

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

IAGO PYDD BITENCOURT<sup>1</sup>

PEDRO MATIAZZI<sup>2</sup>

**RESUMO:** A evolução da indústria da construção civil aconteceu em diferentes fases, sendo que cada uma foi caracterizada por uma diversidade de métodos, tecnologias e arquiteturas próprias. Nos dias atuais verifica-se uma significativa organização em alguns subsetores, onde são encontrados modernos sistemas construtivos e processos de gestão industrial. Entre estes sistemas, destacam-se os pré-fabricados em concreto armado. O objetivo deste trabalho foi avaliar a ocorrência de manifestações patológicas em peças geradas a partir de moldes em uma indústria na cidade de Sorriso-MT. Ainda foi verificado a influência do processo produtivo na geração dessas manifestações patológicas e ao final foram propostas melhorias para este processo, buscando evitar a ocorrência dessas manifestações em peças pré-fabricadas. Assim, os elementos pré-fabricados tornam-se uma nova possibilidade construtiva para economizar recursos naturais e aumentar a velocidade da construção, tendo um correto planejamento e execução, com os devidos materiais, quantidades e mão de obra necessárias para evitar diferentes patologias.

**PALAVRAS-CHAVE:** Industrialização, recorrência, processo produtivo.

## TOLERANCE AND QUALITY ANALYSIS OF PREFABRICATED ELEMENTS ACCORDING TO NBR 9062-2017: CASE STUDY

**ABSTRACT:** With the development of the civil construction sector, there is a need to produce more efficiently and quickly, where one of the methods found and used was to prefabricate. This work aimed 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. Enabling margins for production in order to guarantee the quality of the manufactured element, contributing to define critical control points, for this reason, field tests were carried out in a factory located in Sorriso MT, containing visual analysis, measurement conference, alignment, square and paying attention to the project follow-up of these pieces, promoting greater excellence in assembly and final quality. From these analyzes verifying that 35% of the inspected elements have exceeded tolerances or some deviation forcing the readjustment of the part.

**KEYWORDS:** Industrialization; Recurrence; Production Process.

---

<sup>1</sup> Acadêmico de Graduação, Curso de Engenharia, Faculdade de Sinop – UNIFASIPE, R. Carine, 11, Res. Florença, Sinop - MT. CEP: 78550-000. Endereço eletrônico:

<sup>2</sup> Professor Engenheiro Especialista em Docência para Ensino Superior, Curso de Engenharia– UNIFASIPE, R. Carine, 11, Res. Florença, Sinop - MT. CEP: 78550-000. Endereço eletrônico:

## 1. INTRODUÇÃO

O crescimento da construção civil nos últimos anos fez com que as empresas buscassem 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 (LEOPOLDO, 2015).

Um dos métodos construtivos amplamente difundido em todos os segmentos da construção civil, se refere ao uso atual do elemento pré-fabricado, devido oferecer inúmeras possibilidades arquitetônicas tornando-o um sistema muito competitivo e de grande utilização fora do Brasil (SERRA, 2005).

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.

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 (ABNT: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.

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.

Para 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.

Segundo Morkk (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.

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. Por este motivo este trabalho irá analisar a qualidade de peças pré-fabricadas e sua produção no que diz respeito ao cumprimento de acordo com a NBR 9062: (ABNT:2017) e NBR 14931 (ABNT:2004).

Em um estudo quantitativo, o estudo se propôs a observar as tolerâncias excedidas e as recorrências encontradas em elementos pré-fabricados produzidos por uma fábrica em Sorriso-MT no que se refere a obras de prédios de múltiplos pavimentos e armazéns.

Após a 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, realizando a conferência de medidas, alinhamento e desaprumos.

Em uma análise empírica com 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, e com os dados anteriores para então verificar o seguimento de projeto e quantificar os desvios encontrados e de tolerâncias para as dimensões. Quantificando os defeitos visuais encontrados, implementando esses dados a uma planilha e correlacionar os dados em uma análise de recorrência visando encontrar erros de produção.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Contexto Histórico**

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.

Historicamente existe uma pequena rejeição na industrialização e utilização de pré-fabricados no segmento residencial. Para Prates (2014) a área da industrialização de pré-fabricados ainda não está efetivamente popularizada no Brasil, comparado a outros países do hemisfério norte, isso pois, a cultura da região ainda propõe o uso de métodos artesanais e *in-loco*.

### **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.

Para compreender esse estudo a NBR 9062 (ABNT:2017) define os termos que são empregados para uma gestão e controle de qualidade: O termo desvio é definido como a diferença do valor obtido na execução para o definido em projeto; e a Tolerância é o valor máximo a ser atendido para o desvio. Ainda segundo a norma, Folga é o termo empregado para determinar a diferença entre distancia livre e o elemento em si, onde as folgas devem ser previstas em projeto.

Para pilares e vigas a NBR 9062 (ABNT:2017) 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 ABNT NBR 9062.

### **2.3 Armação**

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 NBR 14931 (ABNT: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.

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

## **2.4 Fôrmas**

Os elementos estruturais podem apresentar diversas formas e dimensões, todavia de acordo com Akcer (2002), a produção de pré-fabricados visa a padronização destas formas para obter máxima eficiência no método construtivo possibilitando um processo de repetição.

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. El Debs 2000 descreve que as formas de aço atendem uma maior quantidade de reutilizações e uma baixa demanda de manutenção implicando em um custo elevado.

A utilização de fôrmas 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 (MAMEDE, 2001)

O manuseio correto e a boa manutenção das formas é o que garante a qualidade final do elemento de concreto armado. Como descrito na NBR 14931 (ABNT:2004) antes do lançamento do concreto em seu estado fresco, deve ser realizado a conferência 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.

## **2.5 Concreto em Estado Fresco**

A utilização do concreto é amplamente difundida na 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. 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.

O adensamento do concreto é definido pelo 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.

Segundo a NBR 9062, (ABNT:2017) o processo de adensamento sempre deve ser realizado de forma cuidadosa a fim de garantir que o concreto preencha todos o volume da fôrma, tendo também a precaução com a formação de nichos ou segregação dos materiais

Como consequência da displicência no lançamento do concreto e suas propriedades, alguns erros de produção podem surgir diminuindo a qualidade de seu elemento. Micro bolhas são cavidades de pequenas dimensões vazadas na superfície de um elemento como consequência da incorporação de ar pelo concreto, este erro de produção interfere negativamente na qualidade visual da peça. De acordo com Milani, et al (2012) a manifestação deste erro de produção pode estar ligada ao tipo de desmoldante utilizado e vibração inadequada.

Essa falha é muito comum em elementos em placas devido sua menor dimensão ser

muito menor que as demais. Para Mamede (2001) os concretos em seu estado fresco com o se 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.

Outra manifestação patológica que pode ocorrer é a exsudação do concreto, apresentada por pequenas fissuras aparente nas superfícies dos elementos onde verificasse nitidamente que 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 para essa falha correspondem em uma quantidade de água excessivas, o contato demasiado do vibrador com as superfícies da fôrma e vibração prolongada.

A ocorrência de uma peça com variabilidade em sua coloração, tonalidades distintas e até faixas de cores não compatíveis, também 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. 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.

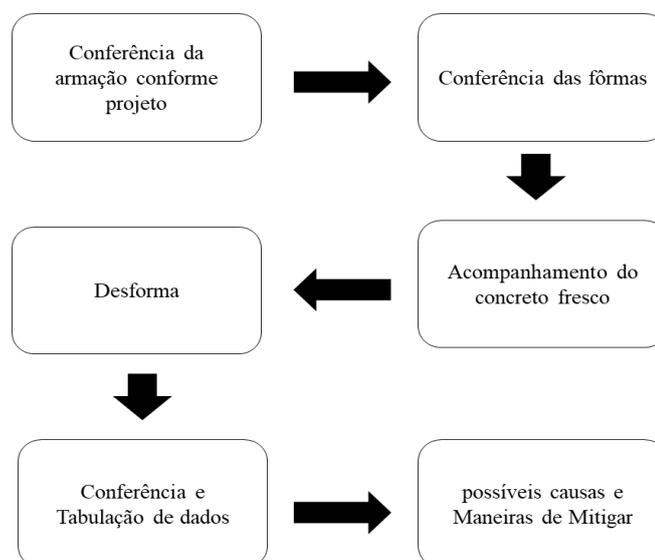
### 3. MATERIAL E MÉTODOS

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

Sendo assim, foram realizadas a análises em peças de pré-fabricados de concreto oriundas de uma empresa 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 foram subdivididas de acordo com sua função estrutural.

A análise foi feita através da verificação do cumprimento da norma NBR 9062 (ABNT: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 foi realizada a análise quantitativa demonstrando a recorrência de falhas de produção e tolerâncias excedidas, conforme descrito abaixo e o fluxograma 01 apresentado em sequência:

**Figura 01:** Fluxograma



A análise de conferência de armação foi feita partindo da medição por meio de trenas e verificação das barras e seus diâmetros constatando se estavam 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 foi 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, de seu alinhamento e desnível sendo se necessário a utilização de réguas e níveis.

A conferência das formas também foi verificada as distancias e cotas previstas em projeto utilizando trenas metálicas para se obter precisão.

O acompanhamento do concreto fresco foi 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 foi tomado nota e armazenado para a análise.

Foi 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 (viga em concreto armado pré-fabricada) para vigas e PNF (painel em concreto armado pré-fabricado) 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.

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÕES**

### **4.1 Análise de Dados**

Depois de realizados todos os ensaios com as peças de concreto armado pré-fabricado produzidas em Sorriso-MT oriundos de uma empresa, fora feito o levantamento de dados e tabulação dos mesmos separando esses dados conforme a utilização estrutural das peças e suas tolerâncias.

### **4.2 Tolerâncias**

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 10mm 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.

As dimensões são de sua importância para que a montagem e estabilidade da obra seja idônea afim de garantir segurança e funcionalidade.

Das trinta vigas analisadas 7 apresentaram um desvio significativo, contudo somente uma peça não respeitou a tolerância da normativa a viga em concreto armado número 29 devido ao seu desvio ser superior a tolerância estabelecida de 10 mm pela NBR 9062 (ABNT:2017) para vigas com comprimento de até cinco metros.

Implicando que por normativa este elemento se encontrava fora de padrões de qualidade podendo acarretar problemas durante a montagem e execução da obra.

Além disso, em nenhuma peça amostrada foi observado algum desvio em sua largura.

Das peças analisadas apenas um painel de concreto armado apresentou desvio em relação a sua altura indicando um valor de 10mm maior que o estipulado. A sua tolerância para este quesito segundo DEBS (2000) é de 6mm sendo excedida para rejeitar a peça.

Após a coleta deste dado foi verificado que durante o processo de concretagem o fundo da forma desta peça cedeu originando esse erro de produção.

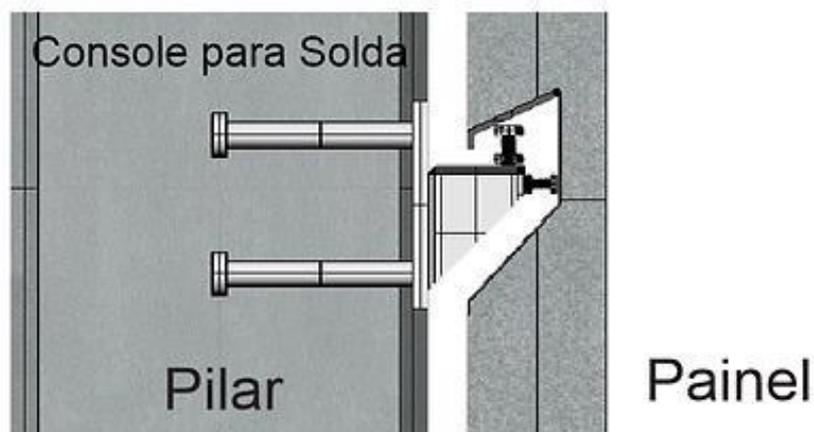
Das peças analisadas referentes a painéis de fechamento, 4 unidades apresentaram inconformidades segundo o projeto. As inconformidades são representadas por erros ou distinções da peça pronta para o projeto que não se aplicam no quesito de dimensões ou aspecto visual.

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.

Após a coleta de dados ter sido enviada e analisada pelo projetista responsável verificou-se a necessidade de alteração no console metálico do pilar que futuramente seria feito a ligação com estes painéis tornando possível a compatibilização das peças em questão.

**Figura 02:** Detalhamento da chapa de apoio



Fonte: Trejor (2022)

Observa-se que nos casos de duas vigas ocorreu de as esperas estarem maior que projetado o que 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.

Para 4 vigas analisadas, foi verificado um desvio em relação ao projeto onde as furações que são responsáveis por realizar a ligação juntamente com os pilares por meio das esperas do mesmo, estavam deslocados 10 milímetros. Dito isto o projetista determinou uma folga para tal de 20 milímetros constatando que as peças poderiam serem enviadas para a obra.

Após esta verificação foi constatada a necessidade de uma atenção maior nas cotas de projetos e os posicionamentos dos mesmos na fôrma afim de mitigar esse erro.

Para a amostra de 30 painéis, três deles apresentaram problemas relacionados com sua estética. Onde todos passaram por uma análise minuciosa de seu aspecto visual, verificando a presença de bolhas devido a incorporação de 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. Após esta análise os dados foram repassados para o responsável pelo processo confirmando um volume menor de água empregando bolhas superficiais nos painéis.

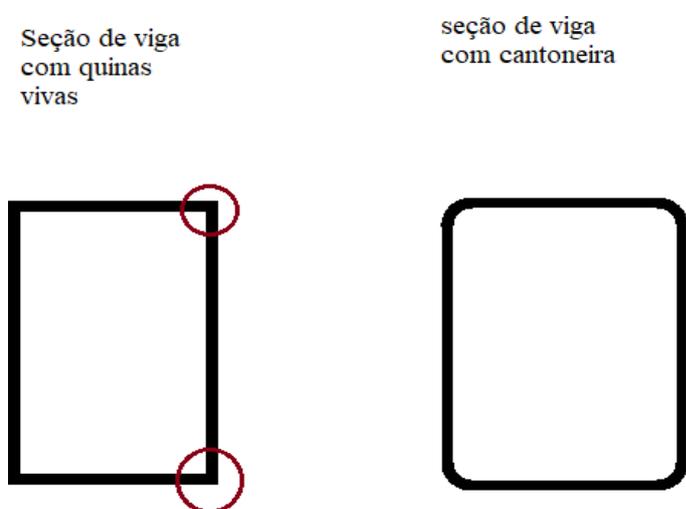
Onde esses painéis não foram liberados para utilização em sua obra devido o padrão estético da localização em planta dos mesmos ser elevada.

Para as vigas analisadas 5 peças tiveram inconformidades em seus aspectos visuais verificadas durante a análise sendo elas: marcas de madeirites, presença de quinas vivas e furação de passagem fora de padrões estéticos.

Partindo desse resultado durante a análise das fôrmas foi verificado o desgaste dos materiais e da própria fôrma, onde a reutilização sem a troca regular dos madeirites emprega na obtenção de peças foram de padrões estéticos e de qualidade. Além da não utilização de cantoneiras nas formas diminuindo a estanqueidade da mesma e acarretando uma peça disforme e com segregação de materiais devida a perda de água.

Onde quina viva em elementos pré-fabricados são representados por encontros ou extremidades formando ângulo de 90 graus conforme a imagem a seguir.

**Figura 03:** Detalhamento quina viva



**Fonte:** Própria (2022)

Para a amostra de 30 painéis, dez deles apresentaram problemas relacionados com seu alinhamento. Após realizada a análise foi verificado que a partir deste padrão encontrado nas peças de painéis, 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.

Tal patologia também foi originada 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. Contudo desses desvios encontrados somente um painel excedeu sua

tolerância de alinhamento.

Com os dados obtidos, o painel 17 excedeu a tolerância limite de 5mm sendo necessário a regularização do mesmo. 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.

Apenas um painel apresentou quebra 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 pela dissociação do concreto simples e do aço onde ambos não irão resistir aos esforços em solidariedade conforme o esperado do concreto armado.

## 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.

A partir dos levantamentos avaliados ao longo do processo executivo, verificou-se que 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.

Em suma, essa análise mostrou a importância de identificar 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.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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](http://apoiodidatico.iau.usp.br/projeto3/2013/manual_prefabricados.pdf)  
Acesso em: 15/11/2021

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

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/tde-06062006-162432/publico/2001ME\\_FabianaMamede.pdf](https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18134/tde-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](https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUBD-A9SFZ8/1/monografia_final.pdf) Acesso em: 15/11/2021

PHILIPPSEN, 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](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](http://repositorio.eesc.usp.br/bitstream/handle/RIEESC/6198/Pinheiro_Libanio_Concretoarmado.pdf?sequence=1) Acesso em: 15/11/2021

TREJOR. **Catálogo de itens**. Disponível em: <https://www.trejour.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>