



**MATTHEUS CLODOMIR RODRIGUES BEGNINI**

**ANÁLISE DO PROCESSO PRODUTIVO DE ELEMENTOS PRÉ-  
MOLDADOS: DETECÇÃO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS**

**Sinop/MT  
2022/2**

**MATTHEUS CLODOMIR RODRIGUES BEGNINI**

**ANÁLISE DO PROCESSO PRODUTIVO DE ELEMENTOS PRÉ-  
MOLDADOS: DETECÇÃO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS**

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

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Andréia Alves Botin

**MATTHEUS CLODOMIR RODRIGUES BEGNINI**

**ANÁLISE DO PROCESSO PRODUTIVO DE ELEMENTOS PRÉ-MOLDADOS: DETECÇÃO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Banca Avaliadora de Engenharia Civil – UNIFASIPE, Faculdade de Sinop como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Aprovado: xx / xx / xx.

---

**Andréia Alves Botin**  
Professora Orientadora  
Departamento de Engenharia Civil – Unifasipe

---

Nome Avaliador(a)  
Professor (a) Avaliador (a)  
Departamento de Engenharia Civil – Unifasipe

---

Nome Avaliador(a)  
Professor (a) Avaliador (a)  
Departamento de Engenharia Civil – Unifasipe

---

**Pedro Mattiazi da Silva**  
Coordenador do Curso de Engenharia Civil  
Centro Universitário – Unifasipe

**Sinop/MT**  
**2022/2**

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho A Deus, meus pais que tornaram este sonho possível, e também à minha esposa Gabriela.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Peça com bolhas. ....	27
<b>Figura 2:</b> Peça com manchas. ....	27
<b>Figura 3:</b> Peça com quebra. ....	28
<b>Figura 4:</b> Peças mal armazenadas. ....	29
<b>Figura 5:</b> Peça com fissuras. ....	29
<b>Figura 6:</b> Peça com falha no adensamento. ....	30
<b>Figura 7:</b> Peça com falha de acabamento. ....	31

## **LISTA DE QUADROS**

<b>Quadro 1:</b> Classificação de anomalias de acordo com o grau de risco.....	18
--	----

## RESUMO

A evolução da indústria da construção civil aconteceu em diversas 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 Vera-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-moldadas. 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:** Concreto armado; Pré-fabricação; Processo produtivo.

## ABSTRACT

The evolution of the civil construction industry took place in several phases, each characterized by a diversity of methods, technologies and architectures. Nowadays, there is a significant organization in some subsectors, where modern construction systems and industrial management processes are found. Among these systems, prefabricated reinforced concrete systems stand out. The objective of this work was to evaluate the occurrence of pathological manifestations in parts generated from molds in an industry in the city of Vera-MT. The influence of the production process in the generation of these pathological manifestations was also verified and, in the end, improvements were proposed for this process, seeking to avoid the occurrence of these manifestations in precast parts. Thus, prefabricated elements become a new constructive possibility to save natural resources and increase construction speed, with correct planning and execution, with the proper materials, quantities and labor necessary to avoid different pathologies.

**Keywords:** Prefabrication; Reinforced concrete; Engineering.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>9</b>
<b>1.1 Justificativa</b> .....	<b>10</b>
<b>1.2 Problematização</b> .....	<b>10</b>
<b>1.3 Objetivos</b> .....	<b>11</b>
1.3.1 Geral .....	11
1.3.2 Específico .....	11
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>12</b>
<b>2.1 Pré-fabricados em concreto armado</b> .....	<b>12</b>
<b>2.2 Sustentabilidade aplicada em pré-fabricados</b> .....	<b>13</b>
<b>2.3 Vantagens e desvantagens do sistema de pré-fabricados</b> .....	<b>15</b>
<b>2.4 Patologias e manifestações patológicas</b> .....	<b>16</b>
<b>2.5 Etapas na fabricação de peças pré-moldada</b> .....	<b>18</b>
<b>2.6 Identificação de falhas durante o processo de fabricação</b> .....	<b>18</b>
2.6.1 Falha de projeto .....	18
2.6.2 Falhas humanas .....	19
2.6.3 Falhas químicas .....	19
<b>2.7 Manifestações patológicas</b> .....	<b>20</b>
2.7.1 Fissuras.....	20
2.7.2 Quebras .....	21
2.7.3 Bolhas.....	22
2.7.4 Adensamentos .....	22
2.7.5 Manchas .....	23
<b>3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS</b> .....	<b>24</b>
<b>3.1 Local da pesquisa</b> .....	<b>24</b>
<b>3.2 Identificação das patologias</b> .....	<b>24</b>
<b>3.3 Análise das manifestações patológicas</b> .....	<b>25</b>
<b>4. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DE DADOS</b> .....	<b>26</b>
<b>4.1 Manifestações patológicas</b> .....	<b>26</b>
4.1.1 Bolhas superficiais .....	26
4.1.2 Manchas .....	27
4.1.3 Quebras .....	28
4.1.4 Fissuras e trincas .....	29
4.1.5 Falhas de acabamento e adensamento .....	30
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>32</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>33</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A construção civil é uma indústria não tão desenvolvida quando comparada a outros setores. Em geral, isso se deve principalmente em virtude dessa área apresentar baixa produtividade, grande desperdício de materiais, morosidade e baixo controle de qualidade durante a obra (EL DEBS, 2000).

Entretanto, ainda há um grande potencial de otimização dos processos e melhoria na utilização dos recursos e, considerando o mercado competitivo em que a construção civil está inserida atualmente, essas mudanças são extremamente necessárias.

Nesse contexto, surge a definição de desenvolvimento tecnológico: “procedimento de aperfeiçoamento de métodos, processos e sistemas construtivos, materiais e componentes, e de técnicas de construção, de planejamento e controle das operações construtivas que representem uma inovação tecnológica para o setor” (SABBATINI, 1989 OLIVEIRA, 2002, p.6).

Considerando a definição anterior, uma das formas de se otimizar os procedimentos utilizados na construção civil é modificar o processo artesanal para um processo mais industrializado.

Atualmente, a pré-fabricação de peças apresenta-se como a forma mais difundida e viável de industrialização na construção. Esse sistema construtivo pode aumentar significativamente a qualidade nos canteiros de obras, uma vez que, se utilizado de forma adequada, é possível obter melhor controle ao longo da produção, redução no tempo de execução, peças de boa qualidade e durabilidade, e menos desperdício, tornando as obras mais organizadas e seguras.

Oliveira (2010) afirma que ao contrário do que ocorreu em outros países, os métodos de execução da construção civil no Brasil não acompanharam o desenvolvimento tecnológico. No Brasil, ao longo dos anos não se teve a preocupação em adotar processos construtivos mais racionais; a mão-de-obra até então, abundante e barata, compensa os gastos com desperdícios e processos com baixo controle.

Entretanto, apesar das vantagens supracitadas e de estar presente no mercado nacional e internacional há mais de cinquenta anos, esse sistema construtivo ainda não foi completamente consolidado no Brasil (OLIVEIRA, 2002).

O pouco conhecimento do sistema pré-fabricado, das suas possibilidades e dos seus benefícios por parte dos integrantes da cadeia produtiva da construção civil pode fazer com que as obras executadas nesse sistema apresentem problemas. Isso tende a se agravar ainda mais no caso de construções públicas, onde os engenheiros precisam fiscalizar diversas obras e muitas vezes não há um controle adequado, principalmente quando se trata de uma técnica não convencional.

Diante do panorama apresentado, este trabalho buscou compreender quais as principais patologias que ocorrem em peças pré-fabricadas em uma indústria localizada na cidade de Vera-MT.

## **1.1 Justificativa**

Com o crescente desenvolvimento da construção civil, a busca por processos construtivos mais eficientes tornou-se uma questão fundamental. A forte concorrência obriga as empresas que atuam no setor a procurar novas formas e métodos construtivos, com processo modular e maior industrialização, no caso dos pré-moldados de concreto armado que pode ser muito utilizado nas construções como estrutura de pontes, lajes, vigas, postes e pilares. Em obras de saneamento, estações de tratamento de água, sistemas de esgoto, barragens, usinas hidrelétricas, prédios, pontes e viadutos.

A fim de atingir um nível de qualidade satisfatório para as quais é capaz de satisfazer a demanda existente, na produção das peças e na verificação das manifestações patológicas derivadas desse processo, a fim de minimizá-las ou saná-las, e também certificar a funcionalidade, estética e estabilidade dos elementos que exigem um controle rigoroso durante a produção das peças para que sejam evitadas patologias, que podem ser prejudiciais para a edificação, pois o processo produtivo na região normalmente é artesanal e sem procedimentos claramente definidos.

## **1.2 Problematização**

As manifestações patológicas apresentaram-se de diversas formas variadas, como erros de projeto, deficiência na medida de agregados e na preparação de concreto dentre os erros na fabricação destacam-se: erros de montagem, bolhas superficiais, adensamento inadequado (nichos de concretagem), manchas, choques ou quebras, fissuras e trincas.

Por esse motivo este trabalho busca responder a seguinte questão: Como as patologias presentes em peças da indústria de pré-moldados em concreto podem influenciar nas obras onde são aplicadas?

### **1.3 Objetivos**

#### 1.3.1 Geral

Este trabalho tem como objetivo geral avaliar a ocorrência de manifestações patológicas em peças geradas a partir de moldes em uma indústria na cidade de Vera-MT.

#### 1.3.2 Específico

- Verificar quais as manifestações patológicas que ocorrem em peças pré-moldadas na indústria;
- Identificar a influência do processo produtivo na geração das manifestações patológicas;
- Apresentar sugestões de melhorias no processo, mediante caracterização do processo de produção das peças pré-fabricadas de concreto armado.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Pré-fabricados em 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 ele foi criado fora de seu local de uso. As estruturas que são concretadas no lugar definitivo da obra surgiram depois (VASCONCELOS, 2002).

A técnica de pré-modelar foi base para o desenvolvimento do concreto armado, tanto que as primeiras peças feitas dessa forma, como o barco de Lambot em 1848 e os vasos de Monier em 1849, foram elementos pré-moldados. A primeira narrativa da utilização desse processo construtivo foi em 1891 durante a execução do cassino Biarritz, na França, onde as vigas foram os elementos pré-moldados (DEBS, 2017).

Entretanto a aplicação do pré-moldado ganharia força apenas 6 décadas depois no continente Europeu, devastado pela Segunda Guerra Mundial e com ampla necessidade de construção em larga escala para se recompor (ORDOÑEZ, 1974).

A construção civil, em todo o mundo, encontra-se em um período claramente dedicado à busca e implementação de estratégias de modernização do setor, em que a industrialização da construção tem um papel fundamental (PAULA, 2007).

Portanto, é cada vez maior a utilização de peças pré-fabricadas de concreto na construção civil, pois representa um razoável progresso em termos construtivos, permitindo a racionalização e o aperfeiçoamento técnico das obras (SINPROSIM-BA, 2003).

Segundo a NBR 9062/1985, os elementos pré-moldados são peças executadas industrialmente, mesmo em instalações temporárias em canteiros de obras, sob condições rigorosas de controle de qualidade.

Para Pederiva (2009), tais elementos representam uma opção válida para racionalizar o processo de produção. Essas peças apresentam algumas características significativas, são elas:

rapidez de execução, controle de qualidade, projetos de modulação e relativo nível organizacional de produção.

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 que vieram com a proposta de reduzir o desperdício de materiais.

Tanto as estruturas pré-moldadas quanto às 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.

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).

El Debs (2017) afirma que o pré-moldado continua sendo empregado na Europa e nos Estados Unidos, com constante aprimoramento no processo de execução dos elementos estruturais, favorecendo o sistema de ciclo aberto de produção

## **2.2 Sustentabilidade aplicada em pré-fabricados**

Segundo La Serna (2011) a mineração de agregados para a construção civil é considerada tendo um beneficiamento simples, no entanto, gera impactos ambientais como poluição sonora e do ar, no entanto, o agregado reciclado gerado através a reciclagem de 21 resíduos da construção civil, em comparação ao natural, apresenta menores custos de energia e de transporte pela possibilidade de serem produzidos nos locais de consumo.

Fernandes (2007) cita que os insumos produzidos em usinas de reciclagem, é uma alternativa que permite manter o fluxo da indústria de construção, economizar o uso de bens naturais e proteger adequadamente o meio ambiente.

Wellenkamp (2004) considera que prevenir a produção de resíduos na fonte é a primeira solução mais eficaz, e a reciclagem seria a segunda ação adequada para reduzir a quantidade de resíduos descartados.

Segundo Ângulo et al. (2001), a reciclagem, como em qualquer outra atividade de extração de matéria prima pode causar impactos ao meio ambiente se não houver uma criteriosa análise da tecnologia empregada. A reciclagem consiste em uma série de processos técnicos, tais como coleta, beneficiamento, processamento etc., os quais, por sua natureza, podem também ser causadores de impactos ambientais (WELLENKAMP, 2004).

Santos (2008) cita que os benefícios da reciclagem são a redução da utilização de aterros; a menor ocorrência de deposições irregulares; a redução no consumo de recursos naturais não-renováveis; e redução dos impactos ambientais das atividades de mineração; redução de consumo de energia durante o processo de produção e no transporte e redução da poluição (emissão de gás carbônico, contaminação de rios).

Portanto, a sustentabilidade ambiental somente é alcançada com a racionalização de recursos, restringindo a exploração dos recursos esgotáveis, pela redução do volume de resíduos, com práticas de reciclagem, o uso racional da matéria prima, conservação de energia, através do empenho no desenvolvimento de pesquisas que utilizem de tecnologias ambientalmente corretas, e na implementação de políticas de proteção ambiental (SACKS 1993, ALVES 2010).

A produção de componentes pré-fabricados, que incorpora os conceitos de linha de montagem da indústria de base e bens de consumo, racionalizando o uso dos materiais e da mão-de-obra, está sendo, cada vez mais, utilizada pela construção civil, pois representa um razoável progresso em termos construtivos, permitindo a racionalização e o aperfeiçoamento técnico das obras (SINPROSIM-BA, 2003).

Diante do panorama citado, supõe-se que uma empresa de pré-fabricados possui grande potencial para utilização do agregado reciclado de concreto, já que gera o resíduo a ser reciclado, dispõe de tecnologia para o controle de qualidade do concreto e apresenta possibilidade de reciclagem na própria empresa.

Nas indústrias de pré-fabricados de concreto o processo de reciclagem dos resíduos de concreto pode ser considerado simplificado, uma vez que são constituídos basicamente de rejeitos de concreto provenientes do corte de peças, de elementos descartados pelo controle de qualidade, sobras de concreto fresco e unidades danificadas durante o transporte e estocagem.

Em países como Alemanha, Japão, Holanda, Dinamarca, Bélgica, França e Estados Unidos, a utilização de agregados reciclados já é uma realidade que tem levado a busca do desenvolvimento de novas técnicas de ensaios e de normatizações que garantam a qualidade destes materiais. Na Alemanha, dos 77 milhões de toneladas dos resíduos de demolição, cerca de 70% são reciclados e reutilizados em novas obras de construção (NBMCW, 2007).

Segundo Couto e Couto (2007), em Portugal, há iniciativas de alguns fabricantes de pré-fabricados de concreto em ajustar seu processo produtivo, tendo em vista minimizar os impactos ambientais, aqui citados:

As águas residuais industriais, que têm origem no processo de fabricação dos pré-fabricados, são tratadas em ETAR´s industriais, dimensionadas para esse efeito, e reaproveitadas no processo de fabricação das peças. Assim, estas águas circulam em circuito fechado.

Os restos de concreto são reduzidos a pó e depois reintegrados no processo de fabricação dos pré-fabricados, funcionando assim como um sistema de produção fechado, onde todo o material gasto é processado e utilizado novamente.

A reciclagem dos resíduos ainda necessita do desenvolvimento de métodos e equipamentos que possam aumentar a eficiência nas usinas, para que estas viabilizem um uso mais nobre dos RCD e, além disso, possibilita uma padronização de oferta de agregado reciclado para o mercado (CAPELLO, 2006).

### **2.3 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*.

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).

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).

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).

#### **2.4 Patologias e manifestações patológicas**

De acordo com Brisolara (2014), o termo patologia na engenharia se assemelha ao significado que se encontra na medicina, que é o estudo das causas e sintomas dos problemas patológicos que ocorrem nas construções.

Dentre as patologias encontram-se as falhas e anomalias, caracterizadas pela norma de inspeção predial, NBR 16747 (ABNT, 2020), pela perda de desempenho de um elemento e/ou subsistema e sistema construtivo, sendo as falhas em decorrência de uso, operação e manutenção, portanto extremamente danosas a edificação tanto em aspecto estrutural como também em sua aparência.

Apesar da construção civil estar em evolução constante, o desenvolvimento das novas técnicas construtivas ainda é apontado como um desafio a ser enfrentado em relação as manifestações patológicas. Estes podem comprometer o desempenho e reduzir a vida útil dos elementos expostos a tais efeitos (Scrivener, 2014)

Segundo Silva (2011), o surgimento de anomalias na estrutura pode-se atribuir ao não cumprimentos das normas, mas existe outro problema atrelado a constante degradação

prematura das edificações, é a falta de projeto, fiscalização e acompanhamento de um profissional qualificado, como também a ausência de manutenção, é necessário salientar a importância do projeto e acompanhamento técnico para a durabilidade, controle e execução de novas construções, assim como o monitoramento e manutenção das existentes (Soares et al. 2021).

Nesse contexto, Granato (2002) defende a importância dos profissionais incumbidos da execução e utilização dos materiais da construção devem ter um nível mínimo de conhecimento sobre os processos de degradação de uma estrutura, para que em caso de uma situação desfavorável, os mesmos saibam como adotar alguma medida que vise solucionar ou amenizar o problema, contribuindo com durabilidade e vida útil da edificação

Além disso, conforme Souza e Ripper (1998), estas patologias prediais afetam a sociedade em geral quando observada do ponto de vista urbanístico, já que desvaloriza seu entorno e afeta tanto a segurança como a paisagem dos moradores ao redor.

Para que ocorra os procedimentos de tratamento dessas patologias construtivas, faz-se antes necessário caracterizá-las, descobrindo sua origem, tipologia e grau de risco para edificação, esses critérios são observados através da inspeção predial e são decisivos para construção de um laudo técnico.

A patologia é o nome científico utilizado para definir diversos tipos de doenças ou alterações que estas causam aos organismos. Na construção civil este termo é utilizado para definir distintas anomalias encontradas nas peças pré-fabricadas das edificações. (OLIVEIRA, 2013)

As anomalias podem ser de origem construtivas ou funcionais, sendo classificadas, conforme a NBR 16747 (ABNT, 2020), como endógena, quando ocorrem devido a falhas no projeto e/ou na execução; exógena, quando se relaciona com fatores externos, causados por terceiros e funcional, sendo este ligado diretamente ao tempo de vida útil da edificação.

Outra característica é a natural, que tem origem em eventos da natureza que podem ou não ser previstos (Verçoza, 1991). Sendo assim, é preciso também classificar as anomalias de acordo com o grau de risco, relacionado com fatores de conservação, depreciação, saúde, segurança, funcionalidade, comprometimento de vida útil e perda de desempenho (Quadro 1).

**Quadro 1:** Classificação de anomalias de acordo com o grau de risco.

Crítico	Impacto irrecuperável, relativo ao risco contra a saúde, segurança do usuário e do meio ambiente, bem como perda excessiva de desempenho, recomendando intervenção imediata.
Regular	Impacto parcialmente recuperável relativo ao risco quanto à perda parcial de funcionalidade e desempenho, recomendando programação e intervenção a curto prazo.
Mínimo	Impacto recuperável relativo a pequenos prejuízos, sem incidência ou a probabilidade de ocorrência dos riscos acima expostos, recomendando programação e intervenção a médio prazo

Fonte: IBAPE (2012).

As falhas, no entanto, consideradas como perda de desempenho parcial ou total, são caracterizadas de outra maneira, sintetizadas pela NBR 16747 (ABNT,2020) em: de uso, operação ou manutenção.

Verçozza (1991), por sua vez, elenca as falhas em quatro aspectos: de planejamento, que está ligada à fase projetual de especificação da manutenção; de execução, quando é feito de maneira inadequada.

## 2.5 Etapas na fabricação de peças pré-moldada

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.

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 Identificação de falhas durante o processo de fabricação

### 2.6.1 Falha de projeto

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.

Pinto (2016) comenta, 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 às quantidades de etapas do processo que são realizadas no canteiro de obras.

Segundo Helene (1992), várias são as falhas que podem ocorrer durante o projeto, podendo ser mesmo na fase de concepção da estrutura, no estudo preliminar, na execução do anteprojeto ou durante a elaboração do projeto de execução, podendo destacar as seguintes causas: elementos de projetos inadequados, falta de compatibilização entre a estrutura e a arquitetura e demais projetos, especificação inadequada de materiais, detalhamento insuficiente ou errado, falta de padrão de representações e erros de dimensionamento.

Em acordo com causas relacionadas, Oliveira (2013) afirma que um dos fatores mais importantes e presentes nas edificações, são as falhas de compatibilização de projetos. É de fundamental importância que todos os projetos sejam analisados de forma conjunta antes do início das atividades no canteiro de obras, não sendo estes deixados para serem resolvidos durante a construção, o que acaba exigindo a adoção de soluções paliativas ou meramente reativas.

### 2.6.2 Falhas humanas

A montagem deve ser feita corretamente, de maneira a conferir travamento para que no momento ou após o recebimento do concreto, as formas não mudem de formato devido à pressão que irão sofrer do mesmo, caso contrário poderá ocorrer mudanças pequenas na geometria de vigas, pilares, lajes e qualquer outro elemento estrutural, originando problemas patológicos e elevando o custo da obra (TAKATA, 2009).

Segundo Marcelli (2007), o procedimento da cura do concreto muitas vezes não é tão preocupante para uma empresa como deveria e não recebe a devida importância e cuidados necessários, principalmente em obras de pequeno e médio porte.

### 2.6.3 Falhas químicas

Segundo Marcelli (2007), apesar da importância mostrada com relação à vibração do concreto, deve-se saber que um excesso de vibração pode ser pior do que a falta de vibração, pois pode provocar uma segregação dos agregados e afloramento superficial da água na hidratação do cimento.

Ainda segundo o autor, o procedimento da cura do concreto muitas vezes não é realizado com a seriedade que deveria e não recebe a devida importância e cuidados necessários, principalmente em obras de pequeno e médio porte.

O emprego do concreto pouco coeso, com excesso de agregado graúdo ou ainda de teste de abatimento muito alto pode acarretar o aparecimento das bicheiras em consequência da sua dosagem inadequada (FIGUEROLA, 2006).

## **2.7 Manifestações patológicas**

De acordo com Moreira (2009), a manifestação da patologia leva a um acréscimo de custos na produção, pois quando se constata a sua existência, é uma prática comum a correção delas, até mesmo para aumentar a durabilidade e a qualidade do produto. Com isso, há gastos com materiais e mão de obra para o procedimento de reparo, o que encarece o custo final da peça produzida.

Para Souza e Murta (2012), as manifestações patológicas podem ocorrer principalmente devido à deficiência nas armaduras, às formas e escoramentos, utilização errônea e à interpretação do projeto. No caso dos pré-fabricados, essa situação deve ser identificada para ser corrigida nas próximas fabricações, conforme Moreira (2009).

### **2.7.1 Fissuras**

Segundo Corsini (2016), as fissuras são um tipo comum de manifestação patológica nas edificações e podem interferir na estética, na durabilidade e nas características estruturais da obra. Tanto em alvenarias quanto nas estruturas de concreto, a fissura é originada por conta da atuação de tensões nos materiais.

Quando a solicitação é maior do que a capacidade de resistência do material, a fissura tem a tendência de aliviar suas tensões. Quanto maior for a restrição imposta ao movimento dos materiais, e quanto mais frágil ele for, maiores serão a magnitude e a intensidade da fissuração.

O termo fissuras, de forma geral, se trata de um termo técnico generalizado. Algumas normas e alguns peritos classificam as fissuras com diferentes nomes, conforme a sua espessura. Segundo a norma de impermeabilização (NBR 9575, 2010), as microfissuras têm abertura inferior a 0,05 mm. As aberturas com até 0,5 mm são chamadas de fissuras e, por fim, as maiores de 0,5 mm e menores de 1,0 mm são chamadas de trincas.

Fissuras normalmente são caracterizadas por serem estreitas, alongadas e superficiais. Não acarretam problemas estruturais pelo motivo de se localizarem apenas na superfície da estrutura, gerando assim apenas um dano estético. Contudo, vale ressaltar que as trincas e

rachaduras, que são estados agravantes, desenvolvem-se a partir de uma fissura (LOTTERMANN, 2013).

Fissura é a patológica mais é encontrada nas edificações devido ao mau processo de execução são fatores causadores das fissuras e outras manifestações associada à construção civil, elas estão presente em diversas áreas da construção como parede, piso, laje e no sistema estrutural que é a mais perigosa. Essas manifestações associadas às fissuras como trincas e rachaduras, tem que ser tratada por técnicos que identifiquem o problema e corrija-la de maneira eficaz e segura SILVA e CABRAL (2014).

As fissuras na laje são manifestações patológicas muito desagradáveis, nem sempre ela expõe um risco aos usuários mais esteticamente desconfortável estar em um ambiente tenha uma sensação de insegurança, por se tratar de uma laje as fissuras têm essa característica, o processo que mais causa essas manifestações patológicas é falta hidratação do concreto durante a cura ocasionando retração no concreto (REIS et al. 2017).

### 2.7.2 Quebras

As quebras podem ser originárias de choques mecânicos provocados pelo transporte incorreto das peças, além disso, de acordo com Moreira (2009), também podem ter origem a partir da má desmoldagem, o que pode ocorrer pelo uso do desmoldante inadequado para o tipo de forma, fazendo com que pontos específicos da peça quebre. Ainda segundo o autor, as quebras poderão ser originadas pela desmoldagem prematura quando o concreto ainda não possui resistência ao manuseio.

A norma NBR 9062 (ABNT, 2017) recomenda que os elementos pré-fabricados devem ser suspensos e movimentados através de máquinas, equipamentos e acessórios apropriados, para que sejam evitados choques e movimentos desordenados de forma que isso não afete a peça.

O armazenamento deve ser efetuado sobre dispositivos que possam dar apoio as peças e que elas sejam colocadas sobre um terreno plano e firme, além disso as pilhas podem ser formadas utilizando o mesmo critério.

### 2.7.3 Bolhas

Para Fortes et. al. (2004), o aparecimento das bolhas no concreto pré-fabricado é consequência do tipo de desmoldante utilizado nas formas. Segundo Marcelli (2007), apesar da importância mostrada com relação à vibração do concreto, deve-se saber que um excesso de vibração pode ser pior do que a falta de vibração, pois pode provocar uma segregação dos agregados e afloramento superficial da água de hidratação do cimento.

De acordo com Moreira (2009), a utilização de óleos e graxas residuais para a desmoldagem do concreto leva a retenção de água superficial, dando origem a bolhas e vazios depois do concreto endurecido, ou seja, eles permitem a adesão das bolhas ao desmoldante.

O ideal é que a bolha atinja a superfície e possa escapar. Essa oportunidade ocorre quando as misturas não são muito coesas. As bolhas são caminho para a penetração da umidade, água e gases para o interior do concreto até a armadura, comprometendo a estrutura com o tempo.

### 2.7.4 Adensamentos

De acordo com Santos (2014, p. 49), adensamentos (ninhos de concretagem) são vazios deixados na massa de concreto, devido à dificuldade de penetração do mesmo nas formas durante o processo de lançamento e adensamento.

Ainda segundo Santos (2014), os ninhos de concretagem podem ter diversas origens como a baixa trabalhabilidade do concreto por causa de um possível baixo fator água/cimento, devido à alta densidade das armaduras ou até mesmo a um agregado de um diâmetro grande, além disso, pode ocorrer devido a uma insuficiência no transporte, no lançamento e no adensamento do concreto.

Para Figuerola (2006) as principais causas do problema são as falhas no processo de concretagem da estrutura, por exemplo, no lançamento e adensamento do concreto. Algumas vezes, no entanto, a patologia pode ser causada por erro no detalhamento da armadura.

Nesse caso, o congestionamento de ferragens retém a brita e deixa passar apenas a argamassa, formando bicheira na parte superior do elemento estrutural. O nicho também pode ser originado pela utilização de agregados graúdos em locais onde o espaçamento da armadura é insuficiente.

El Debs (2000) destaca que o adensamento na concretagem de peças pré-moldadas, é uma atividade de grande importância, uma vez que irá influenciar diretamente na qualidade da peça e na produtividade do processo.

No caso de pré-moldados, devido ao transporte das peças, é comum que as resistências sejam superiores às praticadas em elementos estruturais moldados in loco. Assim, os concretos possuem baixa relação a/c e, portanto, é menos trabalhável o que torna necessário um cuidado maior na hora de se executar o adensamento.

#### 2.7.5 Manchas

Segundo Téchne (2011), as manchas mais comuns no concreto são as oriundas dos processos de hidratação do cimento e carbonatação do concreto, e se caracterizam por apresentarem coloração diferente da cor padrão do concreto aplicado. Há três causas básicas para o seu aparecimento: a primeira, mais comum e mais grave, ocorre em decorrência da pega diferenciada do concreto, ocorrida por um atraso no processo de concretagem.

De acordo com Santos (2014), às manchas nas superfícies de concreto prejudicam a estética visual, alterando a sua textura e uniformidade de coloração e isso pode causar problemas patológicos mais sérios. Em que seja possível amenizar essas manifestações, é necessário que haja um treinamento específico para os funcionários para que saibam utilizar o traço correto do concreto, além disso, a empresa deve adotar a utilização do desmoldante devido para utilização do processo.

### **3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

#### **3.1 Local da pesquisa**

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 Vera, Mato Grosso, com o objetivo de identificar melhorias que podem ser implantadas em seu processo de produção.

O estudo de caso do presente trabalho aconteceu na cidade de Vera no Norte do Mato Grosso, que possui uma área territorial de 2.962,687 km<sup>2</sup> e situa-se a 458 km da capital do Estado, conforme sítio eletrônico municipal, em uma indústria de peças pré-fabricadas de concreto armado.

A indústria tem suas atividades desenvolvidas na cidade a mais de 2 anos. Apesar de curto o tempo, a empresa nomeada como MAP Construções, já tem diversas obras, como de pequeno, médio e grande porte executadas na cidade a partir de suas peças, pré-fabricadas. A empresa que atende Vera e região, oferece serviços de construção em geral, balanças rodoviárias, peças para barracões, palanques, vigotas, lajes e postes.

#### **3.2 Identificação das patologias**

O método utilizado para identificação das manifestações patológicas na indústria em questão, foi o visual. No mesmo momento foi realizada a verificação do processo produtivo realizado na empresa. Os dados foram coletados através de um trabalho de campo onde foram obtidos fundamentalmente por observação pessoal, e fundamentado com ilustrações fotográficas, que serão apresentadas a seguir.

A coleta de dados foi desenvolvida através de visita à empresa acima citada, durante o mês de outubro de 2022, posteriormente foi realizado o arquivamento e análise dos registros fotográficos para a seleção das fotos com as principais patologias encontradas nas peças analisadas.

### **3.3 Análise das manifestações patológicas**

Na realização do estudo de caso, foram analisadas as peças fabricadas pela empresa em estudo, onde foi possível observar a ocorrência de manifestações patológicas nas peças concretadas.

As manifestações patológicas apresentaram-se de diversas formas variadas, dentre elas destacam-se: erros de montagem, bolhas superficiais, adensamento inadequado, manchas, choques ou quebras, fissuras e trincas. Na sequência foram realizadas sugestões de melhorias no processo produtivo da empresa objetivando uma minimização das patologias encontradas.

## **4. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DE DADOS**

### **4.1 Manifestações patológicas**

Foram observadas diversas manifestações patológicas, onde as mais comuns foram: bolhas superficiais, manchas, quebras, fissuras e trincas, além de falhas de acabamento e adensamento.

#### **4.1.1 Bolhas superficiais**

O aparecimento desta manifestação patológica pode ocorrer de acordo com o tipo de desmoldante utilizado, fôrma e vibração insuficientes. Indústrias que utilizam agentes desmoldantes baseados em óleo mineral, podem até causar bolhas de ar na superfície. Sobre vibrações, a empresa usa vibradores agulha.

Normalmente, as estruturas de concreto apresentam bolhas em sua superfície, advindas de diversos fatores. Evidentemente, estas manifestações são mais perceptíveis em peças pré-moldadas, que constantemente ficam expostas, prejudicando inclusive sua estética.

Durante a visita, observou-se que a vibração não foi implementada corretamente; o vibrador agulha utilizado para adensar peças grandes era o mesmo utilizado nas peças menores, desse modo nos elementos de menores dimensões além de a vibração ocorrer de modo excessivo, ela era executada próxima das faces das formas o que pode ter contribuído para a ocorrência das bolhas, conforme figura 1.

**Figura 1:** Peça com bolhas.



Fonte: Própria (2022)

Uma das formas de minimizar a ocorrência destas bolhas seria não utilizar desmoldantes à base de óleos minerais, pois como já citado, é prejudicial à peça. O correto, nesta ocasião, seria concretar as peças com concreto autoadensável (CAA). E sobre as vibrações cuidar para não vibrar excessivamente o concreto nas proximidades das faces, utilizando vibradores compatíveis com as dimensões das peças a serem concretadas.

#### 4.1.2 Manchas

As manifestações patológicas relacionadas a manchas estão diretamente relacionadas à limpeza das fôrmas, ao método de aplicação do desmoldante nas fôrmas e também à mistura do concreto. Antes de cada concretagem é importante realizar uma limpeza geral nas fôrmas para remoção de óleos, graxas e resquícios de concreto remanescentes das concretagens anteriores (figura 2).

**Figura 2:** Peça com manchas.



Fonte: Própria (2022)

Os desmoldantes de baixa qualidade podem deixar marcas no concreto, manchas que mesmo que maquiadas com argamassa, aparecem nas faces das peças com o passar do tempo. Esse tipo de desmoldante geralmente é banha de animal óleos e graxas, sendo caracterizados por serem produtos poucos solúveis em água, e quando expostos a chuvas, podem ser levados e por consequência causam manchas na superfície das peças (MILANI, BOESING, PHILIPPSSEN & MIOTTI, 2012).

#### 4.1.3 Quebras

As quebras observadas nas peças da empresa em estudo decorreram do movimento interno dos fragmentos durante o armazenamento. Na empresa, o envio das peças para as obras é feito por caminhões, portanto a ocorrência de choque mecânico é maior, fazendo com que as peças lasquem e/ou quebrem (figura 3).

**Figura 3:** Peça com quebra.



**Fonte:** Própria (2022)

Uma medida para minimizar as quebras seria realizar o transporte das peças por meio de pontes rolantes, conforme a norma a NBR 9062 (ABNT, 2017) onde é recomendado que os elementos pré-fabricados sejam suspensos e movimentados através de máquinas, equipamentos e acessórios apropriados, para que seja evitado choques e movimentos desordenados de forma que isso não afete a peça.

O armazenamento das peças deve ser efetuado sobre dispositivos que possam dar apoio às peças e que elas sejam colocadas sobre um terreno plano e firme, além disso as pilhas podem ser formadas utilizando o mesmo critério e proteger as extremidades das peças durante a movimentação (figura 4).

**Figura 4:** Peças mal armazenadas.



Fonte: Própria (2022)

#### 4.1.4 Fissuras e trincas

A origem das trincas e fissuras pode estar relacionada ao tipo de cimento utilizado pela empresa, bem como ao processo de cura dos componentes do concreto (figura 5). Conforme observado durante a visita, a empresa não está curando as peças apropriadamente; durante a decapagem e armazenamento, os elementos de concreto geralmente permanecem na fôrma por um dia e ficam expostos à luz solar direta, o que pode contribuir para o aparecimento de rachaduras ao serem arrancados.

As peças padrão não são submetidas à exposição diária à água para reduzir esse efeito.

**Figura 5:** Peça com fissuras.



Fonte: Própria (2022)

De acordo com o que foi exposto, para que seja possível amenizar esses problemas, a norma NBR 9062 (ABNT, 2017) especifica que a proteção contra a secagem prematura deve ser feita mantendo-se umedecida a superfície ou protegendo-a com uma película impermeável,

que não contenha parafina ou assemelhados, pelo tempo necessário à hidratação adequada, levando em conta a natureza do cimento.

#### 4.1.5 Falhas de acabamento e adensamento

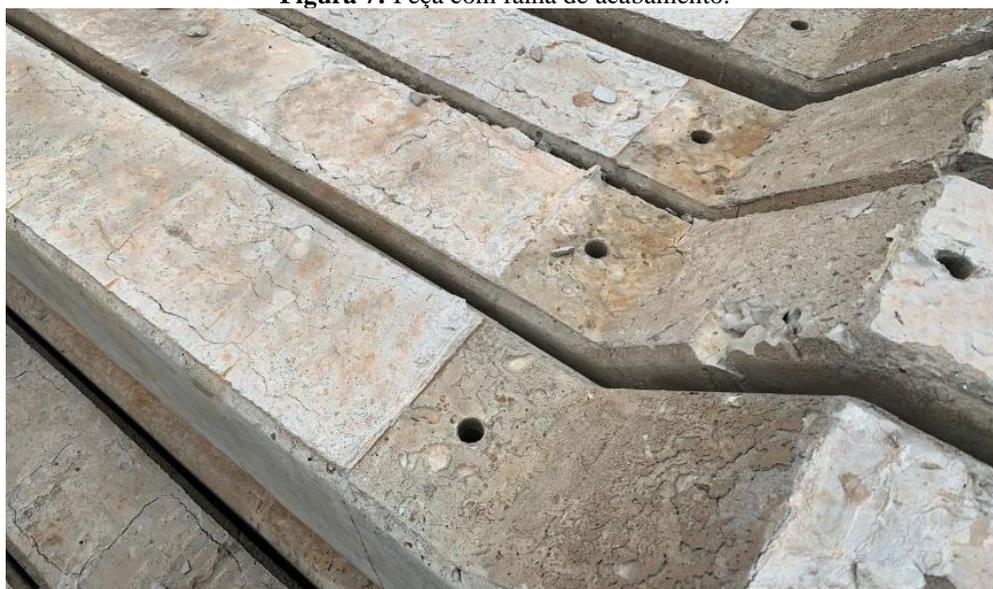
As peças que apresentaram tais falhas possuem grandes dimensões e, pelo sistema de fôrmas adotadas, a concretagem é realizada de modo que contribui para a segregação de seus elementos constituintes, assim como a não quantificação correta de agregados (figuras 6 e 7). Além disso, a vibração do concreto é realizada por vibradores tipo agulha; as fôrmas não possuem janelas de concretagem, o vibrador não tem capacidade de vibrar as camadas inferiores. Outro problema relacionado seria as falhas de acabamento, como nas superfícies lisas superiores a forma.

**Figura 6:** Peça com falha no adensamento.



**Fonte:** Própria (2022)

**Figura 7:** Peça com falha de acabamento.



**Fonte:** Própria (2022)

Uma medida para reprimir o adensamento é a utilização de vibrador adequado às dimensões da peça, sem vibração excessiva, utilizando um concreto autoadensável, evitar erro de dosagem no concreto e no detalhamento da armadura: alta concentração de barras e lançamento do concreto em alturas superiores a 2 m, concreto muito fluido, sem coesão, com excesso de agregado graúdo causam essa patologia. Para as falhas de acabamento indica-se a passagem da régua quando a peça ainda está moldável, evitando retrabalhos.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Notavelmente, o uso de elementos pré-fabricados na construção civil visa economizar recursos naturais e aumentar a velocidade da construção. Assim, os elementos pré-fabricados tornam-se uma nova possibilidade construtiva.

Os materiais pré-fabricados possuem uma ampla gama de aplicações e são utilizados de diversas formas, desde elementos de vigas até a utilização de elementos de fundação como estacas pré-fabricadas.

Outra grande versatilidade diz respeito às possibilidades de uso associadas ao processo de protensão, visando ampliar as capacidades de desempenho dos elementos em uso. E também de projeto com elementos recicláveis, para peças sustentáveis.

Portanto, além de demonstrar a necessidade de ampla discussão sobre os aspectos projetuais da pré-fabricação, os fundamentos da pesquisa em pré-fabricação tornam-se relevantes para ampliar o conhecimento sobre esse método de construção.

Observou-se na empresa a incidência de patologias, tal fato que estar correlacionado ao processo produtivo, de armazenamento ou deslocamento, executado com controle menos rigoroso das etapas, metodologias, materiais e mão de obra menos especializada.

Torna-se cada vez mais importante divulgar o potencial do uso atual do concreto armado pré-moldado, pois ele fornece diversas oportunidades arquitetônicas e inúmeras outras vantagens, se executado de acordo com as normas, com bons materiais e mão de obra qualificada, pode criar-se peças impecáveis e evitar diversas patologias.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado**: NBR 9062. Rio de Janeiro – RJ: ABNT, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (2020). NBR 16747 - **Inspeção Predial – diretrizes, conceitos, terminologia e procedimento**. Rio de Janeiro

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS -NBR, **Impermeabilização – seleção e projeto**. Rio de Janeiro,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.

BRISOLARA, G.P. (2014). **Patologia na Construção Civil: a permanência de velhos erros em novos contextos**. CREA-SC. Santa Catarina

BERGAMI, Maria Lúcia. **Diretrizes para a gestão da qualidade do processo de projeto em empresas de pré-fabricados baseado na norma NBR ISO 9001:2000**. 2009. 148f. Dissertação (Pós-graduação em Construção Civil) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2009. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/4648/2773.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 10 de outubro 2022.

CAMADURO JR, Ismael W; ZATT, Patrícia J. R. **Um estudo sobre fissuras em concreto armado**. Maringá,PR. 6p. Encontro Tecnológico da Engenharia Civil e Arquitetura de Maringá. Maringá, 2000. Artigo técnico.

CORSINI, R. **Trincas ou fissuras, como se originam e quais os tipos**. Disponível em: <http://techne.pini.com.br/engenharia-civil> Acesso em: 10 de outubro 2022.

EL DEBS, M. K. **Concreto pré-moldado: fundamentos e aplicações**. 2. ed. São Paulo, 2017.

FIGUEROLA, Valentina. **Vazios de Concretagem**. Revista Techne 109 – abril, 2006.

Granato, J. E. (2002). Patologia das construções. São Paulo.

HELENE, Paulo R. L. **Manual para Reparo, reforço e Proteção de Estruturas de Concreto**. 2ª ed.São Paulo, 1992.

MOREIRA, Kirke Andrew Wrubel. **Estudo das manifestações patológicas na produção de pré-fabricados de concreto**. 2009. 130f. Dissertação (Pós-graduação em Engenharia Mecânica e de Materiais) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2009. Disponível em: [http://www.dominiopublico.gov.br/pesquisa/DetalheObraForm.do?select\\_action=&co\\_obra=184759](http://www.dominiopublico.gov.br/pesquisa/DetalheObraForm.do?select_action=&co_obra=184759). Acesso em: 20 de outubro 2022.

OLIVEIRA, Cristiane S.P.. **As Principais Características da Mão-de-Obra da Construção Civil que Interferem na Filosofia da Qualidade**. Artigo. <http://www.abepro.org.br>. Universidade Federal de Santa Maria. 2010. Santa Maria/RS.

OLIVEIRA, L.A. (2002). **Tecnologia de painéis pré-fabricados arquitetônicos de concreto para emprego em fachadas de edifícios**. 191p. Dissertação de mestrado – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

OLIVEIRA, D. F. **Levantamento de causa de patologias na construção civil**. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, agosto de 2013.

ORDOÑEZ, José A. Fernández. **Prefabricacion: teoría y práctica**. 1. ed. Bilbao: Urmo, 1974.  
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.

PAULA, G. F. **Interação entre painéis pré-moldados de concreto e a estrutura principal por meio de modelos numéricos em elementos finitos**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG, 2007.

PEDERIVA, Paulo F.. **Comparação de Custos Envolvidos na Construção de Pavilhões com Estruturas Pré-Moldadas e Moldadas in loco**. Monografia. Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. 2009. Ijuí/RS.

RIBEIRO, Luísa Santos. **Análise da fissuração e das condições de vinculação de vigas prêmoldadas de concreto: estudo de caso**. 2017. Universidade Federal de Uberlândia - Faculdade de Engenharia Civil, Uberlândia - MG, 2017.

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.

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, V., C., M.; Ripper, T. (1998). **Patologia, Recuperação e Reforço de Estruturas de Concreto**. São Paulo: Pini.

SOUZA, Marilsa Inês; MURTA, Mirna Moreira. **Patologias, recuperação e reforço estrutural em concreto armado**. 2012. 41 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Instituto Doctum de Educação e Tecnologia, Caratinga, 2012. Disponível em: <https://dspace.doctum.edu.br/handle/123456789/1190>. Acesso em: 29de outubro 2022.

SCRIVENER, K. L. (2004). **Options for the future of cement**. *The Indian Concrete Journal*. p.11-21. <https://pt.scribd.com/document/464889739/Options-for-thefuture-of-cement>.

SILVA, F. B. (2011). **Patologia das construções: uma especialidade na engenharia civil**. *Téchne*, São Paulo, n. 174.

SANTOS, Camila Freitas dos. **Patologia de estruturas de concreto armado**. 2014. 91f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil) – Universidade Federal de

Santa Maria, Santa Maria – Rio Grande do Sul, 2014. Disponível em: [http://coral.ufsm.br/engcivil/images/PDF/2\\_2014/TCC\\_CAMILA%20FREITAS%20DOS%20SANTOS.pdf](http://coral.ufsm.br/engcivil/images/PDF/2_2014/TCC_CAMILA%20FREITAS%20DOS%20SANTOS.pdf). Acesso em: 18 de outubro 2022.

SINPROCIM - **Sindicato da Indústria de Produtos de Cimento do Estado de São Paulo**. Disponível em: , Acesso em: 18 de outubro 2022.

SINPROCIM – PROGRAMA SETORIAL DA QUALIDADE - **Setor de Produtos Pré-fabricados**. Bahia, 2003. Disponível em: 134 , Acesso em: 18 de outubro 2022.

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

TÉCHNE. **Recuperação no chão**. Revista Técnica 171 – Junho, 2011. Disponível em: . cesso em: 17 de outubro 2022.

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.

VERÇOZA, E., J. (1991). **Patologia das edificações**. Porto Alegre: Editora Sagra.