



IAGO PYDD BITENCOURT

**ANÁLISE DE TOLERÂNCIAS E QUALIDADE DE ELEMENTOS
PRÉ-FABRICADOS CONFORME NBR 9062-2017: ESTUDO DE CASO**

**Sinop/MT
2022**

IAGO PYDD BITENCOURT

**ANÁLISE DE TOLERÂNCIAS E QUALIDADE DE ELEMENTOS
PRÉ-FABRICADOS CONFORME NBR 9062-2017: ESTUDO DE CASO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Banca Avaliadora do Departamento de Engenharia Civil, do Centro Universitário FASIPE - UNIFASIPE, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Profº. Pedro M. da Silva

ATA DE DEFESA PÚBLICA - Trabalho de Conclusão de Curso II

Às 18 h 00 min. do dia 07 do mês Dezembro de 2022, nas dependências da Faculdade FASIFE, () compareceu () não compareceu para defesa pública do Trabalho de Conclusão de Curso II, requisito obrigatório para a aprovação na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, do curso de Engenharia Civil - Bacharelado, o acadêmico Iago Pydd Bitencourt, tendo o trabalho com o Título: Análise de Tolerâncias e qualidade de 21 elementos pré-fabricados conforme NBR 9062-2017. Estudo de caso

Constituíram a Banca Examinadora os professores: Professor(a) Pedro Matiazzi da Silva (orientador (a)), Professor(a) Thiago Montezani Tomel (examinador(a)), e Professor(a) Andréia Alves Botin (examinador(a)). Após a apresentação e arguições, a sessão pública foi suspensa e em sessão reservada, os membros da banca Examinadora atribuíram suas notas. Reaberta a sessão pública, ficou definido e foi anunciado que o trabalho foi considerado aprovado (aprovado ou reprovado) com a nota 10 (0 a 10 pontos), em cumprimento ao Regimento Interno da Instituição de Ensino Superior FASIFE e Regulamento de Trabalho de Conclusão de Curso, na forma de monografia da FASIFE. **CIENTE de que caso APROVADO, o acadêmico terá o prazo máximo de 08 dias corridos a contar desta data, para efetuar a entrega de seu Trabalho de Conclusão de Curso II, respeitando o Regulamento de Trabalho de Conclusão de Curso da FASIFE. CIENTE de que REPROVADO, o acadêmico deverá efetuar novamente matrícula na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II.**

Considerações: _____

Por ser verdade firmamos o presente.

Assinaturas

Professor (a): [Assinatura] (Orientador)
Professor (a): Thiago M Tomel (Examinador 1)
Professor (a): Andréia Alves Botin (Examinador 2)
Iago Pydd Bitencourt Iago Pydd Bitencourt

RESUMO

Com o desenvolvimento do setor da construção civil verifica-se a necessidade de produzir de forma mais eficiente e rápida, onde um dos métodos encontrados e utilizados foi a de se pré-fabricar. Presente trabalho, teve como objetivo de demonstrar a importância da gestão de qualidade em elementos pré-fabricados bem como analisar erros de produção e sua recorrência em uma indústria de pré-fabricados, verificando as tolerâncias excedidas. Possibilitando margens para produção afim de garantir a qualidade do elemento fabricado, contribuindo em definir pontos críticos de controle visando diminuir o tempo de serviço posterior a produção, propondo fomentar debates na área de industrialização da construção civil. A de se realizar ensaios de campos em uma fábrica situada em Sorriso MT, contendo análises visuais e conferência de medidas, alinhamento, esquadro e atentando-se ao seguimento de projeto destas peças promovendo uma maior excelência na montagem e qualidade final em uma obra que utilizou deste método construtivo. A partir destas análises verificando que 35% dos elementos inspecionados apresentam tolerância excedidas ou algum desvio obrigando a readequação da peça.

Palavras-chave: Industrialização, Patologias, recorrência, processo produtivo.

ABSTRACT

With the development of the building sector, there is a need to produce more efficiently and quickly, where one of the methods found and used was to precast. This work aims to demonstrate the importance of quality management in prefabricated elements as well as to analyze production errors and their recurrence in a prefabricated industry, verifying the exceeded tolerances allowing margins for production in order to guarantee the quality of the product. manufactured element, contributing to defining critical control points in order to reduce the service time after production, proposing to encourage debates in the area of industrialization of civil construction, that of carrying out field tests in a factory located in Sorriso MT, containing visual analyzes and checking measurements, alignment, square and paying attention to the project follow-up of these pieces, promoting greater excellence in assembly and final quality in a work that used this constructive method. From these analyzes verifying that 35% of the inspected elements have exceeded tolerances or some deviation forcing the readjustment of the part.

Keywords: Industrialization, Pathologies, recurrence, production process.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	8
1.1 PROBLEMATIZAÇÃO.....	9
1.2 JUSTIFICATIVA.....	10
1.3 OBJETIVOS.....	10
1.3.1 GERAL.....	10
1.3.2 ESPECÍFICOS.....	11
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	12
2.1 PRÉ-FABRICADOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	12
2.2 SISTEMA DE GESTÃO DE QUALIDADE.....	13
2.3 ARMAÇÃO.....	14
2.4 FÔRMAS.....	15
2.4.1 FÔRMA METÁLICA E MADEIRITE.....	15
2.4.2 CONFERÊNCIA DE FÔRMAS.....	16
2.5 CONCRETO NO ESTADO FRESCO.....	17
2.4.1 BOLHAS SUPERFICIAIS.....	19
2.4.2 EXSUDAÇÃO DO CONCRETO.....	20
2.4.3 MANCHAS NO CONCRETO.....	20
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	21
FLUXOGRAMA 01.....	22
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	24
4.1 TOLERÂNCIAS DE COMPRIMENTO.....	24
4.2 TOLERÂNCIAS DE LARGURA.....	24
4.3 TOLERÂNCIAS DE ALTURA.....	25
4.4 CONCORDÂNCIA COM PROJETO.....	25
4.5 ASPECTOS VISUAIS.....	27
4.6 ALINHAMENTO.....	29
4.7 ESQUADRO.....	31
4.8 QUEBRA.....	31
5. CONCLUSÃO.....	32
REFERÊNCIAS.....	33

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.....15
FIGURA 2.....16
FIGURA 3.....22
FIGURA 4.....23
FIGURA 5.....25
FIGURA 6.....26
FIGURA 7.....27
FIGURA 8.....28

LISTA DE TABELAS

TABELA 1.....	22
TABELA 2.....	23
TABELA 3.....	24
TABELA 4.....	25
TABELA 5.....	26
TABELA 6.....	27



1. INTRODUÇÃO

Conforme LEOPOLDO, (2015) o crescimento da construção civil nos últimos anos fez com que as empresas buscam produzir mais em menos tempo e com uma maior qualidade. Com o desenvolvimento do setor de agronegócios da região norte mato-grossense observou-se o crescimento e a demanda por estruturas de grande porte e de rápida execução. Por isso, empresas começaram a pesquisar novas tecnologias visando aumentar a produtividade sem afetar os custos do produto final, a fim de obter uma melhoria do sistema produtivo.

Uma das alternativas encontradas foi a utilização de pré-fabricados tanto no setor agropecuário como na verticalização de moradias urbanas.

Este método construtivo é amplamente difundido em todos os segmentos da construção civil e segundo Serra, (2005) é de grande interesse disseminar a importância do uso atual do elemento pré-fabricado devido oferecer inúmeras possibilidades arquitetônicas tornando-o um sistema muito competitivo e de grande utilização fora do Brasil.

A utilização de pré-fabricados pode ser identificada em quase todas as etapas da construção, tendo a possibilidade de empregar o mesmo, em apenas partes que forem convenientes em uma obra como exemplo utilizar somente na fundação com blocos e estacas pré-fabricados. Como escreve Wagner (2020) o sistema de pré-fabricados pode ser amplamente difundido em diversos tipos de obras como resultado de sua facilidade e celeridade de produção e execução.

Historicamente existe uma pequena rejeição na industrialização e utilização de pré-fabricados no segmento residencial para PRATES, (2014) “a industrialização da construção civil não está totalmente consolidada em relação a outros países do hemisfério norte pois culturalmente é visado o emprego de métodos mais artesanais”.

Conforme Serra, (2005). a exigência em se construir com extrema racionalização e redução de gastos difunde a necessidade da industrialização da construção civil também no

segmento residencial. Os pré-fabricados de concreto consolidam sua importância na construção civil por serem econômicos, visto não há desperdícios na sua execução e montagem.

Com essas exigências do mercado além da versatilidade e tempo do método pré-fabricado, cada vez mais este vem se destacando no cenário de sistemas residenciais de vários pavimentos.

O emprego de pré-moldados está ligado principalmente às suas características econômicas, segurança estrutural e versatilidade arquitetônica, contudo, para obter um elemento e conseqüentemente uma obra de excelência, estes elementos passam por várias etapas, podendo ser simplificadas em três: Projeto, execução e montagem.

A qualidade final da obra está ligada diretamente com a qualidade de execução de cada elemento pré-fabricado presente, segundo a norma para projetos de estruturas de concreto pré-moldado ABNT NBR 9062:(2017). Esta norma define diretrizes e estabelece requisitos para a produção e execução de elementos pré-fabricados, onde o controle de qualidade é regido e respaldado por esta norma.

A ABNT NBR 14931:(2004) é de suma importância quando se trata de produção de pré-fabricados, pois está normativa aborda critérios para execução de estruturas de concreto, juntamente da normativa (ABNT NBR 9062:2017) que define e regula as boas práticas que agregam positivamente em uma correta execução de uma obra de pré-fabricados. A compreensão de que a análise da qualidade de pré-fabricados delimita uma obra segura e eficaz, implica a necessidade de estudo nesta área.

1.1 Problematização

Com as palavras de Wagner, (2020) deve sempre se considerar ou tratar de pré-fabricados o rigoroso controle de seus elementos, com a definição de todos os processos avaliando toda via casos de não conformidade. O ponto crítico de controle de qualidade de peças pré-moldadas está ligado principalmente na etapa de execução e montagem das peças onde deve-se atentar numa eficaz produção para obter um elemento seguro, eficiente e harmonioso.

Peças fora de dimensões toleráveis ou incompatíveis com o projeto podem acarretar em inconformidades no momento de execução de sua obra. Em casos extremos, a condenação de uma peça acarretará em desperdícios de material e atrasos na obra, o que pode resultar na perda de credibilidade do serviço ofertado pela empresa.

Conforme Milani, (2012) é importante assegurar a boa execução das peças pré-fabricadas e a verificação de patologias oriundas desse processo podendo assim garantir a funcionabilidade, estética e estabilidade dos mesmos.

Caso não aconteça o controle de qualidade, as peças com baixa qualidade serão translocadas para a obra e montagem acarretando em uma execução lenta, levando a maiores gastos com equipamentos e maquinário pesado, além de uma maior quantidade de mão de obra. Tudo isso amplifica os custos do processo construtivo.

Segundo Mork (1964), as principais prerrogativas de se pré-fabricar na indústria é o ambiente controlado e ideal não constando com interferências externas. Dito isso, garantir que estes elementos estejam de acordo com o projeto previamente elaborado por um profissional qualificado é o que se visa na execução destes elementos.

Segundo Boesing (2011) é característico reparos estéticos e possuir um controle de peças reparadas, onde vazios ou nichos de concretagem comumente conhecido por bicheira podem acarretar em malefícios a durabilidade e resistência.

1.2 Justificativa

Segundo Van Acker (2002), a padronização é um fator importante no processo de pré-fabricação. Isso possibilita repetição e experiência, portanto, custos mais baixos, melhor qualidade e confiabilidade, assim como uma execução mais rápida.

Toda via tratando-se de peças de grandes dimensões e grandes complexidades se torna inviável a produção em larga escala de peças idôneas, constatando assim, a necessidade de estabelecer limites de desvios das mesmas. Como descrito pela ABNT NBR 9062:(2017) as dimensões das peças e também sua forma e seção transversal devem ser determinadas inclusive a geometria das seções transversais, devem ser fixadas tendo em vista as tolerâncias gerais para com o processo construtivo de fabricação.

Para Van Acker (2002), corriqueiramente haverá distinções inevitáveis entre as dimensões projetadas e as dimensões reais dos elementos e da construção final e essas variações devem ser examinadas, determinadas e permitidas segundo normativa.

1.3 Objetivos

1.3.1 Geral

Analisar a qualidade de peças pré-fabricadas e sua produção no que diz respeito ao cumprimento de acordo com a ABNT NBR 9062: (2017) e ABNT NBR 14931: (2004)

1.3.2 Específicos

- Realizar um estudo quantitativo no quesito de tolerâncias excedidas e suas recorrências encontradas em elementos pré-fabricados produzidos por uma fábrica em Sorriso-MT em obras de prédios de múltiplos pavimentos e armazéns.
 - Após o término de produção das peças identificar cada uma delas de acordo com sua função estrutural, nome em projeto e número da peça, utilizando de um pincel marcador industrial;
 - Realizar a conferência de medidas, alinhamento, desaprumos. Coletando os dados, com o auxílio de trenas de 8 metros e 30 metros, esquadros e níveis
 - Realizar uma análise empírica em relação a aparência e superfícies das peças a fim de encontrar defeitos visuais, sendo eles: Bolhas superficiais, manchas no concreto, exsudação do concreto, quebras e deformidades.
 - A partir dos dados anteriores verificar o seguimento de projeto e quantificar os desvios encontrados e de tolerâncias para as dimensões. Quantificar os defeitos visuais encontrados, implementando esses dados a uma planilha.
 - Correlacionar os dados em uma análise de recorrência visando encontrar erros de produção.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Pré-Fabricados na Construção Civil

Para diferenciar e definir diretrizes a norma ABNT NBR 9062:2017 define pré-moldados como elemento construtivo de concreto armado produzido fora de seu local de utilização definitivo sem condições rigorosas de controle e processamento como exemplo o próprio canteiro de obras e pré-fabricado como elemento produzido industrialmente com condições de processamento e controle, em um ambiente permanente e controlado.

Segundo Serra (2005), os pré-fabricados se consolidaram na construção civil devido a sua característica econômica resultado de se evitar desperdícios de material em sua execução e montagem e também possibilitando uma maior celeridade na construção de grandes estruturas ressaltando a necessidade de uma correta execução e análise de processos.

Paulani (2008) descreve que a produção de elementos pré-fabricados pode ser resumida em um conjunto de praticas que visam a racionalização ou diminuição de perdas mediados a um planejamento e rigoroso controle de

Segundo Debs (2017) a produção de peças pré-fabricadas pode ser dividida em três principais partes, conforme o quadro abaixo:

As atividades preliminares	englobam a recepção da matéria prima a qual deve seguir as especificações técnicas, o correto armazenamento dos materiais, definições de traços e dosagem do concreto, dobra e corte da armação que será utilizada.
A execução	englobam a recepção da matéria prima a qual deve seguir as especificações técnicas, o correto armazenamento dos materiais, definições de traços e dosagem do concreto, dobra e corte da armação que será utilizada.
As atividades posteriores	As atividades posteriores são encarregadas de conferência, armazenamento, identificação, transporte e montagem.

Fonte: Debs (2017)

2.2 Sistema de gestão de qualidade

Como descrito por MAMEDE (2001) com o passar dos tempos o mercado de construção civil se tornou mais exigente em relação a qualidade final de suas obras e estruturas, no quesito de pré-fabricados não é diferente. É nesta fase do controle de qualidade que a verificação comprova se as peças atendem aos requisitos previamente determinados.

Garantir que as peças pré-fabricadas atendam os quesitos de qualidade é um fator de suma importância nos pré-fabricados pois cada uma delas têm sua função tanto como estrutural como arquitetônica.

Para compreender esse estudo a ABNT NBR 9062 define os termos que são empregados: desvio é a diferença do valor obtido na execução para o definido em projeto; Tolerância é o valor máximo a ser atendido para o desvio.

“Folga: diferença entre a distância nominal livre de projeto reservada para a colocação de um elemento e o comprimento nominal de projeto correspondente do elemento. As folgas são consideradas em projeto, respeitando as tolerâncias de fabricação” (ABNT NBR 9062, 2017, p.3).

Nesta etapa verifica-se se as peças estão de acordo com o projeto e prontas para sua montagem.

As tolerâncias são pré-estabelecidas por normativas como a NBR 9062 e também pela ABCIC:

Para pilares e vigas a NBR 9062 estipula valores de tolerância para o comprimento que pode variar tanto positivamente como negativamente de peças com até cinco metros de 10 (dez milímetros) de tolerância, peças entre cinco a dez metros 15 (quinze milímetros) de tolerância e peças acima de dez metros de comprimento 20 (vinte milímetros) de tolerância.

A seção transversal pode variar 5 (cinco milímetros) para um valor menor que em projeto ou 10 (dez milímetros) maior que o estipulado de acordo com a NBR 9062.

A ABCIC define tolerâncias para o posicionamento de consoles de 10 (dez milímetros) tanto para um valor superior como inferior. E suas dimensões podem variar 5 (cinco milímetros). O posicionamento de incertos, chapas, furos e tirantes pode variar 15 (quinze milímetros).

De acordo com a NBR 9062 para elementos em placas, painéis e lajes as tolerâncias nos quesitos comprimento e posição de incertos podem ser adotadas nas mesmas condições que as citadas previamente.

Contudo sua tolerância para a dimensão e posição dos vazios e vãos arquitetônicos não pode exceder os 5 (cinco milímetros) de acordo com a ABCIC onde sua linearidade na parte superior é estabelecida por o comprimento de sua peça dividido por mil (1000) e a sua linearidade transversal ao plano do painel (para a contra flecha) não pode exceder ao valor de divisão de seu comprimento total por quinhentos (500).

Atentar sempre a individualidade de cada projeto e levar em consideração a montagem e manuseio destas peças sempre a fim de evitar transtornos e inconvenientes.

2.3 Armação

Conforme escrito por Pinheiros e Giongo (1986) a associação de concreto simples com o aço em forma de armação é obtido o concreto armado funcionando com a resistência de ambos em solidariedade aos esforços. A armação é o primeiro quesito quando o assunto é fabricação de peças de concreto armado em uma fábrica. É de suma importância para um elemento final de qualidade pois o aço associado ao concreto é o que gera a capacidade atrativa do pré-fabricado que são rapidez de execução, segurança e uniformidade.

A estocagem do aço é um adendo importante onde visa-se sempre manter o estoque abastecido e dependendo da produção e capacidade da fábrica grandes volumes do mesmo. Quando a estocagem não é feita de forma correta ou o próprio aço ou cordoalha já apresentam deterioração ou contaminação representam riscos ao elemento. Como abordado pela ABNT NBR 14931: (2004) a superfície da ferragem não pode conter ferrugem e agentes químicos ou físicos que podem levar ao desgaste do aço ou a sua aderência ao concreto e outros materiais no meio.

Segundo BASTOS (2006), o termo de armadura passiva é referente a que as tensões e deformações impostas são de forma exclusiva aos carregamentos onde este elemento está inserido.

Caso explícito em projeto a necessidade de soldas na armadura recomenda-se que seja realizada a mesma fora das formas pois detritos e sujidades oriundas prejudicam a peça final. A carga de ruptura mínima, na barra soldada, deve seguir o especificado na ABNT NBR 7480: (2007).

Segundo a ABNT NBR 14931: (2004) para garantir o correto processo de solda a qualificação do responsável por exercê-la e a eficiência do equipamento utilizado devem ser comprovadas de maneira experimental para todas as categorias de barras antes de sua utilização.

ABNT NBR 14931: (2004) também descreve que a amarração deve ser executada partindo de arames ou em casos de aço soldáveis também por meio de pontos de solda. Os estribos, dobras devem ser práticos sempre que possível e sempre o método de produção deve seguir um roteiro para que dentro do ambiente de pré-fabricado ocorra a repetição e excelência com isso agregando na eficiência do método, e sua qualidade final.

2.4 Fôrmas

Os elementos estruturais podem apresentar diversas formas e dimensões, todavia de acordo com AKCER 2002, na produção de pré-fabricados visa a padronização destas formas para obter máxima eficiência no método construtivo possibilitando um processo de repetição e experiência acarretando em custos mais baixos e uma qualidade superior visando confiabilidade e celeridade de execução.

BIANCHETTI (2018) descreve que na escolha do sistema de formas a ser empregado é visado o atendimento de critérios que são resultados de prazos, custeamento, qualidade material e celeridade de produção. As fôrmas utilizadas nos pré-fabricados podem ser constituídas de diversos materiais, usualmente utiliza-se madeirites e fôrmas metálicas. Alguns pré-requisitos devem ser atentados na escolha do material que será utilizado como fôrma: resistência à deformação, regularidade geométrica, textura superficial lisa estabilidade dimensional, pouca aderência ao concreto, não influenciar nas características do concreto, viabilidade econômica.

2.4.1 Fôrma metálica e madeirite

MAMEDE (2001) escreve que a utilização de formas se dá na maior utilização de madeira e aço. Onde a madeira tem um custo menor em relação ao aço, entretanto a quantidade de reutilização deve ser sensibilizada na escolha devido a durabilidade da mesma ser inferior ao metal.

A forma metálica tem como sua principal vantagem a durabilidade pois uma vez instalada e mantida as manutenções e boas práticas se obtém uma longevidade superior à madeira. O metal por ter uma resistência a deformação maior possibilita maiores dimensões e seções. Conseqüentemente, gerando elementos alinhados e esbeltos para EL DEBS 2000 ele descreve que as formas de aço atendem uma maior quantidade de reutilizações e uma baixa demanda de manutenção implicando em um custo elevado.

Sua superfície com textura lisa agrega uma menor preocupação com acabamento e também uma fácil limpeza para a próxima concretagem, com o emprego de material

desmoldante (agente químico destinado a facilitar a desmoldagem) a aderência de concreto é baixa.

A principal desvantagem é a viabilidade econômica onde seu valor de instalação é elevado em comparação com o emprego de madeira. Sua versatilidade é outro inconveniente, sua forma geométrica é uma só devido a isso sua utilização é voltada a painéis e vigas e pilares simples já que alguns pilares podem exigir uma maior versatilidade.

Formas de madeiras e madeirite são amplamente empregadas desde o canteiro de obras às indústrias, devido ao custo baixo. Sua versatilidade é outro conveniente pois permite uma maior variedade nas formas exigidas na execução de elementos de concreto armado seu manuseio e familiaridade da mão de obra com o material agrega acentuadamente em seu emprego.

Contudo sua durabilidade e a menor resistência à deformação são fatores limitantes para a sua utilização não ser tão ampla.

2.4.2 Conferência de fôrmas

O manuseio correto e a boa manutenção das formas é o que garante a qualidade final do elemento de concreto armado, sempre após o saque das peças das formas a limpeza é requerida.

A fim de garantir que na próxima concretagem a superfície estará livre de imperfeições caso contrário o resultado será uma peça pouco esbelta e com marcas e deformações necessitando um acabamento antes de sua montagem no destino final.

Como é descrito pela ABNT NBR 14931: (2004) a superfície interna é obrigatoriamente limpa e atender a condição de estanqueidade afim de erradicar a perda de pasta ou argamassa durante o lançamento do concreto.

Verificar as juntas e emendas a fim de garantir estanqueidade para o concreto evitando perdas de concreto na concretagem. Esse erro pode acarretar em perda brusca da porcentagem líquida do concreto onde os agregados ficam retidos sem argamassa levando a perda de resistência e defeitos estéticos.

Como descrito na ABNT NBR 14931: (2004) Anteriormente a lançamento do concreto em seu estado fresco deve ser realizada a conferencia das formas no quesito de dimensões e posições como nivelamento e prumo tendo o objetivo de garantir a geometria dos elementos estruturais estabelecidos em projeto.

Verificar a correta fixação de elementos como chapas, grapas, incertos nas superfícies quando necessário visando que não ocorra destes se deslocarem devido ao lançamento do concreto e a vibração necessária caso o concreto não seja autoadensável.

A norma brasileira ABNT NBR 14931, p.7, 2004 compactua da ideia de que as fôrmas devem seguir os formatos e dimensões dos elementos projetados respeitando sua tolerância adaptar-se ao formato e às dimensões das peças da estrutura projetada, respeitadas as tolerâncias.

Como descrito na ABNT NBR 9062: (2017) a execução das peças e conferências em fôrmas, recomenda-se a não utilização de desvios (diferença entre o valor em projeto e a realmente obtida em execução), sempre visando a maior exatidão possível.

Isso é válido pois, a tolerância é definida segundo a ABNT NBR 9062 como valor máximo tolerável de desvio entre projeto e execução. É justamente pressupondo erros que ocorrem em função da medida prevista no projeto.

2.5 Concreto no estado fresco

SOBRAL, (2000) evidencia o concreto como um material em pasta obtido através da associação de cimento e material granuloso aglutinante graúdo e miúdo, que pode conter aditivos que é denominado fresco quando ainda estiver em sua forma fluida e plástica.

Segundo BASTOS (2019) o concreto armado faz a união das qualidades do concreto que são o baixo custo, durabilidade, resistência a compressão alta e resistência a fogo e água e também as do aço que são sua ductibilidade e resistência a tração.

A utilização do concreto é amplamente difundida em nossa sociedade e o emprego do concreto armado em pré-fabricados é principalmente devido a duas principais características: resistência mecânica à compressão em seu estado final e trabalhabilidade em sua forma fresca.

A trabalhabilidade do concreto fresco tem como sua principal característica física sua consistência a “(...) qual traduz propriedades intrínsecas da mistura fresca relacionadas com a mobilidade da massa e a coesão entre os elementos componentes, tendo em vista a uniformidade e a compacidade do concreto e o bom rendimento da execução” SOBRAL, (2000).

Assegurar uma concretagem idônea garantirá uma peça esbelta no que limita sua abrangência.

Conforme OLIVEIRA (2015) descreve que as especificações do concreto para agregados e aglomerantes, dosagem e suas características e propriedades deve estar de acordo com a ABNT NBR 6118: (2014)

O adensamento do concreto é definido por o correto lançamento e preenchimento de todo o interior da fôrma com o mesmo. Podendo ser realizado em três procedimentos: vibração, centrifugação ou prensagem ou a união de ambos.

“O adensamento deve ser cuidadoso, para que o concreto preencha todos os recantos da fôrma. Durante o adensamento devem ser tomadas as precauções necessárias para que não se formem ninhos ou haja segregação dos materiais” (ABNT NBR 9062, 2017, p.71).

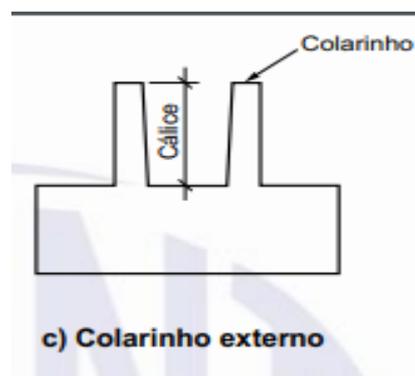
A utilização de vibradores de imersão por agulhas é amplamente difundida na indústria de pré-fabricados. Deve utilizar este de modo que fique o mais próximo das extremidades das formas, contudo sem encostar na mesma.

Penetrar a argamassa com o mesmo vibrando de cinco a vinte e cinco segundos levantando ou retirando lentamente da zona com ele ligado para evitar a presença de bolsas de ar.

Para garantir um bom adensamento é vital prever no detalhamento da disposição das armaduras espaço suficiente para entrada da agulha do vibrador (ABNT NBR 6118, p. 19, 2004). Evitar encostar a agulha por longos períodos na armadura pois podem acarretar uma má aderência do aço com o concreto.

Em casos de utilização de concreto usinado ou de central própria é indicado o lançamento com uma fluidez e *slump* adequados para aquela finalidade por exemplo a utilização de um traço com um concreto mais firme para lançar em blocos com colarinho externo (figura 2) para que tenha a capacidade de se comportar na forma e não escoar pelas laterais. E utilizar concreto com um *slump* e fluidez superior em elementos placas (elementos com duas dimensões prevaletentes em relação a outra) como exemplo: painéis, placas, pré-lajes para que não exija tanta vibração além de sua menor seção conceder um espaço muito restrito entre a armadura e a forma para passagem do concreto.

Figura 1: Representação de um bloco para fundação



Fonte: ABNT NBR 9062, (2017)

Alguns fatores que degradam a qualidade de um elemento pré-fabricado estão ligados à concretagem principalmente no quesito visual e esbeltez das peças.

2.4.1 Bolhas superficiais

São micro-bolhas vazadas na superfície de um elemento, este erro de produção interfere negativamente na qualidade visual da peça.

Muito comum em elementos em placas devido sua menor dimensão ser muito menor que as demais. Ela pode ocorrer devido a incorporação de ar natural que ocorre no concreto, a não correta execução de vibração e adensamento do concreto dividindo em duas principais ocasiões: A primeira e principal o lançamento do concreto com um *slump* baixo e pouca fluidez, ou seja, muito viscoso adquirindo um tempo maior de vibração ou a má vibração do mesmo em condições normais. A segunda problemas na dosagem do traço onde o emprego de aditivo aumenta a incorporação de ar ou o agregado miúdo e a argamassa não conseguem de forma coesa preencher os espaços deixados pelo ar expulso na vibração.

De acordo com MILANI, et al (2012) a manifestação deste erro de produção pode estar ligada ao tipo de desmoldante utilizado e vibração inadequada.

Para Mamede (2001) Para os concretos em seu estado fresco com o seu traço mais plásticos devem ser adensados por meio de vibradores de alta frequência e para traços com uma característica mais densa usar uma baixa frequência e alta amplitude no equipamento.

Figura 2: bolhas em painéis pré-fabricados



Fonte: acervo pessoal (2022)

2.4.2 Exsudação do concreto

Exsudação do concreto são pequenas fissuras aparente nas superfícies dos elementos onde verificasse nitidamente o agregado miúdo e a argamassa não estão coesos com o restante do concreto perdendo resistência e esbeltes da peça.

Segundo Mamede, (2001) as principais causas são exsudação de concretos com uma quantidade de água excessivas, o contato demasiado do vibrador com as superfícies da fôrma e vibração prolongada.

2.4.3 Manchas no concreto

A ocorrência de uma peça com variabilidade em sua coloração, tonalidades distintas e até faixas de cores não compatíveis, é um erro de produção grave pois uma peça ou elemento que apresenta esta deformidade caso ele tenha função de vedação ou mesmo ficara à mostra após a execução é prejudicial a qualidade da obra ao todo pois é nitidamente observada.

Ela pode ocorrer devido ao lançamento do concreto de uma fração da forma e depois de um longo período o termino de lançamento ocasionando em que o concreto previamente alocado inicia a pega e começa a trabalhar. Resultando em uma peça com duas tonalidades.

Segundo PHILIPPSEN e BOESING (2011) este erro pode ser atribuído mais comumente, devido a diferença de pegada do concreto decorrido pelo atraso no processo de concretagem.

Existe a possibilidade de lançar dois concretos que foram feitos em bateladas distintas e por motivos de controle de água ou modificação no traço mesmo com ele atingindo as mesmas propriedades regradas pela ABNT NBR 6118 de 2004 eles tenham certas características diferentes ocasionando esta avaria na peça.

Esta pode ser evitada utilizando vibradores de imersão nesta área a fim de obter uma mudança na coloração muito mais sucinta até mesmo caso seja realizado de forma correta imperceptível.



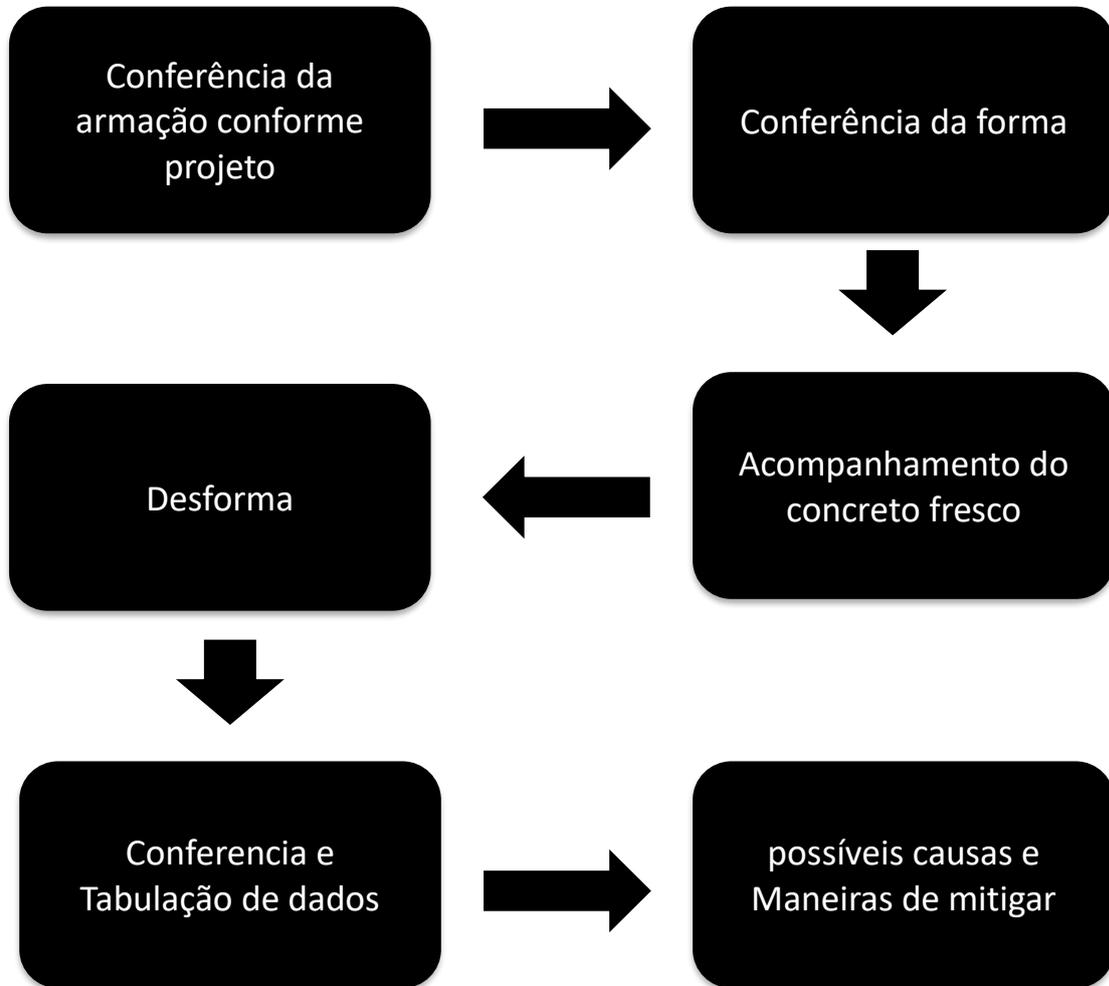
3. MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho visa a verificação de qualidade e a recorrência de tolerâncias excedidas e erros de produção que levam a perda de qualidade dos mesmos.

Sendo assim, será realizada a análises em peças de pré-fabricados oriundas da empresa “X” situada no município de Sorriso-MT durante o período de 01 do mês de dezembro do ano de 2021 até abril de 2022. Estas peças serão subdivididas de acordo com sua função estrutural.

A análise será feita através da verificação do cumprimento da norma NBR 9062-2017 no quesito de produção e qualidade final dos elementos atentando-se ao tempo de produção das peças relacionadas ao tempo em acabamento, logo após será realizada a análise quantitativa demonstrando a recorrência de falhas de produção e tolerâncias excedidas, conforme descrito abaixo e o fluxograma 01 apresentado em sequencia:

FLUXOGRAMA 01



A análise de conferência de armação será feita partindo da medição por meio de trenas e verificação das barras e seus diâmetros constatando se estão conforme discriminados em projeto.

Verificando também o método produtivo com relação ao cumprimento das normas vigentes para concreto armado e sua execução.

A conferência das formas será promovida partindo de uma análise previa de projeto a fim de não ocorrer erros de interpretação partindo para uma vistoria visual das características das superfícies das formas e também de seu alinhamento e desnível sendo se necessário a utilização de réguas e níveis.

A conferência das formas também será verificada as distancias e cotas previstas em projeto utilizando trenas metálicas para se obter precisão. Visando garantir aos elementos seu formato e geometria.

Verificando a estanquidade das formas partindo de uma observação visual de suas emendas e juntas.

O acompanhamento do concreto fresco será realizado em todas as peças a serem analisadas partindo do acompanhamento visual de todo o processo de lançamento desde a cubagem passando pela homogeneização no misturador, verificando se a vibração está sendo realizada conforme a normativa vigente.

Onde qualquer não conformidade será tomado nota e armazenado para a análise futura.

Será realizado o acompanhamento visual de desforma destes elementos visando verificar erros de movimentação resultando em quebras das peças e também a marcação destas com o auxílio de um marcador industrial discriminando sua função estrutural e numeração.

Este processo visa uma rastreabilidade do processo será utilizada siglas como VPF para vigas e PNF para painéis e uma numeração que varia de um a trinta indicando a sequência de produção.

A conferência das peças acabadas será feita pela verificação de desvios de medidas e dimensões dos elementos em relação ao seu projeto utilizando de trenas e níveis. Discrepâncias com projeto verificando erros ou não conformidades.

E também uma análise visual das características estéticas da peça em questão partindo para a reunião destes dados conforme em anexo.

será tomada a atitude de analisar e rastrear erros de produção partindo desses dados analisados.



4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Depois de realizados todos os ensaios com as peças de concreto Armado pré-fabricado produzidas em Sorriso Mato Grosso oriundas de uma empresa. Foi feito o levantamento de dados e tabulação dos mesmos separando esses dados conforme a utilização estrutural das peças e suas tolerâncias.

Segue para os dados obtidos e tabelados através deste estudo os apêndices A e B

4.1 Tolerâncias de comprimento

Das 30 peças de amostras de painéis de fechamento em concreto armado apenas uma peça com a nomenclatura de PNF 08 demonstrou um desvio significativo de 10 mm tornando a mesma com uma dimensão maior que estipulada em projeto, contudo segundo a NBR 9062 define uma tolerância de 15 mm para um painel de 5 a 10 metros o qual era o caso do mesmo.

Estipulando que todos os painéis estão aptos para análise, das 30 vigas analisadas, 7 destas apresentaram um desvio significativo em seu comprimento como apresentado na tabela 1:

Tabela 1 desvios de comprimento em vigas

Nomenclatura da peça	Desvio (mm)	Comprimento de projeto mm
08	6mm <	740 mm
14	7mm <	740 mm
15	6mm <	410 mm
17	10mm <	740 mm
18	5mm <	740 mm
22	6mm <	605 mm
29	14mm >	140 mm

Fonte: Acervo do autor

Contudo, a única tolerância não respeitada pela norma é a viga “T” em concreto armado número 29 devido ao seu desvio ser superior a 10 mm estabelecido pela ABNT NBR 9062: (2017) para vigas com comprimento de até cinco metros.

4.2 Tolerâncias de largura

De acordo com as análises feitas, nenhuma peça apresentou algum desvio neste quesito.

4.3 Tolerâncias de altura

Das peças analisadas apenas o Painel de concreto armado número 4 apresentou desvio em relação ao seu valor de projeto indicando um valor de 10 mm maior que o estipulado.

A sua tolerância para este quesito segundo DEBS (2000) é de 6 mm sendo excedida rejeitando a peça.

4.4 Concordância com projeto

Das peças analisadas referentes a painéis de fechamento 4 unidades apresentaram inconformidades segundo o projeto conforme listado na tabela 2 demonstrada abaixo:

As inconformidades são representadas por erros ou distinções da peça pronta para o projeto que não se aplicam no quesito de dimensões ou aspecto visual

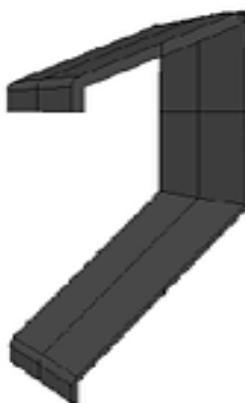
Tabela 2 Inconformidade em painéis

Número do painel	Inconformidades encontradas
06	Chapa de apoio deslocada longitudinalmente 30 mm;
08	Chapa de apoio deslocada longitudinalmente 50 mm;
19	Chapa de apoio deslocada longitudinalmente 20 mm;
20	Dispositivo de içamento posicionado de forma incorreta.

Fonte: Acervo do autor (2022)

Para este tipo de inconformidade a peça sofre uma auditoria do projetista estrutural responsável verificando a possibilidade de utilização. Chapa de apoio é o método responsável pela fixação do painel no console metálico do pilar conforme a figura 3 abaixo.

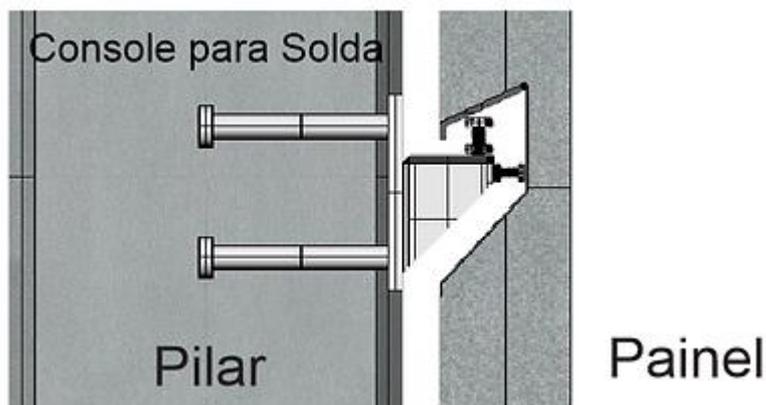
Figura 3: chapa de apoio para painéis



Fonte: Trejor (2022)

Após a coleta de dados ter sido enviada e analisada pelo projetista responsável verificou-se a necessidade de alteração no console metálico do pilar tornando possível a compatibilização das peças em questão, a figura 4 demonstra a fixação dos elementos

Figura 4: fixação de painéis



Fonte: Trejor (2022)

Para a peça número 20 é adicionado um dispositivo de movimentação posteriormente, contudo indica uma falha na produção do mesmo gerando uma carga de serviço onerosa.

Para as vigas retangulares durante a análise das mesmas observou 5 (cinco) peças que apresentaram inconformidades, conforme tabela 3 a seguir:

Tabela 3: inconformidades em vigas

Número da Viga	Inconformidades encontradas
05	Viga possuía console onde sua cordoalha de espera está 30 mm maior
06	Viga possuía console onde sua cordoalha de espera está 90 mm maior e furação para encaixe no pilar deslocado 10 mm
07	Furação para encaixe no pilar deslocado 10 mm
08	Furação para encaixe no pilar deslocado 10 mm
09	Furação para encaixe no pilar deslocado 10 mm

Fonte: acervo do autor (2022)

Observa-se que nos casos das vigas 05 e 06 a espera maior que projetado impede o cobrimento mínimo.

DEBS, (2000) afirma que o cobrimento da armação se for inadequado de forma que diminua seu valor pode prejudicar a transferência de tensões do aço para o concreto.

Necessitando o corte das mesmas até a dimensão correta, gerando um emprego de trabalho para as peças.

Já para as vigas 06, 07, 08, 09 foi averiguado um desvio de projeto apresentando um padrão onde todas as peças produzidas na mesma forma apresentaram o mesmo desvio de projeto o qual foi verificado a folga de montagem e constatado que a montagem e estrutura não seria prejudicada para estes casos em específico.

4.5 Aspectos visuais

Para a amostra de 30 (trinta) painéis, 3 (três) deles apresentaram problemas relacionados com sua estética. Onde todos passaram por uma análise minuciosa de seu aspecto visual Conforme tabela 4 a seguir:

Tabela 4: imperfeições visuais e, painéis

Painel de fechamento	Aspectos visuais
01	Incorporação de ar
04	Incorporação de ar
10	Incorporação de ar

Fonte: acervo do autor (2022)

Este fator que demonstra uma peça visualmente desagradável devido às bolhas de ar em suas faces não entregando a propriedade de superfície lisa e homogênea.

Segundo BOESING 2011 a aparição desta inconformidade pode estar ligada ao desmoldante utilizado e ao adensamento inadequado.

Gerando em um gasto com a regularização de sua superfície gerando peças não uniformes. Um grande problema onde os painéis de fechamento apresentarão aspectos visuais diferentes em uma mesma obra. Este fator de perda de qualidade no caso acima após realização de inspeção do processo de concretagem notou uma variação no traço utilizado acarretando em um concreto que incorporou mais ar.

Com o acompanhamento da concretagem foi verificado que o processo de adensamento e vibração do concreto foi executado de forma correta. Segundo DEBS, 2000 e a ABNT NBR 14931 tendo a precaução com a formação de ninhos e a não segregação dos materiais, além do processo ter seguido as orientações desta norma no quesito vibração por imersão.

SILVA, Ademir 2021 Descreve que o fator água cimento é comumente a erros de produção onde o volume de água empregado é essencial para mistura do concreto quanto na

cura do mesmo associado a e é outro erro bastante comum em uma obra que é a questão da quantidade da água e do cimento utilizado no concreto. A água é elemento essencial para a formação do concreto, tanto na etapa de mistura do traço, quanto na cura, levando que seu excesso e sua falta geram desconformidade na natureza do traço.

Após esta análise os dados foram passados para o responsável pelo processo confirmando um volume menor de água empregando bolhas superficiais nos painéis conforme a figura 5 abaixo:

Figura 5: Painel com bolhas superficiais



Fonte: acervo do autor (2022)

Para as vigas analisadas 5 peças tiveram inconformidades verificadas durante a análise ilustrado pela tabela 5 abaixo.

Tabela 5: Aspectos visuais em vigas

Viga	Aspectos visuais
07	Marcas do madeirite desgastado na peça
13	Sem cantoneira (quina viva)
14	Sem cantoneira
21	Sem cantoneira
25	Furação de passagem esteticamente fora de padrões

Fonte: acervo do autor (2022)

Para a viga 07 a questão de seu visual se dá pela utilização acima do limite da forma de madeirite onde o mesmo perde a capacidade de se manter com uma superfície lisa e ideal

onde que com a absorção de umidade e dilatação térmica este material perde sua durabilidade transmitindo uma aparência inadequada a peça onde é indicado realizar o melhor controle sobre as condições de uso desta forma.

Para as vigas 13, 14 e 21 além das peças não saírem uniformes gerando um emprego de trabalho para realizar a cantoneiras a partir de equipamentos de alto RPM. Onde outro fator diminui a qualidade do pré-fabricado, já que garantir a estanquidade da peça é uma das funções das cotoneiras.

Para DEBS 2000 cantos vivos sempre que possíveis devem ser evitados devido a sua suscetibilidade a quebras durante sua movimentação e montagem. Cantos vivos são formados em peças com seções retangulares que resultam em um canto em 90 graus. A imagem 06 a baixo ilustra uma viga restaurada após a não utilização de cantoneiras em seu inferior

Imagem 06: Viga com quinas vivas



Fonte: Acervo do autor (2022)

4.6 Alinhamento

Para a amostra de 30 (trinta) painéis, 10 (dez) deles apresentaram problemas relacionados com seu alinhamento. Conforme tabela 6 a seguir

Tabela 6: Alinhamento em painéis

Painel	Alinhamento
01	Alinhamento em seu sentido longitudinal variando 7mm
03	Alinhamento em seu sentido longitudinal variando 7mm
05	Alinhamento em seu sentido longitudinal variando 7mm
07	Alinhamento em seu sentido longitudinal variando 10mm

09	Alinhamento em seu sentido longitudinal variando 7mm
26	Alinhamento do fundo da forma consequentemente a parte inferior do painel 5mm
27	Alinhamento do fundo da forma consequentemente a parte inferior do painel 5mm
28	Alinhamento do fundo da forma consequentemente a parte inferior do painel 5mm
29	Alinhamento do fundo da forma consequentemente a parte inferior do painel 5mm
30	Alinhamento do fundo da forma consequentemente a parte inferior do painel 5mm

Fonte: Acervo do autor (2022)

Após realizada a análise foi verificado que a partir deste padrão encontrado nas peças de painéis 01; 03; 05; 07; 09 a falha de produção foi designada ao mesmo trecho ou ponto da forma metálica que é desprovida de travamento ocasionando uma expansão do painel em um trecho curto devido à força peso do concreto na lateral da forma metálica.

Como apontamento para não conformidade dos painéis 26, 27, 28, 29 e 30, foi dada pela utilização de um fundo de madeira para a forma metálica a fim de acelerar o processo de troca de módulo de seção obtendo esta inconformidade.

Todavia, somente o painel 07 excedeu a tolerância no quesito alinhamento seguindo tolerância descrita na ABNT NBR 9062:2017 para um painel de 9,4 metros de comprimento.

Figura 7: indicando desvios dos painéis 26...30



Fonte: acervo pessoal (2022) imagem de fundo avariado em um painel

4.7 Esquadro

Com os dados obtidos o painel 17 excedeu a tolerância limite de 5mm sendo necessário a regularização do mesmo acarretando em uma obra mais esbelta.

Já as vigas 06, 23 e 26 tiveram seus esquadros acima da tolerância permitida por norma, levando a sua regularização para evitar problemas futuros na montagem de pré-moldados. A tolerância para esse quesito segundo debs (2000) é de 5 milímetros.

4.8 Quebra

Apenas um painel apresentou essa não conformidade onde essa se ocorreu devido a incorreta movimentação do mesmo resultando em uma deformidade mesmo que reparada perde uma boa parte de suas características originais. O painel 06 retratado na imagem 8 a seguir:

Figura 8: Painel 06



Fonte: acervo do autor: painel apresentando quebra.



5. CONCLUSÃO

Através desse estudo de caso desenvolvido em uma fábrica de pré-fabricados na cidade de Sorriso, Mato Grosso, foi possível averiguar a excedência de tolerâncias e demais fatores que acarretam em uma perda da qualidade do pré-fabricado.

Através dessa análise, a importância de entender em que parte de cadeia produtiva as inconformidades surgem podendo assim implantar um sistema capaz de gerenciar e conferir a sua produção armazenamento e transporte, a fim de prover um produto com qualidade e segurança sempre visando a racionalização de materiais e de mão de obra desnecessários a fim de compatibilizar uma peça inadequada.

Esta pesquisa também demonstra a importância desses levantamentos ao longo do processo executivo, onde em 60 peças analisadas 21 delas tiveram tolerâncias excedidas ou algum aspecto que impossibilita a execução, montagem, transporte ou até mesmo a estética final da obra.

Com o presente estudo foi constatado que 35% das peças produzidas em uma determinada fábrica, não foram produzidas e de imediato liberadas para estoque ou canteiro de obra, mas sim, passaram por um processo de adequação.

REFERÊNCIAS

- ABCIC. **ANUÁRIO ABCIC 2014**. 2014. DISPONÍVEL EM:
<https://abcic.org.br/Arquivos/bnndc43m.pdf> ACESSO EM: 15/11/2021;
- ACKER, A. V. **Manual de Sistemas Pré-Fabricados de Concreto**. Tradução ABCIC. 2002.
Disponível em: http://apoiodidatico.iau.usp.br/projeto3/2013/manual_prefabricados.pdf
Acesso em: 15/11/2021
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT. NBR 7480**: Aço destinado a armaduras para estruturas de concreto armado. 2. Ed. BRASIL. 2007
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 9062**. 3. Ed. BRASIL. 2017;
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 14931**. 2. Ed. BRASIL. 2004;
- BASTOS, P.S.S. **Fundamentos do concreto armado**. Bauru. UNESP - Campus de Bauru/SP. 2019. disponível em
<https://wwwp.feb.unesp.br/pbastos/concreto1/Fundamentos%20CA.pdf> acesso em 15/11/2021
- BIANCHETTI, L.G.M. **Uso De Indicadores De Desempenho Para Escolha De Sistemas De Fôrmas**. Disponível em:
<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/189395/001087477.pdf?sequence=1>
acesso em: 29/11/2022
- BOESING, R. **Manifestações Patológicas Oriundas Do Processo Produtivo De Elementos Pré-Moldados De Concreto Armado 2011** Disponível em:
https://riut.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/14405/2/PB_COECI_2011_2_08.pdf acesso:
30/11/2022
- DEBS, M.K. **Concreto pré-moldado: fundamentos e aplicações**. 2. Ed. São Paulo Oficina de Textos, 2017. P. 441
- MAMEDE, F.C. **Utilização de pré-moldados em edifícios de alvenaria estrutural**. 2001. Dissertação (mestre em engenharia das estruturas). Escola de engenharia de São Carlos – USP. 2001. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18134/td-06062006-162432/publico/2001ME_FabianaMamede.pdf Acesso em 15/11/2021
- MILANI, C.J. et al **Processo produtivo de elementos pré-moldados de concreto armado: detecção de manifestações patológicas**. 2012. USP. Disponível em:
<https://www.revistas.usp.br/risco/article/view/49025/53125> acesso em: 15/11/2021
- OLIVEIRA, D. F. C. **Concreto pré-moldado: processos executivos e análise de mercado**. Monografia (especialização Construção Civil) UFMG. 2015. Disponível em:
https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUBD-A9SFZ8/1/monografia_final.pdf Acesso em: 15/11/2021

PAULANI, F, **a tecnologia das construções em pré-fabricados de concreto**, (Trabalho de Conclusão de Curso, do curso de Engenharia Civil da Universidade São Francisco)
Disponível em: <https://lyceumonline.usf.edu.br/salavirtual/documentos/1270.pdf> acesso em 12/12/2022

PHILIPPSSEN, R.A. BOESING, R. **Manifestações patológicas oriundas do processo produtivo de elementos pré-moldados de concreto armado**. (Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Civil). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 2011. Disponível em: http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/14405/2/PB_COECI_2011_2_08.pdf
Acesso em: 15/11/2021

PINHEIROS, L.M: GIONGO, L.S. **Concreto Armado Propriedades dos Materiais**. São Carlos. USP Escola de engenharia de São Carlos. 1986. Disponível em:
http://repositorio.eesc.usp.br/bitstream/handle/RIEESC/6198/Pinheiro_Libanio_Concretoarmado.pdf?sequence=1 Acesso em: 15/11/2021

SILVA, A. S. **Estrutura De Concreto Armado E Sua Aplicabilidade, Patologias E Erros Na Execução E Na Concretagem De Pilares E Vigas (2021)** disponível em:
<http://dspace.unirb.edu.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/300/TCC-.pdf?sequence=1&isAllowed=y> acesso: 30/11/2022

SOBRAL, H.S. **Propriedades do concreto fresco**. 6. Ed. São Paulo. Associação Brasileira de Cimento Portland. 2000. 30 p.
<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/189395/001087477.pdf?sequence=1>
<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/189395/001087477.pdf?sequence=1>

TREJOR. **Catalogo de itens**. Disponível em: <https://www.trejor.com/fixacao-de-paineis>
acesso em: 29/11/2022

WAGNER, L. L., Corrêa, A. L. S., & Freitas, D. B. de. (2020). **Revisão sobre a utilização de elementos pré-fabricados** / Review on the use of prefabricated elements. Disponível em:
<https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/17831/14444> acesso:
29/11/2022

APÊNDICE A:

FUNÇÃO ESTRUTURAL	NUMERAÇÃO	Comprimento	Largura	Altura	Condizencia com projeto	aspectos visuais	alinhamento	esquadro	quebra
Viga Retangular	1								
Viga Retangular	2								
Viga Retangular	3								
Viga Retangular	4								
Viga Retangular	5				X			5mm	
Viga Retangular	6				X			7mm	
Viga Retangular	7				X	X			
Viga Retangular	8	6mm-			X				
Viga Retangular	9				X				
Viga Retangular	10								
Viga Retangular	11								
Viga Retangular	12								
Viga Retangular	13					X			
Viga Retangular	14	7mm-				X			
Viga Retangular	15	6mm-						5mm	
Viga Retangular	16								
Viga Retangular	17	10mm-							
Viga Retangular	18	5mm-							
Viga Retangular	19								
Viga Retangular	20								
Viga Retangular	21					X			
Viga Retangular	22	6mm-							
Viga "L"	23							12mm	
Viga "L"	24								
Viga "T"	25					X			
Viga "L"	26						4mm	6mm	
Viga "T"	27					X		4mm	
Viga "T"	28								
Viga "T"	29	14mm+							
Viga Retangular	30								

Fonte: acervo do autor dados tabelados pelo autor para vigas

APÊNDICE B:

FUNÇÃO ESTRUTURAL	NUMERAÇÃO	Comprimento	Largura	Altura	Condizencia com projeto	aspectos visuais	alinhamento	esquadro	quebra
Painel de fechamento	1					X	7mm		
Painel de fechamento	2							4mm	
Painel de fechamento	3						7mm		
Painel de fechamento	4			10mm+		X			
Painel de fechamento	5						7mm		
Painel de fechamento	6				X				X
Painel de fechamento	7						10mm		
Painel de fechamento	8	10mm+			X				
Painel de fechamento	9						7mm		
Painel de fechamento	10					X			
Painel de fechamento	11								
Painel de fechamento	12								
Painel de fechamento	13								
Painel de fechamento	14								
Painel de fechamento	15								
Painel de fechamento	16								
Painel de fechamento	17							7mm	
Painel de fechamento	18								
Painel de fechamento	19				X				
Painel de fechamento	20				X				
Painel de fechamento	21								
Painel de fechamento	22								
Painel de fechamento	23								
Painel de fechamento	24								
Painel de fechamento	25								
Painel de fechamento	26						5mm +-		
Painel de fechamento	27						5mm +-		
Painel de fechamento	28						5mm +-		
Painel de fechamento	29						5mm +-		
Painel de fechamento	30						5mm +-		

Fonte: acervo do autor dados tabelados pelo autor para painéis