

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

LARISSA FIORI

**ESTUDO DE CASO PARA IMPLANTAÇÃO DE MELHORIAS NO PROCESSO DE
PRODUÇÃO EM UMA INDÚSTRIA DE PRÉ-FABRICADOS**

TOLEDO

2022

LARISSA FIORI

**ESTUDO DE CASO PARA IMPLANTAÇÃO DE MELHORIAS NO PROCESSO DE
PRODUÇÃO EM UMA INDÚSTRIA DE PRÉ-FABRICADOS**

**A case study for implementation of improvements in the production process in
a precast industry**

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentado como requisito para obtenção do título
de Bacharel em Engenharia Civil da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador(a): Dra. Lucia Bressiani

TOLEDO

2022



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

LARISSA FIORI

**ESTUDO DE CASO PARA IMPLANTAÇÃO DE MELHORIAS NO PROCESSO DE
PRODUÇÃO EM UMA INDÚSTRIA DE PRÉ-FABRICADOS**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação
apresentado como requisito para obtenção do título
de Bacharel em Engenharia Civil da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Data de aprovação: 08/Junho/2022

Lucia Bressiani
Doutora
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Fernando Nunes Cavalheiro
Mestre
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Marcus Vinicius Paula De Lima
Mestre
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

TOLEDO
2022

AGRADECIMENTOS

Agradeço à toda minha família, principalmente minha mãe Eliane, meu pai Valdair e minhas irmãs Daise e Laís, pelo acolhimento, conselhos e ajudas em todos os momentos da minha vida.

Ao meu amigo Renan, que desde o ensino médio esteve comigo, me apoiando e incentivando nessa trajetória.

A todos colegas da universidade, em especial minhas amigas Natalí e Sara, que conseguiram tornar os cinco anos da faculdade mais leves.

À minha namorada Ellen, pelo companheirismo e compreensão nos momentos em que mais precisei.

A todos os servidores da UTFPR, em especial à minha orientadora Dra. Lucia Bressiani, por ter aceitado me orientar, por seus ensinamentos e pela confiança depositada em mim para que esse trabalho pudesse ser concluído.

E a todos que contribuíram de alguma maneira, mesmo que indiretamente, meus eternos agradecimentos.

RESUMO

As estruturas pré-fabricadas de concreto armado possuem diversas vantagens como sustentabilidade, limpeza no canteiro de obras, agilidade na construção, maior controle de qualidade e entre outros. Porém, por mais que esse tipo de indústria permita ter um alto controle de qualidade, ainda é comum ver obras pré-fabricadas com peças de baixa qualidade. Portanto, o objetivo desse trabalho foi identificar as melhorias que podem ser implantadas no processo de produção de uma indústria de pré-fabricados, na cidade de Toledo/PR. Para isso, utilizou-se o estudo de caso como delineamento e pesquisa de campo como metodologia para a coleta de dados, a qual foi feita utilizando fichas de verificação de serviço desenvolvidas para o processo de produção da empresa. Analisando os resultados, foi possível constatar que depois da implantação da inspeção de qualidade, os erros e retrabalhos nas peças diminuíram a cada mês. Além disso, a análise das etapas de produção permitiu a identificação de falhas durante alguns processos que estavam refletindo na última etapa com retrabalhos desnecessários, os quais diminuem a lucratividade da empresa. Por fim, são apresentadas sugestões de melhorias no processo que incluem treinamento dos funcionários, incentivos financeiros, desenvolvimento de procedimentos padronizados para os serviços, dentre outros.

Palavras-chave: concreto armado; indústria; pré-fabricação; qualidade.

ABSTRACT

Precast reinforced concrete structures have several advantages such as sustainability, cleanliness at the building site, agility in construction, greater quality control and among others. However, as much as this type of industry allows for high quality control, it is still common to see precast constructions with low quality parts. Therefore, the objective of this job is to identify the improvements that can be implemented in the production process of a prefabricated industry, in the city of Toledo/PR. For this, the case study was used as a delineation and field research as a methodology for data collection, which was done using checklists. Analyzing the results, it was possible to verify that after the implementation of the quality inspection, the flaws and rework in the parts decreased every month. Furthermore, the analysis of the production stages allowed the identification of failures during some processes that were reflected in the last stage with unnecessary rework, which reduces the company's profitability.

Keywords: reinforced concrete; industry; prefabrication; quality.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Exemplo de indústria de pré-fabricados	16
Figura 2 – Estoque de peças pré-fabricadas.....	18
Figura 3 – Ciclo PDCA	22
Figura 4 - Exemplo de detalhamento de projeto para montagem.....	25
Figura 5 – Exemplo de detalhamento de peça para produção	27
Figura 6 – Definição de folga.....	29
Figura 7 – Fluxograma das etapas metodológicas.....	32
Figura 8 – Localização da cidade de Toledo: (a) No Paraná; (b) No Brasil.....	32
Figura 9 – Terreno da indústria de pré-fabricados	33
Figura 10 – Processo de armação	34
Figura 11 – Limpeza com raspador.....	35
Figura 12 – Fôrma fechada	36
Figura 13 – Concretagem.....	37
Figura 14 – Estoque de peças empilhadas	38
Figura 15 – Obras analisadas: (a) Obra 154; (b) Obra 164; (c) Obra 166.....	41
Figura 16 – Falhas no processo de armação durante os três meses.....	43
Figura 17 – Esperas concretadas no local errado.....	44
Figura 18 – Comprimento inadequado das barras	45
Figura 19 – Falhas no processo de fechamento de fôrmas/concretagem durante os três meses.....	46
Figura 20 – Consequência da falta de espaçadores	47
Figura 21 – Viga com consolo na medida errada.....	48
Figura 22 – Sistema de pinos metálicos.....	49
Figura 23 – Formato dos consolos nas fôrmas de pilares	50
Figura 24 – Face inclinada do consolo.....	50
Figura 25 – Viga com junta fria.....	51
Figura 26 – Pilar com chapas metálicas.....	52
Figura 27 – Viga com chapa metálica	52
Figura 28 – Falhas no processo de acabamentos/retrabalhos durante os três meses	54
Figura 29 – Falhas na etapa de acabamento: (a) Peça suja; (b) Peça com marcas da fôrma; (c) Peça com bolha	54
Figura 30 – Esperas para consolo fora do local especificado	55
Figura 31 – Peça com chanfro de 45°.....	56
Figura 32 – Conserto de quebra com massa	57
Figura 33 – Marcação do local do consolo.....	58
Figura 34 – Limpeza nas perfurações do concreto	58
Figura 35 – Armadura de consolo	59
Figura 36 – Peça fora do esquadro	60

Figura 37 – Fluxograma do processo executivo.....	63
Figura G. 1 – Armaduras com espaçadores.....	75
Figura G. 2 - Armaduras confeccionadas.....	76
Figura G. 3 – Limpeza com raspador.....	77
Figura G. 4 – Marcação com auxílio do esquadro.....	79
Figura G. 5 – Medição com auxílio da fita métrica.....	79
Figura G. 6 – Tubo corrugado para vigas.....	80
Figura G. 7 – Ferramenta utilizada para substituir os pinos de consolos.....	81
Figura G. 8 – Conduíte rígido e corrugado para substituição dos pinos.....	81
Figura G. 9 – Sistema para ancoragem por meio de duto e graute.....	81
Figura G. 10 - Concretagem.....	82
Figura G. 11 – Peça envelopada com stretch.....	84
Figura G. 12 – Indicação de necessidade de acabamento.....	84
Figura G. 13 – Estoque de peças empilhadas.....	86
Quadro 1 – Incorreções na etapa de armação.....	42
Quadro 2 – Incorreções na etapa de fechamento de fôrmas/concretagem.....	46
Quadro 3 – Incorreções na etapa de acabamentos/retrabalhos.....	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Características das obras produzidas	40
Tabela 2 – Dados em cada mês.....	61

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

5S	<i>Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke</i>
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
FVS	Ficha de Verificação de Serviço
NBR	Normas Brasileiras
PDCA	<i>Plan, Do, Check, Act</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	Justificativa	12
1.2	Objetivos	13
1.2.1	Objetivo geral	13
1.2.2	Objetivos específicos.....	13
1.3	Delimitação do trabalho	14
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
2.1	Pré-fabricados de concreto armado	15
2.2	Vantagens e desvantagens do sistema de pré-fabricados	16
2.3	Planejamento e controle	18
2.4	Gestão dos processos de uma indústria de pré-fabricados	19
2.5	Gestão da qualidade	20
2.6	Ciclo PDCA	22
2.7	Metodologia 5S	23
2.8	Particularidades de um projeto pré-fabricado	25
2.8.1	Método do projeto.....	28
2.8.2	Padronização	28
2.8.3	Detalhes do projeto	28
2.8.4	Tolerâncias dimensionais	29
3	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	31
3.1	Caracterização da metodologia da pesquisa	31
3.2	Etapas metodológicas	31
3.3	Descrição da indústria do estudo de caso	32
3.4	Análise do processo de produção	33
3.4.1	Elaboração dos instrumentos para coleta de dados.....	38
3.4.2	Observação direta	39
3.5	Análise dos dados	39
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	40
4.1	Descrição das obras acompanhadas	40
4.2	Resultados dos levantamentos de cada etapa de produção	42
4.2.1	Armação	42
4.2.2	Fechamento de fôrmas/concretagem	45
4.2.3	Acabamentos/retrabalhos.....	53

4.3	Resultados dos levantamentos de cada mês	60
4.3.1	Soluções sugeridas nas etapas.....	61
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	64
5.1	Sugestões para trabalhos futuros	64
	REFERÊNCIAS.....	65
	APÊNDICE A – Ficha de verificação de serviço de armação.....	68
	APÊNDICE B – Ficha de verificação de serviço de concretagem	69
	APÊNDICE C – Ficha de verificação de serviço de acabamento.....	70
	APÊNDICE D – Informações das FVS no Microsoft Excel	71
	APÊNDICE E – Informações das FVS no Microsoft Excel	72
	APÊNDICE F – Gráficos das FVS no Microsoft Excel	73
	APÊNDICE G – Procedimentos executivos padronizados.....	74

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, com a globalização do mercado, as exigências de custos, prazos e qualidade dos produtos têm aumentado, bem como a competitividade entre as empresas. Por esse motivo, faz-se necessário que as mesmas desenvolvam um ótimo sistema de gestão, para melhorar a qualidade em seus produtos e sair em vantagem sobre as demais.

Devido a esses fatores, as indústrias de elementos pré-fabricados de concreto armado tem sido cada vez mais incentivadas no meio da construção civil (BATAGLIN, 2017), pois possuem privilégios em relação as demais, já que, nesse tipo de fábrica, é possível desenvolver um controle de qualidade rigoroso em sua produção (PINTO, 2016).

Entretanto, esse tipo de indústria requer mão de obra qualificada e um bom controle de gestão para que todos os elementos sejam produzidos de acordo com o projeto, já que, em obras pré-fabricadas, não é possível fazer pequenos ajustes *in loco*. Por isso, qualquer peça fabricada com falhas precisa ser identificada antes de ir para a obra e realizado o retrabalho, o qual diminui a lucratividade.

Portanto, o presente trabalho terá como estudo o acompanhamento da produção de peças pré-fabricadas, como pilares, vigas e escadas de obras residenciais de até cinco pavimentos, com o objetivo de identificar quais melhorias podem ser implantadas no processo de produção de uma indústria de elementos pré-fabricados.

1.1 Justificativa

A indústria da construção tem mostrado grandes perdas, baixa qualidade e produtividade nos elementos fabricados, por causa da falta de um bom planejamento e controle da produção. Por mais que as empresas compreendem a importância dos mesmos, infelizmente há poucas no mercado que possuem esses sistemas bem arranjado, mesmo sendo um baixo custo para implantar (SOUZA, 2010).

Outro déficit que o setor desse tipo de indústria sofre, é a falta de mão de obra qualificada, que resulta em rotatividade de funcionários, causando baixa

qualidade em seu produto final, já que, dessa forma, os treinamentos não são voltados para os setores, mas sim individual.

Segundo Van Acker (2002), o uso de pré-fabricados é um tipo de industrialização da construção civil, trazendo diversas vantagens em relação as obras *in loco*, como maior controle de qualidade, sustentabilidade, limpeza no canteiro de obras, uso otimizado de materiais, agilidade e entre outros.

Porém, mesmo com a evolução que o mercado vem sofrendo, frequentemente se vê obras pré-fabricadas com peças de baixa qualidade, o que significa que ainda há muitas falhas no processo de produção. Portanto, para que se tenha um bom resultado no produto final, é necessário que as empresas mantenham um bom controle de qualidade da produção, bem como um padrão, de modo a resolver possíveis erros.

Sendo assim, este trabalho busca contribuir com a redução de alguns problemas ocasionados na produção de pré-fabricados, fazendo um estudo de caso em uma indústria na cidade de Toledo, no Paraná, com o objetivo de identificar melhorias que podem ser implantadas em seu processo de produção.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo geral

O objetivo geral deste trabalho é identificar melhorias a serem implantadas no processo de produção de uma indústria de pré-fabricados.

1.2.2 Objetivos específicos

Para atender o objetivo geral descrito, são propostos os seguintes objetivos específicos:

- Efetuar o mapeamento da produção das peças pré-fabricadas;
- Desenvolver fichas de verificação dos serviços para cada etapa de produção;
- Identificar falhas no processo de produção.

1.3 Delimitação do trabalho

O estudo de caso será voltado para o acompanhamento de peças de obras pré-fabricadas residenciais de até cinco pavimentos. Além disso, o trabalho terá como foco apenas o processo de produção que ocorre na indústria, descartando a etapa de transporte e montagem das obras.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo apresenta conceitos relacionados aos sistemas pré-fabricados, bem como conceitos de gestão e qualidade, que servirão para embasar a pesquisa proposta neste trabalho.

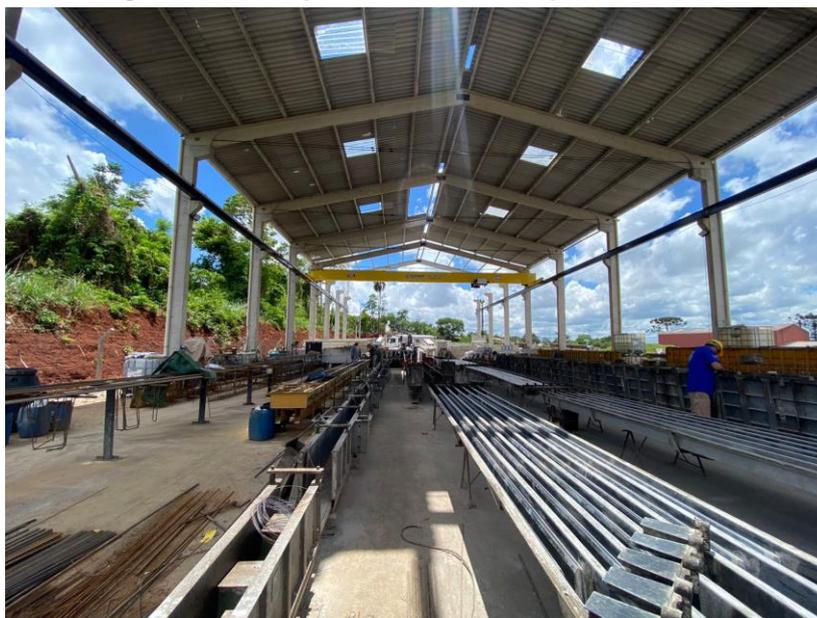
2.1 Pré-fabricados de concreto armado

Analisando historicamente, não há uma data específica de quando começou a produção dos pré-moldados, mas pode-se dizer que as peças pré-moldadas se originaram junto com o concreto armado, pois o mesmo foi criado fora de seu local de uso. As estruturas que são concretadas no lugar definitivo da obra surgiram depois (VASCONCELOS, 2002).

Tanto as estruturas pré-moldadas quanto as pré-fabricadas são executadas fora de seu local final da obra, mas há uma diferença entre elas. Os elementos pré-moldados são feitos em condições menos severas, ou seja, sem rastreamento das peças e controle de qualidade (NBR 9062:2017).

De acordo com El Debs (2017) e a NBR 9062 (2017), as estruturas pré-fabricadas são peças estruturais submetidas a um rigoroso controle de qualidade em seu processo, sendo necessário seguir as peculiaridades de cada projeto, bem como os procedimentos de confecção da armadura, traço do concreto, estocagem de peças, transporte e montagem.

Figura 1 – Exemplo de indústria de pré-fabricados



Fonte: Aatoria Própria (2021)

Além disso, esses elementos são executados em indústrias dirigidas somente à essa finalidade, por isso recebem essa nomenclatura. Depois, esses elementos precisam ser transportados e montados no local definitivo. O controle de inspeção deve ser feito por escrito, assinado pelos supervisores de cada fase de fabricação (EL DEBS, 2017).

2.2 Vantagens e desvantagens do sistema de pré-fabricados

As peças de concreto pré-fabricados impulsionaram a qualidade nos canteiros de obras no Brasil e no mundo, por conta de seu processo industrializado que permite maior controle em sua execução, permitindo o uso de materiais de alta qualidade, fornecedores selecionados e mão de obra qualificada, gerando obras mais seguras e organizadas (SERRA *et al.*, 2005).

Van Acker (2002) e El Debs (2017) também citam alguns benefícios quando a produção dos elementos é realizada industrialmente:

- Uso de materiais é otimizado, diminuindo o desperdício;
- Os trabalhadores são técnicos e experientes;
- Maior controle de qualidade das peças, pois permite a inspeção de cada etapa;
- Agilidade no tempo de construção.

Na literatura há diversos trabalhos que comprovam a rapidez da construção estrutural de obras pré-fabricadas quando comparadas com a produção *in loco*. Sousa e Camarço (2019) descrevem que o tempo de execução estrutural de uma obra pré-fabricada foi a metade do tempo de uma moldada *in loco*. Pinto (2016) ressalta essa agilidade em seu trabalho, concluindo que o principal destaque do sistema de concreto pré-fabricado é a velocidade de execução.

El Debs (2017) ainda cita as principais desvantagens desse sistema, como:

- Alto custo em um curto período para transporte e montagem das peças pré-fabricadas;
- Necessidade de mão de obra qualificada e especializada em todos os processos, desde o setor de projetos até a montagem;
- Diminuição na quantidade de empregos;
- Necessidade de sempre ter uma demanda mínima para que não pare a produção.

Além disso, quando todo o processo de fabricação é levado em conta, pode ser considerado complexo, já que há separação entre a fabricação e montagem, além de que a empresa trabalha com várias obras ao mesmo tempo. Esses processos podem ocasionar algumas complicações, como grande estoque de peças e atrasos de entrega das obras (BULHÕES; PICCHI, 2013). A Figura 2 mostra um local de armazenamento dos elementos de uma indústria de pré-fabricados.

Figura 2 – Estoque de peças pré-fabricadas



Fonte: Aatoria Própria (2021)

Portanto, a fabricação deve estar conforme as especificações que são estabelecidas em projeto, pois toda falha gera diminuição na qualidade. Por esse motivo, a execução deve estar de acordo com o determinado na etapa anterior à fabricação (projeto), ou seja, obedecer às particularidades de cada elemento para que não haja necessidade de retrabalho (TOLEDO *et al.*, 2013).

2.3 Planejamento e controle

Fazer o planejamento de uma obra é um dos tópicos mais importantes do gerenciamento para que se tenha um bom acompanhamento do processo, possibilitando priorizar atividades e ter tempo suficiente para solucionar imprevistos que podem acontecer. Quando não há planejamento, arrisca-se ter atrasos no andamento da obra, aumento de custos desnecessários, diminuição da qualidade dos materiais e da produtividade da empresa (MATTOS, 2010).

Devido a exigência de prazos, custos e procurando fazer produtos com maior qualidade, a indústria da construção civil teve que se esforçar para conquistar melhoras no sistema de produção. Para que haja sucesso, é fundamental um bom planejamento da produção, para conseguir precipitar possíveis problemas de várias

áreas, como a organização do espaço da produção e a logística do mesmo (FACHINI, 2005).

Bernardes e Moreira (2010) completam afirmando que as empresas têm percebido que é indispensável investir em gestão e planejamento na construção civil, por causa da globalização, surgimento de novas tecnologias e determinação dos clientes. De acordo com o autor, a informação apurada é de extrema importância para a corporação.

De acordo com Pinto (2016), os produtos pré-fabricados são vantajosos, principalmente, por causa do seu controle de qualidade em sua produção. Porém, para que isso seja possível, é necessário que haja um sistema de controle e planejamento mais aprimorado na indústria, devido as quantidades de etapas do processo que são realizadas no canteiro de obras.

O planejamento é o dever de preparar atividades que serão executadas, aliadas às metas e propósitos. Esse trabalho é dever de um gestor de obras, o qual também deve ter experiência para solucionar problemas de forma rápida e inteligente, bem como na tomada de decisões (MATTOS, 2010).

Para Mattos (2010), o processo de uma obra pode variar de acordo com o que foi planejado inicialmente, já que é um sistema instável e oscilante. Por esse motivo, não adianta fazer o planejamento inicial e não ter a rotina de atualizar, ou seja, não existe planejamento sem controle. Sem a alimentação periódica dos dados sobre a construção, abre margens para equívocos e enganos de informações.

Dessa forma, o controle do processo de uma edificação se resume em conferir se a execução está de acordo com o planejamento. Quando há controle de todo o andamento da obra, a decisão de como corrigir um possível contratempo é mais fácil, pois há conhecimento do sistema (SILVA, 2017).

2.4 Gestão dos processos de uma indústria de pré-fabricados

Devido à exigência na redução dos prazos e custos das obras de engenharia civil, a procura por maior qualidade nas edificações e melhores condições de trabalho, os sistemas de pré-fabricados têm sido cada vez mais incentivados (BATAGLIN, 2017).

A pré-fabricação é vista como uma das partes da industrialização da construção civil e, por esse motivo, requer uma alta comunicação entre a indústria e a obra, para que haja conciliação entre a produção e a montagem da edificação, ou seja, deve conter um bom método de planejamento e controle, bem como uma logística adequada (BATAGLIN, 2017; LESSING, 2015).

Por isso, é essencial que não ocorram falhas nesse sistema de comunicação, para que não haja defeitos nos processos de fabricação, já que, para consertar esses erros, é necessário o reprocessamento da produção, gerando desperdícios desnecessários. A NBR ISO 9001:2000 recomenda que a empresa deve desenvolver um procedimento de inspeção do sistema de gestão da qualidade próprio, o qual tem como objetivo conferir a funcionalidade dos resultados que foram planejados.

Se o resultado não foi o esperado, o produto deve ser corrigido de acordo com o projeto solicitado. A peça só será liberada para a próxima etapa quando todo o planejamento for executado de maneira adequada (NBR ISO 9001:2000).

Estudos como os realizados por Andrade, Aguiar e Aguiar (2019) e Milani *et al.* (2012), identificaram a inúmera quantidade de falhas e patologias causadas no processo de produção das empresas de pré-fabricados, observando manchas, fissuras, quebras, bolhas superficiais, acabamento inadequado, falhas nos consolos e entre outros. Ambos os autores ressaltaram a necessidade de organização do processo produtivo para que haja sucesso no elemento final.

2.5 Gestão da qualidade

Devido à globalização mundial, os consumidores têm se tornado cada dia mais exigentes, buscando produtos com maior qualidade. Por esse motivo, as empresas do ramo da construção civil estão investindo mais em planejamento e gestão de qualidade para alcançar sofisticação total dos produtos fabricados (TOLEDO, 1993).

De acordo com Bergami (2009), a ABNT NBR 9062:2017, norma atual de pré-fabricados, não comenta sobre o passo a passo do processo de produção dessas estruturas. Portanto, a gestão desse sistema geralmente fica por conta das empresas.

O sistema de gestão de qualidade fundamentado no modelo da NBR ISO 9000, é uma das técnicas mais utilizadas no Brasil entre as empresas do ramo da construção civil (LORDÉLO; MELHADO, 2003).

Segundo a NBR ISO 9001:2000, é dever da empresa estabelecer um sistema de gestão da qualidade, mas de acordo com os requisitos a seguir é possível otimizar o rendimento do método adotado. Portanto, a corporação deve:

- Detectar quais são os processos essenciais para o desenvolvimento do sistema de gestão da qualidade;
- Estipular qual é a ordem desse processo;
- Definir mecanismos necessários para garantir a efetividade do controle e planejamento desse processo;
- Alimentar informações para que fiquem à disposição, auxiliando na fiscalização do processo;
- Fiscalizar o processo;
- Instalar atividades, caso seja necessário, para alcançar os resultados planejados e fazer melhorias no procedimento adotado.

É dever da empresa garantir a eficácia desses processos e o controle precisa ser apontado no sistema de gestão da qualidade.

Na literatura, estudos como o de Souza (2010), apontam que com a implantação do sistema de qualidade nas empresas de pré-fabricados, foi possível verificar uma quantidade maior de peças com erros, consequência do maior rigor de inspeção, já que não existia antes. Essa aferição foi capaz de impedir que os elementos fossem para as obras com defeitos, contribuindo com a lucratividade.

Além disso, o estudo foi capaz de demonstrar que quanto mais especializada for a mão de obra, maior será o volume de produção da empresa, ou seja, maior a lucratividade. Mão de obra variável afeta negativamente a produtividade, portanto a corporação deve investir na redução da rotatividade da equipe para que as horas de treinamento sejam focadas em aperfeiçoamento de técnicas, e não de treinamento básico, aperfeiçoando a qualidade do sistema de cada etapa de produção (SOUZA, 2010).

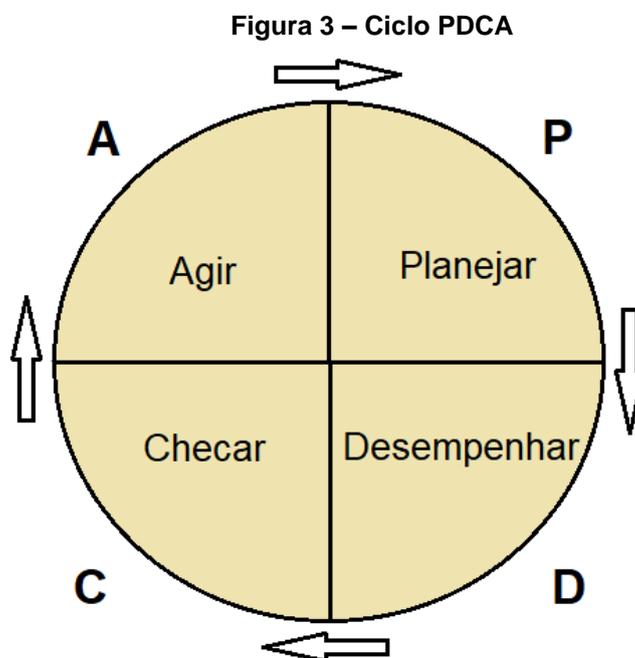
2.6 Ciclo PDCA

De acordo com Lobo (2010), o ciclo PDCA é um sistema que auxilia na gestão e tomada de decisões inteligentes para que haja a conquista dos objetivos que foram planejados anteriormente. Além disso, auxilia na sugestão de melhorias e evoluções do método, pois é capaz de apontar possíveis erros e falhas no processo aplicado.

Segundo Mattos (2010), esse método é muito utilizado na construção civil, por ter muitas variáveis envolvidas no processo, como mão de obra, interferências, retrabalho, perdas e oscilação da produtividade. Por esse motivo, é importante que o planejamento e controle andem juntos.

De acordo com o ciclo PDCA, o trabalho de planejar e controlar precisa ser feito com frequência ao longo do serviço. O planejamento inicial não terá êxito se não for atualizado periodicamente, ou seja, apenas planejar não é o suficiente, é necessário que haja a inspeção do processo (MATTOS, 2010).

Conforme a NBR ISO 9001:2000, o ciclo PDCA é composto por quatro etapas, conforme a Figura 3:



Fonte: Adaptado de Mattos (2010, p. 37)

No ciclo PDCA tem-se as seguintes etapas:

- *Plan* (planejar): essa etapa tem como objetivo determinar quais são as metas e procedimentos necessários para que os resultados estejam de acordo com as solicitações do cliente e a política de organização;
- *Do* (fazer): instalar e concretizar os processos;
- *Check* (checar): fiscalizar se os processos e peças estão de acordo com às políticas e os objetivos e descrever os resultados;
- *Act* (agir): realizar ações para que haja melhorias no funcionamento do processo.

Um estudo feito por Yokota, Shimizu e Brito (2016), admitiu a eficiência desse método implantado em uma indústria fabril, pois o número de reclamações de clientes diminuiu consideravelmente. Os funcionários não tinham percepção sobre a qualidade dos produtos, então o sistema PDCA foi implantado com objetivo de aferir a eficiência das ferramentas de qualidade que já existiam na empresa em questão.

O resultado dessa inserção mostra que a visão dos colaboradores a respeito da qualidade mudou, reconheceram a importância dessa ferramenta no setor produtivo pois, quando aplicada, ajudou na melhoria do processo e da qualificação dos produtos fabricados. Além disso, os funcionários começaram a ter iniciativa em realizar as atividades com mais eficácia, buscando a melhoria dos artefatos (YOKOTA; SHIMIZU; BRITO, 2016).

Então, com o trabalho citado acima, fica visível a evolução da qualidade do processo de fabricação quando implantado o método do ciclo PDCA, já que houve melhorias nas mercadorias e, ainda, a consciência dos empregados sobre a importância do controle de qualidade.

2.7 Metodologia 5S

A metodologia 5S serve para auxiliar na reorganização de empresas e indústrias, contribuindo com a identificação de materiais, descartando materiais que não possui mais utilidade, aprimorando o ambiente de trabalho e a qualidade de vida dos funcionários envolvidos (THOMAZ, 2015).

De acordo Thomaz (2015), esse sistema é empregado nas empresas e indústrias com objetivo de combater possíveis perdas e retrabalhos, para isso é

necessário reeducar os trabalhadores para que esse método de aperfeiçoamento da qualidade funcione. A nomenclatura 5S representa as cinco iniciais de palavras japonesas: *Seiri*, *Seiton*, *Seison*, *Seiketsu* e *Shitsuke*, sendo:

- *Seiri* (senso de organização): o objetivo desse senso é distinguir quais são os materiais necessários para os trabalhos, descartando todo o material desnecessário. Dessa forma há a otimização do espaço.
- *Seiton* (senso de arrumação): organizar, identificar e realocar os materiais que são utilizados no trabalho para que encontre facilmente quando precisar, sem que haja perda de tempo durante sua procura.
- *Seiso* (senso de limpeza): consiste em manter o ambiente de trabalho limpo, estimulando a limpeza diária, oferecendo os materiais necessários para os funcionários.
- *Seiketsu* (senso de normalização – standard): esse senso tem como objetivo estipular datas para que a limpeza e a manutenção sejam regulares e programadas, padronizando toda a organização.
- *Shitsuke* (senso da autodisciplina): o *shitsuke* é nada mais que a realização dos demais sentidos, ou seja, ter o hábito da organização, arrumação, limpeza e padronização.

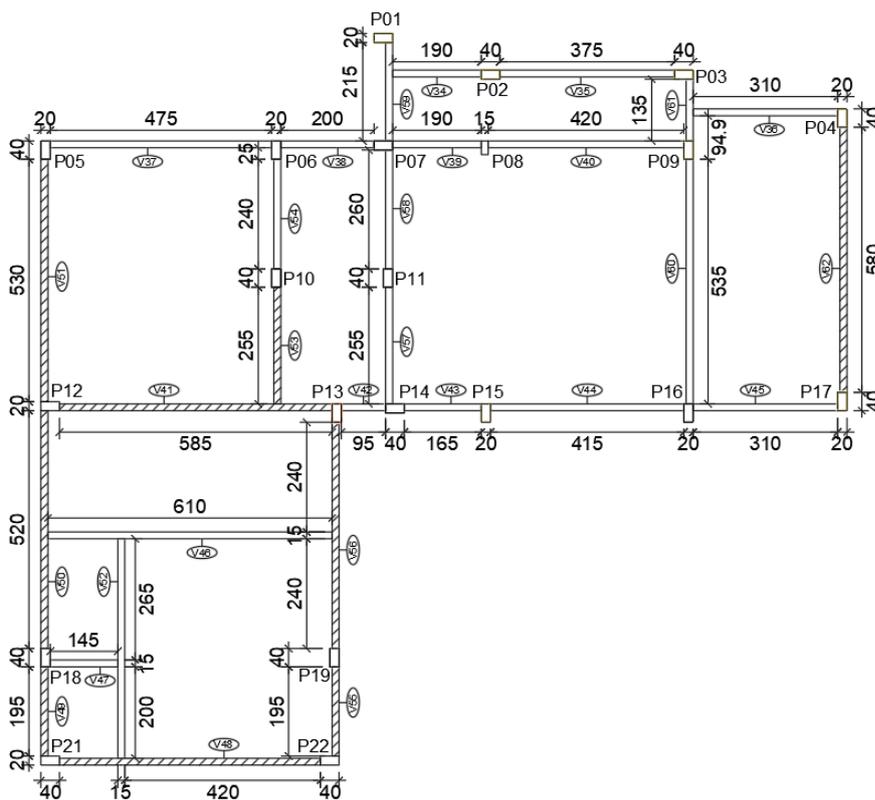
Estudo realizado em uma indústria, mostra os benefícios consequentes da implantação da metodologia 5S. Havia um medo de mudanças por grande parte dos colaboradores, o qual foi desmitificado após a iniciativa da organização e limpeza, que trouxe uma melhoria de 6% do espaço físico da fábrica. Além disso, a indústria foi considerada, pelos próprios funcionários, um excelente local para trabalhar depois dessa mudança (BENAVIDES; CASTRO, 2010).

De acordo com os autores, outra mudança significativa foi a identificação das ferramentas, que resultou na redução do tempo de procura do trabalhador e, consequentemente, a produtividade geral da fábrica. Com a implantação da padronização, limpeza e organização, foi possível melhorar a aparência do local, passando maior confiabilidade e segurança, não apenas para os funcionários, mas também para os clientes que o visitam.

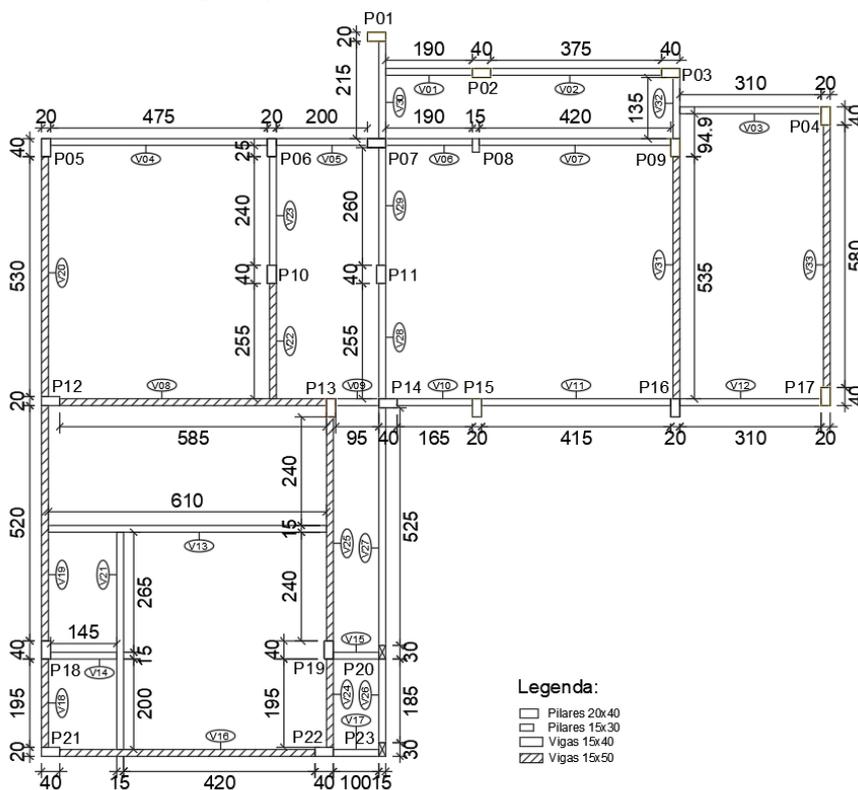
2.8 Particularidades de um projeto pré-fabricado

De acordo com Van Acker (2002), é dever dos projetistas levarem em consideração cada detalhe do projeto pré-fabricado, como suas restrições, vantagens e rotinas, antes de iniciar a produção. Além disso, é interessante que essas informações do projeto e produção sejam acessíveis a todos envolvidos, desde o cliente até o engenheiro responsável pela obra, para que a comunicação entre a equipe seja a mais eficaz possível. A Figura 4 mostra um exemplo de detalhamento de projeto para a equipe de montagem, e a Figura 5 para a produção.

Figura 4 - Exemplo de detalhamento de projeto para montagem



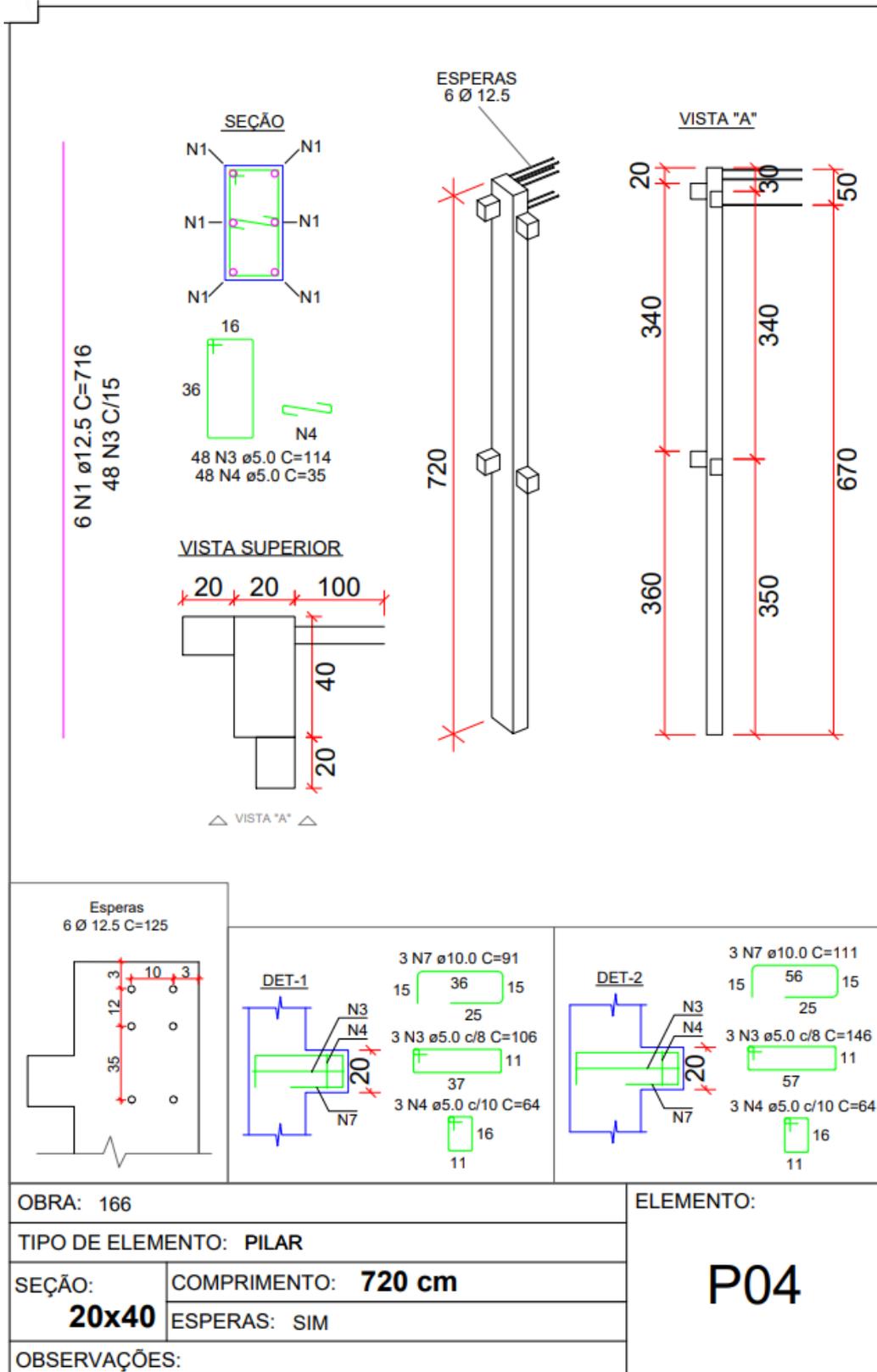
Alocação de vigas e pilares - térreo



Alocação de vigas e pilares - subsolo

Fonte: Autoria Própria (2021)

Figura 5 – Exemplo de detalhamento de peça para produção



Fonte: Autoria Própria (2021)

Van Acker (2002) ainda cita alguns tópicos que também devem ser seguidos para que haja maiores vantagens no sistema pré-fabricado, como descrito a seguir.

2.8.1 Método do projeto

É essencial que todos os engenheiros, técnicos, projetistas e demais envolvidos tenham acesso à todas as informações necessárias do projeto, assegurando que todas as fases vinculadas à obra entendam e compreendam o método de projeto adotado pela empresa de pré-fabricados, principalmente a etapa de execução e montagem, para evitar retrabalhos e desperdícios, já que muitos engenheiros podem não estar habituados com a forma que a empresa detalha os projetos (VAN ACKER, 2002).

2.8.2 Padronização

Deve-se padronizar os processos de projetos e os procedimentos da fabricação e montagem, ou seja, criar uma metodologia específica para que seja seguida dentro da empresa, pois quando é desenvolvido um processo padrão para cada etapa, todos os colaboradores executam da mesma forma, adquirem mais experiência e entendem o processo do início ao fim. Dessa forma, a empresa terá menores gastos, maior qualidade, confiabilidade e redução no tempo de execução da obra (VAN ACKER, 2002).

2.8.3 Detalhes do projeto

Para que haja um excelente projeto de uma estrutura pré-fabricada, ele deve ser o mais transparente e descomplicado possível, ou seja, de fácil compreensão para que qualquer trabalhador envolvido consiga entender o que deseja ser passado. Evita-se detalhes muito complicados (VAN ACKER, 2002).

Os desenhos técnicos devem conter as dimensões e posições das peças pré-fabricadas, bem como as armaduras, possíveis insertos, furos ou qualquer outra particularidade, como mostrado na Figura 3. Deve haver vistas do elemento tanto para a produção, como para a montagem da estrutura (NBR 9062:2017).

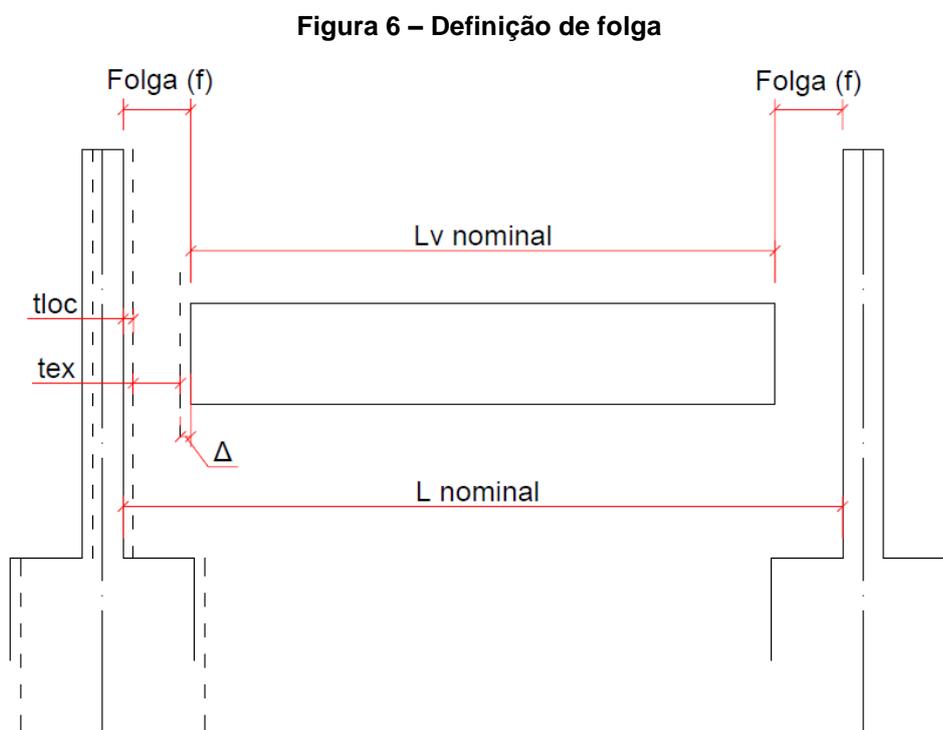
Além disso, a norma ainda cita a necessidade de especificação no projeto dos tipos de aços e suas respectivas dimensões, bitolas, quantidades, solda e

emenda; cobertura da armadura; qualquer detalhe que será executado depois da concretagem da peça; peso e volume do elemento; posição de ancoragem para içamento; cuidados especiais durante transporte e montagem; entre outros.

2.8.4 Tolerâncias dimensionais

As dimensões das peças pré-fabricadas que são executadas não são idênticas as dimensões em obra. Porém, essas variações são previstas em projeto, pois é levado em consideração a absorção nas ligações entre dois elementos, aparelhos de apoio, curvaturas e tolerância de movimentação. Por esse motivo, sempre se busca trabalhar com uma margem de dimensões (VAN ACKER, 2002).

De acordo com a NBR 9062 (2017), essa margem, também chamada de folga, pode ser entendida como a diferença entre a distância livre no projeto para a colocação de um elemento e a distância do elemento em si, conforme a Figura 6:



Fonte: NBR 9062 (ABNT, 2017)

Onde:

f : folga;

t_{ex} : tolerância de execução;

t_{loc} : tolerância de locação;

L_v nominal: comprimento nominal de projeto do elemento;

L nominal: distância nominal livre de projeto;

Δ : variação volumétrica.

Essa diferença mostrada na figura é considerada em projeto e deve obedecer às particularidades da fabricação e montagem.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para a elaboração deste trabalho, o delineamento escolhido foi o estudo de caso, uma abordagem bastante usada na área da construção civil. Como metodologia para a coleta de dados, foi optado a pesquisa de campo, utilizando a ficha de verificação de serviço como ferramenta.

3.1 Caracterização da metodologia da pesquisa

Para a elaboração do presente trabalho, o método de pesquisa escolhido foi o estudo de caso, que é uma definição empírica de casos singulares que são embasados por grande diversidade de informações (CAUCHICK-MIGUEL; ZOMER; DRESCH, 2019). Além disso, essa modalidade requer intenso estudo dos casos, para que tenha um vasto entendimento do assunto em questão (GIL, 2019).

Segundo Yin (2015), indagações de “como?” ou “por que?” são convenientes para estudos de caso. Portanto, algumas questões podem ser identificadas para este trabalho: por que há falhas no processo de produção de elementos pré-fabricados? Em qual processo está o erro e como ele acontece? Quais melhorias podem ser implantadas para melhorar o processo de produção como um todo?

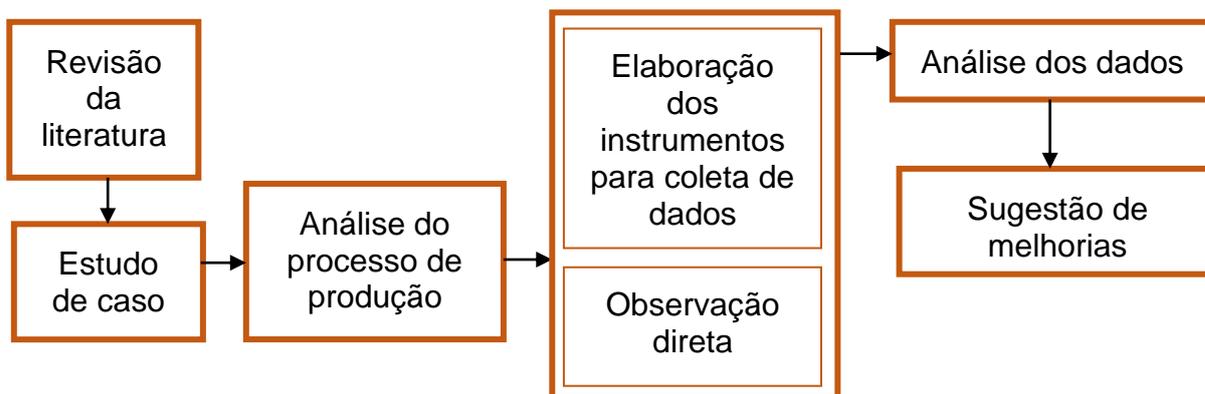
Ainda, para que o estudo de caso seja efetivo, este necessita de diferentes fontes de evidência e várias formas de alcançar os dados. Para isso, é preciso que o pesquisador em campo esteja sempre presente (GIL, 2019).

Em relação a coleta de dados, o critério escolhido foi a pesquisa de campo, em que a coleta de dados ocorre no próprio local de estudo. Tem-se como finalidade levantar as informações e criar uma solução para o problema (MARCONI; LAKATOS, 2021).

3.2 Etapas metodológicas

A Figura 7 apresenta uma sequência das etapas que foram seguidas para realização deste trabalho.

Figura 7 – Fluxograma das etapas metodológicas



Fonte: Autoria Própria (2021)

Após a revisão da literatura, cada uma das etapas do fluxograma é explanada a seguir.

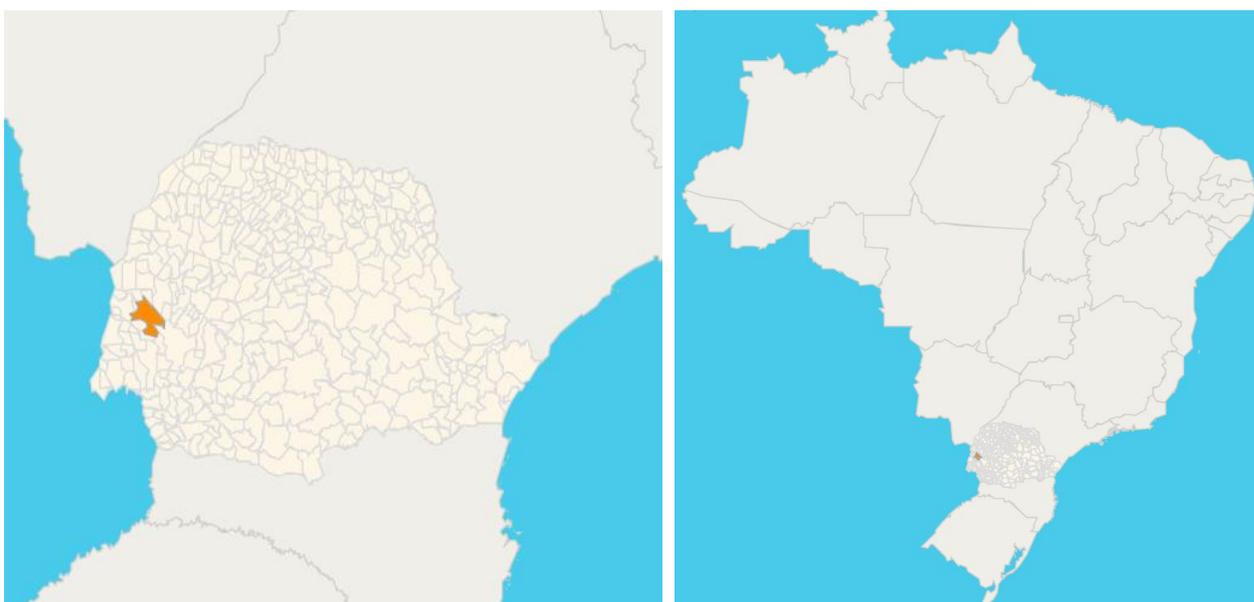
3.3 Descrição da indústria do estudo de caso

O estudo de caso do presente trabalho aconteceu na cidade de Toledo, no oeste do Paraná (Figura 8), em uma indústria de peças pré-fabricadas de concreto armado.

Figura 8 – Localização da cidade de Toledo: (a) No Paraná; (b) No Brasil

(a)

(b)



Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2022)

A empresa em questão está no mercado desde 2015 e é responsável por elaborar, produzir e instalar toda a estrutura dos projetos, de acordo com a necessidade de cada cliente. A Figura 9 apresenta uma vista superior da indústria.

Figura 9 – Terreno da indústria de pré-fabricados



Fonte: Google Earth (2021)

A empresa trabalha com vários tipos de obras, como barracão simples, barracão com mezanino, residencial de um até cinco pavimentos e salão comercial. Além disso, os elementos de fabricação são: pilares, vigas, vigotas, lance de escadas, terças, tesouras e painéis de vedação.

3.4 Análise do processo de produção

Os tipos de obras estudados neste trabalho foram residenciais de um a cinco pavimentos. A análise do processo de produção se fez necessária para o desenvolvimento de instrumentos para a coleta de dados do procedimento. Foram acompanhadas as seguintes etapas:

- a) Recebimento de matérias primas: os pedidos de matérias primas são feitos conforme seus usos, ou seja, os próprios funcionários observam que o material está acabando, método que pode ser ineficaz;

- b) Cronograma de armação: é um cronograma atualizado diariamente pelo engenheiro responsável pela produção, importante para que os armadores saibam qual a ordem de prioridade de execução. Nele, contém a data que foi passado para os armadores, a data que é para entregar as armações prontas, o número da obra, e a identificação da peça com suas características principais, como comprimento, largura e altura;
- c) Armação: se refere a atividade de corte, dobra e soldagem das barras de aço para confecção dos elementos, como vigas e pilares (Figura 10). Para que essa atividade seja concluída com sucesso, os armadores devem ler e seguir fielmente o projeto de cada peça;

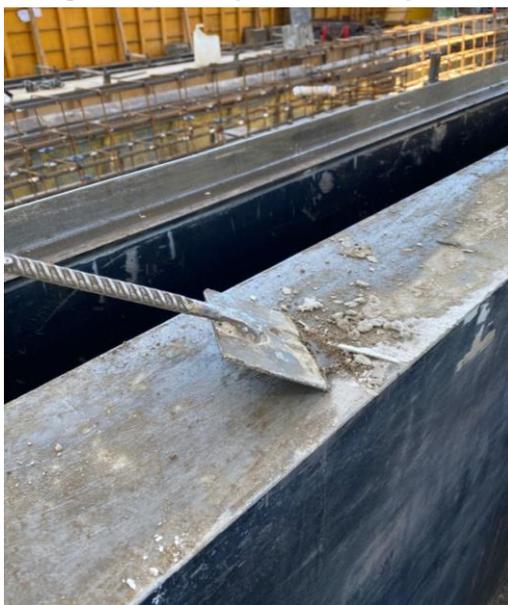
Figura 10 – Processo de armação



Fonte: Autoria Própria (2021)

- d) Limpeza das fôrmas: limpeza realizada com o objetivo de retirar qualquer impregnação do concreto existente da concretagem anterior (Figura 11);

Figura 11 – Limpeza com raspador



Fonte: Aatoria Própria (2021)

- e) Aplicação de desmoldante: atividade que tem como objetivo facilitar a retirada dos elementos de concreto das fôrmas, realizada com auxílio de um pulverizador costal;
- f) Fechamento de fôrmas: é a última etapa antes da concretagem, deve-se verificar o projeto da peça para conferir a seção, comprimento, insertos, e entre outras peculiaridades de cada peça (Figura 12);

Figura 12 – Fôrma fechada



Fonte: Autoria Própria (2021)

- g) Concretagem: o concreto semi auto adensável, utilizado para essa etapa, é usinado e terceirizado. A concretagem de cada peça é feita com auxílio de uma tulha de ferro (Figura 13) adaptada para esse fim;

Figura 13 – Concretagem

Fonte: Autoria Própria (2021)

- h) Desfôrma: como é utilizado aditivo superplastificante no traço do concreto, o tempo necessário de hidratação no verão é de apenas 12 horas, sendo possível retirar a peça com segurança após esse intervalo. Depois de abrir as fôrmas, o processo de içamento é feito com auxílio da ponte rolante;
- i) Acabamento: é necessário executar esse processo caso haja alguma anormalidade na peça após a desfôrma da mesma;
- j) Estocagem: o estoque das peças geralmente ocorre em montes separados por tipo de material ou obra, tendo uma limitação de quantidade de peças que podem ser empilhadas (Figura 14);

Figura 14 – Estoque de peças empilhadas



Fonte: Autoria Própria (2021)

Para fazer a análise do processo de produção foram desenvolvidos alguns instrumentos, como descrito a seguir.

3.4.1 Elaboração dos instrumentos para coleta de dados

Segundo Souza e Abiko (1997), é de extrema importância fazer a checagem das tarefas que foram feitas ou que estão em execução, para garantir um bom andamento da produção e evitar que ocorra problemas nas etapas seguintes. A forma que será feita a checagem deve estar clara para todos os funcionários envolvidos, de modo a desenvolver um padrão, ou seja, todos utilizarem os mesmos critérios para verificar a qualidade dos produtos. Uma das opções para adotar essa padronização, é a adoção de checklists de verificação de serviço.

Para a elaboração da coleta de dados foram feitas fichas de verificação de serviço (FVS) para as seguintes etapas: armação, concretagem e acabamento, as quais se encontram nos Apêndices A, B e C, respectivamente.

Em cada etapa do processo de fabricação (armação, concretagem e acabamento) foi preenchido uma FVS para cada peça, ou seja, três FVS para cada elemento produzido, as quais podem ser encontradas no Apêndice A, B e C.

3.4.2 Observação direta

Para entender o processo de produção, foi utilizada a observação direta como técnica de coleta de dados. De acordo com Marconi e Lakatos (2021), a observação direta consiste em levantar as informações no próprio lugar onde os fatos acontecem, coletadas pelo próprio pesquisador, fazendo o uso dos sentidos para compreensão de alguns pontos.

As medições do atual trabalho foram realizadas na indústria, em um período de três meses, com acompanhamento de no mínimo três vezes por semana, pois dependia da disponibilidade da autora para realização do mesmo.

3.5 Análise dos dados

Com os dados coletados por meio das FVS, a análise dos dados foi realizada de duas formas:

- a) Análise descritiva: com auxílio de gráficos e tabelas, esse tipo de análise permite que o autor consiga obter as características dos dados descritos e detalhados, permitindo organizar e resumir os pontos mais importantes do estudo realizado (REIS; REIS, 2002). Para a realização do presente trabalho, foi efetuada uma descrição das etapas da produção, identificando suas respectivas dificuldades e falhas nos processos;
- b) Análise quantitativa: este tipo de análise apresenta de forma numérica as falhas no processo executivo, destacando as que mais apresentaram problemas.

Os resultados dos dados coletados pelo método da observação direta, com auxílio do preenchimento das fichas de verificação de serviço, foram analisados com objetivo de identificar as falhas durante os processos e a frequência em que elas ocorrem.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo são apresentados os resultados obtidos por meio da metodologia apresentada no Capítulo 3. Inicialmente é apresentada uma descrição das obras acompanhadas. Em seguida, são apresentadas as falhas constatadas nas etapas acompanhadas e, por fim, sugestões de melhorias no processo de fabricação dos elementos pré-fabricados.

4.1 Descrição das obras acompanhadas

O acompanhamento do processo de produção das peças pré-fabricadas aconteceu durante fevereiro, março e abril de 2022. Durante esse período, três obras residenciais estavam sendo fabricadas, as quais são identificadas por códigos de obra: 154, 164 e 166. A empresa em questão é responsável pelo projeto, produção e montagem das peças estruturais (Tabela 1).

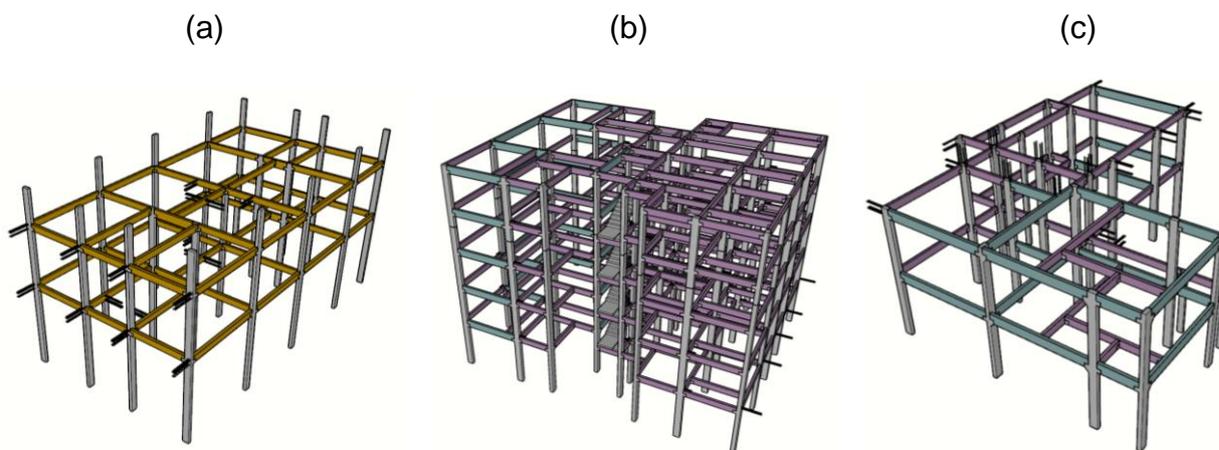
Tabela 1 – Características das obras produzidas

Código	Finalidade	Número de pavimentos	Área total (m²)	Elementos fabricados	Seção (cm)	Comprimento (cm)
154	Residencial	2	283,00	19 pilares	15 x 30	740 a 900
				56 vigas	15 x 30	140 a 430
164	Comercial	5	1499,70	31 pilares	23 x 40	1540 a 1690
				285 vigas	15 x 40	105 a 585
					15 x 50	
166	Residencial	2	336,92	23 pilares	15 x 30	386 a 736
					20 x 40	
				62 vigas	15 x 40	95 a 610
					15 x 50	

Fonte: Autoria Própria (2022)

A Figura 15 apresenta uma imagem das três obras analisadas.

Figura 15 – Obras analisadas: (a) Obra 154; (b) Obra 164; (c) Obra 166



Fonte: Aatoria Própria (2022)

Com relação a complexidade, de acordo com os critérios da empresa, as obras são classificadas como:

- a) Obra 154: média dificuldade, pois cada elemento possui uma particularidade diferente, como por exemplo: esperas em alguns pilares para futuro beiral em laje que será realizado in loco; consolos que precisam ser feitos após saque da peça, por conta da limitação das fôrmas; consolos com comprimentos diferentes;
- b) Obra 164: alta dificuldade, pois cada peça apresentou características particulares, como a quantidade e posição dos consolos, a necessidade ou não de esperas, armação específica, comprimento total e seções diferentes das vigas; colocação de esperas dos consolos para serem feitos após saque da peça, uma vez que a fôrma metálica tem limitações quanto a posição e comprimento dos mesmos, bem como os arranques para executar a marquise in loco; os pilares necessitam de armaduras e chapas específicas, pois seriam emendados com solda posteriormente na montagem;
- c) Obra 166: média dificuldade, pois em alguns pilares, foi necessário fazer consolos após o saque da peça, o qual requer esperas no local exato, bem como os arranques para os beirais que serão realizados in loco. Além disso, precisou concretar algumas vigas com chapa nas suas extremidades, exigência de projeto, com objetivo de tornar uma ligação

semi-rígida. O projeto conta com mais singularidades, como variação dos comprimentos, armações, posições dos insertos e consolos e seções.

4.2 Resultados dos levantamentos de cada etapa de produção

O processo de fabricação dos elementos foi separado em três etapas: armação, fechamento de fôrmas/concretagem e acabamentos/retrabalhos, cujos resultados são apresentados a seguir.

4.2.1 Armação

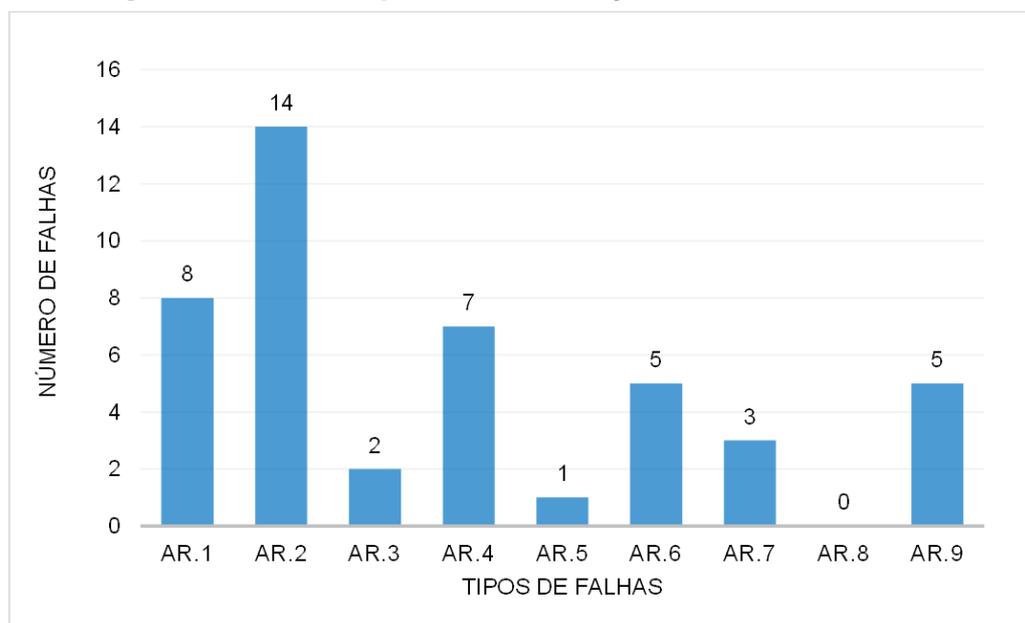
As inspeções foram realizadas com ajuda das Fichas de Verificação de Serviço, durante os meses de fevereiro, março e abril. As falhas da produção na etapa de armação e seus respectivos códigos estão apresentados no Quadro 1.

Quadro 1 – Incorreções na etapa de armação

Código	Descrição das incorreções
AR.1	Comprimento inadequado da armadura
AR.2	Falta de esperas/esperas amarradas no local errado
AR.3	Falta de consolo/consolo amarrado no local errado
AR.4	Espaçamento/posição dos estribos inconforme
AR.5	Uso de prancha de outra armadura
AR.6	Posição da barra inconforme
AR.7	Falta de gancho de içamento/gancho no local errado
AR.8	Emenda de armadura inconforme
AR.9	Bitola das barras inconforme

Fonte: Autoria Própria (2022)

Algumas incorreções não estavam previstas na Ficha de Verificação de Serviço, por isso foram adicionadas posteriormente. As recorrências dos três meses de inspeção estão dispostas no gráfico da Figura 16.

Figura 16 – Falhas no processo de armação durante os três meses

Fonte: Autoria Própria (2022)

Durante os três meses, foram constatados 45 erros no processo de armação. A inconformidade nas esperas foi o mais presente. As esperas podem ser utilizadas para dar continuidade na construção *in loco*, para tornar uma ligação semi-rígida ou para fazer consolos na peça depois de retirar a peça da fôrma, por conta de suas limitações.

Neste último caso, se as esperas forem concretadas no local errado, prejudicará diretamente a equipe de acabamentos/retrabalhos, responsável por fazer o consolo fora da fôrma (Figura 17).

Figura 17 – Esperas concretadas no local errado



Fonte: Autoria Própria (2022)

Como pode-se observar, há necessidade de as esperas serem concretadas exatamente no local que o projeto solicita o consolo, caso contrário não tem como utilizá-las, precisando pinar os vergalhões, o que aumenta o tempo de trabalho e diminui a segurança.

Na Figura 17 é possível perceber que os dois vergalhões superiores estão fora do limite desenhado a lápis, resultado da falha AR.2, quando as esperas são amarradas e, posteriormente, concretadas na distância errada. Essa marcação a lápis mostra onde é o consolo e, por causa dessa falha, foi necessário fazer a pinagem de outros dois vergalhões para completar a armadura do consolo.

Em seguida, o comprimento inadequado da armadura (Figura 18) aparece com oito recorrências, o que indica falta de atenção do armador no momento de montagem da peça. Erros como esse também foram constatados em AR.3 (Falta de consolo/consolo amarrado no local errado), AR.5 (uso de prancha de outra armadura, ou seja, uso do detalhamento errado do elemento a ser executado) e AR.7 (Falta de gancho de içamento/gancho no local errado), já que todas essas especificações estão na prancha de cada elemento.

Figura 18 – Comprimento inadequado das barras



Fonte: Autoria Própria (2022)

Na imagem da Figura 18 é visível a inconformidade no comprimento das barras longitudinais, podendo ser observada pela linha do esquadro. Esse tipo de situação afeta diretamente a equipe de fechamento de fôrma/concretagem pois, dessa maneira, é necessário cortar a armadura para a peça ficar do tamanho exato que o projeto exige.

O espaçamento/posição inadequada dos estribos apareceu sete vezes durante as medições, mesmo sendo uma informação que consta no projeto de cada peça (Figura 5).

O uso de bitola inadequada das barras apresentou cinco ocorrências, bem como sua posição. O erro (AR.9) se repetiu em cinco vigas idênticas, as quais foram armadas com as barras longitudinais de bitola menor do que solicitava o projeto, por um funcionário novo que estava em fase de treinamento.

4.2.2 Fechamento de fôrmas/concretagem

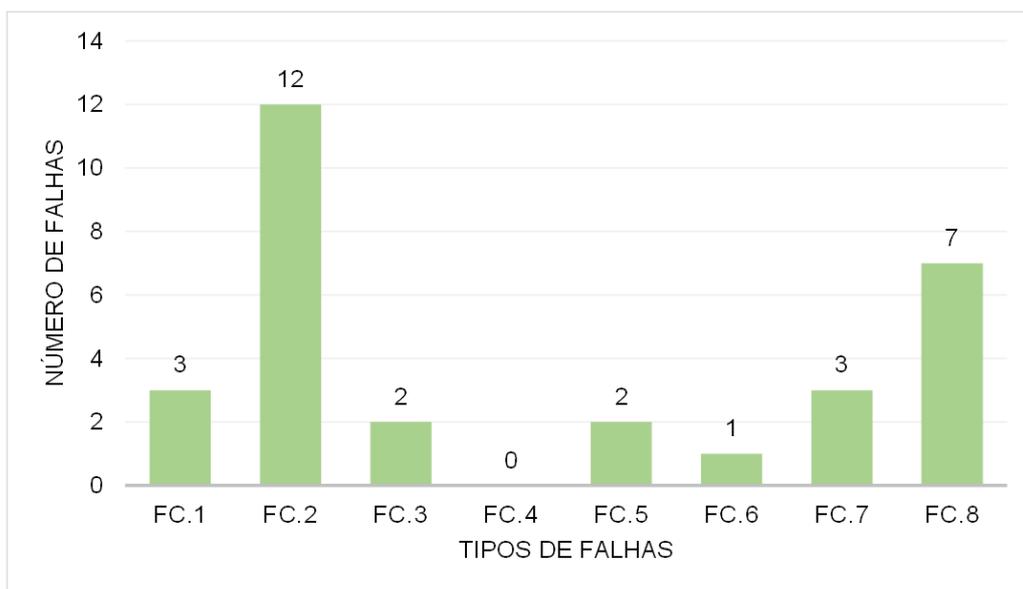
No Quadro 2 estão relacionadas as falhas na etapa de fechamento de fôrmas/concretagem e seus respectivos códigos.

Quadro 2 – Incorreções na etapa de fechamento de fôrmas/concretagem

Código	Descrição das incorreções
FC.1	Falta de pino ou foi concretado
FC.2	Falta de espaçadores na armadura
FC.3	Pilar montado ao contrário
FC.4	Limitador fora do esquadro
FC.5	Junta fria
FC.6	Falta de insertos/local errado
FC.7	Consolo na medida/local inconforme
FC.8	Comprimento total da peça inconforme

Fonte: Autoria Própria (2022)

A etapa de fechamento de fôrmas/concretagem apresentou 30 inconformidades ao longo dos três meses de acompanhamento, como mostra o gráfico da Figura 19.

Figura 19 – Falhas no processo de fechamento de fôrmas/concretagem durante os três meses

Fonte: Autoria Própria (2022)

A falha FC.2, referente a falta de espaçadores na armadura, foi o mais recorrente (Figura 20).

Figura 20 – Consequência da falta de espaçadores



Fonte: Autoria Própria (2022)

Os espaçadores são importantes para garantir a cobertura de concreto necessária e, quando não utilizados, trazem consequências como armadura exposta, como pode ser visualizado na Figura 20, resultando em corrosão. Além disso, pode ocasionar marcas da armação no elemento, prejudicando sua aparência.

Em seguida, com sete incidentes, foi constatada a falha FC.8 (Comprimento total da peça inconforme) e a FC.7 (Consolo na medida/local inconforme). Vale destacar que as medidas reais devem ser exatas, pois há uma folga de apenas 1cm em projeto para as vigas, diferente dos pilares, os quais não possuem essa folga.

A Figura 21 apresenta um caso em que a peça foi concretada com o consolo na distância errada.

Figura 21 – Viga com consolo na medida errada



Fonte: Autoria Própria (2022)

Na montagem é possível constatar a importância da precisão do consolo. Na Figura 21 o consolo destacado está um pouco deslocado, causando o desalinhamento na viga central.

Na empresa em questão, é utilizado o sistema de pinos metálicos com objetivo de deixar um furo para a junção do dente gerber da viga com o consolo do pilar. Para isso, é necessário sempre passar desmoldante no pino, colocá-lo no lugar adequado e concretar juntamente com a peça.

Algumas horas após a concretagem (varia de acordo com o clima e temperatura) é necessário retirar esse pino metálico, de modo a deixar o furo. Vale ressaltar a importância de retirar os pinos no momento ideal, pois se o deixar por muitas horas, o mesmo não sairá mais, ficando concretado juntamente com a peça, precisando ser rompido posteriormente.

A falta de pino ou o fato dele ter sido concretado (FC.1) foi constatado três vezes durante as medições efetuadas (Figura 22).

Figura 22 – Sistema de pinos metálicos

Fonte: Autoria Própria (2022)

Caso a peça seja concretada sem o pino, ou esquecer de retirá-lo, a equipe de acabamentos/retrabalhos terá que furar o local da peça com auxílio de uma furadeira, gerando um retrabalho. Entretanto, a perfuração não fica da espessura padrão, causando trincas nas peças, além de danificar a estética do elemento, podendo ser necessário, nesses casos, cortar todo o consolo e refazê-lo.

Além disso, a espessura do pino metálico é de 12mm e, na hora da montagem, os montadores utilizam vergalhão de 16mm, forçando o mesmo a entrar no furo deixado pelo pino. Esse método adotado para fazer a ligação do consolo com a viga, pode causar trincas e comprometer a estrutura.

Em seguida, com a mesma quantidade de ocorrências está o FC.3 (Pilar montado ao contrário) e FC.5 (Junta fria). Em relação ao FC.3, os consolos das fôrmas de pilares são levemente trapezoidais, com objetivo de evitar fissuras (Figura 23).

Figura 23 – Formato dos consolos nas fôrmas de pilares



Fonte: Aatoria Própria (2022)

Essa face inclinada deve estar sempre voltada para a base do pilar, visando o encaixe das vigas na parte de cima, a qual é ortogonal (Figura 24).

Figura 24 – Face inclinada do consolo



Fonte: Aatoria Própria (2022)

Porém, duas peças foram concretadas com a face inclinada do consolo ao contrário (FC.3), sendo necessário lixar até tornar-se ortogonal.

Em relação a junta fria (FC.5), vale destacar que a concretagem é feita com concreto usinado de empresa terceirizada, com pedido mínimo de 3m³. Essa

limitação pode ser prejudicial se o cálculo do volume de concreto diário for feito errado, pois no caso de faltar concreto, só tem como completar o restante no próximo dia, gerando uma junta fria, que danifica a estética da peça e pode comprometer a sua resistência (Figura 25).

Figura 25 – Viga com junta fria



Fonte: Autoria Própria (2022)

Portanto, a falha FC.5 refere-se a essas peças que são concretadas em dois tempos diferentes, sendo necessário realizar acabamento com lixa e argamassa.

Por último, sendo constatada apenas uma vez, está a falta de insertos ou colocação deles em local errado (FC.6). Muitas vezes, é necessário fazer a concretagem dos elementos com insertos, como chapas ou canos, como exemplo mostrado na Figura 26.

Figura 26 – Pilar com chapas metálicas



Fonte: Autoria Própria (2022)

Esse tipo de alternativa pode ser utilizada para uma continuação em estrutura metálica, tornar uma ligação semi-rígida, passagem de tubulações e entre outras aplicações de acordo com a necessidade do projeto (Figura 27).

Figura 27 – Viga com chapa metálica



Fonte: Autoria Própria (2022)

Entretanto, o FC.6 corresponde a localização errada ou a falta desses acessórios nas peças.

Vale ressaltar que todas as ocorrências apresentadas anteriormente, nas Figuras 16 e 19, correspondem às peças que tiveram seus erros sanados nas

etapas de armação e fechamento de fôrma/concretagem, antes da concretagem da mesma, evitando futuros retrabalhos.

4.2.3 Acabamentos/retrabalhos

Esta etapa é o último processo antes da estocagem das peças, onde as mesmas já estão concretadas. Portanto, é nesse momento que são realizados os acabamentos e consertados os erros que não foram sanados nos processos anteriores.

A equipe é responsável não somente pela estética dos produtos, mas também por toda tarefa que for necessário realizar nos elementos para que fiquem de acordo com o projeto antes de irem para a obra. No Quadro 3 estão descritas todas as possíveis falhas nessa fase.

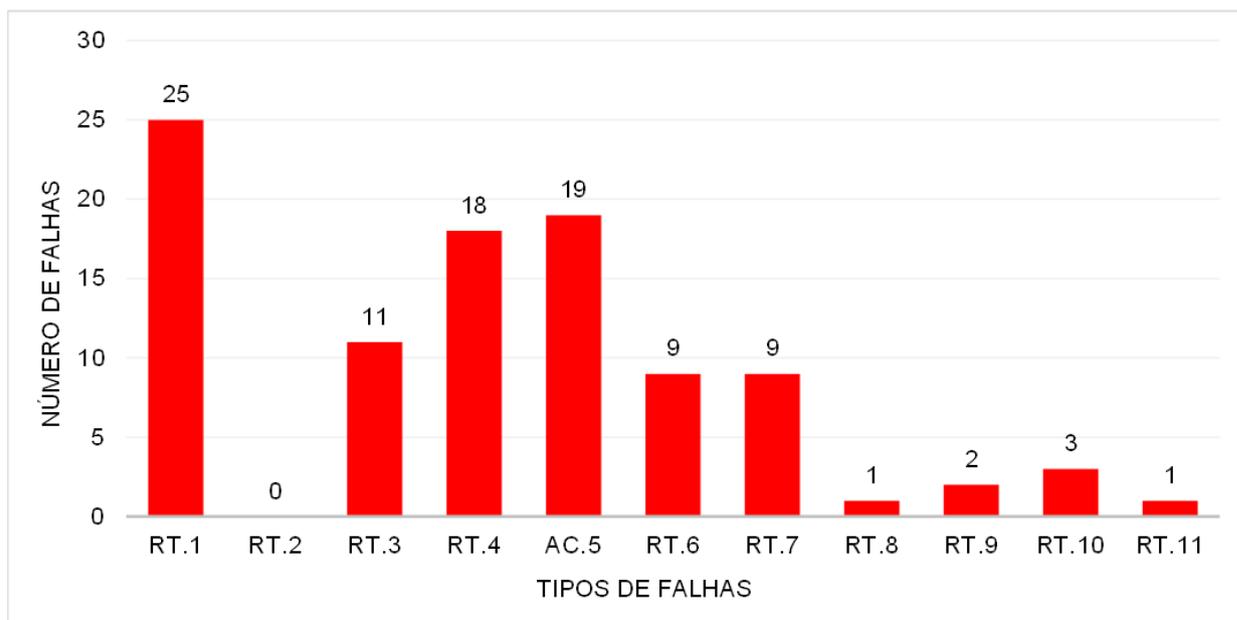
Quadro 3 – Incorreções na etapa de acabamentos/retrabalhos

Código	Descrição das incorreções
RT.1	Fazer acabamento com argamassa e/ou lixas
RT.2	Furar no local dos pinos
RT.3	Passar uma cobertura de massa
RT.4	Desbastar com rebolo diamantado
AC.5	Consolo fora: romper o concreto, dobrar as esperas e concretar o consolo
RT.6	Refazer consolo: romper o concreto, cortar as armaduras, pinar as novas armaduras no local correto com auxílio do chumbador químico e concretar o consolo
RT.7	Pinar consolo
RT.8	Cortar peça
RT.9	Pinar gancho de içamento
RT.10	Lixar o local até alcançar a perpendicularidade (para pequenos ajustes)
RT.11	Peça sem conserto

Fonte: Aatoria Própria (2022)

Durante os três meses de acompanhamento, aconteceram 98 ocorrências nesta etapa, como mostra o gráfico da Figura 28.

Figura 28 – Falhas no processo de acabamentos/retrabalhos durante os três meses



Fonte: Autoria Própria (2022)

Os códigos que iniciam com “RT”, referem-se a retrabalhos que precisaram ser feitos por consequência de algum erro cometido durante os processos de armação ou fechamento de fôrma/concretagem. Diferente do AC.5, o qual é realizado durante a etapa de acabamentos, mas não é considerado um retrabalho ou erro, já que desde o processo de projeto está prevista essa necessidade, por limitações das fôrmas metálicas.

Em primeiro lugar, com 25 ocorrências, está o acabamento com argamassa ou lixa, pois é indispensável em situações quando a peça está suja (Figura 29 a), com marcas da fôrma (Figura 29 b) ou com bolhas (Figura 29 c).

Figura 29 – Falhas na etapa de acabamento: (a) Peça suja; (b) Peça com marcas da fôrma; (c) Peça com bolha

(a)

(b)

(c)



Fonte: Autoria Própria (2022)

Em seguida, com 19 ocorrências, está o AC.5 (Consolo fora: romper o concreto, dobrar as esperas e concretar o consolo). Como pode-se observar, o quadrado desenhado à lápis na Figura 30 é a marcação de onde deve ser feito o consolo, onde as esperas devem ser concretadas. Em seguida é necessário apenas dobrar as barras para que fiquem perpendiculares à face da peça, fazer a armação do consolo e concretar.

Figura 30 – Esperas para consolo fora do local especificado



Fonte: Autoria Própria (2022)

Quando acontece como no exemplo apresentado na Figura 30, é preciso romper uma película de concreto para encontrar as esperas que foram amarradas e concretar no local em que o projeto especifica.

Em seguida, com 18 ocorrência, foi constatada a necessidade de fazer chanfros nas arestas das peças (Figura 31) ou alinhar faces que ficaram fora do esquadro.

Figura 31 – Peça com chanfro de 45°



Fonte: Autoria Própria (2022)

O principal motivo da recorrência desse erro foi a utilização de um limitador de pilar que estava torto, ocasionando a falta de esquadro na base dos pilares. Quando percebido, os pilares foram ajustados com auxílio do rebole diamantado e o limitador recebeu devida manutenção.

Depois, foi necessário passar uma cobertura de massa, realizado quando há pequenas quebras na peça, sendo comum por conta do transporte e movimentação de peças no estoque (Figura 32).

Figura 32 – Conserto de quebra com massa

Fonte: Autoria Própria (2022)

A seguir, está o RT.6 e RT.7, com 9 ocorrências cada. O RT.6 é um retrabalho que precisa ser feito quando o consolo é concretado no local errado, precisando romper o concreto, cortar sua armadura, pinar os novos vergalhões no local correto para armar novamente e, por último, concretar na distância de acordo com o projeto.

O RT.7 é feito em situações que a peça não foi concretada com as esperas para a realização do consolo fora da fôrma, quando deveria ter. Nesse caso, é preciso pinar o consolo, utilizando chumbador químico. O processo de pinagem dos vergalhões para concretagem do consolo, inicia-se com a marcação do local dos furos de acordo com o projeto, tomando cuidado em relação ao esquadro e medidas (Figura 33).

Figura 33 – Marcação do local do consolo



Fonte: Autoria Própria (2022)

Depois de realizar as marcações, é necessário fazer os furos e limpar com jato de ar, visando melhor aderência do chumbador químico (Figura 34).

Figura 34 – Limpeza nas perfurações do concreto



Fonte: Autoria Própria (2022)

Por fim, é preciso inserir as barras na perfuração com chumbador químico, fazer a amarração das armaduras e concretar utilizando o molde de consolo (Figura 35).

Figura 35 – Armadura de consolo

Fonte: Aatoria Própria (2022)

Já o erro RT.10 se apresenta com três acontecimentos, pois foram constatadas algumas peças um pouco fora do esquadro, sendo possível consertar com uma lixa até alcançar a perpendicularidade das mesmas. Em seguida, o RT.9 aparece com duas ocorrências, que são casos em que os próprios armadores esquecem de amarrar o gancho de içamento para o saque da peça, precisando ser pinados pela equipe de acabamentos/retrabalhos.

Por fim, o RT.8 e RT.11, ambos com apenas um incidente. No primeiro caso, uma peça que teve que ser cortada, pois o limitador não foi devidamente fixado no momento da concretagem, ficando fora do esquadro (Figura 36).

Figura 36 – Peça fora do esquadro

Fonte: Autoria Própria (2022)

Na imagem, a linha desenhada à lápis define onde seria o esquadro ideal da peça. O segundo caso refere-se a peças que não têm conserto, como em situações em que o concreto não atinge a resistência necessária, por exemplo.

4.3 Resultados dos levantamentos de cada mês

No tópico anterior foi apresentado os resultados das inspeções de acordo com cada etapa da produção, abordando a frequência de incorreções. Neste item será explanado o levantamento das inspeções de acordo com cada mês, voltado a quantidade de peças. Vale ressaltar que cada peça pode ter mais de uma ocorrência.

Durante o mês de fevereiro, os elementos inspecionados foram pilares, vigas e lance de escadas, sendo possível a verificação de 89 peças, sendo 31% da obra 154 e 69% da obra 164.

Ao longo do mês de março, os tipos de peças fabricadas foram pilares e vigas das obras 164 e 166, em que 74,5% dos elementos que foram produzidos são da obra 164.

Já durante o mês de abril, foram fabricados pilares e vigas das obras 164 e 166, sendo que 69% dos elementos produzidos são da obra 166.

A Tabela 2 apresenta os dados para cada mês.

Tabela 2 – Dados em cada mês

Item	Fevereiro	Março	Abril
Total de peças verificadas	89	75	101
Total de peças com falhas	63 (71%)	40 (53%)	28 (28%)
Total de peças que necessitaram de ajustes na etapa de armação	17	14	10
Total de peças que necessitaram de ajustes na etapa de fechamento de fôrmas/concretagem	5	13	10
Total de peças com falhas que puderam ser corrigidas antes da concretagem	22 (25%)	27 (36%)	20 (20%)
Total de peças que necessitaram de ajustes na etapa de acabamentos/retrabalhos	41 (46%)	13 (17%)	8 (8%)
Número de retrabalhos na etapa após a concretagem	52	15	12
Índice de retrabalho por peça	1,27	1,15	1,2

Fonte: Autoria Própria (2022)

Como pode-se observar, no mês de fevereiro, o total de peças com ocorrências de falhas foi de 71% das peças produzidas no mês. Essa quantidade foi diminuindo gradativamente nos meses de março e abril, mostrando eficácia no processo de inspeção, já que os colaboradores eram advertidos a cada falha constatada.

Da mesma forma, com a análise individual de cada etapa, ou seja, armação, fechamento de fôrmas/concretagem e acabamentos/retrabalhos, as falhas foram reduzindo ao longo dos meses analisados.

Vale destacar que as falhas antes da concretagem permitem ser corrigidas. Sendo assim, o número de peças que necessitam de ajustes após a etapa de concretagem reduziu ao longo dos meses. Isso porque a redução dos erros antes da concretagem, permitiu a redução dos erros na última etapa após as inspeções.

Desta forma, a partir das análises efetuadas, são sugeridas melhorias no processo da fábrica do estudo de caso, como descrito a seguir.

4.3.1 Soluções sugeridas nas etapas

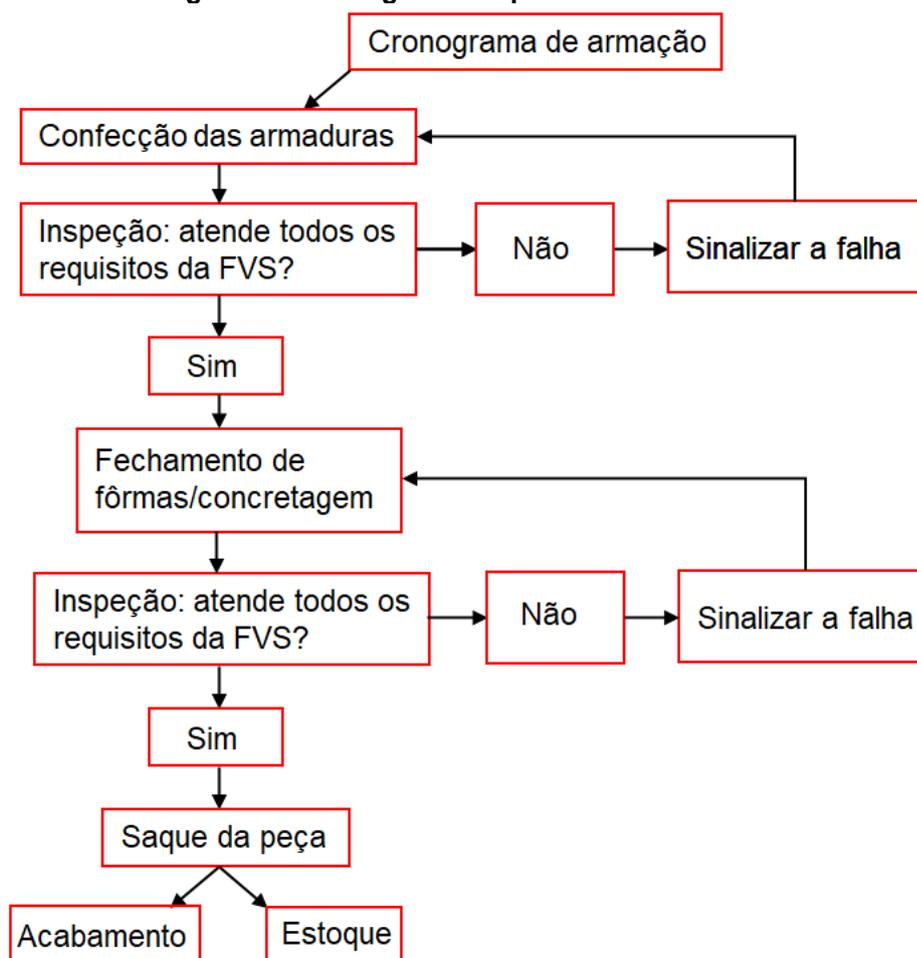
Para reduzir a frequência dessas falhas sugere-se as seguintes sugestões:

- a) Treinamento para os novos colaboradores: foi constatado que muitos erros foram ocasionados por funcionários novos ou sem experiência. Nesse treinamento focar aspectos voltados para: leitura de projetos,

procedimentos executivos das estruturas pré-fabricadas, falhas que devem ser evitadas, consequências das falhas para a obra.

- b) Benefícios aos colaboradores: definição de benefícios, como financeiro, folgas, dentre outros, caso as fichas de verificação dos serviços sob a responsabilidade de cada funcionário não constem nenhuma falha durante o mês.
- c) Recebimento do serviço: fazer o recebimento do serviço pelo encarregado, que só é realizado após a não constatação de nenhuma falha. Caso a falha seja constatada, o responsável é notificado a corrigir a falha.
- d) Procedimentos para realização dos serviços: foram desenvolvidos procedimentos detalhados de como cada etapa deve ser executada (Apêndice G). Esses procedimentos foram desenvolvidos para amenizar as falhas constatadas em algumas etapas e devem ficar expostos em local visível por todos os funcionários. Esses procedimentos devem ser conferidos pelo encarregado.
- e) Fluxograma do processo executivo: foi desenvolvido um fluxograma com as etapas para todo o processo de produção das peças para conferência e nortear a produção (Figura 37).

Figura 37 – Fluxograma do processo executivo



Fonte: Autoria Própria (2022)

As sugestões de melhorias serão apresentadas para os responsáveis pela empresa, em forma de um manual.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Mesmo que a pré-fabricação permita um rigoroso controle de qualidade, é dever da empresa garantir a eficácia desses processos. As particularidades que envolvem toda a fabricação dessas peças dificultam tal melhoria, como por exemplo a necessidade de mão de obra qualificada, detalhes dos projetos, tolerâncias dimensionais e entre outros.

O estudo realizado permitiu identificar as etapas as quais podem ser implantadas melhorias no processo de uma indústria de pré-fabricados, por meio do mapeamento da produção e desenvolvimento das fichas de verificação de serviço para cada etapa do processo, de modo a analisar as falhas existentes.

O acompanhamento de três meses durante a fabricação das obras estudadas, mostrou uma melhora significativa desde as primeiras etapas do processo, até a última. Isso porque quando a inspeção de qualidade foi implementada, com auxílio das fichas de verificação de serviço, a quantidade de falhas e retrabalhos diminuíram gradativamente.

Além disso, mostrou-se indispensável a necessidade de treinar os novos colaboradores, focando em leitura de projetos, procedimentos executivos da pré-fabricação, falhas que devem ser evitadas e suas consequências; trabalhar com metas, instigando os funcionários a terem benefícios caso a qualidade esteja em conformidade; inspeção por meio das FVS.

Ainda, durante os três meses de estudo na indústria em questão, foi possível desenvolver ferramentas e métodos executivos que impactam diretamente na qualidade dos elementos.

5.1 Sugestões para trabalhos futuros

Sugere-se para dar continuidade neste trabalho, o levantamento de dados após a implantação das melhorias propostas neste trabalho. Da mesma forma, sugere-se o mesmo levantamento de dados realizados neste trabalho, porém em outra empresa.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, D. T. M.; AGUIAR, G. D. O.; AGUIAR, P. L. O. Manifestações patológicas devido a falhas no processo produtivo de elementos pré-fabricados de concreto armado. **Atena Editora**, Ponta Grossa, v. 4, p. 1-388–416, 2019.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 9062**: projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado. Rio de Janeiro: ABNT, 2017.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 9001:2000**: sistema de gestão da qualidade: requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2000.
- BATGLIN, S. F. **Modelo para gestão dos processos logísticos em obras de sistemas pré-fabricados Engineer-to-order**. 2017. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.
- BENAVIDES, C. K.; CASTRO, P. P. **Diseño e implementación de un programa de 5S en industrias metalmeccánicas San Judas LTDA**. 2010. Dissertação (Doutorado em Ciências Econômicas) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Ciências Econômicas, Universidade de Cartagena, Cartagena, 2010.
- BERGAMI, M. L. **Diretrizes para a gestão da qualidade do processo de projeto em empresas de pré-fabricados baseado na Norma NBR ISO 9001:2000**. 2017. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2009.
- BERNARDES, M.; MOREIRA, S. **Planejamento e controle da produção para empresas de construção civil**. Rio de Janeiro, 2010.
- BULHÕES, I. R.; PICCHI, F. A. Redução do tamanho do lote em projetos como estratégia de implementação do fluxo contínuo em sistemas pré-fabricados. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 13, p. 161-175, set. 2013.
- CAUCHICK-MIGUEL, P. A.; ZOMER, T. T. S.; DRESCH, A. Dificuldades na adoção de estudo de caso na engenharia. Separata de: CAUCHICK-MIGUEL, P. A. *et al*, (org). **Metodologia científica para engenharia**. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2019. cap. Capítulo 8, p. 187-213.
- EL DEBS, M. K. **Concreto pré-moldado**: fundamentos e aplicações. 2. ed. São Paulo, 2017.
- FACHINI, A. C. **Subsídios para a programação de estruturas de concreto armado no nível operacional**. 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.
- GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2019.
- CENTRE NATIONAL D'ÉTUDES SPATIALES (França). **77 pilares pré-fabricados**: indústria: BR- 467 - Km 77,7 - s/n - Bairro – Pinheirinho, Toledo-PR. [Toulouse]: CNES, [2022?]. 1 imagem de satélite, color, 3D. Aibus Digital Globe/Google. Lat.

24o45'59"S, 53o41'22"W. Disponível em:

<[IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades e Estados:** Toledo. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pr/toledo.html>. Acesso em: 15 jun. 2022.](https://earth.google.com/web/search/77+Pilares+Pr%C3%A9-fabricados+Ind%C3%BAstria++Pinheirinho,+Toledo++PR/@-24.76662995,-53.68957645,582.93249521a,315.27962278d,35y,0.00000001h,44.99597223t,360r/data=CqwBGoEBEnsKJTB4OTRmM2JIMjJhMmRmZWM0NToweDg1ZDA2ZDY2OWZIMGM0ZTYZDsepjDXEOMAhZgl8j0TYSsAqQDc3IFBpbGFyZXMgUHLdQs1mYWJyaWNhZG9zIEluZMO6c3RyaWEgLSBQaW5oZWlyYW5obywgVG9sZWRvIC0gUFIYASABliYKJAlrHRW5xE44wBHJnYYi9RQ5wBI0h006Y21KwCFNduk_iFxlWA>.
Acesso em: 17 fev. 2022.</p>
</div>
<div data-bbox=)

LESSING, J. **Industrialised house-building:** conceptual orientation and strategic perspectives. 2015. Dissertação (Doutorado em Engenharia Civil) - Programa de Pós-Graduação em Lund University, Sweden, 2015.

LOBO, R. N. **Gestão de Produção.** São Paulo: Erica, 2010

LORDELO, P. M.; MELHADO, S. B. Avaliação das modificações introduzidas pela versão 2000 da série de normas NBR ISO 9000. 2003.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica.** 9. ed. atual. São Paulo: Atlas, 2021.

MATTOS, A. D. **Planejamento e controle de obras.** São Paulo, 2010.

MILANI, C. J. *et al.* Processo produtivo de elementos pré-moldados de concreto armado: detecção de manifestações patológicas. **Risco-Revista de Pesquisa em Arquitetura e Urbanismo**, Pato Branco, n. 15, p. 82-91, jan. 2012.

PINTO, J. C. C. C. **Análise comparativa da execução de obra de edificação utilizando estrutura de concreto pré-fabricada.** 2016. Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação do Curso Superior de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.

REIS, E. A.; REIS, I. A. Análise descritiva de dados. **Relatório Técnico do Departamento de Estatística da UFMG**, v. 1, jun. 2002.

SERRA, S. M. B. *et al.* Evolução dos Pré-fabricados de Concreto. **Núcleo de Estudos e Tecnologia em Pré-moldados (NET-PRÉ), Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de São Carlos**, 2005.

SILVA, E. C. **Proposta de um aplicativo para smartphones com as tarefas rotinas de um engenheiro civil delineadas para o sucesso do custo e prazo final da obra.** 2017. Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação do Curso Superior de Engenharia Civil, Universidade do Sul de Santa Catarina, Palhoça, 2017.

SOUSA, G. J. V.; CAMARÇO, K. C. M. **Estudo comparativo entre estruturas de concreto pré-fabricados com estruturas moldadas *in loco*.** 2019. Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação do Curso Superior de Engenharia Civil, Universidade Evangélica de Goiás, Anápolis, 2019.

SOUZA, R. S. **Sistema de gestão da qualidade em empresa do setor de pré-fabricados de concreto**: resultados alcançados com sua implantação. 2010. Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação do Curso Superior de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

SOUZA, R.; ABIKO, A. **Metodologia para desenvolvimento e implantação de sistemas de gestão da qualidade em empresas construtoras de pequeno e médio porte**. 1997. Dissertação (Doutorado em Engenharia Civil) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

THOMAZ, L. J.; **Melhoria Da Produtividade Através Do Mapeamento Do Fluxo De Valor (MFV)**. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação do Curso Superior de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2015.

TOLEDO, J. C. *et al.* **Qualidade**: gestão e métodos. Rio de Janeiro: LTC, 2013.

TOLEDO, J. C. **Gestão da mudança da qualidade de produto**. 1993. Dissertação (Doutorado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.

VAN ACKER, A. **Manual de sistemas pré-fabricados de concreto**. Traduzido por Marcelo de Araújo Ferreira. São Paulo, SP: Associação Brasileira da Construção Industrializada de Concreto, 2002.

VASCONCELOS, A. C. **O concreto no Brasil**: Pré-fabricação, Monumentos e Fundações. 1. ed. São Paulo, 2002.

YIN, Robert K. **Estudo de Caso**: Planejamento e métodos. Bookman editora, 2015.

YOKOTA, A.; SHIMIZU, A. T. T.; BRITO, J. C. **Ciclo PDCA como ferramenta de análise em um processo fabril**: o caso Seyconel. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação do Curso Superior de Tecnologia em Automação Industrial, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2016.

APÊNDICE A – Ficha de verificação de serviço de armação

FVS - Ficha de Verificação de Serviço		ARMAÇÃO		
Obra:		Peça:		Data:
Item nº	Verificações	Como verificar		Verif.
1	Posições das armaduras	Armadura longitudinal está na posição conforme projeto?		
2	Quantidades de barras em cada posição	Quantidade de barras longitudinais está conforme projeto?		
3	Bitola do aço	A bitola de cada armadura longitudinal está conforme projeto?		
4	Tamanho do corte	O comprimento da armadura está conforme projeto? Terá cobertura suficiente de concreto?		
5	Dobra do aço	Todas as barras estão com as dobras conforme pede o projeto?		
6	Cano/ganchos de içamento na posição	Os ganchos/canos para içamento estão na posição que o projeto pede?		
7	Espaçadores	A quantidade de espaçadores está conforme projeto? Deve haver no mínimo um espaçador estrela/cadeirinha a cada um metro		
8	Etiqueta e projeto amarrado	A etiqueta e projeto da peça está amarrado na armação?		
9	Estribos	Os estribos estão no espaçamento, quantidade e bitola que pede o projeto? Estão perpendicular a armação?		
10	Consolos	A medida e seção dos estribos estão de acordo com o projeto?		
Legenda	Não inspecionado	Aprovado	Reprovado	Aprovado após retrabalho (ocorrência abaixo)
	Em branco	O	X	⊕
Ocorrência de não conformidade e tratamento				
Descrição do problema:		Solução proposta:		Reinspeção:
Data de abertura: ____/____/____			Inspeccionado por: _____	
Data de fechamento: ____/____/____				

Fonte: Autoria Própria (2021)

APÊNDICE B – Ficha de verificação de serviço de concretagem

FVS - Ficha de Verificação de Serviço		FECHAMENTO DE FÔRMA/CONCRETAGEM		
Obra:		Peça:		Data:
Item nº	Verificações	Como verificar		Verif.
1	Limpeza das fôrmas	Foi realizada a raspagem? A fôrma foi varrida?		
2	Desmoldante	Foi passado uma camada fina de desmoldante?		
3	Acessórios	Caso haja algum inserto (chapa, pinos), está na medida correta?		
4	Esquadro da fôrma	Os limitadores da fôrma fechada estão no esquadro (Pé e cabeça do elemento)?		
5	Alinhamento da fôrma	A fôrma fechada está alinhada?		
6	Pinos	Foi passado desmoldante nos pinos? Estão no local correto?		
7	Espaçadores	A quantidade de espaçadores está conforme projeto? Há cobertura mínima de 2cm da fôrma?		
8	Qualidade do concreto	Concreto usinado está de acordo com a qualidade padrão?		
9	Vibração	O adensamento do concreto foi realizado com auxílio do mangote vibrador com tempo máximo de 3 segundos?		
10	Alisamento da peça	Foi realizado o alisamento final com auxílio da "colher de pedreiro"?		
Legenda	Não inspecionado	Aprovado	Reprovado	Aprovado após retrabalho (ocorrência abaixo)
	Em branco	O	X	⊕
Ocorrência de não conformidade e tratamento				
Descrição do problema:		Solução proposta:		Reinspeção:
Data de abertura: ____/____/____			Inspeccionado por: _____	
Data de fechamento: ____/____/____				

Fonte: Autoria Própria (2021)

APÊNDICE C – Ficha de verificação de serviço de acabamento

FVS - Ficha de Verificação de Serviço		ACABAMENTO		
Obra:		Peça:		Data:
Item nº	Verificações	Como verificar		Verif.
1	Cor do concreto	A cor do concreto está padrão em toda a peça?		
2	Rebarbas	Foi passado a pedra de polir nos chanfros da peça?		
3	Bolhas de concreto	Há bolhas de concreto no elemento?		
4	Conferência final	Conferir comprimento e seção da peça, dos consolos e insertos		
Legenda	Não inspecionado	Aprovado	Reprovado	Aprovado após retrabalho (ocorrência abaixo)
	Em branco	O	X	⊕
Ocorrência de não conformidade e tratamento				
Descrição do problema:		Solução proposta:		Reinspeção:
Data de abertura: ____/____/____			Inspeccionado por: _____	
Data de fechamento: ____/____/____				

Fonte: Autoria Própria (2021)

APÊNDICE D – Informações das FVS no Microsoft Excel

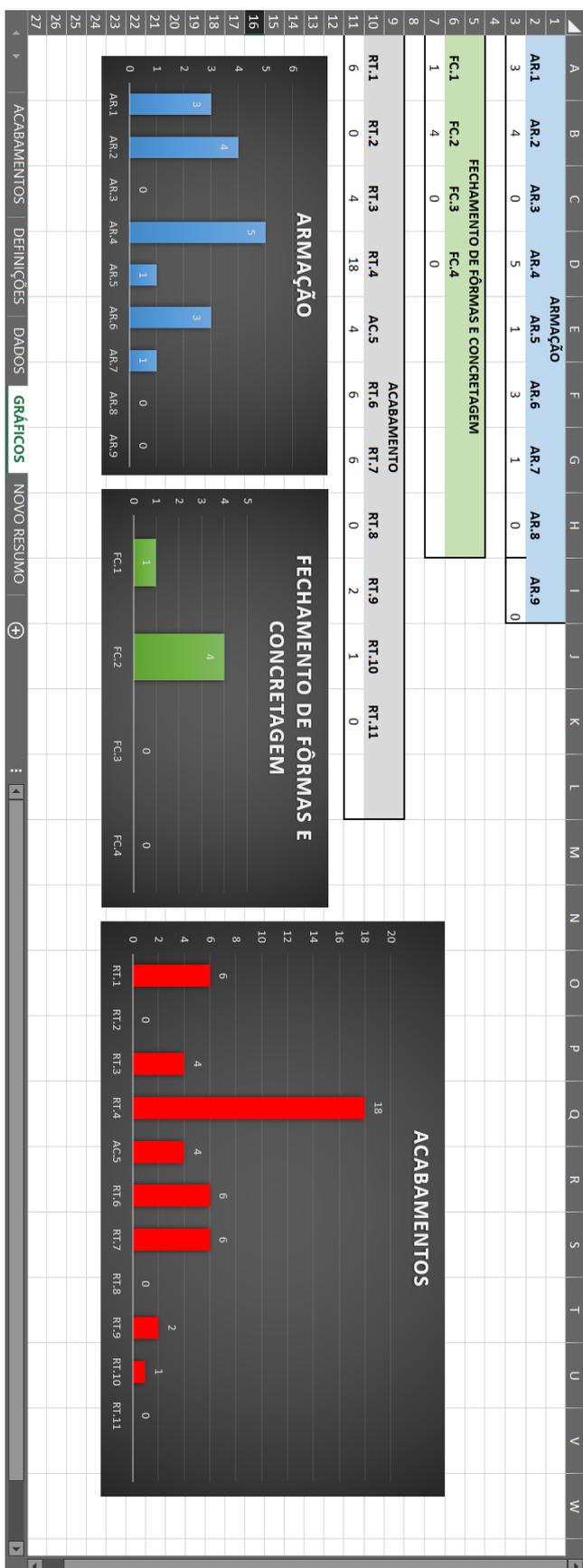
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
DATA	OBM	PEÇA	DI	DI	DI	ARMADURA	SOLUÇÃO	DATA DE ABEI	DATA FEA	DI	DI	DI	FECHAM. FÔRMA
35	26/01/22	164	P12a/b	AR.2		2 esperas no local errado	Realoçar as esperas conforme projeto	26/01/22	26/01/22				OK
36	08/02/22	164	V2	AR.5		Armadura com a prancha de outra peça	Colocar a prancha correta de lá	08/02/22	08/02/22				OK
37	14/02/22	164	P14a/b	AR.1		Armadura menor, cobertura muito grande	Emenda nas barras longitudinais	14/02/22	14/02/22				OK
38	22/02/22	164	V79	AR.2		Esperas de consolo na medida errada	Realoçar de acordo com projeto	23/02/22	23/02/22				OK
39	26/01/22	164	V144	AR.4		Estribos com espaçamento inadequado	Colocar os estribos conforme projeto	26/01/22	26/01/22				OK
40	10/02/22	164	P19a/b	AR.4		Estribos não perpendiculares	Arrumar e deixar perpendicular c/ a longitudinal	10/02/22	10/02/22				OK
41	12/02/22	164	V85	AR.4		Estribos não perpendiculares	Arrumar e deixar perpendicular c/ a longitudinal	12/02/22	12/02/22				OK
42	12/02/22	164	V256	AR.4		Estribos não perpendiculares	Arrumar e deixar perpendicular c/ a longitudinal	12/02/22	12/02/22				OK
43	18/02/22	164	P11a/b	AR.2		Faltando 1 espera de consolo fora	Colocar as esperas de consolo fora	21/02/22	21/02/22				OK
44	26/01/22	164	P8a/b	AR.4		Faltando 2 estribos (quebraram no transp.)	Amarrar mais 2 estribos	26/01/22	26/01/22				OK
45	24/02/22	164	V259	AR.7		Gancho de fechamento na distância errada	Realoçar de acordo com o projeto	24/02/22	24/02/22				OK
46	26/01/22	164	P14/b					25/01/22	25/01/22				OK
47	08/02/22	164	V117					08/02/22	08/02/22				OK
48	08/02/22	164	V231					08/02/22	08/02/22				OK
49	10/02/22	164	P13a/b					08/02/22	08/02/22				OK
50	11/02/22	164	V210					11/02/22	11/02/22				OK
51	12/02/22	164	P29					12/02/22	12/02/22				OK
52	18/02/22	164	V07										OK
53	18/02/22	164	3-LANCE										OK
54	18/02/22	164	V32					18/02/22	18/02/22		FC.2		Gancho sem cobertura suficiente
55	18/02/22	164	V105					18/02/22	18/02/22				OK
56	18/02/22	164	V198					18/02/22	18/02/22				OK
57	18/02/22	164	V141					18/02/22	18/02/22				OK
58	18/02/22	164	V261					18/02/22	18/02/22				OK
59	18/02/22	164	V149					18/02/22	18/02/22				OK
60	18/02/22	164	V35					18/02/22	18/02/22				OK
61	21/02/22	164	P18a/b					21/02/22	22/02/22				OK
62	21/02/22	164	V146					21/02/22	21/02/22				OK
63	21/02/22	164	V89					21/02/22	21/02/22				OK
64	21/02/22	164	V201					22/02/22	22/02/22				OK

Fonte: Autoria Própria (2022)

APÊNDICE E – Informações das FVS no Microsoft Excel

A	B	C	N	O	P	Q	R	S	T	U
DATA	OBR. J.	PEÇA	FECHAM. FÔRMA	SOLUÇÃO	DATA DE ABEI	DATA FECI				ACABAMENTO
41	12/02/22	164	V85	OK	14/02/22	14/02/22				OK
42	12/02/22	164	V256	OK	14/02/22	14/02/22				OK
43	18/02/22	164	P11a/b	OK	21/02/22	21/02/22	AC.5	RT.6		6 Consolos/Trapezoidal para fazer fora; Espera no lugar errado
44	26/01/22	164	P8a/b	OK	27/01/22	27/01/22	RT.1			Bolhas grandes nos consolos
45	24/02/22	164	V259	OK	24/02/22	24/02/22				OK
46	26/01/22	164	P1a/b	OK	25/01/22	25/01/22	RT.1			Bolhas grandes nos consolos
47	08/02/22	164	V117	OK	08/02/22	08/02/22				OK
48	08/02/22	164	V231	OK	08/02/22	08/02/22				OK
49	10/02/22	164	P13a/b	OK	09/02/22	09/02/22	AC.5			4 consolos saíram fora da medida. .3cm para o lado (caixinha meueu)
50	11/02/22	164	V210	OK	14/02/22	14/02/22	RT.1			Consolo com bolhas
51	12/02/22	164	P29	OK	14/02/22	14/02/22	RT.1			Armadura exposta
52	18/02/22	164	V07	OK	-	-	RT.3	RT.1		OK
53	18/02/22	164	3º LANCE	Ganho sem cobertura suficiente	21/02/22	21/02/22				Forçar para ficar no centro
54	18/02/22	164	V32	OK	21/02/22	21/02/22				OK
55	18/02/22	164	V105	OK	18/02/22	18/02/22				OK
56	18/02/22	164	V198	OK	18/02/22	18/02/22				OK
57	18/02/22	164	V141	OK	18/02/22	18/02/22				OK
58	18/02/22	164	V261	OK	18/02/22	18/02/22				OK
59	18/02/22	164	V149	OK	18/02/22	18/02/22				OK
60	18/02/22	164	V35	OK	18/02/22	18/02/22	RT.9			Peça concretada sem um gancho de fôrmo
61	21/02/22	164	P18a/b	OK	22/02/22	22/02/22	RT.7	RT.1		Faltando 2 consolos
62	21/02/22	164	V146	OK	21/02/22	21/02/22				OK
63	21/02/22	164	V89	OK	21/02/22	21/02/22				OK
64	21/02/22	164	V201	OK	22/02/22	22/02/22				OK
65	23/02/22	164	V136	OK	23/02/22	23/02/22	RT.6	RT.1		Consolo na medida errada
66	23/02/22	164	V193	OK	23/02/22	23/02/22	RT.9	RT.7		Peça sem gancho de fôrmo/consolo para fazer fora
67	24/02/22	164	V202	OK	24/02/22	24/02/22				OK
68	24/02/22	164	P20a/b	OK	24/02/22	24/02/22				OK
69	25/02/22	164	V80	Sem espaçador	25/02/22	25/02/22				OK
70	25/02/22	164	V23	Sem espaçador	25/02/22	25/02/22				OK

APÊNDICE F – Gráficos das FVS no Microsoft Excel



Fonte: Autoria Própria (2022)

APÊNDICE G – Procedimentos executivos padronizados

Etapa	Descrição	Etapas
PEDIDO DE MATÉRIAS PRIMAS	<p>Para não deixar faltar matérias primas, deve ser realizado <i>checklist</i> de armação e concretagem, sendo preenchidos diariamente pelos respectivos líderes. Dessa forma, todos os dias no fim do expediente, ao ler os itens constados no <i>checklist</i>, diminui a chance de esquecer alguma ferramenta, objetos e matérias primas em geral, fazendo com que a produção não pare por falta das mesmas.</p> <p>Já alguns insertos como chapas, canos, vergalhões e entre outros, devem ser previstos ainda na etapa de projeto, levantando esses quantitativos e passando para o setor de compras, antes da obra iniciar.</p>	<p>1º) Todos os dias os líderes armação e concretagem devem preencher o <i>checklist</i>, onde terá espaço para assinalar se há necessidade ou não de insumos, como EPI's;</p> <p>2º) Os demais insumos, como por exemplo: chapas e vergalhões, devem ser previstos durante a etapa de projetos, quantificados e passados para o setor de compras, antes da obra iniciar, já que esses materiais são colocados pelo próprio setor de projetos.</p>
RECEBIMENTO DE MATÉRIAS PRIMAS	<p>O recebimento de matérias primas geralmente é efetuado com auxílio da ponte rolante. Como na indústria há apenas uma, caso esteja acontecendo concretagem ou movimentação de peças no estoque, é necessário parar a tarefa para iniciar o descarregamento das matérias primas.</p> <p>Para melhorar esse processo, é necessário que haja comunicação entre o setor de compras e produção, de modo a combinar o melhor horário de recebimento dessas cargas.</p>	<p>1º) O setor de compras deve avisar com antecedência a chegada de materiais para o engenheiro responsável pela produção, de modo a conseguir planejar da melhor maneira essa descarga;</p> <p>2º) A descarga de materiais acontece por meio da ponte rolante, deixando um colaborador responsável pela ação, de modo a ter um controle da quantidade e qualidade dos materiais que chegam.</p>
CRONOGRAMA DE ARMAÇÃO	<p>É um cronograma atualizado diariamente pelo engenheiro responsável pela produção, que indica a ordem de prioridade de execução. Apresenta informações como: data que foi entregue aos armadores, data de entrega das armações prontas, o número da obra, e a identificação da peça com suas características principais, como comprimento, largura e altura. Esse cronograma deve ser atualizado diariamente pelo engenheiro, para ter controle do que está sendo armado e manter as peças que são prioridades.</p>	<p>1º) Passar as peças que são prioridades para o cronograma de armação;</p> <p>2º) Os armadores devem realizar as armações e anotar na folha de cronograma o que foi feito durante o dia;</p> <p>3º) O engenheiro deve atualizar o cronograma, passando uma nova sequência de armação.</p>
ARMAÇÃO	<p>Se refere a atividade de corte, dobra e soldagem das barras de aço para confecção dos elementos, como vigas e pilares.</p>	<p>1º) Estudar o projeto da armação;</p> <p>2º) Seguir atentamente o projeto: espaçamentos dos estribos, comprimentos, necessidade de insertos, dentre outras particularidades;</p> <p>3º) Separar a quantidade exata para cada peça a ser</p>

		<p>armada, de acordo com o projeto;</p> <p>4º) Efetuar o corte, dobra e soldagem de acordo com o projeto, observando as normas de segurança no trabalho. A amarração manual com arame só ocorre se houver um imprevisto, como estragar a máquina de solda, por exemplo, visando produtividade;</p> <p>5º) Seguir a posição correta dos estribos, ou seja, ortogonais às barras longitudinais;</p> <p>6º) Seguir o padrão no uso de espaçadores: em todas as peças com esperas devem ser colocados espaçadores nas duas extremidades para evitar que a peça se movimente durante a concretagem;</p> <p>7º) Fixar com etiqueta do projeto da armação nas respectivas peças;</p> <p>8º) Transportar as armações de forma manual. Quando as peças forem muito pesadas, o transporte deve ser feito com o auxílio da ponte rolante;</p> <p>9º) Armazenar as peças armadas no local destinado para esse fim, utilizando madeiras no chão para evitar contato com o solo.</p>
--	--	--

Ilustrações auxiliares

Figura G. 1 – Armaduras com espaçadores



Fonte: Aatoria Própria (2022)

Figura G. 2 - Armaduras confeccionadas

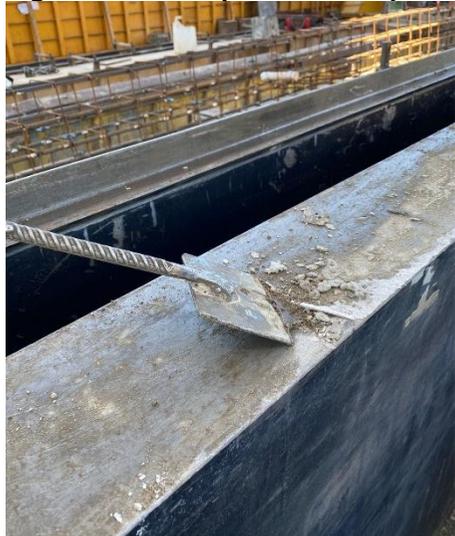


Fonte: Autoria Própria (2022)

<p>INSPEÇÃO DA ARMAÇÃO</p>	<p>É a etapa de conferência de cada peça para liberação dos próximos serviços.</p>	<p>1º) Conferir todos os requisitos existentes na FVS; 2º) Se o serviço estiver em total conformidade assinar a ficha e liberar o serviço; 3º) Se o serviço apresentar falhas, chamar o responsável para efetuar a correção; 4º) Em caso de necessidade de correção, refazer o processo de conferência para liberar o serviço; 5º) Inserir as etiquetas que sinalizam a liberação do serviço.</p>
<p>LIMPEZA DAS FÔRMAS</p>	<p>Limpeza realizada com o objetivo de retirar qualquer impregnação do concreto existente da concretagem anterior.</p>	<p>1º) Efetuar a raspagem na fôrma com auxílio de uma espátula de aço, para retirar qualquer impregnação de concreto existente da concretagem anterior e, caso seja necessário, o local lixar o local; 2º) Efetuar a limpeza com auxílio de uma vassoura, para evitar que as peças fiquem com cores diferentes, manchas ou com detritos por causa da sujeira.</p>

Ilustrações auxiliares

Figura G. 3 – Limpeza com raspador



Fonte: Autoria Própria (2022)

<p>APLICAÇÃO DE DESMOLDANTE</p>	<p>Tem como objetivo facilitar a retirada dos elementos de concreto das fôrmas, realizada com auxílio de um pulverizador costal. Deve-se atentar a quantidade, não podendo ser passado muito, pois causa manchas na peça, nem pouco, pois a peça quebrará ao ser sacada.</p>	<p>1º) Primeiramente deve-se abastecer o pulverizador costal para aplicação do desmoldante; 2º) Depois, o colaborador deve passar apenas uma vez nas fôrmas, para evitar acúmulo e manchar as peças.</p>
<p>COLOCAÇÃO DA ARMAÇÃO NAS FÔRMAS</p>	<p>A colocação das armações nas fôrmas se dá por meio da ponte rolante, ou manual, quando a peça não é muito pesada.</p>	<p>1º) As armações são colocadas pelos colaboradores, se forem leves e, se forem pesadas, é colocada com auxílio da ponte rolante.</p>
<p>FECHAMENTO DE FÔRMAS</p>	<p>É a última etapa antes da concretagem, deve-se verificar o projeto da peça para conferir a seção, comprimento, insertos, e entre outras peculiaridades de cada peça</p>	<p>1º) Antes de colocar a armadura, deve-se marcar o comprimento da peça na fôrma. De modo a evitar possíveis desvios da fita métrica, utiliza-se o esquadro para marcar onde ficará um dos limitadores; 2º) Alinhar a fita métrica na marcação e repetir o mesmo</p>

		<p>processo com o outro limitador, na medida indicada no projeto. Caso a peça tenha consolos, estes também precisam ser medidos;</p> <p>3°) Com o comprimento marcado e os limitadores definidos, coloca-se a armação dentro da fôrma;</p> <p>4°) Deve-se atentar aos espaçadores, pois podem cair durante o transporte da armadura;</p> <p>5°) Se a peça for viga, é necessário apenas colocar tubos corrugados no local dos pinos;</p> <p>6°) Se a peça for pilar com consolos, a maneira padronizada para junção do dente gerber é por meio de duto e graute.</p>
--	--	--

Figura G. 4 – Marcação com auxílio do esquadro



Fonte: Autoria Própria (2022)

Figura G. 5 – Medição com auxílio da fita métrica



Fonte: Aatoria Própria (2022)

Figura G. 6 – Tubo corrugado para vigas



Fonte: Aatoria Própria (2022)

JUNÇÃO DO DENTE GERBER POR MEIO DE DUTO E GRAUTE

Fixação de equipamento nas fôrmas em substituição aos pinos. O parafuso permite o aperto da ferramenta, não deixando a mesma se locomover na hora do lançamento do concreto. A barra redonda é revestida por um conduíte rígido e corrugado de 20mm, vedado na sua extremidade, não permitindo que a barra tenha contato com o concreto. O pino é utilizado apenas como guia, não precisando de desmoldante, já que o conduíte reveste o mesmo.

- 1º) Deve ver se há consolo na peça. Se sim, utilizar essa ferramenta;
- 2º) Colocar o tubo corrugado revestindo a barra redonda da ferramenta;
- 3º) Fixar o anteparo na caixa do consolo;
- 4º) Verificar se a ferramenta está bem justa à fôrma do consolo.

Ilustrações auxiliares

Figura G. 7 – Ferramenta utilizada para substituir os pinos de consolos



Fonte: Aatoria Própria (2022)

Figura G. 8 – Conduíte rígido e corrugado para substituição dos pinos



Fonte: Aatoria Própria (2022)

Figura G. 9 – Sistema para ancoragem por meio de duto e graute



Fonte: Aatoria Própria (2022)

<p>INSPEÇÃO DAS FÔRMAS</p>	<p>É a etapa de conferência de cada fôrma para liberação da concretagem.</p>	<p>1º) Conferir todos os requisitos existentes na FVS; 2º) Se o serviço estiver em total conformidade assinar a ficha e liberar o serviço; 3º) Se o serviço apresentar falhas, chamar o responsável para efetuar a correção; 4º) Em caso de necessidade de correção, refazer o processo de conferência para liberar o serviço; 5º) Inserir as etiquetas que sinalizam a liberação do serviço.</p>
<p>CONCRETAGEM</p>	<p>Aplicação do concreto semi auto adensável, usinado e terceirizado.</p>	<p>1º) A concretagem de cada peça é feita com auxílio de uma tulha de ferro adaptada para esse fim; 2º) Após o lançamento do concreto por toda a peça, deve-se vibrar por 3 segundos espaçadamente pela mesma; 3º) Em seguida, com auxílio de uma colher, é feito o alisamento de cada peça, visando melhor acabamento; 4º) Evitar junta fria: caso haja sobra de concreto, é utilizado uma balança de 10.000kg disponibilizada pela empresa, para verificação da massa de concreto que ainda há dentro do recipiente. Dessa forma, conhecendo a massa específica do concreto e a massa existente no recipiente, é</p>

		possível estimar o valor de metros cúbicos de concreto restante, evitando desperdícios ou junta fria.
Ilustrações auxiliares		
<p>Figura G. 10 - Concretagem</p>  <p>Fonte: Autorial Própria (2022)</p>		
INSPEÇÃO DA CONCRETAGEM	É a etapa de conferência de cada peça concretada para liberação do serviço.	<ol style="list-style-type: none"> 1º) Conferir todos os requisitos existentes na FVS; 2º) Se o serviço estiver em total conformidade assinar a ficha e liberar o serviço; 3º) Se o serviço apresentar falhas, chamar o responsável para efetuar a correção; 4º) Em caso de necessidade de correção, refazer o processo de conferência para liberar o serviço; 5º) Inserir as etiquetas que sinalizam a liberação do serviço.
DESFÔRMA E CURA DO CONCRETO	Depois de abrir as fôrmas, o processo de içamento é feito com auxílio da ponte rolante. Após a concretagem, as peças continuam nas fôrmas até atingir resistência suficiente para a desforma. Por causa do aditivo presente no traço do concreto, geralmente o tempo necessário	<ol style="list-style-type: none"> 1º) Abrir a fôrma; 2º) Sacar a peça com auxílio da ponte rolante; 3º) Verificar se há necessidade de ir para o acabamento (caso tenha algum consolo fora ou irregularidades); 4º) Caso não tenha necessidade, envelopar a peça e levar

	<p>de hidratação é de apenas 12 horas, sendo possível retirar a peça com segurança após esse intervalo.</p> <p>É importante ressaltar que esse tempo de hidratação necessário pode variar, já que a indústria não possui fechamentos laterais, sendo assim, em dias muito úmidos ou frios, as peças necessitam ficar mais tempo na fôrma até atingir a resistência essencial.</p> <p>Em dias como esses, a verificação da resistência dos elementos é feita pelo tato e visual, conferindo o estado do concreto. Além disso, esse atraso de desforma afeta negativamente o volume de produção, já que há uma quantia limitada de fôrmas na fábrica, impossibilitando a preparação da concretagem do dia seguinte.</p> <p>De modo a melhorar as recorrências do RT.1 e o processo de cura que era inexistente, foi padronizado logo que sacar as peças, envelopar com stretch, evitando fissuras por causa da perda de água e ajudando na cura do concreto.</p>	para o estoque.
Ilustrações auxiliares		

Figura G. 11 – Peça envelopada com stretch

Fonte: Autoria Própria (2022)

TRANSPORTE DAS PEÇAS	Após a desforma, as peças são levadas para o estoque, separadas em montes de acordo com o seu tipo. O local de estocagem fica na frente da indústria e é relativamente pequeno para a demanda que recebe, já que muitas obras não têm condições de estocar os elementos, sendo necessário estocar na fábrica até que o processo de montagem se inicie.	1º) Transporte da peça para os montes separados por tipo; 2º) Se necessário, utilizar vigas U para melhor encaixe das peças no monte.
SINALIZAÇÃO	De modo a evitar que passem despercebidos os elementos que necessitam de consolo ou esperas para serem feitas fora da fôrma, foi adotado uma simples sinalização, mas que teve um resultado significativo, com fita adesiva. A fita é colocada na etapa de projetos, prevendo quais peças precisam de alguma tarefa mesmo após concretadas.	Figura G. 12 – Indicação de necessidade de acabamento

		 <p>Fonte: Autoria Própria (2022)</p>
ACABAMENTO	É necessário executar esse processo caso haja alguma anormalidade na peça após a desforma da mesma, ou necessidade de consolos feitos após saque.	<p>1º) A peça é colocada na área de acabamentos se houver necessidade;</p> <p>2º) O colaborador responsável pelo acabamento deve realizar a tarefa necessária e, depois, envelopar todas as peças, de modo a deixar pronta para o carregamento.</p>
ESTOCAGEM	O estoque das peças geralmente ocorre em montes separados por tipo de material ou obra, tendo uma limitação de quantidade de peças que podem ser empilhadas de acordo com seu peso.	<p>1º) Há apenas um colaborador responsável pelo estoque, o mesmo deve manter organizado os montes por obra ou material, dependendo da necessidade;</p> <p>2º) Além da organização, deve-se tomar atenção na quantidade de pilhas, para não sobrecarregar as peças de baixo;</p> <p>3º) Também deve-se cuidar com a maneira que empilha as peças, para evitar possíveis acidentes, como uma peça escorregar, por exemplo.</p>

Ilustrações auxiliares**Figura G. 13 – Estoque de peças empilhadas****Fonte: Autoria Própria (2022)**