

CENTRO UNIVERSITÁRIO ASSIS GURGACZ
BRUNO SILVA SOARES

**ESTUDO DE CASO: CUMPRIMENTO DAS INSTRUÇÕES NORMATIVAS PARA
EXECUÇÃO DE ELEMENTOS PRÉ-MOLDADOS EM UMA EMPRESA DE
CASCAVEL - PR**

CASCAVEL – PR

2016

CENTRO UNIVERSITÁRIO ASSIS GURGACZ
BRUNO SILVA SOARES

**ESTUDO DE CASO: CUMPRIMENTO DAS INSTRUÇÕES NORMATIVAS PARA
EXECUÇÃO DE ELEMENTOS PRÉ-MOLDADOS EM UMA EMPRESA DE
CASCAVEL - PR**

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

Orientador: Eng. Civil Esp. Ricardo Paganin

CASCAVEL - PR
2016

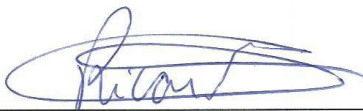
CENTRO UNIVERSITÁRIO ASSIS GURGACZ

BRUNO SILVA SOARES

**ESTUDO DE CASO: CUMPRIMENTO DAS INSTRUÇÕES NORMATIVAS PARA
EXECUÇÃO DE ELEMENTOS PRÉ-MOLDADOS EM UMA EMPRESA DE
CASCAVEL - PR**

Trabalho apresentado no Curso de Engenharia Civil, do Centro Universitário FAG,
como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil, sob
orientação do Professor **Engenheiro civil especialista Ricardo Paganin**.

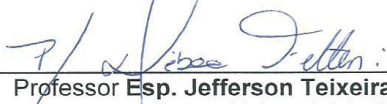
BANCA EXAMINADORA



Orientador Prof^a. **Esp. Ricardo Paganin**
Centro Universitário FAG
Engenheiro civil especialista



Professora **Mestre Andrea Resende Souza**
Centro Universitário FAG
Engenheiro civil especialista



Professor **Esp. Jefferson Teixeira Olea Homrich**
Centro Universitário FAG
Engenheiro civil especialista

Cascavel, 10 de novembro de 2016.

RESUMO

A construção civil esteve em constante transformação nos últimos anos otimizando seus processos produtivos, que formaram os sistemas construtivos conhecidos atualmente, as transformações se deu necessário para que a população usufruam de construções corretas, construídas de forma rápida e eficiente, no processo de transformações as guerras entre nações obteve papel fundamental para este processo transitório, as reconstruções das cidades e a busca excessiva do homem por conquista determinou o avanço nas práticas construtivas, otimizando o modo de construção das obras. Os elementos pré-moldados constituindo um esqueleto estrutural permitindo o desempenho desejado e garantindo o avanço esperado da população. Os sistemas desenvolveram juntamente com normas e estudos realizados garantindo a boa prática de execução das construções.

O estudo desenvolveu de forma qualitativa, comparando o processo executivo de estrutura pré-moldada com as instruções normativas em que relacionou a execução dos elementos segundo a norma 9062/2006 Projeto e execução de estrutura pré-moldadas, o processo executivo determinou e indicou os procedimentos indicado na norma 9062/2006 garantindo o execução correta das estruturas. O caso analisou a execução de estruturas pré-moldadas em uma empresa que desenvolve o sistema construtivo pré-moldados, que comparou a execução segunda às instruções normativas, coletou-se os dados na fábrica e obras especificadas pela empresa, que por meio de um *check list* desenvolvido e preenchido nos momentos em que vistorias realizadas na fábrica e obras de execução das estruturas pré-moldadas.

O preenchimento do *check list* desenvolveu no momento de todos sub procedimentos vistoriados, que discutiu se a empresa realizou a estrutura pré-moldada segundo os requisitos e instruções normativas. A pesquisa exemplificou as instruções e estudos que permitiram ao pesquisador e leitor o entendimento de execução das estruturas pré-moldadas; todo o desenvolvimento da pesquisa identificou pontos não atendentes as instruções que permite a realização das estruturas.

Palavras-chave: Execução, pré-moldadas, instruções normativas, *check list*, construção, estrutura.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Produção dos elementos no canteiro	29
Figura 2 – Elementos pré-moldado apoiado sobre apoios de vigas	32
Figura 3 – Pórtico de içamento dos elementos para transporte e carregamento.....	33
Figura 4 – Elemento pré-moldado laje sendo içada no esqueleto estrutural	35
Figura 5 - Estrutura executada com junta a seco	35
Figura 6 – Equipamento de uso restrito utilizado para içamento de elementos estruturais	35
Figura 7 - Armaduras disposta para lançamento com oxidação e inspecionada	39
Figura 8 - Armaduras sem torções e deformações armazenadas.....	39
Figura 9 - Forma sendo inspecionada seu travamento e espaçamento	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Tolerâncias de fabricação para elementos pré-moldados.....	12
Tabela 2 – Classe de resistência de concreto estruturais	17
Tabela 3 – Classificação das micros e pequenas empresas segundo o número de empregados	21
Tabela 4 – Check list de verificação da produção dos elementos pré-moldados	21
Tabela 5– Check list para verificação do manuseio, armazenamento e transporte dos elementos pré-moldados	22
Tabela 6 – Check list de verificação no controle de qualidade e inspeção para estruturas pré-moldadas.....	23
Tabela 7 - Check list de verificação da montagem da estrutura pré-moldada.....	24
Tabela 8 – Check list de verificação da produção dos elementos pré-moldados - Preenchido	27
Tabela 9– Check list para verificação do manuseio, armazenamento e transporte dos elementos pré-moldados – Preenchido	31
Tabela 10 - Check list de verificação da montagem da estrutura pré-moldada - Preenchido ..	33
Tabela 11 – Check list de verificação no controle de qualidade e inspeção para estruturas pré-moldadas.....	37

SUMÁRIO

CAPITULO 1	6
1.1 INTRODUÇÃO	6
1.1.1 OBJETIVOS	8
1.1.2 Objetivo Geral	8
Comparar os processos da execução da estrutura pré-moldada realizados na obra com as instruções preconizadas por normas.	8
1.1.3 Objetivos Específicos	8
1.2 JUSTIFICATIVA	8
1.3 CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA	9
1.4 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA	9
CAPITULO 2	11
2.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
2.1.1 Normas e suas aplicações nas estruturas pré-moldadas	11
2.1.2 Procedimento de execução dos elementos pré-moldados	14
2.1.3 Formas para confecção dos elementos estruturais	14
2.1.4 Transporte e armazenamentos das estruturas pré-moldada	15
2.1.5 Montagem das armaduras	15
2.1.6 Execução de montagem e transporte dos elementos pré-moldados em obra	16
2.1.7 Concreto utilizado para fabricação dos elementos pré-moldados	17
CAPÍTULO 3	20
3.1 METODOLOGIA	20
3.1.1 Tipo de estudo e local da pesquisa	20
3.1.2 Caracterização da amostra	20
3.1.3 Coleta de dados	21
3.1.4 Análise dos dados	25
CAPITULO 4	26
4.1 RESULTADOS E DISCUSSÕES	26
4.1.1 Produção dos elementos pré-moldados	26
4.1.2 Manuseio, armazenamento e transporte de elementos pré-moldados	30
4.1.3 Execução da montagem dos elementos pré-moldados	33
4.1.4 Controle de qualidade e inspeção	36
4.1.5 Análise geral	40

CAPITULO 5	41
5.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS	41
CAPITULO 6	43
6.1 Sugestões para trabalhos futuros	43
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44

CAPITULO 1

1.1 INTRODUÇÃO

A busca do homem para a otimização dos processos construtivos na construção civil buscou-se o raciocínio lógico para diminuir as perdas, mão de obra, tempo de execução das estruturas em concreto, segundo Debs (2000) as estruturas pré-moldadas otimizam o processo produtivo dos elementos estruturais. A verificação do método executivo destas estruturas informa aos profissionais na área de engenharia civil a importância descrita em teoria e as normas de execução, descrevendo os métodos corretos e satisfatórios para o desenvolvimento tecnológico, qualitativo e quantitativo, controle dos materiais e equipamentos, controle da mão de obra.

Segundo Debs (2000) as estruturas pré-moldadas caracterizam por um processo produtivo em que a obra ou um percentual da mesma é moldado no local definitivo da obra e até mesmo fora do mesmo. Sistema Construtivo que engloba diversas atividades que correspondem desde a fabricação dos elementos pré-moldados até as ligações futuras dos mesmos, de acordo Debs (2000) o processo produtivo se baseia no tipo de concreto pré-moldado empregado dividindo em pré-moldado de fábrica restringindo na confecção dos elementos pré-moldados, transporte da fábrica até a obra e montagem e execução das ligações, e pré-moldados de canteiros subdividido em dois casos em que o primeiro os elementos são fabricados no exato local de instalação no qual a produção restringe na confecção dos elementos e montagem sendo a segunda subdivisão é similar ao pré-moldado de fábrica obtendo lugar apropriado para confecção dos elementos pré-moldados não incluindo no processo o transporte dos elementos produzidos da fábrica até a obra.

As estruturas pré-moldadas sempre em algum momento se desenvolveu a técnica construtiva em concreto armado. Em 1849 os vasos de Monier se desenvolveram em elementos pré-moldados, no histórico produtivo dos elementos pré-moldados o cassino de Biarritz localizado na França de 1891 se destaca sobre a primeira construção empregando o sistema pré-moldado utilizando vigas pré-moldadas, no período de 1849 até o final da segunda guerra mundial (1945) o pré-moldado acompanhou o crescimento do concreto

armado e protendido com diversas aplicações destacando a construção de galpões, após o fim da segunda guerra mundial alavancou o emprego deste sistema construtivo que havia a necessidade para que se reerguessem as cidades e as interligações entre si desenvolvendo com grande força na Europa. De acordo histórico do emprego do pré-moldado no Brasil a primeira obra que utilizou o sistema foi o jockey club no Rio de Janeiro no ano de 1925 executando a fundação em estacas pré-moldadas, nas décadas de 50 e 60 o reflexo do uso do sistema na Europa fomentou o uso no país.

Verificando a utilização da pré-moldagem na construção civil, o mecanismo eficaz que permitira ao consumidor obter a melhor solução de forma rápida e eficiente garantido e controlado obedecido pelas normativas e bibliografias estudadas. A construção civil tem por finalidade entregar um produto final que se enquadre em normas desenvolvidas por especialistas no assunto demonstrando a maneira de execução das estruturas em concreto sendo moldadas ou *in loco*.

A presente pesquisa mostrou ao leitor e pesquisador entender os requisitos normativos e bibliográficos de uma estrutura pré-moldada, a norma NBR 9062/2006 Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado, o entendimento da norma é primordial para o bom desempenho do sistema construtivo, as estruturas pré-moldadas compreende o sistema de esqueleto estrutural montado *in loco*, portanto para desenvolver este sistema segundo a bibliografia e normas que as envolvem, para que tornam as estruturas eficientes estruturalmente e economicamente; as normas e bibliografias estudadas mostram o quanto o sistema construtivo se desenvolveu com o tempo, avaliando o desempenho de uma estrutura pré-moldada, conforme a norma e bibliografia determinando a boa execução do sistema pré-moldado.

1.1.1 OBJETIVOS

1.1.2 Objetivo Geral

Comparar os processos da execução da estrutura pré-moldada realizados na obra com as instruções preconizadas por normas.

1.1.3 Objetivos Específicos

- Relacionar o processo executivo indicado por normas e bibliografias para a execução de elementos pré-moldados;
- Indicar os principais desvios nos procedimentos para a execução de um elemento pré-moldado;
- Verificar os possíveis problemas que poderão ocorrer em má execução;

1.2 JUSTIFICATIVA

O processo construtivo de edificações desenvolveu gradativamente com o tempo, com este crescimento houve a necessidade da criação de novas técnicas construtivas que acompanhassem este crescimento. As estruturas pré-moldadas possui papel fundamental neste avanço determinando alto índice de desenvolvimento seguindo normas e bibliografias, as construções pré-moldadas gerida pelas normas vigentes, facilita a montagem e execução dos elementos que constituem o esqueleto estrutural formado por lajes, vigas e pilares, garantindo melhor acabamento e finalização das obras. Muitas empresas produzem as estruturas pré-moldadas de forma correto e transparente, porém em alguns pontos relevantes das normas descumprem o requisito solicitado pelas mesmas, os projetos especificados por clientes conhecendo a obra segundo a característica e respectivas restrições quanto à aplicação do sistema pré-moldado, transformam as obras mais sustentáveis e organizadas verificando todo padrão de qualidade esperado segundo a norma NBR 9062/2006 Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado.

O mapa da construção civil possui alto índice de desenvolvimento, que aumenta o consumo das estruturas em que as exigências normativas visam aumento na qualidade e eficiência do desempenho das estruturas pré-moldadas, o controle tecnológico na boa

execução de todo seguimento construtivo tornam o profissional e a técnica construtiva aplicada satisfatória no ponto de vista econômico e desempenho das construções de forma geral. Os aprimoramentos das técnicas construtivas no sistema construtivo pré-moldado tornam eficientes o uso e aplicação das estruturas pré-moldadas em diversas construções que desencadearão maior consumo desta prática construtiva.

De acordo o controle tecnológico das estruturas pré-moldadas possuem fator relevante aos demais tipos construtivos existentes tornam a utilização e aplicação desta técnica construtiva mais aceita no mercado, pois controle tecnológico atinge diretamente na qualidade do serviço prestado aos consumidores tornando satisfatório no ponto de vista de todos em forma geral.

Tendo em vista a difusão na utilização de elementos pré-moldados é de suma importância que o procedimento executivo dos mesmos seja adequado, ou seja, que obedeça as instruções observadas nas normativas orientadoras, desta maneira este trabalho se destaca por ter a função de complementar a orientação sobre os procedimentos de execução de elementos pré-moldados.

1.3 CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA

Em relação ao processo de execução a empresa X da cidade de Cascavel – PR, atende as orientações das normas e bibliografias?

1.4 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa limitou-se ao acompanhamento do processo produtivo de uma empresa que realiza a moldagem e execução de estruturas pré-moldadas de concreto verificou-se o procedimento de moldagem, manuseio e montagem dos elementos estruturais executados pela empresa no canteiro de obra e obras realizadas pela mesma.

Limitou-se ao acompanhamento da produção e instalação das estruturas pré-moldada de concreto em obras executadas pela empresa, o acompanhamento verificou e qualificou o processo produtivo de acordo as normas NBR 9062/2006 Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado, NBR 6118/2014 Projeto de estruturas de Concreto e bibliografias estudadas. Restringiu-se a pesquisa em verificar e analisar se empresa executa as estruturas pré-moldadas de concreto seguindo as normas e bibliografias, considerando pontos

importantes de projeto que auxilia no desempenho deste sistema construtivo em seu local de fabricação e instalação de suas partes.

A pesquisa desenvolveu no procedimento de execução uma de estrutura pré-moldada, em uma empresa de cascavel localizada em Cascavel-Paraná, as estruturas confeccionadas serão destinadas a atenderem projetos solicitados por clientes, as estruturas vistoriadas constituem sobre pilares, vigas e lajes e todo procedimento para implementar o sistema construtivo, em que a pesquisa limitou-se.

Limita-se à pesquisa no comparativo de execução de estruturas pré-moldadas de concreto considerando todos os processos na fabricação dos elementos estruturais, manuseio, transporte montagem, considerando instruções normativas e bibliográficas disponibilizadas.

CAPITULO 2

2.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1.1 Normas e suas aplicações nas estruturas pré-moldadas

De acordo a revolução dos processos executivos na construção civil desenvolveram novas normas e bibliografias foram desenvolvidas e estudadas para o aperfeiçoamento dos sistemas estruturais possibilitando ao mercado técnicas aprimoradas atendendo a projetos diferenciados e restritos nas mais variáveis topografias e condições de espaço. O sistema estrutural pré-moldado tem desenvolvidos técnicas construtivas rápidas e eficientes para atender as mais variáveis situações, este procedimento de execução de estrutura em concreto vem ganhando espaço no cenário mundial na construção civil com intuito de agilizar o processo executivo para garantir a estabilidade desejada das edificações.

Segundo descrito na NBR 9062/2006 Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado o projeto de uma estrutura pré-moldada devem seguir os cálculos da conforme disposto na NBR 6118/2014 Projeto de estruturas de Concreto nos tópicos 5, 6 e 7, e segundo a NBR 9062/2006 a estrutura verifica-se segundo o grau de liberdade adicional seja completo ou parcial gerados pelos elementos do sistema construtivo, à pontos considerados especiais em incertezas que de alguma maneira afeta as reações nas ligações dos elementos, portanto boa da organização da estrutura e detalhes construtivos, minimiza um possível colapso do conjunto estrutural. De acordo verificado na NBR 9062/2006 e estabilidade global estrutural verifica-se conforme as estruturas onde a estabilidade é proporcionada por ação de pilares engastados na fundação, podendo estar associados a vigas articuladas, estruturas onde a estabilidade é proporcionada por ação de pórtico composto por pilares e vigas, interligados entre si por meio de ligações resistentes a momentos fletores, estruturas verticais onde a estabilidade é proporcionada por elementos de contraventamento como paredes, elementos celulares e elementos de contraventamento em X, estruturas de pisos ou cobertura que formam diafragmas que garantem a transferência de esforços horizontais para os elementos verticais de sustentação e contraventamento.

O Projeto a ser feito segunda a NBR 9062/2006 deve-se considerar requisitos do comportamento estrutural, em que as ligações definidas priorizam o comportamento do

elemento posterior (pilar, viga, laje), o comportamento estrutural verificado em projeto considera a idade do concreto considerando sua composição e propriedades mecânicas; todo elemento projetado possui seus limites de tolerâncias e folgas especificadas na Tabela 1, em que o projeto de estruturas pré-moldadas estabelece as folgas e tolerâncias considerando desvios de produção, locação, verticatilidade e montagem dos elementos em obra.

Tabela 1 - Tolerâncias de fabricação para elementos pré-moldados

Grupo de elementos pré-moldados	Seção ou dimensão		Tolerância
Pilares, vigas, pórticos e elementos lineares	Comprimento	$L \leq 5 \text{ m}$	+/- 10 mm
		$5 \text{ m} < L \leq 10 \text{ m}$	+/- 15 mm
		$L > 10 \text{ m}$	+/- 20 mm
	Seção transversal		- 5 mm e + 10 mm
	Distorção		+/- 5 mm
	Linearidade		+/- L/1000
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	$L \leq 5 \text{ m}$	+/- 3 mm
		$L > 5 \text{ m}$	+/- L/1000
	Distorção	Largura ou altura $\leq 1 \text{ m}$	+/- 3 mm cada 30 cm
		Largura ou altura $> 1 \text{ m}$	+/- 10 mm
	Linearidade		+/- L/1000
Telhas e/ou elementos	Comprimento	$L \leq 5 \text{ m}$	+/- 10 mm
		$5 \text{ m} < L \leq 10 \text{ m}$	+/- 15 mm

delgados		m	
		$L > 10 \text{ m}$	+/- 20 mm
	Espessura	$e \leq 50 \text{ mm}$	-1 mm e + 5mm
		$e > 50 \text{ mm}$	-3mm e + 5 mm
	Distorção		+/- 5mm
	Linearidade		+/- L/1000
Estacas	Comprimento		+/- L/300
	Seção transversal (ou diâmetro)		+/- 5%
	Espessura de parede para seções vazadas		+13 / - 6 mm
	Linearidade		+/- L/1000
onde: L é o comprimento do elemento pré-moldado.			

Fonte: NBR 9062/2006 Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado

No projeto além da especificação da armadura utilizada a NBR 9062/2006, as alças para o manuseio do elemento deverá ser executado com a fim de que em seu içamento o cabos ou cordoalha trabalhem em um ângulo de 40°, os pontos que estão localizados as alças devem ser previstos as tensões atuantes, garantido se necessário com adição de armadura complementar evitando fissuras que podem ocorrer quando o içamento esteja submetido ao ângulo previsto em projeto; as alças não devem ser confeccionadas em aço CA-50 ou CA-60 e se o projetista estrutural indicar o aço CA-25 devem se respeitar para utilização as bitolas de 10 a 16 mm, respeitando o plano de içamento dos ramos determinados em que posterior a montagem da estrutura, a alça deve ser retirada e tratada a superfície exposta inibindo a ação oxidante impedindo o processo de eletrodo sacrifício no aço.

Atualmente a ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) frequentemente estuda as melhores opções para o desenvolvimento e aplicação deste sistema muito utilizado no Brasil e no mundo, pois otimiza os processos de uma estrutura já que para execução deste sistema a duas possibilidades de implementação das estruturas pré-moldadas em concreto no que diz respeito a confecção dos elementos estruturais lajes, vigas e pilares podendo ser confeccionados em canteiro de obra quanto no próprio local da obra a ser executada, segundo a norma NBR 9062/2006 Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado ressalva que estes elementos são confeccionados no seu lugar definitivo de uso com controle de qualidade pouco aprimorado quando se executa tais elementos industrialmente em que a indústria terá em mãos procedimentos de qualidade que permitirão o controle da peça uma a

uma de maneira organizada e segmentado em que o processo será realizado em instalações adequadas com laboratórios e profissionais qualificado na realização de todos elementos produzidos.

As etapas envolvidas na produção dependem do tipo de concreto pré-moldado empregado. No caso de pré-moldado de fábrica, a produção envolve as seguintes etapas: execução do elemento, transporte da fábrica à obra, montagem e realização das ligações. Em relação aos pré-moldados de canteiro, pode ser feita uma distinção entre dois casos. O primeiro corresponde à execução dos elementos literalmente ao pé da obra, para o qual a produção se resume praticamente na execução e montagem. O segundo é aquele em que a execução é feita em local apropriado, para o qual, comparado ao pré-moldado de fábrica, apenas não se inclui a etapa de transporte da fábrica à obra (DEBS, 2000, p. 33).

2.1.2 Procedimento de execução dos elementos pré-moldados

O desenvolvimento das peças estruturais é separado, em preparação dos materiais para o preparo do concreto utilizado e armaduras confeccionadas, no momento de transportar as matérias primas para originarem os elementos sempre são auxiliadas com instrumentos mecânicos para locomoverem da melhor forma a garantir o controle, agilidade, complexibilidade dos elementos, na execução deste sistema verificou-se que a setorização dos processos acarretarão no melhor produto final, verificando sempre o correto adensamento do concreto dentro da forma segundo a NBR 9062/2006 Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado que diz “Durante ou imediatamente após o lançamento, o concreto deve ser adensado por vibração, centrifugação ou prensagem, permitindo-se a adoção de mais de um destes métodos, concomitantemente. O adensamento deve ser cuidadoso para que o concreto preencha todos os recantos da forma. Durante o adensamento devem ser tomadas as precauções necessárias para que não se formem ninhos ou haja segregação dos materiais; deve se evitar, quando da utilização de vibradores de imersão, o contato do vibrador com a armadura para que não se formem, com a vibração desta, vazios a seu redor, com prejuízo da aderência”, fator este importante que garantirão as peças confeccionadas melhor visual e estrutural.

2.1.3 Formas para confecção dos elementos estruturais

Segundo DEBS (2000) as formas neste processo construtivo possui enorme responsabilidade para o desenvolvimento correto e desejado para os elementos a serem moldados, pois deverão garantir a qualidade e produtividade na indústria ou local final da

utilização obtendo a função de garantir as seções esperadas e limites aceitáveis quando sempre possibilitar a reutilização da mesma.

Segundo NBR 9062/2006, este material que auxiliara na fabricação dos elementos estruturais adequarão os elementos que serão feitos de acordo seus respectivos projetos sempre ressaltando as limitações quanto a folgas, tolerâncias, desvios no momento de produção e instalação dos elementos em seu lugar final.

2.1.4 Transporte e armazenamentos das estruturas pré-moldada

Conforme a produção empresarial desenvolve-se o modo correto de transporta-los e armazenar seguirão seu criterioso controle normativo e bibliográfico, de acordo NBR 9062/2006 Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado ao ser movimentado tais elementos deverão obter máquinas, acessórios, e equipamentos apropriados que suportarão as peças suspensas sustentadas em seus pontos de içamento definidos criteriosamente no projeto, baseando com Debs (2000) o manuseio das peças posterior a desmoldagem será auxiliado com equipamentos e dispositivos auxiliares retratando a elementos estruturais grandes, dispositivos utilizados no processo geralmente para o içamento divididos em externos e internos.

O processo de armazenamento deverá ser bem gerenciado, segundo Debs (2000) o procedimento de armazenamento ocorre em áreas definidas que receberão ou não acabamento posterior devendo evitar tal ação, a decorrência do armazenamento define-se em razões fundamentais garantindo o processo produtivo e o resultado esperado pelo projeto quanto à resistência do concreto.

De acordo NBR 9062/2006 Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado o rigoroso controle ao local de depósito, pois serão apoiados sobre elementos rijos e terreno nivelado e firme, montes podem ser formados sem que os elementos não entrem em contatos por intermédio da sobreposição das peças empilhadas permitindo que os elementos não sofram danos.

2.1.5 Montagem das armaduras

Nas estruturas pré-moldadas a distribuição das armaduras devem seguir todos os parâmetros de acordo a NBR 9062/2006 Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado considerando elemento quando sem protensão as armaduras são colocadas de acordo a garantir seus espaçamentos considerados em projeto, para o arranjo das armaduras na forma

deverão verificar possíveis sujeiras e que possuem desmoldante para posteriormente a desforma do elemento produzido. Na análise do projeto verifica-se o meio em que a obra está inserida, pois o cobrimento a ser considerado nas armaduras reflete em sua localização determinando se os elementos estarão interior ou exterior das edificações.

Segundo Debs (2000) a armação dos elementos é considerada igual a do concreto armado convencional diferenciam-se quanto à produção desenvolvida por cada empresa, que quando se gerenciada a produção o desempenho é facilitado quando se pensa em racionalizar o processo em diferentes escalas considerando as possíveis soluções a serem encontradas para garantir o bom desempenho das tarefas realizadas, o elemento moldado requer um cobrimento que garantirá a transferência de tensões da armadura para o concreto e proteção da armadura sendo este cobrimento conferido pelo que relata a norma NBR 9062/2006 Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado .

2.1.6 Execução de montagem e transporte dos elementos pré-moldados em obra

O processo de montagem das estruturas pré-moldadas destaca-se na agilidade de execução, fator preponderante que garanta a eficiência esperada são os equipamentos de montagem e operações organizadas, os equipamentos de montagem analisado por Debs (2000) subdividem em dois tipos de uso comum e uso restrito.

2.1.6.1 Equipamentos de uso comum

Os equipamentos que compõem são as autorgas e guias de torre, as autorgas encontram-se sobre rodas de pneu ou sobre esteiras, este tipo de equipamento permite que haja boa mobilidade dentro do canteiro de obras, sua utilização tornou-se frequente em obras possuindo a capacidade de içamento de 20 e 50 toneladas, para estes equipamentos sua restrição é relativa a grandes alturas. Quando analisamos o contexto da obra que realizará e verificou-se que trata de edifícios de grandes alturas o recomendado são as guias de torres pois permite capacidade considerável de içamento sendo fixas ou moveis.

2.1.6.2 Equipamentos de uso restrito

Estes equipamentos diferenciados caso em que o processo de execução das estruturas pré-moldadas solicite equipamentos diversificados, o desenvolvimento do projeto deverá

suportar tais equipamentos, estão classificados dentro do uso restrito as grua de pórtico e derrick. As gruas possuem em seu funcionamento um pórtico rolante em grande dimensão para que facilite o manuseio dos elementos no canteiro, os derrick possui enorme capacidade de carga e por serem equipamentos de pouca mobilidade seu uso restringe a casos bem específicos.

2.1.7 Concreto utilizado para fabricação dos elementos pré-moldados

O procedimento de dosagem do concreto confere-se por rigoroso controle de qualidade para permitir que alcance as resistências definidas em projeto, de acordo NBR 6118/2014 Projeto de estruturas de Concreto, o método da dosagem do concreto utilizado segue de acordo a classe de resistência dos grupos da NBR 8953/2015 Concreto para fins estruturais-classificação pela massa específica, por grupos de resistência e consistência, pelos elementos pré-moldados tratem de elementos estruturais sua classe verifica-se de acordo a tabela a seguir.

Tabela 2 – Classe de resistência de concreto estruturais

Classe de resistência Grupo I	Resistência característica à compressão MPa	Classe de resistência Grupo II	Resistência característica à compressão MPa
C20	20	C55	55
C25	25	C60	60
C30	30	C70	70
C35	35	C80	80
C40	40	C90	90
C45	45	C100	100
C50	50		

Fonte: Nbr-8953/2015- Concreto para fins Estruturais-Classificação pela massa específica, por grupos de resistência e consistência.

2.1.8 Ligação entre elementos pré-moldados

As ligações executadas em estruturas pré-moldadas desempenham funções de conectarem-se entre elementos estruturais que compõem o esqueleto estrutural a fim de garantir que os esforços trabalhem de acordo com o projeto específico, de acordo com a NBR 9062/2006 Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado, os esforços a serem considerados da estabilidade estrutural da estrutura executada além da estabilidade do processo de montagem. Segundo Debs (2000), os elementos pré-moldados tem característica marcando em seu procedimento de montagem, com montagem dos elementos peça por peça no encontro dos elementos haverá a necessidade das ligações originando uma das maiores dificuldades da execução das estruturas pré-moldadas, pois as ligações têm por responsabilidade na produção como no comportamento estrutural da estrutura montada.

2.1.8.1 Tipos de ligações

Segundo a Norma NBR 9062/2006 Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado.

1º - Com junta a seco: Ligações realizadas somente quando elementos de pequenos vãos, sendo a pressão de contato nos apoios seja inferior à 3% da resistência característica do concreto.

2º - Com intercalação de uma camada argamassa de: Nesta ligação permite-se que corrija imperfeições evitando a transferência de cargas em poucos pontos de ação das cargas, realizando a mistura da argamassa deverá ser utilizada antes de seu início de pega, a pressão de contato entre as faces de apoio devem ser em 10% da resistência do concreto e não ultrapassar 50% da resistência da argamassa.

3º - Com juntas de concreto: Nestes casos as emendas originam da união de pórticos e arcos submetidos a flexão ao cisalhamento, caso sejam considerados em projetos esforços de compressão e demais provenientes do conjunto estrutural.

4º - Com rótulas metálicas: Ligação realizada através de fixação de chapas metálicas no concreto do elemento pré-moldado por meio de parafusos ou grapas devidamente ancorados, estas ligações devem estar coerentes aos detalhes construtivos da obra a ser realizada.

5º - Com almofadas de elastômero: As almofadas deverão garantir defesa contra as resistências de óleos, intempéries, ozônio atmosférico e temperaturas em que estarão em

contato, todo elastômero deverão garantir as trabalhabilidades mecânicas demonstrando suas eficiência através de ensaios próprios (Resistência a tração, deformação permanente, compressão e valor de dureza do material).

CAPÍTULO 3

3.1 METODOLOGIA

3.1.1 Tipo de estudo e local da pesquisa

Compreende em uma pesquisa qualitativa analisando o procedimento executivo dos elementos estruturais desenvolvidos pela empresa. Foram avaliados os processos executivos das estruturas pré-moldadas da empresa em estudo, em que tiveram base comparativa a NBR 9062/2006 Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado, NBR 6118/2014 Projeto de Estruturas em Concreto com parâmetros influenciados na compreensão da NBR 9062/2006 e bibliografias. O estudo comparativo buscou informar o modo correto de executar uma estrutura pré-moldada, embasado pela norma e bibliografia estudada que verificou se a empresa atende os requisitos normativos e bibliográficos.

As informações do estudo comparativo arranjaram-se em visitas técnicas na fábrica da empresa que avaliou o processo produtivo das lajes vigas e pilares segundo as instruções em seu processo produtivo e cinco obras que se executou a montagem da estrutura.

3.1.2 Caracterização da amostra

O estudo foi realizado em uma empresa que fabrica e executa estruturas de concreto pré-moldado, localizada na cidade de Cascavel – PR. A empresa atualmente conta com 55 funcionários, assim de acordo com a classificação citado por SEBRAE (s/d) tabela 3 é uma empresa de médio porte.

O espaço da empresa contém um centro de triagem dos elementos estruturais, pista de concretagem, escritório para o estudo de projetos, central de concreto, caminhões munck para a montagem das estruturas, galpões de armazenamento, local para estoque do cimento, canteiro de obra equipado com banheiro, refeitórios e área de convívio, escritório de recursos humanos e escritório de vendas.

Tabela 3 – Classificação das micros e pequenas empresas segundo o número de empregados

Porte da empresa	Número de empregados	
	Comércio e Serviços	Indústria
Microempresa	Até 9	Até 19
Empresa de Pequeno porte	10 a 49	20 a 99
Empresa de Médio porte	50 a 99	100 a 499
Empresa de Grande porte	>99	>499

Fonte: Sebrae (classificação utilizada pela área de Pesquisa do Sebrae).

Foi acompanhado o processo que se destina a fabricação de elementos estruturais para obras de diferentes tipos, sendo que as peças seriam utilizadas para construção de galpões comerciais, indústrias rurais assim como para um edifícios comerciais de 2 a 5 pavimentos.

3.1.3 Coleta de dados

Em uma primeira etapa a coleta de dados consistiu no estudo das normas vigentes e em bibliografias, com a finalidade de obter-se conhecimento sobre o assunto. A segunda etapa consistiu no acompanhamento dos processos executivos da empresa, para verificação dos procedimentos.

Os procedimentos acompanhados foram de: produção dos elementos pré-moldados, manuseio, armazenamento e transporte de elementos pré-moldados, controle de execução e inspeção e verificação de montagem dos elementos pré-moldados.

Para o levantamento dos dados foram elaboradas as Tabelas 4, 5, 6 e 7 em forma de *check list*, estes itens foram elaborado de acordo com as instruções da NBR 9062/2006. No *check list* foi analisado de acordo com os itens verificados se atende, não atende ou atende parcialmente aos requisitos definidos pela norma.

Tabela 4 – Check list de verificação da produção dos elementos pré-moldados

PROCEDIMENTOS	SUB-PROCEDIMENTO	ITEM VERIFICADO	ATENDE OS REQUISITOS	NÃO ATENDE OS REQUISITOS	ATENDE PARCIALMENTE
Produção dos elementos pré-moldados	Projetos e especificações complementares	Detalhes importantes			
		Folgas e tolerâncias			

		Alças			
		Ângulo de içamento			
		Detalhamentos			
	Armaduras	Disposição construtiva,			
		Cobrimento,			
		Manuseio e transporte,			
		Corrosão			
		Confecção			
		Montagem na forma			
		Espaçadores			
	Formas	Metálica			
		Conservação p/ reutilização			
		Travamento			
		Desmoldante			
	Concretagem	Vibração			
		Adensamento			
		Tempo de utilização do concreto			
		Organização para lançamento do concreto			
		Forma limpa sem detritos			
		Segregação dos componentes			

Fonte – Autor, 2016

Tabela 5– Check list para verificação do manuseio, armazenamento e transporte dos elementos pré-moldados

PROCEDIMENTOS	SUB-PROCEDIMENTO	ITEM VERIFICADO	ATENDE OS REQUISITOS	NÃO ATENDE OS REQUISITOS	ATENDE PARCIALMENTE
Manuseio, armazenamento e transporte de elementos pré-moldados	Equipamentos para o manuseio	Equipamentos de uso comum			
		Ganchos			
		Fitas de içamento			

		Equipamentos de uso específico			
		Maquinas de suspensão			
		Balancins			
		Cabos de aço			
	Armazenamento dos elementos em fábrica e obra	Cuidados para armazenamento			
		Dispositivos de apoio			
		Empilhamento dos elementos			
		Dorsos específicos			
		Superfície plano do terreno			
		Içamento utilizando os pontos inertes			
		Cuidado para não danificar o elementos por choques externos			
		Análise da resistência			
	Equipamentos para transporte dos elementos	Pórticos de içamento			
		Caminhões munck			

Fonte – Autor, 2016

Tabela 6 – Check list de verificação no controle de qualidade e inspeção para estruturas pré-moldadas

PROCEDIMENTOS	SUB-PROCEDIMENTO	ITEM VERIFICADO	ATENDE OS REQUISITOS	NÃO ATENDE OS REQUISITOS	ATENDE PARCIALMENTE
Controle de Execução e inspeção	Produção dos elementos pré-moldados	Identificação por lotes produzidos			
		Dimensões exatas segundo o projeto			
		Aparência quanto cor e textura			
		Rebarbas e			

		baixo-relevo			
		Organizações dos lotes			
	Formas e armaduras	Condição de reutilização			
		Travamento eficiente			
		Oxidação da armadura			
		Dispositivos de ancoragem			
		Formas segundo a norma NBR 9062/2006			
		Estanqueidade			
		Conservação			
	Transporte e manuseio	Mão de obra especializada e treinada			
	Concreto	Tempo em aberto			
		Resistência especificada			
		Materiais utilizados			
		Dosagem segundo especificado e projeto			

Fonte – Autor, 2016

Tabela 7 - Check list de verificação da montagem da estrutura pré-moldada

PROCEDIMENTOS	SUB-PROCEDIMENTO	ITEM VERIFICADO	ATENDE OS REQUISITOS	NÃO ATENDE OS REQUISITOS	ATENDE PARCIALMENTE
Verificação de montagem dos elementos pré-moldados	Equipamentos específicos de montagem	Caminhões munck			
		Ganchos			
		Mão de obra especializada			
		Gruas			

	Acessórios auxiliares de içamento dos elementos pré-moldados	Ganchos			
		Cintas para o içamento			
		Retirada dos ganhos deixado para o içamento			
		Cisalhamento da região tracionada no momento de içamento			
		Bitolas dos ganchos segundo especificados			
	Escoramento dos elementos quando previsto em projeto	Verticais em lajes			
		Horizontais em pilares			
	Considerações de dimensões e verticalidade das obras previstas em projeto	Prumo da obra			
		Esquadro da obra			
		Posições de esquadrias e aberturas			
		Nível dos pavimentos			
		Escadas previstas			

Fonte – Autor, 2016.

O preenchimento do *check list* serviu de base para a análise dos dados e comparação com as instruções normativas.

3.1.4 Análise dos dados

Após a visita ao local e a coleta dos dados através do *check list*, pode-se realizar a comparação dos procedimentos executados com os procedimentos indicados pela NBR 9062.

Nos casos em que os procedimentos descumpriram as orientações das orientações normativas ou teve indisponibilidade de dados para realizar o comparativo, pode-se então indicar os procedimentos correto para a execução de determinada etapa vistoriada.

CAPITULO 4

4.1 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O desenvolvimento e entendimento do estudo, a cada etapa da execução que constitui o sistema dos pré-moldados identificadas no *check list*, seguindo a produção dos elementos pré-moldados verificada no momento da vistoria em detalhes relevantes dos projetos, folgas e tolerâncias, alça de içamento, detalhamentos determinados em projeto; já quanto as armaduras verificou-se a disposição construtiva, cobrimento, manuseio e transporte, corrosão, confecção montagem e espaçamento, posteriormente vistoriou-se a forma determinando o material, estado de conservação para reutilização, travamento e desmoldante, para a finalização da produção dos elementos o sub procedimento de concretagem vistoriou a vibração, o adensamento do concreto, tempo para utilização do concreto dosado, organização de lançamento do concreto, segregação dos componentes.

No procedimento de manuseio, armazenamento e transporte de elementos pré-moldados verificou-se no sub procedimento de equipamentos utilizados para o manuseio e armazenamento, máquinas, ganchos, fitas e cabos de aço e quando necessários equipamentos específicos para casos especiais observando cuidados que permitirão o transporte e armazenamento dos elementos pré-moldados, verificando se os equipamentos foram dispostos no momento do transporte e empilhamento, permitindo o uso de dispositivos, dorsos, superfície do terreno garantindo os requisitos da norma 9062/2066 projeto de estruturas pré-moldadas de concreto, analisando segundo o *check list* Tabela 5.

A verificação do controle na execução e inspeção verificou-se segundo cada lote produzido inspecionando dimensões especificadas, aparência e cor do elemento produzido, antes do procedimento de produção fator fundamental para inicio do processo de execução dos elementos pré-moldados, as formas e armaduras foram vistoriadas cada item descrito no sub procedimento de formas e armaduras. A verificação do processo de montagem analisou veículos utilizados, ganchos para içamento, equipamentos de usos, prumo e esquadro, escoramentos, níveis e avarias nos elementos içados.

4.1.1 Produção dos elementos pré-moldados

Para a análise deste procedimento verificado, há fatores preponderantes a serem analisados, com intuito de verificar a correta produção destes elementos, os desenhos (projetos) realizados de acordo NBR 9062/2006 Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado, identifica que o desenho deve estar de forma clara considerando suas dimensões distribuições de armaduras, insertos furos e saliências e aberturas especificadas em projeto, considerando em projeto a resistência do concreto, o aço a ser utilizado, cobrimentos e especificações complementares como volume e peso do elemento detalhes das ligações tolerâncias de vãos determinaram controle de execução, armaduras dos elementos quanto sua disposição construtiva, cobrimento, manuseio e transporte das armaduras e confecção das armaduras e montagem das mesmas, anterior e posterior ao lançamento na forma, prazo de cura dos elementos pré-moldados, concreto a ser utilizado, desmoldagem dos elementos e formas a serem utilizadas, insertos dispostos nos elementos para a movimentação dos mesmos e concretagem dos elementos. Os fatores citados correspondem aos itens verificados quanto ao procedimento de produção dos elementos pré-moldados. Após a visita ao local obteve-se o preenchimento do *check list* conforme a Tabela 8.

Tabela 8 – Check list de verificação da produção dos elementos pré-moldados - Preenchido

PROCEDIMENTOS	SUB-PROCEDIMENTO	ITEM VERIFICADO	ATENDE OS REQUISITOS	NÃO ATENDE OS REQUISITOS	ATENDE PARCIALMENTE
Produção dos elementos pré-moldados	Projetos e especificações complementares	Detalhes importantes			
		Folgas e tolerâncias			
		Alças	X		
		Ângulo de içamento	X		
	Armaduras	Disposição construtiva,	X		
		Cobrimento de $\Delta_c = 5 \text{ mm}$	X		
		Manuseio e transporte,	X		
		Corrosão			X
		Confecção	X		
		Montagem na forma	X		
		Espaçadores	X		
	Formas	Metálica	X		
		Conservação p/	X		

		utilização			
		Travamento	X		
		Desmoldante	X		
	Concretagem	Vibração	X		
		Adensamento	X		
		Tempo de utilização do concreto	X		
		Condições do setor de concretagem e disponibilidade de mão de obra	X		
		Organização para lançamento do concreto	X		
		Forma limpa sem detritos	X		
		Segregação dos componentes	X		

Fonte – Autor, 2016

Segundo verificado nas visitas técnicas realizadas na empresa seu processo produtivo é bastante criterioso em todos os itens avaliados, de acordo vistoriado na fábrica e transferido em base cadastral na Tabela 8 – *Check list* de verificação da produção dos elementos pré-moldados desenvolvido - Preenchido. A produção envolveu equipe especializada e treinada em campo para a melhor compreensão dos projetos, determinando os corretos limites que garantirão o desempenho esperado pelo elemento pré-moldado produzido, utilizando mecanismos disponíveis no mercado.

As armaduras são devidamente vistoriadas anteriormente para seu manuseio dentro do canteiro, utilizando, se necessário, equipamento de transporte para a conservação de sua distribuição construtiva para que atenda o especificado pelo projeto, fazendo uso de espaçadores industriais, garantindo o cobrimento especificado. Nas visitas técnicas constatou que para garantir a esbeltez e superfície plana e lisa dos elementos, realizam a produção por meio de formas metálicas e, o devido adensamento do concreto, levando em consideração o grau de vibração do vibrador a fim de garantir a geometria da peça e a distribuição da armadura, o itens citados verificou-se por meio do acompanhamento no processo produtivo determinado pelo *check list* Tabela 8.

No momento de movimentação são conectados os equipamentos que auxiliam no manuseio através dos pontos insertos, definidos e verificados anterior à concretagem que facilitam na desmontagem do elemento produzido, facilitado pela devida lubrificação das formas utilizando desmoldante. O concreto utilizado segue todo procedimento verificado na NBR 12655/2015 Concreto de cimento Portland - Preparo, controle, recebimento e aceitação, garantindo que o mesmo seja usado dentro do tempo de cura.

A Figura 1 identifica o processo produtivo das estruturas pré-moldadas na fábrica preenchido segundo vistoriado. Observando o devido travamento garantindo que a forma não abra, a forma possui camada de desmoldante garantindo boa superfície do elemento produzido sem ondulações, a armadura transversal possui pontos oxidados por serem feitos anterior a montagem da armadura do elemento, considerando os requisitos da NBR 9062/2006 em que o procedimento vistoriado e preenchido os dados obtidos, mostrou pontos que deve ser revisto e discutido, o levantamento cadastral identificado no *check list* da Tabela 8 possui dados em branco devido a não disponibilização dos projetos das estruturas pré-moldados que foram vistoriados, sendo o levantamento acompanhando e cadastrando somente o que foi identificado no processo produtivo, como plataforma de concretagem, o concreto misturado sendo dosado na fábrica e com todos requisitos de resistência especificado no projeto, propicia empresa ganho na produtividade nos elementos produzidos, a mão de obra qualificada pela empresa.

O cobrimento da armadura vistoriada sempre esteve entre 15 a 18 mm para lajes, e 20 a 25 mm para vigas e pilares determinando bom desempenho normativo, segundo parâmetros da NBR 9062/2006 que determina para lajes cobrimento maior ou igual 15 mm e para vigas e pilares são de maior ou igual a 20 mm.

Figura 1 – Produção dos elementos no canteiro



Fonte - AUTOR, 2016.

4.1.2 Manuseio, armazenamento e transporte de elementos pré-moldados

Segundo NBR 9062/2006, a realização do manuseio dos elementos em canteiro e fábrica, auxiliado com equipamentos suspensos que facilitam o transporte e danos provenientes a choques, em que seu içamento realiza-se em pontos definidos em projeto, tendo o devido cuidado e atenção, evitando avarias nos elementos fabricados. Segundo o levantamento dos itens especificados na norma 9062/2006 e relatados nos subprocedimentos da Tabela 9, o armazenamento seja em obra ou no depósito da fábrica, todo o cuidado deverá ter atenção, pois neste procedimento os danos podem comprometer seu desempenho e seu armazenamento deverá ser executado em terreno firme apoiados sobre cavaletes conforme, caibros ou vigotas. Seu armazenamento quando empilhado deve ser intercalado com os dispositivos de apoios, sendo determinado no projeto o exato ponto de apoio em que seu material seja macio para absorver pequenas cargas, mantendo as pilhas aprumadas para que se evite o tombamento, sempre verificando o estado do solo a ser apoiado em que deverá ser sobre terreno regular e sobreposto por fina camada de areia, quando se os elementos serem descarregados no local da execução da montagem da estrutura. Quando se for necessário, o escoramento das pilhas deve ser executado evitando, evitando a introdução de cargas não definidas em projeto.

Os elementos estruturais pré-moldados em seu transporte, também há a necessidade dos mesmos cuidados no manuseio, garantindo o perfeito estado do elemento até seu destino final em que são transportadas em veículos apropriados. As cargas dos elementos pré-moldados são transportados apoiados em caibros, vigotas ou cavaletes revestidos de material macio, para evitar a danificação do elemento transportado. Em caso de necessidade, o carregamento nos veículos em mais de duas camadas, devem ser devidamente escorado, assim evitando o tombamento e o deslizamento durante o trajeto. Nos pontos em que os cabos que auxiliam o travamento permanecem em contato com a superfície do concreto, devem ser protegido para impossibilitar o dano ao concreto que se verificou os dados descritos segundo relatado no *check list* de verificação do manuseio, transporte e armazenamento Tabela 9.

Para o içamento dos elementos considera a resistência característica especificada e vistoriadas na fábrica e em projeto, considerando concreto de um dia para movimentação e espera de vinte e oito para a devida utilização do elemento em processo de montagem vistoriado auxiliado pelo *check list* de verificação de manuseio e transporte Tabela 9 e conforme solicita o projeto, e que seu armazenamento o contato entre o concreto de elementos pré-moldados e os respectivos apoios a tensão de compressão não deve ultrapassar de 0,3 da

resistência característica, sendo a resistência característica efetiva do concreto na data do armazenamento. O procedimento verificado nesta etapa de vistoria da execução da estrutura pré-moldada, considerou os requisitos que a norma 9062/2006 recomenda.

Tabela 9– Check list para verificação do manuseio, armazenamento e transporte dos elementos pré-moldados – Preenchido

PROCEDIMENTOS	SUB-PROCEDIMENTO	ITEM VERIFICADO	ATENDE OS REQUISITOS	NÃO ATENDE OS REQUISITOS	ATENDE PARCIALMENTE
Manuseio, armazenamento e transporte de elementos pré-moldados	Equipamentos para o manuseio	Equipamentos de uso comum	X		
		Ganchos	X		
		Fitas de içamento	X		
		Equipamentos de uso específico	X		
		Maquinas de suspensão	X		
		Balancins	X		
		Cabos de aço	X		
	Armazenamento dos elementos em fábrica e obra	Cuidados para armazenamento			X
		Dispositivos de apoio			X
		Empilhamento dos elementos			X
		Dorsos específicos	X		
		Superfície plano do terreno	X		
		Içamento utilizando os pontos inertes	X		
		Cuidado para não danificar o elementos por choques externos	X		
		Análise da resistência	X		
	Equipamentos para transporte dos elementos	Pórticos de içamento	X		
		Caminhões munck	X		

Fonte – Autor, 2016

O procedimento verificado na empresa visitada, determinou grande cuidado com para que no momento de içamento, o concreto dos elementos possuem resistência para locomoção dentro da fábrica, garantindo a não fissuração do elemento estrutural, pois nesta etapa os itens verificados no *check list* da Tabela 9, a execução da movimentação das estruturas e todas alças determinadas em projeto segundo a NBR 9062/2006, em que as alças possui papel de garantir que o elemento manuseado não sofra movimentações e deformações que prejudica a qualidade da peça, permitindo controle tecnológico e econômico significativos.

Conforme apresentado na Figura 2, verificamos a atenção quanto ao armazenamento dos elementos em fábrica e obra sendo apoiados sobre terreno firme, apoiado por dispositivo de apoio, vigas nos pontos de apoio definido no projeto em que no momento do içamento o concreto já possuía as características de resistência para movimentação, utilizando-se dos pontos ou alças situadas na parte superior do elementos. No manuseio destes elementos obtém a disponibilidade pórticos de içamento que facilita no desmolde, transporte interno da fábrica e carregamento, disponibilizando o transporte dos elementos de acordo figura 3 sendo transportado de forma setorizada, propiciando o atendimento ao requisito normativo da NBR 9062/2006, utilizando equipamentos de uso comum que a partir da organização o desmolde realizou-se de forma subjetiva.

Figura 2 – Elementos pré-moldado apoiado sobre apoios de vigas



Fonte - AUTOR, 2016.

Figura 3 – Pórtico de içamento dos elementos para transporte e carregamento



Fonte - AUTOR, 2016.

4.1.3 Execução da montagem dos elementos pré-moldados

De acordo com a NBR 9062/2001 Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado, no momento da montagem, são executadas com auxílio de equipamentos e acessórios próprios para o elemento a ser içado e pelos pontos definidos no projeto, fazendo com que facilite a montagem e impedindo a danificação do elemento pré-moldado. Os equipamentos específicos que compõem esta etapa são auxiliados de ganchos, balancins, cabos de aço e outros que forem necessários. Na obra em que haja a necessidade de escoramento provisório previsto antecipadamente, que garanta a estabilidade até a ligação dos elementos que constituem a estrutura pré-moldada, realiza o contraventamento dos pórticos sendo que o escoramento não sofre com o carregamento estrutural dos elementos pré-moldados e inserir tensões opostas à da estrutura a ser montada.

Tabela 10 - Check list de verificação da montagem da estrutura pré-moldada - Preenchido

PROCEDIMENTOS	SUB-PROCEDIMENTO	ITEM VERIFICADO	ATENDE OS REQUISITOS	NÃO ATENDE OS REQUISITOS	ATENDE PARCIALMENTE
Verificação de montagem dos	Equipamentos específicos de	Caminhões munck	X		

elementos pré-moldados	montagem	Ganchos	X		
		Mão de obra especializada	X		
		Gruas	X		
	Acessórios auxiliares de içamento dos elementos pré-moldados	Ganchos	X		
		Cintas para o içamento	X		
		Retirada dos ganhos deixado para o içamento	X		
		Cisalhamento da região tracionada no momento de içamento	X		
		Bitolas dos ganchos segundo especificados	X		
	Escoramento dos elementos quando previsto em projeto	Verticais em lajes	X		
		Horizontais em pilares	X		
	Considerações de dimensões e verticalidade das obras previstas em projeto	Prumo da obra	X		
		Esquadro da obra	X		
		Posições de esquadrias e aberturas	X		
		Nível dos pavimentos	X		
		Escadas previstas	X		

Fonte – Autor, 2016

Com o presente estudo e cadastramento dos itens do *check list* da Tabela 10, desenvolvidos segundo a NBR 9062/2006 mostra a execução de montagem dos elementos pré-moldados que todos os parâmetros normativos se cumpriram, organizados e com a utilização técnica da mão de obra treinada e veículos de cargas que permitem o içamento dos elementos pré-moldados, auxiliados com acessórios necessários para a realização desta etapa construtiva, segundo verificado na figura 4, em que elementos pré-moldados são içados para a interligação dos elementos pré-moldados. Figura 5 identifica estrutura montada com juntas a seco, sem elastômeros, respeitando as folgas especificadas pela norma e projeto, e Figura 6 identifica o uso de equipamento restrito para içamento de elementos pesados.

Figura 4 – Elemento pré-moldado laje sendo içada no esqueleto estrutural



Fonte - AUTOR, 2016.

Figura 5 - Estrutura executada com junta a seco



Fonte - AUTOR, 2016.

Figura 6 – Equipamento de uso restrito utilizado para içamento de elementos estruturais



Fonte - AUTOR, 2016.

4.1.4 Controle de execução e inspeção

O controle e inspeção dos elementos pré-moldados segundo a NBR 9062/2001 Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado, todas as etapas devem ser inspecionadas corretamente, garantindo a eficiência construtiva e estrutural na vida útil da obra. Elementos produzidos em fábricas ou instalações provenientes necessitam de mão de obra especializada e controle laboratorial, e outras instalações necessárias. Os elementos devem obter identificação única ou lote produzido. Os materiais utilizados devem conter controle especificado segundo suas características aos esforços solicitados no aço, granulometria da areia, pedra e cimento no traço utilizado no concreto.

Segundo a NBR 9062/2011, as armaduras para execução dos elementos devem estar limpas sem presença de desmoldante e oxidações, as dimensões necessitam estar de acordo com o descrito no projeto, devidamente lineares e todos os pontos insertos definido em projeto. As formas devem estar devidamente limpas para aplicação do desmoldante, tolerâncias corretas em seus limites autorizados em projeto, devidamente travados e garantindo que seja estanque, impossibilitando a passagem dos finos do concreto e deslocamentos da armadura.

Tabela 11 – Check list de verificação no controle de qualidade e inspeção para estruturas pré-moldadas

PROCEDIMENTOS	SUB-PROCEDIMENTO	ITEM VERIFICADO	ATENDE OS REQUISITOS	NÃO ATENDE OS REQUISITOS	ATENDE PARCIALMENTE
Controle de Execução e inspeção	Produção dos elementos pré-moldados	Identificação por lotes produzidos	X		
		Dimensões exatas segundo o projeto	X		
		Aparência quanto cor e textura	X		
		Rebarbas e baixo-relevo	X		
		Organizações dos lotes	X		
	Formas e armaduras	Condição de reutilização	X		
		Travamento eficiente	X		
		Oxidação da armadura			X
		Dispositivos de ancoragem	X		
		Formas segundo a norma NBR 9062/2006	X		
		Estanqueidade	X		
		Conservação	X		
	Transporte e manuseio	Equipamentos	X		
		Veículos para capacidade de içamento	X		
		Organização e setorização de carregamento			X
		Mão de obra especializada e treinada	X		
		Segurança	X		
	Concreto	Tempo em aberto	X		
		Resistência especificada	X		

		Materiais utilizados	X		
		Dosagem segundo especificado e projeto	X		

Fonte – Autor, 2016

O local de pesquisa analisado possui em sua estrutura controle de armazenamento e de transporte eficiente, que ao certo ponto auxilia no controle tecnológico dos produtos produzidos. O transporte realizado em canteiro e auxiliado com pórticos de içamento e, dorsos para armazenagem dos elementos, impossibilita a danificação e resguardando o tempo de cura do concreto de 28 dias para o devido transporte para a obra. Caso seja necessário para o deslocamento dos elementos dentro do canteiro de obras, há caminhões munck e pórticos de cargas que auxiliam no transporte. O processo produtivo da empresa é criterioso, em termos as formas que confeccionaram os elementos pré-moldados todo o cuidado com limites de tolerância especificados em projeto furos definidos insertos e pontos de içamento no ponto determinado em projeto, verificação dos deslocamentos das armaduras e estanqueidade e travamento a fim de garantir a geometria do elemento. Figura 9 indica a inspeção do travamento da forma do elemento pré-moldado.

As visitas realizadas determinou o controle no concreto utilizado na produção dos elementos estruturais, sempre verificando o traço do concreto especificado em projeto realizando o *slump* teste e rompimentos de corpos de provas para verificação da resistência do concreto. As armaduras inspecionadas obteve grande desempenho quanto à limpeza e oxidação, dobras condizentes em relação ao diâmetro do aço utilizado nas armaduras. Não apresentaram deformações e torções no armazenamento, possibilitando utilizações de toda armadura produzida, respeitando sempre as dimensões especificadas no projeto estrutural. As figura 7, 8 e 9 demonstra todos parâmetros inspecionados e verificados segundo a NBR 9062/2006 identificadas no *check list* da Tabela 11 acima verificado. Segundo vistoriado e auxiliado pelo *check list* tabela 11, o controle da execução da emprese visita mostra que conhece o requisitos normativos sendo alguns pontos estão em desacordo com o que diz respeito a norma NBR 9062/2006.

Figura 7 - Armaduras disposta para lançamento com oxidação e inspecionada



Fonte - AUTOR, 2016.

Figura 8 - Armaduras sem torções e deformações armazenadas



Fonte - AUTOR, 2016.

Figura 9 - Forma sendo inspecionada seu travamento e espaçamento

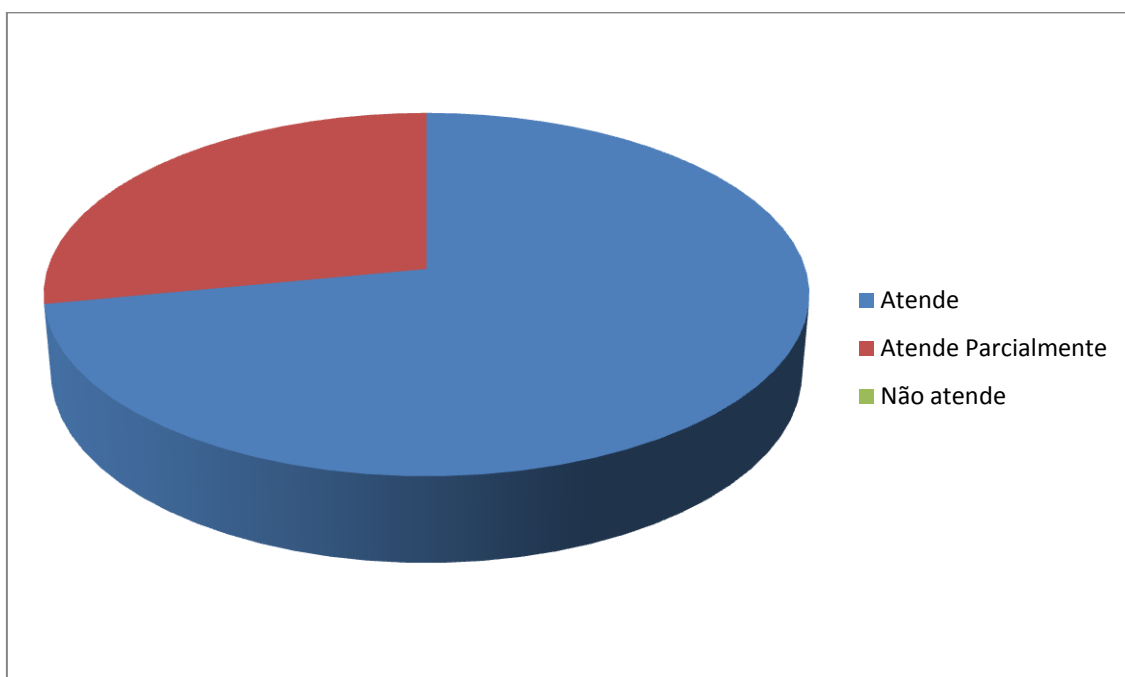


Fonte - AUTOR, 2016.

4.1.5 Análise geral

Na empresa e obras visitadas, o percentual normativo para uma boa execução de estruturas pré-moldadas seria ideal que o procedimento executivo atingisse o grau de 100%, e com base nos *check lists* desenvolvidos para inspecionar todos os procedimentos envolvidos da empresa, identificou grau satisfatório, com índice de 70% do cumprimento dos itens inspecionados conforma apresentado na Figura 10. Alguns requisitos das armaduras possuem observações parcialmente atendidas, pela norma NBR 9062/2006, devido pontos de oxidação da armadura transversal e longitudinal conforme vistoriado colaborando para perda de resistência do aço, nas etapas envolvidas no processo pontos pequenos, porém relevantes que tornam eficiente a produção dos elementos que formarão uma estrutura pré-moldada.

Figura 10 – Percentual atendido pela empresa, segundo requisitos normativos



Fonte - AUTOR, 2016.

CAPITULO 5

5.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com o estudo realizado verificou-se que para o sistema estrutural pré-moldadas, os elementos constituintes de uma estrutura desse sistema construtivo e muitos pré-requisitos devem ser prevalecidos para iniciar o procedimento, as normas e bibliografia vigentes para o bom desempenho da estrutura determina o grau de competência e garantia do sistema pré-moldado, pois os quesitos identificaram a excelência da estrutura e desempenho estrutural que lhe for prescrito em projeto.

As estruturas pré-moldadas tem origem de subsistemas que compõem a estrutura como um todo. Em seu processo se destaca o subsistema formas, armaduras, concreto, transporte e armazenamento, montagem do sistema estrutural, sendo realizado sincronizadamente com auxílio de equipamentos, visando o controle tecnológico a fim de garantir o cumprimento bibliográfico e normativo que os restringe desde ao concreto a ser utilizado até as folgas normatizadas nas junções. O sistema construtivo abrangente de inúmeros projetos utilizados em grande quantidade, atualmente por diversos segmentos de projetos visando rapidez e controle de qualidade eficiente, de acordo com verificado nos estudo, o controle quanto à dosagem exata do concreto utilizado, espaçamentos e dobras dos estribos, cobrimento da armadura. Procedimentos verificados na amostra identificaram que até a mão de obra neste sistema construtivo se torna eficiente, pois a segmentação e padronização tornam diferenciados para execução, uma vez que a repetição eleva o nível da execução da estrutura.

O sistema construtivo aceito por diversas construtoras, visam à organização do canteiro de obras devido ao baixo índice de resíduos gerados e o encurtamento de cronogramas físicos e financeiros, diminuindo riscos de acidentes e custo de estruturas, o seguimento construtivo eficiente para cargas elevadas que facilitam a instalação em espaços limitantes, seja por área ou, fluxos de vias próximas. Para a execução, seguindo criteriosamente a bibliografia e normas todo equipamento para o desenvolvimento da execução da estrutura encontra-se ao nível esperado.

Com a presente pesquisa espera-se obter informações para o desenvolvimento executivo de uma estrutura pré-moldada auxiliado com requisitos normativos e bibliográficos, despertar no leitor um pouco do conceito do tema abordado garantindo o que deve ou não fazer no caso de depararem com obras neste conceito construtivo, relacionando a importância

de que o serviço realizado seguindo seus fundamentos bibliográficos e normativos poderá oferecer às pessoas que lhe contratarem um serviço seguro e correto. Ao longo do estudo todos pontos normativos e bibliográficos foram vistoriados e discutido, permitindo um levantamento que determinou de forma coerente e passiva que a empresa vistoriada cumpre seu papel para o bom desempenho do processo construtivas de uma estrutura pré-moldada, fazendo elementos pré-moldados segundo os padrões estudados na norma 9062/2006.

CAPITULO 6

6.1 Sugestões para trabalhos futuros

No presente estudo ao analisar a bibliografia e normas que auxiliam no processo executivo de uma estrutura pré-moldada, pontos foram verificados e não estudados, estes pontos são elementos pré-moldados pretendidos no qual seriam futuros estudos a serem analisados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8953**: Concreto para fins estruturais – Classificação pela massa específica, por grupos de resistência e consistência. Rio de Janeiro, 2015.

_____. **NBR 14931**: Execução de estruturas de concreto - Procedimento. Rio de Janeiro, 2004.

_____. **NBR 9062**: Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado Rio de Janeiro, 2006.

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

_____. **NBR 12655**: Concreto de cimento Portland - Preparo, controle, recebimento e aceitação - Procedimento. Rio de Janeiro, 2015.

DEBS, M, K, E. **Concreto pré-moldado**: Fundamentos e aplicações. 1º.ed.São Carlos-SP: EESC-SP, 2000.

.

TECHNE. **Pre-moldados: Pré-fabricados**. 2003. Disponível em:
<<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/81/artigo285292-1.aspx>>. Acesso em: 18 ago. 2016.

WEB CONTABIL.**Como identificar o tipo e porte da empresa**. 2006. Disponível em:
https://www.webcontabil.com.br/2006/clientes/certacon/site/empresa/06_02_02.html. Acesso 19 setem. 2016.