

CURSO SUPERIOR DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

ANNA JULIA RODRIGUES BARROS

CARTILHA DE BOAS PRÁTICAS PARA PROCEDIMENTO DE CONCRETAGEM EM ESTRUTURAS DE CONSTRUÇÃO CIVIL

Formosa – GO

2022

INSTITUTO FEDERAL
Goiás

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
SISTEMA INTEGRADO DE BIBLIOTECAS

TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAÇÃO NO REPOSITÓRIO DIGITAL DO IFG - ReDi IFG

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Digital (ReDi IFG), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IFG.

Identificação da Produção Técnico-Científica

[ ] Tese	[ ] Artigo Científico
[ ] Dissertação	[ ] Capítulo de Livro
[ ] Monografia – Especialização	[ ] Livro
[X] TCC - Graduação	[ ] Trabalho Apresentado em Evento
[ ] Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____	

Nome Completo do Autor: Anna Julia Rodrigues Barros.
Matrícula: 20181070080234
Título do Trabalho: Cartilha de boas práticas para procedimento de concretagem em estruturas de construção civil.

Autorização - Marque uma das opções

1. (X) Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso aberto);
2. ( ) Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG somente após a data ___/___/_____ (Embargo);
3. ( ) Não autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso restrito).

Ao indicar a opção **2 ou 3**, marque a justificativa:

( ) O documento está sujeito a registro de patente.
( ) O documento pode vir a ser publicado como livro, capítulo de livro ou artigo.
( ) Outra justificativa: _____

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

i. o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
ii. obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
iii. cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

Formosa, GO, 09/02/23.
Local Data

Anna Julia Rodrigues Barros.
Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Digitalizado com CamScanner



ANNA JULIA RODRIGUES BARROS

CARTILHA DE BOAS PRÁTICAS PARA PROCEDIMENTO DE CONCRETAGEM EM ESTRUTURAS DE CONSTRUÇÃO CIVIL

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Formosa, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Me. Alécio Junior Mattana

Coorientador: Prof. Me. Divino Gabriel Lima Pinheiro

Formosa – GO

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

B277c

Barros, Anna Julia Rodrigues

Cartilha de boas práticas para procedimento de concretagem em estruturas de construção civil. / Anna Julia Rodrigues Barros. — Formosa, 2022 .

107 f.. : il. ; 30 cm.

Orientador: Alécio Junior Mattana.

TCC (Graduação) Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Formosa, 2022.

1. Construção civil - estruturas . 2. Concreto - Deterioração. 3. Nichos de concretagem I. Mattana, Alécio Junior. II.Título III. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Formosa.

CDD: 624.18

Bibliotecário/a: Jéssica Fleury Nunes CRB1-DF nº 3277

ATA Nº 07/ 2023

Engenharia Civil / Câmpus Formosa

ATA DA SESSÃO PÚBLICA DE APRESENTAÇÃO E DEFESA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II

Aos dezesseis dias do mês de janeiro do ano de dois mil e vinte e três, às 18:00 horas, foi realizada a sessão pública de apresentação e defesa do Trabalho de Conclusão de Curso II da Graduanda **Anna Júlia Rodrigues Barros** (matrícula 20181070080234) do curso de Engenharia Civil, no segundo semestre letivo do ano de dois mil e vinte dois. A defesa ocorreu via web Conferência pelo Google Meet. A banca foi composta pelos seguintes membros:

- Alécio Júnior Mattana (Orientador)
- Divino Gabriel Lima Pinheiro (Co-orientador)
- Agno Alves Vieira (Avaliador Interno)
- Gabriel Lima Oliveira Martins (Avaliador Externo)

Sob a presidência do primeiro. O trabalho de conclusão de curso tem como título**"CARTILHA DE BOAS PRÁTICAS PARA PROCEDIMENTO DE CONCRETAGEM EM ESTRUTURAS DE CONSTRUÇÃO CIVIL"** sob orientação do Prof. Alécio Júnior Mattana. Após a apresentação do Trabalho de Conclusão de Curso II, tendo sido a autora arguida pela Banca Examinadora, a nota obtida foi **8,5**. A sessão foi encerrada às 19:30 horas. Eu, Prof. André Augusto Nóbrega Dantas, dato e assino a presente ata que segue assinada por todos os membros da Banca.

Prof. André Augusto Nóbrega Dantas

(Assinado eletronicamente)

Prof. Alécio Júnior Mattana

(Assinado eletronicamente)

Prof. Divino Gabriel Lima Pinheiro

(Assinado eletronicamente)

Prof. Agno Alves Vieira

(Assinado eletronicamente)

Prof. Gabriel Lima Oliveira Martins

(Assinado eletronicamente)

Prof. Fabiano Campos Macêdo

Coordenador do Curso Bacharelado em Engenharia Civil/ Câmpus Formosa
(Assinado eletronicamente)

Documento assinado eletronicamente por:

- **Fabiano Campos Macedo**, **COORDENADOR DE CURSO - FUC1 - FOR-CCBENG**, em 08/02/2023 14:56:35.
- **Alecio Junior Mattana**, **PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 08/02/2023 13:24:37.
- **Agno Alves Vieira**, **PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 08/02/2023 09:08:00.
- **Divino Gabriel Lima Pinheiro**, **PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 07/02/2023 08:44:07.
- **Gabriel Lima Oliveira Martins**, Gabriel Lima Oliveira Martins - **3331 - INSTRUTORES E PROFESSORES DE CURSOS LIVRES - Ifg - Câmpus Formosa (10870883000730)**, em 02/02/2023 17:50:55.
- **Andre Augusto Nobrega Dantas**, **PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 31/01/2023 18:02:14.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 31/01/2023. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse https://suap.ifg.edu.br/autenticar-documento/ e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 369272
Código de Autenticação: a39be0f08f

Ao meu querido avô Vanda “in memoriam” que sempre me apoiou e esteve ao meu lado até onde Deus permitiu.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pela força, saúde, coragem e perseverança atribuídas ao longo dessa trajetória.

Aos meus professores do curso de Engenharia Civil pelo conhecimento repassado durante esses anos da graduação.

A minha avó Izilda, minha mãe Iolanda, minha irmã Heloisa que sempre foram minha base me dando sempre suporte, força e amor, e que sempre apoiaram meus sonhos, por mais distantes que fossem. Aos meus tios Itamar, Vanessa e Vanderley que sempre ajudaram na minha criação e incentivaram meus estudos. E a todos demais familiares que sempre me apoiaram e estiveram ao meu lado.

Ao meu orientador Me. Alécio Júnior Mattana, que aceitou conduzir este trabalho com paciência e dedicação, sempre disponível a compartilhar seus conhecimentos e experiências, dando suporte e orientação necessária para elaboração deste trabalho. Ao meu coorientador Me. Divino Gabriel Lima Pinheiro pela confiança e por auxiliar na garantia deste com comentários fundamentais.

As minhas colegas de classe Carol, Gleissielle e Wélida, que estiveram desde o início dessa caminhada acadêmica, tornando os trabalhos em grupo e os estudos mais suportáveis e sempre ajudando nas dificuldades encontradas durante a graduação.

A todos meus amigos que me auxiliaram durante essa jornada, obrigada pelas orações, força, amor e assistência.

“Nada te perturbe, nada te amedronte, tudo passa, a paciência tudo alcança... Quem a Deus tem nada falta, Deus basta.”

(Santa Tereza D’Ávila)

RESUMO

O concreto é altamente utilizado em razão de seu baixo custo, acelerada produtividade e grande capacidade de trabalhabilidade relativo a outros processos construtivos aplicados no Brasil, todavia, essa busca por mais produtividade associados a uma mão de obra desqualificada ocasionam más execuções, gerando, muitas vezes, manifestações patológicas, as quais geram impactos no desempenho da estrutura e prejuízos financeiros. O presente trabalho teve como objetivo criar uma cartilha como guia de boas práticas a partir de experiências coletadas durante o acompanhamento de serviços de concretagem em uma obra na cidade de Formosa – GO, onde se baseou no estudo das manifestações patológicas de nicho de concretagem identificadas, a fim de compreender as principais causas e consequências dessas demonstrações, fundamentando-se em bibliografias e diretrizes especializadas. Com isso, verificou-se que os nichos de concretagem são resultados de falhas nos processos executivos de concretagem, e com o objetivo de mitigar o aparecimento dessas manifestações, é fundamental a definição de estratégias executivas de boas práticas dispostas em formato de cartilha como forma de um guia prático para os serviços executivos, para assim poder garantir uma boa execução dos serviços de concretagem e com isso, minimizar os nichos de concretagem.

Palavras-chaves: Manifestações patológicas; nichos de concretagem; concretagem; guia prático; cartilha.

ABSTRACT

Concrete is highly used due to its low cost, accelerated productivity and great workability relative to other construction processes applied in Brazil, however, this search for more productivity associated with a disqualified workforce causes poor executions, often generating , pathological manifestations, which generate impacts on the performance of the structure and financial losses. The present work aimed to create a booklet as a guide to good practices based on experiences collected during the monitoring of concreting services in a work in the city of Formosa - GO, where it was based on the study of the identified pathological manifestations of niche concreting, in order to understand the main causes and consequences of these demonstrations, based on bibliographies and specialized guidelines. With this, it was verified that the concreting niches are the result of failures in the executive concreting processes, and with the objective of mitigating the appearance of these manifestations, it is essential to define executive strategies of good practices arranged in a booklet format as a way of a practical guide for executive services, in order to guarantee a good execution of the concreting services and with that, minimize the concreting niches.

Keywords: Pathological manifestations; concreting niches; concreting; practical guide; primer.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Nicho de concretagem em pilar 22
Figura 2 – Execução de concretagem de pilar 23
Figura 3 - Formas e escoramentos de pilares 25
Figura 4 - Pilar com alta densidade de armadura.....27
Figura 5 - Esquematização de corte de projeto estrutural in loco.....27
Figura 6 - Gráfico de custo relativo de intervenção no decorrer das etapas da construção.....30
Figura 7 - Fases das estruturas.....32
Figura 8 - Fluxograma de metodologia de trabalho.....36
Figura 9 - Concretagem de pilar.....37
Figura 10 – Adensamento de concreto 38
Figura 11 - Adensamento de concreto 38
Figura 12 - Formas de vigas baldrames.....39
Figura 13 - Formas de bloco de fundação.....39
Figura 14 - Forma e armação de pilar 40
Figura 15 - Nicho de concretagem em bloco de fundação 41
Figura 16 - Ampliação da Figura 15 41
Figura 17 - Armação de laje maciça.....42
Figura 18 - Armação de laje maciça.....42
Figura 19 - Vigamento de laje com nicho de concretagem ainda na fase de forma..43
Figura 20 - Nicho de concretagem em pilar 43
Figura 21 - Nicho de concretagem em pilar 44
Figura 22 - Nicho de concretagem em pilar 44
Figura 23 - Nicho de concretagem em pilar 45
Figura 24 - Nicho de concretagem em pilar 45
Figura 25 – Reparo em pilar com nicho de concretagem.....46
Figura 26 - Fluxograma de impactos da mão-de-obra nas concretagens 47

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CBIC	Câmara Brasileira da Indústria da Construção
CNI	Confederação Nacional da Indústria

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 11

1.1 Justificativa 14

1.2 Objetivos 16

1.2.1 Objetivo Geral 16

1.2.2 Objetivos Específicos 16

2 REFERENCIAL TEÓRICO 17

2.1 Concreto armado 17

2.2 Patologias das Construções 18

2.3 Manifestações Patológicas 18

2.4 CAUSAS DOS NICHOS DE CONCRETAGEM 19

2.4.1 Transporte e tempo de lançamento 19

2.4.2 Adensamento do concreto 21

2.4.3 Materiais 23

2.4.4 Formas e escoramentos 25

2.4.5 Alta densidade de armaduras e cobrimento nominal 26

2.4.6 Mão-de-obra 28

2.5 CONSEQUÊNCIAS DOS NICHOS DE CONCRETAGEM 29

2.5.1 Custo relativo de intervenção 29

2.5.2 Vida útil 31

2.5.3 Durabilidade 31

2.5.4 Desempenho 31

2.5.5 Manutenção 33

3 METODOLOGIA 35

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO 37

5 CONCLUSÃO 49

REFERÊNCIAS 51

APÊNDICE I.....54

APÊNDICE II.....58

1 INTRODUÇÃO

Ao longo dos séculos o homem vem utilizando diversos materiais para as suas construções. Na antiguidade, a madeira e a pedra estabeleciam os limites da imaginação arquitetônica. O dimensionamento das estruturas ficou durante anos limitados às características intrínsecas destes materiais básicos, pois não tinha como ir além de obras com poucos pavimentos, paredes largas e pequenos vãos. A partir do século XIX, Monier aperfeiçoou técnicas para produção desse material revolucionário, que apresentava características admiráveis de resistência, durabilidade e facilidade de moldagem, mudando significativamente os conceitos de cálculos da engenharia civil e possibilitando estruturas esbeltas, vencer grandes vãos, além de diversas formas arquitetônicas arrojadas, e tudo isso por meio da tecnologia do concreto armado (LAPA, 2008).

Os elementos de concreto armado são aqueles cujo comportamento da estrutura depende da aderência do concreto, o qual é resistente à compressão e a armadura que é resistente à tração (ABNT, 2014). A resistência à compressão é uma das principais características do concreto, pois a mesma afeta diretamente na capacidade de suporte da estrutura e em sua integridade.

O concreto é utilizado em diversos campos da construção, e para se adaptar, o homem criou e cria uma infinidade de tipos de concretos, utilizando uma gama de cimentos, agregados, adições, aditivos e formas de aplicação (armado, protendido, projetado...). Um dos grandes desafios da tecnologia do concreto é aumentar a durabilidade das estruturas, recuperar estruturas danificadas e entender o complexo mecanismo químico e mecânico dos cimentos e concretos (KAEFER, 1998). Porém, com essa alta utilização do concreto, muitas vezes as execuções não são realizadas com a devida atenção, o que acaba gerando problemas de ordem patológica nas estruturas. Para a engenharia, a Patologia é a ciência que estuda a origem e as manifestações encontradas nas construções, obtendo a definição do problema através do estudo das falhas ou danos encontrados em uma edificação (BATISTON e FERREIRA FILHO, 2021).

Atualmente são encontradas diversas manifestações patológicas nas estruturas de concreto armado, por muitas vezes não receberem manutenções constantes e eficazes. As causas dessas deteriorações podem ser as mais diversas, como, material de má qualidade, falta de qualificação da mão-de-obra, erros no projeto, envelhecimento natural, erros de execução da estrutura, podendo estar ligadas à fabricação, montagem e desmontagem das fôrmas e cimbramentos; corte, dobra e montagem das armaduras, dosagem, mistura transporte, lançamento, adensamento e cura do concreto, todas elas relacionadas, principalmente, ao emprego de mão-de-obra desqualificada ou falta de supervisão técnica (SOUZA e SANTOS, 2021).

Uma boa execução e mão de obra qualificada nos serviços de concreto armado impactam diretamente em sua resistência, segurança, qualidade, custo e vida útil da estrutura. Quando tal execução é realizada de maneira incorreta, pode resultar em algum tipo de manifestação patológica. São as mais comuns encontradas: fissuras, trincas, corrosão e nichos de concretagem (ROSA, 2020).

Tendo como base as diversas manifestações patológicas nas construções civis, os nichos de concretagem são comumente encontrados nas edificações, onde são espaços deixados no concreto na hora da realização do adensamento e do seu lançamento, já a segregação do concreto é o processo em que os agregados se separam, fazendo com que não haja a adesão entre os elementos do mesmo. Tais problemas possuem diversas origens, como a baixa trabalhabilidade do concreto, a alta densidade das armaduras ou dos agregados, problemas com o lançamento/ transporte/ adensamento do concreto, materiais e ou a mão-de-obra (SANTOS, 2014).

Visando evitar as manifestações patológicas nas construções e por consequência buscar que a durabilidade, vida útil e o desempenho de uma edificação sejam o mesmo para o qual foi projetada, os serviços construtivos de uma obra devem ser vinculados a boas práticas de trabalho que tende a garantia da mesma, desde as etapas de projeto, dos materiais utilizados, da execução e da manutenção. As manutenções nas estruturas buscam garantir ou restabelecer a condição de desempenho para qual foi concebida. Um plano de manutenção

adequado prorroga a vida útil das estruturas, diminuindo assim os custos com recuperação (LIMA e BRITO 2016).

Desse modo, é importante estudar as principais causas e consequências da ocorrência das manifestações patológicas encontradas nas obras de engenharia, como os nichos de concretagem, para assim, fornecer apoio técnico em formato de uma cartilha aos profissionais da área, que muitas vezes possuem pouco acesso à informação para que possam executar serviços de concretagem em suas obras de pequeno ou médio porte da forma correta como preconiza as bibliografias e normas da construção civil.

1.1 Justificativa

A construção civil vem tornando-se cada dia mais necessária para todas as atividades humanas seja ela para moradia, saúde, educação, tecnologia ou entre outros. Sendo o concreto armado uma das principais técnicas utilizadas no mundo da construção por se tratar de um material de alta resistência, ótimo custo/ benefício e sua capacidade de ser moldável. Porém, ao passar dos anos as estruturas começaram a apresentar manifestações patológicas, onde podem afetar a durabilidade da estrutura, e por isso devem avaliar suas causas e tomar medidas corretivas e preventivas para garantir a sua integridade (NASCIMENTO e FONTES, 2021).

Os problemas patológicos têm suas causas motivadas por falhas que acontecem na realização de uma ou mais atividades ligadas aos processos genéricos da construção civil, sendo elas: concepção, execução e utilização, ou seja, se houver algum problema em alguma dessas atividades, haverá alguma manifestação patológica (SOUZA e RIPPER, 1998).

Dessa forma, nas execuções das obras de concreto armado podem ocorrer diversos erros ou falhas relacionadas às etapas dos processos executivos de concretagens, muitas vezes por problemas de materiais, mão-de-obra não qualificada, adensamento/ transporte correto do concreto, entre outras, que acabam fazendo com que o concreto não fique homogêneo, e acarreta na formação dos nichos de concretagem.

As manifestações patológicas nas estruturas de concreto armado são preocupantes, porque sua evolução pode ocasionar grandes impactos nas edificações, colocando em risco bens materiais e vidas. Portanto, é de suma importância despertar a visão nas técnicas executivas, na qualidade dos projetos, na manutenção e alertar sobre os riscos que a falta dessas podem ocasionar (NASCIMENTO e FONTES, 2021).

Com isso, os nichos de concretagem podem gerar prejuízo financeiro e de durabilidade das obras, visto isso, juntamente com a experiência pessoal da autora

em acompanhar obras que apresentavam essa problemática, tal trabalho busca mostrar as causas dos nichos de concretagem, consequências, e de que forma nos processos executivos de concretagens evitar seu surgimento, com a finalidade de alertar os profissionais da área, para que se evitem tais danos e prejuízos futuros em suas construções. E por fim, a necessidade do acesso à informação técnica aos profissionais da área, criando um documento didático com orientações em formato de cartilha para a devida execução dos serviços de concretagem com foco em obras de pequeno e médio porte, para evitar a formação de nichos de concretagem devido a falhas de concretagem.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo deste trabalho é gerar um material didático em formato de cartilha de orientações para boas práticas na execução de concretagem com o intuito de evitar as manifestações patológicas relativas a nichos de concretagem.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Identificar e avaliar as manifestações patológicas encontradas no acompanhamento de uma obra padrão;
- Sugerir um modelo de cartilha para a execução de concretagens e um checklist para acompanhamento e conferência para obras.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Tratou-se neste tópico o referencial teórico, abordando conceitos básicos do concreto armado, das Patologias das Construções e das manifestações patológicas que ocorrem nas estruturas de concreto armado. Dedicando-se as estruturas que apresentam nichos de concretagem, visando demonstrar as causas e consequências desta manifestação encontrada em diversas estruturas de concreto armado. Apresentando o impacto na vida útil, durabilidade e desempenho das estruturas. Ao final serão propostas metodologias executivas a fim de sanar o problema desde a origem, quais sejam as execuções de concretagem, com o intuito de preservar as funções futuras para qual foi planejada, e evitar o gasto com manutenções corretivas.

2.1 Concreto armado

As estruturas de concreto armado são utilizadas há muitos anos por se tratar de um material bastante durável e modelável, mas ao contrário do senso comum, essas estruturas não são eternas, se deterioram com o passar do tempo e se não forem bem projetadas e executadas, não alcançam sua vida útil (SOUZA e RIPPER, 1998).

Com o passar dos anos e por consequência, o avanço de empreendedorismos na área da engenharia civil, profissionais do ramo buscam cada dia mais facilitar suas execuções e torná-las rápidas, buscando aumentar a produtividade de suas obras, porém, muitas vezes, essa busca desenfreada por produzir mais rápido, leva também à utilização de materiais mais baratos, e de uma mão de obra pouco qualificada (ROSA, 2020).

Por consequência, serviços realizados com mão de obra desqualificada podem acabar gerando problemas executivos, ou falhas, como as manifestações patológicas nas estruturas de concreto armado. A patologia é o estudo da ciência, já a manifestação patológica é a expressão, os sintomas da doença. Tais falhas que mudam o aspecto estrutural e visual da edificação (NAZARIO e ZANCAN, 2011).

2.2 Patologias das Construções

A patologia das construções é a ciência que procura estudar as irregularidades incidentes nos materiais construtivos, componentes ou elementos da edificação, buscando diagnosticar suas origens, compreender seus mecanismos de deflagração e de sua evolução quanto aos processos patológicos e suas manifestações, a fim de saná-las (BOLINA; TUTIKIAN; HELENE, 2019).

Os problemas que ocorrem durante o ciclo da vida de uma edificação podem ser causados tanto por envelhecimento natural dos materiais, por acidentes durante seu uso, pela escolha dos materiais utilizados, ou por ações de profissionais e técnicos, tanto por falhas em projetos, quanto na execução dos serviços. Por isso, é necessário reforçar a necessidade de avaliar cada problema com precisão e prudência, pois quanto maior essa verificação, maior será o sucesso da intervenção mais apropriada para o problema encontrado (SOUZA e RIPPER, 1998).

2.3 Manifestações Patológicas em Concreto Armado

As manifestações patológicas podem ser observadas em várias partes de uma edificação, nas fundações, na superestrutura, instalações, acabamentos e revestimentos, porém, dentre essas áreas as que mais precisam de estudo aprofundado são as estruturas, pois trazem problemas relacionados ao desempenho estrutural da peça, onde podem comprometer a segurança da edificação e consequentemente das pessoas que ali estejam (ALENCAR *et al.,* 2017).

Sobre os processos patológicos, os principais meios que causam a deterioração do concreto podem ser agrupados de acordo com sua natureza, em mecânicos, físicos, químicos, biológicos e eletromagnéticos, onde tais processos de degradação alteram a capacidade do material desempenhar suas funções, e os três principais sintomas que podem surgir, são fissuras, destacamento e a desagregação (LAPA, 2008).

Dado diversos problemas patológicos, muitas manifestações são resultados de problemas construtivos, que são encontrados de maneira corriqueira, sendo na maioria das vezes sua origem dada à falta de profissionais qualificados na equipe

técnica, e de métodos executivos de concretagem, onde suas deficiências estão ligadas às falhas de transportes, formas não estanques, deficiência nas armaduras e ao lançamento e adensamento do concreto, onde resultam em nichos de concretagem (SOUZA e RIPPER, 1998).

Com isso, a seguir serão abordados conceitos que podem propiciar o surgimento de manifestações patológicas nas estruturas de concreto armado por meio de seus métodos executivos de construção, neste caso, com ênfase nos nichos de concretagem ou as chamadas “bicheiras”.

2.4 CAUSAS DOS NICHOS DE CONCRETAGEM

O concreto é um material aplicado em estado fluido, possuindo em sua formulação materiais heterogêneos. Seu manuseio pode impactar no produto final. A vista disso serão abordadas as principais causas de nichos de concretagem.

2.4.1 Transporte e tempo de lançamento

O concreto pode ser usinado ou produzido em canteiro. A diferença é o controle rigoroso de qualidade que o concreto usinado proporciona, onde se segue os parâmetros de resistência característica do concreto, traço e fator água cimento detalhados em projeto, já o virado em obra aquém desse controle tecnológico, por ser um processo empírico, como o caso da quantidade de água que não necessariamente é sistematizada, ficando a cargo do operador dosar mais ou menos (MAPA DA OBRA, 2019). Visto isso, mesmo com a utilização do concreto usinado, algumas etapas fora da usina são de suma importância para garantir a qualidade desse produto, como o transporte e o tempo de lançamento.

O transporte do concreto usinado para a obra deve ser feito de forma mais rápida possível para minimizar os efeitos de enrijecimento e da perda de trabalhabilidade, que prejudica o adensamento e o acabamento correto da estrutura. Por conta disso, deve ser realizado de forma crucial o controle tecnológico do concreto utilizado nas estruturas em questão, para assim, garantir que o concreto empregado atenda os requisitos principais, como a resistência, consistência e durabilidade (TEIXEIRA e PELISSER, 2007).

A NBR 14931 (ABNT, 2004) cita alguns fatores que são consideráveis a respeito do transporte e do tempo de lançamento do concreto, onde são importantes para garantir uma boa qualidade e trabalhabilidade da peça:

- O concreto deve ser transportado do local do amassamento ou da boca de descarga do caminhão betoneira até o local da concretagem que não ultrapasse o tempo de 2 h 30 min, desde o instante em que a água de amassamento entra em contato com o cimento até o final da concretagem;
- O meio utilizado para o transporte não deve acarretar desagregação dos componentes do concreto ou perda de água, pasta ou argamassa;
- O concreto deve ser lançado e adensado de modo que toda a armadura, além dos componentes embutidos previstos no projeto, seja adequadamente envolvida no concreto;
- Não deve ser realizado o lançamento do concreto após o início da pega;
- O concreto deve ser lançado o mais próximo possível de sua posição definitiva, evitando-se incrustação de argamassa nas paredes das fôrmas e nas armaduras;
- Deve haver um cuidado especial em evitar o deslocamento de armaduras, dutos de protensão, ancoragens e fôrmas, bem como para não produzir danos nas superfícies das fôrmas, principalmente quando o lançamento do concreto for realizado em peças altas, por queda livre, como exemplo, os pilares, que se deve fazer a concretagem de 2 em 2 metros, no máximo, quando necessário.

A norma citada acima estipula tempos máximos para o transporte do concreto, porém, na prática, acontece diferente, muitas vezes ocorrem problemas com a chegada dos caminhões nas obras por conta de congestionamentos e de logística, onde esse tempo acaba sendo extrapolado. Geralmente por falta de conhecimento técnico, adiciona-se água no concreto para assim facilitar sua trabalhabilidade e seu lançamento e adensamento, porém, essa incoerência que acontece perfaz mudança no fator água/cimento e fazendo que o concreto perca resistência com esse aumento de água (BARBOZA *et al*., 2017).

Como recomendado pela NBR 14931 (ABNT, 2004), deve ser seguido uma série de orientações e procedimentos para o correto procedimento do transporte e do adensamento do concreto, porém, isso na maioria das vezes não é levado em consideração pelos executores das construções, por não acharem relevante ou por muitas vezes não possuírem o correto treinamento sobre esses processos que são de suma importância para uma boa qualidade da estrutura.

Outro fator que impacta na qualidade da concretagem é o adensamento do concreto, onde deve ser efetuado com o intuito de eliminar espaços vazios na estrutura, e consequentemente evitar o aparecimento de manifestações patológicas.

2.4.2 Adensamento do concreto

No lançamento do concreto, o mesmo se transforma em uma massa homogênea, onde os agregados estão totalmente cobertos pela pasta de cimento, areia e água. Quando ocorre um erro de lançamento ou de vibração, estes agregados se difundem pelo resto da pasta, formando assim, um concreto cheio de vazios e permeáveis, que favorecem a entrada de agentes agressivos na estrutura e em alguns casos deixam a armadura completamente exposta favorecendo a manifestação da corrosão (MURTA e SOUSA, 2012).

A Figura 1 mostra um exemplo de um pilar localizado em uma obra na cidade de Formosa – GO, onde não foi feito o devido adensamento na base do pilar e acabou gerando uma manifestação patológica do tipo nicho de concretagem principalmente em sua base devido à segregação do concreto.

Figura 1 - Nicho de concretagem em pilar



Segundo Marcelli (2007) O adensamento do concreto pode ser de forma manual ou mecânica. A forma manual é empregada em obras de porte pequeno em que a espessura máxima a ser compactada é de 20 cm, já a mecânica, é utilizado vibrador. A utilização do vibrador e principalmente seu tempo, é importante para um bom adensamento, porque tanto o excesso, quanto a falta de vibração podem gerar segregação no concreto. Para obter um bom resultado no adensamento mecânico devem-se levar em conta algumas regras básicas como:

- Definir em que locais da peça serão aplicados o vibrador, para evitar que o aparelho fique próximo às formas ou a armadura;
- Têm que tomar bastante cuidado com o tempo de vibração, onde deve ser em torno de 5 a 30 segundos;
- Não se pode deslocar o vibrador horizontalmente, somente verticalmente.

Na Figura 2 mostra-se a execução do adensamento do concreto de forma mecânica, com a utilização de vibrador na parte superior do pilar.

Figura 2 – Execução de concretagem de pilar



Outro fator que impacta diretamente na qualidade do concreto são os materiais utilizados na sua fabricação, estes que garantem a qualidade e a durabilidade das estruturas de uma edificação.

2.4.3 Materiais

A utilização de materiais a base de cimento é bastante antiga, os Egípcios utilizavam gesso impuro, os Gregos e Romanos utilizavam calcário calcinado e, posteriormente, aprenderam a adicionar areia e pedra fragmentada ou fragmentos de tijolos ou telhas ao calcário e a água. E esse foi o primeiro concreto da história (NEVILLE, 2016). Com o passar dos séculos, à composição do concreto foi se alterando e hoje o concreto é o principal material da construção civil, sendo um material heterogêneo, resultante da mistura, em quantidades coerentes, de aglomerantes (cimento), agregados miúdos (areia), agregados graúdos (pedra ou brita) e água. Em casos específicos são adicionados aditivos que podem modificar suas características físicas e químicas. Após essa mistura, tais elementos recebem

o nome de dosagem, onde formam uma liga que poderá assumir diferentes formas ao ser moldada e possuir diversas aplicações (LIMA *et al*., 2019).

A NBR 12655 (ABNT 2022) traz algumas recomendações a respeito do devido armazenamento dos materiais componentes do concreto, sendo eles:

- Materiais como cimento, agregados, água, aditivos, sílica ativa, metacaulim e outros materiais pozolânicos, devem permanecer armazenados na obra ou na central de dosagem, separados fisicamente desde o instante do recebimento até a mistura;
- Os materiais devem estar identificados durante o armazenamento, no que diz respeito à classe ou à graduação de cada procedência;
- Para concretos preparados por empresa de serviços de concretagem, a mesma deve assumir as responsabilidades supracitadas acima com respeito ao armazenamento.

A escolha correta dos materiais tem grande importância econômica por conta de o concreto ser tão utilizado no mundo. Os agregados graúdos e miúdos devem ser formados por grãos que sejam resistentes, duráveis, de preferência de variados tamanhos e inertes. O uso de agregados reflete na trabalhabilidade, massa específica, propriedades térmicas, acústicas, módulo de elasticidade e na durabilidade das estruturas de concreto. Mesmo os materiais utilizados na fabricação do concreto representar papel importante para as estruturas, à falta de cuidados na fabricação e na aplicação dele, juntamente com a falta de manutenção, acabam trazendo a redução da vida útil das estruturas, portanto, é de suma importância que os profissionais retomem os cuidados na escolha dos materiais de boa qualidade e de uma mão de obra qualificada (LARA, 2013).

Outro fator que impacta no surgimento de manifestações patológicas, é a execução correta nos serviços de formas e de escoramentos, onde são o molde da estrutura, então se a mesma não estiver devidamente travada ou selada, poderá acabar trazendo falhas à estrutura.

2.4.4 Formas e escoramentos

Souza e Ripper (1998) apresentam alguns fatores principais das falhas nos sistemas de formas e escoramentos, sendo elas:

As formas devem ser bem vedadas e amarradas, a fim de evitar “embarrigamentos” nas estruturas de concreto armado por abrirem no meio da concretagem, o que acaba fazendo que a peça tenha seções de concreto diferentes, resultando na sobrecarga da estrutura. Por conta da falta de estanqueidade das formas, podem ocorrer frestas onde pode haver a fuga da nata do cimento pelas laterais das formas, que por consequência faz com que o agregado fique desordenado. Deve-se respeitar o cobrimento nominal da peça frente sua classe de agressividade ambiental para que evite a exposição da armadura. A retirada de formas e escoramentos antes do tempo deve ser evitada, para não resultar em deformações indesejáveis e em muitos casos a fissuração.

A NBR 14931 (ABNT, 2004) aponta que o uso adequado do sistema de reaproveitamento de formas é permitido desde que se verifique se não houve mudanças nas características dos materiais que o compõem, e principalmente da sua resistência.

A Figura 3 mostra os escoramentos, formas e armações dos pilares da obra de acompanhamento.

Figura 3 - Formas e escoramentos de pilares



Outro fator comumente encontrado é a deficiência relacionada à cobrimentos da estrutura e a alta densidade de armaduras. A falta de espaçamento adequado pode acabar gerando uma exposição da estrutura, bem como a alta densidade de armaduras que pode gerar a falta de adensamento necessária, onde pode acabar levando a estrutura ficar exposta, e consequentemente acabar gerando outra manifestação patológica além dos nichos de concretagem, como o caso das corrosões.

2.4.5 Alta densidade de armaduras e cobrimento nominal

A durabilidade das estruturas de concreto está diretamente atrelada à eficácia de resistir a ações ambientais e desempenhar suas funções de projeto. Para resistir a essas influências ambientais, é importante que o cobrimento mínimo das armaduras seja respeitado, para assim proteger as barras de aço utilizadas das ações químicas e físicas do ambiente (OLIVEIRA, 2014).

A NBR 6118 (2014) traz algumas recomendações preconizadas a respeito das armaduras nas concretagens:

- As barras de aço devem ser dispostas de modo que se permita a passagem do agregado e da agulha do vibrador entre as armaduras, com o intuito de facilitar as execuções de lançamento e adensamento do concreto;
- Maior rigor na importância do cobrimento nominal das peças a fim de que se proteja a estrutura de exposições ocasionando processos de corrosão.

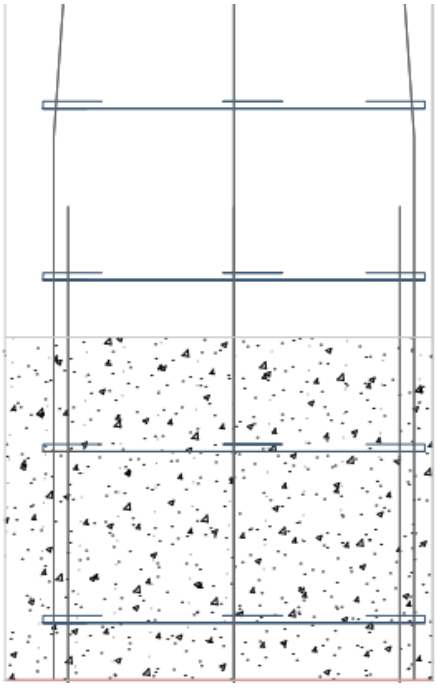
A Figura 4 mostra o exemplo de uma base de pilar sofrendo por alta densidade de armaduras e por insuficiência de cobrimento. O transpasse feito com barras de diâmetro de 12,5 mm provocou aumento na dimensão projetada, juntamente com a falta de cobrimento nominal, que juntas acarretaram em dificuldades no processo de adensamento do concreto, gerando ali um ponto de nicho de concretagem, com isso, acabou facilitando a exposição da armadura, e possíveis processos de deterioração tal como a corrosão das armaduras. Para demonstrar o pilar em questão, foi esquematizado através do projeto estrutural do pilar com o cobrimento executado pela Figura 5, onde de um lado do pilar apresenta

cobrimento nominal segundo estipulado pelo projeto, e no outro lado, quase em contato com a forma, o espaçamento insuficiente da peça.

Figura 4 - Pilar com alta densidade de armadura



Figura 5 - Esquematização de corte de projeto estrutural in loco



Além do correto emprego dos materiais utilizados na construção civil, outro fator de suma importância é a mão de obra, a qual vai garantir, ou não, uma boa execução do serviço prestado, além de evitar danos relacionados à qualidade da estrutura e relacionados ao desperdício, retrabalho e orçamento. Outrossim, a mão de obra é responsável pelo transporte e tempo de lançamento, Adensamento do concreto, formas, escoramentos e cobrimento nominal, ou seja, ocorrendo falha nestes, há responsabilidade da mão de obra.

2.4.6 Mão-de-obra

Um dos principais problemas presentes nas empresas da construção civil é a falta de mão de obra qualificada para a execução de diversos serviços realizados em diferentes etapas das obras, e devido ao crescimento acelerado na construção civil, a oferta por empregos em diversos setores vem aumentando, porém, a demanda não tem conseguido suprir esta oferta (SOUZA e SCHULZE, 2019).

A contratação de mão de obra continua sendo um problema para as empresas do setor. Um levantamento realizado pela Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC) revela um aumento na dificuldade de contratação de mão de obra qualificada, especialmente pelas empresas de pequeno porte. As empresas entrevistadas apontaram maior dificuldade na contratação de produção qualificada, pedreiros (82%), carpinteiros (78,7%), mestre de obras (74,7%), encarregados (70%) e mão de obra terceirizada (94,67%) (CNI e CBIC, 2022).

Profissionais qualificados e devidamente instruídos podem trazer economia para as construtoras por terem mais conhecimento técnico e teórico sobre o assunto. Contudo, visando à redução de gastos, as empresas acabam por contratar operários com pouca ou nenhuma qualificação, sendo atualmente a falta de mão de obra qualificada, um dos principais gargalos na construção civil (FORTES, 2014, p. 14 apud BOENO, 2016).

A falta de capacitação tem impacto direto nas obras. Sendo este, causado por descuidos, acidentes, ou falta de conhecimento acerca do serviço prestado, essa falta de capacitação acaba gerando um prejuízo maior do que o valor que seria

investido em mão de obra qualificada e treinada. Algumas execuções com falhas podem acabar gerando futuros problemas, pois acabam dificultando o trabalho que possivelmente terá de ser refeito, gerando atraso de obra, gastos com materiais e mão de obra, podendo ser no final o dobro do custo planejado. Os resultados indesejáveis em longo prazo podem vir a acarretar prejuízos e riscos aos moradores, onde podem ocorrer manifestações patológicas, como os nichos de concretagem que acabam trazendo a insatisfação do cliente e até possíveis demissões de funcionários sem qualificação, o que só faz com que a volatilidade do mercado cresça e se repita, não resolvendo de fato o problema da má qualificação (GIMENEZ e QUARESMA, 2021).

2.5 CONSEQUÊNCIAS DOS NICHOS DE CONCRETAGEM

Os nichos de concretagem como exposto no tópico anterior, possuem diversas causas, onde ela se manifesta por espaços que não são preenchidos por concreto, e suas consequências variam de problemas estéticos que demandam a utilização de mais materiais até a vida útil, durabilidade e o desempenho da estrutura, ocasionando a necessidade de manutenção das mesmas para assim garantir um bom funcionamento da peça estrutural.

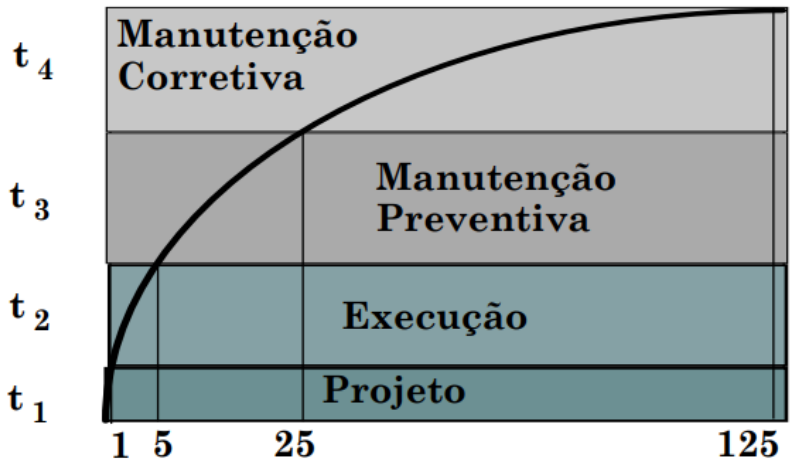
2.5.1 Custo relativo de intervenção

A indústria da construção civil apresenta grande inércia em relação a alterações e inovações tecnológicas. Há uma tolerância com problemas crônicos, como por exemplo, a baixa qualidade no processo e a baixa qualidade do produto final, que acabam consequentemente apresentando inúmeras não conformidades e patologias. Os fatores podem ser diversos, porém, o principal é a falta quanto à necessidade de manutenção e a presunção de que uma estrutura de concreto duraria ilimitadamente, dispensando manutenções (GONÇALVES, 2015).

De acordo com HELENE (2014) em relação ao ponto de vista econômico, todas as medidas visando durabilidade, tomadas em nível de projeto são muitas vezes mais convenientes, seguras e baratas que medidas protetoras tomadas posteriormente. Os custos de intervenção na estrutura para atingir certo nível de durabilidade e proteção, crescem exponencialmente, quanto mais tarde for essa

intervenção, como na execução e na manutenção preventiva, a evolução desse custo pode ser assimilada ao de uma progressão geométrica de razão 5, conhecida por lei dos 5 ou regra de Sitter, representada na Figura 6.

Figura 6 - Gráfico de custo relativo de intervenção no decorrer das etapas da construção



Fonte: Helene, 2014.

As medidas tomadas ainda na fase de projeto (t1) têm o objetivo de aumentar a proteção e a durabilidade da estrutura, apresentando um menor custo. Já a fase de execução (t2), são todas medidas que são tomadas durante a fase de execução do projeto, onde implica um custo cerca de 5 vezes maior que na fase de projeto. Na fase de manutenção preventiva (t3), são operações frequentes isoladas de manutenção, estas, podem custar cerca de 25 vezes mais que as medidas na fase de projeto. Já a manutenção corretiva (t4) corresponde ao trabalho de diagnóstico, reparo e proteção das estruturas que já perderam sua vida útil de projeto e apresentam manifestações patológicas. Essas correções podem associar a um custo de 125 vezes maior que os custos que poderiam ter sido tomadas na fase de projeto e que implicariam no mesmo nível de durabilidade da peça recuperada após essa intervenção corretiva.

Além dos custos relacionados às intervenções no decorrer das etapas da construção, a vida útil das estruturas também é impactada pelos problemas executivos de concretagem em peças que não são bem executadas.

2.5.2 Vida útil

A vida útil baseia-se em mensurar a expectativa de duração de uma estrutura dentro dos limites de projeto durante seu ciclo de vida, ou seja, é o período de tempo entre o início de operação e uso de uma edificação até o momento em que o seu desempenho deixa de atender às exigências do usuário, sendo diretamente influenciada pelas atividades de manutenção, reparo e pelo ambiente de exposição (POSSAN e DEMOLINER, 2013). Falhas decorrentes de erros de execução acabam diminuindo a vida útil das estruturas e facilitando a entrada de agentes deteriorantes através da oxidação das armaduras e dos nichos de concretagem (JUNIOR *et al.*, 2020)

2.5.3 Durabilidade

A durabilidade é a capacidade da edificação ou de seus sistemas de desempenhar suas funções, ao longo do tempo e sob condições de uso e manutenção especificadas (ABNT NBR 15575-1: 2021). E a sua definição está diretamente associada à vida útil, onde se refere a características dos materiais, as condições de exposição e de utilização impostas durante a vida da estrutura. A durabilidade não é uma propriedade inerente aos materiais, mas sim uma função relacionada com o desempenho deles em determinadas condições ambientais, e o envelhecimento destas acaba resultando em alterações de suas propriedades mecânicas, físicas e químicas, podendo ser nas suas superfícies ou no seu interior, e na maioria das vezes devida à agressividade do meio ambiente (POSSAN e DEMOLINER, 2013).

2.5.4 Desempenho

Segundo a ABNT NBR 15575-1: 2021 desempenho é a capacidade de atender as necessidades do usuário da edificação quanto à saúde, conforto, adequação ao uso e economia. A manutenção de edificações visa preservar ou recuperar os serviços realizados para prevenir ou corrigir a perda de desempenho decorrente da deterioração dos seus componentes ou de atualizações nas necessidades dos seus usuários.

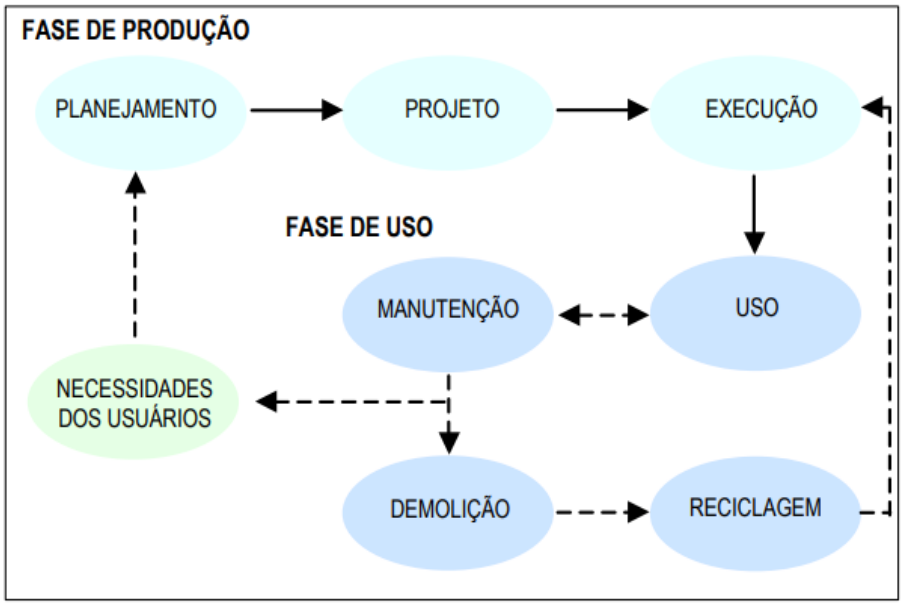
O termo desempenho diz respeito ao comportamento em serviço de cada produto ao longo de sua vida útil, nas etapas de projeto, construção e manutenção, porém, as estruturas e seus materiais deterioram-se naturalmente. Algumas por falhas de projeto ou de execução, já iniciam as suas vidas de forma insatisfatória, enquanto outras chegam ao final de suas vidas úteis projetadas ainda mostrando um bom desempenho (SOUZA e RIPPER, 1998).

De acordo com RESENDE (2004), o ciclo de vida das edificações pode ser dividido em duas fases:

- Fase de produção: planejamento, projeto e execução.
- Fase de uso: uso, manutenção, demolição e reciclagem.

As fases e as etapas são apresentadas esquematicamente na Figura 7:

Figura 7 - Fases das estruturas



Fonte: Resende, 2004.

Ambas as fases, mantêm-se em uma relação de interdependência, onde as decisões assumidas durante a fase de produção influenciam de maneira significativa o desempenho da edificação, ou seja, na capacidade de satisfazer o usuário no decorrer de sua vida útil, porém, grande parte dos responsáveis nas obras da

construção civil importa somente com os valores da fase de produção e se esquecem da fase de uso, sendo que ambas as fases são importantes para uma boa durabilidade, desempenho e vida útil da estrutura (RESENDE, 2004).

Os problemas executivos relacionados à concretagem tendem a reduzir o tempo de início dos processos de manutenção das estruturas, retardando cada vez mais a correção necessária para a manifestação patológica encontrada, porque as atividades de manutenção em uma edificação são extremamente necessárias, pois sua falta pode gerar o surgimento de manifestações patológicas nas construções, essas manifestações, sem o devido acompanhamento, poderão causar uma redução no tempo de vida útil da estrutura, visto que acarretam diretamente na capacidade e durabilidade da mesma, podendo muitas vezes levar ao colapso das estruturas ao óbito dos que nela residem. Portanto, o estudo dos problemas relacionados à Patologia das Construções é de suma importância para a construção civil (PIGNATA, 2022).

2.5.5 Manutenção

ABNT NBR 15575-1: 2021 define como manutenção o conjunto de atividades a serem realizadas ao longo da vida total da edificação para conservar ou recuperar a sua capacidade funcional e de seus sistemas constituintes de atender as necessidades e segurança dos seus usuários.

A manutenção é um conjunto de medidas necessárias e que devem ser indispensáveis para garantir um bom funcionamento, conservação e segurança do componente, elemento ou instalação de uma edificação, onde pode resultar em ações preventivas ou corretivas, com o objetivo de preservar as funções para que a peça fosse projetada, garantindo sua vida útil, porém se tratada de forma preventiva, terá mais chances de aumentar sua vida útil, porque muitas manifestações patológicas ocorrem pela falta de manutenção preventiva ou pela corretiva feita de forma errada (MARCELLI, 2007).

As manutenções podem se dividir de acordo com a ABNT NBR 5674:2012 em: rotineira, preventiva ou corretiva.

- Rotineira: Fluxo constante de serviços padronizados e cíclicos;

- Preventiva: Serviços em que a realização é programada com antecedência, priorizando as solicitações dos usuários, estimativas de durabilidade, gravidade, urgência e relatórios sobre o estado da degradação;
- Corretiva: Serviços que demandam intervenção imediata a fim de permitir o uso dos sistemas, elementos ou componentes da edificação e evitar grandes riscos ou prejuízos pessoais e patrimoniais.

A construção civil busca obras com execuções rápidas e baixos custos. Com isso, acaba acarretando o uso de materiais de baixa qualidade e de uma baixa qualificação da mão de obra, resultando na má execução dos serviços que por consequência provoca o aumento das patologias nas edificações (ROSA, 2020). Portanto, é de suma importância que se conheça os materiais e os procedimentos corretos para prosseguir com as execuções, a fim de se evitar custos relativos a intervenções, bem como também que a vida útil, durabilidade e o desempenho das estruturas sejam afetados. Para isso, a importância de um bom treinamento e uma boa execução dos serviços de concretagem.

3 METODOLOGIA

O trabalho se iniciou com o acompanhamento de obra no período de estágio onde foram constatados problemas construtivos devido aos procedimentos de concretagem inadequados. Dessa verificação, várias imagens foram catalogadas. Mais que um estudo de caso, esse trabalho verificou, pelo estudo bibliográfico, nas discussões com colegas e professores que se trata de uma problemática generalizada.

Inicialmente buscou-se entender a manifestação patológica encontrada, tanto por meio de pesquisas como também pelo auxílio de professores e colegas da graduação, em seguida a pesquisa segmentou-se na análise bibliográfica por meio de livros, artigos, normas e sites sobre as possíveis causas e consequências encontradas da manifestação patológica do tipo de nicho de concretagem, as quais foram observadas pela autora durante a realização de estágio obrigatório no acompanhamento de uma obra na cidade de Formosa – GO, com o objetivo de entender e poder mitigar o aparecimento dessas manifestações indo na fonte do problema.

No levantamento bibliográfico procurou-se referências sobre o conceito de patologia das construções, nichos de concretagem, as causas da ocorrência dos nichos de concretagem, bem como também, de suas consequências durante sua vida útil, sua durabilidade, desempenho e de manutenções.

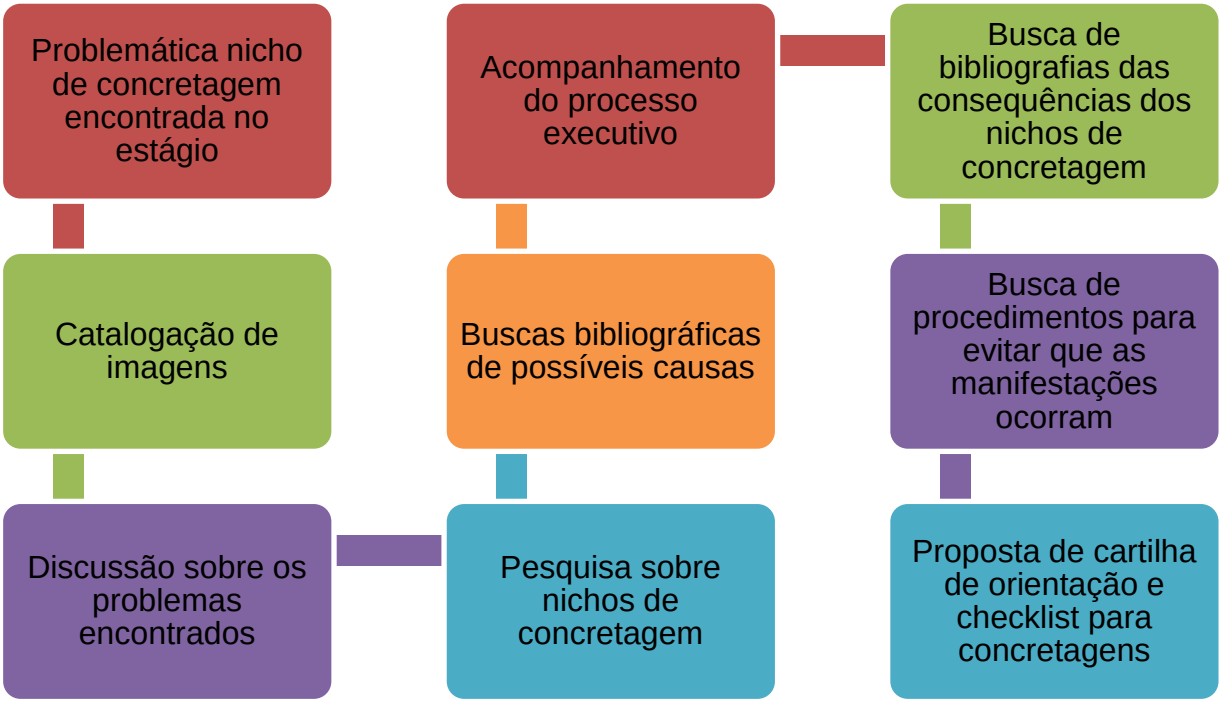
Encontrou-se referencial teórico a fim de se entender a problemática, porém foi verificada a falta de algum material, com conteúdo atualizado, que pudesse suprir e auxiliar mestres, técnicos ou engenheiros no acompanhamento do processo de concretagem a fim de evitar os problemas de nichos de concretagem.

Depois de constatado a problemática da falta de mão de obra nos serviços de concretagens que podem gerar manifestações patológicas, foi visto a necessidade de um material de apoio para a execução de concretagens em obras baseado nas bibliografias e normas encontradas para uso dos profissionais da área, onde foi pensado e elaborado um checklist para acompanhamento e conferência dos

serviços executivos de concretagem, que pode ser utilizado de maneira rápida in loco.

Tal documento gerou a necessidade de outro trabalho complementar, uma cartilha com as orientações e explicações de cada tópico do próprio checklist, onde é dada uma breve descrição de cada etapa que deve ser seguida. Sendo essa cartilha didática e acessível para consulta no canteiro de obra, para assim auxiliar profissionais do ramo da construção civil com concretagens convencionais de concreto armado em obras de pequeno e médio porte. Desse modo, a metodologia foi demonstrada por meio da Figura 8.

Figura 8 - Fluxograma de metodologia de trabalho



.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através da análise bibliográfica feita em busca de sanar os problemas executivos que causam os nichos de concretagem, este se baseou no acompanhamento da autora com relação ao processo de controle tecnológico do concreto na obra, desde o pedido do material, formas, escoramentos, armadura, limpeza e por fim, o processo de adensamento, lançamento e concretagem, e foram observadas algumas falhas nos processos executivos, os quais foram demonstrados por meio de fotografias, que serão mostradas abaixo.

Na Figura 9, apresenta uma concretagem de pilar a uma altura de cerca de 3,30 m, falha essa que pode gerar a segregação do concreto, onde o correto seria concretar a cada 2 m no máximo como informa o tópico de Adensamento (página 38) da Cartilha para Execução de Concretagens, no Anexo II.

Figura 9 - Concretagem de pilar



Na Figura 10 e Figura 11, veem-se problemas relacionados ao incorreto uso do vibrador mecânico, onde o mesmo é inserido diretamente na armadura dos

blocos de fundação, onde sua forma correta de uso é apresentada no tópico “Vibrador por imersão de mangotes” (página 39) da Cartilha para Execução de Concretagens, no Anexo II.

Figura 10 – Adensamento de concreto



Figura 11 - Adensamento de concreto



Na Figura 12 e Figura 13 mostram-se problemas relacionados à exagerada reutilização de formas de vigas baldrames e de blocos de fundação que já atingiram sua vida útil, como exposto no item “1.3 - Conferência de prumo das formas e de

espaçamentos/ travamentos e integridade dos escoramentos”, da Cartilha para Execução de Concretagens, no Anexo II, onde a falta de estanqueidade das formas pode acabar prejudicando o produto final da peça, onde a nata de cimento tende a escorrer pelas frestas, buracos ou irregularidades da forma, gerando a separação dos materiais do concreto, onde a brita fica na parte superior, ocasionando nichos de concretagem.

Figura 121 - Formas de vigas baldrames



Figura 13 - Formas de bloco de fundação



Na Figura 14 mostra-se a falta de cobrimento nominal da peça, e o esmagamento do espaçador do tipo roseta que foi utilizado, mas não conseguiu suprir a demanda do local por estar menor do que o pedido em projeto, bem como também a alta densidade de armaduras ocasionada pelos transpasses feitos e as irregularidades da forma, onde ambas facilitam a formação de falhas de concretagem. No item “Conferência do cobrimento da armadura (pastilhas ou espaçadores)” (página 15-18) da Cartilha para Execução de Concretagens, no Anexo II, traz a importância da conferência do espaçador nas peças de concreto armado, bem como em respeitar sua classe de agressividade ambiental.

Figura 142 - Forma e armação de pilar



É apresentada também na Figura 15, a formação de nicho de concretagem devido à falta de cobrimento nominal em um bloco de fundação, onde se pode observar a exposição da armadura.

Figura 15 - Nicho de concretagem em bloco de fundação



Figura 16 - Ampliação da Figura 15



Na Figura 17 e Figura 18 é mostrada uma viga localizada em uma laje maciça, onde há problemas ligados ao projeto e ao executado na obra, onde a mesma foi dimensionada com uma grande densidade de armaduras que acaba dificultando o adensamento do concreto convencional da peça e facilitando a formação de vazios na estrutura devido a agulha do vibrador não conseguir adentrar.

Figura 17 - Armação de laje maciça



Figura 18 - Armação de laje maciça



Na Figura 19, é apresentada uma viga de laje vista de baixo, em que a forma abriu durante uma concretagem e que não foi efetuado o correto adensamento, o que resultou em um nicho de concretagem. Visto a falta do correto adensamento da mesma, se faz presente o tópico de “Adensamento” (página 38) da Cartilha para Execução de Concretagens, no Anexo II, para se evitar tais problemas.

Figura 19 - Vigamento de laje com nicho de concretagem ainda na fase de forma



Da Figura 20 à Figura 24 mostram-se os nichos de concretagem em pilares encontrados durante os acompanhamentos dos serviços de execução de concretagens da obra, onde se tivessem feito o uso da Cartilha para Execução de Concretagens, no Anexo II, e seguido pontualmente cada tópico dela, os nichos de concretagem teriam sido evitados.

Figura 20 - Nicho de concretagem em pilar



Figura 21 - Nicho de concretagem em pilar



Figura 22 - Nicho de concretagem em pilar



Figura 23 - Nicho de concretagem em pilar



Figura 24 - Nicho de concretagem em pilar



Na Figura 25 é feito o serviço de reparo, por meio de limpeza e escarificação do pilar que apresentou nicho de concretagem, o que acabou gerando custos com

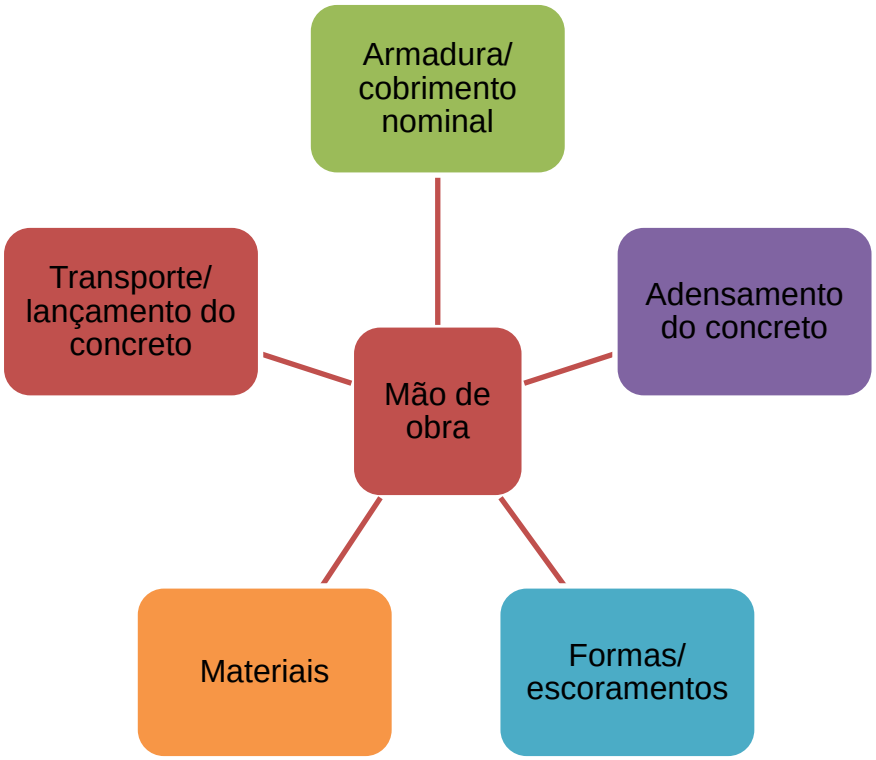
materiais, retrabalho, desperdício de mão de obra e atraso nos serviços posteriores, além de que pode haver uma redução na vida útil, durabilidade e desempenho da estrutura.

Figura 25 – Reparo em pilar com nicho de concretagem



Após o exposto dos problemas encontrados durante os acompanhamentos dos serviços executivos de concretagem efetuados, e juntamente com as pesquisas bibliográficas e consultas as normas brasileiras, foi possível definir a principal causa dos nichos de concretagens: a mão de obra desqualificada, e com o intuito de mitigar o aparecimento dessas manifestações patológicas que estavam gerando prejuízos tanto financeiro, como de planejamento e de vida útil da estrutura, foi seccionado todas as etapas que impactam na execução dos serviços para um bom êxito em concretagens, como mostra o fluxograma abaixo.

Figura 26 - Fluxograma de impactos da mão-de-obra nas concretagens



Visto isso, é possível constatar que a maioria dos serviços ligados às etapas de concretagem (exceto problemas ligados a dimensionamento de projetos, como exposto na Figura 17 e Figura 18) são resultados da mão de obra.

Sejam os materiais, em que frequentemente é de responsabilidade de funcionários, como engenheiro, mestre ou encarregado onde muitas vezes, por falta de conhecimento compram materiais inadequados, ou na conferência de formas/ escoramentos/ armaduras e no transporte/ lançamento e adensamento do concreto, onde não recebem os devidos treinamentos dos serviços, o que acaba gerando alguma falha durante as execuções e consequentemente alguma manifestação patológica, como no caso de estudo, os nichos de concretagem.

Onde a formação dessa manifestação acarreta em diversos prejuízos, como atraso de cronograma, gastos em aplicar medidas corretivas, e uma possível diminuição da vida útil, desempenho e durabilidade da estrutura, por isso, é de suma importância despertar a atenção não somente em buscar metodologias corretivas

posteriormente e sim buscar sanar os problemas de ordem patológica desde a fonte do problema.

A vista disso é proposto um checklist de conferências dos serviços para concretagem (Apêndice I), onde é um material individual que pode ser extraído deste para ser utilizado nas obras de construção civil, e a partir dele originou-se uma cartilha de orientações para concretagens (Apêndice II), para caso busque mais informações sobre algum item específico, para assim servir de base para os profissionais da área em suas construções de pequeno ou médio porte e que também possam repassar tais informações como meio de treinamento para seus funcionários, para assim, garantir uma boa execução dos serviços de concretagem e evitar manifestações patológicas do tipo nichos de concretagens nas estruturas.

5 CONCLUSÃO

O concreto é um dos materiais que mais vem sendo utilizados no ramo das construções civis, e cresce diariamente sua gama de variedades, porém, com essa grande utilização, cresce a busca por produtividade, onde se baseia em construções rápidas e de baixo custo, o que acaba acarretando o uso inadequado de materiais de baixa qualidade e em mão-de-obra desqualificada.

Com isso, cresce o número de casos de manifestações patológicas nas obras, principalmente pelo fato de não serem executadas da maneira correta como preconiza as boas práticas e normas da construção civil.

Após abordar conceitos de concreto armado, patologia das construções, e as causas e consequências das manifestações patológicas do tipo nicho de concretagem, juntamente com o acompanhamento feito na obra de estudo e por meio de fotografias, foi possível constatar que os nichos de concretagens encontrados são advindos das falhas executivas de concretagens, e que tais falhas acabariam gerando manutenções na estrutura durante a fase de execução como mostrado no referencial teórico por cerca de 5 vezes a mais que os custos que poderiam ser tomados ainda na fase de projeto e planejamento, além desses custos relacionados a intervenções, a vida útil, a durabilidade e o desempenho das estruturas são impactados pelos problemas executivos de concretagem.

Dado o exposto, com o objetivo de mitigar os problemas relacionados aos nichos de concretagem, visto que a mão de obra é o fator que impacta diretamente nos serviços de concretagem, vê-se a necessidade da utilização do checklist juntamente com a cartilha de orientações para concretagens para facilitar a correta execução desses serviços, e despertar o olhar dos profissionais da área na importância da correta execução dos serviços de concretagem e em treinar e fiscalizar a mão-de-obra para assim evitar prejuízos financeiros, diminuição no decorrer da vida útil da peça, além de atrasos no cronograma.

Através do acompanhamento dos serviços de concretagem na obra de estudo, foi notória a necessidade de materiais didáticos e fáceis de manusear

durante os acompanhamentos de concretagens, para assim efetuar as verificações ligadas a toda parte de controle tecnológico do concreto. Onde, a busca por materiais práticos eram bastante escassos, o que acabava muitas vezes dificultando o acesso a informação de forma correta e simples, e consequentemente, sua execução, ou o treinamento por parte da equipe as pessoas responsáveis por aquela mão de obra, que, muitas vezes, ficava a cargo da experiência de obra do funcionário e não como preconizava as normas e bibliografias da engenharia civil.

Visto que materiais, transporte do concreto, conferência de formas/ escoramentos/ armaduras/ cobrimento, adensamento e lançamento do concreto, feitos de forma incorreta, podem acabar gerando o surgimento de nichos de concretagem e que se não recuperadas podem progredir para outras manifestações patológicas e acabar levando edificações às ruínas, colocando em risco bens materiais e vidas.

Dessa maneira, se vê a importância de ter materiais de fácil manuseio nas obras e que é de acesso a todos, a qual teria de fato ajudado na execução dos serviços de concretagem que foram expostos, onde poderia ter sido evitadas muitas manifestações patológicas de nicho de concretagem, garantindo a peça sua durabilidade, e sem gastos a mais com retrabalho, o que era rotineiro na obra de acompanhamento.

Por fim, a montagem do checklist e da cartilha de orientações trarão mais facilidade e segurança nos processos de conferência e acompanhamento de concretagem, visto que é voltada para pequenas e médias obras, onde muitas vezes não se tem acompanhamento efetivo de profissionais com esse conhecimento, garantindo assim, uma boa execução dos serviços e a diminuição das manifestações patológicas do tipo nicho de concretagem, dessa forma, evitando gastos com materiais, retrabalho, atrasos e garantindo a vida útil, durabilidade e o desempenho para a qual a peça foi projetada.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12655: Concreto de cimento Portland — Preparo, controle, recebimento e aceitação — Procedimento**. 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14931: Execução de estruturas de concreto - Procedimento**. 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-1**: Edifícios habitacionais - Desempenho - Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5674: Manutenção de edificações-Requisitos para o sistema de gestão de manutenção.** Rio de Janeiro, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto – Procedimento**. 2014.

BATISTON, Kamilla Nayara; FERREIRA FILHO, Walter Gonçalves. PATOLOGIA NAS FUNDAÇÕES DE ESTRUTURAS DE CONCRETO: GÊNESE DAS FISSURAS NAS ESTRUTURAS. **RECIMA21-Revista Científica Multidisciplinar-ISSN 2675-6218**, v. 1, n. 1, p. e210940-e210940, 2021.

BOENO, Andrezza Beatriz. **Qualificação profissional na construção civil: O perfil da mão de obra em Barra do Garças – MT**. Universidade Federal de Mato Grosso, Barra do Garças, 2016.

BOLINA, Fabricio Longhi; TUTIKIAN, Bernardo Fonseca; HELENE, Paulo. **Patologia de estruturas.** Oficina de Textos, 2019.

CNI CBIC. **Cresce dificuldade para contratar mão de obra qualificada na construção civil.** Disponível em: https://cbic.org.br/cresce-dificuldade-para-contratar-mao-de-obra-qualificada-da-construcao/. Acesso em: 18 de abril de 2022.

DA SILVA BARBOZA, Lucas *et al*. Influência do tempo máximo de mistura e transporte especificado pela ABNT NBR 7212: 2012 na resistência a compressão de concretos usinados. **Revista de Engenharia Civil IMED**, v. 4, n. 2, p. 20-33, 2017.

DE JESUS ALENCAR, Claudine; DE LIMA, Alexandre Nascimento; DE LIMA JUNIOR, Wiu José. Manifestações patológicas em estruturas de pilares de concreto armado no centro de saúde José Bandeira de Medeiros em Delmiro Gouveia - AL.

Gimenez, D. de S. ., & Quaresma, J. E. . (2021). IMPORTÂNCIA DA MÃO DE OBRA QUALIFICADA NA ENGENHARIA CIVIL. *RECIMA21 - Revista Científica Multidisciplinar - ISSN 2675-6218*, *1*(1), e211949.

GONÇALVES, Eduardo Albuquerque Buys. Estudo de patologias e suas causas nas estruturas de concreto armado de obras de edificações. **Rio de Janeiro: UFRJ**, 2015.

HELENE, P. R. L. **A NOVA NB 1/2003 (NBR 6118) E A VIDA ÚTIL DAS ESTRUTURAS DE CONCRETO**. 2014.

JUNIOR, Espirito Santo *et al*. **Método de determinação da vida útil estimada de pontes, viadutos e passarelas de concreto**. 2020.

KAEFER, Luís Fernando. A evolução do concreto armado. **São Paulo**, v. 43, 1998.

LAPA, José Silva. Patologia, recuperação e reparo das estruturas de concreto. **Monografia, Especialização em Construção Civil–Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte**, 2008.

LARA, Luiz Alcides Mesquita. Materiais de construção / Luiz Alcides Mesquita Lara. – Ouro Preto: IFMG, 2013. 214 p.: il.

LIMA, A.; BRITO, V. Plano de manutenção de estruturas de concreto armado sujeitas a agressividade marinha: estudo de caso no porto de Cabedelo-PB. **Revista InterScientia**, v. 4, n. 2, p. 7-18, 17 dez. 2016.

LIMA, Karolyne Martins de *et al*. **A qualidade do concreto dosado em central**. 2019.

MAPA DA OBRA. **CONCRETO USINADO X CONCRETO VIRADO EM OBRA**. Disponível em: https://www.mapadaobra.com.br/negocios/concreto-usinado-virado/. Acesso em: 7 dez. 2022.

MARCELLI, M. **Sinistros na Construção Civil**: causas e soluções para danos e prejuízos em obras. São Paulo: Pini, 2007.

NASCIMENTO, Eberto Roque dos Santos; FONTES, Michel Diego de Santana. PATOLOGIAS DAS ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO. **REVISTA FATEC DE TECNOLOGIA E CIÊNCIAS**, v. 6, n. 1, 2021.

NAZARIO, Daniel; ZANCAN, Evelise C. **Manifestações das patologias construtivas nas edificações públicas da rede municipal e Criciúma**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil) - Universidade do Extremo Sul Catarinense, Santa Catarina, 2011.

NEVILLE, A.M. **Propriedades do concreto**. 5ªed. Porto Alegre: Bookman, 2016.

OLIVEIRA, André Batista. **Cobrimento de Armaduras de Estruturas de Concreto Armado**: levantamento de critérios adotados na utilização de espaçadores. 2014.

PIGNATA, Geovanna Santos. **ESTUDO DA PATOLOGIA DAS CONSTRUÇÕES EM FACHADAS E IMPLEMENTAÇÃO DE CRITÉRIOS PARA INSPEÇÃO VISUAL**. 2022.

POSSAN, Edna; DEMOLINER, Carlos Alberto. Desempenho, durabilidade e vida útil das edificações: abordagem geral. **Revista técnico-científica**, v. 1, n. 1, 2013.

RESENDE, Maurício Marques. **Manutenção preventiva de revestimentos de fachada de edifícios: limpeza de revestimentos cerâmicos**. 2004. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

ROSA, J. S.; ROSA, S. B. S. Manifestações patológicas em estruturas de concreto armado – estudo de caso no município de Uruaçu-Goiás. TCC, Publicação ENC. PF-000/20, Curso de Engenharia Civil, Faculdade Evangélica de Goianésia, Goianésia, GO, 53p. 2020.

SANTOS, Camila Freitas dos. Patologia de estruturas de concreto armado. **Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil)–Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul**, 2014.

SOUZA, M. R. T. D; SCHULZE, Frank Dieter. CAPACITAÇÃO DA MÃO DE OBRA NA CONSTRUÇÃO CIVIL. **IGNIS**, Caçador, v. 8, n. 2, p. 38-53, 2019.

SOUZA, MARILSA INÊS; MURTA, MIRNA MOREIRA. **Patologias, recuperação e reforço estrutural em concreto armado**. 2012.

SOUZA, Pamela Scari; SANTOS, Odair. Patologias em Estruturas de Concreto Armado. **Boletim do Gerenciamento**, v. 24, n. 24, p. 1-11, 2021.

SOUZA, Vicente Custódio de; RIPPER, Thomaz. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto**. 1ª ed. São Paulo, Pini, 1998.

TEIXEIRA, R. B.; PELISSER, F. Análise da perda de resistência à compressa6o do concreto com adição de água para correção da perda de abatimento ao longo do tempo. **Revista de Iniciação Científica da UNESC**, v. 5, n. 1, 2007.

APÊNDICE I – CHECKLIST PARA CONCRETAGEM

Checklist para Concretagem

Item	✓	Inspeção
1		**FORMAS E ESCORAMENTOS**
1.1		Conferência de dimensões das formas segundo o projeto
1.2		Verificação de frestas, travamentos e integridade das formas
1.3		Conferência de prumo das formas e de espaçamentos/ travamentos e integridade dos escoramentos
1.4		Conferência de limpeza das formas
2		**ARMAÇÃO**
2.1		Conferência de bitolas/ quantidade/ posicionamento e espaçamento de barras de acordo com o projeto
2.2		Conferência do cobrimento da armadura (pastilhas ou espaçadores)
2.3		Verificação da integridade e limpeza do aço
3		**PROGRAMAÇÃO DE EQUIPES E EQUIPAMENTOS**
3.1		Verificação de logística
3.1.1		↳ Verificação de acesso a obra (descidas e subidas íngrimes, bem como também atoleiros
3.1.2		↳ Verificação de funcionamento de vibrador, extensão, e separação de equipamentos como enxada, pá, régua, desempenadeira e etc

3.1.3		↳ Separação de material para efetuar a cura do concreto como Bidin e programação de funcionário para efetuá-la
3.2		Definição de equipe e encarregado para concretagem e suas funções
3.3		↪ **Obs para concreto bombeável:**
3.3.1		Verificação da quantidade de mangotes a serem utilizados
3.3.2		Considerar a perda dos mangotes no cálculo de cubagem
3.3.3		Programar funcionário para fazer a nata para passar nos mangotes
4		**PEDIDO DE CONCRETO**
4.1		Efetuar o cálculo da cubagem in loco considerando perdas
4.2		Verificar Fck, traço e slump segundo projeto
4.3		Efetuar o pedido do concreto antecipadamente
4.4		Efetuar a programação de horários da entrega considerando possíveis atrasos da concreteira e o tempo de perca do concreto
5		**DIA DA CONCRETAGEM**
5.1		Molhar as formas
5.2		Posicionamento de equipamentos e equipe para concretagem
5.3		↪ **Chegada do caminhão betorneira**
5.3.1		Verificação de lacre do caminhão
5.3.2		Conferência de volume/lacre/slump/fck da nota fiscal
5.3.3		Conferência do horário de saída do caminhão

5.3.4		Efetuar slump-test e moldagem de corpos-de-prova
5.4		**↪ Obs para concretagem de pilares:**
5.4.1		Deve-se concretar pilares de no máximo 2 em 2 metros
5.5		**↪ Acompanhamento da concretagem:**
5.5.1		Verificação de descarga do concreto e sua aplicação
5.5.2		Verificação do tempo de perda do concreto = 2,5h
5.5.3		Realização de mapeamento
5.5.4		Acompanhar o adensamento da peça
6		**PÓS CONCRETAGEM**
6.1		!! Cura !!
6.2		**↪ Obs para lajes:**
6.2.1		Efetuar a cura por no mínimo 72 h
6.3		Efetuar o acompanhamento dos rompimentos dos corpos de prova

Dúvidas ou esclarecimentos do checklist, consultar Cartilha para execução de concretagem.

APÊNDICE II – CARTILHA PARA EXECUÇÃO DE CONCRETAGEM



CARTILHA PARA EXECUÇÃO DE CONCRETAGEM



Glossário

Fck: Capacidade do concreto resistir a compressão. Resistência do concreto definida em projeto

Compressão: Força de pressão que geralmente se manifesta nos pilares

Bidin: Manta geotêxtil utilizada para ajudar reter água

Slump-test: Teste de abatimento do concreto que mede a trabalhabilidade do concreto

Trabalhabilidade: Facilidade com que o concreto preenche as formas

Moldagem de corpo-de-prova: Aparelho cilíndrico usado para moldar uma amostra de concreto

Mapeamento de concreto: Mapear/ marcar onde foi usado o caminhão referente na peça concretada

Adensamento do concreto: Movimentação do concreto até ficar homogêneo

Cura: Ato de manter a estrutura de concreto molhada

Manifestação Patológica: É a expressão/ sintoma de problemas encontrados nas edificações

Nichos de concretagem:

Manifestação patológica que causa vazios/aberturas na estrutura, como mostra a figura:



Introdução

Visto que o controle tecnológico do concreto não é muito presente nas obras de pequeno e médio porte da construção civil, esta cartilha é destinada para auxiliar profissionais da área e seus responsáveis. A fim de garantir uma boa execução nos processos executivos de concretagem, e assim, evitar futuras manifestações patológicas, como, principalmente, os nichos de concretagem.

Por: Anna Julia Rodrigues Barros.



SUMÁRIO

1 - FORMAS E ESCORAMENTOS 1

1.1 - Conferência de dimensões das formas segundo o projeto 1

Exemplos de formas de blocos de fundação com madeirite naval 2

1.2 - Verificação de frestas, travamentos e integridade das formas 3

Exemplo de forma de pilar travado e escorado ..... 4 à 5

1.3 - Conferência de prumo das formas e de espaçamentos/ travamentos e integridade dos escoramentos 6

Rescoramento 7

Exemplo de escoramentos para laje de eucalipto 8-9

1.4 - Conferência de limpeza das formas 10

Exemplo de bloco de fundação devidamente limpo para concretagem 11

2 - ARMAÇÃO 12

2.1 - Conferência de bitolas/ quantidade/ posicionamento e espaçamento de barras de acordo com o projeto 12

Como efetuar a leitura de projetos de armação? 13

Exemplos de armadura de bloco de fundação 14

2.2 - Conferência do cobrimento da armadura (pastilhas ou espaçadores) 15

SUMÁRIO

Cobrimentos de armaduras para vigas e pilares de concreto armado.....16

Exemplo de espaçadores do tipo roseta em viga baldrame.....17

Exemplo de espaçadores do tipo lagartixa em laje maciça.....18

2.3 - Verificação da integridade e limpeza do aço.....19

3 - PROGRAMAÇÃO DE EQUIPE E EQUIPAMENTOS.....20

3.1 - Verificação de logística.....20

No caso da utilização de concreto bombeável.....21

4 - PEDIDO DE CONCRETO.....22

5 - DIA DE CONCRETAGEM.....23

5.3 - Conferência da chegada do caminhão betorneira.....24

Slump test.....25 à 29

Moldagem de corpo de prova.....30-34

Acompanhamento da concretagem.....35

Mapeamento.....36-37

Adensamento.....38-39

6 - PÓS CONCRETAGEM.....40

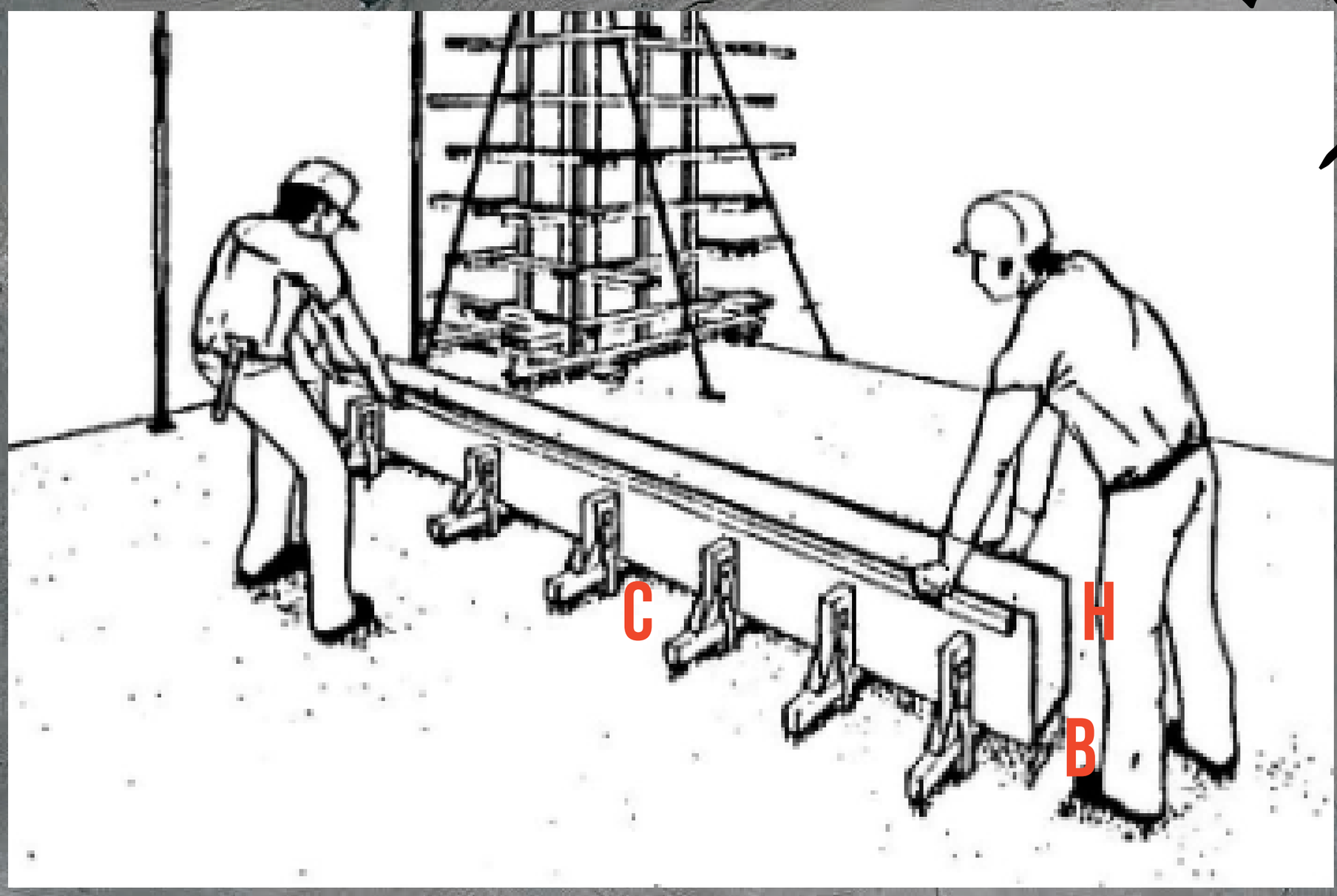
Cura.....41-42

NORMAS CONSULTADAS.....43

1 - FORMAS E ESCORAMENTOS

1.1 - Conferência de dimensões das formas segundo o projeto

As formas devem estar nas mesmas medidas que constam no projeto.



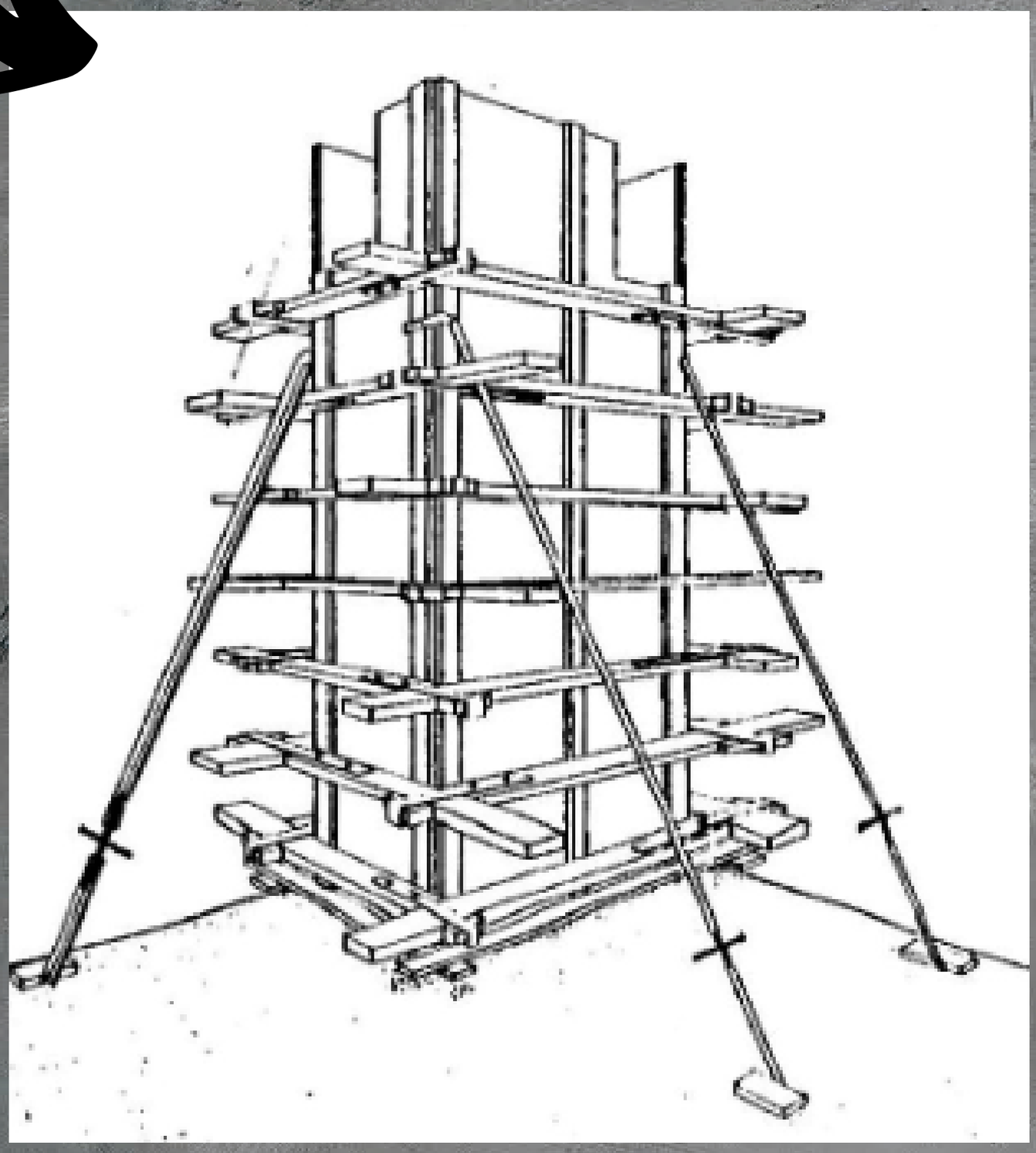
Exemplos de formas de blocos de fundação com compensado plastificado





1.2 - Verificação de frestas, travamentos e integridade das formas

As formas devem estar vedadas/travadas/íntegras/escoradas sem qualquer tipo de fresta/ buraco para evitar vazamentos na forma.



Exemplo de forma de pilar travado e escorado:



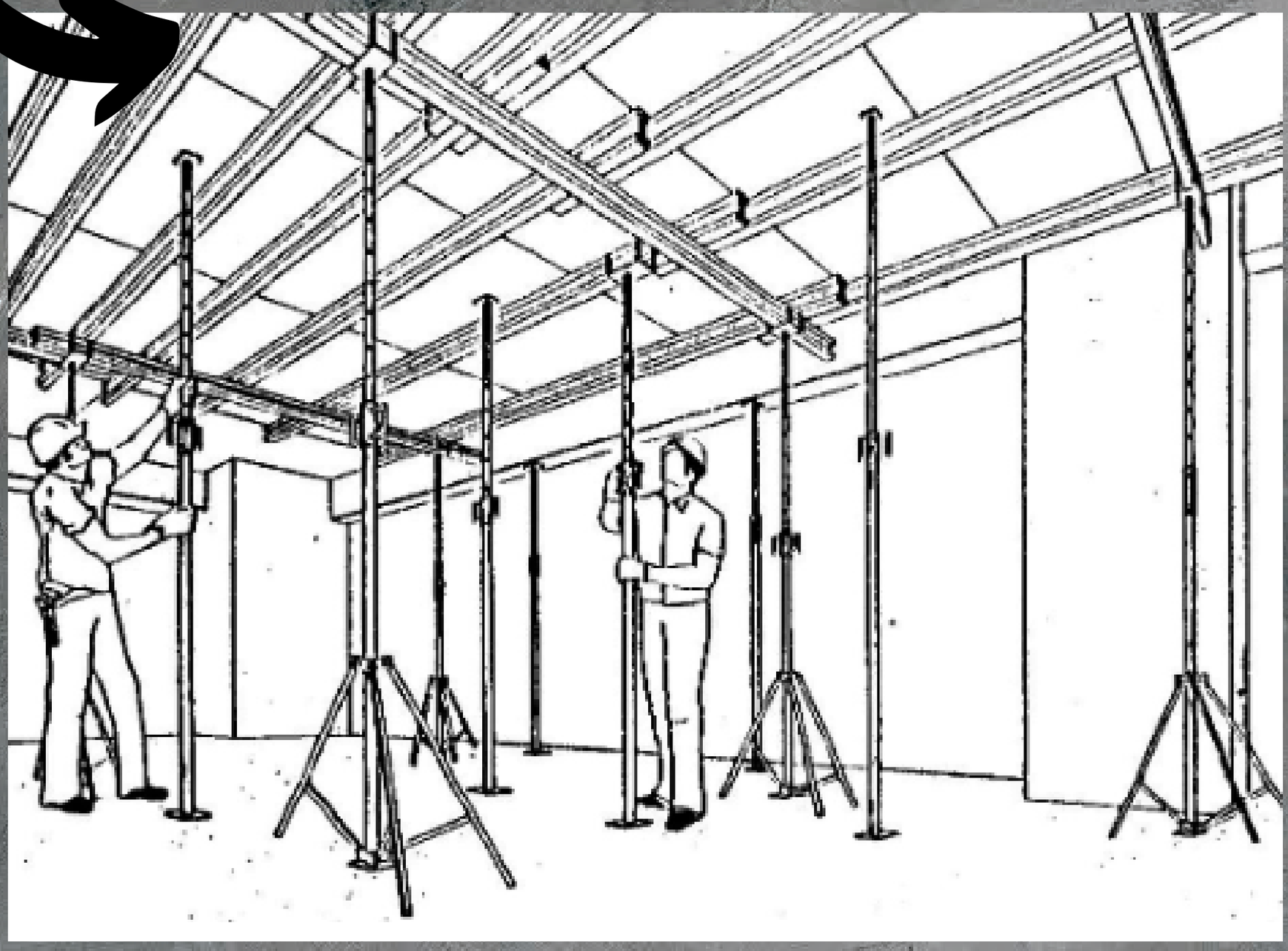
Exemplo de forma de pilar travado e escorado:





1.3 - Conferência de prumo das formas e de espaçamentos/ travamentos e integridade dos escoramentos

Tanto para as formas quanto para os escoramentos, deve-se conferir os travamentos, o espaçamento e a quantidade de escoras segundo o projeto. Deve-se conferir também a integridade do material que está sendo utilizado, como por ex. no caso do uso de escoras de eucalipto, para que não haja nenhuma falha ou dano a estrutura em questão.



Rescoramento:

O escoramento é uma estrutura provisória com o fim de suportar as tensões até que a cura do concreto seja alcançada. Já o reescoramento é a retirada da fôrma e do escoramento de uma laje e/ou viga e a substituição por um escoramento reduzido. A retirada dos escoramentos deve ser feita de forma parcial após a cura total da laje, e deverá ser feita do centro para as extremidades para assim evitar tensões elevadas.

Durante a desforma, não se deve deixar cair livremente seções de formas. As mesmas devem ser antes escoradas e atracadas para que possam ser abaixadas com segurança. Não se deve permitir em nenhum caso, desformas prematuras. Quaisquer operações de desforma só podem ser iniciadas com autorização do responsável pela obra.

Exemplo de escoramentos para laje de eucalipto:



Exemplo de escoramentos para laje de eucalipto:





1.4 - Conferência de limpeza das formas;

Para garantir qualidade na concretagem e na segurança da estrutura, deve-se:

- Remover manualmente resíduos maiores como papeis, plásticos e etc.;
- Utilizar lavadora de alta pressão ou mangueira para remover pequenas impurezas (para superfícies que já estejam encardidas, é recomendado a escarificação da superfície da peça).;
- Remover peças metálicas como pregos e arames (é recomendado a ajuda de ímas para facilitar o trabalho).





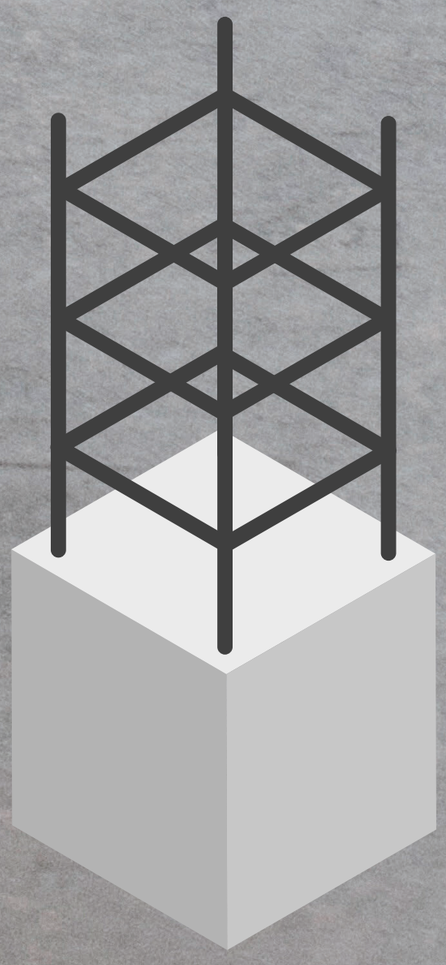
Exemplo de bloco de fundação devidamente limpo para concretagem:



2 - ARMAÇÃO

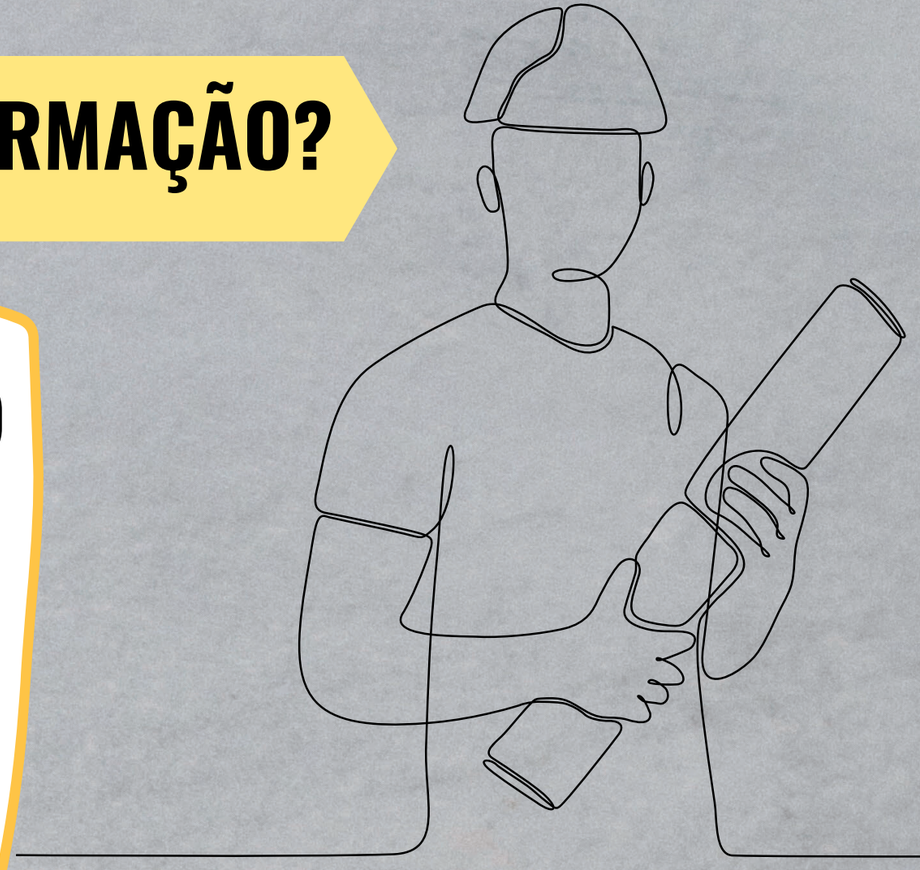
2.1- Conferência de bitolas/ quantidade/ posicionamento e espaçamento de barras de acordo com o projeto;

Deve-se conferir a quantidade de barras de aço, suas dimensões, seu posicionamento e o espaçamento das barras de acordo como consta no projeto.

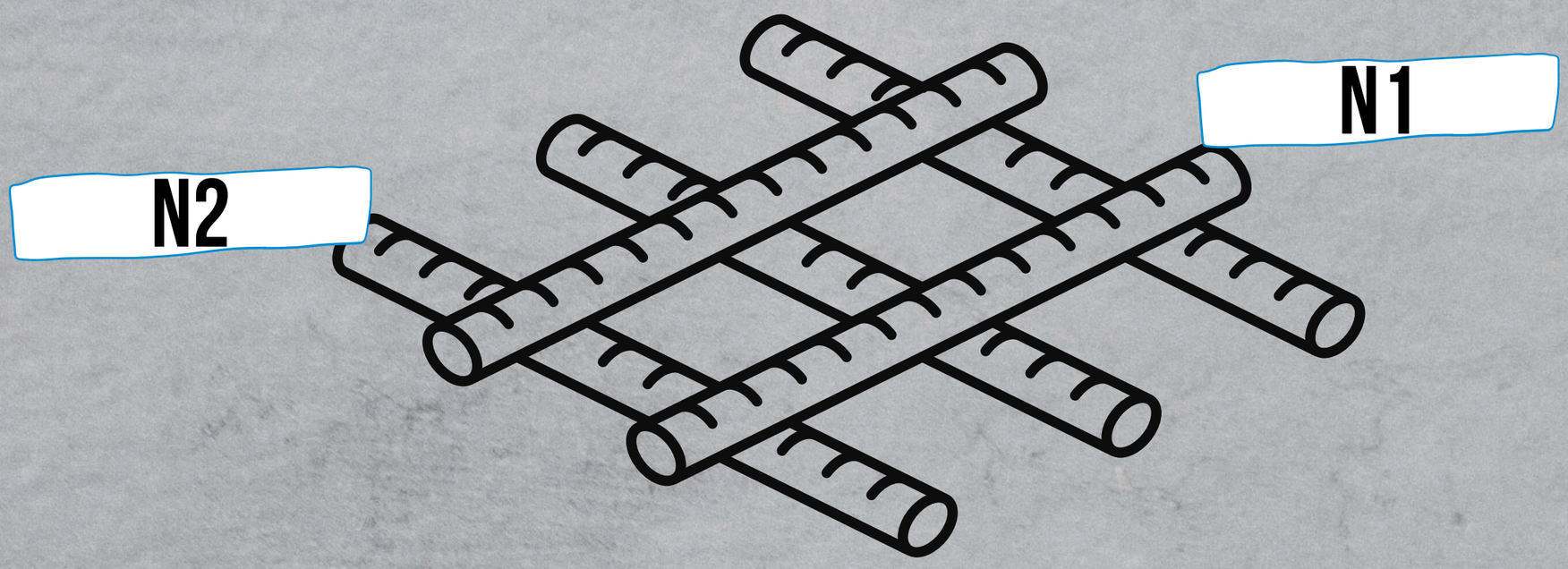




COMO EFETUAR A LEITURA DE PROJETOS DE ARMAÇÃO?

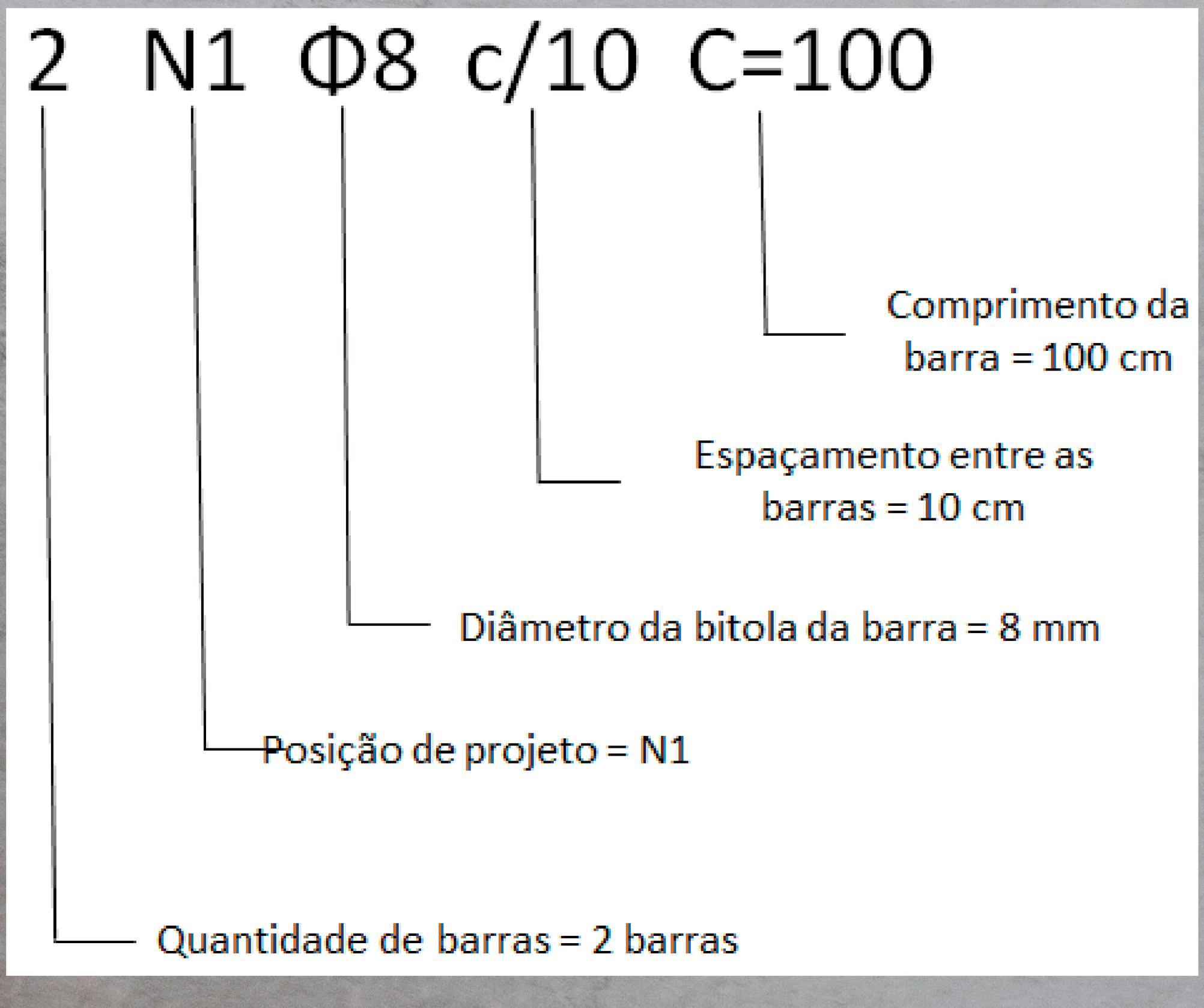


Armaduras positivas são localizadas na parte inferior, já as negativas são na superior.



ARMADURA NEGATIVA: 2 N1 Φ8 c/10 C = 100

ARMADURA POSITIVA: 3 N1 Φ8 c/10 C = 100



Exemplos de armadura de bloco de fundação:





2.2 - Conferência do cobrimento da armadura (pastilhas ou espaçadores)

Deve-se conferir de acordo com o projeto qual espaçamento adotar, para assim, garantir o correto posicionamento da armadura na fôrma e também o cobrimento do aço com o concreto, para que se evite futuros problemas que podem comprometer a estrutura, como a corrosão.

Existem diversos tipos de espaçadores no mercado, variando de acordo com a necessidade do usuário.



Cobrimentos de armaduras para vigas e pilares de concreto armado:

COBRIMENTO DAS ARMADURAS

EM VIGAS E PILARES DE CONCRETO ARMADO

@ENGMATHEUSBORGES

2.5 cm

FAZENDAS E
ESTRUTURAS SUBMERSAS

3 cm

AMBIENTES URBANOS NÃO
MARÍTIMOS E NÃO INDUSTRIAIS

4 cm

CIDADES LITORÂNEAS
E INDÚSTRIAS

5 cm

ORLA MARÍTIMA
E INDÚSTRIAS QUÍMICAS

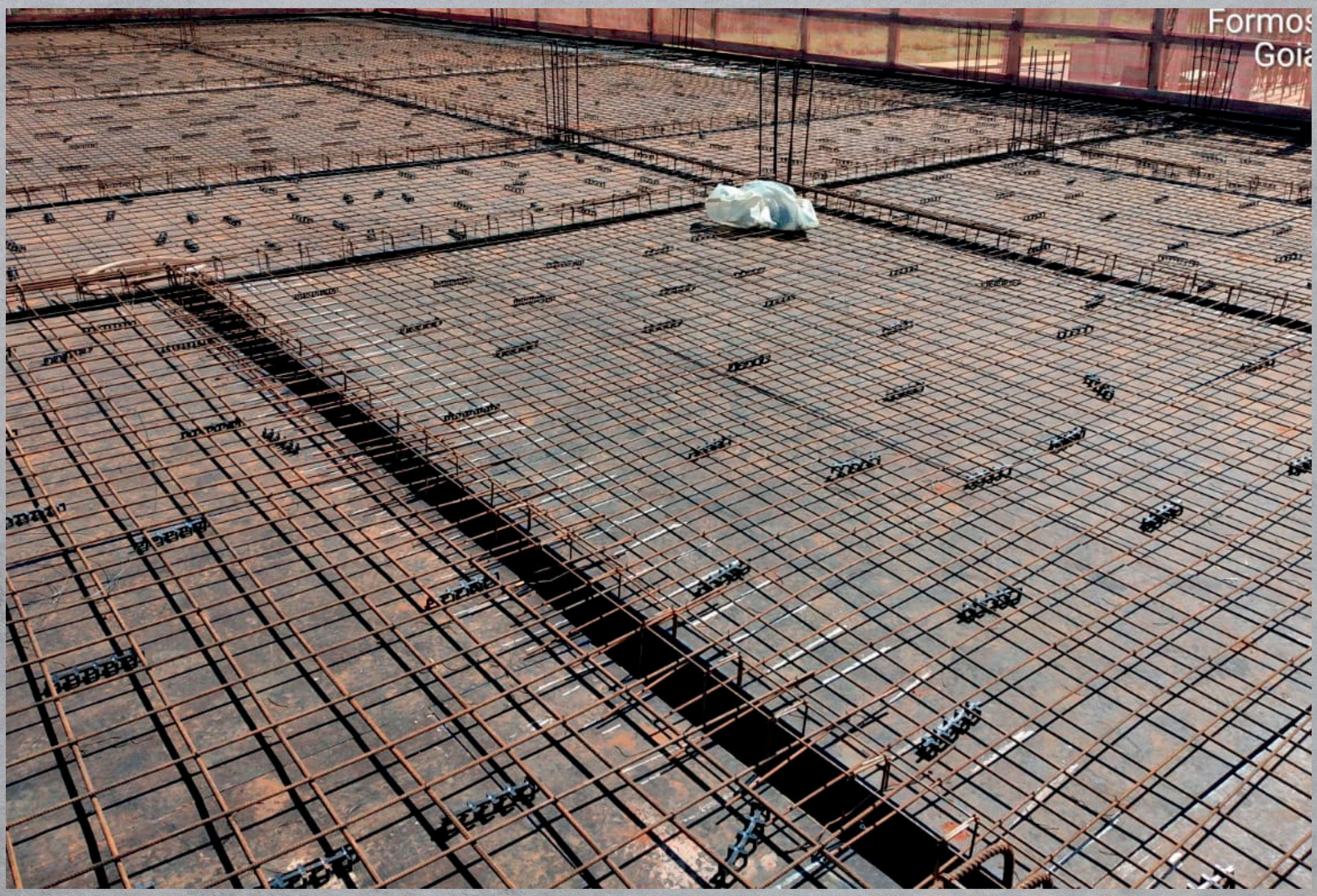


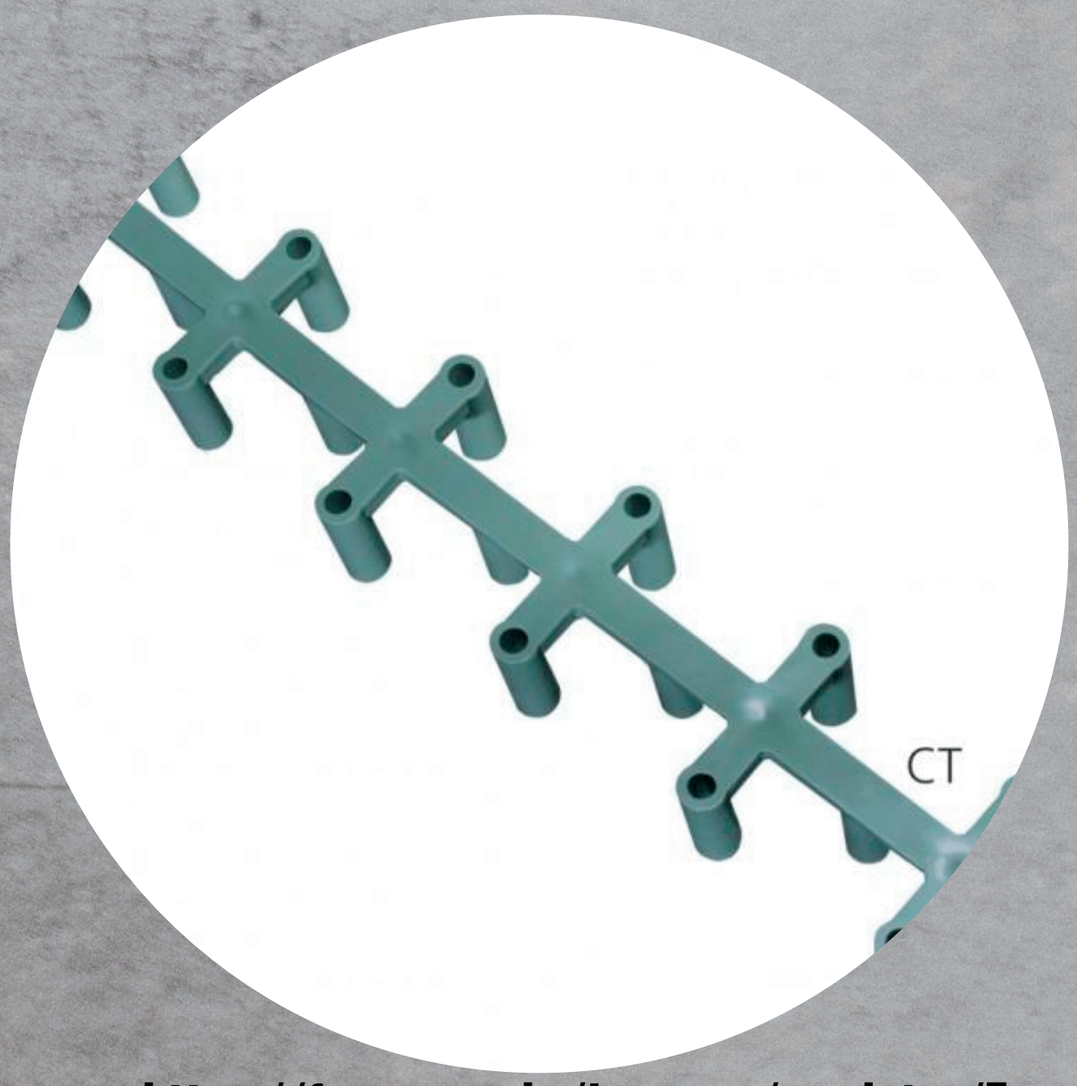
Exemplo de espaçadores do tipo roseta em viga baldrame:



https://www.torri.com.br/produto/categoria/27/espacador-roseta/56

Exemplo de espaçadores do tipo lagartixa em laje maciça:





https://ferza.com.br/imagens/produtos/7_1_4.jpg

2.3 - Verificação da integridade e limpeza do aço

Devem ser conferidas todas as barras de aço a serem utilizadas na obra, onde devem estar limpas e sem sinais de corrosão. Barras corroídas devem ser descartadas.

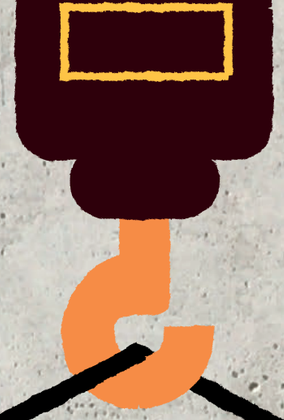


BARRAS PRONTAS PARA USO



BARRAS QUE DEVEM SER VERIFICADAS E TRATADAS PARA O USO, OU DESCARTADAS

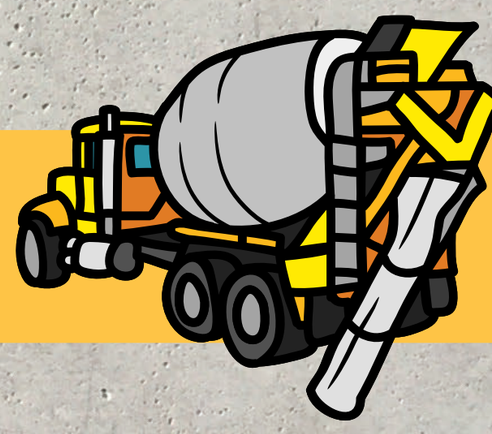




3 - PROGRAMAÇÃO DE EQUIPE E EQUIPAMENTOS



3.1 - Verificação de logística



Para o bom andamento e organização da concretagem alguns pontos devem ser verificados, sendo eles:

- Definição de equipe de concretagem, equipe direta e funcionário para efetuar a cura das peças a serem concretadas posteriormente;

- Verificação dos acessos da obra, observar se o caminhão betorneira consegue o acesso de forma segura;

- Deve ser feita a separação dos equipamentos a serem utilizados, como enxadas, pás, réguas, extensões, vibradores, material para a cura do concreto como o bidin e etc.

No caso da utilização de concreto bombeável:



- Deve-se verificar a quantidade de mangotes a serem utilizados;

- Deve-se fazer a consideração da perda de concreto dos mangotes para o cálculo do volume total do concreto;

- Deve-se escalar um funcionário para fazer a nata de concreto para passar nos mangotes.





4 - PEDIDO DE CONCRETO

Após conferidos todos tópicos anteriormente ligados a parte de formas/ escoramentos e armação, deve- se fazer o pedido do concreto e para isso alguns pontos são importantes:

- Deve-se efetuar o cálculo da cubagem in loco considerando perdas;
- Verificar segundo o projeto, valores de: Fck, traço e slump test;
- Efetuar o pedido do concreto antecipadamente;
- Efetuar a programação de horários da entrega considerando possíveis atrasos da concreteira e o tempo de perca do concreto;

TEMPO DE PERCA DO CONCRETO: 2,5 H

5 - DIA DE CONCRETAGEM

Na hora da concretagem, deve-se:

5.1 - Molhar as formas/passar desmoldante;

5.2 - Organizar e posicionar as equipes e equipamentos;

5.3 - Conferir a chegada do caminhão betorneira;

5.5 - Acompanhar a concretagem.



5.3 - Conferência da chegada do caminhão betorneira

Deve-se conferir:

- Lacre do caminhão;
- Na nota fiscal: nº de lacre/ volume pedido/ slump test/ fck/ valor;
- Conferir horário de saída do caminhão betorneira da usina para obra.

Após isso deve ser efetuado o slump-test e a moldagem dos corpos de prova explicados posteriormente



SLUMP TEST

Slump-test ou ensaio de abatimento de tronco de cone, é um dos ensaios mais importantes dentro do controle tecnológico do concreto, é realizado para verificar a trabalhabilidade do concreto, buscando medir sua consistência e avaliar se está adequado para seu uso de destino.



Serve para constatar se o valor do slump apresentado pela concreteira está de acordo com o obtido. Caso o valor do slump-test não bata com o pedido, o caminhão deve voltar para usina para realizar a re-dosagem.



SLUMP TEST - APARELHAGEM



molde de tronco de cone oco

haste ou soquete de seção circular

https://solotest.com.br/produtos/slump-test--comp--c-varilla--embudo--bas/1.086.001

placa de base metálica

trena

Slump - test
Ensaio

Deve-se posicionar a base com o molde em um local limpo, plano, rígido e livre de vibrações.

Despejar no molde uma camada de 10 cm e compactar com a haste, exercendo 25 golpes distribuídos uniformemente sobre a seção da camada.

https://nelsoschneider.com.br/slump-test/



1º camada

Efetuar mais 2 vezes o passo anterior efetuando os 25 golpes em cada camada como ilustra a imagem abaixo, fazendo por tanto 3 camadas.



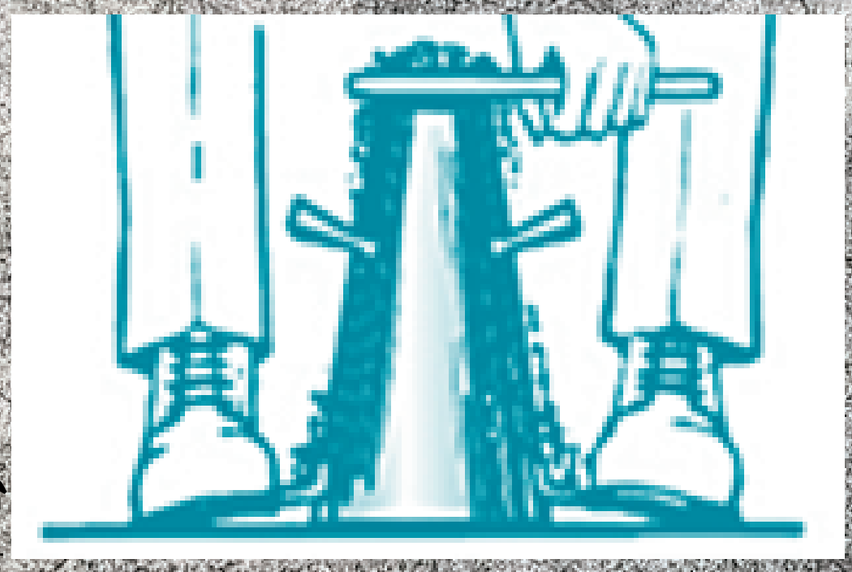
2º camada



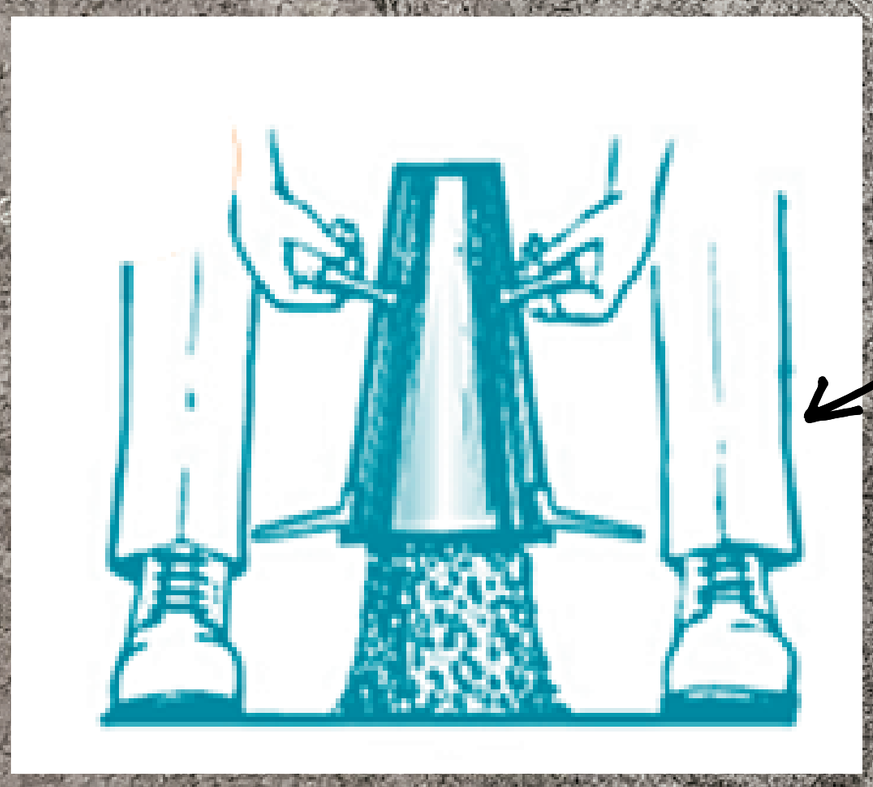
3º camada

Slump - test
Ensaio

Uniformizar a superfície do concreto, que pode ser realizado com desempenadeira ou com a própria haste de compactação.

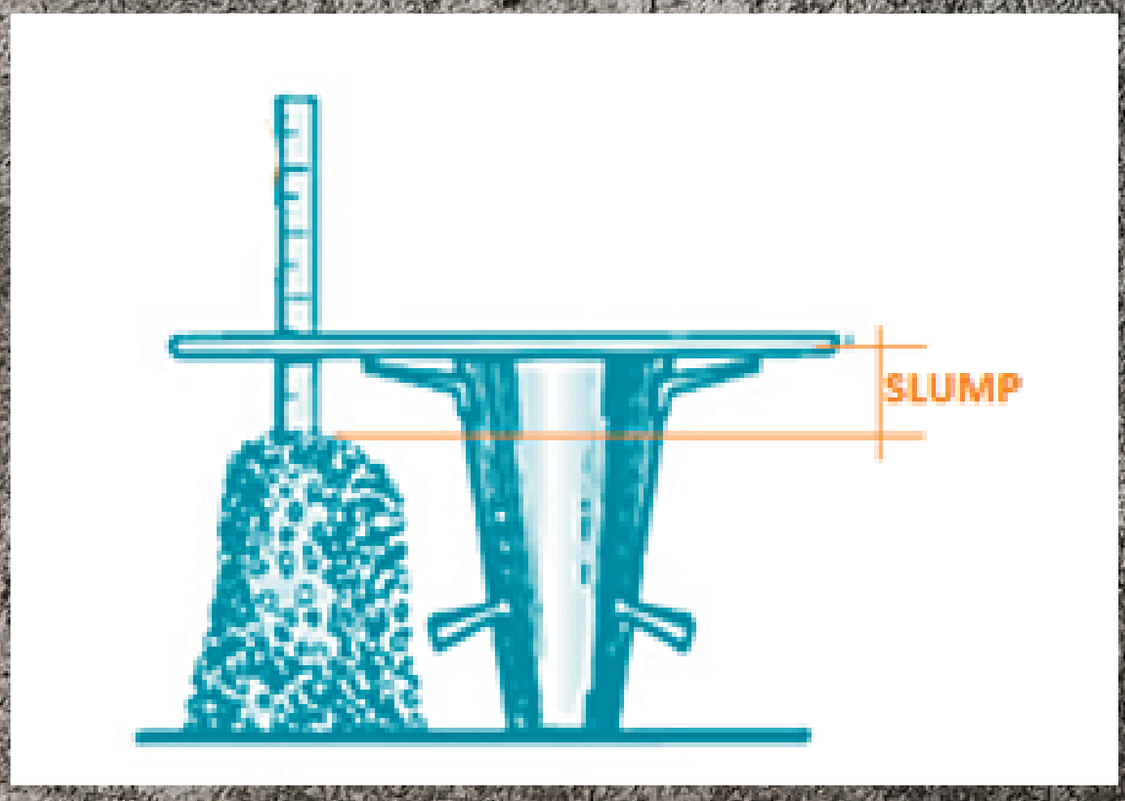


Deve - se efetuar a limpeza na base do molde antes de levantá-lo



O molde deve ser retirado cuidadosamente na posição vertical, durante 5 à 10 segundos segundo a norma

Após a retirada do molde medir o abatimento do concreto. O slump se dá pela diferença de altura entre o topo do molde e o eixo do corpo-de-prova desmoldado



Slump - test
Ensaio





CORPOS DE PROVA

De todo caminhão que chega na obra, devem ser retirados 4 corpos-de-prova para serem rompidos no tempo de cura necessário. Seja para um concreto aplicado na fundação, pilares, vigas ou lajes.



É importante para verificar e atestar à resistência das peças que já estão concretadas.



Corpo-de-prova - Aparelhagem



https://www.maqblocos.com.br/detalhes-produto/349/corpo-de-prova--10x20---15x30---05x10/

Molde de corpo-de-prova nas dimensões de: Diâmetro: 10 cm Altura: 20 cm



https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-941229682-haste-socadora-para-concreto-slump-test-_JM

haste ou soquete de seção circular



Moldagem - Corpo-de-prova

As orientações para a moldagem dos corpos-de-prova é referência da norma ABNT NBR 5738 - Moldagem e cura de corpos-de-prova cilíndricos ou prismáticos de concreto.

Coleta da amostra:

Deve ser retirada após metade da descarga do volume total do concreto.

Moldagem:

Deve-se realizar duas camadas de concreto e 12 golpes em cada camada, onde os golpes devem ser uniformes para não penetrar na outra camada.

Moldagem - Corpo-de-prova

Moldagem:
Realização de golpes em cada camada



Moldagem
Deve ser realizado o mesmo processo para 4 corpos-de-prova, isso para cada caminhão recebido



Moldagem - Corpo-de-prova

Armazenamento e cura

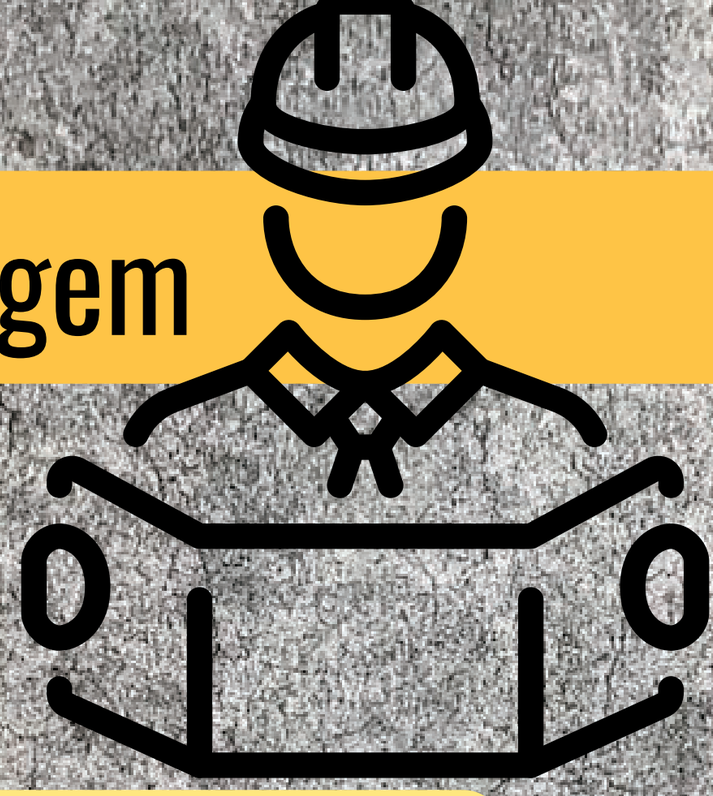
Os corpos de prova devem ser desenformados no mínimo após 24h de sua moldagem. Após a desforma os corpo de prova devem ser submetidos imediatamente ao processo de cura úmida (como mostra a imagem abaixo) até o dia do ensaio de resistência que será definido a cargo da empresa com a empresa que realiza os rompimentos.





Os corpos-de-prova devem ser todos identificados, com a data de moldagem e a numeração do caminhão betorneira correspondente.

Acompanhamento da concretagem



DESCARGA DO CONCRETO

Deve-se verificar a descarga do concreto durante toda concretagem, bem como também da sua aplicação e de seu adensamento.

TEMPO

Deve-se verificar o tempo de perda do concreto de 2,5h para que a concretagem não passe disso.

Devem ser verificados também:

Realização de mapeamento;

Acompanhamento do adensamento da peça;

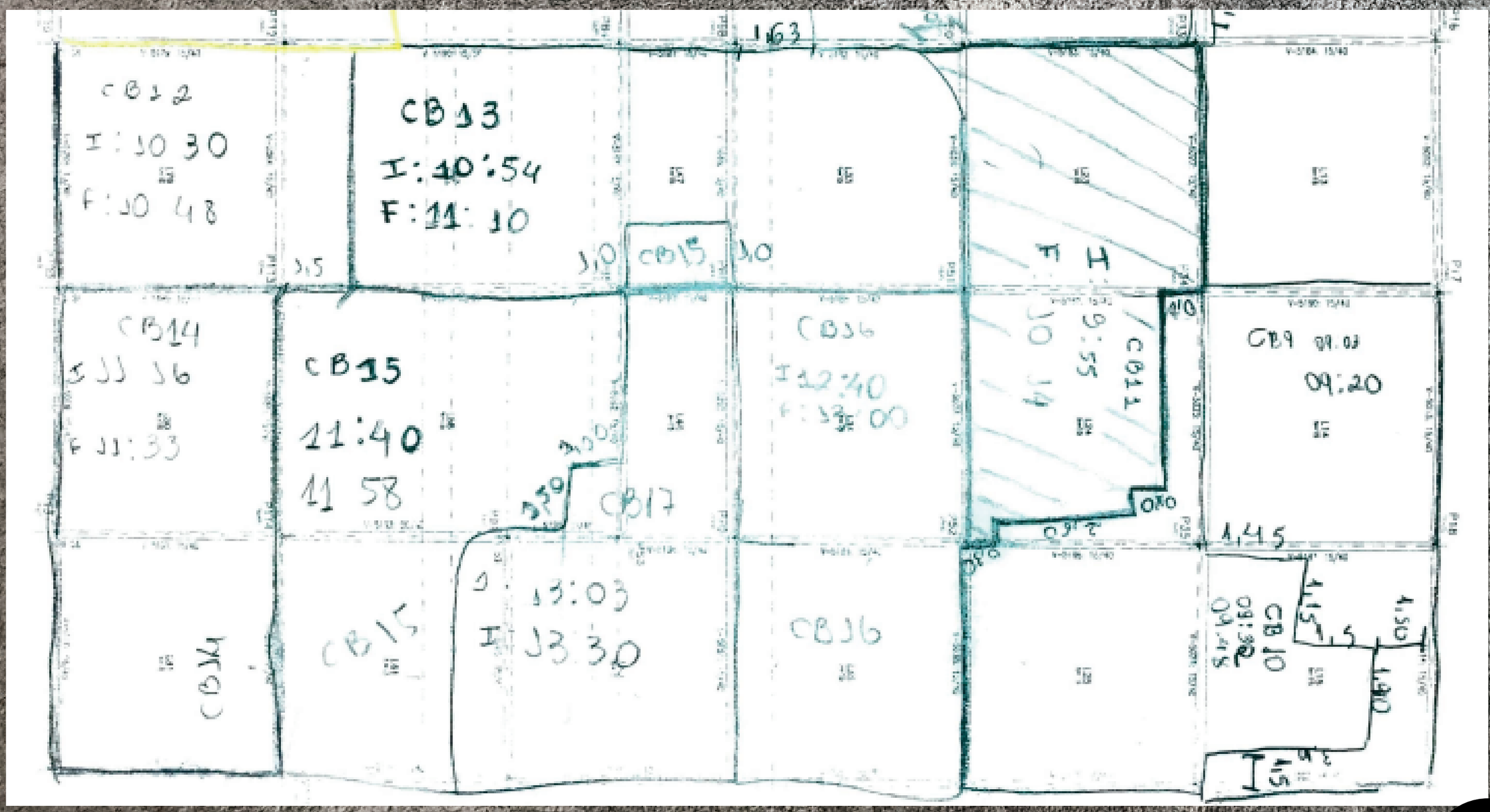


Mapeamento

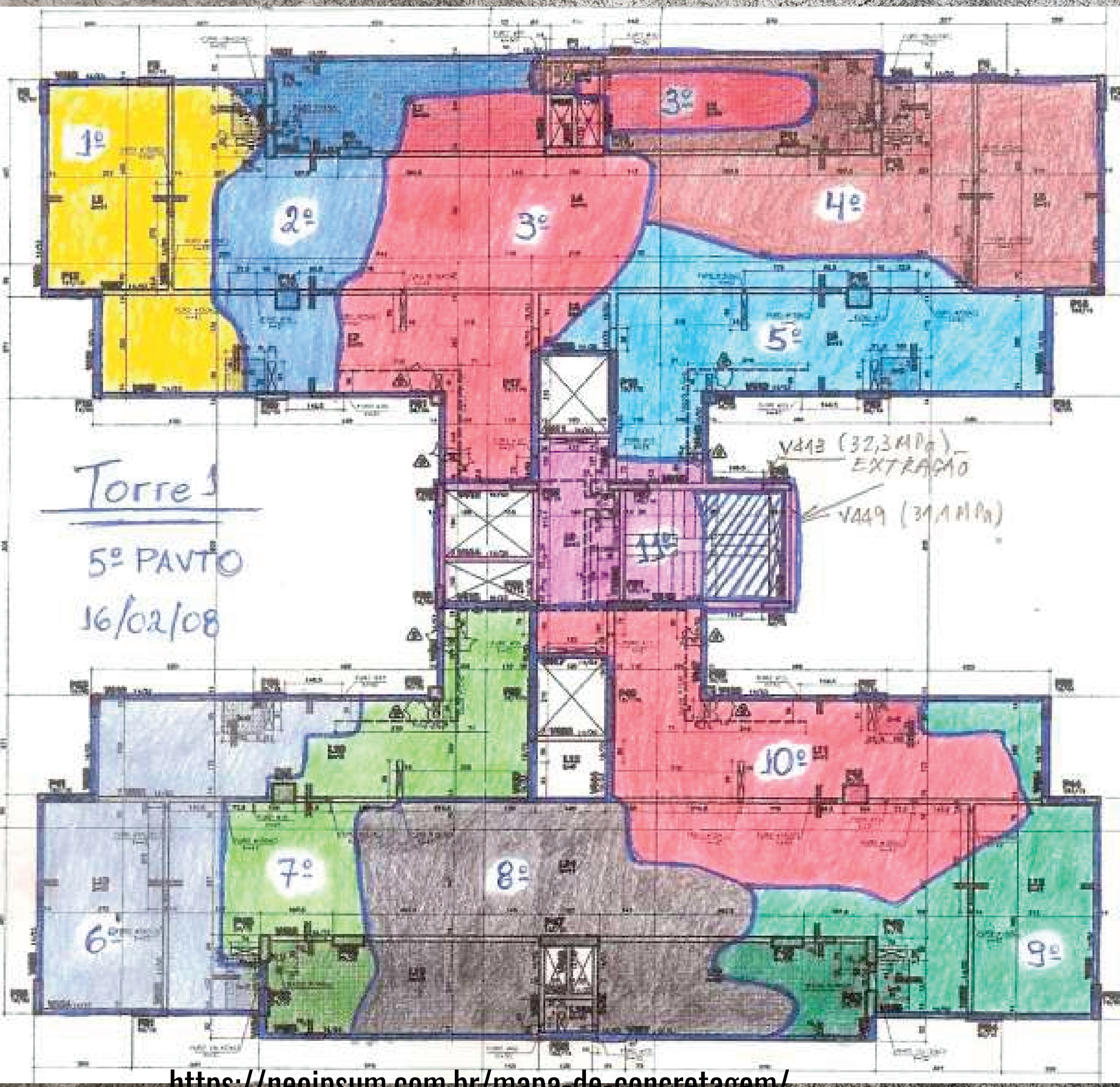


Deve-se marcar qual caminhão foi usado em cada peça concretada, para assim rastrear os caminhões que foram utilizados caso dê algum problema com alguma resistência posteriormente. como mostra a imagem abaixo:

Na imagem de exemplo, consta as dimensões de onde foi utilizado o concreto, bem como a numeração do caminhão betorneira e também o tempo que levou para sua descarga.



Os mapeamentos podem ser coloridos, o que facilita a identificação dos caminhões utilizados e as áreas concretadas, como mostra a figura abaixo.



https://neoipsum.com.br/mapa-de-concretagem/



Adensamento

- O concreto deve ser lançado e adensado de modo que toda a armadura seja adequadamente envolvida no concreto;
- Deve-se evitar o deslocamento de armaduras, dutos de protensão, ancoragens e fôrmas;
- Concretagem em peças altas como exemplo, os pilares, deve-se fazer a concretagem de no máximo a cada 2m.
- NÃO adicionar água ao concreto pois diminui sua resistência para qual foi projetada.

O ADENSAMENTO PODE SER DADO DE FORMA:

MECÂNICA ↔ MANUAL

↕

VIBRADOR

↕

OBRAS DE PEQUENO PORTE COM ESPESSURA MÁXIMA DE 20 CM



Vibrador por imersão de mangotes

- Não aplicar o vibrador nas formas ou na armadura;
- Tomar bastante cuidado com o tempo de vibração, onde deve ser em torno de 5 a 30 segundos em cada local;
- Não se pode deslocar o vibrador horizontalmente, somente verticalmente.



PLACA VIBRATÓRIA

HTTPS://BRASMETAL.COM/2022/04/05/PLACA-VIBRATORIA-SAIBA-TUDO-SOBRE-ESSE-EQUIPAMENTO/

Alguns exemplos de vibradores mecânicos:



RÉGUA VIBRATÓRIA

HTTPS://BRASMETAL.COM/2020/02/12/REGUA-VIBRATORIA-SAIBA-TUDO-SOBRE-ESSE-EQUIPAMENTO/



VIBRADOR POR IMERSÃO DE MANGOTES

HTTPS://WWW.CASADOCONSTRUTOR.COM.BR/SAFETY/VIBRADOR-DE-IMERSAO/

6 - PÓS CONCRETAGEM

Após a concretagem, é importante:

- Fazer o acompanhamento dos rompimentos dos corpo de prova de cada peça, para assim garantir a durabilidade e vida útil daquela estrutura.
- Realizar a **CURA!** Que é o procedimento adotado para impedir que a água da mistura utilizada no concreto evapore rapidamente. Essa água é essencial para evitar fissuras e proporcionar a resistência necessária à estrutura.

CURA

- A norma brasileira recomenda que a cura do concreto seja feita pelo menos por sete dias, estendendo-se a até 14 dias, se for o caso.
- Já a NBR 14.931/2004, determina que, para elementos como as lajes, a cura deve ocorrer até que o concreto usinado alcance a resistência à compressão (fck) igual ou superior a 15 MPa, que é em torno de 28 dias.

A cura pode ser realizada apenas jogando água ou também com a utilização de BIDIN, uma manta têxtil que ajuda a reter a água na superfície por mais tempo.

CURA

01 Manta geotêxtil cobrindo a laje mantém a superfície úmida por mais tempo, evitando a evaporação da água.

02 Cura por meio convencional.

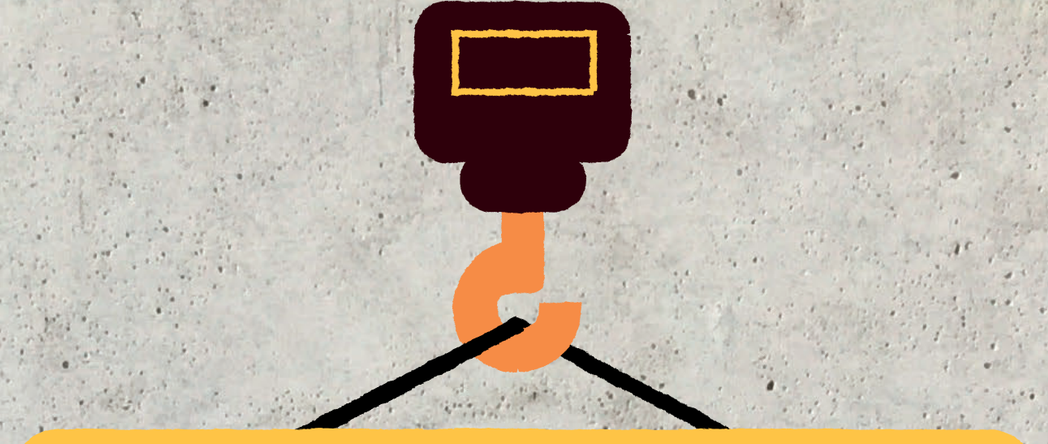
01



http://www.tecnosilbr.com.br/conteudo/?p=174

02





NORMAS CONSULTADAS

- NBR 14.931/2004 - Execução de estruturas de concreto - Procedimento
- ABNT NBR 5738/2015 - Moldagem e cura de corpos-de-prova cilíndricos ou prismáticos de concreto - Procedimento
- NBR NM 67/1998 - Concreto - Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone
- NBR 15696/2009 : Fôrmas e escoramentos para estruturas de concreto - Projeto, dimensionamento e procedimentos executivo

Instituto Federal de Goiás - Câmpus Formosa
Curso Superior de Bacharelado em Engenharia Civil
Orientador: Prof. Me. Alécio Junior Mattana
Coorientador: Prof. Me. Divino Gabriel Lima Pinheiro