



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO

PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO

CENTRO DE ENGENHARIAS

CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

AMANDA FERNANDES TOMAZ FONSECA

**ESTUDO DE CASO SOBRE O MÉTODO CONSTRUTIVO DE PAREDES DE
CONCRETO MOLDADAS “IN LOCO” EM CASAS POPULARES NO MUNICÍPIO
DE MOSSORÓ/RN**

MOSSORÓ/RN

2019

AMANDA FERNANDES TOMAZ FONSECA

**ESTUDO DE CASO SOBRE O MÉTODO CONSTRUTIVO DE PAREDES DE
CONCRETO MOLDADAS “IN LOCO” EM CASAS POPULARES NO MUNICÍPIO
DE MOSSORÓ/RN**

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA e ao Centro de Engenharias como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof.(a) Lorena Graciane Duarte Nérís

MOSSORÓ/RN

2019

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

F6761 Fonseca, Amanda Fernandes Tomaz .
7e Estudo de caso sobre o método construtivo de
paredes de concreto moldadas "in loco" em casas
populares no Município de Mossoró - RN / Amanda
Fernandes Tomaz Fonseca. - 2019.
67 f. : il.

Orientadora: Lorena Graciane Duarte Néris.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia Civil,
2019.

1. Paredes de concreto. 2. Patologias. 3.
Fôrmas. 4. Racionalização. I. Néris, Lorena
Graciane Duarte, orient. II. Título.

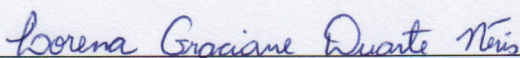
AMANDA FERNANDES TOMAZ FONSECA

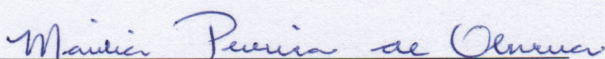
**ESTUDO DE CASO SOBRE O MÉTODO CONSTRUTIVO DE PAREDES DE
CONCRETO MOLDADAS “IN LOCO” EM CASAS POPULARES NO MUNICÍPIO
DE MOSSORÓ-RN**

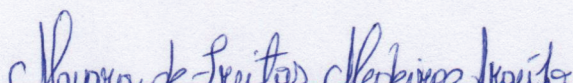
Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA e ao Centro de Engenharias como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Defendida em: ____ / ____ / ____.

Assinatura dos membros da Banca Examinadora.


Prof.(a) Lorena Graciane Duarte Nêris
Presidente


Prof.(a) Dr.(a) Marília Pereira de Oliveira
Membro


Prof.(a) Mayara de Freitas Medeiros Araújo
Membro

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço ao meu DEUS porque até aqui Ele tem me abençoado e conduzido o meu caminho, me dando sabedoria e coragem para seguir em frente.

Sou grata à minha família por ter me dado suporte ao longo dessa caminhada, ao meu noivo, José Airton de Andrade Filho, que me apoiou em todos os momentos, com muita paciência, dedicação e amor.

À minha orientadora Lorena, que com muita dedicação me instruiu durante todo o semestre letivo. Muito obrigada pela paciência e incentivos, a sua ajuda foi extremamente importante e indispensável para essa realização.

Por fim, agradeço aos meus amigos, que dividiram comigo todos os momentos de alegria e de dificuldades durante toda essa jornada, compartilhando conhecimento, aprendizado e experiências que levarei comigo para sempre.

RESUMO

A necessidade de agilidade na execução das obras públicas tem levado as construtoras a procurarem cada vez mais métodos capazes de racionalizar os custos de mão de obra e tempo de serviço. O sistema construtivo de paredes de concreto moldadas “in loco” é um método inovador e, apesar de pouco difundido no Brasil, tem se apresentado como uma alternativa bastante eficaz, principalmente para construções ligadas ao programa do Governo Federal “Minha Casa, Minha Vida” que necessitam de agilidade e economia na produção, sem comprometer a qualidade e o desempenho do produto acabado. Dessarte, o objetivo do trabalho é demonstrar o método e descrever os seus processos, apresentando as vantagens e desvantagens que perscrutam o sistema. A metodologia utilizada no trabalho foi o estudo de caso de uma obra de condomínio residencial horizontal com 152 casas executadas com o método de paredes de concreto moldadas no local. Foi realizado um levantamento das principais patologias apresentadas na estrutura das paredes concretadas. Também, estimou-se um orçamento referente aos custos de paredes para comparativo com o sistema de alvenaria convencional com bloco cerâmico, além de um cronograma de execução. Os resultados encontrados foram satisfatórios para o método, pois com a comparação foi possível obter resultados positivos tanto qualitativamente como economicamente.

Palavras-chave: Paredes de concreto. Patologias. Fôrmas. Racionalização.

ABSTRACT

The need for agility in the execution of public works has led the builders to seek more and more methods capable of rationalizing the costs of labor and time of service. The construction system of molded concrete walls "in loco" is an innovative method and, although little known in Brazil, it has been presented as a very effective alternative, mainly for constructions linked to the Federal Government program "Minha Casa, Minha Vida" which require agility and economy in production without compromising the quality and performance of the finished product. Thus, the objective of the work is to demonstrate the method and describe its processes, presenting the advantages and disadvantages that peer the system. The methodology used in the work was the case study of a horizontal residential condominium project with 152 houses executed with the concrete walls method molded in the place. A survey of the main pathologies presented in the structure of the concrete walls was carried out. Also, it was estimated a budget referring to the costs of walls for comparative with the system of conventional masonry with ceramic block, in addition to a schedule of execution. The results were satisfactory for the method, because with the comparison it was possible to obtain positive results both qualitatively and economically.

Keywords: Concrete walls. Pathologies. Forms. Rationalization.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	– Casas de paredes de concreto moldadas in loco.....	16
Figura 2	– Sistema de fôrmas e seus elementos.....	19
Figura 3	– Fôrmas de alumínio.....	20
Figura 4	– Fôrmas de plástico.....	21
Figura 5	– Fôrmas metálicas para moldagem das paredes de concreto.....	21
Figura 6	– Tipos de fundações.....	24
Figura 7	– Armação das paredes.....	25
Figura 8	– Espaçador circular em eletroduto.....	26
Figura 9	– Execução de Shaft.....	26
Figura 10	– Gravata metálica com camisas plásticas.....	27
Figura 11	– Teste de abatimento com tronco de cone (Slump test).....	29
Figura 12	– Flow test.....	29
Figura 13	– Unidades Habitacionais do condomínio.....	35
Figura 14	– Aplicação de vergalhão com cola estrutural e espaçador circular modelo GF 10.....	37
Figura 15	– Laje pronta para receber as telas de aço.....	37
Figura 16	– Armação completa das paredes.....	38
Figura 17	– Armadura de reforço com inclinação de 45° para vão de porta.....	39
Figura 18	– Fôrmas de alumínio utilizadas na obra.....	40
Figura 19	– Travamento de fôrmas dos cantos internos com pino e cunha.....	40
Figura 20	– Montagem das fôrmas da laje e chaveta para fixação com as paredes.....	41
Figura 21	– Sistema de escoramento.....	41
Figura 22	– Concretagem de platibanda.....	42
Figura 23	– Fibra de vidro utilizada no concreto.....	43
Figura 24	– Falha de concretagem próximo a vão de porta com armadura exposta.....	44
Figura 25	– Nicho em parede do banheiro com exposição de eletroduto e armação.....	44
Figura 26	– Nicho próximo a vão de porta com exposição de armadura.....	45
Figura 27	– Limpeza para retirada de partículas soltas e umedecimento.....	46
Figura 28	– Fixação de fôrma de madeira em uma das faces da parede.....	46
Figura 29	– Aplicação do graute e acabamento final.....	47
Figura 30	– Segregação dos materiais do concreto.....	48

Figura 31	–	Identificação e medição de fissura em parede de concreto – 0,35 mm.....	49
Figura 32	–	Fissura na parte superior do vão da porta.....	51
Figura 33	–	Fissura próxima à eletroduto da tomada baixa do quarto 1.....	51
Figura 34	–	Fissura no canto de parede de divisória dos quartos 1 e 2.....	52
Figura 35	–	Aplicação do selante.....	53
Figura 36	–	Aplicação da tela com o impermeabilizante.....	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	–	Tipos de concreto.....	18
Tabela 2	–	Telas para as paredes e platibanda do sistema de paredes de concreto.....	22
Tabela 3	–	Telas para lajes de concreto armado	23
Tabela 4	–	Locais das fissuras.....	50
Tabela 5	–	Orçamento das paredes de concreto moldadas in loco.....	54
Tabela 6	–	Orçamento das paredes de alvenaria convencional com chapisco e reboco....	55
Tabela 7	–	Cronograma de execução das paredes de concreto.....	57

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABCP	Associação Brasileira de Cimento Portland
ABESC	Associação Brasileira de Serviços de Concretagem
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
IBTS	Instituto Brasileiro de Tela Soldada
MCMV	Minha Casa Minha Vida
NBR	Norma Brasileira Regulamentadora
SINAPI	Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
2. OBJETIVOS.....	14
2.1 OBJETIVO GERAL.....	14
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
3. REVISÃO DA LITERATURA.....	15
3.1 PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS IN LOCO.....	15
3.1.1 conceituação.....	15
3.1.2 Histórico.....	16
3.2 MATERIAIS DAS PAREDES DE CONCRETO.....	16
3.2.1 Concreto.....	16
3.2.2 Fôrmas e escoramento.....	18
3.2.3 Aço.....	22
3.2.4 Instalações elétricas e hidráulicas.....	23
3.3 PROCESSO EXECUTIVO.....	23
3.3.1 Fundações.....	23
3.3.2 Armação das paredes.....	24
3.3.3 Instalações.....	25
3.3.4 Montagem das fôrmas.....	27
3.3.5 Concretagem.....	28
3.3.6 Recebimento do concreto.....	28
3.3.7 Lançamento do concreto.....	28
3.3.8 Adensamento.....	30
3.3.9 Cura e desforma.....	30
3.3.10 Revestimento.....	30
3.4 PATOLOGIAS DO SISTEMA.....	31
3.4.1 Fissuras e trincas.....	32
3.4.2 Falhas de concretagem.....	32
4 METODOLOGIA.....	34
4.1 TIPOLOGIA DA PESQUISA	34
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	35
5.1 ESTUDO DE CASO	35

5.1.1 Descrição do método.....	36
5.1.1.1 Armação das paredes.....	36
5.1.1.2 Montagem das fôrmas.....	39
5.1.1.3 Concretagem.....	42
5.2 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS	43
5.2.1 Falhas de concretagem.....	43
5.2.2 Segregação do concreto.....	47
5.2.3 Fissuras.....	48
5.3 COMPARATIVO DE ORÇAMENTOS	54
5.4 CRONOGRAMA PARA A PAREDE DE CONCRETO MOLDADA IN LOCO.....	57
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	59
REFERÊNCIAS	61
ANEXO A.....	63
ANEXO B.....	64
ANEXO C.....	65
ANEXO D.....	66
ANEXO E.....	67

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o mercado da construção civil tem avançado no Brasil, graças à facilidade de acesso ao crédito e aos incentivos governamentais na diminuição do déficit habitacional do país. O programa “Minha Casa, Minha Vida”, do governo federal, proporcionou aos trabalhadores de renda salarial entre 0 a 3 salários mínimos a possibilidade de realizar o sonho da casa própria, através de financiamentos e subsídios oferecidos para a aquisição dos imóveis.

Segundo Leal (2010), a grande demanda por habitações de interesse social impulsionou o investimento do mercado em sistemas inovadores, que apresentam processos construtivos racionalizados, que buscam um menor consumo de mão de obra e otimização do tempo de execução através do aumento do uso de produtos e processos industrializados. Esses sistemas possuem como características primordiais a padronização dos serviços, escala de produção, redução de desperdício e redução de tempo.

Um desses processos inovadores que tem ganhado espaço no mercado brasileiro é o de paredes de concreto moldadas “in loco”, que permite executar, de forma ágil e econômica, obras de grande escala, garantindo a qualidade necessária e os requisitos de acordo com a norma de desempenho (ABNT NBR 15575, 2013).

O método construtivo de paredes de concreto gera um custo inicial elevado considerando-se os investimentos aplicados para a aquisição de materiais, como as fôrmas metálicas, por exemplo. Entretanto, analisando-se as vantagens que envolvem o sistema, é possível atestar sua eficácia e perceber que o investimento é compensado ao longo de todo o processo executivo (PONZONE, 2013).

Em 2012, a Associação Brasileira de Normas Técnicas publicou a NBR 16055: 2012 (Parede de concreto moldada “in loco” para a construção de edificações – Requisitos e Procedimentos), aumentando, assim, a confiabilidade e credibilidade do sistema no mercado da construção civil.

Tendo em vista o aumento da difusão do método, com a crescente demanda por moradias de baixo custo, executadas em larga escala, foi analisada uma obra realizada com paredes de concreto moldadas “in loco”, na cidade de Mossoró-RN, com o intuito de observar e comparar cada etapa que envolve o processo executivo da mesma com o processo construtivo tradicional de conjuntos habitacionais. Além disso, serão analisadas as vantagens e desvantagens inerentes ao método, abordando suas patologias verificadas, tempo de execução e custos relacionados ao processo.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar o método construtivo de paredes de concreto moldadas “in loco” através do estudo de caso de uma obra localizada no município de Mossoró-RN, abordando seus aspectos construtivos e etapas de execução.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar custos inerentes ao processo e comparar com método convencional;
- Realizar cronograma de execução;
- Abordar patologias recorrentes no método.

3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1 PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS IN LOCO

3.1.1 Conceituação

O sistema construtivo de paredes de concreto moldadas “*in loco*” é um método racionalizado e inovador na construção civil que proporciona qualidade, produtividade e economia quando se deseja produção em larga escala. O método utiliza fôrmas de alumínio ou plástico, que são montadas no local da obra e preenchidas de concreto, já com as instalações elétricas e hidráulicas embutidas. Uma das características mais importantes do sistema é que a vedação e a estrutura constituem um único elemento, aumentando-se, assim, o rigor sobre a compatibilização dos projetos (MISURELLI; MASSUDA, 2009).

A ABNT NBR 16055 (2012, p. 03) conceitua parede de concreto como sendo “um elemento estrutural autoportante, moldado no local, com comprimento maior que dez vezes sua espessura e capaz de suportar carga no mesmo plano da parede.”

As paredes e lajes maciças de concreto armado nesse sistema, são montadas com telas de aço eletrossoldadas centralizadas na estrutura. De acordo com Silva (2011), as telas utilizadas na estrutura do sistema possuem malha de 10 cm x 10 cm e diâmetro de 4,2 mm, sendo posicionadas no centro das paredes de concreto que possuem espessura mínima de 10 cm.

A norma brasileira que estabelece os requisitos básicos e procedimentos para as paredes de concreto moldadas in loco com fôrmas removíveis é a NBR 16055:2012. Outras normas também são indispensáveis para a aplicação do método de forma padronizada e segura, garantindo a qualidade do sistema executado, como a ABNT NBR 6118:2014 (Projeto de Estruturas de Concreto), ABNT NBR 7481:1990 (Tela de Aço Soldada - Armadura para Concreto), a norma de desempenho ABNT NBR 15575:2013, e dentre outras.

A figura 01 retrata o sistema de paredes de concreto moldadas in-loco através de uma obra em grande escala de casa populares integrada ao programa “Minha Casa, Minha Vida”, do Governo Federal.

Figura 01: Casas de paredes de concreto moldadas “in loco”.



Fonte: www.celi.com.br (2019)

3.1.2 Histórico

A empresa brasileira Gethal, fundada em 1946, em Caxias do Sul/RS, desenvolveu em 1980 a tecnologia de paredes de concreto celular moldadas “in loco”, atestando suas vantagens técnicas e econômica. O aluguel das primeiras fôrmas de plástico para a execução do primeiro condomínio de paredes de concreto, no Brasil, aconteceu no final de 2006 pela empresa Rodobens Negócios Imobiliários (MACÊDO, 2016).

No Brasil, o método de paredes de concreto moldadas no local ainda está em processo de expansão, apesar de ser bastante disseminado em alguns países da América do Sul, como Chile e Colômbia.

Em 2007, profissionais da construção civil representando as entidades ABCP (Associação Brasileira de Cimento Portland), ABESC (Associação Brasileira de Serviços de Concretagem) e IBTS (Instituto Brasileiro de Tela Soldada) realizaram uma visita técnica em obras nas capitais do Chile e da Colômbia a fim de conhecerem mais a fundo o novo método implantado. A partir das análises realizadas nas visitas, os profissionais puderam constatar a popularidade do método e verificar sua eficácia e aplicabilidade em habitações populares e residências de médio e alto padrão. (INSTITUTO BRASILEIRO DE TELA SOLDADA, 2008).

3.2 MATERIAIS DAS PAREDES DE CONCRETO

3.2.1 Concreto

O concreto utilizado no sistema de paredes e lajes de concreto armado possui uma exigência de controle de qualidade significativa, uma vez que a etapa de concretagem se caracteriza como uma das mais minuciosas do processo, representando a qualidade estrutural projetada, juntamente com a armação. Para garantir um bom desempenho de concretagem é necessário que haja uma correlação entre a concreteira e a construtora, onde ambas devem conhecer as especificidades estruturais do projeto e as exigências práticas inerentes ao processo.

Dessa feita, os materiais utilizados na fabricação do concreto devem apresentar-se em conformidade com as suas normas regulamentadoras vigentes, não podendo conter substâncias prejudiciais para o seu desempenho e que provoquem corrosão na armadura.

De acordo com a ABNT NBR 12655 (2015), o concreto deve ser dosado a fim de minimizar sua segregação no estado fresco. Sendo assim, uma das características mais importantes do concreto é a sua trabalhabilidade, a fim de evitar-se dificuldades no preenchimento das fôrmas e melhorando o acabamento da superfície final.

Todos os tipos de concreto que podem ser utilizados nesse sistema podem receber aditivos na sua composição para melhorar suas propriedades. A fibra é bastante utilizada, uma vez que esta diminui os efeitos da retração do concreto, evitando, assim, o surgimento de fissuras.

A ABCP (2007) descreve os 4 tipos de concreto que podem ser utilizados no sistema construtivo. A tabela 01 resume algumas características dos mesmos:

- L1 – Concreto celular: possui um bom desempenho nas características termo – acústicas e baixa massa específica, devido à espuma adicionada em sua composição que forma bolhas de ar (vazios) no mesmo;
- L2 – Concreto com agregados leves: possui baixa densidade devido a substituição dos agregados convencionais (mais pesados) por agregado leve, como a argila expandida por exemplo.
- M – Concreto com alto teor de ar incorporado (até 9%): Esse tipo de concreto possui características acústicas, térmicas e mecânicas semelhantes ao concreto celular;
- N – Concreto alto adensável: possui um bom desempenho na concretagem por ter características de facilidade e rapidez na execução e alta plasticidade, devido aos aditivos superplastificantes utilizados em sua composição, dispensando o uso de vibradores para o adensamento.

Tabela 01: Tipos de concreto

TIPO	CONCRETO	MASSA ESPECÍFICA (Kg/m ³)	RESISTÊNCIA MÍNIMA À COMPRESSÃO (MPa)	TIPOLOGIA
L1	Celular	1500 – 1600	4	Casa até 2 pavimentos
L2	Com agregado leve	1500 – 1800	20	Qualquer tipologia
M	Com alto teor de ar incorporado	1900 – 2000	6	Casa até 2 pavimentos
N	Convencional ou alto-adensável	2000 – 2800	20	Qualquer tipologia

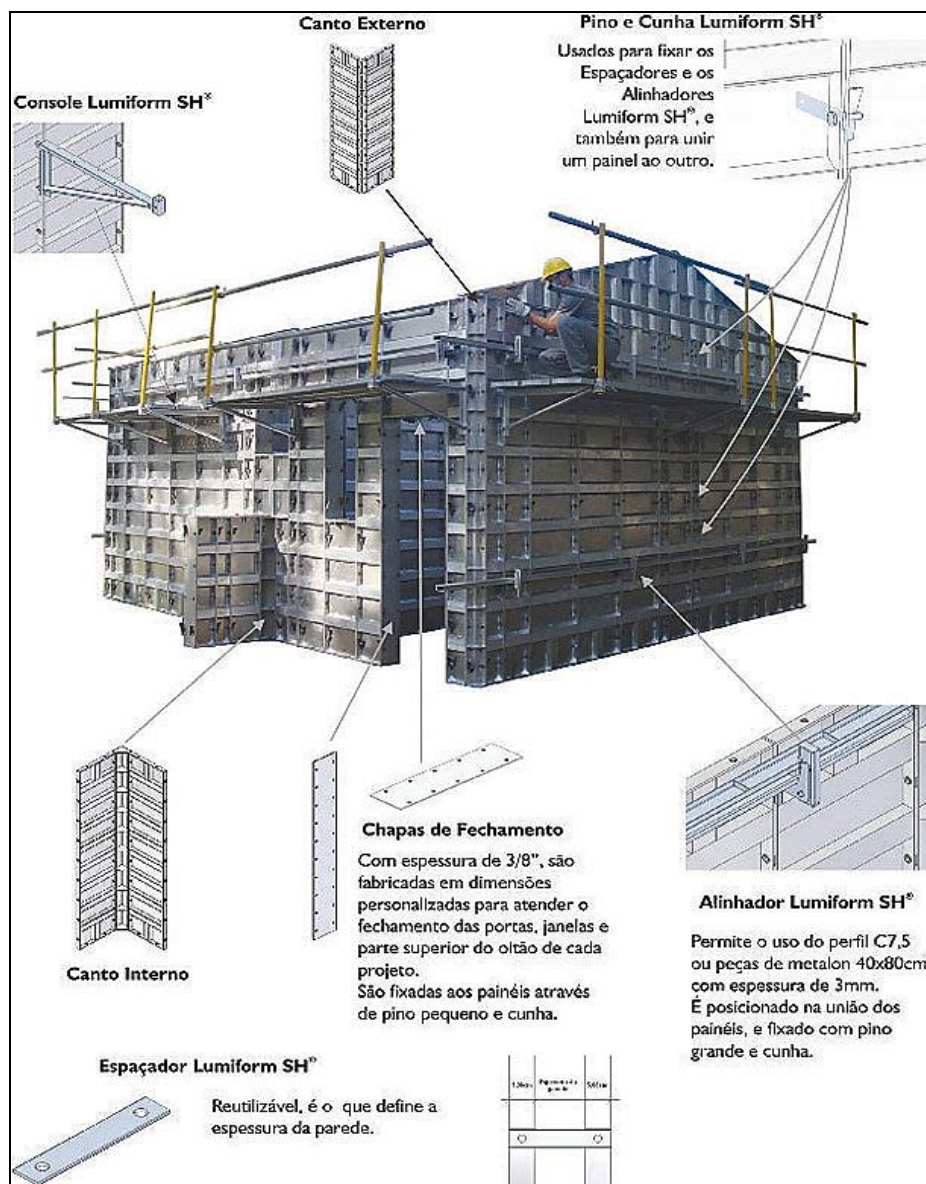
Fonte: ABCP (2007)

3.2.2 Fôrmas e Escoramento

As fôrmas utilizadas na modelagem das paredes de concreto são estruturas provisórias, capazes de resistir às solicitações de lançamento e adensamento do concreto, assegurando sua forma e estanqueidade até a sua remoção (ABCP, 2008).

Segundo a ABNT NBR 16055 (2012), o sistema de fôrmas é composto por painéis, escoramento, cimbramentos, aprumadores e andaimes, incluindo seus apoios e as uniões entre os diversos elementos, como mostra a figura 02. A fôrma deve manter sua estanqueidade, de modo a impedir a perda de pasta de cimento, admitindo-se como limite o aparecimento do agregado miúdo na superfície do concreto.

Figura 02: Sistema de fôrmas e seus elementos



Fonte: Silva (2009)

Para a escolha do tipo de fôrma devem ser levadas em conta as condições econômicas, facilidade no fornecimento, características do projeto arquitetônico, qualidade exigida no acabamento e o número de repetições impostas ao conjunto. O sistema parede de concreto exige uma mão de obra especializada para a montagem, o tipo de fôrma e a experiência dos montadores é fator determinante do ritmo e da qualidade (SANTOS, 2011).

Deve-se ter um cuidado especial na escolha do desmoldante utilizado nas faces internas das fôrmas. Segundo a ABNT NBR 16055 (2012), o produto deve atender aos requisitos:

- ✓ Garantir que o concreto não tenha aderência à fôrma;

- ✓ Não deixar resíduos e nem ser de difícil remoção;
- ✓ Não alterar as características físicas e químicas do concreto;
- ✓ Não degradar a superfície das fôrmas.

Ainda de acordo com a norma citada anteriormente, uma estrutura de concreto permanente não deve ter sua integridade física e durabilidade comprometidas devido a qualquer problema ocasionado com as fôrmas, o escoramento ou sua remoção. Qualquer componente embutido deve preservar o formato durante o processo da concretagem, sem que haja comprometimento de sua aplicabilidade. No projeto do escoramento devem ser consideradas a deformação e a flambagem dos materiais e as vibrações a que o escoramento estará sujeito. Somente após o concreto atingir a resistência prevista em projeto, pode-se realizar o processo de desenforma.

Nakamura (2014) descreve 3 tipos de fôrmas mais usuais no sistema de paredes de concreto moldadas no local:

- Fôrmas de alumínio: Chapas metálicas que estruturam os painéis e com um ótimo acabamento superficial ao concreto, conforme mostra a figura 03. São leves e possuem alto grau de reutilização, compensando o seu custo elevado de aquisição com obras de grande escala;

Figura 03: Fôrmas de alumínio



Fonte: ABCP (2015)

- Fôrmas de plástico: São fabricadas com um plástico especial de engenharia, bastante leves e com baixo custo de aquisição. Esse tipo de fôrma tende a ser menos durável

que as demais, além de não darem um bom acabamento superficial ao concreto. A figura 04 ilustra esse tipo de fôrma de plástico.

Figura 04: Fôrmas de plástico



Fonte: ABCP (2015)

- Fôrmas metálicas com contato de compensado: São compostas por quadros de alumínio com chapas de madeira, mostrado na figura 05. A execução da montagem se dá através de escoras, alinhadores e barras de ancoragem. Possuem grande disponibilidade no mercado e as chapas podem ser reutilizadas em até 30 vezes, dependendo do estado de conservação das mesmas, além de serem ajustáveis a diferentes medidas de projeto. A desvantagem desse tipo de fôrma é o peso elevado dos painéis, se comparado aos demais tipos.

Figura 05: Fôrmas de metálicas para moldagem das paredes de concreto



Fonte: ABCP (2015)

3.2.3 Aço

Segundo Misurelli e Massuda (2009), a armação utilizada no sistema de paredes de concreto moldadas no local é a tela soldada. As telas são posicionadas no eixo vertical das paredes, sendo todos os vãos de portas e janelas e cantos de paredes reforçados por meio de barras de armadura convencional. As armaduras devem atender a três requisitos básicos: resistir a esforços de flexo-torção nas paredes, controlar a retração do concreto e estruturar e fixar as tubulações elétricas, hidráulicas e de gás.

De acordo com a ABNT NBR 16055 (2012), o aço utilizado deve apresentar uma qualidade satisfatória em conformidade com a especificada em projeto, tendo-se que ser tomados alguns cuidados especiais no transporte e armazenamento das telas de aço para evitar sua deformação, como por exemplo não estocar diretamente sobre o solo.

O SINAPI (2017) descreve os tipos de armação utilizadas para compor o sistema de paredes e laje de concreto, abordando armações positivas e negativas de lajes e armação de platibandas. As tabelas 02 e 03 a seguir mostram os tipos de telas utilizadas, sendo a tabela 02 referente às telas para paredes e platibandas do sistema de paredes de concreto e a tabela 03 referente às telas para lajes de concreto armado.

Tabela 02: Telas para as paredes e platibanda do sistema de paredes de concreto

TELAS – PAREDES E PLATIBANDA				
TIPO	LOCAL	DIÂMETRO	DIMENSÃO	MALHA
Q-61	Paredes de edificações térreas	3,4 mm	2,45 x 6 m	15 x 15 cm
Q-92	Em platibandas e paredes de edificações térreas ou de múltiplos pavimentos	4,2 mm	2,45 x 6 m	15 x 15 cm
Q-138	paredes de edificações de múltiplos pavimentos	4,2 mm	2,45 x 6 m	10 x 10 cm

Fonte: Autoria própria (2019)

Tabela 03: Telas para lajes de concreto armado

TELAS – LAJES DE CONCRETO ARMADO				
TIPO	DESCRIÇÃO	DIÂMETRO	DIMENSÃO	MALHA
Q-138	Armadura positiva	4,2 mm	2,45 x 6 m	10 x 10 cm
Q-113	Armadura positiva	3,8 mm	2,45 x 6 m	10 x 10 cm
T-196	Armadura negativa	5 mm	2,45 x 6 m	30 x 10 cm
L-159	Armadura negativa	4,5 mm	2,45 x 6 m	10 x 30 cm

Fonte: Autoria Própria (2019)

3.2.4 Instalações Elétricas e Hidráulicas

A ABNT NBR 16055 (2012) estabelece alguns requisitos básicos para a instalação de tubulações verticais embutidas nas paredes de concreto, nas quais, são destacadas:

- O diâmetro máximo das tubulações deve ser de 50 mm e sua ocupação na parede de concreto não deve exceder 50% da espessura da mesma, para que haja espaço suficiente para o cobrimento adotado e para a armadura de reforço a ser utilizada. Permite-se uma ocupação de 66% com cobrimentos mínimos, desde que sejam utilizadas telas de reforço nos dois lados da tubulação, com comprimento mínimo de 50 cm para cada lado;
- Não são permitidas tubulações horizontais, a não ser trechos de até um terço do comprimento da parede, não ultrapassando 1 m, desde que esse trecho não seja estrutural.

Nas instalações de água fria, o material mais utilizado é o PVC, por possuir menor custo. Já para as instalações elétricas, o eletroduto corrugado laranja é o mais utilizado por possuir uma maior resistência (ABCP, 2013).

3.3 PROCESSO EXECUTIVO DE PAREDES MOLDADAS IN LOCO

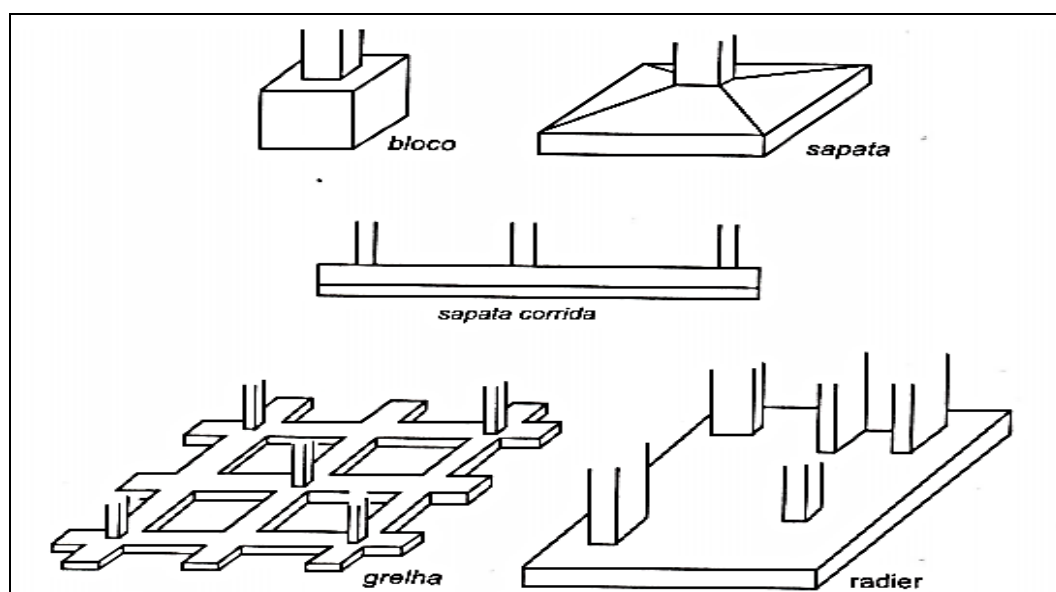
3.3.1 Fundações

O processo executivo da fundação adotada deve obedecer aos critérios exigidos pela NBR 6122:2010 – Projeto de Execução de Fundações e a NBR 6118:2014 – Projeto de Execução de Obras de Concreto Armado.

A escolha do tipo de fundação depende de alguns fatores como o clima, o tipo de solo e a geografia do terreno. Deve-se levar em consideração a estabilidade da estrutura, segurança e a durabilidade do sistema. “Os tipos de fundações mais adequados para o sistema de paredes de concreto são: sapata corrida, laje de apoio (radier), blocos de travamento de estacas e tubulões”, conforme mostra a figura 06, sendo o mais utilizado a fundação do tipo radier (MISURELLI e MASSUDA, 2009).

De acordo com Macêdo (2016), a fundação adotada deve conter, a partir do detalhamento definido em projeto, as tubulações de água e esgoto, bem como as instalações elétricas, já embutidas no sistema.

Figura 06: Tipos de fundações



Fonte: Junior (2016)

3.3.2 Armação de paredes

A montagem das armaduras e reforços devem seguir cuidadosamente o seu projeto de execução, atentando-se para o correto posicionamento das mesmas e alinhamento adequado com às faces internas das fôrmas. Para garantir o cobrimento estabelecido em projeto, deve-se utilizar espaçadores devidamente fixados para que não sejam deslocados durante a etapa da concretagem, conforme mostra a figura 07 (ABNT NBR 16055, 2012).

Figura 07: Armação das paredes



Fonte: www.cimentoitambe.com.br (2019)

3.3.3 Instalações

De acordo com a ABCP (2013), O ideal para o sistema de paredes de concreto moldadas no local é que o projeto seja concebido de modo a ter a menor quantidade de instalações embutidas possível. Para evitar patologias devido à superposição de dois eletrodutos, deve-se reposicionar cada eletroduto isoladamente, devendo haver um espaçamento mínimo entre eles.

Os elementos da instalação elétrica devem ser fixados nas armaduras das paredes nos locais indicados no projeto elétrico, devendo-se atentar para que a fixação na tela seja realizada de maneira adequada para evitar problemas durante a concretagem e retrabalhos com entupimento, por exemplo. Utiliza-se também espaçadores nos eletrodutos, fixados nas telas, para garantir um cobrimento adequado do concreto, conforme a figura 08 ilustra (ABNT NBR 16055, 2012).

Figura 08: Espaçador circular em eletroduto



Fonte: www.jeruelplast.com.br (2019)

As instalações hidrossanitárias também podem ser embutidas nas paredes de concreto, devendo-se atender as diretrizes estabelecidas para esta condição. É comum nesse sistema também que as tubulações sejam instaladas fora da estrutura das paredes, sendo utilizados shafts que facilitam futuras manutenções, apesar de não serem tão aceitos esteticamente (ARÊAS, 2013). A figura 09 exemplifica esse processo.

Figura 09: Execução de Shaft



Fonte: Macêdo (2016)

3.3.4 Montagem de Fôrmas

Para a escolha do tipo de fôrma a ser utilizado, deve-se considerar o custo-benefício que cada sistema oferece, avaliando-se principalmente a produtividade. As características da obra, como o porte do empreendimento, a quantidade de unidades, a logística do canteiro, entre outros, são características que também devem ser levadas em consideração na hora da definição (NAKAMURA, 2014).

O sistema de fôrmas deve estar acompanhado de seu projeto, conforme recomenda a ABNT NBR 16055 (2012). O projeto deve indicar o correto posicionamento dos painéis e toda a sequência de montagem e desmontagem.

Após as etapas de montagem das armações das paredes e das instalações elétricas e hidrossanitárias, prossegue-se com o encaixe das fôrmas das partes internas dos cômodos, a partir de um canto da parede, realizando a fixação de um painel com outro através de pinos e cunhas. Prossegue-se a montagem dos demais painéis internos e externos, sendo instaladas gravatas entre eles, protegidas por “camisas” plásticas, como mostra na imagem 10.

Figura 10: Gravata metálica com camisas plásticas



Fonte: Silva 2010

Após a montagem dos painéis, são instalados os aprumadores e alinhadores, seguindo-se com a montagem das fôrmas da laje. Deve-se atentar para o correto posicionamento das peças, além de sua estanqueidade, prumo e nivelamento, assegurando um bom desempenho para as etapas de acabamento final (SILVA, 2010).

3.3.5 Concretagem

A concretagem caracteriza-se como uma etapa fundamental para a definição de qualidade da estrutura projetada. Concretos dosados em centrais possuem um controle tecnológico de qualidade mais eficiente que os produzidos no canteiro de obra, garantindo, assim, maior resistência para o concreto e menor probabilidade de eventos patológicos.

No método construtivo estudado, tem-se uma preocupação e um cuidado especial com o tipo de concreto selecionado para esta etapa da obra. Segundo uma pesquisa realizada pela ABCP (2011/2013), o concreto autoadensável é o tipo mais utilizado pelas construtoras, ficando o concreto convencional em segundo lugar. No entanto, tem-se, na visão de especialistas, que não existe concreto convencional para esse sistema, uma vez que todos necessitam da adição de aditivos para a melhoria de suas propriedades. Outro produto bastante utilizado pelas construtoras para melhorar a trabalhabilidade do concreto e evitar o surgimento de fissuras nas paredes são as fibras.

3.3.6 Recebimento do Concreto

A ABNT NBR 16055 (2012) determina que o tempo decorrido entre a dosagem do concreto na central e sua entrega no canteiro de obra deve ser inferior a 90 minutos. Dessa forma, evita-se a que o concreto inicie o seu tempo de pega antes do final do seu adensamento. A norma fixa, ainda, o tempo decorrido entre o início da mistura na central dosadora e o final da concretagem inferior a 150 minutos, salvo algumas exceções. O concreto dosado na central chega na obra através do caminhão betoneira. O responsável direto pelo recebimento na obra deve verificar os dados da nota fiscal comparando-os com o solicitado na programação de concretagem, como fck, volume, etc.

3.3.7 Lançamento do Concreto

Antes do início do lançamento do concreto deve-se verificar a consistência do mesmo através do “slump test”, mostrado na figura 11 e o “flow test”, observado na figura 12, sendo permitido a adição de água e de aditivos superplastificantes, caso o concreto não atinja o abatimento ideal (ABNT NBR 16055, 2012).

Figura 11: Teste de abatimento com tronco de cone (Slump test)



Fonte: www.mapadaobra.com.br (2019)

Figura 12: Flow test



Fonte: <http://www.selfconsolidatingconcrete.org> (2019)

A concretagem deve seguir um padrão de lançamento que evite a segregação do concreto e que obedeça às prescrições estabelecidas em norma. Segundo Misurelli e Massuda (2009), a aplicação do concreto deve iniciar por um dos cantos das paredes da edificação até que se tenha preenchido as paredes adjacentes. Segue-se com o procedimento nos demais cantos, tendo o cuidado para preencher todos os espaços vazios mantendo sempre a homogeneidade do concreto.

3.3.8 Adensamento do Concreto

O concreto lançado deve ser acompanhado de vibração para que o adensamento seja mais eficaz. Além da vibração, deve-se aplicar batidas nos painéis durante o processo de concretagem com o auxílio de martelo de borracha, para ajudar no deslocamento do concreto para os locais de difícil acesso (PINHO, 2010).

A ABNT NBR 16055 (2012) recomenda que sejam utilizados dispositivos capazes de retirar o ar que possa ficar aprisionado nos locais propícios à formação de vazios, como em baixo das janelas por exemplo.

Para o concreto autoadensável (tipo N) e o celular (tipo L1), dispensa-se a etapa de vibração por estes apresentarem uma maior fluidez. No sistema de paredes de concreto, torna-se fundamental um adensamento bem executado, uma vez que a estrutura a ser concretada possui muitas particularidades, para que não haja segregação e tenha-se um bom acabamento superficial do elemento (MISURELLI E MASSUDA, 2009)

3.3.9 Cura e Desforma

O processo de cura é de fundamental importância para que a estrutura de concreto armado apresente o desempenho esperado ao longo de sua vida útil.

A cura do concreto sempre deve ser realizada a fim de se evitar o surgimento de fissuras nas paredes e laje da edificação. Seu início deve ocorrer logo após a etapa de desforma das paredes e, na laje, após a etapa de concretagem, possibilitando o desenvolvimento da resistência do concreto sem que este sofra consequências patológicas por perda precoce de água (ABNT NBR 16055, 2012).

De acordo com Peinado (2013), existem várias técnicas para realizar-se o processo de cura em uma estrutura de concreto. Dependendo das características da obra, de fatores climáticos, econômicos e estéticos, o método poderá variar para adequar-se à realidade de cada caso. Os métodos mais empregados normalmente são a molhagem constante, cura química e cobertura com tecidos ou mantas a fim de proteger a estrutura do contato direto com o sol.

3.3.10 Revestimento

Existem algumas opções de revestimentos que podem ser utilizados para o sistema de paredes de concreto. O tipo escolhido varia de acordo com o local de aplicação e com as falhas de concretagem apresentadas. Normalmente, a pintura sobre a massa corrida é a mais utilizada pelas construtoras para o revestimento interno das áreas secas; cerâmica diretamente nas paredes para as áreas internas molhadas e textura diretamente nas paredes para o revestimento das fachadas da habitação (ABCP, 2013).

O subsistema de revestimento para o método construtivo em estudo requer uma preparação minuciosa da base que irá recebê-lo. Segundo a ABCP (2013), as construtoras têm implementado cada vez mais métodos para assegurar que o desmoldante não interfira na aderência do revestimento no substrato. Os procedimentos mais utilizados pelas empresas para realizar o preparo da base são o estucamento, lixamento, intervenção corretiva e tamponamento.

Ainda de acordo com a ABCP (2013), algumas dificuldades são encontradas para a execução do revestimento, como a capacitação de mão de obra, acabamento da concretagem, adequação dos produtos ao sistema, etc. Tendo em vista que boa parte das obras executadas atualmente são desenvolvidas através de programas do governo como MCMV, tem-se também a dificuldade em manter o padrão estabelecido.

3.4 PATOLOGIAS DO SISTEMA

De acordo com Sabbatini et al (2003), patologia das edificações é “a ciência que estuda as origens, causas, mecanismos de ocorrência, manifestações e consequências das situações em que os edifícios ou suas partes deixam de apresentar o desempenho mínimo pré-estabelecido”.

Ferreira e Hanai (2007) defendem que a preocupação durante as etapas de projeto e execução da obra com as questões que envolvem a qualidade da edificação, os custos, satisfação dos usuários e preservação do meio ambiente, contribui para a redução do surgimento de patologias na edificação. As patologias possuem origens diversas, e em muitos casos estão associadas com a natureza do próprio material usado ou às condições de utilização.

Segundo Thomaz (2007), algumas das principais patologias encontradas no concreto são as fissuras, trincas e a falta de cobrimento das armaduras. Souza (2013) diz que a origem dos defeitos pode estar ligada ao tipo de material utilizado, erros de execução e falhas na operação da concretagem.

3.4.1 Fissuras e Trincas

Algumas normas podem classificar as fissuras com diferentes nomes, conforme a sua espessura. Segundo a norma de impermeabilização (NBR 9575:2003), as microfissuras têm abertura inferior a 0,05 mm. As aberturas com até 0,5 mm são chamadas de fissuras e, por fim, as maiores de 0,5 mm e menores de 1,0 mm são chamadas de trincas.

"As fissuras vão ocorrer sempre que a tensão de tração aplicada ao concreto for maior do que a sua capacidade de resistência a esse esforço de tração". As microfissuras e os vazios são sinônimos de descontinuidades e afetam diretamente a sua resistência (FERREIRA E HANAI, 2007, p.241).

Segundo Thomaz (2007), os fatores que mais originam fissuras e trincas no concreto são:

- Movimentações térmicas, devido os diferentes coeficientes de expansão térmica dos materiais.
- Deflexões de vigas e lajes sobre paredes constituídas de painéis pré-fabricados. A falta de estabilidade nos elementos estruturais contribui para o surgimento de fissuras entre os painéis;
- Resfriamento relativamente brusco após o processo de cura térmica do concreto;
- Relação água/cimento. Um elevado consumo de água aumenta o processo de retração: "uma relação água/cimento de aproximadamente 0,4 é suficiente para que o aglomerante se hidrate completamente".

3.4.2 Falhas de concretagem

Os vazios ou nichos de concretagem, também conhecidos popularmente como bicheiras, são defeitos superficiais do concreto que afetam a estética das estruturas, além de sua durabilidade e resistência. As principais causas do problema são as falhas no processo de concretagem, como por exemplo durante as etapas de lançamento e adensamento do concreto (FIGUEROLA, 2006).

Segundo Geyer (1995 apud CORRÊA, 2012), as bolhas superficiais que surgem na superfície da estrutura de concreto são originadas durante as etapas de mistura e lançamento. Após a concretagem, uma parcela de ar fica presa no concreto, durante a fase de cura, e não sendo expulsa, causa esse defeito superficial muito comum no sistema construtivo de paredes de concreto moldadas "in loco".

Misurelli e Massuda (2009) dizem que as eventuais falhas de bolhas de ar e de segregação dos materiais podem ser corrigidas através da feltragem. Esse processo de reparo tem como objetivo principal a melhoria da qualidade estética da estrutura. Aplicando-se uma camada de nata rica em cimento Portland é possível realizar o tamponamento das pequenas falhas superficiais do concreto.

4 METODOLOGIA

A seguir, serão descritos os procedimentos metodológicos que foram utilizados na realização deste estudo.

4.1 TIPOLOGIA DA PESQUISA

A presente pesquisa consiste num estudo de caso sobre o método construtivo de paredes de concreto moldadas “in loco”, aplicado sobre uma obra executada na cidade de Mossoró-RN. Nesta pesquisa foi utilizado o modelo descritivo e exploratório. Descritivo porque tem como objetivo primordial a descrição das etapas de construção de habitações executadas através desse sistema inovador.

A coleta de dados foi realizada através das pesquisas bibliográficas e de campo.

Assim sendo, o presente trabalho, além de desenvolver um estudo sistematizado com base em documentos, livros, revistas e redes eletrônicas, ainda serão realizados orçamentos com o interesse de avaliar a viabilidade do sistema em obras da cidade de Mossoró-RN.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 ESTUDO DE CASO

Para a análise do sistema construtivo em questão, realizou-se o estudo de caso em uma obra de um condomínio residencial horizontal financiado pelo programa do Governo Federal “Minha Casa, Minha Vida (MCMV)”. O empreendimento fica localizado no bairro Alto do Sumaré, na cidade de Mossoró/RN, e é composto por um total de 152 unidades habitacionais, ilustradas na figura 13. A construtora responsável é a pioneira na região com a implementação do sistema de paredes de concreto moldadas “in loco”, sendo a obra caracterizada como a primeira a utilizar o método em residências térreas financiadas pelo programa MCMV, no estado do Rio Grande do Norte.

Figura 13: Unidades Habitacionais do condomínio



Fonte: Autoria Própria (2019)

O projeto arquitetônico do empreendimento encontra no anexo A deste trabalho. A planta baixa de cada unidade habitacional é composta pelos seguintes ambientes: uma sala/cozinha no estilo americana, dois quartos e um banheiro, totalizando 43,44 m² de área útil de cada casa. Além do projeto arquitetônico, o empreendimento dispõe dos projetos complementares, como elétrico, hidrossanitário e estrutural.

5.1.1 Descrição do Método

O processo construtivo inicia-se após a execução da fundação e para esse estudo de caso, a fundação foi do tipo laje radier. Após a concretagem da laje do radier e decorrido o período de cura, inicia-se as etapas de construção das paredes de concreto moldadas in loco das residências. Serão descritas, a seguir, as fases que competem exclusivamente ao método abordado, que correspondem à montagem da armadura das paredes, montagem das fôrmas de alumínio e concretagem das paredes e laje.

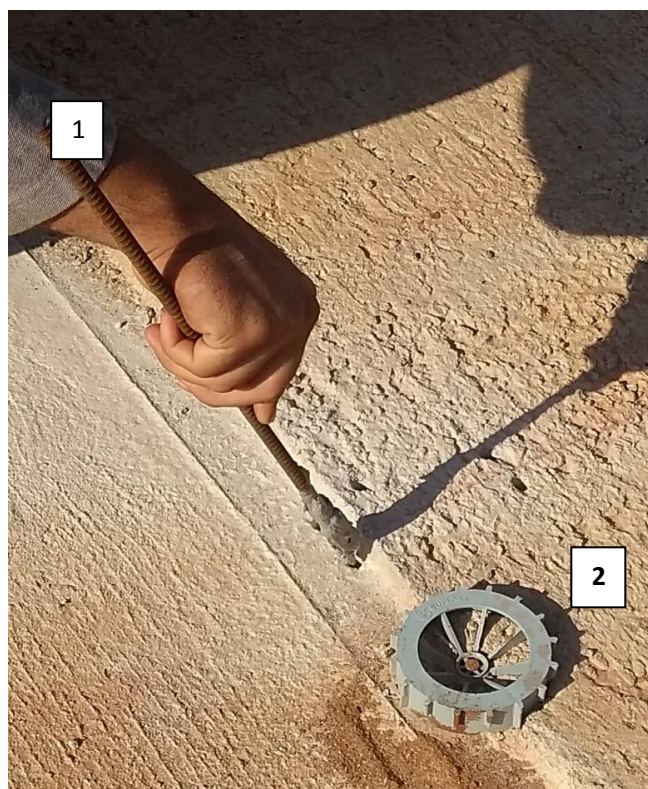
5.1.1.1 Armação das Paredes

A montagem das armações das paredes é iniciada pela marcação dos locais exatos onde os vergalhões de aço serão posicionados. Utiliza-se, portanto, uma trena metálica para medir a posição de cada vergalhão, indicada conforme o projeto estrutural.

Para posicionar as ferragens na estrutura do radier, são utilizados vergalhões de aço com comprimento de 1,40 metros nos locais onde serão os cantos das paredes. Também são utilizados vergalhões com comprimento de 2,10 metros nas aberturas das portas para servir de reforço e outros menores de 40 centímetros apenas para dar apoio às telas metálicas. No anexo B pode-se analisar o projeto estrutural com esses detalhamentos.

Para a fixação da ferragem, são feitos furos na laje de fundação com o auxílio de uma furadeira adequada e uma cola estrutural à base de epóxi na interface do concreto e aço, conforme ilustra a figura 14. Nessa etapa, os espaçadores circulares modelo GF 10 (100 x 99 mm), de cobrimento 5 cm, também são aplicados no radier com pistola de pressão a pólvora, para centralizar o jogo de fôrmas das paredes de concreto.

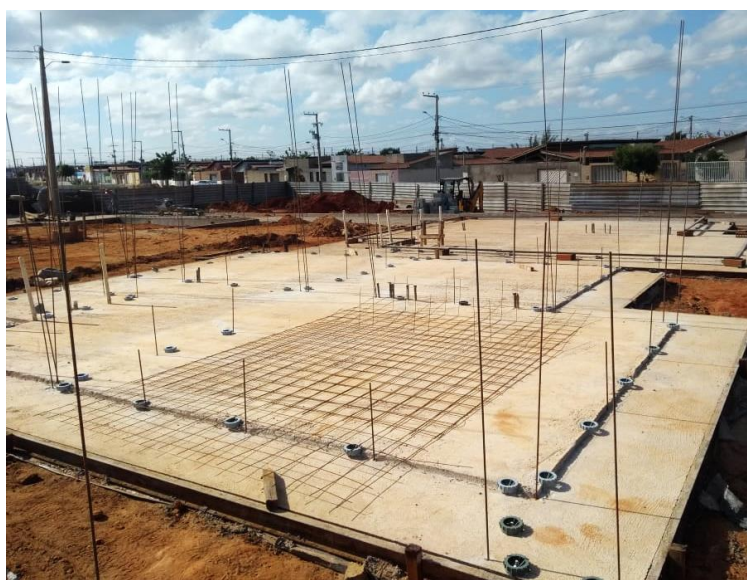
Figura 14: Aplicação de vergalhão com cola estrutural¹ e espaçador circular modelo GF 10²



Fonte: Autoria Própria (2019)

Após a aplicação de todos os espaçadores e vergalhões de aço na laje de fundação, conforme apresentado na figura 15, prossegue-se com a montagem das telas de aço eletrossoldadas.

Figura 15: Laje pronta para receber as telas de aço



Fonte: Autoria Própria (2019)

As telas utilizadas são cortadas e dobradas adequadamente em uma bancada apropriada, de acordo com as dimensões de projeto. Utiliza-se a tela do tipo Q61, com diâmetro de 3,4 mm e malha de 15 cm x 15 cm para as paredes. A montagem acontece posicionando-se as telas nos seus devidos lugares e interligando umas às outras com arame recozido, acrescentando, simultaneamente, espaçadores circulares (modelo EPF) conforme a figura 16.

Figura 16: Armação completa das paredes



Fonte: Autoria Própria (2019)

Para as aberturas dos vãos de janelas e portas, utiliza-se uma torquês para o corte das telas já fixadas no local. Em seguida, são colocados vergalhões de aço para o reforço estrutural dos vãos de portas e janelas, conforme se observa na figura 17.

Figura 17: Armadura de reforço com inclinação de 45° para vão de porta



Fonte: Autoria Própria (2019)

5.1.1.2 Montagem das fôrmas

A obra utiliza o sistema de fôrmas metálicas, como ilustra a figura 18. Segundo informações fornecidas pelo engenheiro responsável pelo empreendimento, estas fôrmas foram orçadas no valor de R\$ 270.000,00 (Duzentos e setenta mil reais), incluindo todos os painéis das paredes e laje, além dos acessórios básicos. As fôrmas foram utilizadas para a fabricação das 152 casas, sendo ainda reaproveitadas para a construção de mais 500 casas em outra obra com o mesmo método construtivo.

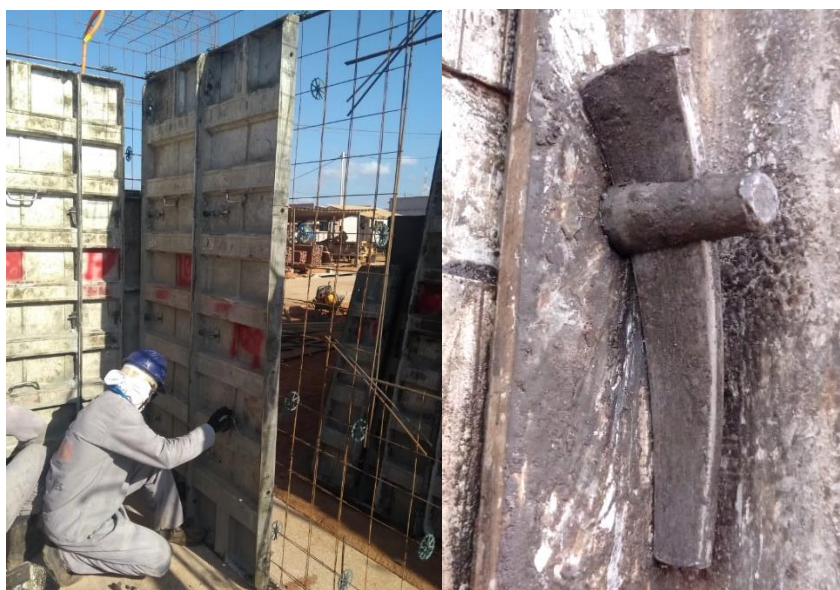
Figura 18: Fôrmas de alumínio utilizadas na obra



Fonte: Autoria Própria (2019)

O processo de montagem das fôrmas dá-se inicialmente com a limpeza e posterior aplicação do desmoldante nas faces internas dos painéis que ficarão em contato direto com o concreto. Em seguida, são colocados os painéis dos cantos das paredes internas da habitação realizando-se o travamento dos mesmos através de pinos e cunhas já fixados nas placas, como ilustrado na figura 19.

Figura 19: Travamento de fôrmas dos cantos internos com pino e cunha



Fonte: Autoria Própria (2019)

Prossegue-se com a montagem de todos os painéis internos das paredes e o travamento dos mesmos. Simultaneamente, são colocadas as faquetas com protetores plásticos para o encaixe das fôrmas externas.

Em seguida, são montados os painéis da laje, utilizando-se chavetas para a fixação com as placas das paredes e também pinos e cunhas para o encaixe de um painel com outro. Na figura 20 abaixo ilustra a peça chaveta e a montagem das fôrmas.

Figura 20: Montagem das fôrmas da laje e chaveta para fixação com as paredes



Fonte: Autoria Própria (2019)

Por fim, colocam-se as escoras metálicas, alinhadores e aprumadores na parte interna da residência, tanto nas paredes quanto nas lajes, a fim de assegurar a qualidade final das paredes concretadas. A figura 21 ilustra essa etapa.

Figura 21: Sistema de escoramento



Fonte: Autoria Própria (2019)

5.1.1.3 Concretagem

Na etapa de concretagem das paredes e laje das casas utilizam o concreto usinado convencional, dosado em central e transportado por caminhão betoneira, com resistência característica de projeto (f_{ck}) de 20 MPa.

Seguindo-se uma linha de produção contínua de todas as etapas da obra, é concretada 1 casa por dia, utilizando um total de 15 m³ de concreto para encher todas as paredes, laje e platibanda. O processo de concretagem das paredes e laje são executados em uma única etapa, porém a platibanda da residência é concretada no dia posterior a concretagem das paredes e lajes. Na figura 22 é possível observar as paredes da casa já concretadas, enquanto a platibanda encontra-se em processo de concretagem.

Figura 22: Concretagem de platibanda



Fonte: Autoria Própria (2019)

O concreto dosado recebe aditivos superplastificantes em sua composição para que o mesmo atinja a trabalhabilidade exigida de 22 ± 3 cm no ensaio de abatimento “slump test” realizado na obra por estagiário ou funcionário devidamente treinado. Além de receber fibras de vidro para evitar o surgimento de fissuras e microfissuras na superfície do concreto. Essas fibras de vidro, conforme figura 23, são colocadas e misturadas com o concreto que está dentro do caminhão betoneira.

Figura 23: Fibra de vidro utilizada no concreto



Fonte: Autoria Própria (2019)

5.2 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

Após a etapa de retirada das fôrmas de alumínio, pôde-se observar o surgimento de algumas deformidades na estrutura das paredes de concreto. De imediato, é possível identificar falhas de concretagem decorrentes do lançamento e adensamento mal executado do concreto. Além destas, a segregação foi outra falha bastante recorrente na maior parte das casas analisadas.

Para este trabalho, foram analisadas 50 casas, de forma amostral, em um período médio de 30 dias. Pôde-se observar, após a etapa de concretagem de cada casa, o surgimento de algumas patologias mais recorrentes, as quais serão comentadas nos itens a seguir:

5.2.1 Falhas de concretagem

Após a desforma das casas, foram verificados problemas relacionados às etapas de concretagem e adensamento. Devido à dificuldade da passagem do concreto em algumas regiões das fôrmas, principalmente nas proximidades de vãos de portas e janelas, como retratam as figuras 24, 25 e 26 a seguir, observou-se a falta de preenchimento de algumas áreas das paredes, formando nichos com exposição total ou parcial das telas de aço.

Figura 24: Falha de concretagem próximo a vão de porta com armadura exposta



Fonte: Autoria Própria (2019)

Figura 25: Nicho em parede do banheiro com exposição de eletroduto e armação



Fonte: Autoria Própria (2019)

Figura 26: Nicho próximo a vão de porta com exposição de armadura



Fonte: Autoria Própria (2019)

Para realizar o reparo desses problemas, foi utilizado argamassa graute para preencher os vazios existentes com exposição de armadura. Como demonstrado na figura 27, deve-se limpar toda a superfície com um pincel brocha, e molhar a mesma objetivando retirar todo e qualquer resíduo que impeça a aderência total do graute com o concreto endurecido. Há casos em que esses vazios conseguem transpassar a parede de concreto, logo, para proceder com a regularização é fundamental a aplicação de uma fôrma de madeira para auxiliar no acabamento e moldagem da peça, conforme se vê na figura 28, evitando a fuga da argamassa. Essa fôrma deve ser fixada com arame galvanizado.

Figura 27: Limpeza para retirada de partículas soltas e umedecimento



Fonte: Autoria Própria (2019)

Figura 28: Fixação de fôrma de madeira em uma das faces da parede



Fonte: Autoria Própria (2019)

Com a base preparada, procede-se com a preparação do graute e a aplicação do produto de forma manual, compactando-o com a ponta dos dedos. Finaliza-se o processo dando o acabamento com a ajuda de uma desempenadeira lisa e uma esponja levemente úmida. A imagem 29 retrata o processo executivo.

Figura 29: Aplicação do graute e acabamento final



Fonte: Autoria Própria (2019)

Para reduzir as falhas decorrentes da etapa de concretagem, procurou-se ajustar a quantidade de aditivos superplastificantes e a fibra de vidro em cada caminhão recebido, para a obtenção de um concreto mais fluido (“slump” de 23 a 25 cm). Além disso, foi dada uma atenção maior para o adensamento do concreto, realizando batidas nas fôrmas com marreta de borracha tendo-se o cuidado para não deformá-las.

5.2.2 Segregação do concreto

Após a retirada das fôrmas das paredes, observou-se ainda falhas de segregação dos materiais que compõe o concreto utilizado. Mais de 90% das casas analisadas apresentaram esse tipo de patologia, com exposição dos agregados graúdos e separação dos materiais do concreto, como mostra a figura 30.

Figura 30: Segregação dos materiais do concreto



Fonte: Autoria Própria (2019)

Observou-se que a possível causa da ocorrência dessa patologia devia-se à quantidade de aditivos utilizado para melhorar a trabalhabilidade do concreto e chegar ao “slump” desejado, notando-se, após a mistura, que os materiais dispersavam-se entre nata, aditivo e agregados. A redosagem de água do concreto em canteiro de obra, também foi um fator influenciador para a segregação observado, tendo-se então optado por não adicionar a água prevista na folga da nota fiscal, ficando a cargo apenas do aditivo o aumento do abatimento do concreto, quando necessário.

A correção dessas falhas ficou compreendida na fase de acabamento da obra, sendo removidas todas as imperfeições com a massa cimentícia branca utilizada para o emassamento das paredes internas. Já nas paredes externas, essa correção foi feita com a textura acrílica.

5.2.3 Fissuras

O surgimento das fissuras nas superfícies das paredes deu-se em média uns 30 dias após a concretagem das residências. Observou-se que quase 100% das casas executadas apresentaram esse tipo de patologia, sendo caracterizada como uma das mais recorrentes e comuns no método construtivo de paredes de concreto moldadas “in loco”. A figura 31, a seguir, demonstra a fissura encontrada sendo identificada através de um fissurômetro determinando a espessura da mesma. Foi medido a espessura da fissura e anotado o dia para conferir em um tempo posterior se houve estabilidade ou se houve progresso na abertura da mesma.

Figura 31: Identificação e medição de fissura em parede de concreto – 0,35 mm



Fonte: Autoria Própria (2019)

Com diferentes espessuras e comprimentos, foram identificadas fissuras em diversos locais das paredes das residências. Realizou-se, então, uma rastreabilidade a fim de obter-se os locais exatos onde as fissuras encontravam-se, e analisar as possíveis causas e facilitar a localização para o posterior tratamento das mesmas. O anexo C exemplifica a forma como foi feita a rastreabilidade em cada casa do residencial.

Após o levantamento, percebeu-se quem em alguns locais apresentavam maior incidência das fissuras. Tomou-se, então, de forma amostral, o quantitativo realizado em 50 residências para exemplificar os locais mais recorrentes através da tabela 04 abaixo.

Tabela 04: Locais das fissuras

Rastreabilidade de fissuras (50 CASAS)					
	Próximo a eletrodutos	Próximo à tubulação do ar condicionado	Encontro de paredes	Portas	Janelas
Quantidade de casas	31	9	20	46	4

Fonte: Autoria Própria (2019)

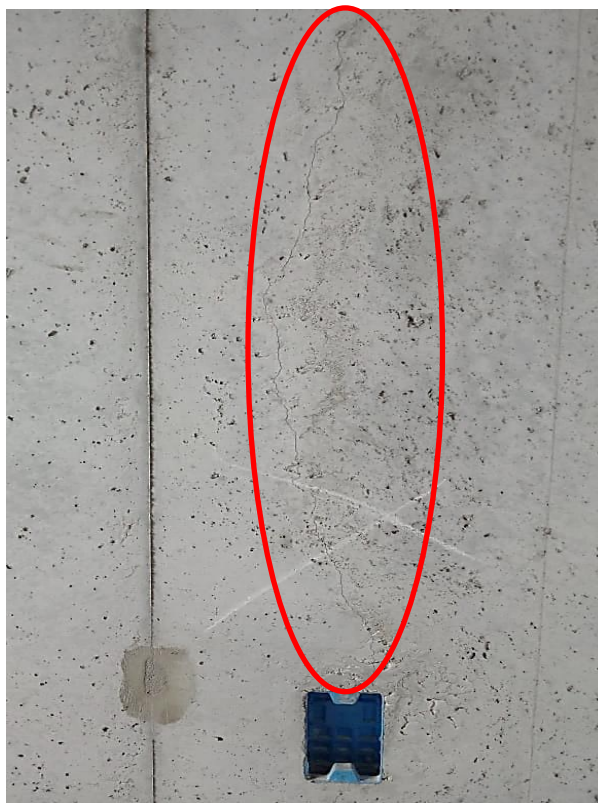
De acordo com os resultados obtidos, pôde-se perceber que o local mais recorrente foi a parte superior dos vãos das portas, mais precisamente nas portas dos quartos 1 e 2, conforme observa na figura 32 abaixo, tendo-se encontrado essa patologia em 46 casas das 50 analisadas. O segundo local mais frequente de fissuras encontradas foi próximo aos eletrodutos embutidos que conecta as tomadas baixas dos quartos, sendo identificadas em 31 casas. Na figura 33 observa-se essas fissuras. O terceiro local, conforme observa na figura 34, foi no canto da parede de divisória do quarto 1 para o quarto 2, encontradas em 20 casas. Os demais locais observados foram na tubulação vertical embutida da instalação do ar condicionado do quarto 1 e na parte inferior dos vãos das janelas.

Figura 32: Fissura na parte superior do vão da porta



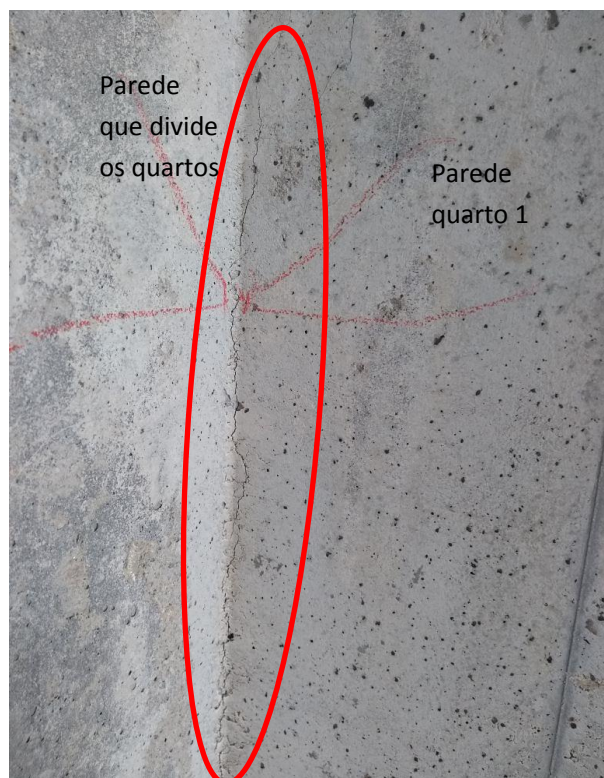
Fonte: Autoria Própria (2019)

Figura 33: Fissura próxima à eletroduto da tomada baixa do quarto 1



Fonte: Autoria Própria (2019)

Figura 34: Fissura no canto de parede de divisória dos quartos 1 e 2



Fonte: Autoria Própria (2019)

Após o levantamento, realizou-se alguns testes para verificar se havia redução no surgimento das fissuras, tendo-se acrescentado armaduras de reforços nos vãos das janelas e portas (até em tão não utilizava-se) e cantoneira em “L” feita de tela eletrossoldada Q61 para conferir um reforço estrutural no canto da parede indicado pela figura 34. As mudanças diminuíram significativamente a aparição das fissuras, porém não erradicaram. Sugere-se prever um reforço com tela sobre os eletrodutos fixados nas paredes e na tubulação de PVC do ar condicionado para evitar-se problemas em futuras obras.

A etapa de recuperação dessa patologia é realizada utilizando selante acrílico flexível para preenchimento das fissuras. Após o tempo de cura indicado no produto, aplica-se uma tela estruturante de poliéster em todo o comprimento da fissura, fixando-a com uma argamassa cimentícia impermeabilizante, como mostram as figuras 35 e 36.

Figura 35: Aplicação do selante



Fonte: Autoria Própria (2019)

Figura 36: Aplicação da tela com o impermeabilizante



Fonte: Autoria Própria (2019)

5.3 COMPARATIVO DE ORÇAMENTOS

Foi realizado um quantitativo com base em uma unidade habitacional do estudo de caso. Após realizar o cálculo da área de todas as paredes (através do projeto arquitetônico em anexo), chegou-se ao valor de 81,94 m² de paredes a serem fabricadas.

Com isso, foram elaborados dois orçamentos básicos. O primeiro orçamento contém os custos inerentes ao processo de fabricação das paredes de concreto moldadas “in loco”, e o segundo contém os custos inerentes ao processo de fabricação das paredes pelo método tradicional de alvenaria com blocos cerâmico, chapisco e reboco. Os valores unitários e os coeficientes de cada serviço obtidos foram retirados da tabela do SINAPI, com data-base de janeiro de 2019, referente ao estado do Rio Grande do Norte.

A tabela 05 descreve os materiais e mão de obra utilizados no processo, seus respectivos valores unitários e o custo total do serviço para um metro quadrado.

O custo total para a execução de 1 m² (um metro quadrado) da parede de concreto moldada in loco foi de R\$ 81,09 (Oitenta e um reais e nove centavos). Pelo quantitativo, o total de paredes de uma unidade habitacional é de 81,94 m², multiplica-se o valor unitário da execução da parede de concreto por esse quantitativo, resultando no custo total das paredes de concreto para uma residência de R\$ 6.644,51 (Seis mil, seiscentos e quarenta e quatro reais e cinquenta e um centavos).

Tabela 05: Orçamento das paredes de concreto moldadas in loco

CÓDIGO SINAPI/RN	PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS IN LOCO (m ²)	Und	Valor unitário	Coef.	Valor m ²
39964	Sistema de formas manuseáveis de alumínio para edificação residencial unifamiliar com paredes de concreto moldadas in loco, unidade habitacional térrea.	m ²	R\$ 1.126,16	0,0028	R\$ 3,15
39849	Concreto usinado bombeável, FCK 20 Mpa, com brita 0 e 1, slump = 190+/-20mm	m ³	R\$ 346,50	0,111	R\$ 38,46
10917	Tela soldada Q61 - Malha 15 x 15 cm 3,4 mm	m ²	R\$ 5,58	1,086	R\$ 6,06
0337	Arame recozido n 18	kg	R\$ 10,96	0,01	R\$ 0,11
39017	Espaçador circular com entrada lateral, em plástico, para vergalhão 4,2 a 12,5 mm	und	R\$ 0,12	5	R\$ 0,60

39397	Desmoldante a base de óleo vegetal	L	R\$ 14,68	0,0333	R\$ 0,49
88316	Servente com encargos complementares	H	R\$ 13,54	1,0059	R\$ 13,62
88309	Pedreiro com encargos complementares	H	R\$ 17,19	0,9886	R\$ 16,99
88238	Ajudante de armador	H	R\$ 12,95	0,04	R\$ 0,52
88245	Armador	H	R\$ 17,48	0,062	R\$ 1,08
Valor total para 1 m²:					R\$ 81,09
Valor total Residência:					R\$ 6.644,51

Fonte: Autoria Própria (2019)

Comparativamente, realizou-se um orçamento utilizando alvenaria convencional de blocos cerâmicos em substituição das paredes de concreto moldadas “in loco”. Para tanto, considerou-se apenas a etapa de construção das paredes, baseando-se no mesmo projeto arquitetônico das unidades habitacionais do estudo de caso.

No método de paredes de concreto, as superfícies após concretadas encontram-se prontas para receberem o revestimento necessário, dispensando as etapas de chapisco e reboco. Ao contrário da execução de alvenaria convencional, que deve considerar essas etapas que são necessárias para realizar o acabamento, sendo contabilizado um valor total de R\$ 7.554,86 (Sete mil quinhentos e cinquenta e quatro reais e oitenta e seis centavos), conforme a tabela 06.

Tabela 06: Orçamento das paredes de alvenaria convencional, com chapisco e reboco

CÓDIGO	ALVENARIA CONVENCIONAL COM BLOCOS CERÂMICOS, 8 furos (9 X 19 X 19 cm), E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO EM BETONEIRA	Unid.	Coef.	Valor unitário	Valor m²
7266	Bloco cerâmico (alvenaria de vedação) de 9 X 19 X 19 cm	mil	0,02831	R\$ 410,00	R\$ 11,61
87292	Argamassa traço 1:2:8 (cimento, cal e areia média) para assentamento de alvenaria de vedação	m³	0,0098	R\$ 331,33	R\$ 3,25
88309	Pedreiro com encargos complementares	H	1,55	R\$ 17,19	R\$ 26,64

88316	Servente com encargos complementares	H	0,775	R\$ 13,54	R\$ 10,49
			Total (m²)	R\$ 51,99	
CÓDIGO	CHAPISCO APLICADO EM ALVENARIA COM COLHER DE PEDREIRO. ARGAMASSA TRAÇO 1:3 COM PREPARO EM BETONEIRA 400L	Unid.	Coef.	Valor unitário	Valor m²
0367	Areia grossa	m³	0,004452	R\$ 70,00	R\$ 0,31
1379	Cimento Portland CP II-32	kg	1,70415	R\$ 0,46	R\$ 0,78
88377	Operador de betoneira	H	0,017976	R\$ 21,18	R\$ 0,38
88830	Betoneira Cap. 400L	CHP	0,005	R\$ 1,15	R\$ 0,01
88309	Pedreiro com encargos complementares	H	0,183	R\$ 17,19	R\$ 3,15
88316	Servente com encargos complementares	H	0,091	R\$ 13,54	R\$ 1,23
			Total (m²)	R\$ 5,86	
CÓDIGO	MASSA ÚNICA, PARA RECEBIMENTO DE PINTURA, EM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA	Unid.	Coef.	Valor unitário	Valor m²
0370	Areia média	m³	0,041	R\$ 60,00	R\$ 2,43
1106	Cal hidratada CH-I para argamassas	kg	6,1	R\$ 0,34	R\$ 2,07
1379	Cimento Portland composto CP II-32	kg	5,8	R\$ 0,46	R\$ 2,68
88830	Betoneira Cap. 400L	CHP	0,0	R\$ 1,15	R\$ 0,04
88377	Operador de betoneira	H	0,15	R\$ 21,18	R\$ 3,16
88309	Pedreiro com encargos complementares	H	0,78	R\$ 17,19	R\$ 13,41
88316	Servente com encargos complementares	H	0,78	R\$ 13,54	R\$ 10,56
			Total (m²) R\$ 34,35		
				Valor total para 1 m²:	R\$ 92,20
				Total m²:	81,94
				Valor total residência: R\$ 7.554,86	

Fonte: Autoria Própria (2019)

5.4 CRONOGRAMA PARA A PAREDE DE CONCRETO MOLDADA IN LOCO

Analizou-se o tempo de execução das etapas envolvidas no processo de construção das paredes e laje de concreto armado, sendo elaborado um cronograma de execução desde a etapa de montagem da armação até a desforma da casa, representado pela tabela 07.

Observou-se que o tempo total de execução da estrutura da casa sobre o radier foi de 5 dias. A etapa de montagem da armação das paredes foi a mais demorada, levando 2 dias para sua execução com 1 armador e 2 ajudantes, uma vez que essa etapa envolve muitos processos, que vão desde a marcação e aplicação dos arranques e espaçadores para as fôrmas no radier, até a montagem das telas e cortes dos vãos de janelas e portas.

No método em questão tem-se a vantagem de ganho de tempo na etapa das instalações elétricas e hidráulicas, pois com apenas um encanador, um auxiliar de encanador, um eletricitista e um auxiliar de eletricitista é possível executar o serviço em apenas um dia de trabalho, tendo-se depois da concretagem todas as instalações prontas, embutidas nas paredes. As etapas de montagem das fôrmas e concretagem das paredes são possíveis de serem realizadas no mesmo dia, utilizando uma equipe de 8 ajudantes para isso. A desforma normalmente é realizada após 15 horas da concretagem, ficando apenas as escoras da laje para retirada após sete dias.

Tabela 07: Cronograma de execução das paredes de concreto

CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO DE UNIDADE HABITACIONAL DE PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS "IN LOCO"							
SERVIÇOS	TEMPO	TRABALHADORES	1	2	3	4	5
Armação das paredes	2 dias	1 armador 2 auxiliares	Seg	Ter			
Instalações elétricas e hidráulicas nas paredes	1 dia	1 eletricitista 1 auxiliar de eletricitista 1 encanador 1 auxiliar de encanador			Qua		
Montagem das fôrmas e preparação da laje de cobertura	1 dia	8 serventes 1 pedreiro/encarregado				Qui	
Concretagem das	1 dia	8 serventes				Qui	

paredes e laje		1 pedreiro/encarregado					
Desforma	1 dia	8 serventes 1 pedreiro/encarregado					Sex

Fonte: Aatoria Própria (2019)

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o estudo de caso foi possível observar as vantagens e desvantagens existentes no sistema construtivo de paredes de concreto moldadas “in loco”, através das análises de custos e de tempo de execução das paredes. A etapa de fundação, antecedente, e a etapa posterior de execução da cobertura foram desconsideradas para fins do estudo, tendo-se em vista que estas etapas são comuns a outros métodos construtivos.

Portanto, verificou-se uma economia de quase mil reais do sistema estudado para o de alvenaria convencional com blocos cerâmicos. O tempo de execução e a mão de obra utilizada também são fatores vantajosos para o método, uma vez que para executar toda a estrutura das paredes e laje da casa são necessários 5 dias e 16 trabalhadores para subdividissem em cada etapa. Além disso, a mão de obra utilizada é de baixo custo, pois realizando o treinamento necessário para qualificação, utiliza-se apenas serventes para as etapas de montagem das fôrmas, concretagem e desforma, ficando apenas um pedreiro encarregado de supervisionar os serviços.

As desvantagens observadas pelas patologias existentes, requerem análises minuciosas e cuidados especiais na execução do sistema. O correto manuseio e manutenção das fôrmas metálicas são de fundamental importância para evitar-se problemas com alinhamento e desaprumo das paredes que podem prejudicar as etapas de acabamento posteriores. Outro problema que pode acarretar é a segregação do concreto, pois as fôrmas, quando danificadas ou mal montadas, podem deixar frestas que permitem o escape da nata do concreto, causando o enfraquecimento do mesmo e falhas de concretagem. Uma desvantagem observada ainda, deve-se ao fato do sistema não permitir aberturas nas paredes de concreto armado, devendo-se prever locais para fechamento com alvenaria de vedação para possibilitar ao morador alguma possível alteração ou ampliação desejada.

Observou-se que a aquisição das fôrmas metálicas é o investimento mais alto para a construção das casas, orçadas em 270.000,00 no empreendimento avaliado. Todavia, o valor é compensado e abatido em obras de grande escala como a do estudo, uma vez que foram utilizadas para as 152 casas, ficando avaliadas em uma média de 1700,00 por unidade habitacional. A empresa, ainda, conta com a perspectiva de reutilização das mesmas em outra obra de 500 residências com o mesmo método construtivo, totalizando-se um valor de 414,00 para cada casa. Segundo alguns autores, mantendo-se um bom estado de conservação das fôrmas, é possível reutiliza-las até 1000 vezes, dividindo-se, assim, 270,00 para cada moradia.

O método demonstrou-se bastante eficiente e prático, e, apesar de ser pouco difundido na região, representa uma ótima alternativa para as construtoras que desejarem construções em larga escala de forma prática e em um curto prazo de tempo, sem perder a qualidade do produto final e gerando menos resíduos de construção.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE SERVIÇOS DE CONCRETAGEM; INSTITUTO BRASILEIRO DE TELAS SOLDADAS. Parede de concreto: coletânea de ativos 2007/2008. São Paulo, 2008.

ABCP. Paredes de Concreto ganha segunda Coletânea de Ativos. 2007. Disponível em: <https://www.abcp.org.br/cms/download/coletanea-de-ativos-em-paredes-de-concreto-2011-2013/> Acesso em: 13 nov. 2018.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575**: Edificações habitacionais – Desempenho parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2013

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9575**: Impermeabilização — Seleção e projeto — Procedimento. Rio de Janeiro, 2003

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

Celi: Solidez e qualidade. **Celi apresenta tecnologia inovadora na construção de casas populares**. Disponível em: <<https://www.celi.com.br/noticia/celi-apresenta-tecnologia-inovadora-na-construcao-de-casas-populares>> Acesso em: 24 de janeiro de 2019.

CORRÊA, Julio Marcelino. **Considerações Sobre Projeto e Execução de Edifícios em Paredes de Concreto Moldados In Loco**. 2012. 75. TCC – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2012.

FERREIRA, L.E.T., HANAI, J.B. Mecânica da Fratura. In: IBRACON. **Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais**. 1ed. São Paulo: ISAIA, G.C., 2007, vol.1.

FIGUEROLA, V. Vazios de concretagem. **Revista Técnica**, n 109, abr. 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE TELA SOLDADA. Rodobens investe no sistema construtivo Parede de Concreto. **IBTS**, São Paulo, v. 10, n. 28, julho. 2008. Disponível em: <http://www.ibts.org.br/noticias01.asp>>. Acesso em: 19 jan. 2019.

Jeruel plásticos. **Modelo CE - parede de concreto**. Disponível em: <<http://www.jeruelplast.com.br/site/produtos/parede-de-concreto/modelo-ce/>> Acesso em: 27 de janeiro de 2019.

JUNIOR, O.L.C. **Estudo da modelagem de radier rígido em concreto armado na análise da interação solo-estrutura**. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em engenharia civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2016.

LEAL, Ubiratan. Três não é demais. **Construção e Mercado**, São Paulo: Editora PINI, nº 109, p. 20-24, agosto, 2010.

MACÊDO, J. S. **Um estudo sobre o sistema construtivo formado por paredes de concreto**. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2016.

MISURELLI, H.; MASSUDA, C. Paredes de Concreto. **Revista Técnica**, n. 147, p. 74-78, jun. 2009.

NAKAMURA, J. Escolha de fôrmas para paredes de concreto deve considerar critérios técnicos e econômicos. **Revista Técnica**, n. 202, jan. 2014.

SILVA, F. Fôrmas de alumínio para moldagem de paredes estruturais no local. **Revista Técnica**, n 160, jul 2010.

PEINADO, H. S. Conheça as alternativas para fazer a cura de elementos de concreto. **Revista Técnica**, n 201, dez 2013.

PHATR. **Traço de concreto: controle de qualidade do concreto**. Disponível em: <<https://www.mapadaobra.com.br/inovacao/traco-de-concreto-controle-de-qualidade-do-concreto/>> Acesso em: 02 de fevereiro de 2019

PINHO, D. T. P. **Sistema construtivo parede de concreto – um estudo de caso**. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em engenharia civil) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2010.

PONZONI, J. **Paredes de concreto moldadas in loco: verificação do atendimento às recomendações da norma ABNT NBR 16055/2012 nos procedimentos executivos em obra de edifício residencial**. 2013. 79f. Trabalho de Diplomação (Graduação em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

SABBATINI, F.H., et al. **Patologias – Conceitos e Metodologia**: PCC-2436 - Tecnologia da Construção de Edifícios II, aula 29, nov. de 2003. 14 f. Notas de Aula.

SANTOS, V. F. Paredes de concreto com fôrmas metálicas. **Revista Técnica**, n 169, abr 2011.

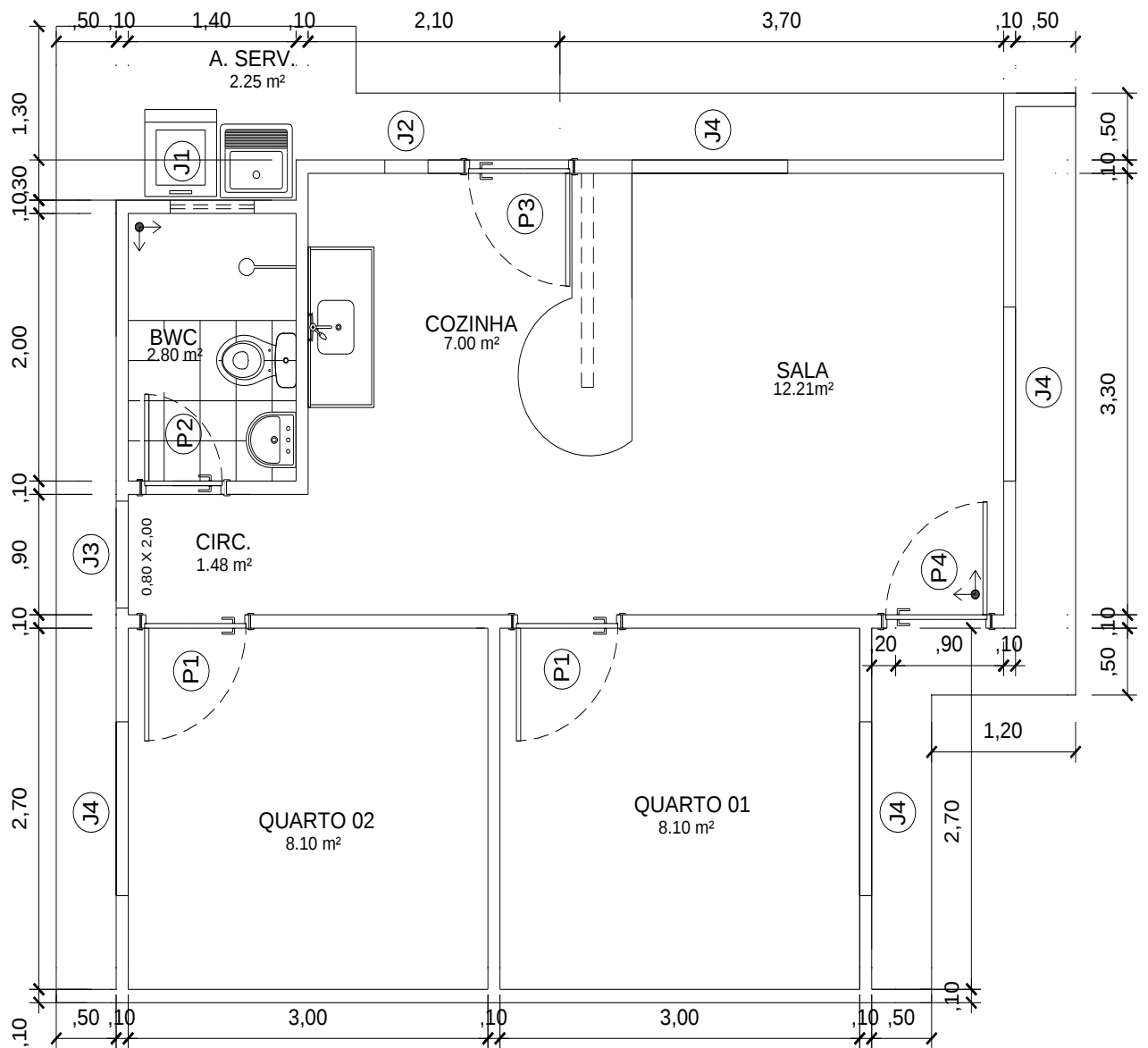
Self consolidating concrete. **Testing**. Disponível em: <<http://www.selfconsolidatingconcrete.org/testing.html>> Acesso em: 02 de fevereiro de 2019

SILVA, F. Paredes de concreto armado moldadas in loco. **Revista Técnica**, n 167, fev 2011.

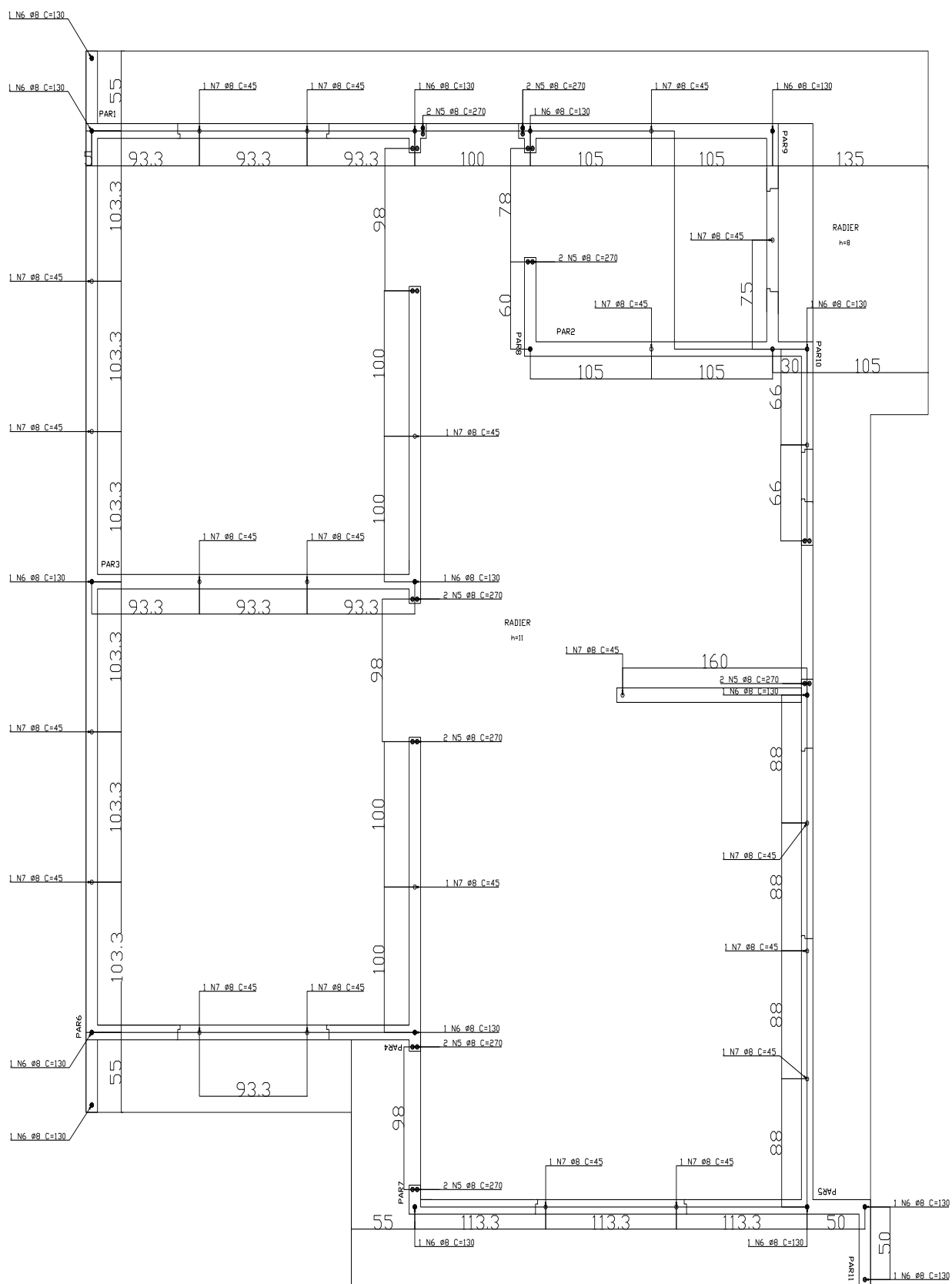
SOUZA, J.S. **Análise de patologias em paredes de concreto moldadas in loco utilizando a termografia como ensaio não destrutivo**. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade católica de Brasília, Distrito Federal, 2013.

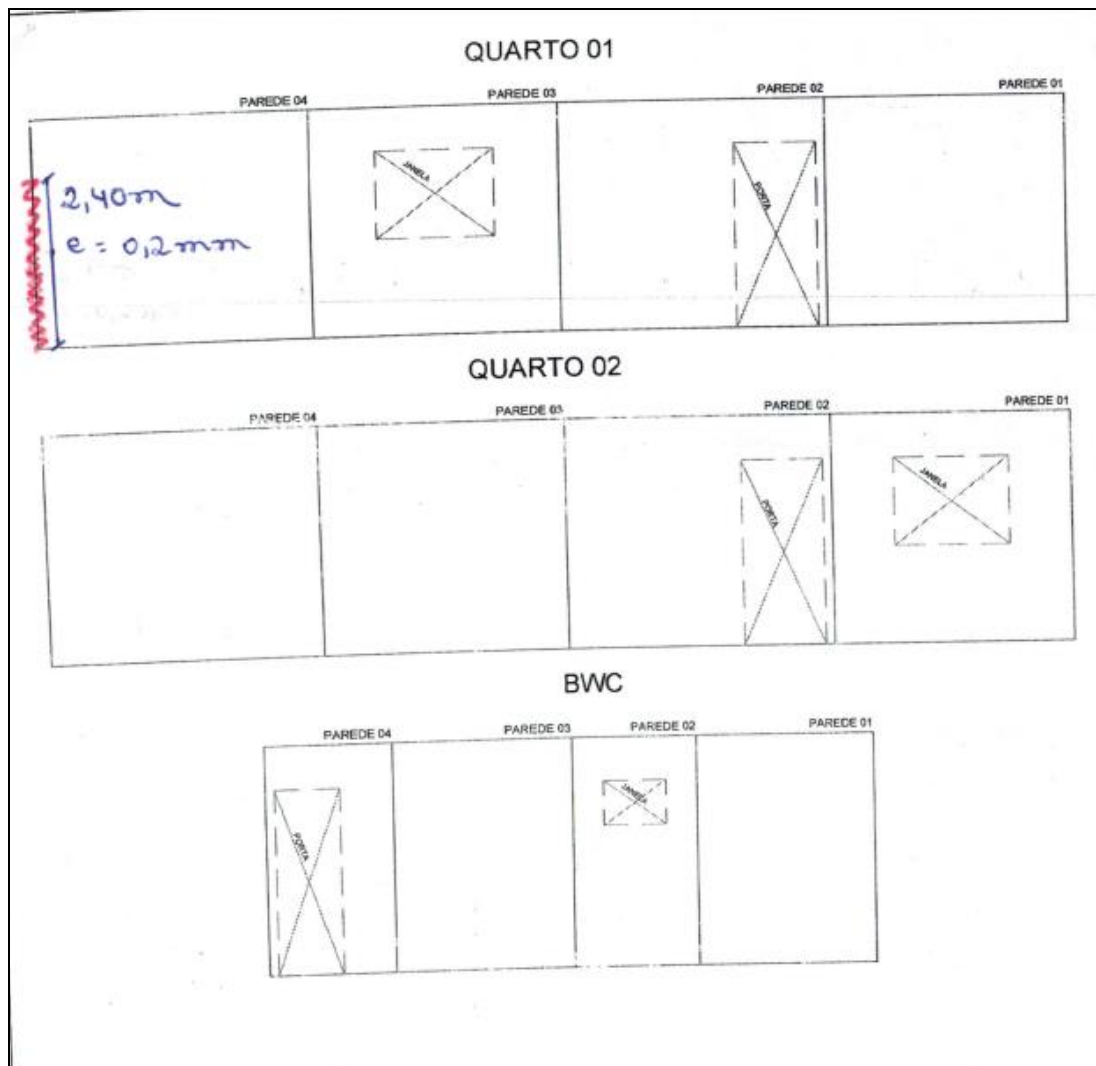
THOMAZ, E. **TRINCAS EM EDIFÍCIOS: Causas, Prevenção e Recuperação**. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 2007. Reimpressão.

ANEXO A – PROJETO ARQUITETÔNICO DA PLANTA BAIXA DA CASA

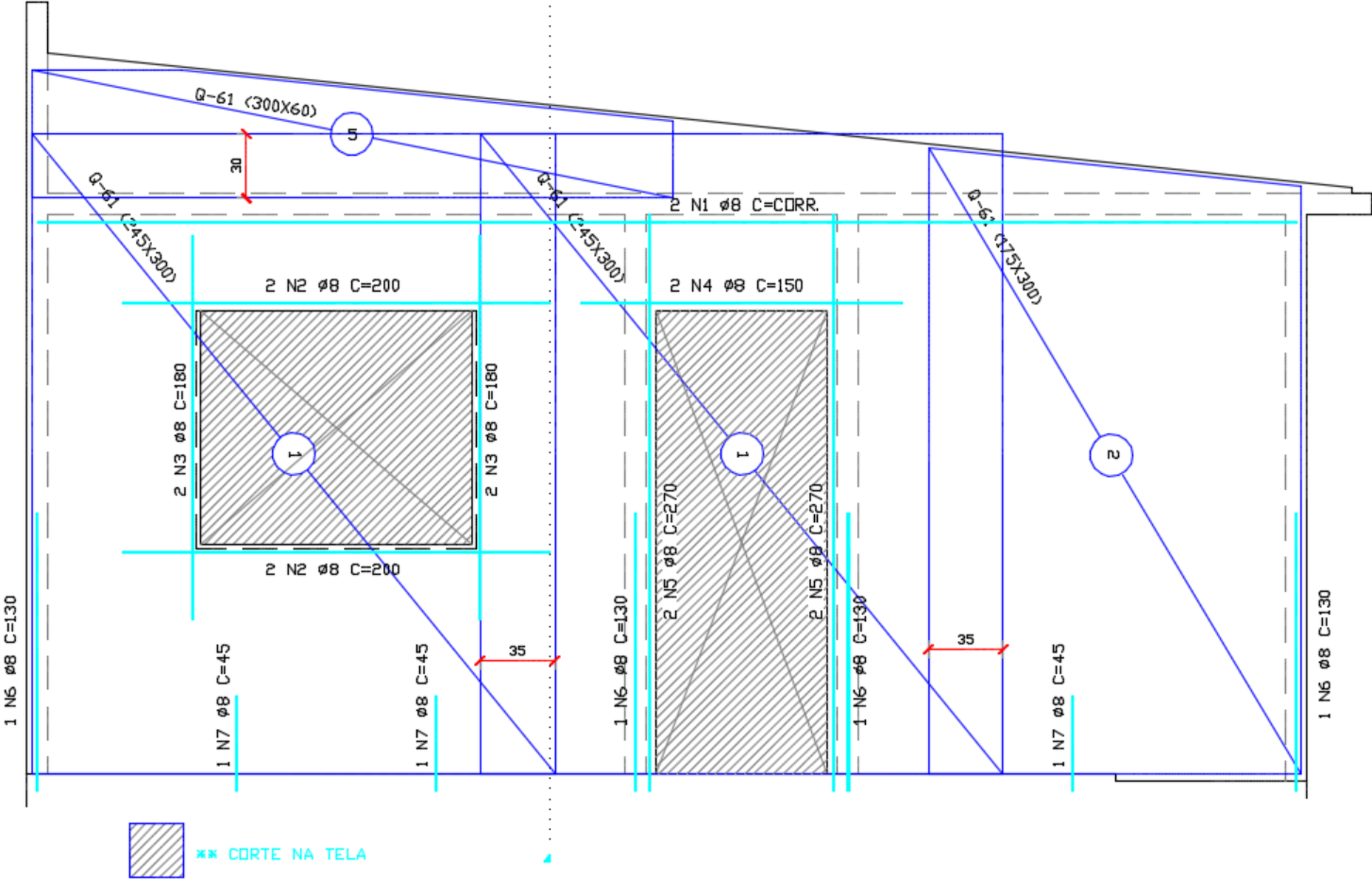


ANEXO B – LOCAÇÃO DOS ARRANQUES



ANEXO C - MODELO DE RASTREABILIDADE DAS FISSURAS

ANEXO D – PROJETO ESTRUTURAL DE ARMAÇÃO DAS PAREDES



ANEXO E – PROJETO ARQUITETÔNICO - CORTE