

CENTRO UNIVERSITÁRIO ASSIS GURGACZ
BRUNO MÜLLER KUNRATH

**ANÁLISE DO PROCESSO INDUSTRIALIZADO DE FABRICAÇÃO E
MONTAGEM DE UMA CASA POPULAR COM PAREDES EM CONCRETO
ARMADO**

CASCADEL – PR

2018

CENTRO UNIVERSITÁRIO ASSIS GURGACZ
BRUNO MÜLLER KUNRATH

**ANÁLISE DO PROCESSO INDUSTRIALIZADO DE FABRICAÇÃO E
MONTAGEM DE UMA CASA POPULAR COM PAREDES EM CONCRETO
ARMADO**

Trabalho apresentado na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, do Curso de Engenharia Civil, do Centro Universitário FAG, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Prof. Orientador: Me. Maria Vânia Nogueira do Nascimento Peres.

CASCADEL – PR

2018

CENTRO UNIVERSITÁRIO FAG

BRUNO MÜLLER KUNRATH

**ANALISE DO PROCESSO INDUSTRIALIZADO DE FABRICAÇÃO E MONTAGEM
DE UMA CASA POPULAR COM PAREDES EM CONCRETO ARMADO**

Trabalho apresentado no Curso de Engenharia Civil, do Centro Universitário Assis Gurgacz, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil, sob orientação do Professor (a) Me. MARIA VÂNIA NOGUEIRA DO NASCIMENTO PERES.

BANCA EXAMINADORA



Orientador (a) Prof^ª. Me. MARIA VÂNIA N. DO N. PERES.
Centro Universitário Assis Gurgacz
Engenharia Civil



Professor (a) Me. DÉBORA FELTEN
Centro Universitário Assis Gurgacz
Engenharia Civil



Professor (a) Me. CAMILA FORIGO
Centro Universitário Assis Gurgacz
Engenharia Civil

Cascavel, 29 de novembro de 2018.

DEDICATÓRIA

Aos meus pais Silvério e Rainilda, minhas irmãs Mariana, Brenda e Sandra, minha namorada Tuani, com muito carinho e apoio, não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa de minha vida.

AGRADECIMENTOS

Esta fase da minha vida é muito especial e não posso deixar de agradecer a Deus por toda força, ânimo e coragem que me ofereceu para ter alcançado minha meta.

Agradeço aos meus pais Silvério e Rainilda, que me deram apoio e incentivo nas horas difíceis. Obrigado a minha namorada Tuani, que me estimulou durante todo o percurso e compreendeu minha ausência pelo tempo dedicado aos estudos. Sou grato também aos meus amigos, que não me deixaram ser vencido pelo cansaço. Meus agradecimentos as irmãs Mariana, Brenda e Sandra, e meu avô Hermeto, que de alguma forma também contribuíram para que o sonho da faculdade se tornasse realidade.

Sou grato a todos os professores que contribuíram com a minha trajetória acadêmica, especialmente a Maria Vânia Nogueira do Nascimento Peres, responsável pela orientação do meu projeto. Obrigado por esclarecer tantas dúvidas e ser tão atenciosa e paciente.

À instituição quero deixar uma palavra de gratidão por ter me recebido de braços abertos e com todas as condições que me proporcionaram dias de aprendizagem muito ricos.

A todas as pessoas que de uma alguma forma me ajudaram a acreditar em mim eu quero deixar um agradecimento eterno, porque sem elas não teria sido possível.

RESUMO

A industrialização da construção civil é de grande importância, por proporcionar produtividade e agilidade, juntamente economia e controle de qualidade em todas as etapas construtivas. Dessa forma o emprego do sistema pré-moldado está presente em todos os ramos da construção, inclusive obras residenciais, onde o sistema de pré-moldado é empregado com o uso de paredes em concreto armado, que é utilizada como estrutura e fechamento. O presente estudo tem como objetivo verificar o método construtivo perante as normativas e avaliações técnicas. Foi verificado cada etapa da parte de fabricação e montagem da residência, através de visitas técnicas e análise de projetos. Na fabricação foram analisados pontos importante como a relação de armaduras utilizadas, montagem da fôrma, desforma, estocagem e transporte. Na obra foram vistos itens como instalações das paredes, escoramento e juntas verticais. Com o resultado do trabalho foi possível identificar os pontos que estão compatíveis e não compatíveis com as normativas e avaliações que a competem. Dos dezoito itens avaliados, onze atendem as especificações normativas e técnicas, sete entre os dezoito itens avaliados, não atendem as especificações. Conclui-se que 61,1% dos procedimentos foram executados corretamente, que são de extrema importância e podem comprometer a qualidade da edificação.

Palavras-chave: pré-moldado, fabricação, montagem, método.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Vista geral da fabricação das paredes em concreto armado.....	16
Figura 02: Tolerâncias de fabricação para elementos pré-moldados	17
Figura 03: Corte típico da armadura do painel.....	18
Figura 04: Detalhe distanciadores plásticos	19
Figura 05: Reforços em barras de aço CA50	19
Figura 06: Detalhe das alças de içamento	19
Figura 07: Lançamento, espalhamento e adensamento do concreto	20
Figura 08: Içamento dos elementos em concreto	21
Figura 09: Estocagem vertical dos elementos em concreto	22
Figura 10: Demarcação e aplicação da argamassa de assentamento	23
Figura 11: Demarcação e aplicação da argamassa de assentamento	24
Figura 12: Verificação do prumo e escoramento do painel	24
Figura 13: Detalhe da impermeabilização entre a parede e a fundação	25
Figura 14: Solda das barras de aço nas paredes externas	25
Figura 15: Posicionamento do cordão de polietileno e aplicação da argamassa AC III	26
Figura 16: Preenchimento das juntas das paredes com graute	26
Figura 17: Tratamento das juntas verticais internas	27
Figura 18: Acabamento das juntas verticais externas	27
Figura 19: Projeto da casa a ser executada, elaborada em <i>software</i> com tecnologia BIM.....	29
Figura 20: Fôrma horizontal de paredes	30
Figura 21: Armadura posicionada na fôrma	31
Figura 22: Projeto da parede pré-moldada em concreto armado	32
Figura 23: Projeto da ferragem da parede pré-moldada em concreto armado	32
Figura 24: Fôrmas concretadas	33
Figura 25: Peças estocadas	34
Figura 26: Peças sendo montadas	35
Figura 27: Paredes em suas posições definitivas	36
Figura 28: Travas provisórias	36
Figura 29: Escoramentos provisórios	37

Figura 30: Vedação e união das paredes com a utilização de argamassa	38
Figura 31: Acabamento com a utilização de selante de poliuretano	38
Figura 32: Gráfico com o resultado das resistências dos corpos de provas	41
Figura 33: Comparação entre o solicitado na avaliação técnica e o executado	43

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Itens a serem avaliados na fabricação e montagem da edificação	44
--	----

SUMÁRIO

1. CAPÍTULO 1	12
1.1 INTRODUÇÃO.....	12
1.2 OBJETIVOS.....	13
1.2.1 Objetivo geral.....	13
1.2.2 Objetivos específicos	13
1.3 JUSTIFICATIVA	14
1.4 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA.....	14
1.5 FORMULAÇÃO DA HIPÓTESE	15
1.6 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA	15
2. CAPÍTULO 2	16
2.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	16
2.1.1 Descrição do sistema construtivo.....	16
2.1.2 Fabricação	17
2.1.2.1 Fôrmas	17
2.1.2.2 Armadura	18
2.1.2.3 Concretagem	20
2.1.2.4 Desforma e manuseio.....	21
2.1.2.5 Estocagem.....	22
2.1.2.6 Transportes.....	22
2.1.3 Montagem da obra.....	23
3. CAPÍTULO 3	28
3.1 METODOLOGIA.....	28
3.1.1 Tipo de estudo e local da pesquisa.....	28
3.1.2 Caracterização da amostra.....	28
3.1.3 Coleta de dados	29
3.1.3.1 Fabricação das paredes pré-moldadas em concreto armado	30
3.1.3.2 Concretagem	33
3.1.3.3 Desforma e manuseio.....	33
3.1.3.4 Estocagem.....	34
3.1.3.5 Transportes.....	34
3.1.3.6 Instalação das paredes pré-moldadas em concreto armado	35
3.1.3.7 Juntas verticais.....	37
3.1.4 Análise dos dados.....	39

4. CAPÍTULO 4	40
4.1 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	40
4.1.1 Fôrmas.....	40
4.1.2 Fabricação das paredes pré-moldadas em concreto armado	40
4.1.3 Concreto.....	41
4.1.4 Desforma e manuseio.....	42
4.1.5 Estocagem	42
4.1.6 Transporte	42
4.1.7 Instalação das paredes pré-moldadas em concreto armado.....	42
4.1.8 Juntas verticais	43
4.1.9 Avaliação da obra.....	44
5. CAPÍTULO 5	47
5.1 CONCLUSÃO.....	47
6. CAPÍTULO 6	48
6.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	48
REFERÊNCIAS.....	49
ANEXO A – ENSAIO DE COMPRESSÃO CORPO DE PROVA 1, DIA 1	51
ANEXO B – ENSAIO DE COMPRESSÃO CORPO DE PROVA 2, DIA 1	51
ANEXO C – ENSAIO DE COMPRESSÃO CORPO DE PROVA 3, DIA 1	52
ANEXO D – ENSAIO DE COMPRESSÃO CORPO DE PROVA 1, DIA 3	52
ANEXO E – ENSAIO DE COMPRESSÃO CORPO DE PROVA 2, DIA 3	53
ANEXO F – ENSAIO DE COMPRESSÃO CORPO DE PROVA 3, DIA 3.....	53
ANEXO G – ENSAIO DE COMPRESSÃO CORPO DE PROVA 1, DIA 7	54
ANEXO H – ENSAIO DE COMPRESSÃO CORPO DE PROVA 2, DIA 7	54
ANEXO I – ENSAIO DE COMPRESSÃO CORPO DE PROVA 3, DIA 7.....	55
ANEXO J – ENSAIO DE COMPRESSÃO CORPO DE PROVA 1, DIA 28	55
ANEXO K – ENSAIO DE COMPRESSÃO CORPO DE PROVA 2, DIA 28.....	56
ANEXO L – ENSAIO DE COMPRESSÃO CORPO DE PROVA 3, DIA 28	56

1. CAPÍTULO 1

1.1 INTRODUÇÃO

A Construção Civil tem sido considerada uma indústria atrasada quando comparada a outras divisões industriais. Referente a exposição, de um modo geral, em baixa produtividade, amplo desperdício de materiais, lentidão e baixo controle de qualidade (EL DEBS, 2000). Com o passar dos anos, a indústria da construção civil vem evoluindo, devido a utilização de diversos métodos, bem como arquiteturas próprias e tecnológicas. Dessa forma, nos dias atuais encontram-se modernos sistemas construtivos e vastos processos de gestão industrial, entre esses se destacam os sistemas de pré-moldado em concreto armado (PIGOZZO, 2005).

A pré-moldagem é marcada como um método de construção em que a obra, ou parte dela, é moldada fora de seu lugar de uso definitivo. Comumente a pré-moldagem é relacionada a outros dois termos: a pré-fabricação e a industrialização da construção (EL DEBS, 2000). A industrialização tem como uma de suas especialidades a repetição das atividades, com isso as linhas de produção se tornam mais organizadas, obtendo uma fabricação em grande escala, bem como proporcionada na pré-fabricação, que simplifica a execução, diminui desperdícios, eleva o controle de qualidade durante a sua produção. Contudo, é necessária uma mão de obra qualificada, para não possuir risco de produção em larga escala com erros (SIRTOLI, 2015).

O concreto pré-moldado no Brasil tem sido pouco explorado, apesar dos avanços no cenário mundial. Assim, as razões para que não esteja sendo muito utilizado são: o sistema tributário que reprime o emprego de produtos pré-moldados de fábricas, a instabilidade econômica que dificulta o planejamento e os investimentos em longo prazo, o conservadorismo do que envolve a Construção Civil, relacionada com a falta de conhecimento sobre as vantagens do concreto pré-moldado como alternativa, entre outros aspectos em conjunção de fatores, acarreta um círculo vicioso, responsável, em grande parte, pela não exploração da potencialidade do concreto pré-moldado (EL DEBS, 2000).

O sistema construtivo de paredes de concreto é uma técnica de construção racionalizada que proporciona produtividade, qualidade e economia em escala (MISURELLI, 2009). O método é utilizado em construções residenciais, tanto para casas quanto para apartamentos.

Essa solução pode ser considerada como uma forma industrializada de paredes moldadas no local, tijolos convencionais ou paredes de alvenaria (ACKER, 2003).

Dessa forma é essencial o estudo aprofundado do sistema de paredes em concreto armado, bem como sua normatização, para que os resultados possam garantir a segurança da qualidade das obras e os baixos custos de fabricação, oferecendo subsídios para um melhor desempenho e agilidade do método construtivo.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

Analisar o processo de fabricação e montagem de uma casa popular em paredes de concreto armado de acordo com os parâmetros estabelecidos na avaliação técnica Diretriz SINAT N°002 - Rev. 02, NBR 6118/2014, NBR 9062/2017.

1.2.2 Objetivos específicos

- Verificar se a fabricação atende aos critérios estabelecidos em norma vigentes;
- Analisar se a montagem atende aos critérios estabelecidos em norma vigentes;
- Desenvolver um relatório de análise de itens de compatibilidade e não compatibilidade com as normas vigentes.

1.3 JUSTIFICATIVA

De acordo com Misurelli (2009), devido ao aumento do mercado imobiliário brasileiro e as sucessivas medidas públicas para expandir a oferta de habitações, o sistema em paredes de concreto armado confere como uma boa solução para produção em grande escala. O mesmo autor afirma que a metodologia é baseada em processos industrializados, onde a agilidade e a qualidade devem ser monitoradas constantemente para que se tenha uma garantia dos prazos e custos estimados.

Ainda que, o emprego da pré-moldagem aumenta com o grau de desenvolvimento tecnológico e social do país, El Debs (2000), assegura que o mesmo resulta em uma maior oferta de equipamentos, valorização da mão de obra e exigências mais rigorosas em relação à qualidade dos produtos. Destacando ainda que, com a pré-moldagem, poderiam ser melhoradas as condições de trabalho na Construção Civil. Dessa forma, as perspectivas são de aumento do emprego do concreto pré-moldado em países em desenvolvimento como o Brasil.

Como aborda El Debs (2000) a implementação da industrialização na Construção Civil, inevitavelmente, busca estabelecer uma comparação com outros ramos da indústria, como, por exemplo, aos da indústria automobilística. Com isso, existindo algumas semelhanças com outros ramos industriais, a produção industrializada da construção apresenta alguns aspectos peculiares que não podem ser desprezados, principalmente no caso da construção habitacional. O mesmo autor afirma que os principais aspectos em questão, se relacionam a maior ligação da construção com a natureza, a necessidade de fundação, que depende de fatores condicionantes locais; o grande número de fornecedores, o porte etc. Estes aspectos conferem à indústria da Construção Civil uma particular complexidade.

1.4 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

O Sistema construtivo, atende aos critérios estabelecidos nas normas NBR 6118/2014 NBR 9062/2017 e na avaliação técnica DATec N°032?

1.5 FORMULAÇÃO DA HIPÓTESE

O processo de fabricação, montagem e execução atendem criteriosamente as regras estabelecidos em norma, atendendo a qualidade estipulada do produto final.

1.6 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa delimita-se em investigar possíveis erros no processo de fabricação e montagem do sistema de paredes em concreto armado, levando em consideração os aspectos técnicos e normativos, em uma casa popular, com 49,91 m² de área construída, localizada em Santa Maria, PR 474, Km 3,5, na cidade de Campo Bonito, região oeste do estado do Paraná.

O processo de fabricação será analisado em uma fábrica de pré-moldados, localizada às margens da BR 277, Km 452, s/n, bairro industrial, na cidade de Laranjeiras do Sul –PR.

2. CAPÍTULO 2

2.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1.1 Descrição do sistema construtivo

O sistema construtivo com paredes pré-moldadas em concreto armado, restringe-se a quatro pavimentos, é formada por paredes em concreto armado pré-moldado com espessura de 100 mm, comprimento máximo de 5100 mm, armadas com telas metálicas. As lajes são maciças, de concreto armado, moldadas no local, com 100 mm de espessura. O piso consiste em uma laje de concreto armado convencional com espessura de 100 mm.

A produção das paredes é feita na posição horizontal em fôrmas metálicas, demarcados por perfis metálicos. A pista de concreto deve ser projetada permitindo a moldagem e a movimentação dos elementos, conforme a Figura 1.

Figura 1: Vista geral da fabricação das paredes em concreto armado



Fonte: DATec N°032 (2017)

2.1.2 Fabricação

2.1.2.1 Fôrmas

Segundo a NBR 9062 – Projeto e execução de estruturas em concreto pré-moldado (ABNT, 2017), as fôrmas devem ser moldadas a partir das dimensões e configurações solicitadas em projeto, seguindo as tolerâncias conforme solicitado na Figura 2.

Figura 2: Tolerâncias de fabricação para elementos pré-moldados

Painéis, lajes, escadas, e elementos em placa	Comprimento	$L \leq 5 \text{ m}$	+/- 10 mm
		$5 \text{ m} < L \leq 10 \text{ m}$	+/- 15 mm
		$L > 10 \text{ m}$	+/- 20 mm
	Espessura		- 5 mm, + 10 mm
	Planicidade	$L \leq 5 \text{ m}$	+/-3mm
		$L > 5 \text{ m}$	+/- L/1000
	Distorção:	Largura ou altura $\leq 1 \text{ m}$	+/- 3 mm cada 30cm
		Largura ou altura $> 1 \text{ m}$	+/- 10 mm
	Linearidade		+/- L/1000

Fonte: NBR 9062 (ABNT, 2017)

Conforme a DATec N°032 – Painéis estruturais pré-moldados de concreto armado (2017), as fôrmas são compostas por perfis e chapas metálicas, parafusos e pontos de travamento. Os vãos de esquadrias são feitos com o auxílio de perfis metálicos fixados nos referentes painéis.

As fôrmas usadas para a fabricação dos elementos de concreto pré-moldado devem ser seguramente ancoradas para impedir sua flutuação ou deslocamento, no período da concretagem. Seu dimensionamento precisa levar em conta tanto a pressão do concreto fresco como a ação ocasional de vibradores de imersão, quando os mesmos forem utilizados (NBR 9062, ABNT 2017).

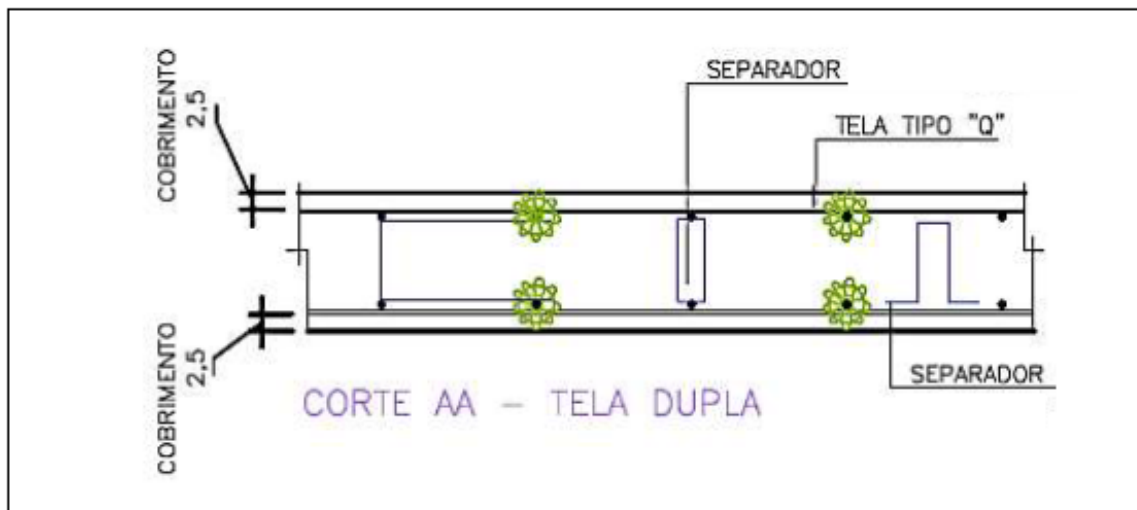
No controle da qualidade e na inspeção do sistema de fôrmas, devem ser observados no decorrer do processo de produção os seguintes itens: dimensões e conformidade com as tolerâncias especificadas, conforme figura 2, posição de furos, insertos, alças de içamento, recortes, saliências e assemelhados e das respectivas dimensões e tolerâncias especificadas,

travamento e estanqueidade, deslocamentos ou deformações, quando do lançamento e adensamento do concreto (NBR 9062, ABNT 2017).

2.1.2.2 Armadura

Conforme a DATec N°032 (2017), durante o procedimento de produção as paredes recebem as armaduras metálicas (armadura principal em tela dupla, barras de ligação lateral entre painéis e alças de içamento). As armaduras são posicionadas de modo a obter-se cobrimento pelo concreto de no mínimo 25mm (Figura 3). As armaduras principais são constituídas por telas metálicas em aço CA60, separadas por meio de distanciadores plásticos, (Figura 4). Os painéis recebem reforços em barras de aço CA50 (Figura 5), e alças de içamento em aço CA25, (Figura 6), conforme projeto estrutural.

Figura 3: Corte típico da armadura do painel



Fonte: DATec N°032 (2017)

Figura 4: Detalhe distanciadores plásticos.



Fonte: DATec N°032 (2017).

Figura 5: Reforços em barras de aço CA 50.



Fonte: DATec N°032 (2017).

Figura 6: Detalhe das alças de içamento.



Fonte: DATec N°032 (2017).

2.1.2.3 Concretagem

Considera-se concreto comum, aquele caracterizado por massa específica não inferior a 2150 kg/m³ e $f_{ck} \geq 20$ MPa, para o qual devem ser consideradas as exigências previstas na NBR 6118 – Projeto de estruturas de concreto: Procedimento (ABNT, 2014). Como regra de desempenho para o sistema construtivo que emprega concreto comum, deve-se respeitar a relação entre a classe de agressividade ambiental, a resistência à compressão do concreto e a relação água-cimento para garantir qualidade mínima (DIRETRIZ SINAT N° 02, 2012).

O lançamento do concreto é executado diretamente da bica do caminhão betoneira, considerando-se velocidade e quantidade de concreto derramado em frações ideais, para que não aconteça a movimentação da armadura e que seja ajustado com os serviços de distribuição na fôrma e de adensamento com vibrador mecânico, conforme a Figura 7 (DATec N°032, 2017).

Figura 7: Lançamento, espalhamento e adensamento do concreto



Fonte: DATec N°032 (2017)

2.1.2.4 Desforma e manuseio

As execuções das fôrmas devem ser feitas para que atenda todas as condições que facilitem a desmoldagem, sem comprometer as peças concretadas, como previsão de ângulos de saída, livre remoção das laterais e cantos chanfrados ou arredondados. No caso da utilização de produtos antiaderentes, o mesmo deve ser feito antes da colocação da armadura, eles não podem exercer nenhuma ação química prejudicial sobre o concreto fresco ou endurecido (NBR 9062, ABNT 2017).

Segundo a DATec N°032 (2017), após a verificação da resistência mínima do concreto para desenforma (após 16h da concretagem) de $f_{c16h} \geq 13$ MPa, as peças são identificadas e liberadas para movimentação, os perfis metálicos que delimitam os painéis são removidos e a peça é içada, conforme mostrado na Figura 8.

Figura 8: Içamento dos elementos em concreto



Fonte: DATec N°032 (2017)

Conforme a NBR 9062 (ABNT, 2017), as peças pré-moldadas devem ser içadas e movimentadas por equipamentos apropriados em pontos de suspensão localizados nos elementos de concreto definidos em projeto, evitando-se choques e movimentos bruscos.

2.1.2.5 Estocagem

A estocagem dos elementos pré-moldados deve ser executada seguindo os mesmos cuidados do manuseio, é executado sobre dispositivos de apoio, assentados sobre terreno plano e firme. Podem ser compostas pilhas, intercalando-se elementos de apoio para impedir o contato das superfícies de concreto de dois elementos superpostos. Estes apoios necessitam situar-se em regiões determinadas em projeto (NBR 9062, ABNT 2017).

Segundo a DATec N°032 (2017), os elementos são estocados na posição vertical com auxílio de cavaletes de estocagem metálicos, conforme Figura 9.

Figura 9: Estocagem vertical dos elementos em concreto



Fonte: DATec N°032 (2017)

2.1.2.6 Transportes

Conforme a NBR 9062 (ABNT, 2017), o transporte deve ser realizado em veículos apropriados às dimensões e peso dos elementos pré-moldados. A colocação da peça sobre os apoios no veículo durante o transporte necessita ser estudada, de modo que a frequência natural de vibração do elemento esteja suficientemente distante da frequência de excitação do

sistema de transporte. Os elementos organizados em uma ou mais camadas precisam ser devidamente escorados para evitar tombamentos ou deslizamentos durante as partidas, freadas e trajeto do veículo. A superfície de concreto necessita ser protegida, para não ser danificada, as regiões expostas a cabos, correntes ou outros dispositivos metálicos.

2.1.3 Montagem da obra

A montagem das paredes pré-moldadas em concreto armado é feita sobre fundações executada segundo o projeto executivo específico. O primeiro passo é demarcar a posição das paredes da edificação com ajuda do gabarito metálico, em seguida é inserido a argamassa de assentamento das paredes, conforme Figura 10. As paredes são posicionadas em seu local definitivo segundo o projeto executivo de montagem (Figura 11), sendo o alinhamento e esquadro dos mesmos, executado com o auxílio de escoras e travas metálicas (Figura 12). A junção entre painéis e fundação, recebe impermeabilização através da aplicação de tela de poliéster com três demãos de impermeabilizante acrílico (Figura 13).

Figura 10: Demarcação e aplicação da argamassa de assentamento



Fonte: DATec Nº032 (2017)

Figura 11: Demarcação e aplicação da argamassa de assentamento



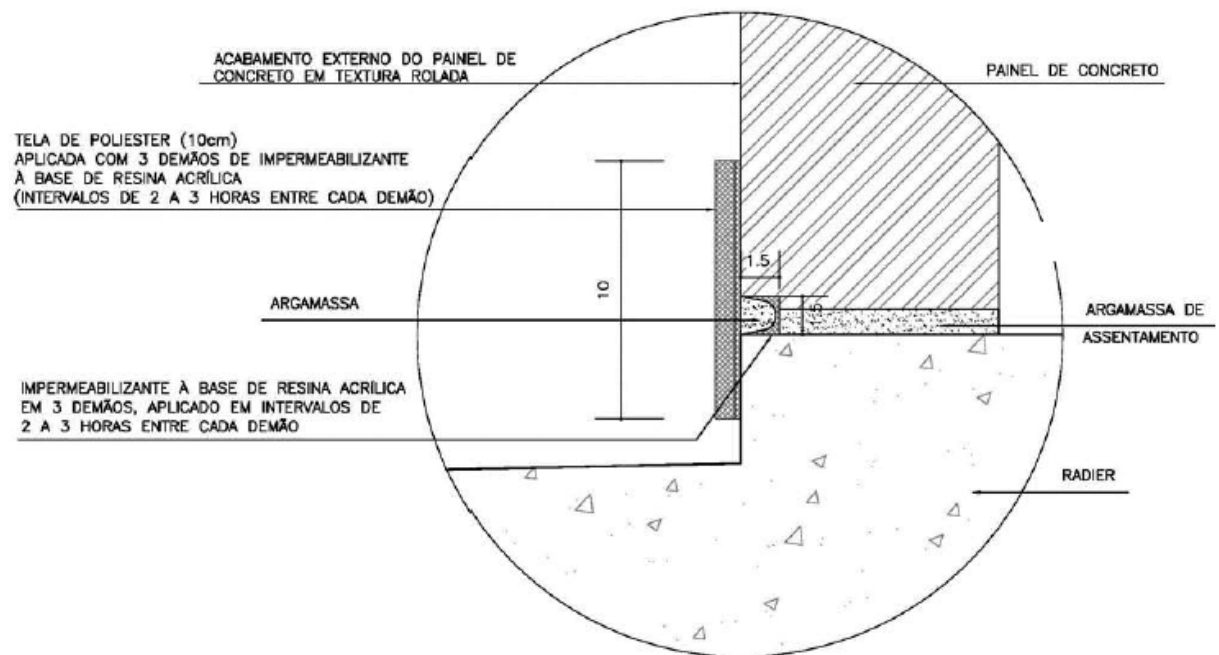
Fonte: DATec N°032 (2017)

Figura 12: Verificação do prumo e escoramento do painel



Fonte: DATec N°032 (2017)

Figura 13: Detalhe da impermeabilização entre a parede e a fundação



Fonte: DATec Nº032 (2017)

As paredes possuem cavidades ao longo de suas faces laterais e nichos, com armadura de ligação formada por barras de aço de Ø10mm. Após comprovação do prumo das paredes, os mesmos são ligados através da soldagem das barras de ligação encontradas nas suas laterais (Figura 14).

Figura 14: Solda das barras de aço nas paredes externas



Fonte: DATec Nº032 (2017)

Conforme apresentado na figura 15, as juntas entre as paredes recebem um cordão de polietileno com Ø20mm como fundo de junta, aplicada argamassa industrializada do tipo AC III nas laterais dos painéis, e posteriormente preenchido as juntas entre painéis com graute, com resistência de 25MPa, como representado na Figura 16.

Figura 15: Posicionamento do cordão de polietileno e aplicação da argamassa AC III



Fonte: DATec Nº032 (2017)

Figura 16: Preenchimento das juntas das paredes com graute



Fonte: DATec Nº032 (2017)

Posteriormente o preenchimento das juntas e da montagem final das paredes, o acabamento das juntas verticais internas é realizado com argamassa como mostra a Figura 17, e o acabamento das juntas verticais externas é efetuado com selante monocomponente a base de poliuretano, tela de poliéster com 100mm de largura e resina acrílica em três demãos (Figura 18).

Figura 17: Tratamento das juntas verticais internas



Fonte: DATec Nº032 (2017)

Figura 18: Acabamento das juntas verticais externas



Fonte: DATec Nº032 (2017)

3. CAPÍTULO 3

3.1 METODOLOGIA

3.1.1 Tipo de estudo e local da pesquisa

Trata-se da análise de uma casa popular, com uso de paredes em concreto armado pré-moldado e a sua devida fabricação e execução, localizada na cidade de Campo Bonito - PR, levando em consideração as normativas que regem a fabricação e execução de obras em pré-moldados NBR 9062 (ABNT, 2017) e a avaliação técnica DATec N°032 (2017) que rege as instruções de produção, execução e uso da obra, certificadas pelo PBQP-H (Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat), e pelo SINAT (Sistema Nacional de Avaliações Técnicas).

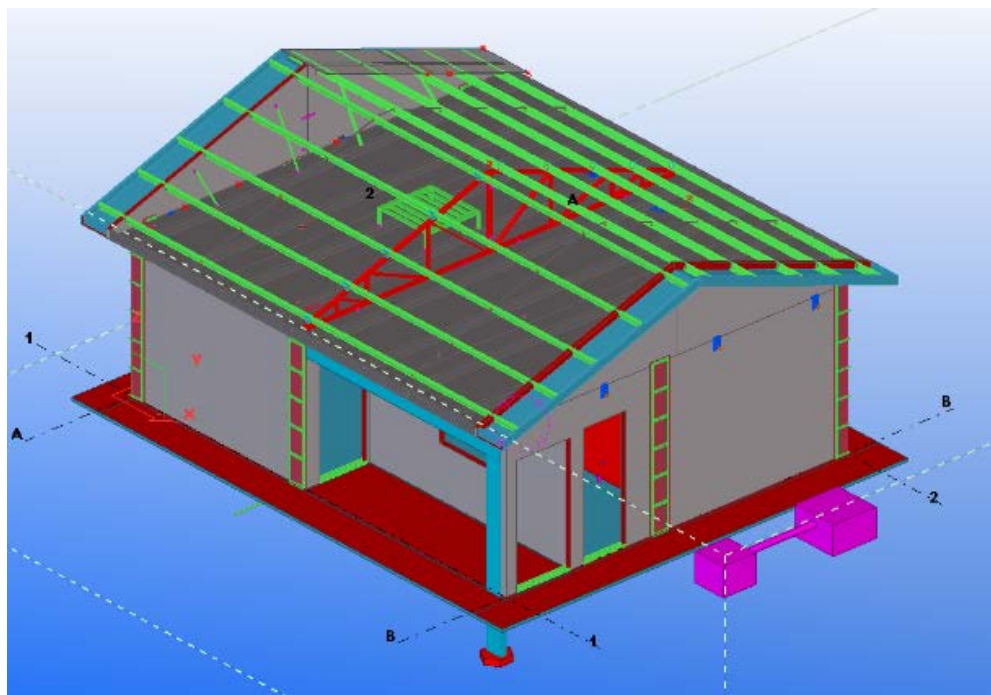
Trata-se de uma pesquisa do tipo qualitativa, pois foram analisados dados da obra estudada, averiguando atentamente as especificações da NBR 6118 (ABNT, 2014), a NBR 9062 (ABNT, 2017), a DATec N°032 (2017). A coleta de dados buscou indicar possíveis adequações e otimizações da fabricação e montagem da obra na cidade de Campo Bonito - PR, também se verificou quanto da edificação atendeu aos parâmetros de qualidade conforme normas e a avaliação técnica citada anteriormente.

As informações da obra foram obtidas através da construtora, analisando assim se atende aos parâmetros normativos.

3.1.2 Caracterização da amostra

O estudo de caso desta pesquisa foi realizado em uma edificação térrea com área de 49,91m², que está localizada em Santa Maria na PR 474, Km 3,5, na cidade de Campo Bonito, região oeste do estado do Paraná. Ressalta-se que a obra está em fase de execução, sendo previsto o término em julho do ano de 2018. Na Figura 19 está representado o modelo 3D de como ficará a obra finalizada.

Figura 19: Projeto da casa a ser executada, elaborada em *software* com tecnologia BIM



Fonte: Autor (2018)

3.1.3 Coleta de dados

Os dados foram coletados por meio de visitas técnicas ao local da construção, durante a execução, tendo acesso ao projeto para a identificação do processo de execução, além de registros fotográficos. Ainda foram utilizados como embasamento teórico livros, artigos, revistas, sites e principalmente a norma da NBR 6118 (ABNT, 2014) a NBR 9062 (ABNT, 2017) e a DATec N°032 (2017).

O principal objetivo desta pesquisa foi coletar o maior número de informações do material pesquisado, com o intuito de saber se o projeto em questão atende os requisitos da norma e da avaliação técnica, para encontrar maneiras de corrigir os possíveis erros que não atendam aos critérios normativos.

3.1.3.1 Fabricação das paredes pré-moldadas em concreto armado

Os elementos foram produzidos em fôrmas do tipo horizontal, conforme Figuras. As fôrmas foram produzidas de chapas e perfis metálicos, para a execução das aberturas foi utilizado caibro de madeira como gabarito, fixados na fôrma através de parafusos auto brocantes. As fôrmas passaram por um procedimento de limpeza e aplicação de desmoldante biodegradável.

Conforme a figura 21, utilizou-se espaçadores de plástico tipo circular. O Cobrimento mínimo solicitado em projeto foi de 2,5cm.

Figura 20: Fôrma horizontal de paredes



Fonte: Autor (2018)

Figura 21: Armadura posicionada na fôrma

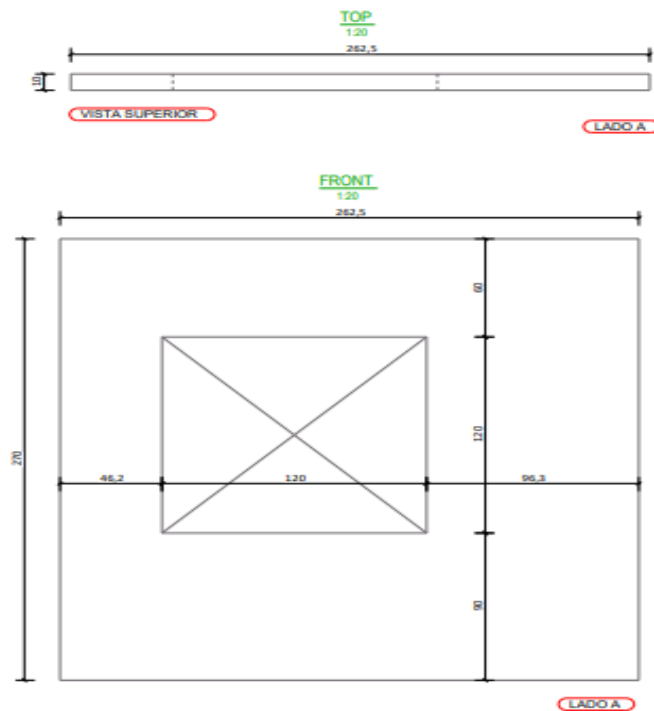


Fonte: Autor (2018)

As paredes em concreto armado pré-moldado foram fabricadas com espessura de 10 cm, comprimento conforme requerido em projeto e alturas de 2,70 m. Na Figura 22 pode-se verificar a forma de uma das paredes.

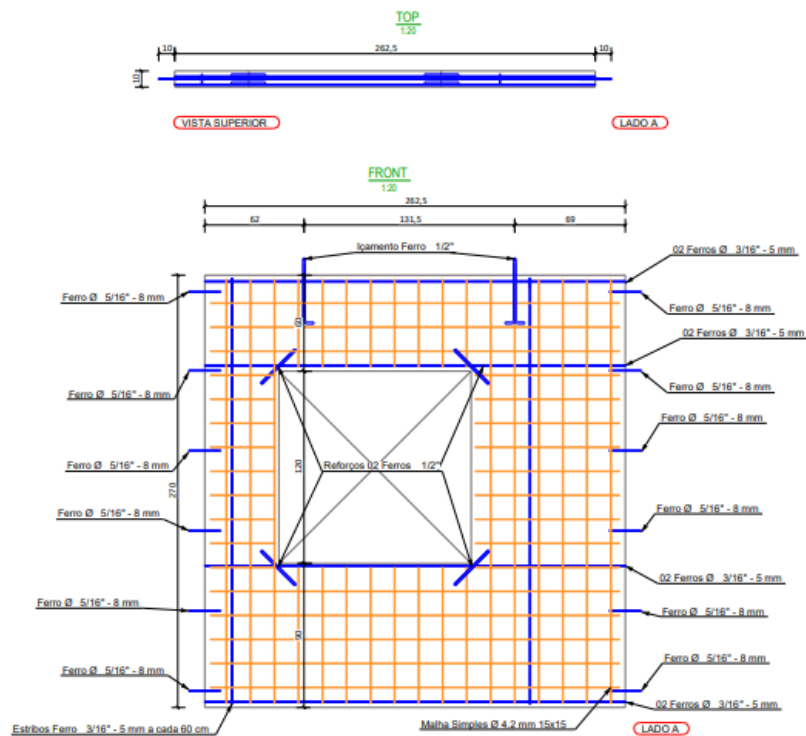
O concreto utilizado na fabricação dos elementos foi dosado em usina, com resistência à compressão de projeto de 25 MPa, e armadura simples, usando telas de 15cm x 15cm, composta por fios de 4,2 mm CA-60, com resistência característica de escoamento mínimo de $f_{yk} = 600$ MPa, além de armaduras longitudinais com fios de 5,0 mm e estribos de 5,0 mm a cada 60cm, ambos com aço CA-50, para a alça de içamento é utilizado fios de 12,5 mm, CA-50, que possui uma resistência característica de escoamento mínimo de $f_{yk} = 500$ MPa. O detalhamento da armadura pode ser visto na Figura 23.

Figura 22: Projeto da parede pré-moldada em concreto armado



Fonte: Autor (2018)

Figura 23: Projeto da ferragem da parede pré-moldada em concreto armado



Fonte: Autor (2018)

3.1.3.2 Concretagem

O concreto pré-moldado utilizado na produção das paredes foi dosado na própria fábrica da construtora, que garante o padrão nos traços e características físicas do concreto.

O concreto usado na fabricação das peças, possui um traço em massa 1: 3,09: 3,36 e relação água/cimento de 0,51, composto por 309,60 Kg de cimento CP-V-ARI, 958,10 Kg de areia, 1040,20 Kg de pedra brita nº 01, e 158 litros de água, por metro cúbico de concreto, com a finalidade de alcançar resistência a compressão de 20 MPa em projeto, peso específico entre 2000kg/m³ a 2800kg/m³ e consistência por espalhamento de no mínimo 600 mm.

3.1.3.3 Desforma e manuseio

Após a concretagem dos elementos, os mesmos ficaram em processo de cura, aguardando desforma durante 22 horas nessa obra, a resistência mínima do concreto especificada para a desforma é de 8 MPa. As fôrmas foram situadas em um local coberto para melhor resultado da cura do concreto, como visto na Figura 24.

Figura 24: Fôrmas concretadas



Fonte: Autor (2018)

3.1.3.4 Estocagem

Após a fabricação, as peças foram levadas para o estoque da fábrica com o auxílio de pórticos rolantes. Os elementos foram estocados em cavaletes metálicos de forma que ficassem em posição similar à posição final na obra, conforme apresentado na Figura 25.

Figura 25: Peças estocadas



Fonte: Autor (2018)

3.1.3.5 Transportes

Para o transporte dos elementos da fábrica para o local da obra foi utilizado um caminhão tipo *Munck*, no qual as placas paredes foram posicionadas em cavaletes metálicos em ordem de montagem. O mesmo caminhão realiza a montagem dos elementos, como visto na Figura 26.

Figura 26: Peças sendo montadas



Fonte: Autor (2018)

3.1.3.6 Instalação das paredes pré-moldadas em concreto armado

As montagens das paredes pré-moldadas em concreto armado foram feitas sobre fundações tipo radier, como pode ser visto na Figura 30. Com o auxílio do caminhão tipo *Munck*, as peças foram posicionadas em seus lugares definitivos. Para que as paredes pré-moldadas ficassem aprumadas e no esquadro foram utilizadas escoras e travas metálicas provisórias, conforme as Figuras 27 e 28.

Figura 27: Paredes em suas posições definitivas



Fonte: Autor (2018)

Figura 28: Travas provisórias



Fonte: Autor (2018)

Figura 29: Escoramentos provisórios



Fonte: Autor (2018)

3.1.3.7 Juntas verticais

Após a montagem das paredes pré-moldadas em concreto armado, foi executada a vedação das juntas verticais com a utilização de argamassa para união dos elementos e de selante de poliuretano para o acabamento, como visto nas Figuras 30 e 31.

Figura 30: Vedação e união das paredes com a utilização de argamassa



Fonte: Autor (2018)

Figura 31: Acabamento com a utilização de selante de poliuretano



Fonte: Autor (2018)

3.1.4 Análise dos dados

Após a obtenção de todas as informações, foi realizada a análise, verificando se a edificação estava em conformidade com as normativas e de avaliação técnica, utilizando-se do quadro 1.

Quadro 1:

Processo	Requerido na avaliação técnica e normas	Realizado	Compatível e não compatível

Fonte: Autor, 2018

Na etapa fabril foi verificada a consistência do concreto no estado fresco, conforme NBR NM 67 – Concreto: Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone (ABNT, 1998), massa específica, conforme NBR 9833 – Concreto fresco: determinação da massa específica, do rendimento e do teor de ar pelo método gravimétrico (ABNT, 2008), resistência à compressão do concreto no estado endurecido após desforma e aos 28 dias, conforme NBR 5739 – Concreto: Ensaio de resistência à compressão em corpos de prova cilíndricos (ABNT, 2007), identificando se o concreto atendeu as normativas e solicitações de projeto de acordo com a NBR 6118 – Projeto de estruturas de concreto: procedimento (ABNT, 2014). Além disso, foi conferido se as armaduras usadas para a execução das paredes, atenderam a avaliação técnica e se os materiais aplicados atenderam as especificações do projeto. Após moldagem dos elementos foram analisados métodos de manuseio e armazenamento, além da verificação dos mesmos com a NBR 9062 (ABNT, 2017).

Já na etapa de montagem da edificação, foi conferida através de visitas técnicas à obra, registros fotográficos e projetos cedidos pela construtora à conformidade do método de execução com a DATEC N°032 (2017).

Verificando possíveis melhorias para aperfeiçoar a fabricação e a montagem da própria indústria analisada que adotam o sistema construtivo com uso de painéis maciços pré-moldados de concreto armado.

4. CAPÍTULO 4

4.1 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1.1 Fôrmas

As fôrmas utilizadas para fabricação das paredes pré-moldadas em concreto armado estão de acordo com a NBR 9062 – Projeto e execução de estruturas em concreto pré-moldado (ABNT, 2017), sendo que passaram pelo procedimento de limpeza, aplicação do desmoldante e o processo de conferência das dimensões solicitadas em projeto.

4.1.2 Fabricação das paredes pré-moldadas em concreto armado

Os processos seguidos na fabricação das paredes pré-moldadas em concreto armado atende em partes as condições descritas na avaliação técnica DATEC N°032.

Ao verificar a produção das paredes, foi apurado que o mesmo foi fabricado com espessura de 10 cm, e com armaduras de acordo com o previsto em projeto, de acordo com as normativas NBR 6118 (ABNT, 2014), NBR 9062 (ABNT, 2017) e com a avaliação técnica DATEC N°032.

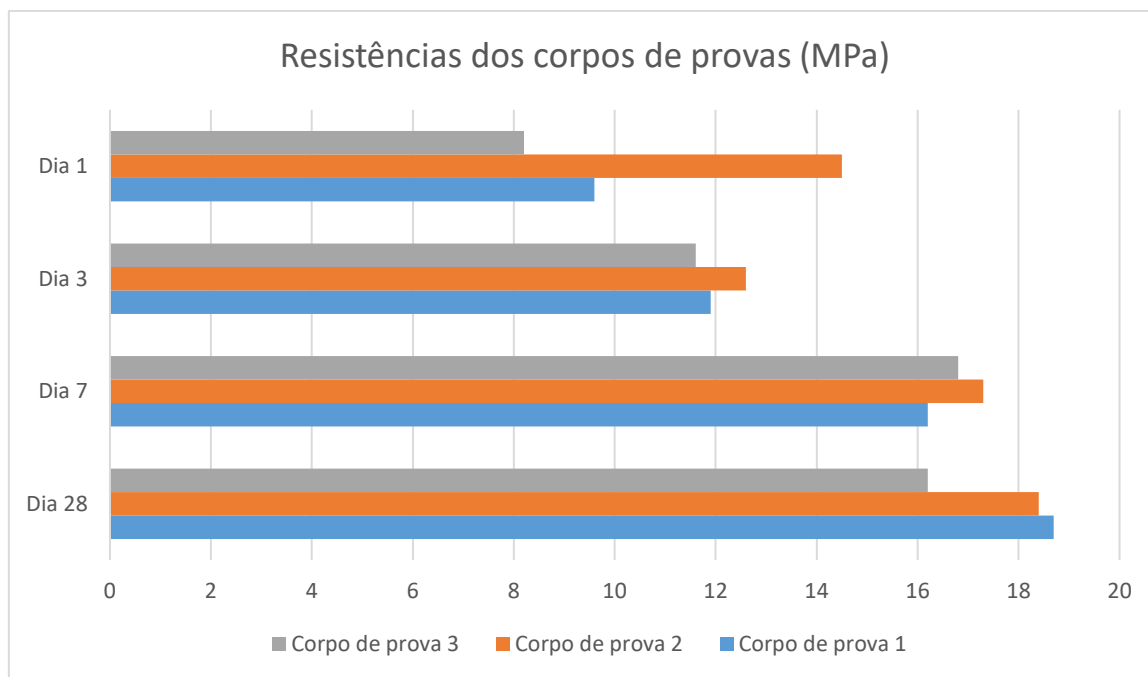
Porém, na fabricação das paredes a resistência de compressão do concreto solicitada em projeto e utilizada na execução foi de 20 MPa, sendo diferente do que foi previsto na DATEC N°032, que se utiliza de uma resistência mínima de compressão de 25 MPa. Do mesmo modo que não foram executados os nichos para execução de juntas verticais, previstas na avaliação técnica DATEC N°032.

4.1.3 Concreto

O concreto utilizado na fabricação das paredes pré-moldadas em concreto armado, tem em sua especificação de projeto resistência característica a compressão em desforma de 8 MPa, e em 28 dias de 20 MPa, entretanto, em ensaios de compressão de corpos de provas cilíndricos, ficou claro que a resistência de desforma, ou seja, resistência em 22 horas de cura, o concreto atingiu resistência média de 10,76 MPa, em sua resistência com 3 e 7 dias de cura, resistência solicitada para movimentação e serviço, atingiu resistências médias de 12,03 MPa e 16,76 MPa respectivamente, em resistência final, ao tempo de 28 dias, atingiu resistência de 17,76 MPa, como pode ser visualizado nos relatórios do ensaio, conforme a Figura 32 e os Anexos A a L.

O concreto não atingiu sua resistência de projeto e resistência mínima segundo a NBR 6118 (ABNT, 2014), a relação água e cimento, a granulometria dos agregados e o método de adensamento e cura, foram possíveis fatores para que o concreto não atingisse a resistência esperada, contudo, foi aceitável para a fabricação das peças.

Figura 32: Gráfico com o resultado das resistências dos corpos de provas



Fonte: Autor (2018)

4.1.4 Desforma e manuseio

A desforma executada, foi realizada de acordo com o especificado na NBR 9062 (ABNT, 2017), sendo que foi respeitado o tempo de cura mínimo de 8 horas, realizado em 22 horas, necessário para o concreto atingir resistência mínima a permitir a retirada das peças da fôrma, serviços e movimentações.

4.1.5 Estocagem

O processo de estocagem foi realizado adequadamente, uma vez que as peças foram estocadas sobre cavaletes metálicos, respeitando os procedimentos solicitados pela NBR 9062 (ABNT, 2017) e a avaliação técnica DATEC N°032.

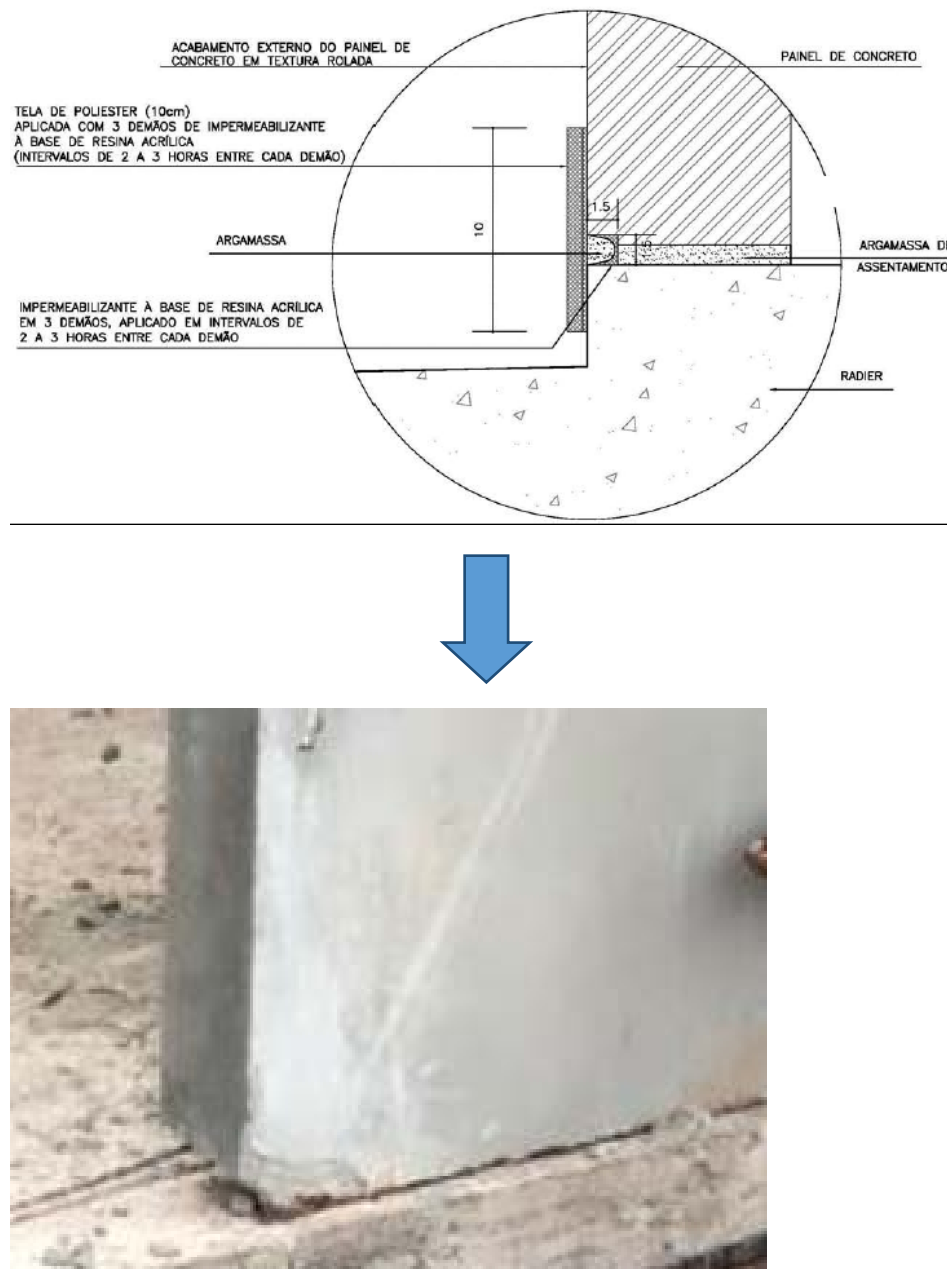
4.1.6 Transporte

A movimentação interna na fábrica foi realizada com o auxílio de pórticos rolantes com balancins e o transporte das peças da unidade fabril até a obra foi feita através do caminhão tipo “*munck*”.

4.1.7 Instalação das paredes pré-moldadas em concreto armado

Ao acompanhar a instalação das paredes pré-moldadas em concreto armado, verificou-se que alguns procedimentos não seguiram o estabelecido na avaliação técnica. Embora tenha sido feita a utilização da argamassa de assentamento, não foi realizado a impermeabilização entre o *radier* e a parede conforme mostra a Figura 33. Tanto o escoramento quanto o travamento foram executados corretamente.

Figura 33: Comparação entre o solicitado na avaliação técnica e o executado



Fonte: Autor (2018)

4.1.8 Juntas verticais

A execução das juntas verticais atende em partes a avaliação técnica DATEC N°032. Foram executadas as armaduras de ligação e fixadas por meio da soldagem das barras

existentes nas laterais das placas, foi realizado o preenchimento das juntas entre paredes com concreto feito na obra.

Porem após o preenchimento das juntas, o acabamento foi feito apenas com cordão de polietileno, não sendo utilizado tela de poliéster e argamassa como descrito na DATEC Nº032.

4.1.9 Avaliação da obra

A execução da fabricação e montagem da edificação foi realizada com êxito, atendendo parcialmente a avaliação técnica e as normativas competentes como é mostrado no Quadro 1.

Quadro 1: Itens a serem avaliados na fabricação e montagem da edificação.

Processo		Requerido na avaliação técnica e normas	Realizado	Compatível e não compatível
Fôrma	Tolerâncias de fabricação	Figura 2	Peças realizadas dentro da tolerância	Compatível
	Aplicação do desmoldante	Executado antes da colocação da armadura	Executado antes da colocação da armadura	Compatível
Armadura	Material utilizado	Aço CA-50 ou aço CA-60	Aço CA-50 e Aço CA-60	Compatível
	Recobrimento mínimo	Mínimo 25mm	25mm	Compatível
	Distanciadores Plásticos	Executado antes da concretagem	Executado antes da concretagem	Compatível
	Alça de Içamento	Aço CA-25	Aço CA-50	Não compatível

Concretagem	Resistência característica a compressão específica	8 horas = 8 MPa, 3 dias = 16 MPa, 7 dias = 18 MPa e 28 dias = 25MPa	22 horas = 10,76MPa; 3 dias = 12,03 MPa; 7 dias = 16,76MPa; 28 dias = 17,76 MPa;	Não compatível
Desforma	Tempo para desforma	16h	22h	Compatível
	Resistência mínima	13 MPa	10,76 Mpa	Não compatível
Estocagem	Movimentação	Equipamentos adequados	Pórticos rolantes	Compatível
	Armazenamento	Cavaletes de estocagem metálicos	Cavaletes de estocagem metálicos	Compatível
Transporte	Externo	Com auxílio de equipamentos adequados	Caminhão tipo “Munck”	Compatível
Montagem das paredes	Demarcação e aplicação da argamassa de assentamento.	Executar a marcação e aplicação da argamassa antes da instalação das paredes	Não realizada a demarcação. Feito a aplicação de argamassa de assentamento	Não compatível
	Escoramento e prumo	Escoras provisórias e verificação do prumo	Escoras e travamentos metálicos	Compatível
	Ligações entre as paredes	Soldar as armaduras na união entre as paredes	Executado	Compatível
	Vedação da junta e graute	Aplicação do cordão de polietileno e	Executado a aplicação do cordão, mas o graute foi substituído	Não compatível

		aplicação do graute	por concreto feito <i>in loco</i>	
Juntas verticais	Juntas internas	Aplicação de argamassa e tela de poliéster	Não executado	Não compatível
	Juntas externas	Aplicação de selante e tela de poliéster	Não executado	Não compatível

Fonte: Autor, 2018.

Com os itens avaliados, foram obtidos resultados de grande importância em relação aos processos de fabricação e montagem da edificação, sendo avaliados dezoito itens.

Entre os dezoito itens avaliados, onze atendem as especificações normativas e técnicas, sendo eles: tolerâncias de fabricação das paredes, aplicação do desmoldante, material utilizado para as armaduras, recobrimento mínimo, distanciadores plásticos, tempo para desforma, movimentação, armazenamento, transporte externo, escoramento e prumo, ligações entre as paredes.

Sete entre os dezoito itens avaliados, não atendem as especificações normativas, sendo eles: alça de içamento, resistência característica a compressão específica, resistência mínima, demarcação e aplicação da argamassa de assentamento, vedação da junta e graute, juntas internas e juntas externas.

5. CAPÍTULO 5

5.1 CONCLUSÃO

Conclui-se que 61,1% dos procedimentos foram executados corretamente, entretanto, não se pode desconsiderar os itens que não atenderam as especificações, pois são de extrema importância e podem comprometer a qualidade da edificação.

Com o levantamento das informações e os itens avaliados, pode-se considerar a suma importância da realização do trabalho, pois foi abordado todo o processo de fabricação e montagem da residência. Todos os processos foram analisados minuciosamente, embasando-se nas normativas e na avaliação técnica competente, comparando, analisando e relatando cada item descrito.

6. CAPÍTULO 6

6.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Com a finalidade de obter-se continuidade ao trabalho desenvolvido, seria de grande valor sua continuidade abordando outros temas como: comparação do tempo de execução, entre edificação de paredes pré-moldadas em concreto armado e edificações convencionais.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5739**: Concreto: Ensaio de resistência à compressão em corpos de prova cilíndricos. Rio de Janeiro, 2007.

_____. **NBR 6118**: Projeto de estruturas em concreto. – Procedimento. Rio de Janeiro, 2014.

_____. **NBR 9062**: Projeto e Execução de Estruturas de Concreto Pré-Moldado. Rio de Janeiro, 2017.

_____. **NBR 9833**: Concreto fresco: determinação da massa específica, do rendimento e do teor de ar pelo método gravimétrico. Rio de Janeiro, 2008.

_____. **NBR NM 67**: Concreto: Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone. Rio de Janeiro, 1998.

DIRETRIZ SINAT N° 002 – “**Sistemas construtivos integrados por painéis pré-moldados para emprego como paredes de edifícios habitacionais**”. Revisão 01, publicada em julho de 2012.

DOCUMENTO DE AVALIAÇÃO TÉCNICA – DATec N 032, 2017 – IFBQ – Instituto Falcão Bauer: “**Painéis estruturais pré-moldados de concreto armado – ALTIARE**”. São Paulo, 2017.

EL DEBS, MOUNIR K. **Concreto pré-moldado – Fundamentos e aplicações**. São Paulo, Sp: Rima, 2000.

FIB – Acker, A.V. **Manual de sistemas pré-fabricados de concreto**. ABCIC, tradução de Marcelo de Araújo Ferreira, 2003, 129p.

MISURELLI, H.; CLOVIS, M. **Paredes de concreto**. Disponível em <<http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/147/paredes-de-concreto-285766-1.aspx>> Acesso em: 15 mar. 2018.

PIGOZZO, B. N.; SERRA, S. M. B; FERREIRA, M. DE A. **A industrialização na construção e o estudo de uma rede de empresas em obra de pré-fabricados em concreto armado**. Bauru: XII SIMPEP, 2005.

SIRTOLI, A. S. C. **Industrialização da construção civil, sistemas pré-fabricados de concreto e suas aplicações**. 2015. Trabalho de conclusão de curso - Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

ANEXO A – ENSAIO DE COMPRESSÃO CORPO DE PROVA 1, DIA 1



NBR 5739 - Ensaio de compressão de cp cilíndricos - Ensaio finalizado
Corpo de Prova - Cp 1 - 1

Dados Cadastrais

Amostra:	TCC Bruno
Tipo de ensaio:	Compressão Axial
Cliente:	Bruno
Responsável:	Jhonatan
Data de Moldagem:	31/10/2018

Resultado do ensaio

Carga máxima (kgf):	7.680
Tensão máxima (MPa):	9,6
Tipo de Ruptura:	

ANEXO B – ENSAIO DE COMPRESSÃO CORPO DE PROVA 2, DIA 1



NBR 5739 - Ensaio de compressão de cp cilíndricos - Ensaio finalizado
Corpo de Prova - Cp 2 - 1

Dados Cadastrais

Amostra:	TCC Bruno
Tipo de ensaio:	Compressão Axial
Cliente:	Bruno
Responsável:	Jhonatan
Data de Moldagem:	31/10/2018

Resultado do ensaio

Carga máxima (kgf):	11.590
Tensão máxima (MPa):	14,5
Tipo de Ruptura:	

ANEXO C – ENSAIO DE COMPRESSÃO CORPO DE PROVA 3, DIA 1



NBR 5739 - Ensaio de compressão de cp cilíndricos - Ensaio finalizado
Corpo de Prova - Cp 3 - 1

Dados Cadastrais

Amostra:	TCC Bruno
Tipo de ensaio:	Compressão Axial
Cliente:	Bruno
Responsável:	Jhonatan
Data de Moldagem:	31/10/2018

Resultado do ensaio

Carga máxima (kgf):	6.530
Tensão máxima (MPa):	8,2
Tipo de Ruptura:	

ANEXO D – ENSAIO DE COMPRESSÃO CORPO DE PROVA 1, DIA 3



NBR 5739 - Ensaio de compressão de cp cilíndricos - Ensaio finalizado
Corpo de Prova - Cp 1 - 3

Dados Cadastrais

Amostra:	TCC Bruno
Tipo de ensaio:	Compressão Axial
Cliente:	Bruno
Responsável:	Jhonatan
Data de Moldagem:	29/10/2018

Resultado do ensaio

Carga máxima (kgf):	9.560
Tensão máxima (MPa):	11,9
Tipo de Ruptura:	

ANEXO E – ENSAIO DE COMPRESSÃO CORPO DE PROVA 2, DIA 3



NBR 5739 - Ensaio de compressão de cp cilíndricos - Ensaio finalizado
Corpo de Prova - Cp 2 - 3

Dados Cadastrais

Amostra:	TCC Bruno
Tipo de ensaio:	Compressão Axial
Cliente:	Bruno
Responsável:	Jhonatan
Data de Moldagem:	29/10/2018

Resultado do ensaio

Carga máxima (kgf):	10.100
Tensão máxima (MPa):	12,6
Tipo de Ruptura:	

ANEXO F – ENSAIO DE COMPRESSÃO CORPO DE PROVA 3, DIA 3



NBR 5739 - Ensaio de compressão de cp cilíndricos - Ensaio finalizado
Corpo de Prova - Cp 3 - 3

Dados Cadastrais

Amostra:	TCC Bruno
Tipo de ensaio:	Compressão Axial
Cliente:	Bruno
Responsável:	Jhonatan
Data de Moldagem:	29/10/2018

Resultado do ensaio

Carga máxima (kgf):	9.330
Tensão máxima (MPa):	11,6
Tipo de Ruptura:	

ANEXO G – ENSAIO DE COMPRESSÃO CORPO DE PROVA 1, DIA 7



NBR 5739 - Ensaio de compressão de cp cilíndricos - Ensaio finalizado
Corpo de Prova - Cp 1 - 7

Dados Cadastrais

Amostra:	TCC Bruno
Tipo de ensaio:	Compressão Axial
Cliente:	Bruno
Responsável:	Jhonatan
Data de Moldagem:	25/10/2018

Resultado do ensaio

Carga máxima (kgf):	12.950
Tensão máxima (MPa):	16,2
Tipo de Ruptura:	

ANEXO H – ENSAIO DE COMPRESSÃO CORPO DE PROVA 2, DIA 7



NBR 5739 - Ensaio de compressão de cp cilíndricos - Ensaio finalizado
Corpo de Prova - Cp 2 - 7

Dados Cadastrais

Amostra:	TCC Bruno
Tipo de ensaio:	Compressão Axial
Cliente:	Bruno
Responsável:	Jhonatan
Data de Moldagem:	25/10/2018

Resultado do ensaio

Carga máxima (kgf):	13.840
Tensão máxima (MPa):	17,3
Tipo de Ruptura:	

ANEXO I – ENSAIO DE COMPRESSÃO CORPO DE PROVA 3, DIA 7



NBR 5739 - Ensaio de compressão de cp cilíndricos - Ensaio finalizado
Corpo de Prova - Cp 3 - 7

Dados Cadastrais

Amostra:	TCC Bruno
Tipo de ensaio:	Compressão Axial
Cliente:	Bruno
Responsável:	Jhonatan
Data de Moldagem:	25/10/2018

Resultado do ensaio

Carga máxima (kgf):	13.440
Tensão máxima (MPa):	16,8
Tipo de Ruptura:	

ANEXO J – ENSAIO DE COMPRESSÃO CORPO DE PROVA 1, DIA 28



NBR 5739 - Ensaio de compressão de cp cilíndricos - Ensaio finalizado
Corpo de Prova - Cp 1 - 28

Dados Cadastrais

Amostra:	TCC Bruno
Tipo de ensaio:	Compressão Axial
Cliente:	Bruno
Responsável:	Jhonatan
Data de Moldagem:	04/10/2018

Resultado do ensaio

Carga máxima (kgf):	14.960
Tensão máxima (MPa):	18,7
Tipo de Ruptura:	

ANEXO K – ENSAIO DE COMPRESSÃO CORPO DE PROVA 2, DIA 28



NBR 5739 - Ensaio de compressão de cp cilíndricos - Ensaio finalizado
Corpo de Prova - Cp 2 - 28

Dados Cadastrais

Amostra:	TCC Bruno
Tipo de ensaio:	Compressão Axial
Cliente:	Bruno
Responsável:	Jhonatan
Data de Moldagem:	04/10/2018

Resultado do ensaio

Carga máxima (kgf):	14.750
Tensão máxima (MPa):	18,4
Tipo de Ruptura:	

ANEXO L – ENSAIO DE COMPRESSÃO CORPO DE PROVA 3, DIA 28



NBR 5739 - Ensaio de compressão de cp cilíndricos - Ensaio finalizado
Corpo de Prova - Cp 3 - 28

Dados Cadastrais

Amostra:	TCC Bruno
Tipo de ensaio:	Compressão Axial
Cliente:	Bruno
Responsável:	Jhonatan
Data de Moldagem:	04/10/2018

Resultado do ensaio

Carga máxima (kgf):	12.950
Tensão máxima (MPa):	16,2
Tipo de Ruptura:	