 10-11). A

supracitada Norma ressalta ainda que, sendo atendidas simultaneamente algumas premissas, as tubulações verticais podem ser colocadas nas paredes de concreto:

- (a) quando a diferença de temperatura no contato entre a tubulação e o concreto não ultrapassar 15 °C;
- (b) quando a pressão interna na tubulação for menor que 0,3 Mpa;
- (c) quando o diâmetro máximo for de 50 mm;
- (d) quando o diâmetro da tubulação não ultrapassar 50 % da espessura da parede, restando espaço suficiente para, no mínimo, o revestimento adotado e a armadura de reforço. Admite-se tubulação com diâmetro até 66 % da espessura da parede e com revestimentos mínimos, desde que existam telas nos dois lados da tubulação com comprimento mínimo de 50 cm para cada lado;
- (e) tubos metálicos não encostem nas armaduras para evitar corrosão galvânica;

Para aumentar a rapidez dos processos e produtividade, podem ser feitos kits hidráulicas e elétricos (tubulações e conexões montados previamente) em obra ou adquiridos externamente de fornecedores especializados. Tais kits devem ser testados (validados) anteriormente nos chamados “apartamentos-modelo” da obra, evitando deslizamentos logo na primeira concretagem.

As peças hidráulicas usadas podem ser as convencionais de PVC, pois sendo corretamente ligadas não apresentam problemas, mas, segundo Júnior (2018), para obtermos melhores resultados nas instalações elétricas do sistema de parede de concreto, devemos utilizar produtos específicos para esta etapa: eletrodutos reforçados (laranja), caixinhas elétricas impermeáveis desenvolvidas para o sistema com tampas que evitem a entrada de nata de cimento durante a concretagem durante e quadros elétricos também impermeáveis e com tampas de proteção.

2.5 FORMAS

Nakamura (2014) apresenta uma reportagem do engenheiro Sergio Tomaz Avelino, da Construtora Capital, que diz que para o cumprimento do tamanho do elemento estrutural é preciso utilizar formas. A montagem e desmontagem das peças, assim como os cuidados com a manutenção, também demandam atenção rigorosa. "A mão de obra deve receber treinamento específico. A construção de paredes de concreto utiliza concretos de cura mais rápida e de custo mais alto, não admitindo erros". "Além disso, durante a execução, é importante tomar cuidado com alinhamentos, prumos e esquadro. Erros nessas etapas podem comprometer o acabamento final da obra", finaliza Avelino.

2.5.1 Aplicação de desmoldante

Produtos desmoldantes devem aplicados as formas de acordo com especificações do fabricante, não os aplicando em excesso ou em quantidade insuficiente, de modo a não deixar resíduos nas superfícies aplicadas ou causar algum dos efeitos discriminados abaixo pela ABNT NBR 14931:2004:

“- alteração na qualidade da superfície ou, no caso de concreto aparente, resulte em alteração de cor;

- prejuízo da aderência do revestimento a ser aplicado”. (p. 9).

2.5.2 Montagem de formas

Tendo sido marcados as paredes, montadas as armações, as instalações elétricas e hidráulicas posicionadas e aplicado o desmoldante, as formas podem ser montadas. A montagem deve ser feita atentando-se a dimensão de cada ambiente e placas da forma, posição de escoras e acessórios de instalação e travamento das formas. Aconselha-se começar a montagem pelas placas internas para, após tendo sido conferido posicionamento de reforços, tubulações e caixinhas, fazer corte dos vãos de portas e janelas faltantes, para então, como dito, formar com as placas externas (ARAÚJO & FREIRE, 2004).

A junção das placas externas e internas das formas é feita através de elementos chamados “gravatas”, que são fixados com pinos e cunhas. As gravatas são envoltas por “camisinhas”, feitas de polietileno expandido, que facilitam a retirada das peças após a

concretagem. O fechamento e travamento deve ser feito com minúcia pois, a falta de qualquer pino ou cunha, acarretará, durante a concretagem, em possível abertura da forma.

Figura 6 - Gravatas envoltas em “camisinhas”



Fonte: Comunidade da Construção, 2018.⁴

Figura 7 - Cunha e pinos travando forma



Fonte: Próprio autor, 2018.

⁴ Disponível em:

<http://www.comunidadeconstrucao.com.br/sistemasconstrutivos/2/formas/execucao/31/formas.html>

2.5.3 Escoramento

Montadas as formas das paredes, a forma da laje necessita de escoramento antes que seja feita a montagem da armação e posicionadas as tubulações. “Antes do lançamento do concreto, deve ser devidamente conferida as posições e condições estruturais do escoramento, [...] apuradores e alinhadores horizontais” (ABNT NBR 12655, 2015, p. 27). Sendo escoras metálicas, estas possuem peças de escoramento remanescente, os chamados elementos de reescora: peças da forma da laje que ficam a escorá-la mesmo após desforma de todo o conjunto.

Figura 8 - Elementos de reescora



Fonte: Próprio autor, 2019.

2.6 CONCRETO AUTOADENSÁVEL

Segundo BARROS et al. (2011), concreto autoadensável se caracteriza

[...] pela sua elevada fluidez e viscosidade moderada, sendo capaz de se mover no interior das fôrmas, preenchendo-as de modo uniforme, somente pela ação de seu peso próprio. Entre outras vantagens, a utilização do CAA proporciona economia pela ausência de vibração e redução do número de operários

necessários na concretagem, além de melhoria das condições no ambiente de trabalho pela eliminação de ruídos provocados pelos equipamentos de adensamento mecânico.

Já a ABNT NBR 8.953:2011 (Concreto para Fins Estruturais – Classificação pela Massa Específica, por Grupos de Resistência e Consistência), dá-nos critérios físicos, palpáveis e classifica como fluido o concreto com abatimento igual ou acima a 220 mm, valor considerado acima da maioria dos concretos convencionais normalmente utilizados em grande parte das obras.

Porém, o fato de apresentar um abatimento elevado não significa que um concreto seja capaz de se espalhar e preencher os espaços das fôrmas apenas pela ação da força da gravidade, sem ser obstruído, e apresentar estabilidade da mistura suficientemente capaz de resistir à segregação e exsudação, define Corbioli (2016):

O CAA é um concreto definido basicamente por atender às propriedades de preenchimento total das fôrmas somente pela ação da força da gravidade, sem a necessidade de vibração mecânica, e sem que ocorra segregação ou exsudação de seus componentes e bloqueio ao passar por obstáculos, como armaduras ou seções estreitas. Para que um concreto seja considerado autoadensável, ele deve apresentar um elevado espalhamento, e não abatimento, habilidade passante e estabilidade da mistura suficiente para que seja preenchido todo o espaço dos elementos estruturais, não havendo segregação, exsudação, falhas de concretagem ou vazios.

2.6.1 Critérios de recebimento

Na superestrutura parede de concreto é utilizado o concreto autoadensável (CAA) ou superfluido. De resistência especificada em projeto, predominantemente pedido usinado, logo após chegada ao canteiro de obras o CAA deve passar pelo controle tecnológico da obra. Após este realizado o *slump test*, que especifica com quanto de abatimento o concreto chegou à obra, é determinada a quantidade de aditivo superplastificante que será adicionado ao caminhão betoneira de modo a promover a fluidez requerida do concreto, tal característica, também conhecida como espalhamento (como pode ser visto na Figura 9), é medida através do *flow test*.

Amplamente usado nos casos estudados, a dosagem do concreto deve ser diretamente ligada a proporção de materiais que o constitui, para obter a resistência e durabilidade requeridas de forma econômica. Segundo Cavalcanti (2006 apud HELENE e TERZIAN, 1993) “Algumas exigências devem ser atendidas ao se determinar uma dosagem para o concreto, tais como: especificações de projeto, condições de exposição das estruturas, materiais disponíveis na região, técnicas de execução e o custo”.

Estando o concreto dosado e o espalhamento deste dentro do requerido por projeto e obra, é retirado do caminhão o concreto necessário para moldagem de corpos de prova (geralmente retira-se dois para rompimento com 12 horas, 14 dias, 28 dias e, caso necessário, com 63 dias) e então libera-se o concreto para aplicação.

Figura 9 - Slump test antes da adição de aditivo superplastificante



Fonte: Próprio autor, 2018.

Figura 10 - Flow test após adição de aditivo superplastificante



Fonte: Próprio autor, 2018.

2.6.2 Concretagem

Isento do uso de vibradores, deve-se ter cuidado durante o uso do concreto autoadensável, a concretagem deve ser iniciada, segundo Miotto (2013), em pontos previamente determinados: pontos de encontro de paredes, lajes em seu centro, etc. Enquanto um caminhão é descarregado, o outro é dosado e testado.

Em razão do CAA iniciar sua pega com 30 minutos, o horário e sequência de concretagem devem ser muito bem alinhados com o fornecedor de concreto pois, extrapolado este prazo, há possibilidade de ocorrência de juntas frias se torna grande. Deve-se ainda cuidar para que não haja aprisionamento de ar, podendo-se fazer furos de diâmetro aproximado de $\frac{3}{4}$ " nas regiões abaixo de janelas e, caso haja, vãos de passapratos. Ressalta ainda, Miotto (2013), que “não haja vibração das armaduras para evitar vazios ao seu redor. Ainda deve-se acompanhar o enchimento das formas com leves batidas com martelo de borracha”.

2.7 DESFORMA

A desforma ocorre no dia seguinte à concretagem após liberação do controle tecnológico, este rompe os dois corpos de prova com 12 horas e caso estes atinjam resistência à compressão maior ou igual 3MPa (ou equivalente requerida em projeto específico) a desforma pode ser imediatamente iniciada, sem impacto, de modo a evitar o aparecimento de fissuras quaisquer.

Mesmo com a utilização de desmoldastes, sempre ficam restos de concreto fixados nas formas. Miotto (2013, apud Corrêa, 2012) relembra de que

[...] na desmontagem dos painéis seja realizada uma limpeza, para remoção da película de argamassa (cimento + água + areia), esta limpeza deve ser feita com cuidado para não danificar a placa da forma. Para esta limpeza pode ser feita com jatos fortes de água ou com água e escova ou espátula plástica.

Já no processo de desforma anomalias executivas começam a ser identificadas, tais como brocas, juntas frias, armaduras expostas, etc., e seu tratamento deve ser iniciado imediatamente, visto que, no caso de construção de edifícios, a execução dos próximos andares exige que a estrutura do andar inferior esteja íntegra e pronta a receber as cargas superiores.

3 PATOLOGIAS EM CONCRETO ARMADO

O mercado da construção civil, como já dito ao início deste estudo, tem demandas cada vez mais altas e exigentes de rapidez que podem apenas ser atendidas com métodos construtivos cada vez mais rápidos e processos que, apesar de ainda feitos com mão de obra humana, tendem a automação (GONÇALVES, 2015). Tendo estes, e não sendo exclusivamente por causa disto, um viés quase mecânico de algo feito repetidamente e em intervalos pouco menores que dias (no caso da parede de concreto armado, todos os dias são realizadas novas concretagens de, a depender do tipo da forma, de dois a quatro apartamentos) as chances de ocorrência de uma falha construtiva que pode acarretar em uma futura patologia se torna maior.

Por ser, segundo Piancastelli (2017), um

Material não inerte, o concreto armado está sujeito a alterações ao longo do tempo, em função de interações entre os elementos que o constituem (cimento, areia, brita, água e aço), com os aditivos e com agentes externos, como ácidos, bases, sais, gases, vapores e micro-organismos.

O engenheiro e professor, Piancastelli (2017) ainda reforça que “Muitas vezes, dessas interações resultam anomalias que podem comprometer o desempenho da estrutura, provocar efeitos estéticos indesejáveis ou causar desconforto psicológico nos usuários”.

Segundo Helene (1992) patologia é a parte da engenharia que estuda sintomas, os mecanismos, as causas e as origens dos defeitos das construções civis, ou seja, é o estudo das partes que compõem o diagnóstico do problema.

A origem das patologias pode ser desconhecida devido ao tempo decorrido até sua aparição: se precoce, ainda pode-se estar em obras, sua identificação ser mais rápida e sua correção mais certa pela equipe responsável pela execução, além de prevenir recorrência dentro de um mesmo empreendimento; se tardia, será necessária consulta técnica para avaliação das causas e métodos de saná-las (FONSECA, 2016).

Em entrevista a revista do Instituto Brasileiro do Concreto (IBRACON), quando questionado sobre quais são as principais patologias observadas em obras de concreto armado e como evitá-las ou minimizá-las, Viegas (2008) afirma que

As patologias, quando não são originárias de deficiência do dimensionamento ou erros de execução, estão associadas à corrosão eletroquímica das barras de aço das armaduras, por desconsideração do microclima do local da construção. Hoje, para reduzi-las, é fundamental observar as prescrições da NBR 6118/03 da ABNT.

Fundamento este amplamente divulgado no meio acadêmico e em entidades de classe, a fala de Viegas (2008) quando associada a de Piancastelli (2017) dá-nos a certeza de que estruturas de concreto armado requerem desde seu projeto e execução conhecimento técnico e empírico para que não haja qualquer adversidade que venha prejudicar os edifícios e os que neles habitam.

3.1 PATOLOGIA NA CONCEPÇÃO DA ESTRUTURA

Pouco divulgada, as patologias de concepção da estrutura, ou seja, em sua fase projetual podem ser uma das mais difíceis de ser identificadas, pois podem advir de tanto de anteprojetos desacertados ou estudos preliminares deficientes, mas não de serem corrigidas caso feito isso antes da execução.

Segundo Santos (2014), problemas patológicos sérios são resultado de um projeto final com falhas de cálculo estrutural, equivocada análise de resistência de solos, além de “falta de compatibilidade entre estrutura e a arquitetura, bem como os demais projetos civis; especificação inadequada de materiais; detalhamento insuficiente ou errado; erros de dimensionamento”.

O seguimento de Normas e premissas básicas deve ser algo constante aos engenheiros calculistas e aos executores, nelas há critérios mínimos para composição de uma projeto de parede de concreto em seus dois principais e únicos elementos estruturais, o concreto e o aço.

3.1.1 Premissas básicas para concepção do projeto

A superestrutura parede de concreto deve seguir as seguintes premissas básica (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND, 2008, p. 43):

- (a) comprimento da parede maior ou igual a oito vezes a sua espessura;

- (b) espessura da parede maior ou igual a 10 cm, ressalvando que nas construções com até dois pavimentos, podem ser utilizadas paredes com espessura maior ou igual a 8 cm;
- (c) paredes predominantemente comprimidas com pequenas excentricidades;
- (d) resistência característica à compressão no concreto (f_{ck}) menor ou igual a 40 Mpa;
- (e) Os esforços causados pelas restrições à deformação, como retração e dilatação térmica, devem ser calculados e dimensionados separadamente. Para efeito deste documento devem ser tomadas as providências necessárias para anular estes esforços, tais como, juntas de dilatação ou juntas de controle.

3.1.2 Premissas básicas de dimensionamento

Conforme a ABCP (2008, p 43-44), o dimensionamento das paredes deve seguir às seguintes diretrizes básicas:

- (a) trechos de parede com comprimento menor que oito vezes a sua espessura devem ser dimensionados como pilar ou pilar-parede;
- (b) trechos de parede que tenham tensão solicitante característica superior a $0,20 f_{ck}$ devem ser dimensionadas como pilar ou pilar-parede;
- (c) paredes devem ser dimensionadas à flexo-compressão para o maior valor entre as seguintes excentricidades:
 - $(1,5 + 0,03 h)$ cm, onde h é a espessura da parede;
 - excentricidade decorrente da pressão lateral do vento não menos que 1 kN/m^2 ;
- (d) paredes com excentricidades maiores deverão ser calculadas pela ABNT NBR 6118;

A seções mínimas de aço devem seguir os critérios mínimos da referida associação (2008, p. 45):

- (a) A seção mínima de aço das armaduras verticais deve corresponder a no mínimo 0,10% da seção de concreto. Para construções de até dois pavimentos, permite-se a utilização de armadura mínima equivalente a 70% destes valores.
- (b) A seção mínima de aço das armaduras horizontais deve corresponder a no mínimo 0,15% da seção de concreto. No caso de paredes com até 6 m de

comprimento horizontal, permite-se a utilização de armadura mínima equivalente a no mínimo 66% destes valores, desde que se utilize fibras ou outros materiais que comprovadamente contribuam para minorar a retração do concreto. [...] Respeitada esta condição, as construções de até dois pavimentos admitem uma armadura mínima de 40% do valor especificado.

3.2 PATOLOGIA NA EXECUÇÃO DA ESTRUTURA

Passada a etapa de concepção, a estrutura passa para fase de seu planejamento e então execução. Deve haver um bom andamento da construção com, segundo Souza e Ripper (1998), “caracterização da obra, individualizada pela programação de atividades, alocação de mão-de-obra, definição do "lay-out" do canteiro e previsão de compras dos materiais”. Um obra bem planejada e com alocações bem estabelecidas é crucial a sua execução com qualidade de acordo com Ferreira e Franco (1998), os quais ainda frisam que o canteiro,

[...] deve incorporar, os requisitos de produção, exigidos pelas inovações tecnológicas introduzidas, contribuindo assim, para a melhoria do processo de produção do edifício, através da organização e do adequado posicionamento dos elementos do canteiro [...]. (p. 2).

Isto, embora seja o ideal e lógico, vem acontecendo com menor frequência e mesmo em obras grandes vê-se tornar prática comum serem feitas adaptações não só canteiro mas até mesmo em projetos, sob o indulto, geralmente pouco válido, de serem necessárias simplificações durante a construção que acarretam, na maioria dos casos, em ocorrências de anomalias construtivas.

Quando se trata de uma obra de edificação habitacional, alguns erros são grosseiros e saltam à vista. Casos como falta de prumo, de esquadro e de alinhamento de elementos estruturais e alvenarias, [...] e flechas excessivas em lajes, são exemplos de erros facilmente constatáveis. Outros erros, no entanto, são de difícil verificação e só poderão ser adequadamente observados após algum tempo de uso [...]. (SOUZA e RIPPER, 1998, p. 25).

Além dos citados, no caso das paredes de concreto, foco do estudo, temos ainda ocorrência de exposição de armação ou tubulações, falhas de concretagem, fissuras, trincas etc. As possibilidades de erros executivos que acarretam em quaisquer das supracitadas

patologias são inúmeros, dentre eles pode-se citar: a falta de treinamento adequado, acompanhamento e conferência são os principais motivos que levam a ocorrência destes, a serem estudados mais a fundo no capítulo próximo.

Figura 11 - Armação exposta devido falta de espaçadores



Fonte: Cimento Itambé, 2014.⁵

3.3 PATOLOGIA NO USO DA ESTRUTURA

Finalizadas as etapas de concepção e execução de uma estrutura em concreto armado e, partindo-se do princípio que feitas com excelência, a estrutura pode vir a apresentar anomalias pela sua utilização errônea ou falha em suas manutenções periódicas. O usuário, desta forma (e sendo completamente contraditório) o maior interessado no bom desempenho da estrutura poderá tornar-se, por desconhecimento técnico, desleixo, problemas econômicos ou ignorância, o responsável por tal deterioração estrutural (SOUZA e RIPPER, 1998).

Problemas patológicos podem ser evitados quando avisados os usuários sobre as limitações da obra, como nos exemplos listados abaixo (SOUZA e RIPPER, 1998, p. 27)

⁵ Disponível em: <http://www.cimentoitambe.com.br/patologias-do-concreto/>

- (a) edifícios em alvenaria estrutural - o usuário (morador) deve ser informado sobre quais são as paredes portantes, de forma que não venha a fazer obras de demolição ou de abertura de vãos portas ou janelas - nestas paredes, sem a prévia consulta e a assistência executiva de especialistas, incluindo, preferencialmente, o projetista da estrutura;
- (b) pontes - a capacidade de carga da ponte deve ser sempre informada, em local visível e de forma insistente.

Manutenção periódica pode redimir anomalias sérias e até mesmo evitar a completa deterioração e ruína da obra. Interessantes quando feitas pela própria construtora que edificou o empreendimento, não sendo descartadas as feitas por mão-de-obra nova, são de extrema relevância e podem trazer uma vida útil plena a estrutura de concreto armado; algumas citáveis são:

[...] são a limpeza e a impermeabilização das lajes de cobertura, marquises, piscinas elevadas e "playgrounds", que, se não forem executadas, possibilitarão a infiltração prolongada de águas de chuva e o entupimento de drenos, fatores que, além de implicarem a deterioração da estrutura, podem levá-la à ruína por excesso de carga (acumulação de água).

3.4 PATOLOGIAS COMUNS EM CONCRETO ARMADO

Lotterman (2013) ressalta que a os problemas patológicos, em sua maioria, são visíveis e pelas características que apresentam nos é permitido a identificação da causa, da origem dos mesmos. Enumera ainda que as principais anomalias que são encontradas em edifícios com estrutura em concreto armado são:

- Segregação do concreto;
- Fissuras, trincas e rachaduras;
- Infiltrações e manchas;
- Corrosões tanto da armadura quanto do concreto;

O método construtivo estudado neste trabalho apresenta, além das citadas acima, muitos problemas patológicos que são intrínsecos a este como, por exemplo, machas em sua superfície devido mau uso de desmoldantes, tubulações expostas pela colocação incorreta de

espaçadores em instalações elétricas e hidráulicas (visto que estas fazem parte do elemento estrutural), vazios de concreto devido acúmulo de ar dentro das formas por ser um sistema hermético, além de outros a serem apresentados no capítulo seguinte, a saber.

4 ESTUDOS DE CASO

Neste capítulo será apresentado o estudo de caso realizado na cidade de Goiânia e em sua região metropolitana, em obras de médio porte da uma grande construtora originada em Minas Gerais mas com atuação em Goiás há mais de dez anos. Os critérios de escolha dos empreendimentos a serem visitados basearam-se principalmente na sua tipologia construtiva e no conhecimento de ocorrência de alguma manifestação patológica neles, a saber.

4.1 CARACTERIZAÇÃO DOS CASOS ESTUDADOS

Para serem atendidos os objetivos do presente estudo, foi seguida a metodologia em suas principais etapas: escolha de empreendimentos com base na tipologia construtiva, bem como na disponibilidade de acesso às informações necessárias a completude do trabalho e ainda estes terem um Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ) intrínseco a suas atividades e um longo período de experiência na execução da citada superestrutura.

A coleta de dados foi feita com a procura de ocorrência e diagnóstico de patologias nos empreendimentos, sua identificação junto ao engenheiro responsável, reconhecimento das causas, além de discussão das possíveis tratativas e consequências que tal anomalia pode trazer a estrutura e futura pesquisa em artigos, monografias, dissertações e teses. Desta forma, nesta sequência, serão apresentadas e destrinchadas nas seguintes páginas.

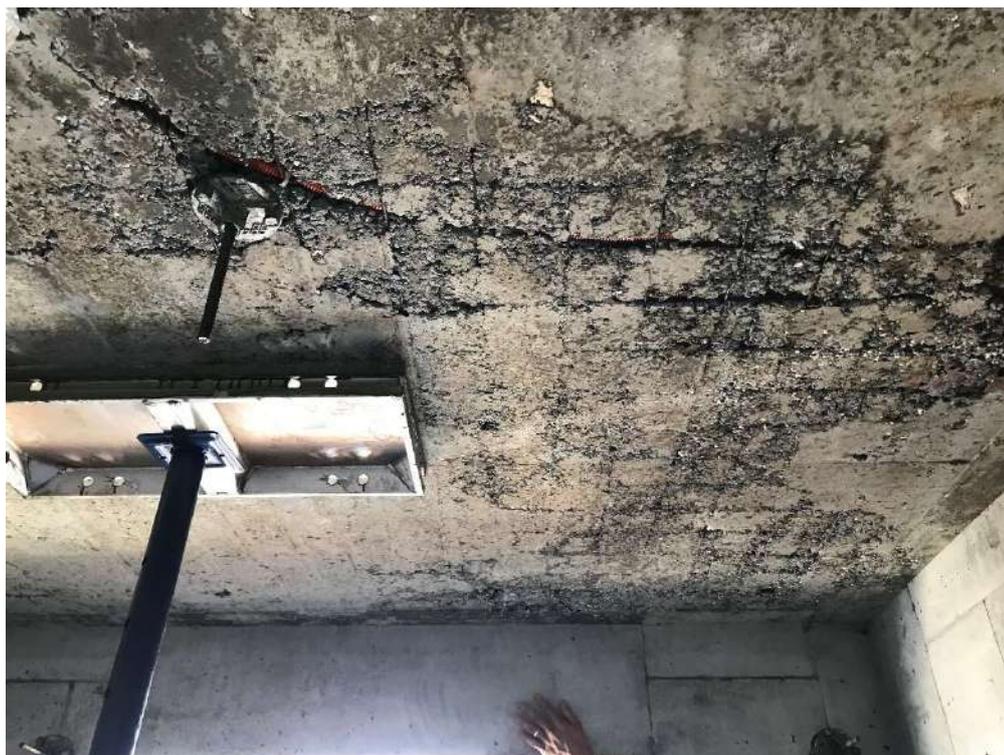
4.2 PATOLOGIAS POR VAZIOS DE CONCRETO

Dado o concreto autoadensável como o material que não necessita de vibração pelo seu fácil escoamento, o que eliminaria o risco de ocorrência de ninchos de concretagem, ou as popularmente conhecidas “bicheiras”, e daria um ótimo acabamento a peça estrutural além de torná-la monolítica, vê-se nos próximos três tópicos que este concreto pode ter suas características que o tornam recomendável facilmente perdidas por uma má dosagem, mau lançamento ou até mesmo devido ao tipo de forma no qual é aplicado.

4.2.1 Aparecimento excessivo dos agregados do concreto

Diagnosticado o aparecimento dos agregados graúdos e nítida percepção de perda de nata de cimento⁶ logo após a desforma, as também conhecidas como “bicheiras de concretagem” podem ter duas causas que são responsáveis pela ocorrência de tal anomalia na maioria das vezes: a primeira diz respeito a um concreto com traço incorreto ou mal dosado. Em paredes de concreto, utiliza-se o autoadensável, com abertura de flow⁷ acima de 65cm, como dito posteriormente, que exige aditivos especiais, os quais conferem lhe trabalhabilidade, fazendo com que os controles de recebimento deste sejam rigorosos, pois um erro na dosagem do superplastificante pode desagregar o concreto e causar anomalia mostrada na Figura 12.

Figura 12 - Excessivo aparecimento de agregados após desforma



Fonte: Próprio autor, 2019.

⁶ A nata é como denomina-se a parte mais fluida do concreto, formada por água e cimento, ou água, cimento e areia.

⁷ Espalhamento do concreto, principal característico do autoadensável. Melhor entendido e visualizado no item 2.6.1 deste estudo.

A segunda causa desta anomalia, amplamente divulgada por ocorrer não só em paredes de concreto mas de qualquer tipo de peça estrutural em concreto armado é a mau lançamento do concreto: mão-de-obra desqualificada pode não se atentar aos procedimentos mínimos de lançamento, “cuja execução deve ser realizada de forma cuidadosa, para evitar a segregação dos agregados graúdos nas regiões inferiores, originando vazios ou bicheiras” (ANDRADE; SILVA, 2005, p. 964).

A ocorrência desta patologia é grande e um tanto grave pois o concreto desagregado compromete a peça estrutural e exige cuidados especiais. De um modo geral, as regiões afetadas tendem a apresentar uma menor capacidade de resistência as carga podendo levar a estrutura a ruína. Em regiões com grandes áreas afetadas é necessário à demolição completa da peça estrutural e sua reexecução.

4.2.2 Vazios de concreto em peças não estruturais: vãos de janelas e passapratos⁸

As formas metálicas de paredes de concreto são um conjunto de peças muito bem planejado e dimensionado, se montadas e encaixadas com exatidão a possibilidade de ocorrência de vazamento de concreto (assim como de ar) durante seu lançamento é remota.

⁸ Bancada, meia-parede utilizada para integrar ambientes diferentes. Muito utilizado entre cozinhas e salas.

Figura 13 - Falha de concretagem abaixo de janela de ventilação da platibanda devido acúmulo de ar



Fonte: Próprio autor, 2019.

A falha mostrada na Figura 13 dá-se pelo preenchimento incompleto de concreto. Podendo ocorrer abaixo de vãos de janelas e de passa-pratos devido o aprisionamento de ar, esta falha ocorre normalmente em regiões não solicitadas por grandes cargas estruturais e de fácil correção, sendo assim, não exigem complexos procedimentos para a recuperação da peça estrutural e a esta não causam grande risco.

4.2.3 Vazios de concreto em peças estruturais: paredes e lajes

Diagnosticada a falha acentuada de concretagem, em paredes ou lajes, as tratativas devem ser imediatamente iniciadas antes da concretagem do pavimento próximo. Cuidados especiais devem ser tomados nestas situações, pois estas estruturas estão sujeitas a carregamentos e devem atender plenamente as necessidades de projeto durante toda a sua vida útil. As paredes trabalham predominantemente a compressão tendo assim correção menos complexa, contudo, caso ocorra este tipo de anomalia em lajes, cuidados maiores devem ser tomados, principalmente nas regiões sujeitas a esforços cortantes.

Para a execução de parede de concreto utiliza-se o CAA com aditivos, devido às propriedades especiais que estes apresentam, segundo Nakamura (20??, apud Mayor, 20??), “[...] Esses materiais são mais equilibrados reologicamente e têm uma viscosidade ideal que facilita o preenchimento das formas, inclusive em concretagens mais difíceis”; mas caso o traço seja dosado de modo incorreto ou o aditivo perca a validade em função da demora na descarga, o concreto passa a não corresponder às necessidades do sistema, levando as falhas. Nakamura (20??, apud Mayor, 20??) ressalta ainda que “o concreto autoadensável dispensa o uso de vibradores, que também podem ser causadores de vazios e defeitos em elementos concretados quando mal utilizados”.

4.2.4 Tratativa de anomalias de vazios de concreto

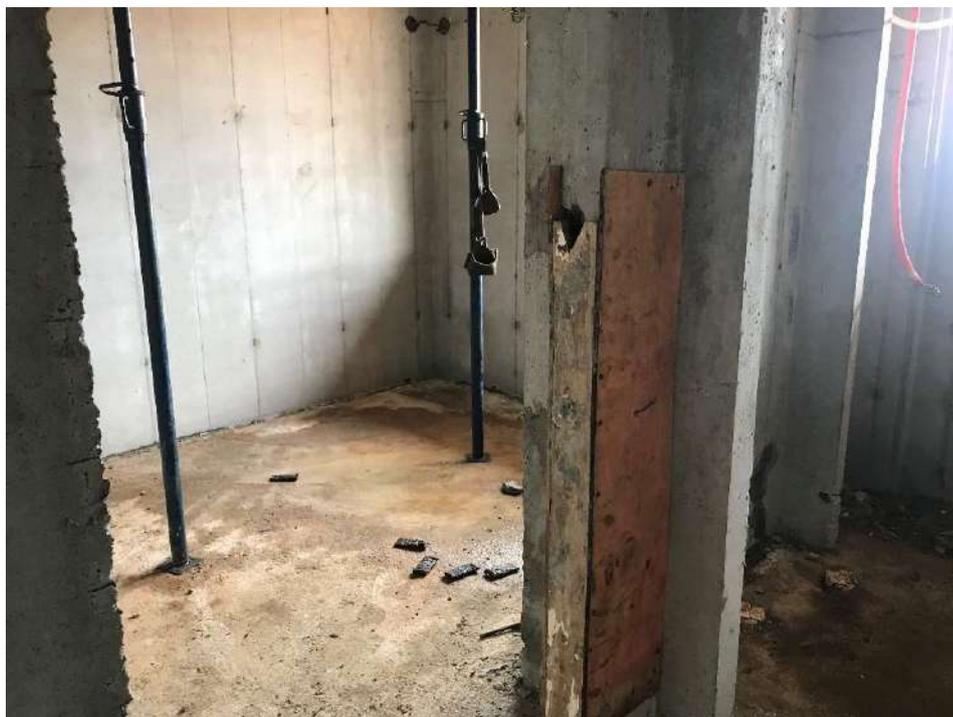
As tratativas dos três tipos de patologias supracitadas podem ser simples, caso sejam pontuais, não haja exposição de ferragens ou ocorram em vãos de janelas e passapratos (peças que recebem pouco ou nenhum carregamento); ou complexas, quando são identificados vazios em paredes e lajes ou as bicheiras grandes se tornem comuns em elementos de carácter estrutural.

No caso das primeiras, as não-estruturais, a tratativa adequada a este tipo de anomalia é escarificação, ou seja, retirada das partes soltas da região afetada e recomposição com o mesmo concreto utilizado para a concretagem das paredes ou, como indicado por Andrade (1992), tentar a “recalcinação” do concreto através de aplicação superficial de argamassa rica em cimento, mantida úmida por muito tempo.

No caso das peça estruturais, uma análise mais profunda precisa ser feita; para estas situações, recomenda-se verificar todas as minúcias da anomalia, em que peça se localiza, a que tipo de carregamento está sujeita esta e sua extensão para então escolher a melhor maneira de repará-la.

Na maioria das vezes é possível solucionar o problema com o uso de adesivos à base de epóxi para solidificar um novo concreto ou graute depois da remoção de todo o concreto segregado e da limpeza da área. Mas há casos em que a bicheira compromete o elemento de tal forma que a única saída viável é partir para sua demolição e reconstrução. (NAKAMURA, 20??).

Figura 14 - Recomposição de vazio em parede de concreto com forma de madeira



Fonte: Próprio autor, 2019.

4.3 PATOLOGIAS PELA APARIÇÃO DE FISSURAÇÃO E JUNTAS FRIAS NO CONCRETO

Fissurações podem ser entendidas como uma das consequências da desagregação do concreto, ocorrem, por exemplo, “nos casos de deficiência de projeto, em que a geração de fissuras naturalmente acaba por resultar no deslocamento do concreto, em especial o da camada de cobrimento das armaduras” (SOUZA e RIPPER, 1998, p. 71). Desagregamento este pode ocorrer pelo seu mau lançamento ou por sua rápida pega, o que faz com que um sistema prioritariamente monolítico torne-se facilmente separável, podendo perder sua capacidade de resistir a esforços que lhe são solicitados. É importante ressaltar que as fissuras também, são um processo natural da cura do concreto, tornando-as indesejadas dependendo da sua localização, abertura e forma.

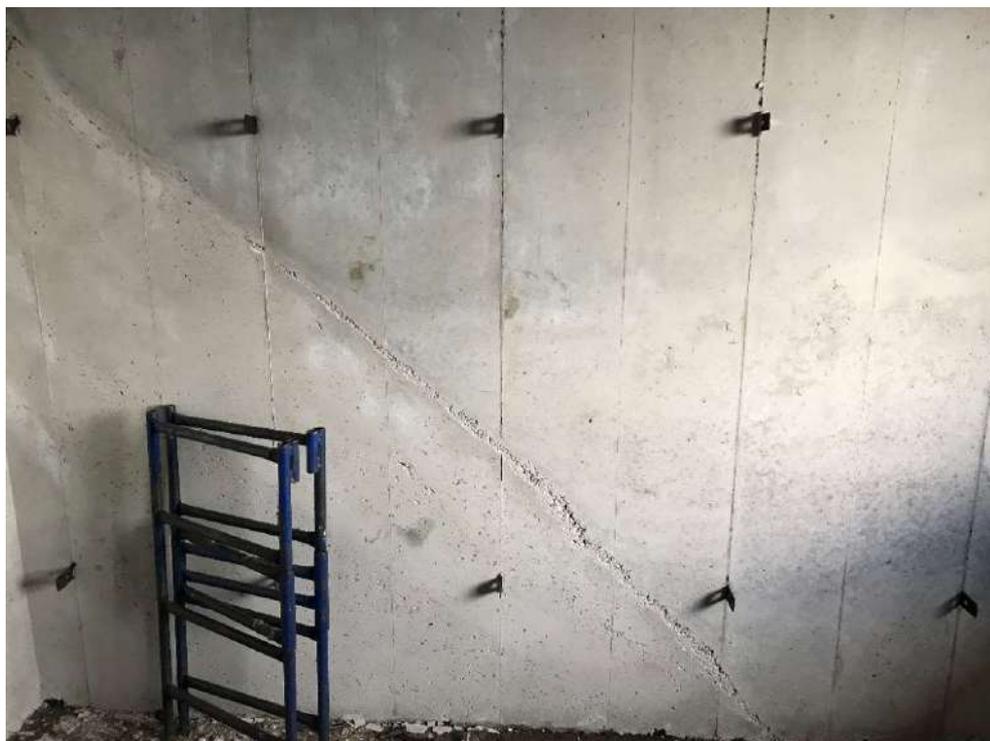
4.3.1 Aparecimento de juntas frias

O aparecimento de fissurações predominantemente horizontais que transpassam a parede de concreto é traço marcante desta patologia também conhecida como “junta fria”.

Anomalias detectadas tanto em paredes internas, que dividem ambientes, como em paredes externas, onde no projeto não se detecta a presença de tubulações horizontais elétricas ou hidráulicas embutidas nas paredes, o que poderia ser uma das possíveis razões do aparecimento destas fissuras.

Mas sim, a causa dessa patologia encontra-se no excedimento do período máximo para a descarga do concreto em função de sua pega. Tendo-se iniciado esta, o concreto não apresenta mais as condições ideais para lançamento, o que pode ocasionar as juntas de concretagem. Em função das particularidades do sistema construtivo se faz necessário à utilização de concretos com propriedades adicionais, como aditivos superplastificantes que conferem grande plasticidade ao mesmo. Este aditivo possui prazo curto de funcionamento, por volta de 30 minutos, sendo que após este período o concreto perde a trabalhabilidade podendo levar ao aparecimento indesejado de junta de concretagem como pode ser observado na Figura 15.

Figura 15 - Fissuração diagonal devido junta de concretagem



Fonte: Próprio autor, 2019.

Pela NBR 6118 (2014), “Sempre que não forem asseguradas a aderência e a rugosidade entre o concreto novo e o existente, devem ser previstas armaduras de costura,

devidamente ancoradas em regiões capazes de resistir a esforços de tração”, porém em paredes de concreto isto torna-se um tanto indevido pois acarretaria na deformação do elemento, posicionamento da denominada armadura de costura e recolocação da forma, o que impactaria diretamente no cronograma financeiro-temporal da obra.

Por isso, as fissurações deste tipo de anomalia, normalmente estabilizadas, podem ser tratadas superficialmente, unicamente com o propósito de preparar para o recebimento do acabamento final, pois quanto as paredes de concreto, segundo Carnio (2018) “pode-se tratar o elemento estrutural como painéis (chapas), cujo esforço solicitante predominante é de compressão. [...] sendo as tensões de tração negligenciáveis conforme projeto estrutura [...]”. Neste caso a junta de concretagem não ocasiona grandes prejuízos estruturais, mas deve-se atentar as consequências desta anomalia, como infiltrações pela fachada, que podem reduzir drasticamente a vida útil da estrutura e também trazer o aparecimento de mais fissuras.

4.3.2 Fissurações diversas devido retração do concreto

Fissurações aleatórias e dispersas na superfície do concreto podem indicar que houve retração hidráulica do concreto nas primeiras idades: a superfície de concreto perde água para o ambiente, retraindo-se e conseqüentemente fissurando a peça.

O concreto utilizado nas formas justifica tal retração pois,

[...] pode ser esperado que a retração do concreto [...] que contém superplastificante, seja simplesmente a consequência de fatores relevantes e opostos: uma relação água/cimento muito baixa e uma autodessecação elevada concomitante, que resultam em baixa retração, e um elevado consumo de cimento, que leva a alta retração. (NEVILLE, 2016, p. 452).

Figura 16 - Fissuras dispersas pela superfície da peça estrutural



Fonte: Próprio autor, 2019.

A perda da água de amassamento do concreto é uma falha grave e pode levar a uma perda de resistência da peça de concreto, pois parte da água para a hidratação do cimento foi evaporada. As peças que apresentam esta anomalia devem ser avaliadas pelo responsável técnico da obra e calculista que optarão pela retirada de amostras para novos ensaios de ruptura, ou simplesmente o tratamento da área afetada com argamassa colante.

4.4 PATOLOGIAS POR USO INADEQUADO DE DESMOLDANTES

A aplicação de desmoldantes inadequados ou em excesso nas formas antes da concretagem pode ocasionar distorções no acabamento do concreto ou até mesmo “embarrigamentos” natos nas peças de concreto armado. Assunto tratado nos dois próximos tópicos, estas anomalias podem levar, segundo Souza e Ripper (1998), “[...] à necessidade de enchimentos de argamassa maiores dos que os usuais e, conseqüentemente, à sobrecarga da estrutura”.

4.4.1 Uso de desmoldantes inadequados

Utilização de desmoldantes que não atendam as necessidades e especificidades do sistema construtivo como, por exemplo, utilizar desmoldante para formas de madeiras em formas de PVC ou alumínio (as mais comumente utilizadas para paredes de concreto) pode gerar este tipo de patologia que prejudica na qualidade superficial do concreto. Outra possibilidade que pode levar a esta ocorrência é (novamente) a má dosagem do concreto, fazendo com que este não possua o acabamento necessário em função de uso excessivo de superplastificante, ou até mesmo por ter traço incorreto a sua aplicação final.

Figura 17 - Superfície mal acabada do concreto



Fonte: Próprio autor, 2019.

Diagnosticada a patologia pela superfície do concreto mal acabada, sem qualidade mínima para aplicação de acabamentos deve-se tratar esta através da limpeza da superfície prejudicada, removendo-se toda partícula solta para em seguida aplicar uma fina camada de argamassa colante, de modo a uniformizar a superfície e preparar para o recebimento do acabamento final. Sendo uma falha superficial de acabamento final do concreto, não existe a necessidade de cuidados especiais para a correção deste problema, contudo deve-se investigar a real causa do problema para evitar sua repetição.

4.4.2 Uso de desmoldantes em excesso

Mudança na cor de superfície do concreto, destacamento de peças cerâmicas das paredes e má aderência de gesso ou massa corrida é como pode ser diagnosticado o excessivo uso de desmoldantes nas formas. Por mais que este excesso não seja prejudicial ao concreto, impossibilita a aderência de acabamentos, o que acaba sendo um inconveniente para o sistema construtivo.

A solução para este tipo de problema é bastante simples, sendo necessária somente a remoção após a desforma do excesso de desmoldante que se apresenta sobre a superfície do concreto. Esta pode ser feita com a limpeza da superfície com lavadora de água de alta pressão, não exigindo a aplicação de produtos químicos, mas a escovação vigorosa da superfície.

Figura 18 - Excesso de desmoldante em lajes



Fonte: Próprio autor, 2019.

4.5 PATOLOGIAS POR USO MAU POSICIONAMENTO OU AUSÊNCIA DE ARMAÇÕES

A observância de armação exposta ou fissuras ao longo de paredes ou lajes na superestrutura parede de concreto após a desforma deve-se à utilização incorreta ou insuficiente de distanciadores plásticos para posicionamento das armaduras ou até mesmo ausência destas.

4.5.1 Utilização incorreta de distanciadores

A principal função do cobrimento de concreto é a proteção da armadura de aço, que tende a oxidar quando exposta ao intemperismo ou a determinados materiais de acabamento. Não existem graves consequências no aparecimento deste tipo de anomalia em pontos localizados da parede, pois, como dito, a estrutura trabalha principalmente a compressão, sendo que em muitos casos utiliza-se simplesmente a armadura mínima indicada por Norma, porém caso se perceba este problema em trechos inteiros de paredes, as consequências são maiores e exigiriam tratamentos especiais.

Figura 19 - Armadura semi-aparente em pequeno trecho da parede de concreto



Fonte: Próprio autor, 2019.

Caso tenha ocorrência em pequenos trechos, a tratativa a esta anomalia dá-se pela limpeza da área afetada, realizando-se a completa remoção de partículas soltas, para logo em seguida efetuar o tratamento com inibidores químicos de corrosão e acabamento superficial com argamassa colante. Em longos trechos de paredes, os reparos podem exigir consultoria ao projetista estrutural e ser mais complexo: pode-se haver necessidade de colocação de armadura complementar sobre a exposta, remontagem da forma sobre esta para então concretá-la com concreto de igual ou maior resistência (SOUZA & RIPPER, 1998).

4.5.2 Ausência de armações complementares

Como descrito no capítulo 2 deste estudo, o sistema parede de concreto necessita, nos cantos de portas e janelas de reforços que impeçam as fissurações decorrentes de esforços ao redor destas aberturas, predominantemente nos próximos as vergas e contravergas. Em função das solicitações ao redor destes vãos e a ausência ou incorreto posicionamento de barras de reforços em ângulo de 45° faz com que ocorra uma distribuição desuniforme de cargas que leva a esforços superiores aos suportados do concreto utilizado na peça estrutural.

Figura 20 - Fissura no canto de janela



Fonte: Próprio autor, 2019.

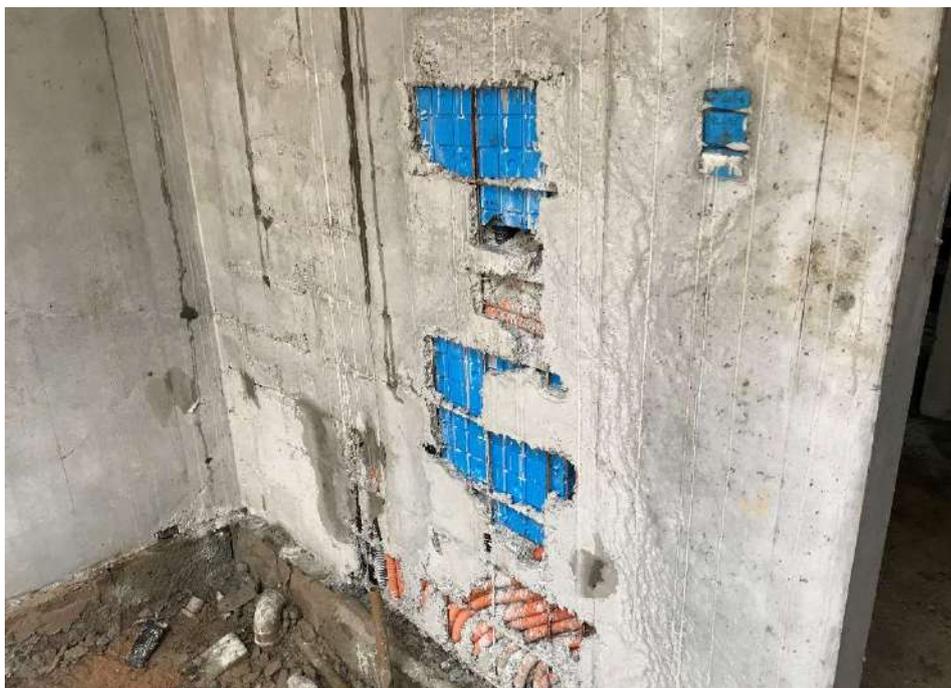
Esta anomalia não oferece riscos à estrutura, contanto que as fissurações estejam dentro das espessuras máximas permitidas pela NBR 6118 (2014), que delimita “A abertura máxima característica w_k das fissuras, desde que não exceda valores da ordem de 0,2mm a 0,4mm [...] sob ação das combinações frequentes, não tem importância significativa na corrosão das armaduras passivas”. São então tratadas por questões estéticas, com uma camada superficial de resina acrílica flexível, reforçada com manta de fibra de vidro, que oculta a mesma, a estabiliza e permite a aplicação de acabamento.

4.6 PATOLOGIAS POR INCORRETO POSICIONAMENTO TUBULAÇÕES

Patologia facilmente identificada pela presença de eletrodutos aparentes após a desforma ou fissurações acompanhando as tubulações embutidas nas paredes. A razão da ocorrência este tipo de anomalia é o cobrimento de concreto insuficiente para as tubulações que é garantido por espaçadores de tubulações, estas peças, além de posicionarem as mangueiras, também garantem um cobrimento mínimo de modo a evitar fissurações.

De tratativa amplamente conhecida e semelhante a de muitas outras patologias, as falhas de concretagens próximas às tubulações devem ser preenchidas com concreto que apresente a mesma ou mais resistência do adotado para as paredes. Caso haja fissurações pode-se executar reparo simples com tratamento da fissura com resina acrílica flexível ou de poliuretano e posterior aplicação do acabamento final.

Figura 21 - Tubulações e caixinhas expostas por mau espaçamento



Fonte: Próprio autor, 2019.

Cuidados especiais devem ser tomados no caso de grandes falhas de concretagem em decorrências das tubulações, pois existe perda de elemento resistente na peça comprimida, mas uma vez que as fissurações decorrentes do posicionamento das instalações elétricas são estabilizadas e, conseqüentemente, não apresentem variações ao decorrer do tempo a peça estrutural pode ser considerada recomposta e ser dado prosseguimento nos acabamentos finais.

4.7 PATOLOGIAS DEVIDO A FATORES EXTRÍNSECOS

Como outro qualquer método construtivo, a parede de concreto não se isenta de ter anomalias devido fatores que não estão ligados diretamente a ele, mas ao meio que a cerca, entenda-se por isso: a localização geográfica em que se encontra (em zonas marítimas, ambiente agressivo), acidentes, choque de veículos, a fundação sobre qual está e a baldrame que a cinta.

4.7.1 Recalque em fundações

Fissuração de 45° próximo ao pé da parede predominantemente nos pavimentos térreos caracteriza uma patologia devido recalque de fundações. Comum não só em paredes de concretos este tipo de patologia é recorrente a outras formas construtivas. De forma simplista pode-se entender esta patologia pelo fato de

Toda edificação, durante a obra ou mesmo após a sua conclusão, por um determinado período de tempo, está sujeita a deslocamentos verticais, lentos, até que o equilíbrio entre o carregamento aplicado e o solo seja atingido. Em projetos mal concebidos, com erros de cálculo nas fundações (como, por exemplo, nas fundações superficiais com diferenças acentuadas na relação carga/área de fundação), ocorrem recalques diferenciais entre os vários apoios, causando a abertura de trincas nas alvenarias e na estrutura. (SOUZA e RIPPER, 1998, p. 49).

Caso brandas sejam as situações é possível um tratamento localizado, com calafetação⁹ da fissuração com selante de poliuretano e o tratamento superficialmente com resina acrílica flexível estruturada com manta de impermeabilização. Este tipo de anomalia deve ser monitorada de modo a verificar a estabilização das fissurações. Como qualquer peça de concreto é natural o processo de microfissurações dentro das especificações da Norma, citadas no item 4.5.2 deste estudo. Ao se detectar fissurações acima das permitidas pela mesma, se faz necessário consulta ao projetista para estudo e escolha da melhor solução, podendo ele até mesmo lançar mão de um reforço estrutural.

4.7.2 Ausência ou falha impermeabilização

Assim como patologias por vazios de concretagem, outras anomalias que estão muito presentes em paredes de concreto são as infiltrações. Estas se dão pela incorreta impermeabilização do cintamento sobre a qual se assenta a estrutura, ao redor de janelas e má estucagem¹⁰ dos pontos cegos da parede, a saber.

⁹ Ato ou efeito de calafetar, de vedar (fendas, frestas, etc.) com material adequado.

¹⁰ Revestir, rebocar com estuque. Corrigir imperfeições após pronto o reboco.

Figura 22 - Pontos cegos das paredes de concreto



Fonte: Próprio autor, 2019.

Pontos cegos são assim denominados os locais onde ficavam as gravatas que garantem a travamento e prumo das formas durante a concretagem, melhores vistas na Figura 6 deste estudo, envoltas em “camisinhas”. Estas aberturas que são deixadas após a desforma das paredes, quando mal calafetadas, permitem a entrada de água de chuva que danificam os acabamentos internos do apartamento.

Tratativa simples deve ser logo após a desforma da parede recém-concretada com calafetação (ou estucagem, como é mais conhecido tal processo no canteiro de obras) de todos estes pontos com argamassa colante, tanto nos ambientes internos como externos. Sobre a fachada externa pode ser aplicado acabamento impermeável como, por exemplo, textura acrílica ou monocapa.

As janelas utilizadas no sistema construtivo de paredes de concreto são confeccionadas com medidas especiais, pois o processo construtivo permite a garantia do vão e possibilita a fixação das janelas com parafusos no lugar do chumbamento das grampas. Por isso as causas das infiltrações nestas acabam sendo as falhas na execução de serviços como caimento contrário de peitoril ou vedação incorreta do perfil.

No caso de peitoril com caimento contrário, será necessário a remoção da peça e posterior instalação de uma nova com caimento correto. No caso de infiltração pela esquadria,

a mesma deverá ser novamente calafetada com silicone neutro em todo o entorno externo e também nos pontos críticos de encontros dos perfis da própria janela.

As principais consequências destas falhas são danos causados aos ambientes internos, como pintura e escorrimento de água pelo piso. Solucionado o problema de vedação das esquadrias é necessário somente um reparo simples dos acabamentos internos danificados.

Infiltração no encontro das paredes com o piso dos apartamentos no pavimento térreo é de grande recorrência quando feita uma impermeabilização incorreta. As paredes são concretadas sobre estrutura do tipo baldrame ou radier e é justamente neste encontro que se forma uma junta de concretagem que permite a passagem da água de chuva por percolação. Usualmente a estrutura de apoio das paredes possui dente com medidas mínimas de 5cm, isto em função das fôrmas de concretagem que necessitam de apoio, sendo este ponto agravante no efeito das infiltrações nos apartamentos térreos.

A tratativa é a correta impermeabilização ao redor do perímetro do prédio no encontro das paredes com sua fundação, sendo este o ponto crítico que permite a ocorrência da infiltração. As principais consequências são danos internos causados às pinturas e pisos. Sendo corrigida esta falha não será necessário nenhum tratamento adicional, além da recuperação dos acabamentos internos e externos danificados.

Figura 23 – Impermeabilização no “rodapé” do bloco de modo a impedir infiltrações



Fonte: Próprio autor, 2019.

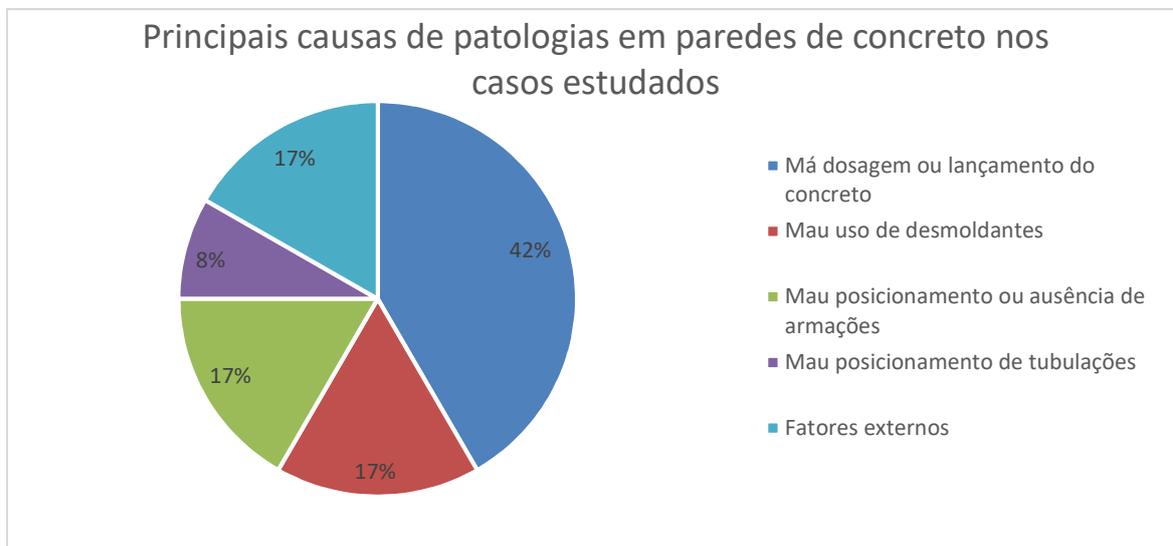
5 CONCLUSÃO

Pela análise do método construtivo parede de concreto, o desenvolvimento do presente estudo possibilitou averiguar que, em detrimento do que se crê, as paredes de concreto, apesar de serem apresentarem rapidez em sua execução, reduzir mão-de-obra e gastos no canteiro de obras, ainda tem muitas nuances que, por negligência ou desconhecimento técnico, podem tornar todos os seus pontos positivos em negativos, em patologias.

Das patologias encontradas nos empreendimentos visitados, 42 % destas são inerentes ao material mais presente neste sistema construtivo, o concreto. Mal traçado ou mal dosado, este material que dá nome ao método construtivo pode acarretar em falhas a estrutura: quando de pequena abrangência, como vazios em peças não estruturais ou mesmo pequenas “bicheiras”, são de fácil tratamento como explicado, mas não isentas de investigação. Caso graves que atinjam peças estruturais, se apresentem em grande escala numa mesma peça ou sua ocorrência se torne rotineira devem ter tratativa especial e especializada para uma investigação mais profunda do acontecimento.

De toda forma, tira-se como base para não ocorrência de nova anomalia das citadas acima que a mão-de-obra responsável desde o traçado do concreto ao seu lançamento na parede seja treinada, pois tal material suscetível deve ter em sua composição além de materiais de qualidade, manufatura qualificada.

Figura 24 - Gráfico da porcentagem de ocorrência de cada tipo de patologia nos estudos de caso



Fonte: Próprio autor, 2018.

Seguidas as patologias em concreto pelo mau uso de desmoldantes, mau posicionamento ou ausência de armações e fatores externos, estes três com 17 %, são menores os acontecimentos de anomalias pelo mau posicionamento de tubulação, item relativo às tubulações elétricas e hidráulicas, estas com 8 % de ocorrência.

De correção não mais fácil, as anomalias acima citadas podem prejudicar tanto estrutura quanto o cronograma físico-financeiro da obra em que se apresentem. A má utilização de desmoldantes pode acarretar no atraso na aplicação de acabamentos internos e externos, tanto quanto dificultar na entrega do empreendimento caso se “passe por cima” da patologia, sejam feitos os acabamentos e estes não apresentarem integridade; gerando assim custos com reserviços e no emprego novos materiais de substituição.

Segundo elemento mais presente na superestrutura parede de concreto, o aço, tem importante função estrutural (como dito durante o estudo) além de auxiliar na fixação de instalações elétricas e hidráulicas, porém pode ter suas funções retiradas caso mal posicionado ou não utilizado, passando a prejudicar a estabilidade da estrutura. Caso exposto, pode oxidar e trazer risco ao edifício, caso não posto em suficiente quantidade pode trazer fissurações que, a depender do seu tamanho, também levem a deterioração da armadura no interior do concreto.

Patologia de exposição de aço são amplamente divulgadas, assim como suas resoluções, mas nunca deixadas de serem estudadas. Apesar de já se estar caminhando à

fabricação de paredes de concreto sem uso de telas de aço (nestes casos, apenas empregadas nos reforços) sendo estas substituídas pelo uso de fibras e um concreto ainda mais fluido, assunto para outro estudo.

Fatores externos podem prejudicar todo e qualquer tipo de edificação, com dito; além de causar depreciação ao imóvel trazem incertezas aos usuários quanto a integridade da estrutura que habitam. Caso sejam problemas em fundações consultoria técnica especializada deve ser acionada para melhor avaliação dos riscos e solução mais econômica e acessível. Se problemas com infiltrações, podendo geralmente estas se mostrar perceptivelmente após algum tempo de uso da edificação, não são difíceis de tratar, porém não menos desgastantes aos proprietários.

Instalações elétricas e hidráulicas quando mal posicionadas podem ser desgastantes a estrutura apenas pelo mau uso ou ausência de espaçadores. Outra patologia digna de nota, porém não vista durante as visitas técnicas, é a que ocorre pelo preenchimento das tubulações por concreto; neste caso fica impossível sua utilização seja para passagem de cabeamento ou de fluidos. Em ambos os casos, na patologia estudada e na citada, a peça estrutural sofre danos: muitas vezes por sua quebra para substituição das instalações ou por mau preenchimento de concreto, devendo este ser feito posteriormente.

Em 100 % das estudadas patologias em parede de concreto o objeto de maior dano é a estrutura em si, devido a isto há receio na busca de novas tecnologias partindo do princípio que há ainda ocorrência generalizada destas no método que atualmente executamos. Entretanto não se deve privar-nos do moderno em razão disto e buscar nos atuais problemas as soluções que devem ser agora aplicadas para que no novo novas sejam almeçadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARCELORMITTAL. **Soluções para Paredes de Concreto Armado**. Disponível em: <<http://longos.arcelormittal.com/produtos/catalogos/solucoes-para-paredes-de-concreto-armado>>. Acesso em 27 de dezembro de 2018.

ALVES, M. R. **Quase 50% das casas do Minha Casa Minha Vida têm falhas de construção**. Disponível em: <<http://economia.estadao.com.br/noticias/geral,quase-50-dascasas-do-minha-casa-minha-minha-vida-tem-falhas-de-construcao,7000165421>>1. Acesso em 22 de setembro de 2018.

ANDRADE, C. **Manual para Diagnóstico de Obras Deterioradas por Corrosão de Armaduras**. Tradução de A. Carmona Filho e P. Helene. São Paulo: Ed. Pini, 1992. 104 p.

ANDRADE, Tibério; SILVA, Angelo Just da Costa e. **Patologia das estruturas**. In. ISAIA, Geraldo C. (Ed.). **Concreto: ensino, pesquisa e realizações**, v. 2. São Paulo: IBRACON, 2005.

ARAÚJO, L. O. C. de; FREIRE, T. M. **Tecnologia e Gestão de Sistemas Construtivos de Edifícios**. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/3089794/mod_resource/content/0/Tecnologia%20e%20gestão%20de%20sistemas%20construtivos%20de%20edificios.pdf>. Acesso em: 19 de março de 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. **Paredes de concreto: coletânea de ativos**. São Paulo, 2018. Disponível em: <http://www.abcp.org.br/downloads/arquivos_pdf/coletanea_ativos.pdf>. Acesso em: 15 de setembro de 2018.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 8953**: Concreto para fins estruturais – classificação pela massa específica, por grupos de resistência e consistência. Rio de Janeiro – RJ, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 12655**: Concreto de cimento Portland – Preparo, controle, recebimento e aceitação - Procedimento. Rio de Janeiro – RJ, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 14931**: Execução de estruturas de concreto - Procedimento. Rio de Janeiro – RJ, 2004.

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

BAIGORRIA, C. A. S. **Projetista responsável pelos projetos estruturais de parede de concreto da empresa RKS**. Florianópolis, abr. 2018. Disponível em MRVNET. Acesso em 27 de dezembro de 2018.

BARROS, A. R.; GOMES, P. C. C.; BARBOZA, A. S. R. **Concreto autoadensável reforçado com fibras de aço – comportamento à flexão**. Disponível em: <<http://www.revistas.ibracon.org.br/index.php/riem/article/view/157/146>>. Acesso em 23 de setembro de 2018.

BASTOS, P. S. S. **Lajes de concreto**. [s.e.]. Bauru: Universidade Estadual Paulista, 2015. [s.v.]. 119 p.

CARNIO, M. A. Paredes moldadas no local em concreto reforçado com fibras. **Sistemas construtivos paredes de concreto, alvenaria estrutural e pré-fabricados de concreto**. São Paulo; Edição nº90. p 47-52 2018.

CAVALCANTI, D. J. H. **Contribuição ao estudo de propriedades do concreto autoadensável visando sua aplicação em elemento estruturais**. 2006. Disponível em:

<<http://www.repositorio.ufal.br/bitstream/riufal/389/1/Programa%20de%20Pós-Graduação%20em%20Engenharia%20Civil.pdf>>. Acesso em 27 de dezembro de 2018.

CIMENTO ITAMBÉ. **Patologias do concreto.** Disponível em: <<http://www.cimentoitambe.com.br/patologias-do-concreto/>>. Acesso em 22 de dezembro de 2018.

COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO. 2017. **Parede de concreto: Instalações.** Disponível em: <<http://www.comunidadeconstrucao.com.br/sistemas-construtivos/2/instalacoes/execucao/34/instalacoes.html>>. Acesso em 23 de setembro de 2018.

COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO. 2011. **Parede de Concreto: Fôrmas.** Disponível em: <<http://www.comunidadeconstrucao.com.br/sistemasconstrutivos/2/formas/execucao/31/formas.html>>. Acesso em 22 de setembro de 2018.

COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO. 2018. **Protetor de presilha - corbata / Camisinha / luva.** Disponível em: <<http://www.comunidadeconstrucao.com.br/produtos-servicos/50/protetor-de-presilha-corbata-camisinha-luva.html>>. Acesso em 23 de setembro de 2018.

CONSTRUÇÃO MERCADO, Revista. **Paredes de concreto estruturais.** São Paulo; Edição 127. 2012. Disponível em: <<http://construcaomercado17.pini.com.br/negocios-incorporacao-construcao/127/paredes-de-concreto-estruturais-ao-conquistar-espaco-no-mercado-299591-1.aspx>>. Acesso em 22 de setembro de 2018.

CORBIOLI, N. **Concreto autoadensável se mostra como alternativa viável para o mercado.** Disponível em: <<https://techne.pini.com.br/2016/11/concreto-autoadensavel-se-mostra-como-alternativa-viavel-para-o-mercado/>>. Acesso em 19 de abril de 2019.

FERREIRA, E. A. M.; FRANCO, L. S. **Metodologia para Elaboração do Projeto do Cateiro de Obras de Edifícios.** Disponível em: <

http://www2.pcc.usp.br/files/text/publications/BT_00210.pdf>. Acesso em 26 de novembro de 2018.

FONSECA, E. F. **Análise do aparecimento de fissuras em regiões de aberturas de paredes de concreto armado – estudo de caso.** 2016. Disponível em: <<http://repositorio.uniceub.br/bitstream/235/9454/1/21113129.pdf>>. Acesso em 11 de dezembro de 2018.

GONÇAVES, E. A. B. **Estudo de patologias e suas causas nas estruturas de concreto armado de obras de edificações.** 2015. Disponível em: <<http://www.monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10014879.pdf>>. Acesso em 10 de dezembro de 2018.

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

JERUEL Plásticos. 2018. **Espaçador utilizado para posicionar e centralizar tubos de hidráulica e elétrica, além de corrugados e eletrodutos em lajes e paredes de concreto, garantindo o cobrimento em relação a fôrma.** Disponível em: <<http://www.jeruelplast.com.br/site/produtos/parede-de-concreto/modelo-ce/>>. Acesso em 23 de setembro de 2018.

JÚNIOR, A. F. **A importância das instalações elétricas-hidro sanitárias para o sistema parede de concreto.** Disponível em: <<http://nucleoparededeconcreto.com.br/cms/wp-content/uploads/2018/04/Instalacoes-eletricas-hidrossanitarias.pdf>>. Acesso em 27 de dezembro de 2018.

KACZYNSKI, R. S. **Sistemas Parede de Concreto Armado Moldada no Local: Alternativa Construtiva para Empreendimentos Habitacionais na Realidade Contemporânea.** 2014. 86 f. Monografia (Bacharelado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

LOTTERMAN, A. F. **Patologias em estruturas de concreto: estudo de caso.** 2013. Disponível em: <<http://bibliodigital.unijui.edu.br:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/2133/TRABALHO%20TCC2%20FINAL%20ANDRE%20F%20LOTTERMANN.pdf?sequence=1>>. Acesso em 24 de abril de 2019.

MIOTTO, A. **Avaliação das patologias no sistema construtivo em paredes de concreto moldadas no local para edifícios residenciais.** 2014. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/2589/1/ct_epc_2013_2_05.pdf>. Acesso em 26 de dezembro de 2018.

NAKAMURA, J.; **Escolha de fôrmas para paredes de concreto deve considerar critérios técnicos e econômicos.** Disponível em: <<http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/202/artigo304347-2.aspx>>. Acesso em 06 de dezembro de 2018.

NAKAMURA, J.; **Vazios de concretagem põem em risco desempenho de estruturas de concreto armado.** Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/vazios-de-concretagem-poem-em-risco-desempenho-de-estruturas-de-concreto-armado_14605_0_0>. Acesso em 07 de setembro de 2018.

NEVILLE, A. M.; **Propriedades do Concreto.** Tradução de R. Alberto Cremonini. São Paulo: Bookman, 2016. 841 p.

PIANCASTELLI, E. M. **Patologias do concreto.** Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/patologias-do-concreto_6160_10_0>. Acesso em 26 de novembro de 2018.

PINHEIRO, L. B.; MUZARDO, C. D.; SANTOS, S. P.; **Lajes maciças.** 2003. Disponível em: <http://www.fec.unicamp.br/~almeida/au405/Lajes/Lajes_Macicas_EESC.pdf>. Acesso em 26 de dezembro de 2018.

SANTOS, A.; **Paredes de concreto já dominam Minha Casa Minha Vida**. Disponível em: <<http://www.cimentoitambe.com.br/paredes-de-concreto-minha-casa-minha-vida/>>. Acesso em 22 de setembro de 2018.

SANTOS, C. F.; **Patologia de estruturas de concreto armado**. 2014. 91f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em engenharia civil) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2014.

SILVA, F. B.; **Paredes de concreto armado moldadas in loco**. Disponível em: <<http://techn17.pini.com.br/engenharia-civil/167/paredes-de-concreto-armado-moldadas-in-loco-286799-1.aspx>>. Acesso em 30 de setembro de 2018.

SOUSA, V. C.; RIPPER, T. **Patologia, recuperação e reforço de estrutura de concreto**. São Paulo: Pini, 1998.

VIEGAS, M. R. Personalidade entrevistada. **Recuperação Estrutural: diagnósticos e terapias para prolongar a vida útil das obras**. São Paulo; Edição nº49. 2008. Disponível em: <http://www.ibracon.org.br/publicacoes/revistas_ibracon/rev_construcao/pdf/revista_concreto_49.pdf>. Acesso em 02 de dezembro de 2018.

APÊNDICE