



# ESTRUTURAS PRÉ-FABRICADAS DE CONCRETO: DESEMPENHO E SUSTENTABILIDADE



# SUMÁRIO



## 1. CONCEITOS

- DURABILIDADE
- PLANEJAMENTO
- CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL

## 2. PRÉ-FABRICADOS DE CONCRETO NO BRASIL

## 3. BENEFÍCIOS DA INDUSTRIALIZAÇÃO

## 4. INDUSTRIALIZAÇÃO

## 5. CONDIÇÕES BÁSICAS A SEREM ATENDIDAS NO PROJETO, EXECUÇÃO, USO, OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DE EDIFICAÇÕES

## 6. CONSIDERAÇÕES RELATIVAS À CONCEPÇÃO E PROJETO BÁSICO DE OBRAS EM PRÉ-FABRICADOS DE CONCRETO



# **DURABILIDADE**

**"CAPACIDADE DE RESISTIR À AÇÃO DE INTEMPÉRIES,  
ATAQUE QUÍMICO, ABRASÃO OU QUALQUER OUTRO  
PROCESSO DE DETERIORAÇÃO"**

**ACI 201**

**INSTITUTO AMERICANO DO CONCRETO  
COMITE - 201**



***"UM CONCRETO DURÁVEL PRESERVARÁ  
SUA FORMA, QUALIDADE E CAPACIDADE  
DE USO ORIGINAIS, QUANDO EXPOSTO  
AO AMBIENTE (MACRO E MICRO) PARA O  
QUAL FOI PROJETADO"***

**NENHUM MATERIAL É PROPRIAMENTE PERENE.**



**COMO RESULTADO DE INTERAÇÕES AMBIENTAIS,  
A MICROESTRUTURA, E CONSEQUENTEMENTE,  
SUAS PROPRIEDADES MUDAM COM O TEMPO.**

**MESMO ESTRUTURAS BEM CALCULADAS, BEM  
EXECUTADAS E MUITO BEM UTILIZADAS, SOFREM  
DESGASTE NATURAL E NECESSITAM DE MANUTENÇÃO.**

**A EFICÁCIA DO SISTEMA DE GESTÃO DE MANUTENÇÃO  
PREVENTIVA E CORRETIVA, CONFORME NBR 5674,  
GARANTIRÁ O DESEMPENHO ESPERADO DURANTE A  
V.U. DA ESTRUTURA.**

# RESPONSÁVEIS PELA DURABILIDADE DA ESTRUTURA



- PROPRIETÁRIO  
USUÁRIO

- EXPECTATIVAS DE USO  
(PRESENTE E FUTURO)

- RESPONSÁVEL  
PELO PROJETO  
ARQUITETÔNICO

- GEOMETRIA / CONCEPÇÃO  
- DEFINIÇÃO DE DETALHES  
- ESPECIFICAÇÃO DOS MATERIAIS  
- DESEMPENHO  
- SUSTENTABILIDADE

# RESPONSÁVEIS PELA DURABILIDADE DA ESTRUTURA



- RESPONSÁVEL  
PELO PROJETO  
ESTRUTURAL

- CÁLCULO ESTRUTURAL
- ESPECIFICAÇÃO DOS MATERIAIS
- ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇOS
- MANUTENÇÃO
- DESEMPENHO
- SUSTENTABILIDADE

- RESPONSÁVEL PELA  
TECNOLOGIA DOS  
MATERIAIS

- CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS
- COMPOSIÇÃO DO CONCRETO
- METODOLOGIA DE EXECUÇÃO (PLANO DE CONCRETAGEM) EM CONJUNTO COM O PROJETISTA ESTRUTURAL E O CONSTRUTOR

# RESPONSÁVEIS PELA DURABILIDADE DA ESTRUTURA



**RESPONSÁVEL  
PELA  
CONSTRUÇÃO  
(CONSTRUTOR)**

- METODOLOGIA DE EXECUÇÃO E COMPLEMENTARES, RESPEITANDO O PROJETO E ESPECIFICAÇÕES
- EXECUÇÃO E ENTREGA DA EDIFICAÇÃO
- ELABORAÇÃO E ENTREGA DO MANUAL DE USO, OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DA EDIFICAÇÃO

**- RESPONSÁVEL PELA  
PRÉ-FABRICAÇÃO**

## **NBR 9062**

- PROJETO DA ESTRUTURA PRÉ-FABRICADA
- PROJETO DE ESTRUTURA EM SITUAÇÃO DE INCÊNDIO, ITEM 5.3.1.5 E ANEXO B
- CONTROLE DE EXECUÇÃO E INSPEÇÃO, ITEM 12
- ANÁLISE DA ESTRUTURA , CONSIDERANDO AS FASES QUE PASSAM OS ELEMENTOS: FABRICAÇÃO, MANUSEIO, TRANSPORTE, MONTAGEM, TRANSITÓRIAS DE OBRA, DA OBRA FINALIZADA.

# RESPONSÁVEIS PELA DURABILIDADE DA ESTRUTURA



## **NBR 9062**

- ENGENHEIRO  
RESPONSÁVEL  
PELA MONTAGEM  
DOS ELEMENTOS  
PRÉ-FABRICADOS

- PLANEJAMENTO DE MONTAGEM, ITEM 11.1
- PROCEDIMENTO DE MONTAGEM, ITEM 11.2.2
- MONTAGEM DOS ELEMENTOS PRÉ-MOLDADOS,  
ITEM 11

---

- PROPRIETÁRIO  
USUÁRIO

- OBEDECER AS CONDIÇÕES DE USO, OPERAÇÃO E  
MANUTENÇÃO ESPECIFICADAS
  - GESTÃO DO PROGRAMA DE MANUTENÇÃO CORRETIVA  
E PREVENTIVA (NBR 5674) DESEMPENHO DURANTE  
A V.U.
-

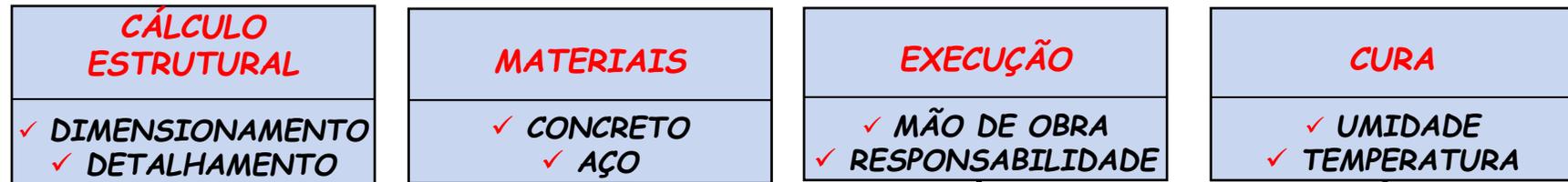


**"A QUALIDADE DA SOLUÇÃO ADOTADA ALÉM DE CONSIDERAR AS CONDIÇÕES ARQUITETÔNICAS, FUNCIONAIS, CONSTRUTIVAS E ESTRUTURAIS, DEVE LEVAR EM CONSIDERAÇÃO A INTEGRAÇÃO COM OS DEMAIS PROJETOS (ELÉTRICO, HIDRÁULICO, AR-CONDICIONADO, PREVENÇÃO DE INCÊNDIO E OUTROS), EXPLICITADOS PELOS RESPONSÁVEIS TÉCNICOS DE CADA ESPECIALIDADE"**

**"EVITAR INTERFACES"**



# DURABILIDADE DA ESTRUTURA



ÁGUA DE AMASSAMENTO  
NATUREZA E DISTRIBUIÇÃO DOS POROS DO CONCRETO

MECANISMOS DE TRANSPORTE DE GASES E LÍQUIDOS NO CONCRETO

DETERIORAÇÃO DO CONCRETO

DETERIORAÇÃO DA ARMADURA

FÍSICA

QUÍMICA  
BIOLÓGICA

CORROSÃO

RESISTÊNCIA

SOLIDEZ

SEGURANÇA

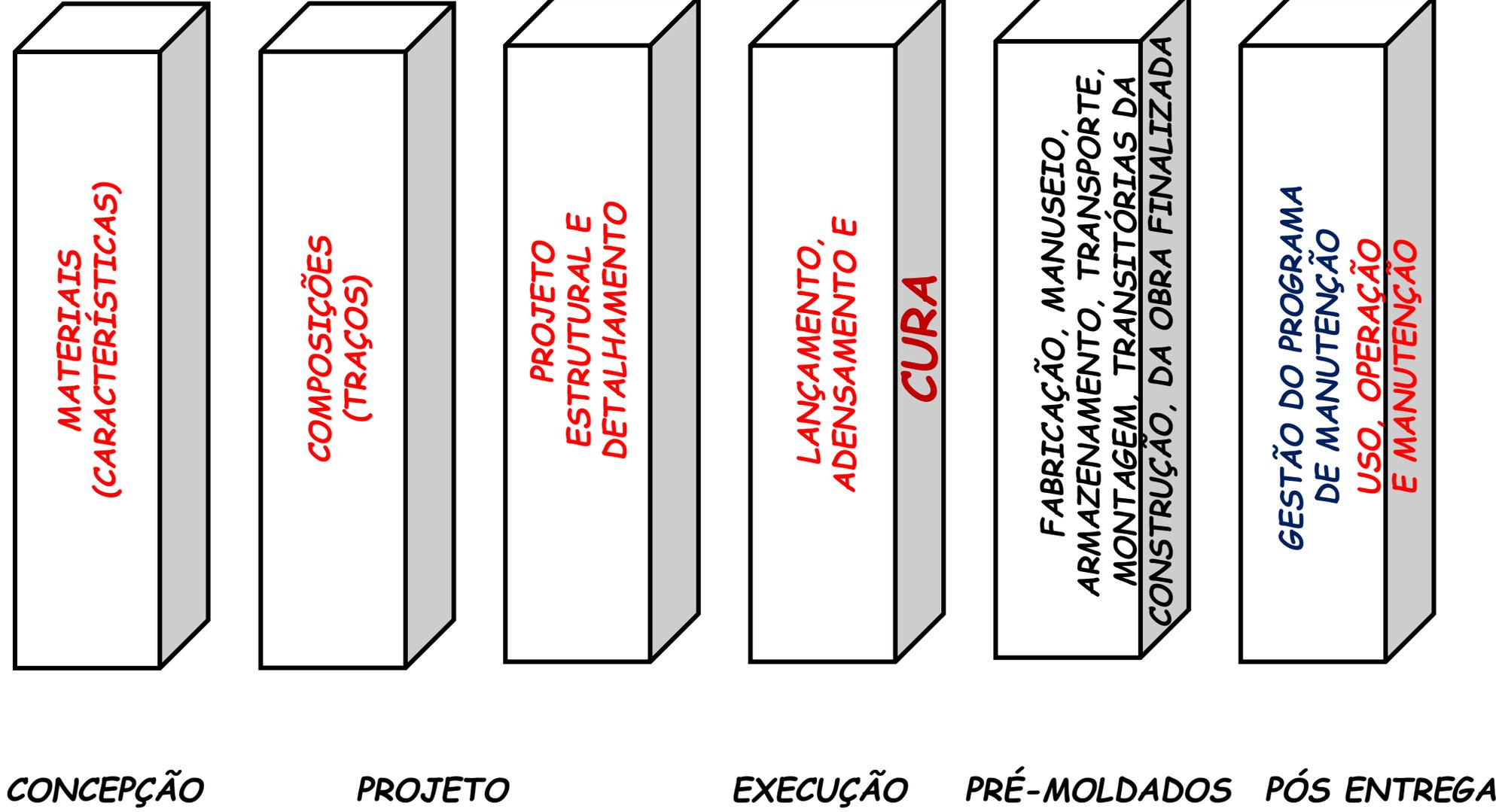
ADEQUAÇÃO AO USO

ESTÉTICA

# DESEMPENHO DA ESTRUTURA

FONTE : BOLETIM N °3 DO FIB (1999) p4

# ADAPTAÇÃO DA VISÃO HOLÍSTICA DA DURABILIDADE CONSIDERANDO O USO DA EDIFICAÇÃO PRÉ-FABRICADA (FONTE METHA E GERWICK, 1996)



NBR 9062 PROJETO E EXECUÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO PRÉ-MOLDADO

NBR 14037 - DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO DE MANUAIS DE USO, OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DAS EDIFICAÇÕES  
REQUISITOS PARA ELABORAÇÃO E APRESENTAÇÃO DOS CONTEÚDOS

NBR 5674 - MANUTENÇÃO DE EDIFICAÇÕES -  
REQUISITOS PARA O SISTEMA DE GESTÃO DE MANUTENÇÃO

# PLANEJAR

ORDENAR PREVIAMENTE OS MEIOS PARA ATINGIR UM OBJETIVO. SEMPRE CONSIDERAR AS POSSÍVEIS FALHAS X SOLUÇÃO PARA CADA UMA DELAS.

AÇÕES PREVENTIVAS E CORRETIVAS, IDENTIFICANDO PREVIAMENTE PROBLEMAS E SUAS PROVAVÉIS CAUSAS.

## VANTAGENS

- 1) TODOS OS ENVOLVIDOS PASSAM A TER VISÃO CLARA DO TRABALHO (ATIVIDADES E POSSÍVEIS PROBLEMAS).
- 2) TEMOS AS INFORMAÇÕES COMPLETAS DE TODAS AS NECESSIDADES, ANTES DE INICIAR A EXECUÇÃO (COMUNICAÇÃO, CONHECIMENTO E RESPONSABILIDADES).





**COMO PODEREMOS AUMENTAR A QUALIDADE, PRODUTIVIDADE, DESEMPENHO, SUSTENTABILIDADE E REDUZIR CUSTOS, SE NÃO TIVERMOS DADOS INDICATIVOS DOS MESMOS, E NÃO SOUBERMOS COMO INTERPRETÁ-LOS.**

**AUMENTAR O QUE?**

**REDUZIR O QUE?**

**PARA QUANTO?**



## FUNDAMENTAL

ANTES DE TOMAR DECISÕES DEVEMOS TER O PLENO CONHECIMENTO DA SITUAÇÃO, ATRAVÉS DA ANÁLISE DE FATOS E DADOS, FUNDAMENTADOS NA REALIDADE.

### ABAIXO O SUBJETIVO

### VITAL X TRIVIAL

- BANCO DE DADOS;
- ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO  
(CONHECIMENTO - CURVA ABC);
- INDICADORES (ÍTEM DE CONTROLE);
- METAS;
- MONITORAMENTO;
- AÇÕES.

# BANCO DE DADOS



**SISTEMA QUE PERMITE O ARMAZENAMENTO DE TODAS AS INFORMAÇÕES COLETADAS, FUNDAMENTADAS E OBJETIVAS, GARANTINDO CONHECIMENTO HOMOGÊNEO POR PARTE DOS RESPONSÁVEIS PELOS PROCESSOS (INTERPRETAÇÃO E COMUNICAÇÃO).**

- ❑ **PERMITE:**
  - ✓ **ACESSO RÁPIDO AS INFORMAÇÕES;**
  - ✓ **MAIOR SEGURANÇA QUANTO A TOMADA DE DECISÕES;**
  - ✓ **RECICLAGEM CONTÍNUA DAS INFORMAÇÕES (REVISÕES);**
  - ✓ **PADRONIZAÇÃO DAS INFORMAÇÕES - NECESSIDADES DO USUÁRIO;**
- ❑ **GARANTE A EXECUÇÃO DO PLANEJADO (ATINGIR AS METAS);**
- ❑ **REGISTROS HISTÓRICOS E VERIFICAÇÃO DE TENDÊNCIAS (INDICADORES, MONITORAMENTOS, ANÁLISE E TOMADA DE DECISÕES)**
- ❑ **CORREÇÕES /AJUSTES COM BASE EM INDICADORES OBJETIVOS.**

# INDICADOR



**É UM NÚMERO QUE MOSTRA O RESULTADO DE UM DETERMINADO PROCESSO AO LONGO DO TEMPO.**

**"SE NÃO HÁ ITENS DE CONTROLE NÃO HÁ GERENCIAMENTO"**

**"A EMPRESA QUE NÃO TEM INDICADORES, NÃO TEM QUALIDADE TOTAL"**

**ISHIKAWA**



## **METAS**

**META É O SEU DESTINO, E DÁ A DIREÇÃO PARA SE MOVER.**

**ALÉM DE MOTIVADORA DEVE SER ENERGIZANTE, ATINGÍVEL E DESAFIADORA.**

- FAÇA UM PLANO DE AÇÃO; DIVIDA AS METAS EM METAS MENORES E ESPECÍFICAS PARA CONSEGUIR ATINGIR AS MAIORES.**

## **MONITORAMENTO**

**MONITORAMENTO PELOS INDICADORES - METAS X TEMPO (INTERPRETAÇÃO)**

- QUANDO VOU ATINGIR?**
- COMO MEDIR?**
- COMO SABER SE ESTOU ATINGINDO OU QUE ATINGI DETERMINADA META?**

# AÇÕES



**GERENCIAMENTO DO PROCESSO QUANDO O INDICADOR MONITORADO APRESENTAR VARIAÇÕES PARA MAIS OU PARA MENOS DO PREESTABELECIDO.**

**AS VARIAÇÕES PODEM INDICAR:**

- POSSIBILIDADE DE NÃO ATINGIR A META;**
- POSSIBILIDADE DE ATINGIR A META;**
- POSSIBILIDADE DE SUPERAR A META PORÉM: AUMENTANDO O CUSTO; OU SUPERANDO O ESPECIFICADO SEM AUMENTAR O CUSTO;**

**SEMPRE QUE NECESSÁRIO, DEVEREMOS INTERVIR PROCEDENDO AS CORREÇÕES/AJUSTES NECESSÁRIOS PARA ATINGIR O OBJETIVO.**

**ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO**

# INDICADOR



## EXEMPLOS DE INDICADORES

- ❑ TREINAMENTO - CAPACITAÇÃO
- ❑ ERROS TÉCNICOS "CONTROLE" (PONTUAIS)
- ❑ ERROS HUMANOS "GESTÃO" (CRÔNICOS)
- ❑ PRODUTIVIDADE POR EQUIPE X ATIVIDADE
- ❑ FALTAS NO TRABALHO
- ❑ ACIDENTES DE TRABALHO
- ❑ RETRABALHOS
- ❑ EFICÁCIA
- ❑ SUSTENTABILIDADE
- ❑ CAPACITAÇÃO DOS ESTAGIÁRIOS
- ❑ RENTABILIDADE
- ❑ SATISFAÇÃO DO CLIENTE INTERNO E EXTERNO

# CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL

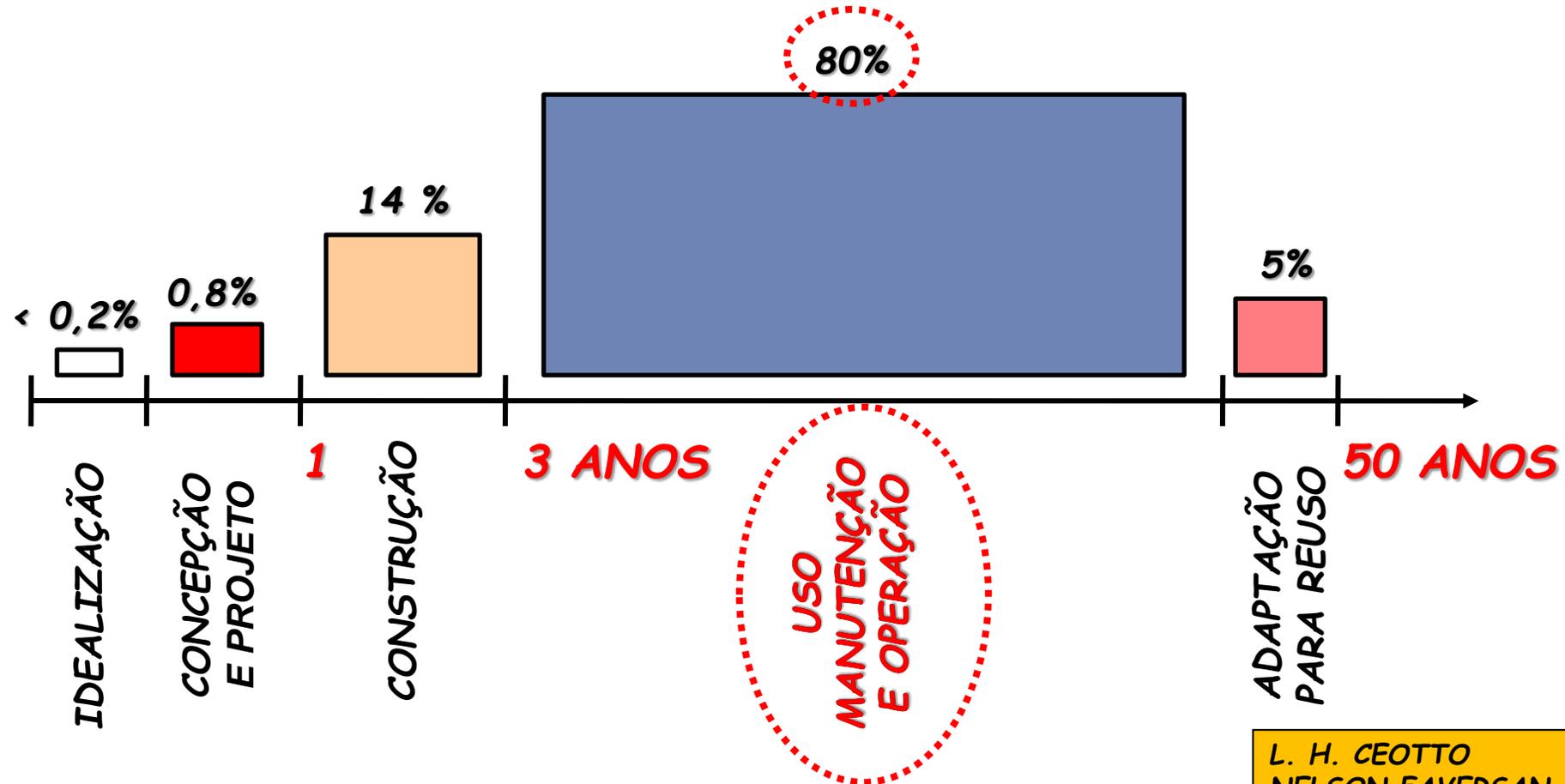


UTILIZA ECOMATERIAIS E SOLUÇÕES INTELIGENTES, PROMOVE A REDUÇÃO DA POLUIÇÃO, O BOM USO E ECONOMIA DE ÁGUA E ENERGIA, SEJA NO PROCESSO PRODUTIVO (INSUMOS E CONSTRUÇÃO) E PRINCIPALMENTE NA OCUPAÇÃO (USO, OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO), GERANDO CONFORTO AOS USUÁRIOS.

É CONCEBIDA VISANDO O MENOR IMPACTO DA EDIFICAÇÃO NO MEIO AMBIENTE, DESDE SUA CONCEPÇÃO, PROJETO, EXECUÇÃO, DURANTE SUA UTILIZAÇÃO E DESMONTA PÓS USO.



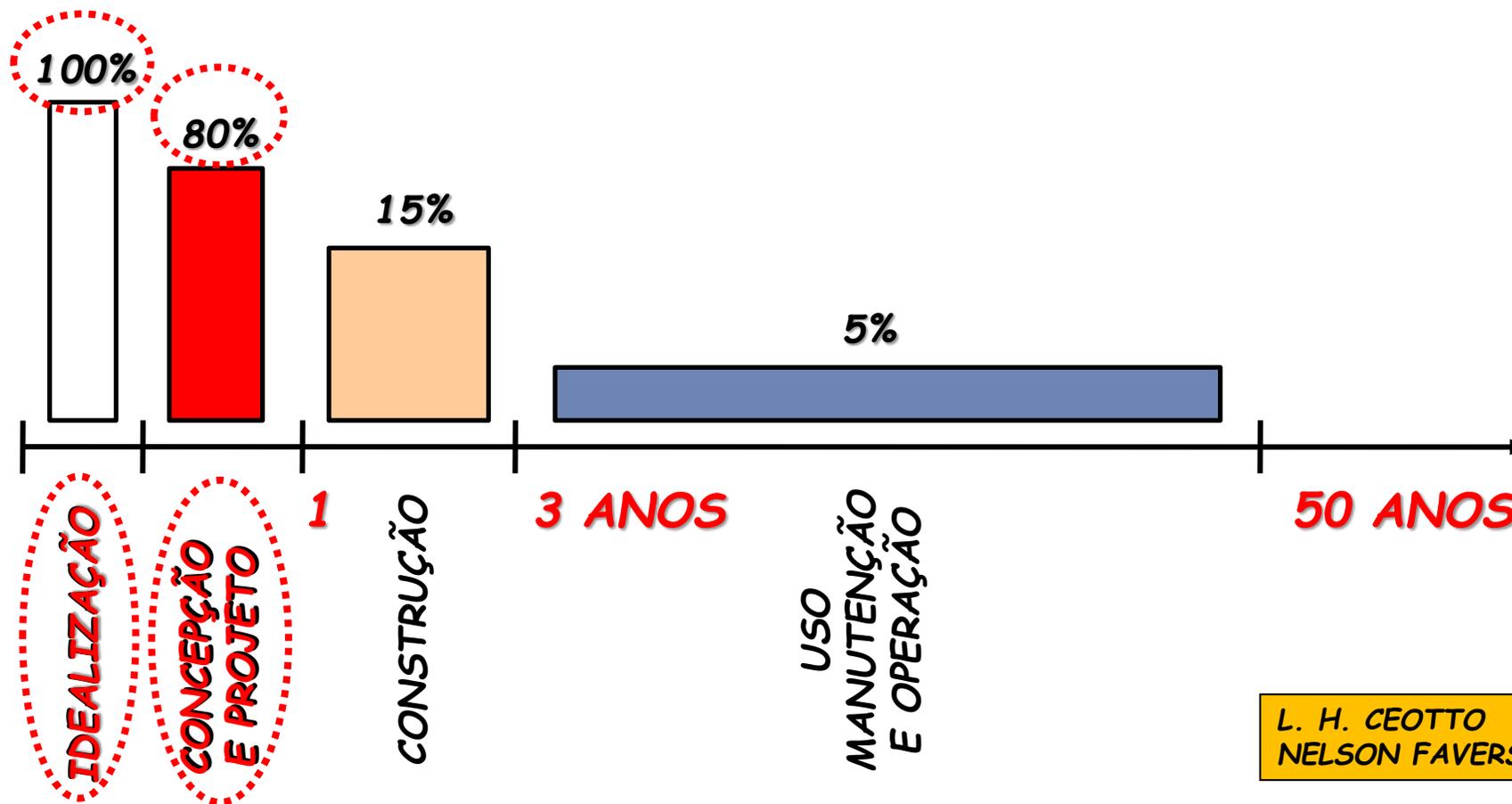
# CUSTO TOTAL DE UM EDIFÍCIO EM 50 ANOS (VIDA ÚTIL DE PROJETO)



# POSSIBILIDADES DE INTERFERÊNCIAS NO CUSTO TOTAL DE UM EDIFÍCIO EM 50 ANOS



DESEMPENHO E SUSTENTABILIDADE



L. H. CEOTTO 2009  
NELSON FAVERSAN JR

## 2. PRÉ-FABRICADOS DE CONCRETO NO BRASIL



### PRODUÇÃO

MECANIZAÇÃO DOS MEIOS DE PRODUÇÃO

**NORMAS TÉCNICAS: NBR 9062; NBR 16475; NBR 6118**

**DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA DE CONSULTA**

✓ **DESENHOS;**

✓ **ESPECIFICAÇÕES SUPLEMENTARES (MANUAIS TÉCNICOS):**

**FÔRMAS, ARMADURAS, CONCRETO, FABRICAÇÃO, CURA, PROTENSÃO, MANUSEIO, ARMAZENAMENTO, TRANSPORTE, FASES TRANSITÓRIAS DA CONSTRUÇÃO E MONTAGEM DOS ELEMENTOS PRÉ-FABRICADOS.**

**NBR 9062 - PROJETO E EXECUÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO PRÉ-MOLDADO.**

**NBR 16475 - PAINÉIS DE PAREDE DE CONCRETO PRÉ-MOLDADO- REQUISITOS E PROCEDIMENTOS.**

**NBR 6118 - PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO - PROCEDIMENTO.**

**LOCAL DE TRABALHO FIXO E COBERTO, PROTEGIDO DAS INTEMPÉRIES E ILUMINADO, MECANIZAÇÃO DOS MEIOS DE PRODUÇÃO.**

# PRÉ-FABRICADOS DE CONCRETO NO BRASIL



$f_{ck}$

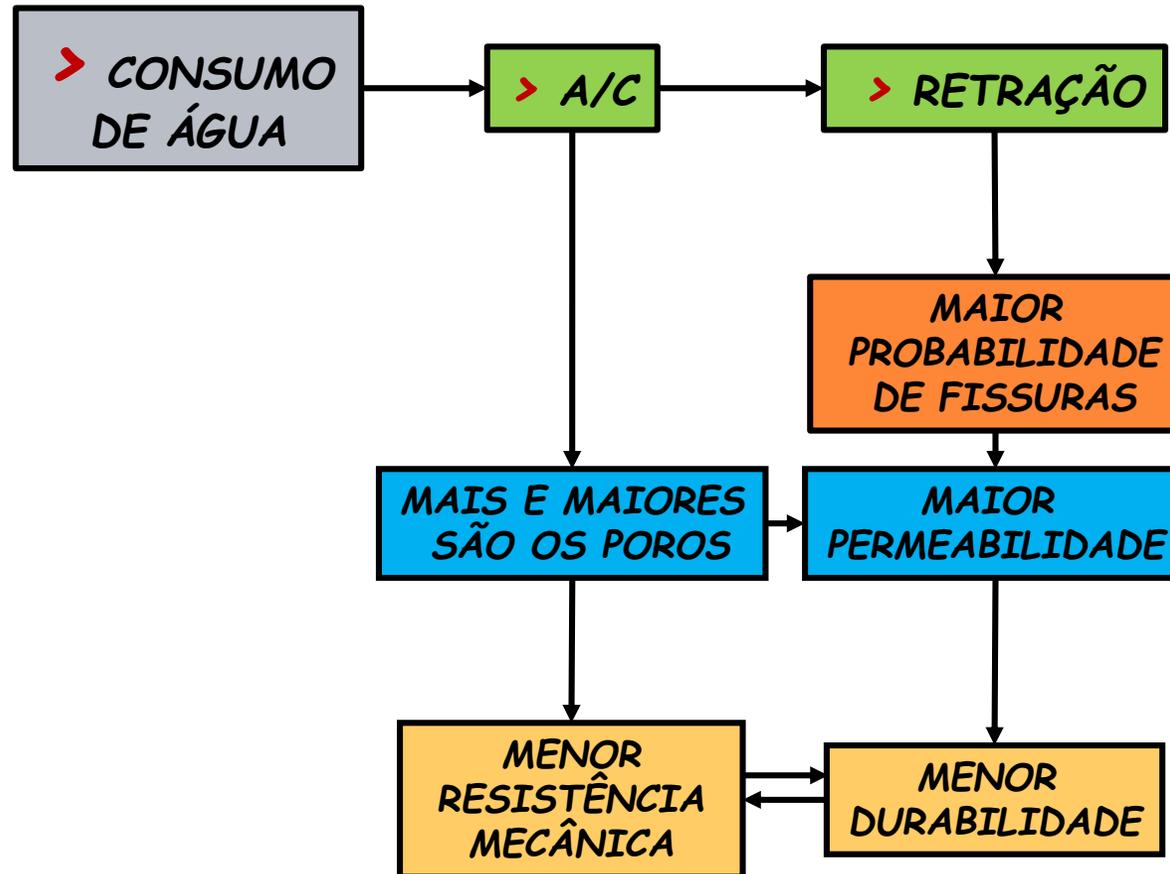
PROCESSO  
PRODUTIVO

PRAZOS DE

- DESFORMA
- LIBERAÇÃO DA PROTENSÃO  
(DESPROTENSÃO)

< **A/C**

> DURABILIDADE  
< MANUTENÇÃO



# PRÉ-FABRICADOS DE CONCRETO NO BRASIL



4 Cs

## 1º C COMPOSIÇÃO DO CONCRETO

**MATÉRIAS PRIMAS PRÉVIAMENTE ESPECIFICADAS E QUALIFICADAS**

- < CONSUMO DE CIMENTO
- < DESVIO PADRÃO

- MAIOR CONTROLE DA DOSAGEM, E DA PRODUÇÃO DO CONCRETO
- MAIOR EFICIÊNCIA DE MISTURA (BETONEIRA DE EIXO VERTICAL E MISTURA FORÇADA)
- MENOR DISTÂNCIA E TEMPO DE TRANSPORTE DO CONCRETO
- MENOR PERCENTUAL DE DESPERDÍCIOS

# PRÉ-FABRICADOS DE CONCRETO NO BRASIL



4 Cs

2° C COBRIMENTO

PARA CONCRETOS DE ELEMENTOS PRÉ-MOLDADOS, OS VALORES RELATIVOS AO COBRIMENTO MÍNIMO DAS ARMADURAS DEVEM ATENDER ÀS NORMAS TÉCNICAS DA ABNT.

ELEMENTOS PRÉ-MOLDADOS  
**NBR 6118**



COBRIMENTO



TOLERÂNCIA DE  
EXECUÇÃO DE 05 mm

ELEMENTOS PRÉ-FABRICADOS  
**NBR 9062**

OS COBRIMENTOS MÍNIMOS A SEREM ATENDIDOS DEVERÃO SER ESTABELECIDOS MEDIANTE ENSAIOS COMPROBATÓRIOS DE DESEMPENHO DA DURABILIDADE DO ELEMENTO PRODUZIDO, FRENTE AO NÍVEL DE AGRESSIVIDADE PREVISTO EM PROJETO.

# PRÉ-FABRICADOS DE CONCRETO NO BRASIL



4 Cs

## 2° C COBRIMENTO

### ELEMENTOS PRÉ-FABRICADOS **NBR 9062**

NA FALTA DE ENSAIOS, DESDE QUE SEJA UTILIZADO CONCRETO COM  $f_{ck} \geq 40 \text{ MPa}$ , E  $A/C \leq 0,45$ , OS COBRIMENTOS PODEM SER REDUZIDOS EM MAIS 5mm, OU SEJA  $C_{NOM.} = C_{MIN.}$  NÃO SENDO PERMITIDO COBRIMENTOS MENORES QUE:

- LAJES EM CA  $\geq 15 \text{ mm}$
- DEMAIS PEÇAS EM CA (VIGAS/PILARES)  $\geq 20 \text{ mm}$
- PEÇAS EM CP  $\geq 25 \text{ mm}$
- PEÇAS DELGADAS PROTENDIDAS (TELHAS / NERVURAS/TERÇAS)  $\geq 15 \text{ mm}$
- LAJES ALVEOLARES PROTENDIDAS  $\geq 20 \text{ mm}$

# PRÉ-FABRICADOS DE CONCRETO NO BRASIL



4 Cs

3° C COMPACTAÇÃO

AUTOADENSÁVEL



SUSTENTABILIDADE  
< ENERGIA E < RUÍDO

VIBRADORES DE  
FÔRMA EXTERNOS



COM ESPAÇAMENTO E EM NÚMERO  
SUFICIENTE PARA GARANTIR  
ADENSAMENTO UNIFORME  
(PROCEDIMENTO)

**EFICIENTE**

# PRÉ-FABRICADOS DE CONCRETO NO BRASIL



4 Cs

## 4º C CURA DO CONCRETO

A **NBR 9062**, NO SUB-ITEM 3.9, DEFINE ELEMENTO PRÉ-FABRICADO, COMO SENDO EXECUTADO EM INSTALAÇÕES PERMANENTES DE EMPRESAS DESTINADAS PARA ESTE FIM, QUE SE ENQUADREM E ESTEJAM EM CONFORMIDADE COM AS ESPECIFICAÇÕES CONSTANTES DE 12.1.2 A 12.1.15, DENTRE AS QUAIS O PROCESSO DE CURA, CUJO PROCEDIMENTO CONSTA DO (ITEM 9.6).

CURA NORMAL  
OU ACELERADA

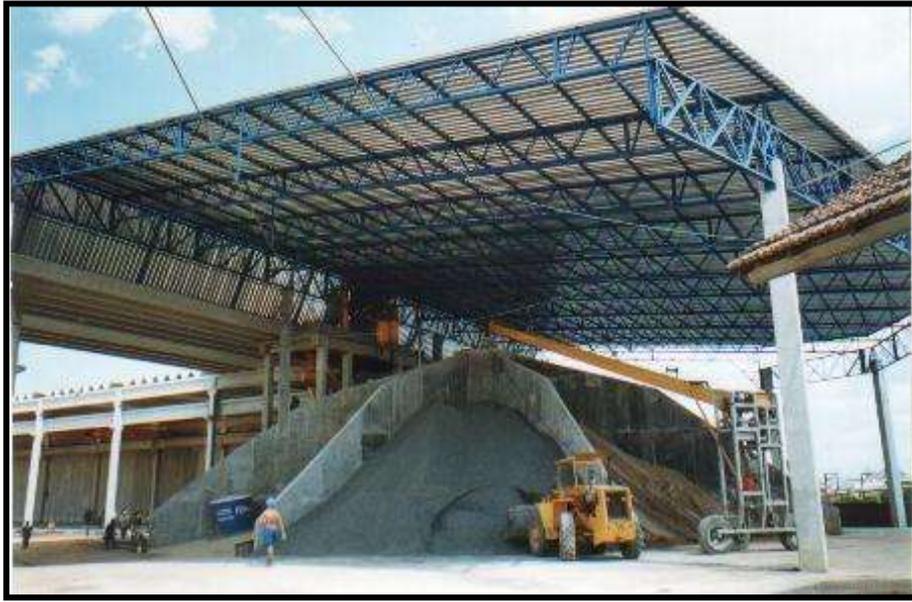


PROCEDIMENTOS



> DURABILIDADE

**CURA EFETIVA DO CONCRETO**









# PRÉ-FABRICADOS DE CONCRETO NO BRASIL



FÔRMAS  
**NBR 9062**  
ITEM 9.5

METÁLICAS

MADEIRA DE REFLORESTAMENTO  
E CERTIFICADA

REDUÇÃO DE  
ESCORAMENTO  
SUSTENTABILIDADE

REVESTIMENTO  
DA ESTRUTURA

CONCRETO APARENTE

SUSTENTABILIDADE  
SEM REVESTIMENTO  
ARGAMASSADO

MÃO DE OBRA

FIXA - BAIXA ROTATIVIDADE

SEGURANÇA - CIDADANIA

TREINAMENTO - CAPACITAÇÃO

QUALIFICAÇÃO

EDUCAÇÃO

> EFICÁCIA

> PRODUTIVIDADE







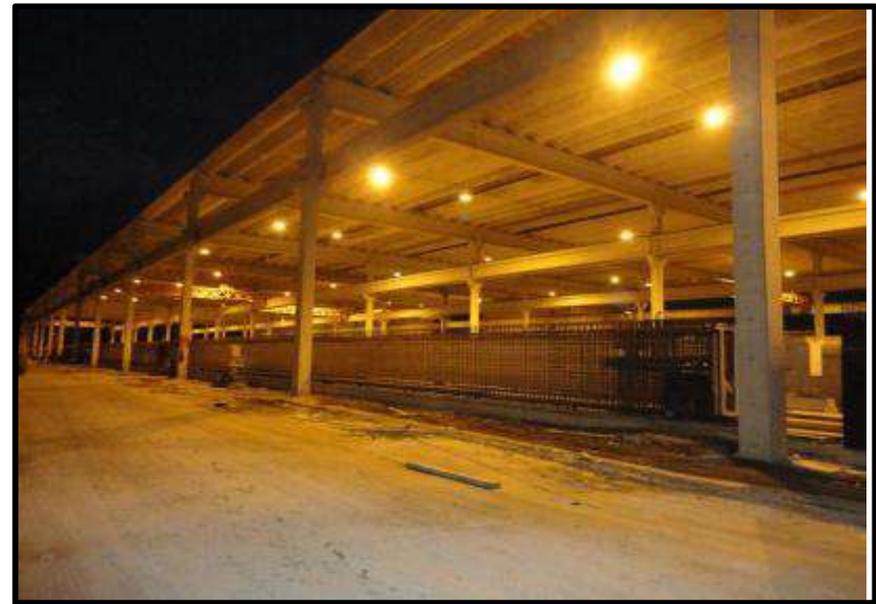
# PRÉ-FABRICADOS DE CONCRETO NO BRASIL



## SEGURANÇA E SAÚDE DO TRABALHO

- ✓ TREINAMENTO
- ✓ EQUIPE DE PREVENÇÃO DE ACIDENTES
- ✓ PLANO DE EMERGÊNCIA
- ✓ EQUIPAMENTOS DE SEGURANÇA  
INDIVIDUAIS E COLETIVOS
- ✓ LOCAL DE TRABALHO  
FIXO, COBERTO, PROTEGIDO E ILUMINADO

OS ELEMENTOS SÃO PRODUZIDOS COM AUXÍLIO DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS INDÚSTRIAS





[HTTP://WWW.MARKAWEB.COM.BR/](http://www.markaweb.com.br/)





# PRÉ-FABRICADOS DE CONCRETO NO BRASIL



## GESTÃO AMBIENTAL

IMPACTOS AMBIENTAIS  
CONTROLE DOS IMPACTOS  
ANÁLISE  
TREINAMENTO



REQUISITOS PARA AVALIAÇÃO  
DE PLANTAS DE PRODUÇÃO -  
ABCIC

IDENTIFICAÇÃO N. 02  
REVISÃO: 06  
FOLHAS 01 a 29

# PRÉ-FABRICADOS DE CONCRETO NO BRASIL



## RASTREABILIDADE



- ✓ QUALIDADE
- ✓ TREINAMENTO
- ✓ EQUIPAMENTOS (MANUTENÇÃO - CALIBRAÇÃO)
- ✓ PESQUISA DE SATISFAÇÃO DOS CLIENTES
- ✓ PRAZOS
- ✓ SUSTENTABILIDADE
- ✓ MONITORAMENTO DE PROCESSOS
- ✓ CONTROLES
- ✓ BANCO DE DADOS
- ✓ ANÁLISE
- ✓ REVISÕES
- ✓ MELHORIA CONTÍNUA

INDICADORES



### **3. BENEFÍCIOS DA INDUSTRIALIZAÇÃO**

#### **ALGUNS DOS BENEFÍCIOS DA PRÉ-FABRICAÇÃO, CONFORME SPADETTO SÃO:**

- 1. MENOR PRAZO DE EXECUÇÃO;**
- 2. PRODUÇÃO INDEPENDENTEMENTE DAS CONDIÇÕES CLIMÁTICAS;**
- 3. IMPLEMENTAÇÃO DA SAÚDE E SEGURANÇA DO TRABALHO;**
- 4. AUMENTO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA;**
- 5. CONTROLE DE RECEBIMENTO DAS MATÉRIAS PRIMAS;**
- 6. USO DE MÃO DE OBRA ESPECIALIZADA NA PRODUÇÃO;**
- 7. MAIOR PRECISÃO E QUALIDADE GEOMÉTRICA DAS PEÇAS;**
- 8. EFICIÊNCIA DO CONTROLE E DA QUALIDADE DO PRODUTO;**

**TEXTO EXTRAÍDO DO MANUAL DA CONSTRUÇÃO INDUSTRIALIZADA VOLUME 1, DA ABDI AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL, PELO GT DA CONSTRUÇÃO INDUSTRIALIZADA, EDITADO EM 2015.**

# TOLERÂNCIAS DIMENSIONAIS

## **NBR 9062**

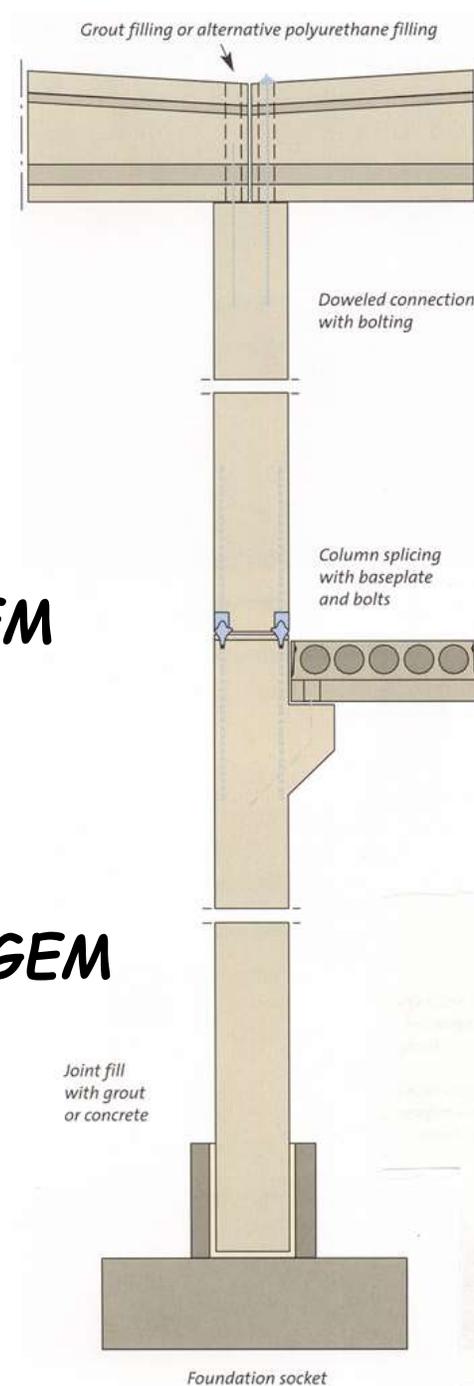
### **ITEM 5.2.2 ELEMENTOS PRÉ-MOLDADO**

- ✓ ITEM 5.2.2.2, TOLERÂNCIAS DE FABRICAÇÃO
- ✓ ITEM 5.2.2.6, TOLERÂNCIAS QUANTO A MONTAGEM

## **NBR 16475**

### **ITEM 17.6 PAINÉIS DE CONCRETO PRÉ-MOLDADO TOLERÂNCIAS DIMENSIONAIS E DE MONTAGEM**

- PAINÉIS DE PAREDES
- PAINÉIS ALVEOLARES
- PAINÉIS DE PAREDES ARQUITETÔNICOS







# **ALGUNS DOS BENEFÍCIOS DA PRÉ-FABRICAÇÃO, CONFORME SPADETTO SÃO:**



- 9. MENOR CONSUMO DE MATERIAIS E PERCENTUAIS DE PERDAS;**
- 10. NO CANTEIRO DE OBRAS OS SISTEMAS INDUSTRIALIZADOS SÃO MONTADOS POR ESPECIALISTAS;**
- 11. MAIOR POTENCIAL DE ADAPTAÇÃO PARA REUSO ( DESMONTE);**
- 12. MAIOR CONTROLE DE CUSTOS;**
- 13. ORGANIZAÇÃO E LIMPEZA DO CANTEIRO DE OBRAS, E PRATICAMENTE INEXISTÊNCIA DE DESPERDÍCIOS NA EXECUÇÃO E NA MONTAGEM;**
- 14. INTRODUIZIR MELHORIA CONTÍNUA AOS PROCESSOS (AÇÕES PREVENTIVAS E CORRETIVAS, IDENTIFICANDO PROBLEMAS E SUAS PROVÁVEIS CAUSAS);**

**TEXTO EXTRAÍDO DO MANUAL DA CONSTRUÇÃO INDUSTRIALIZADA VOLUME 1, DA ABDI AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL, PELO GT DA CONSTRUÇÃO INDUSTRIALIZADA, EDITADO EM 2015.**







**PRECISAMOS NOS CONSCIENTIZAR QUE  
A QUALIDADE DAS CONSTRUÇÕES **NASCE**  
COM O PROJETO E ESPECIFICAÇÕES,**

****SE CONSOLIDA** NA EXECUÇÃO,**

****E É PRESERVADA** NO USO, OPERAÇÃO E  
MANUTENÇÃO.**



## **4. INDUSTRIALIZAÇÃO**

# INDUSTRIALIZAÇÃO



COORDENAÇÃO MODULAR

DESEMPENHO

PRODUTIVIDADE

SUSTENTABILIDADE

**GESTÃO  
TRANSFORMAÇÃO EMPRESARIAL  
NOVO PERFIL DO EMPREENDEDOR**

CTE 2013 CAMINHOS PARA O DESEMPENHO,  
PRODUTIVIDADE E INDUSTRIALIZAÇÃO  
DA CONSTRUÇÃO

ADAPTAÇÃO DA APRESENTAÇÃO  
DO ENG. ANDRÉ GLOGOWSKY HOCHTIEF DO BRASIL



**A INDUSTRIALIZAÇÃO ESTÁ ASSOCIADA AOS CONCEITOS DE ORGANIZAÇÃO E DE PRODUÇÃO EM SÉRIE (MECANIZAÇÃO DOS MEIOS DE PRODUÇÃO).**

**A HISTÓRIA DA INDUSTRIALIZAÇÃO IDENTIFICA-SE, NUM PRIMEIRO TEMPO, COM A EVOLUÇÃO DAS FERRAMENTAS E MÁQUINAS PARA A PRODUÇÃO DE BENS.**

**DEFINIÇÕES EXTRAÍDAS DO LIVRO:  
ARQUITETURA, INDUSTRIALIZAÇÃO E DESENVOLVIMENTO.  
PAULO J. V. BRUNA EDITORA PERSPECTIVA 1976**

**TEXTO EXTRAÍDO DA PÁGINA 15 DO MANUAL TÉCNICO DE PRÉ-FABRICADOS DE CONCRETO  
DA ABCI - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA CONSTRUÇÃO INDUSTRIALIZADA, EDITADO EM 1986**



**NÃO EXISTE DESENVOLVIMENTO SETORIAL SEM DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO E INDUSTRIALIZAÇÃO**

**"TÃO IMPORTANTE QUANTO PESQUISAR E APOSTAR EM NOVAS TECNOLOGIAS, VISANDO A MELHORIA CONTÍNUA NAS OBRAS, É INVESTIR EM EDUCAÇÃO, NA FORMAÇÃO E QUALIFICAÇÃO DOS OPERÁRIOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL. DO CONTRÁRIO, TODO O INVESTIMENTO EM TECNOLOGIA SERÁ EM VÃO."**

ENG. LUIZ ALFREDO FALCÃO BAUER

1991



**O PROCESSO CONSTRUTIVO, SEGUNDO MESEGUER (1990), PODE SER CLASSIFICADO COMO: TRADICIONAL, RACIONALIZADO E INDUSTRIALIZADO OU PRÉ-FABRICADO.**

TEXTO EXTRAÍDO DA APRESENTAÇÃO DO ENG. JOÃO CARLOS LEONARDI  
INDUSTRIALIZAÇÃO O MAIS ELEVADO ESTÁGIO DOS PROCESSOS CONSTRUTIVOS  
CONSTRUBR 2016 SINDUSCONSP

# 5. CONDIÇÕES BÁSICAS A SEREM ATENDIDAS NO PROJETO, EXECUÇÃO, USO, OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DE EDIFICAÇÕES.



## CONCEPÇÃO E PROJETO BÁSICO

- ✓ ANÁLISE DAS RESTRIÇÕES E VANTAGENS DA UTILIZAÇÃO DO CONCRETO PRÉ-FABRICADO (ESTRUTURA E PAINÉIS DE CONCRETO COMO PAREDES COM E SEM FUNÇÃO ESTRUTURAL);
- ✓ AVALIAÇÃO DO PASSIVO AMBIENTAL DO TERRENO - SOLO E EDIFICAÇÕES, QUE PODEM APRESENTAR CONTAMINAÇÕES; A REMEDIAÇÃO DAS ÁREAS CONTAMINADAS, BEM COMO, A REMOÇÃO E A DESTINAÇÃO ADEQUADA DE RESÍDUOS CONTAMINADOS SÃO ATIVIDADES DE ALTO CUSTO;

# CONDIÇÕES BÁSICAS A SEREM ATENDIDAS NO PROJETO, EXECUÇÃO, USO, OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DE EDIFICAÇÕES.



## CONCEPÇÃO E PROJETO BÁSICO

- ✓ O PROJETO JÁ DEVE SER CONCEBIDO PREVENDO A RACIONALIZAÇÃO, DE MODO A ASSIMILAR TODOS OS BENEFÍCIOS DOS PRÉ-FABRICADOS (RAPIDEZ, ECONOMIA E QUALIDADE), DECORRENTES DA PADRONIZAÇÃO E REPETIBILIDADE PROPORCIONADA PELO SISTEMA;
- ✓ ESTUDO DAS ROTAS VIÁRIAS DA FÁBRICA ATÉ O ACESSO AO TERRENO, VISANDO ANÁLISE DE MOBILIDADE E ESCOLHA DO EQUIPAMENTO DE TRANSPORTE DAS PEÇAS PRÉ-FABRICADAS ATÉ A OBRA, BEM COMO, DEFINIÇÃO DE SUAS DIMENSÕES;





**CASSOL PRÉ-FABRICADOS**

**MEGAVIGAS PRÉ-FABRICADAS  
CASE COMPLEXO VIÁRIO  
PORTO DE ITAGUAÍ/RJ**

**ENG. GUSTAVO ROVARIS**





# 6. CONCEPÇÃO E PROJETO BÁSICO

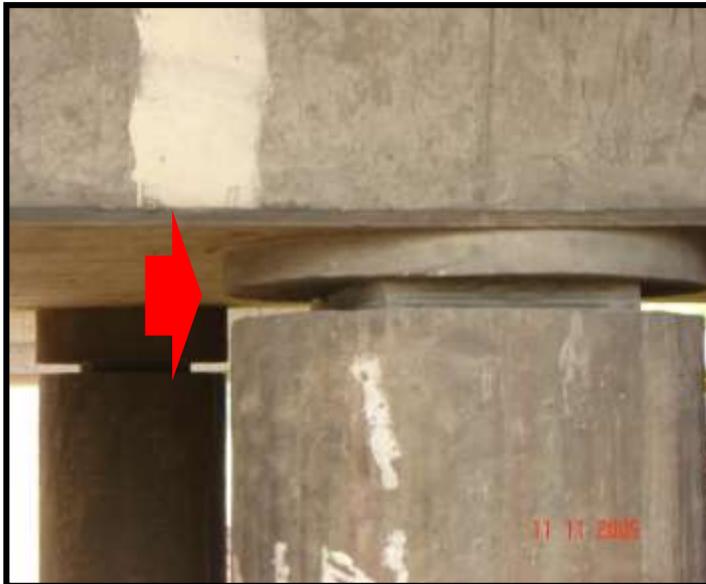


- ✓ ANÁLISE PRÉVIA DA TOPOGRAFIA DO TERRENO COM RELAÇÃO ÀS ÁREAS ONDE SERÃO REALIZADAS AS EDIFICAÇÕES, VISANDO ESPECIFICAR AS CONDIÇÕES MÍNIMAS NECESSÁRIAS DE SEGURANÇA E OPERAÇÃO DO GUINDASTE NA MONTAGEM DA ESTRUTURA (MOVIMENTAÇÃO E IÇAMENTO);
- ✓ LAY OUT DO CANTEIRO DE OBRAS, VISANDO MOBILIDADE DOS EQUIPAMENTOS DE IÇAMENTO DAS PEÇAS (ESTRUTURA E PAINÉIS), E DE TRANSPORTE DOS DEMAIS MATERIAIS E COMPONENTES, ATENDENDO AS LEGISLAÇÕES.
- ✓ ALÉM DA ESTRUTURA PRINCIPAL, OS SUBSISTEMAS DEVEM SER PROJETADOS PARA QUE POSSAM SER TROCADOS E RENOVADOS DENTRO DA VIDA ÚTIL DA CONSTRUÇÃO (MANUTENÇÃO E ADAPTAÇÃO ÀS NOVAS EXIGÊNCIAS DE MERCADO), EVITANDO-SE A EXECUÇÃO DE REFORÇOS/ADAPTAÇÕES OU ATÉ A DEMOLIÇÃO;
- ✓ ADOPTAR PLANEJAMENTO MODULAR VISANDO TRABALHO SISTÊMICO E ECONÔMICO, ALÉM DE SIMPLIFICAR DETALHES;

## EXEMPLO : EM PONTES E VIADUTOS

### ELEMENTOS ESTRUTURAIS DE CONCRETO E APARELHOS DE APOIO

**ONDE E COMO COLOCAR MACACOS PARA ELEVAR TABULEIROS SE NÃO HÁ LOCAL PARA ELES? COMO CONDUZIR TAL SUBSTITUIÇÃO? A CONCEPÇÃO DE LOCAIS PARA A MONTAGEM DE MACACOS É FUNDAMENTAL NA FASE DE PROJETO.**

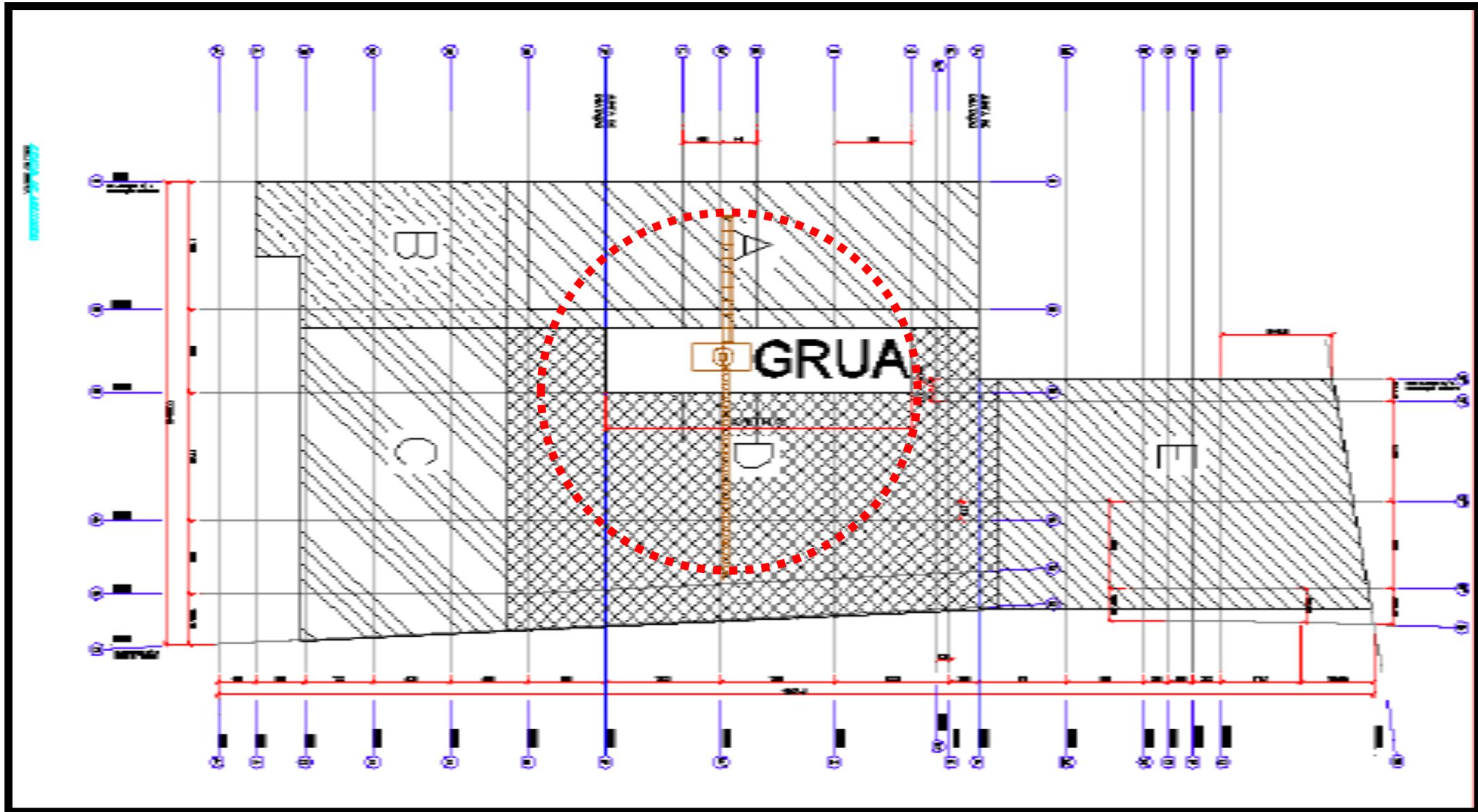


**PREVER NO PROJETO DISPOSIÇÕES QUE PERMITAM FÁCIL E RÁPIDA REPARAÇÃO OU SUBSTITUIÇÃO DOS APARELHOS DE APOIO, JUNTAS DE DILATAÇÃO, GUARDA CORPOS.**



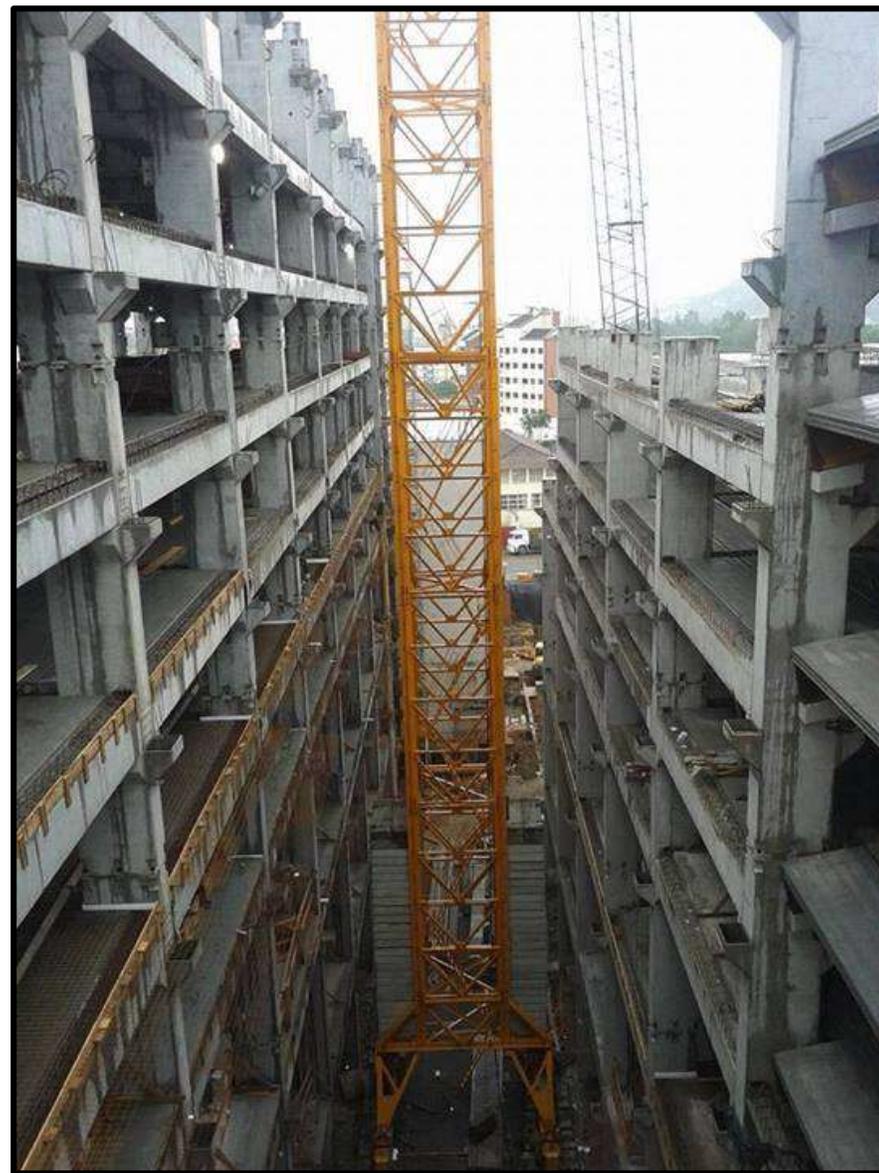
## **LAY OUT DO CANTEIRO DE OBRAS**

ABCIC CONCRETE SHOW 2014  
PALESTRA ENG. JORGE BAUTLONI NETO





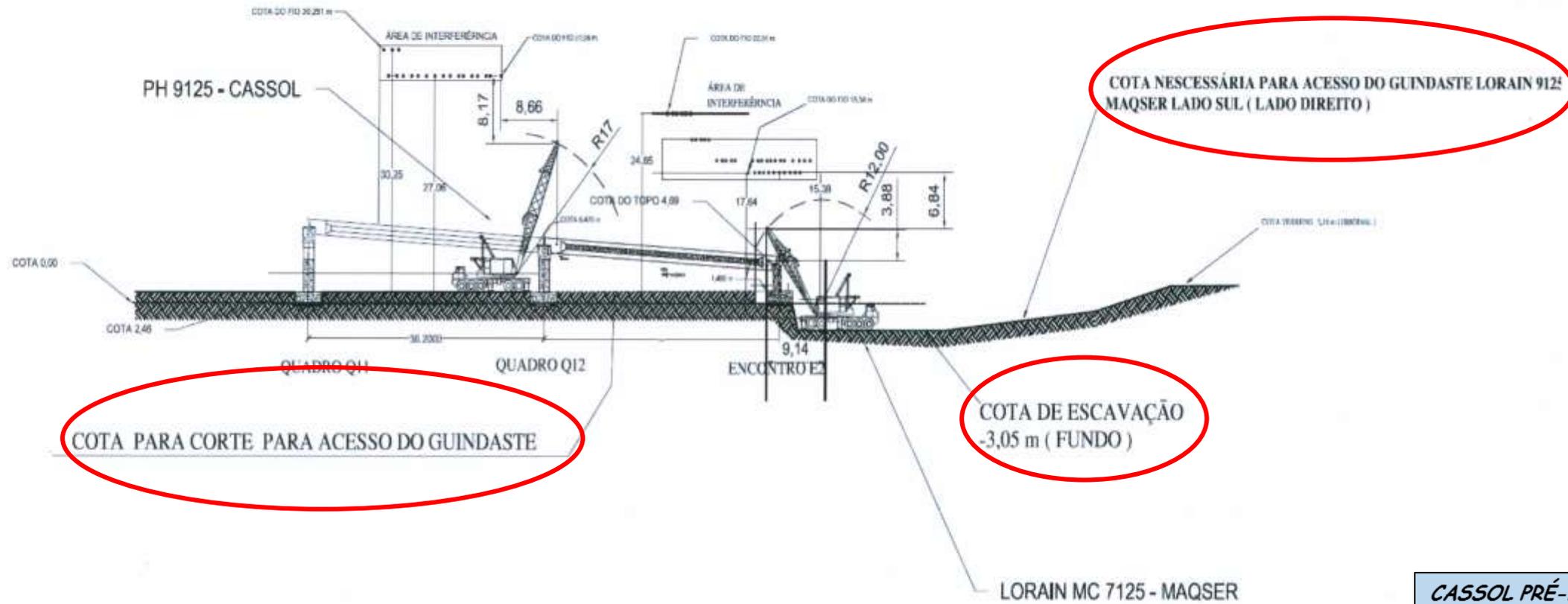




# Montagem



*Montagem: 3 meses!!! 4 fases; produção 1,5 ano – sincronizada c/ obra*



**CASSOL PRÉ-FABRICADOS  
MEGAVIGAS PRÉ-FABRICADAS  
CASE COMPLEXO VIÁRIO  
PORTO DE ITAGUAÍ/RJ  
ENG. GUSTAVO ROVARIS**



# CONCEPÇÃO E PROJETO BÁSICO



- ✓ A PADRONIZAÇÃO DE SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS REDUZ A POSSIBILIDADE DE ERRO, SEJA TÉCNICO OU HUMANO;
- ✓ PLANEJAMENTO, NA FASE DE PROJETO, DA DEMOLIÇÃO OU REAPROVEITAMENTO DA CONSTRUÇÃO PRÉ-FABRICADA;
- ✓ LEVANTAMENTO DA C.A.A. - CLASSE DE AGRESSIVIDADE AMBIENTAL (NBR 6118), CONSIDERAÇÃO DE AÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS QUE POSSAM SER AGRESSIVAS À ESTRUTURA OU PARTE DA MESMA (MICRO AMBIENTE);
- ✓ OS VALORES RELATIVOS AO COBRIMENTO MÍNIMO DAS ARMADURAS DE CONCRETOS DE ELEMENTOS PRÉ-MOLDADOS/PRÉ-FABRICADOS DEVEM ATENDER ÀS NORMAS TÉCNICAS NBR 6118 E NBR 9062.
- ✓ LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES DE AGRESSIVIDADE DO SOLO E DO LENÇOL FREÁTICO DO TERRENO, COM RELAÇÃO ÀS ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO (NBR 12655);
- ✓ ANÁLISE DAS DIMENSÕES DAS PEÇAS, LEVANDO-SE EM CONSIDERAÇÃO A POSSIBILIDADE DE REAPROVEITAMENTO/RETROFIT PÓS OCUPAÇÃO;

# CONCEPÇÃO E PROJETO BÁSICO



- ✓ **LEVAR EM CONSIDERAÇÃO NO CÁLCULO ESTRUTURAL OUTRAS SITUAÇÕES TRANSITÓRIAS ALÉM DA FINAL DA ESTRUTURA (DESMOLDAGEM, TRANSPORTE, ARMAZENAMENTO, IÇAMENTO E MONTAGEM, BEM COMO, NA DESTINAÇÃO DE REUSO);**
- ✓ **ESTUDO DO CRONOGRAMA DE OBRA EM FUNÇÃO DAS PEÇAS PRÉ-FABRICADAS E EQUIPAMENTOS NECESSÁRIOS PARA A MONTAGEM;**
- ✓ **EMPREGAR O CONCEITO DE "JUST IN TIME", DISPENSANDO A ETAPA DE ESTOCAGEM DAS PEÇAS, ECONOMIZANDO TEMPO, ESPAÇO E MÃO DE OBRA;**
- ✓ **DEFINIR E COMPATIBILIZAR OS LOCAIS DE PASSAGEM DAS INSTALAÇÕES HIDRAÚLICAS, DE INCÊNDIO, ELÉTRICAS, DE AR CONDICIONADO, E DEMAIS INSTALAÇÕES (INTERFACES);**



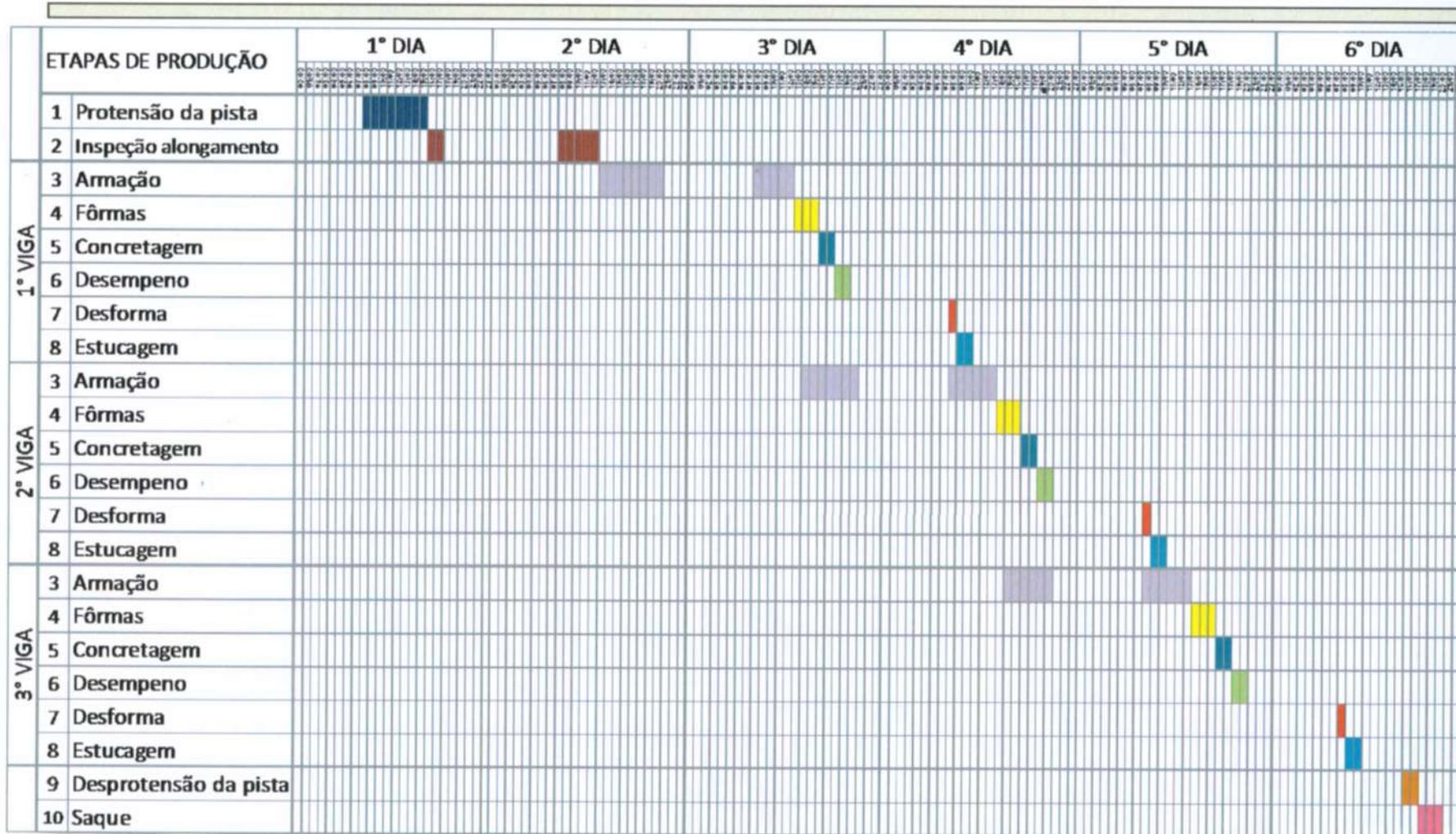


# CONCEPÇÃO E PROJETO BÁSICO



- ✓ **ELABORAÇÃO DE UM CRONOGRAMA ESPECÍFICO DA OPERAÇÃO DE MONTAGEM DA ESTRUTURA, QUE ALIMENTARÁ O PROCESSO DE FABRICAÇÃO DOS ELEMENTOS ESTRUTUTRAIS;**
- ✓ **ESTUDO DA ÁREA DISPONÍVEL/NECESSÁRIA NO CANTEIRO DE OBRAS PARA EVENTUAL ESTOCAGEM DAS PEÇAS PRÉ-FABRICADAS, BEM COMO, LOGÍSTICA E SEQUÊNCIA DE PEÇAS, SEJA NA PRODUÇÃO COMO NA ENTREGA NO CANTEIRO DE OBRAS;**
- ✓ **GESTÃO LOGÍSTICA ENTRE AS ATIVIDADES DE PRODUÇÃO DAS PEÇAS, TRANSPORTE, MONTAGEM E CONSTRUTORA;**
- ✓ **VERIFICAR SE A EMPRESA RESPONSÁVEL PELA PRODUÇÃO DOS PRÉ-FABRICADOS POSSUI O SELO DE EXCELÊNCIA DA ABCIC - REFERÊNCIA DE QUALIDADE E ORIENTAÇÃO PARA O CONSUMIDOR, PARA QUE POSSA PARTICIPAR DO PROCESSO DE CONCORRÊNCIA E DE CONTRATAÇÃO.**

# Produção



CASSOL PRÉ-FABRICADOS

MEGAVIGAS PRÉ-FABRICADAS  
CASE COMPLEXO VIÁRIO  
PORTO DE ITAGUAÍ/RJ

ENG. GUSTAVO ROVARIS



**CASSOL PRÉ-FABRICADOS**

**MEGAVIGAS PRÉ-FABRICADAS  
CASE COMPLEXO VIÁRIO  
PORTO DE ITAGUAÍ/RJ**

**ENG. GUSTAVO ROVARIS**

# EQUIPAMENTO DE IÇAMENTO



**CAPACIDADE TOTAL** 50.000 Kg a 3.0 m

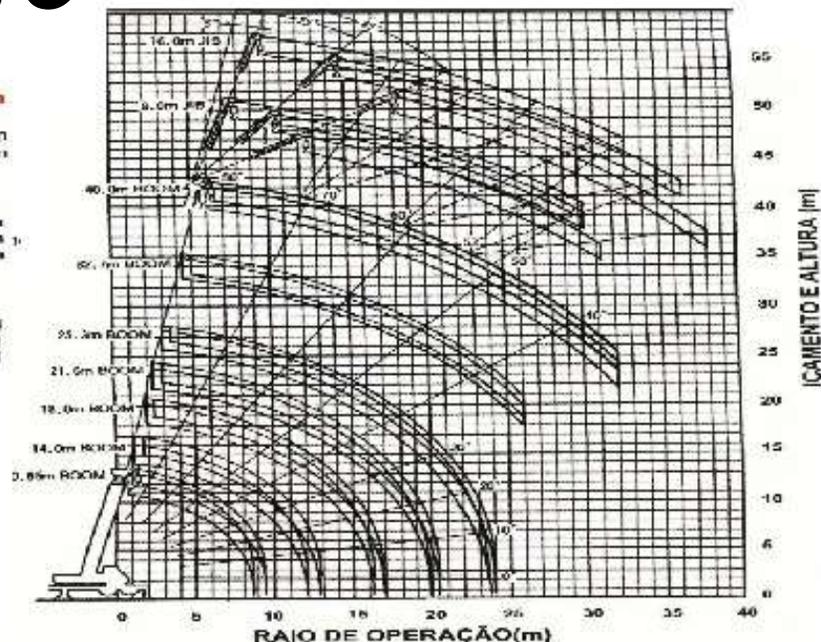
**LANÇA - PRINCIPAL** 5 estágios 10.65 - 40.0m  
**JIB / 2 estágios** 9.0 - 16.0m

**DIMENSÕES**

**Comprimento** aprox. 12.880 mm  
**Largura** aprox. 2.820 mm  
**Altura** aprox. 3.750 mm

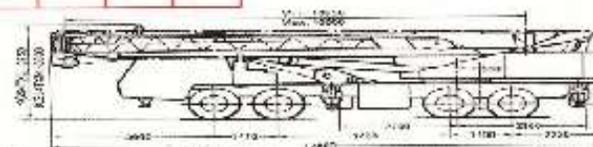
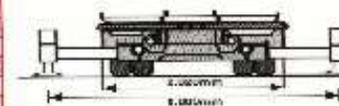
**PESOS**

**Peso bruto do veículo** aprox. 39.000 Kg  
**- dianteiro** aprox. 15.000 Kg  
**- traseiro** aprox. 24.000 Kg



Pátulas Integralmente Estendidas														
Pátula Frontal Estendida (360°)														
Pátula Frontal não Estendida (nas laterais e na traseira)														
A B	C						D							
	10.65m	14.0m	18.0m	21.6m	25.3m	32.7m	40.0m	9.0m		16.0m				
								6°	22°	45°	5°	25°	40°	
3.0m	50.000	33.000	28.000	24.000				80°	3.600	2.200	1.200	2.300	1.100	600
3.5m	43.000	33.000	28.000	24.000				79°	3.600	2.200	1.200	2.300	1.100	600
4.0m	38.000	33.000	28.000	24.000	20.000			78°	3.600	2.200	1.200	2.300	1.100	600
4.5m	34.000	30.500	28.000	24.000	20.000			77°	3.920	2.140	1.190	2.180	1.070	590
5.0m	30.200	28.000	28.000	24.000	20.000			76°	3.130	2.000	1.180	2.060	1.050	580
5.5m	27.500	26.500	23.800	23.200	20.000	13.000		75°	2.970	2.020	1.170	1.960	1.020	580
6.0m	25.000	24.000	23.500	21.500	20.000	13.000		73°	2.680	1.910	1.150	1.780	970	570
6.5m	22.700	22.300	21.800	19.900	18.100	13.000	7.500	70°	2.330	1.740	1.110	1.560	910	560
7.0m	20.700	20.300	20.000	18.400	16.800	13.000	7.500	68°	2.160	1.640	1.090	1.440	870	540
7.5m	18.900	18.600	18.300	17.100	16.700	13.000	7.500	65°	1.910	1.490	1.070	1.270	810	530
8.0m	17.400	17.100	17.000	15.900	14.800	12.300	7.500	63°	1.780	1.390	1.030	1.180	780	510
9.0m	14.200	14.100	14.100	13.800	13.200	11.000	7.500	60°	1.600	1.260	1.000	1.080	740	500
10.0m		11.600	11.500	11.450	11.400	10.000	7.500	58°	1.300	1.180	880	980	720	490
11.0m			9.450	9.450	9.400	9.100	6.250	55°	900	850	800	700	680	470
12.0m				7.850	7.850	7.850	6.300	53°	700	650	600	590	450	400
14.0m					5.650	5.650	5.650	5.600	50°	400				
16.0m						4.100	4.100	4.050	4.000					
18.0m							2.900	2.900	3.750					
20.0m								1.800	1.800	2.850				
22.0m									1.200	2.100				
24.0m										1.500				
26.0m											1.000			
28.0m												1.150		
30.0m													800	
32.0m														500

- A: Altura da lança
- B: Raio de operação
- C: Comprimento do JIB
- D: Ângulo de inclinação do JIB
- E: Ângulo da lança com JIB montado



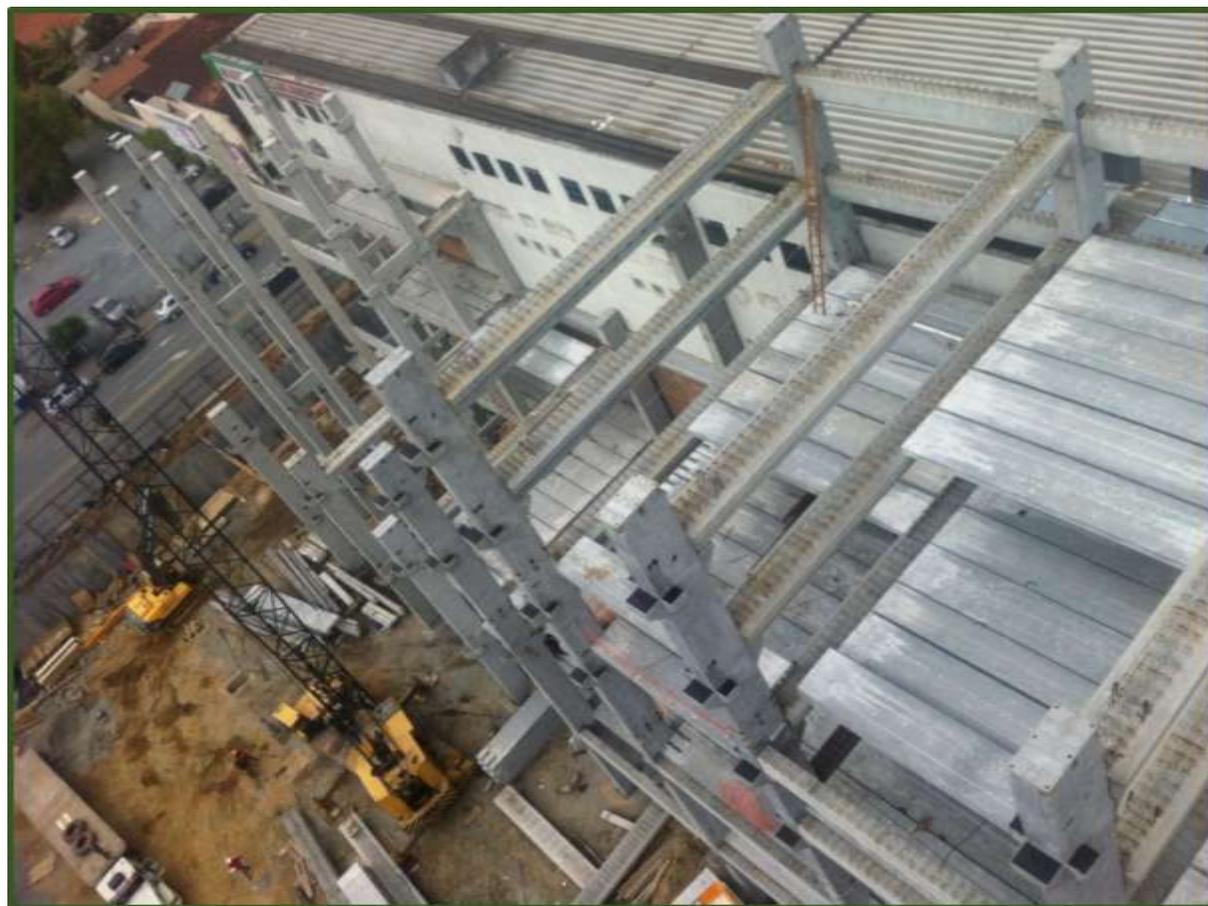
Largura total..... 3.000 mm      Bivela - Dianteira..... 2.480 mm  
 Raio de giro da traseira..... 3.800 mm      Traseira..... 2.280 mm



**CASSOL PRÉ-FABRICADOS**

**MEGAVIGAS PRÉ-FABRICADAS  
CASE COMPLEXO VIÁRIO  
PORTO DE ITAGUAÍ/RJ**

**ENG. GUSTAVO ROVARIS**



# VÁRIAS FOTOS DO PRESENTE TRABALHO FORAM OBTIDAS DE APRESENTAÇÕES E ARTIGOS TÉCNICOS:



- REVISTA TÉCNICA ED. 219 JUNHO DE 2015  
ARTIGO TÉCNICO
- CTE CENTRO DE TECNOLOGIA DE EDIFICAÇÕES  
APRESENTAÇÃO TÉCNICA
- ABCIC ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA CONSTRUÇÃO  
INDUSTRIALIZADA EM CONCRETO  
APOSTILAS E SEMINÁRIOS
- CASSOL PRÉ-FABRICADOS DE CONCRETO  
APRESENTAÇÕES TÉCNICAS
- LEONARDI CONSTRUÇÃO INDUSTRIALIZADA LTDA  
APRESENTAÇÃO TÉCNICA



*"O PRIMEIRO INIMIGO DA  
QUALIDADE É A **IGNORÂNCIA**  
E, O PRIMEIRO INIMIGO DA  
GARANTIA DA QUALIDADE É A  
**BUROCRACIA**"*



## **SITES PARA CONSULTA**

**[WWW.ABCIC.ORG.BR](http://WWW.ABCIC.ORG.BR)**

**ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA CONSTRUÇÃO  
INDUSTRIALIZADA DE CONCRETO**

**[WWW.CBIC.ORG.BR](http://WWW.CBIC.ORG.BR)**

**CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO**

**[WWW.SINDUSCONSP.COM.BR](http://WWW.SINDUSCONSP.COM.BR)**

**SINDICATO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL DO  
ESTADO DE SÃO PAULO**