



MANUAL BÁSICO DE INDICADORES DE PRODUTIVIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL

VOLUME 1

- ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO CONVENCIONAL
- ESTRUTURA EM PAREDES E LAJES DE CONCRETO MOLDADAS COM USO DE FÔRMA DE ALUMÍNIO

MANUAL BÁSICO DE INDICADORES DE PRODUTIVIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL

VOLUME 1

- ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO CONVENCIONAL
- ESTRUTURA EM PAREDES E LAJES DE CONCRETO MOLDADAS COM USO DE FÔRMA DE ALUMÍNIO

correalização



realização



FICHA TÉCNICA

Realização

Câmara Brasileira da Indústria da Construção - CBIC
José Carlos Rodrigues Martins
Presidente

Coordenação

Roberto Sérgio Oliveira Ferreira
Presidente da Comissão de Políticas e Relações Trabalhistas-CPRT

Líder do Projeto

João Batista Cavalcante de Vasconcelos
Sinduscon-BA

Gestão do Projeto

Gilmara Dezan
Assessora da Comissão de Políticas e Relações Trabalhistas-CPRT

Consultoria Especializada

Ubiraci Espinelli Lemes de Souza
Consultor, Engenheiro e Professor da Escola Politécnica da USP

Felipe Germano Morasco

Guilherme Nicacio Brito Ribeiro

Comunicação Social

Doca de Oliveira
Coordenadora de Comunicação

Correalização

Serviço Social da Indústria-SESI-DN

Edição

Gadioli Branding
Projeto Gráfico

Samuel Harami

Diagramação e finalização

Cristiane Sampaio

Revisão

Iza Antunes Araújo

Ficha catalográfica (catalogação-na-publicação)

S719m Souza, Ubiraci Espinelli Lemes de.
Manual básico de indicadores de produtividade na construção civil /
Ubiraci Espinelli Lemes de Souza, Felipe Germano Morasco,
Guilherme Nicacio Brito Ribeiro.—Brasília, DF: CBIC, 2017.
92 p. : il.

Conteúdo: v. 1 – Estrutura de concreto armado convencional;
Estrutura em paredes e lajes de concreto moldadas com uso de
formas de alumínio.
ISBN: 978-85-00000-00-0

1. Construção civil – Manual. 2. Concreto, estruturas de. 3. Concreto armado. 4. Concreto, indústria de. 5. Mão de obra – Produtividade. I. Morasco, Felipe Germano. II. Ribeiro, Guilherme Nicacio Brito. III. Câmara Brasileira da Indústria da Construção.

CDU: 693.5

MANUAL BÁSICO DE INDICADORES DE PRODUTIVIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL VOLUME 1

Brasília-DF, maio de 2017

Câmara Brasileira da Indústria da Construção - CBIC
SBN - Quadra 01 - Bloco I
Ed Armando Monteiro Neto, 3º e 4º andar
CEP: 70040-913
Telefone: (61) 3327-1013
www.cbic.org.br - www.facebook.com/cbicbrasil

MANUAL BÁSICO DE INDICADORES DE PRODUTIVIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL

VOLUME 1

- ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO CONVENCIONAL
- ESTRUTURA EM PAREDES E LAJES DE CONCRETO MOLDADAS COM USO DE FÔRMA DE ALUMÍNIO

correalização



realização





A CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO

A Câmara Brasileira da Indústria da Construção – CBIC foi fundada em 1957, no estado do Rio de Janeiro. Sediada em Brasília, reúne 85 sindicatos e associações patronais do setor da construção, das 27 unidades da Federação.

A CBIC representa politicamente o setor e promove a integração da cadeia produtiva da construção, contribuindo para o desenvolvimento econômico e social do país.

Dirigida por um Conselho de Administração eleito pelos associados, a CBIC atua por meio das suas cinco comissões técnicas, duas delas voltadas para as atividades-fim: Obras Públicas, Privatizações e Concessões (COP) e Indústria Imobiliária (CII). Outras três comissões estão voltadas para as atividades-meio: Comissão de Políticas e Relações Trabalhistas (CPRT), Comissão de Materiais, Equipamentos, Serviços, Tecnologia, Qualidade e Produtividade (COMAT) e Comissão de Meio Ambiente (CMA). A entidade conta ainda com três fóruns voltados para atividades específicas: Conselho Jurídico da CBIC, Fórum de Ação Social e Ci-

dadania (FASC) e Fórum dos Seconcis. Além do Banco de Dados.

A CBIC representa nacional e internacionalmente a indústria brasileira da construção. Também integra a Federação Interamericana da Indústria da Construção (FIIC), filiada à Confederação Internacional das Associações de Construção (CICA). A FIIC, representante do setor da construção em toda a América Latina.

Para fins de capacitação e treinamento dos profissionais da construção, a CBIC realiza diversos eventos que contam com palestrantes especializados, construção de ampla rede de relacionamento e oportunidade de aprendizado.

A CBIC é a entidade máxima representante do mercado imobiliário e da indústria da construção no Brasil e no exterior.

A CBIC
REPRESENTA

85

ENTIDADES NAS

27

UNIDADES DA
FEDERAÇÃO.

ISSO CORRESPONDE
A MAIS DE

10 mil

EMPRESAS.

O SETOR DA CONSTRUÇÃO
REPRESENTA POR VOLTA DE

10%

DO PIB BRASILEIRO,

É RESPONSÁVEL POR

52%

DO INVESTIMENTO
EXECUTADO NO BRASIL

E EMPREGA CERCA DE

2,6 milhões

DE TRABALHADORES COM
CARTEIRA ASSINADA.



MENSAGEM DO PRESIDENTE DA CBIC

A recuperação da economia brasileira e, consequentemente, da atividade do setor produtivo passa pelos atributos da confiança e da produtividade. A busca por mais competitividade pauta o esforço dos empresários, especialmente na construção civil, um dos setores com maior capacidade para gerar resultados que levem ao reaquecimento da economia brasileira. Atenta a esse contexto, a Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC) avança mais um passo na produção de conhecimento técnico qualificado e coloca à disposição do setor o primeiro volume do Manual Básico de Indicadores de Produtividade na Construção Civil – Estrutura de Concreto Armado Convencional e Estrutura em Paredes e Lajes de Concreto Moldadas com Uso de Fórmula de Alumínio.

Projeto conduzido pela Comissão de Políticas e Relações Trabalhistas (CPRT) da CBIC, em correalização com o Sesi-DN, esse manual tem foco na estrutura de concreto armado convencional e na estrutura em paredes e lajes de concreto moldadas com uso de fórmula de alumínio. Essas estruturas de concreto foram escolhidas como primeiro subsistema a ser

tratado em função de sua importância para o produto final (custo e qualidade do edifício) mas também por ser uma parte da construção que demanda muita mão-de-obra e materiais, está no caminho crítico do prazo da obra e interage com todas as outras atividades. Uma execução organizada da estrutura de concreto certamente influenciará o esforço na organização de toda a produção, promovendo tanto uma melhoria da eficiência quanto uma maior segurança dos operários.

Aqui discutimos conceitos básicos de produtividade na implantação de estruturas em concreto armado e apresentamos um modelo para a programação mais adequada das diversas atividades associadas à execução de um empreendimento: voltado ao gestor de obras, tem como principal objetivo melhorar a produtividade na construção civil, apresentando as melhores práticas nesse campo.

Com esse Manual, esperamos contribuir decisivamente para a melhoria da produtividade na construção civil e, assim, fomentar melhor desempenho das empresas do setor.

Boa leitura!



José Carlos Rodrigues Martins

Presidente da Câmara Brasileira da Indústria da Construção

SUMÁRIO

1	Introdução	14
2	Produtividade na execução de estruturas de concreto armado	18
2.1	Produtividade	18
2.2	Medindo a produtividade da mão-de-obra e avaliando sua variação	20
2.3	Medindo a produtividade no uso dos materiais e avaliando sua variação	23
2.4	Fontes para a previsão da produtividade para uma nova obra	26
3	Método para auxiliar a programação do trabalho de execução de estruturas de concreto armado	32
4	Estudo de Caso 1 – Edifício com estrutura de concreto armado convencional	36
4.1	Informações sobre o produto	36
4.2	Informações sobre o processo	37
4.3	Visão analítica do produto	37
4.4	Definição do plano de ataque	38
4.5	Quantidade e fatores por parte	39
4.6	Escolha de RUP e CUM e cálculo da demanda por mão de obra e materiais	40
4.7	Dimensionamento das equipes	42
4.8	Plano de premiação	43
4.9	Custos Diretos da execução da estrutura	44
4.10	Resultados	45
4.11	Utilização dos indicadores do estudo de caso	46
4.11.1	Quanto vou gastar?	47
4.11.2	Quantos m² de serviço de fôrmas eu terei de executar?	47
4.11.3	Quantos m² de chapa de compensado terei de comprar?	48
4.11.4	Qual o número médio de operários que necessitarei para executar o serviço de estruturas desta obra?	48
4.11.5	Seria justo dar uma premiação à equipe de fôrmas que executou o pavimento tipo?	49

5 Estudo de Caso 2 – Edifício com estrutura em paredes e lajes de concreto, moldadas <i>in loco</i> com o uso de fôrmas manuseáveis de alumínio	52
5.1 Informações sobre o produto	52
5.2 Informações sobre o processo	52
5.3 Visão analítica do produto	53
5.4 Definição do plano de ataque	53
5.5 Quantidade e fatores por parte	54
5.6 Escolha de RUP e CUM e cálculo da demanda por mão de obra e materiais	55
5.7 Dimensionamento das equipes	57
5.8 Plano de premiação	58
5.9 Custos Diretos da execução da estrutura	59
5.10 Resultados	59
5.11 Utilização dos indicadores do estudo de caso	60
5.11.1 Quanto vou gastar?	61
5.11.2 Quantos m² de serviço de fôrmas eu terei de executar?	61
5.11.3 Quantos m² de painéis devo disponibilizar?	62
5.11.4 Qual o número médio de operários que necessitarei para executar o serviço de estruturas desta obra?	62
5.11.5 Seria justo dar uma premiação à equipe que executou o pavimento tipo?	63
6 Utilização das informações contidas neste manual	66
7 Bibliografia consultada	72
Anexo	76
A1 Edifício com estrutura de concreto armado convencional	77
A2 Edifício com estrutura em paredes e lajes de concreto, moldadas <i>in loco</i> com o uso de fôrmas manuseáveis de alumínio	80





1. INTRODUÇÃO

1. INTRODUÇÃO

Programar a execução de uma atividade de construção demanda conhecimento prático do dia a dia de uma obra. Um gestor de obras toma decisões, muitas vezes, com base na intuição pessoal, aperfeiçoada pela vivência do mesmo problema muitas vezes em obras anteriores.

Por que, então, discutir um modelo para a programação das atividades?

Algumas justificativas podem ser dadas, tais como: seria bom poder criar modelos para compartilhar a experiência dos gestores mais experientes com aqueles mais iniciante-

tes; a necessidade de fazer o país crescer demanda aumento da eficiência em todas as áreas, incluindo a da Construção; diversos estudos demonstram que a produtividade da Construção pode e deve ser melhorada e, portanto, mesmo gestores mais experientes devem aprimorar sua forma de atuação.

Assim, o que se pretende aqui é apresentar um modelo para auxiliar a organização do trabalho que possa criar uma referência para a discussão sobre a execução de estruturas de concreto armado (Figura 1) e, com isso, favorecer a eficiência na sua execução.



Figura 1. O uso de um modelo para auxiliar na melhoria da eficiência na execução

Programar a execução de uma atividade de construção demanda conhecimento prático do dia a dia de uma obra.



Disponibilizados os recursos certos, na hora e locais adequados, pode-se ter um ambiente mais organizado e, portanto, com menor custo e maior segurança.



Tal modelo considera que a produtividade varia de uma obra para outra, mas que ela pode ser prevista pelo gestor. Uma vez conhecida, ela pode balizar a discussão sobre a demanda por recursos necessários para se fazer a estrutura. Disponibilizados os recursos certos, na hora e locais adequados, pode-se ter um

ambiente mais organizado e, portanto, com menor custo e maior segurança.

A Figura 2 mostra exemplos de questões a serem respondidas pelos gestores para tomar as decisões que os levem a conceber a programação do trabalho. O modelo a ser descrito procura facilitar as respostas a tais perguntas.

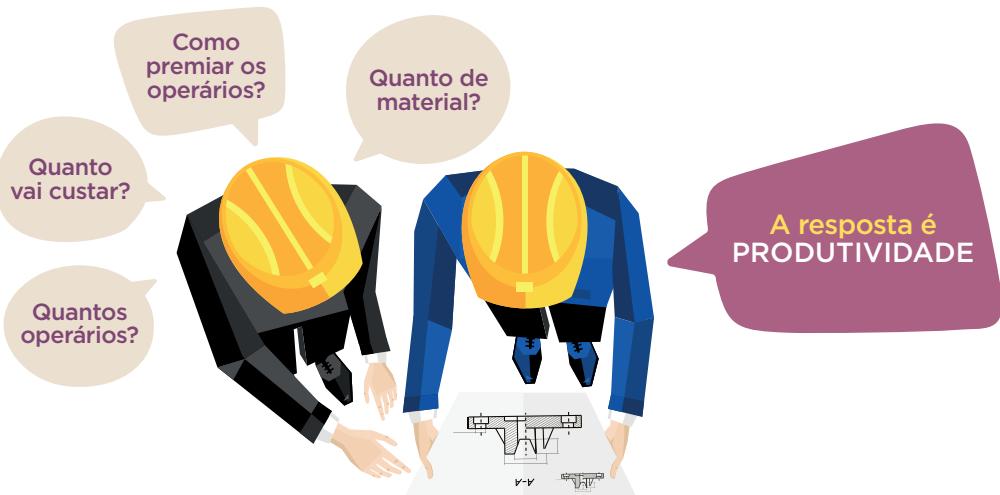
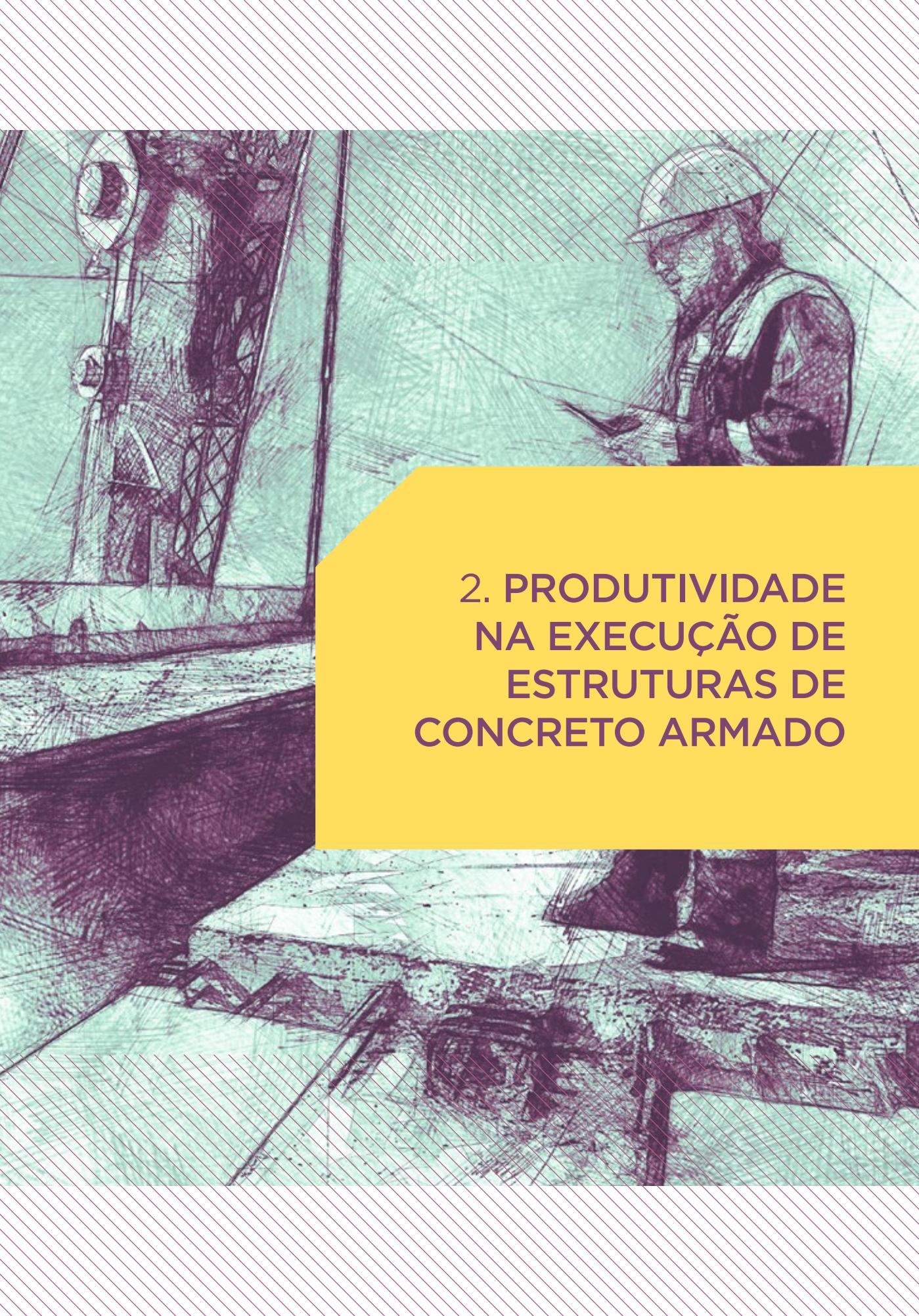


Figura 2. Perguntas usuais a serem respondidas pelo gestor

Neste manual se discutem, inicialmente, alguns conceitos sobre produtividade na execução de estruturas de concreto armado. Em seguida, descreve-se o modelo proposto para apoiar as tomadas de decisão na programação do trabalho de execução dessas estruturas. Dois estudos de caso são, então, apresentados: um para um edifício com estrutura con-

vencional de concreto armado; e outro para uma obra onde se faz uso de fôrmas manuseáveis de alumínio, para executar a estrutura maciça de paredes e lajes, em edifício de pequena altura. Finalmente, reúnem-se indicadores (gerados nos estudos de caso) que podem ser úteis para tomadas rápidas de decisões em futuras obras semelhantes às apresentadas aqui.





2. PRODUTIVIDADE NA EXECUÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO

2. PRODUTIVIDADE NA EXECUÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO

2.1 PRODUTIVIDADE

Produtividade é a eficiência em transformar recursos em produtos. Tem-se uma melhor produtividade sempre que se demanda me-

nos esforço para se obter um determinado resultado (Figura 3).



Figura 3. Descobrir o “calcanhar de Aquiles” pode facilitar sua tarefa. Fonte: SOUZA, 2006, p. 21

Um indicador de produtividade é a relação entre a quantidade de recursos demandados e a quantidade de produtos

realizados (Figura 4). Pode-se falar em produtividade no uso da mão de obra e no uso dos materiais.

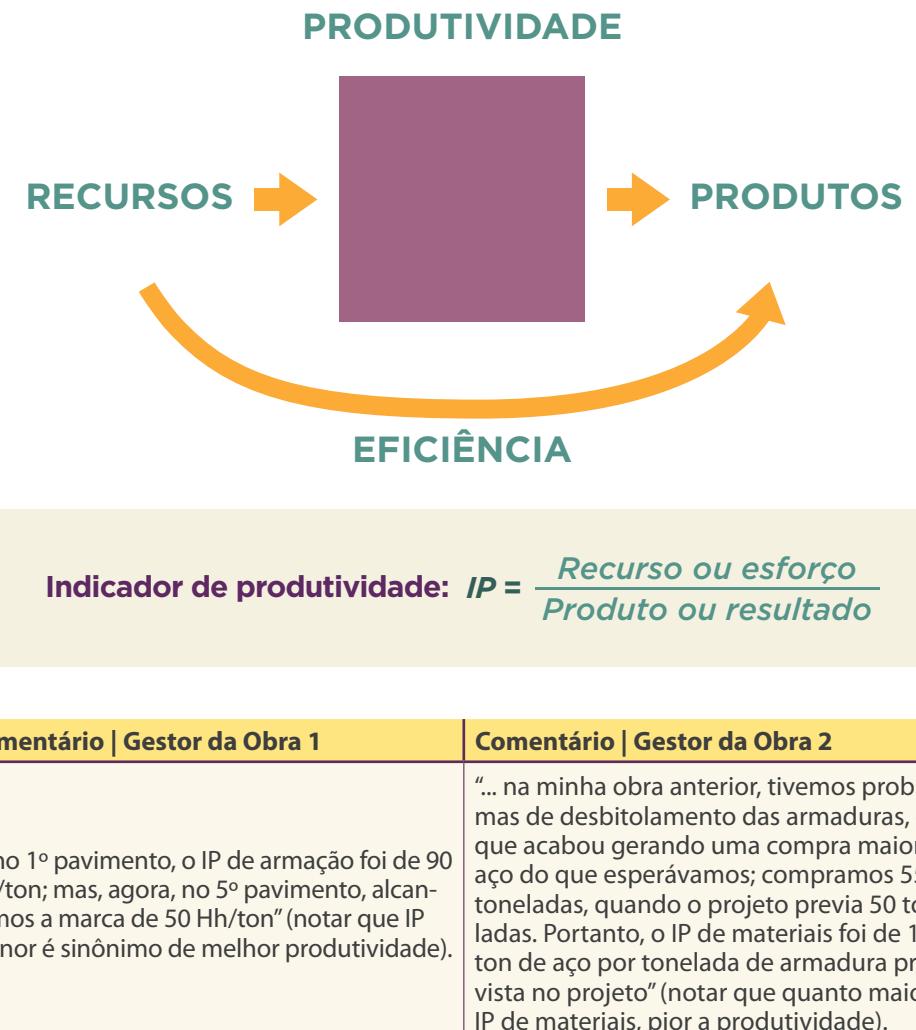


Figura 4. Definindo produtividade e exemplificando indicadores para sua medição

Um indicador de produtividade é a relação entre a quantidade de recursos demandados e a quantidade de produtos realizados.



2.2 MEDINDO A PRODUTIVIDADE DA MÃO-DE-OBRA E AVALIANDO SUA VARIAÇÃO

No caso da mão de obra, adotamos um indicador denominado RUP (razão unitária de produção), como definido na Figura 5, o

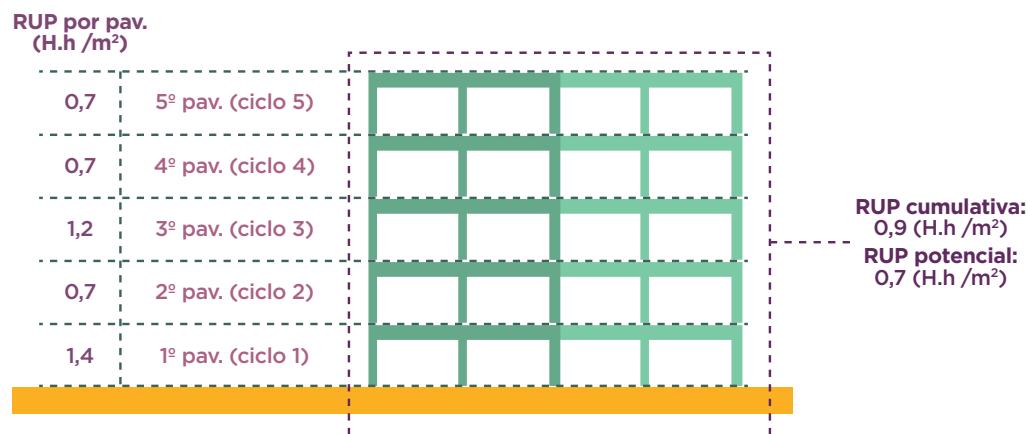
qual pode ser apresentado na forma de RUP cumulativa ou de RUP potencial (Figura 6).

$$RUP = \frac{Hh}{QS} , \text{ onde: } \begin{aligned} Hh &= \text{Homens-hora;} \\ QS &= \text{quantidade de serviço realizado.} \end{aligned}$$

Figura 5. Indicador de produtividade de mão de obra (RUP)

A RUP cumulativa representa o esforço total acumulado (juntando momentos bons e ruins da obra) em relação ao total de serviço executado; trata-se de uma RUP útil para a execução de orçamentos, já que diz respeito ao desempenho global do serviço. A RUP potencial é aquela que se associa aos ciclos, de

execução do serviço, em que nada atrapalhou a execução; seria aquela produtividade que gostaríamos que acontecesse sempre; essa RUP costuma ser usada para definir o tamanho de equipes, já que devemos pensar na equipe que dê conta de fazer o serviço com boa produtividade.



Comentário | Gestor da Obra

“Na obra mostrada na figura acima, o 1º pavimento teve uma RUP de 1,4 Hh/m², que foi a pior (RUP alta é ruim!) de todos os pavimentos, mas algumas vezes (2º, 4º e 5º pavimentos) a produtividade foi bem melhor (RUP de 0,7 Hh/m²). Juntando o desempenho de todos os pavimentos, tivemos uma produtividade de fórmulas de 0,9 Hh/m² (RUP cumulativa). Mas a observação dos desempenhos, pavimento a pavimento, permitem dizer que um valor desafiador para uma obra desse tipo seria de 0,7 Hh/m² (RUP potencial)”.

Figura 6. Exemplo de RUP cumulativa e de RUP potencial para a execução da estrutura de um edifício

A RUP varia muito? A resposta é sim. As Figuras 7 e 8 mostram faixas de variação da produtividade, respectivamente para os ser-

viços de concretagem de viga e laje e de fôrmas de pilar, constando nelas razões para a ocorrência de tais variações.



Figura 7. Variação da produtividade no serviço de concretagem



Figura 8. Variação da produtividade no serviço de fôrmas

Portanto, não existe uma RUP única por serviço; ela deve ser prevista para cada obra a ser feita

(devido a mudanças do produto, do processo e da eficiência da condução do trabalho).

2.3 MEDINDO A PRODUTIVIDADE NO USO DOS MATERIAIS E AVALIANDO SUA VARIAÇÃO

No caso dos materiais, utilizamos o indicador CUM (consumo unitário de materiais), que é a

razão entre a quantidade de materiais adquiridos e a quantidade de serviço feito (Figura 9).

$$\mathbf{CUM} = \frac{\mathbf{Qmat}}{\mathbf{Qserviço}}, \text{ onde: } \mathbf{Qmat} = \text{quantidade de material} \\ \mathbf{Qserviço} = \text{quantidade de serviço}$$

Exemplo

A seguinte frase foi extraída de um comentário do encarregado de estruturas de uma obra:

"Acho que a fôrma 'abriu' um pouco e, para fazer os 40 m³'cubados' no projeto, tivemos de comprar 44 m³ de concreto".

Para o caso citado, teríamos:

$$\mathbf{CUM} = 44/40 = 1,1 \text{ m}^3 \text{ de concreto por m}^3 \text{ de estrutura}$$

Figura 9. Definição de consumo unitário de materiais

Pode-se, ainda, expressar a CUM como a conjugação de um consumo unitário teó-

rico (CUM teórico) com as perdas de materiais (Figura 10).

$$\mathbf{CUM} = \mathbf{CUM}_{\text{teórico}} \times \left(1 + \frac{\mathbf{Perdas\%}}{100} \right), \text{ onde: } \mathbf{CUM}_{\text{teórico}} = \text{consumo unitário teórico de material} \\ \mathbf{Perdas} = \text{percentual de perdas de materiais}$$

Exemplo

No caso mostrado na Figura 9, o CUM teórico seria de 1 m³ de concreto para fazer 1 m³ de estrutura; houve, no entanto, uma perda de 10% de concreto (4 m³ a mais em um total de 40 m³ necessários).

Usando a fórmula geral de CUM, temos:

$$\mathbf{CUM} = 1 \times (1+10/100) = 1,1 \text{ m}^3 \text{ de concreto por m}^3 \text{ de estrutura}$$

Figura 10. Cálculo do CUM usando o conceito de CUM teórico e perdas

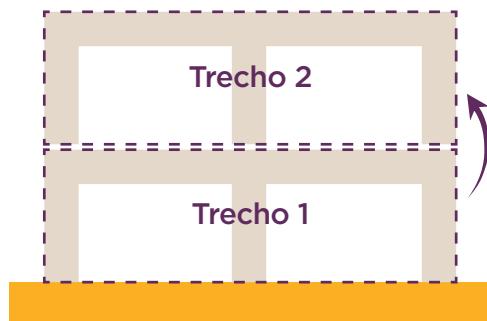
Na Figura 11, em seu caso "a", ao se fazer um edifício de dois pavimentos semelhantes, e comprando fôrmas em quantidade suficiente para fazer o 1º pavimento, teoricamente o consumo unitário de materiais

seria de 0,5 m² de fôrma por m² de superfície de contato com a estrutura (considerando que a fôrma seria usada para o 2º pavimento também). Já no caso "b", relativo a um edifício de quatro pavimentos

em que se decidiu comprar um jogo de fôrmas para apenas $\frac{1}{2}$ pavimento e usá-lo oito vezes, o CUM teórico seria de $0,125 \text{ m}^2$ de fôrma por m^2 de superfície de contato com a estrutura. Percebe-se, claramente,

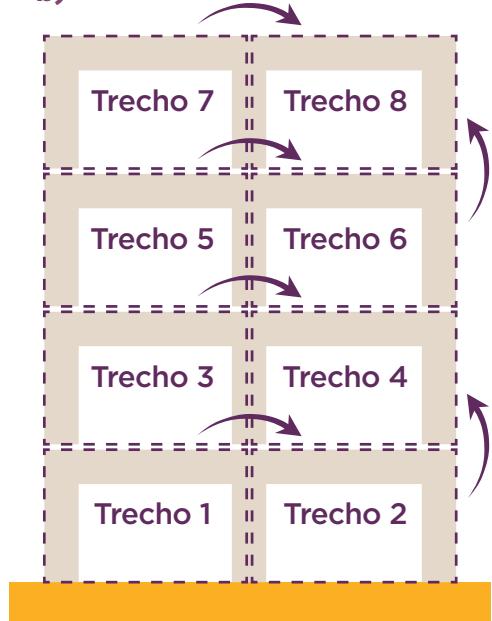
que um plano de ataque adequado pode aumentar a possibilidade de reutilizações da fôrma, reduzindo o CUM teórico e, portanto, melhorando a produtividade no uso dos materiais.

a)

**Edifício 1: 2 andares / 2 trechos**

$$\text{CUM}_{\text{teórico}} = \frac{1}{2} = 0,5$$

b)

**Edifício 2: 4 andares / 8 trechos**

$$\text{CUM}_{\text{teórico}} = \frac{1}{8} = 0,125$$

Figura 11. Variação do CUM teórico, no serviço de fôrmas, em função do número de repetições possíveis no uso do jogo de fôrmas: a) 2 usos; b) 8 usos

Como já comentado, para se chegar ao CUM real, é preciso somar as “perdas” (material adicional em relação ao teoricamente necessário) ao CUM teórico. As perdas podem ter as seguintes naturezas (Figura 12): a) entulho (exemplo: ao se quebrar um painel de fôrmas, tenho de comprar material a mais para substituir os pedaços inutilizados de painel); b) incorporada (exemplo: um pilar pode ter

“embarrigado” devido à falta de tirantes para cimbrar o painel de fôrmas intermediariamente, incorporando mais concreto que o teoricamente necessário); c) furtos/roubos (exemplo: num canteiro sem a devida preocupação com a segurança patrimonial, um estoque de aço pode ser passível de roubo de barras por estranhos à obra, demandando a compra de material adicional).



Figura 12. Natureza das perdas

Os valores de CUM podem variar bastante. A Figura 13 ilustra faixas de variação para o consumo de compensado e de armadura na execução de estruturas.

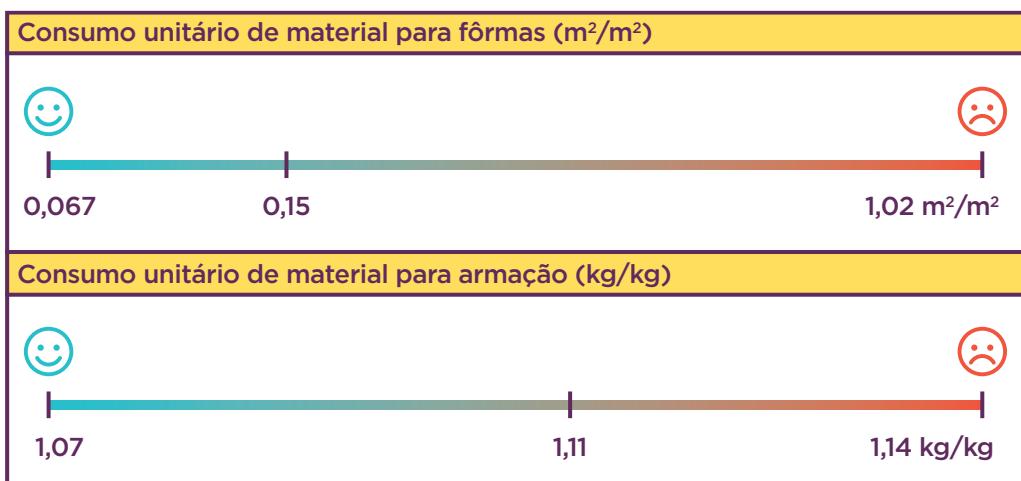


Figura 13. Variação do CUM para os painéis de fôrmas e armadura

2.4 FONTES PARA A PREVISÃO DA PRODUTIVIDADE PARA UMA NOVA OBRA

Tendo-se mostrado que a produtividade pode variar muito, é necessário saber prever a produtividade para uma próxima obra. Dois caminhos podem ser utilizados: a) fazer uso de indicadores levantados pela própria empresa, ou de conhecimento pessoal do gestor, em função de avaliações feitas em casos anteriores; b) utilizar indicadores disponibilizados no mercado e que sejam confiáveis.

A Tabela 1 registra um apontamento feito por uma empresa que resolveu apurar e guardar um banco de dados de produtividade global do serviço de execução de estruturas de concreto. Neste exemplo, a obra 2 teve uma RUP de 25 Hh/m³ de estrutura executada, muito melhor que a da obra 1.

Tabela 1. Dados de produtividade global do serviço de estrutura de concreto (2 obras)

Obra	Homens na equipe (H)	Horas trabalhadas no ciclo (h)	Estrutura de concreto armado executada no ciclo (m ³)	RUP (H.h/m ³)
1	8	200	45	35
2	10	100	40	25

Além de “guardar” os valores de RUPs e CUMs, devem-se apurar as causas de valores melhores ou piores, isto é, entender os fatores que fariam nossa previsão de produtividade ser mais ou menos otimista.

No caso de fontes confiáveis de informação (existem várias delas; desde os tradicionais manuais de orçamentação até artigos, teses e livros que discutem o tema), vamos utilizar, neste trabalho, o banco de dados do SINAPI¹.

Além de composições unitárias para os serviços de fôrmas, armação e concretagem, o SINAPI disponibiliza também preços unitários dos insumos, para diferentes capitais e que são atualizados mensalmente.

As composições unitárias (ver exemplo na Tabela 2 para fôrmas) fornecem as RUPs e CUMs associadas a diferentes “fatores” que caracterizam o produto e o processo a que se associam.



Além de composições unitárias para os serviços de fôrmas, armação e concretagem, o SINAPI disponibiliza também preços unitários dos insumos, para diferentes capitais e que são atualizados mensalmente.

1 - O Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI) estabelece regras e critérios para elaboração do orçamento de referência de obras e serviços de engenharia, contratados e executados com recursos dos orçamentos da União, para obtenção de referência de custo. Definição obtida em <http://www.caixa.gov.br/poder-publico/apoio-poder-publico/sinapi/Paginas/default.aspx> (acessado em 7/04/2017).

Tabela 2. Exemplo de Composição Unitária para o serviço de fôrmas

Classe/Tipo	Códigos	Descrição	Unidade	Coeficiente
FUES	92422	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE PILARES RETANGULARES E ESTRUTURAS SIMILARES COM ÁREA MÉDIA DAS SEÇÕES MENOR OU IGUAL A 0,25 M ² , PÉ-DIREITO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, 6 UTILIZAÇÕES. AF_12/2015	M2	FATORES
COMPOSIÇÃO	88239	AJUDANTE DE CARPinteiro COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,181
COMPOSIÇÃO	88262	CARPinteiro DE FORMAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,987
COMPOSIÇÃO	92263	FABRICAÇÃO DE FÔRMA PARA PILARES E ESTRUTURAS SIMILARES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, E = 17 MM. AF_12/2015	M2	0,188
INSUMO	2692	DESMOLDANTE PROTETOR PARA FÔRMAS DE MADEIRA, DE BASE OLEOSA EMULSIONADA EM ÁGUA	L	0,01
INSUMO	40271	APRUMADOR METÁLICO DE PILAR, COM ALTURA E ÂNGULO REGULÁVEIS, EXTENSÃO DE *1,50* A *2,80* M (LOCAÇÃO)	MÊS	0,196
INSUMO	40275	VIGA SANDUÍCHE METÁLICA VAZADA PARA TRAVAMENTO DE PILARES, DIMENSÕES: ALTURA DE *8* CM, LARGURA DE *6* CM E EXTENSÃO DE 2 M (LOCAÇÃO)	MÊS	0,393
INSUMO	40287	BARRA DE ANCORAÇÃO DE 0,80 M DE EXTENSÃO, COM ROSCA DE 5/8", INCLUINDO PORCA E FLANGE (LOCAÇÃO)	MÊS	0,785
INSUMO	40304	PREGO DE AÇO POLIDO COM CABEÇA DUPLA 17 X 27 (2 1/2 X 11)	KG	0,019

Assim, conhecendo os fatores que caracterizam uma obra, o gestor pode escolher a composição que mais se associe a tais características e, olhando tal composição,

extrair os valores de RUP e CUM para servirem como previsão para a produtividade de sua nova obra. No anexo deste manual, tem-se um conjunto de composições ex-

traídas do SINAPI, numeradas sequencialmente, as quais sugerimos que sejam usadas no método que será descrito. A

Figura 14 ilustra o processo para busca da composição mais adequada para uma determinada situação.

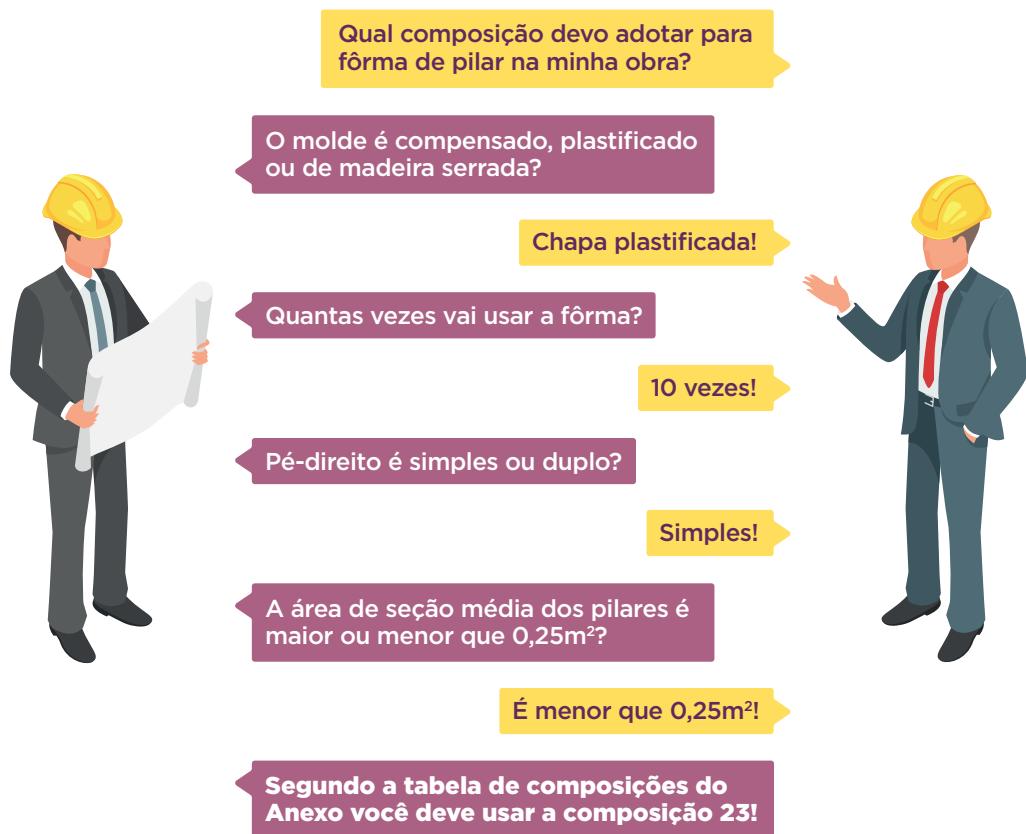
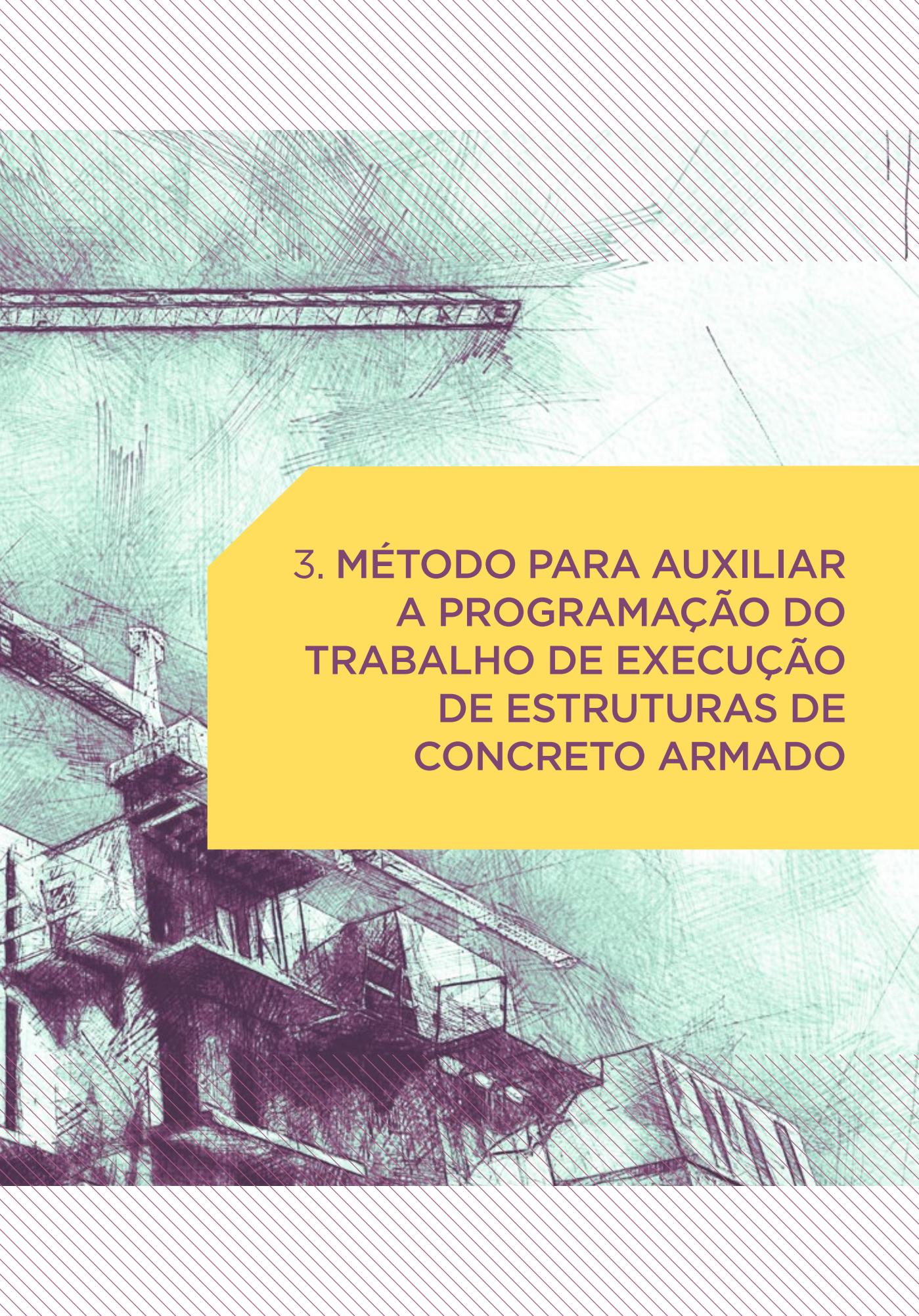


Figura 14. Escolhendo a composição adequada no banco de composições do Anexo.

Conhecendo os fatores que caracterizam uma obra, o gestor pode escolher a composição que mais se associe a tais características e, olhando tal composição, extrair os valores de RUP e CUM para servirem como previsão para a produtividade de sua nova obra.







3. MÉTODO PARA AUXILIAR A PROGRAMAÇÃO DO TRABALHO DE EXECUÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO

3. MÉTODO PARA AUXILIAR A PROGRAMAÇÃO DO TRABALHO DE EXECUÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO

O fluxograma da Figura 15 ilustra as diversas etapas a serem trilhadas para se fazer a programação.

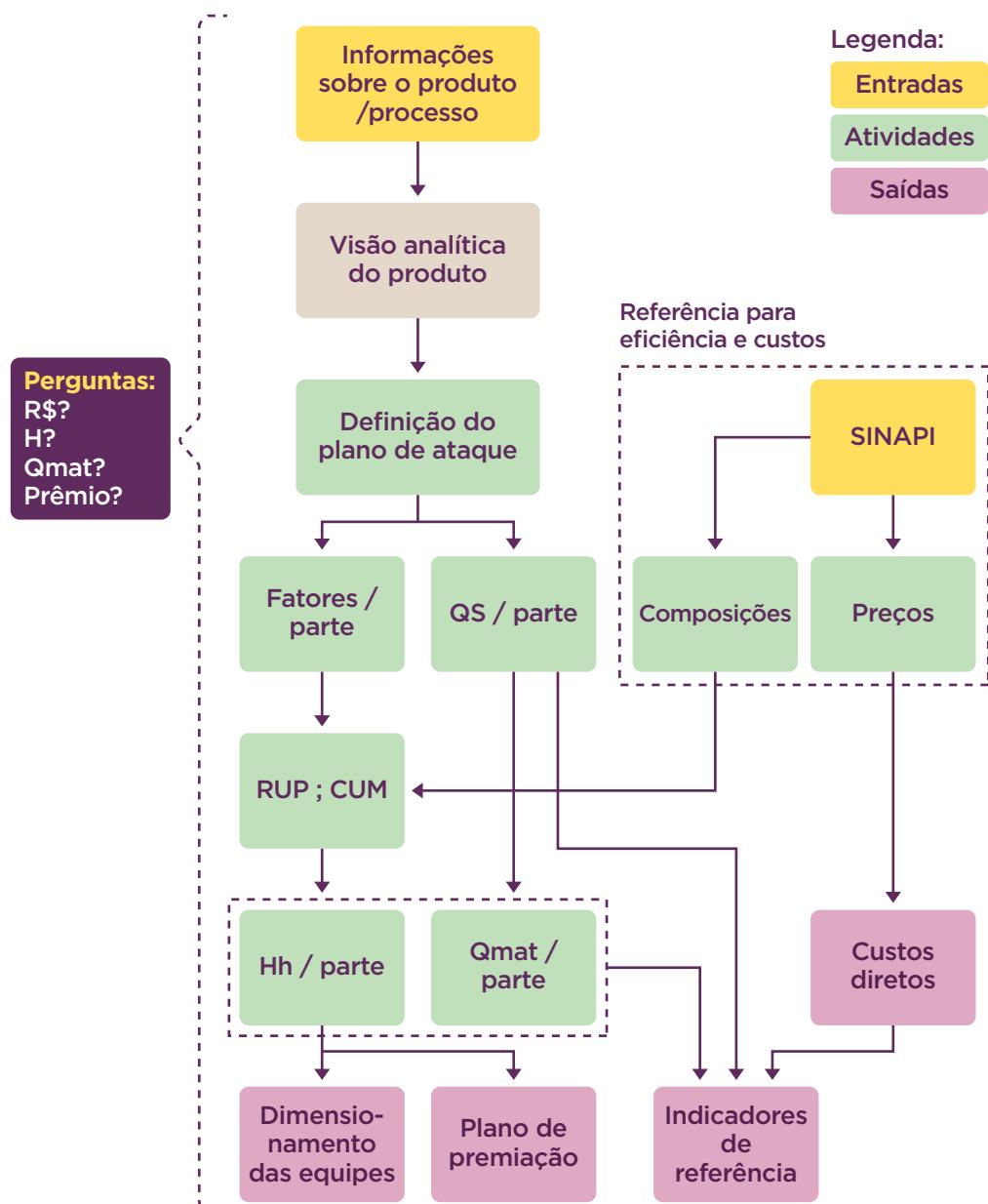


Figura 15. Etapas do método

Faz-se, a seguir, uma breve descrição de cada uma dessas etapas:

- **Informações sobre o produto/processo:** levantamento de dados do produto (projetos) e do processo (políticas de fornecimento e processamento de material da obra).
- **Visão analítica do produto:** “quebra” do edifício em “partes” com características similares.
- **Definição do plano de ataque:** sequenciamento executivo das “partes” do edifício buscando otimizar o uso de materiais, reduzir custo e prazo, e garantir fluxo uniforme da mão de obra ao longo da execução.
- **Quantidade de serviço por parte (QS/parte):** levantamento da quantidade de serviço (fórmula, armação e concretagem) de cada uma das “partes” do edifício.
- **Fatores por parte:** identificação dos fatores que caracterizam o produto e processo em cada uma das “partes” da estrutura.
- **Escolha de CUM e RUP:** eleição dos CUMs (consumos unitários de material) e das RUPs (razões unitárias de produção) adequados para cada uma das “partes” do edifício, utilizando as composições do anexo.
- **Cálculo de H.h /parte e Qmat/parte:** obtenção das demandas por mão de obra (medidas em Homem.hora) e quan-

tidade de material (considerando eventuais reutilizações e perdas), a partir das “quantidades de serviço” e das “RUPs e CUMs” escolhidas. Os valores são divididos por parte e serviço da obra.

- **Dimensionamento da equipe:** cálculo do número de funcionários – a partir do prazo definido no planejamento – necessários para execução de cada uma das “partes” da estrutura.
- **Plano de premiação:** o cálculo da bonificação das equipes será resultado da comparação de um desempenho de referência (demanda por mão de obra estimada) e do desempenho aferido em obra.
- **Custos diretos:** A partir da quantidade de serviço obtida e dos preços dos insu- mos é possível obter os custos diretos esperados para cada “parte” da estrutura.
- **Indicadores de referência:** A partir das demandas, consumos e custos, calculados em todos os passos anteriores, é possível definir indicadores que podem servir de subsídios para tomada de decisões pelos gestores, em novos casos de obras, tanto na fase de projeto como na fase de obra.

Nos itens 4 e 5 serão apresentados dois exemplos de aplicação de tal método, em que o entendimento de cada etapa provavelmente ficará ainda mais claro.

O cálculo da bonificação das equipes será resultado da comparação de um desempenho de referência (demanda por mão de obra estimada) e do desempenho aferido em obra.







4. **ESTUDO DE CASO 1**

EDIFÍCIO COM ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO CONVENCIONAL

4. ESTUDO DE CASO 1 – EDIFÍCIO COM ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO CONVENCIONAL

Escolheu-se um edifício com estrutura de concreto armado para a aplicação completa do método. Indicam-se, a seguir, todos os passos de aplicação do método a esse caso. A descrição feita aqui terá

algumas simplificações ou poderá ser, algumas vezes, parcial; no relatório disponibilizado no site da CBIC², o leitor poderá encontrar todos os detalhes do processamento feito.

4.1 INFORMAÇÕES SOBRE O PRODUTO

Com os projetos de arquitetura e estrutura (Figura 16), é possível caracterizar o produto sendo analisado.



Figura 16. Os projetos do produto

Com os projetos de arquitetura e estrutura é possível caracterizar o produto sendo analisado.



4.2 INFORMAÇÕES SOBRE O PROCESSO

Quanto ao processo construtivo a ser adotado, o gestor tomará decisões sobre o caminho que será adotado na obra. A Figura 17

mostra as questões e respostas relativas à caracterização do processo a ser adotado neste estudo de caso.

- Sistema de transporte de concreto ▶ com bomba
- Tipologia do cimbramento ▶ escoramento em garfo para vigas e metálico para lajes
- Fornecimento de aço ▶ em barras
- Especificações do molde da fôrma ▶ resinado / plastificado
- Nível de pré-fabricação ▶ fabricação das peças em fôrma / corte e dobra de aço na obra

Figura 17. Decisões sobre o processo construtivo a ser adotado.

4.3 VISÃO ANALÍTICA DO PRODUTO

A Figura 18 mostra, esquematicamente, a percepção de que este edifício é composto por uma torre e uma periferia. Na torre, podem-se ainda distinguir os pavimen-

tos pré-tipo (subsolos 1 e 2 e térreo), os andares tipo e os pavimentos pós-tipo. A periferia, por sua vez, pode ser dividida em partes.

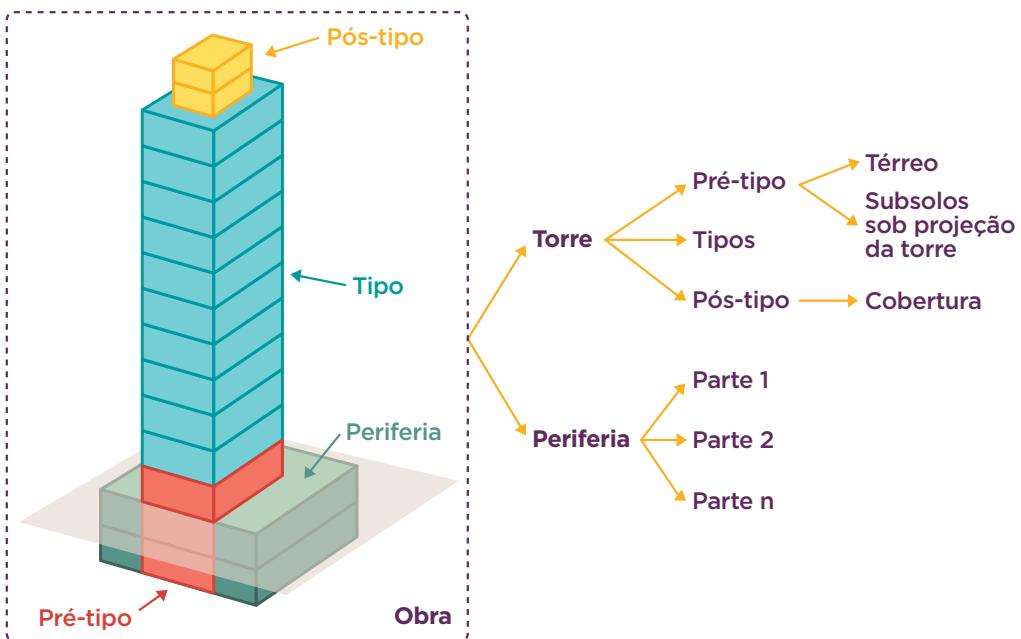
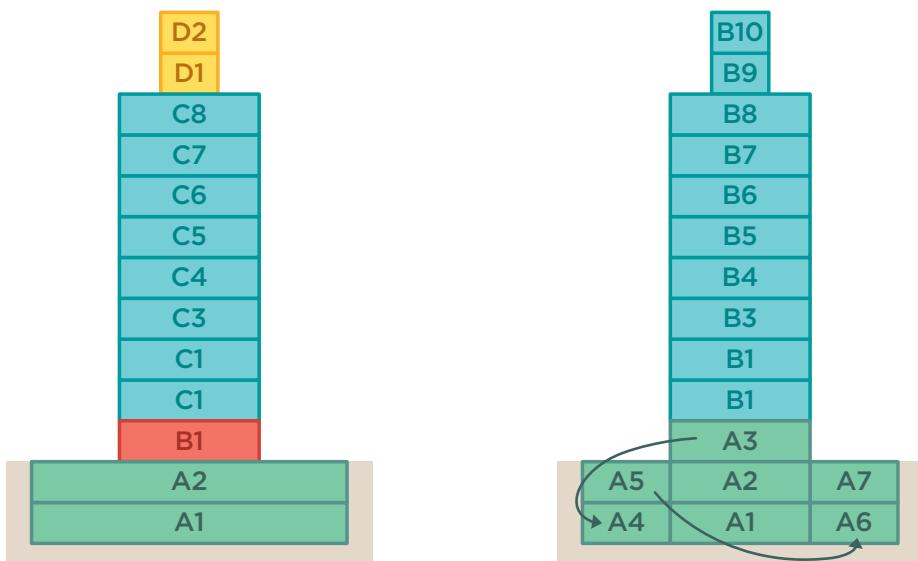


Figura 18. Divisão da estrutura do edifício em "partes"

4.4 DEFINIÇÃO DO PLANO DE ATAQUE

A Figura 19 mostra duas possibilidades de “atacar” a execução da estrutura. Na 1^a alternativa (caso 1), um gestor poderia ter decidido executar inicialmente todo o 2º subsolo e, em seguida, usando o mesmo jogo de fôrmas, produzir o 1º subsolo. Um novo jogo de fôrmas seria usado para fa-

zer o andar térreo. Os andares tipo seriam todos produzidos com um único jogo de fôrmas. E, finalmente, os andares pós-tipo teriam um último jogo de fôrmas para sua execução. Tal postura, comum de ser detectada em orçamentos de obras, leva a uma demanda elevada por fôrmas.



Caso 1 | 4 jogos de fôrma

- a) 1.600m² fô. subsolos (2 usos)
- b) 800m² fô. térreo (1 uso)
- c) 800m² fô. tipo (8 usos)
- d) 200m² fô. cobert. (2 usos)

Total = 3.400 m² comprados

Caso 2 | 2 jogos de fôrma

- a) 800m² fô. subsolos/térreo (2 usos)
- b) 800m² fô. tipo/cobertura (10 usos)

Total = 1.600 m² comprados

Figura 19. Influência do plano de ataque na demanda por fôrmas

Na postura que será adotada neste estudo de caso (apresentada no caso 2 da Figura 19), vai-se utilizar um jogo de fôrmas comprado inicialmente para fazer a parte do 2º subsolo sob a torre (pré-tipo), que também será usada para fazer o 1º subsolo sob a torre e ainda o andar térreo. Esse mesmo jogo será adaptado para se executarem as quatro partes em que

foi subdividida a periferia (lado esquerdo no nível do 2º subsolo + lado esquerdo no nível do 1º subsolo + lado direito no nível do 2º subsolo + lado direito no nível do 1º subsolo).

Um outro jogo de fôrmas, pensado para o 1º andar tipo, será utilizado para todos os andares tipo e, ao final destes, será adaptado para se fazerem os pavimentos pós-tipo.

4.5 QUANTIDADE E FATORES POR PARTE

Uma vez definida a quebra e o plano de ataque, cada parcela a ser executada pode ser avaliada em termos da quantidade de serviço demandada (área de fôrmas, massa de armadura e volume de concreto), bem como quanto às características de tais partes que influenciam a produtividade.

Neste manual, ilustra-se o cálculo da quantidade de material e de mão de obra para a montagem da fôrma do pavimento tipo. Para os demais serviços e partes da estrutura, o processo é semelhante.

A partir dos projetos de fôrma do pavimento tipo podem ser feitas a quantificação da fôrma e a obtenção dos fatores. Para a quantificação, deve ser calculado o m^2 de fôrma correspondente a todas as superfícies do pavimento (pilares, vigas e lajes). As características que influenciam na produtividade da “montagem de fôrma” são a média das áreas de seção dos pilares e a média das áreas de laje. Seguem, na Tabela 3, os resultados separados por componente (pilar, viga ou laje) da estrutura.

Tabela 3. Resultados do levantamento para pilares, vigas e lajes para um andar tipo

Parte da estrutura	Componente	Área de fôrma levantada por andar (m^2)	Média das áreas de seção dos pilares (m^2)	Média das áreas das lajes (m^2)
Tipo	Pilar	231,6	0,22	
	Viga	191,9		
	Laje	337,8		16,89
Total		761,3		

Neste manual, ilustra-se o cálculo da quantidade de material e de mão de obra para a montagem da fôrma do pavimento tipo. Para os demais serviços e partes da estrutura, o processo é semelhante.



4.6 ESCOLHA DE RUP E CUM E CÁLCULO DA DEMANDA POR MÃO DE OBRA E MATERIAIS

Com base nos fatores geométricos mostrados no item 4.5 e nas características do processo discutidas no item 4.2, podem-se escolher as composições adequadas para o caso de montagem de um pavimento tipo no anexo deste

documento e, a partir delas, podem-se definir os valores de RUP e CUM a serem adotados para cada parcela da estrutura.

A Tabela 4 mostra as composições escolhidas.

Tabela 4. Fatores e composições adotados

Parte da estrutura	Componente	Fatores por parte						SINAPI
		Chapa do molde	Seções pilares e áreas lajes	Tipos de pé direito	Utilizações da fórmula	Escoramento de viga	Tipos de laje	
Tipo	Pilar	Plastificada	< 0,25 m ²	Simples	10			23
	Viga					Garfo		60
	Laje		< 20 m ²				Maciça	153

Os valores de RUP e CUM são extraídos, então, de tais composições.

A quantidade de esforço de mão-de-obra demandada, expresso em Hh, é obtida pela

multiplicação da RUP pela quantidade de serviço. A Tabela 5 reúne tanto as RUPs adotadas quanto os Hh calculados para a parcela referente a cada tipo de componente da estrutura.

Tabela 5. RUPs e H.h calculados para pavimento tipo

Parte da estrutura	Compon-	QS/parcela (m ²)	RUP (H.h/m ²)		H.h calculado	
			Carpinteiro	Ajudante	Carpinteiro	Ajudante
Tipo	Pilar	231,6	0,87	0,16	201,0	36,9
	Viga	191,9	0,82	0,15	156,9	28,8
	Laje	337,8	0,45	0,08	152,2	27,9
Total		761,3			510,1	93,6

3 - Os valores indicados referem-se ao número das composições indicadas nas tabelas do anexo.

A quantidade de material necessária é determinada pela multiplicação do CUM, adotado para uma determinada parcela da estrutura, pela quantidade de serviço a ser executado nela.

As Tabelas 6 e 7 registram, respectivamente, os CUMs e a quantidade de material para cada parcela da estrutura.

Tabela 6. CUMs adotados por parcela

Componente	QS/ parcela (m ²)	CUMs para montagem de fôrma em um pavimento tipo									
		Fabricação Fôrma		Prego	Tábua	Desmoldante	Aprumador	Viga Sanduíche	Barra de ancoragem	Escoras metálicas	Viga H20
		m ² /m ²	kg/m ²	m/m ²	L/m ²	mês/m ²	mês/m ²	mês/m ²	m/m ²	m/m ²	m/m ²
Pilar	231,6	0,11	0,02		0,0035	0,2	0,39	0,79			
Viga	191,9	0,17	0,05	0,33	0,0035						
Laje	337,8	0,14			0,0035				0,4	0,03	

Tabela 7. Quantidades de material para a parcela

Componente	QS/ parcela (m ²)	Quantidade de material para montagem de fôrma em um pavimento tipo									
		Fabricação Fôrma		Prego	Tábua	Desmoldante	Aprumador	Viga Sanduíche	Barra de ancoragem	Escoras metálicas	Viga H20
		m ²	kg	m	L	mês	mês	mês	m	m	m
Pilar	231,6	24,3	4,5		0,8	45,5	91	181,9			
Viga	191,9	31,8	9,5	63	0,7						
Laje	337,8	46,1			1,2				134	10,2	

Para se chegar ao consumo de material total para os andares tipo é necessário multiplicar os valores calculados pelo número de usos previstos na composição do SINAPI (no estudo de caso seriam 10 usos).

4.7 DIMENSIONAMENTO DAS EQUIPES

Para o dimensionamento das equipes, é necessário “ajustar” a demanda por mão de obra calculada, retirando desta a perda de eficiência decorrente de imprevistos. Assim, é necessário descontar um fator “delta” da RUP cumulativa adotada, obtendo-se o valor de RUP potencial, adequado para o dimensionamento da mão de obra.

Neste estudo será adotado “delta” = 30% para o serviço de fôrmas, mas se recomenda que cada gestor realize estudos para identificar valores mais bem contextualizados à realidade de sua obra. Na Tabela 8 são apresentados os H.h cumulativos e potenciais para o estudo de caso.

Tabela 8. Cálculo do H.h “potencial” para montagem de fôrmas no pavimento tipo

Parte da estrutura	Região	H.h cumulativo		Delta (%)	H.h potencial	
		Carpinteiro	Ajudante		Carpinteiro	Ajudante
Tipo	Pilar	201,0	36,9	30%	140,7	25,9
	Viga	156,9	28,8		109,8	20,2
	Laje	152,2	27,9		106,5	19,5
Total		510,1	93,6		357,1	65,5

Tendo-se o Hh potencial para cada parte da estrutura e sabendo-se o tempo disponível para sua execução, pode-se calcular o número de operários necessários para o serviço.

Para exemplificar como implementar esse raciocínio, veja-se o caso do serviço de fôrmas do andar tipo. Essa atividade demanda (vide Tabela 8) 357,1 Hh de carpinteiro. Supondo-

-se que cada dia tenha em média 8,8 horas, em 1 mês de trabalho de 22 dias, isso significaria a disponibilidade de 193,6 horas. A divisão dos Hh demandados pelas horas disponíveis leva à definição da equipe necessária.

Na Tabela 9, mostram-se as equipes necessárias para três diferentes prazos (ou velocidades) de execução por pavimento.

Tabela 9. Tamanho de equipes de carpinteiros sugeridas para a execução das fôrmas dos andares tipo

Ciclo referencial Pavimento tipo (A)	Demandas por carpinteiro para montagem de fôrma (B)	H.h total mensal (C=A x B)	Horas de trabalho de um funcionário por mês (D)	Carpinteiros na equipe (H = C/D)
2 pavimentos por mês		714,2		4
3 pavimentos por mês	357,1	1.071,2	193,6	6
4 pavimentos por mês		1.428,3		8

4.8 PLANO DE PREMIAÇÃO

Dentre os diversos caminhos para motivar os operários, a premiação por um desempenho “elogiável”, que permita que a maior eficiência no serviço, além de lucros para o empresário, possa trazer também uma remuneração adicional para o funcionário, é muitas vezes sugerida. Dentro desse contexto, para se ter justiça nas premiações, há que se ter clareza sobre o que são uma boa e uma má eficiência.

Propõe-se aqui o uso da RUPcum como referência para um desempenho normal,

na medida em que esta reúne períodos tanto de boas quanto de más eficiências. E o ganho de eficiência (a ser atribuído aos operários) seria calculado através da comparação do Hh referencial (calculado pela multiplicação da RUP cumulativa pela quantidade de serviço a ser realizada) com o Hh realizado (que seria a medição do Hh realmente gasto).

Os operários compartilhariam o Hh economizado, calculado conforme mostra a Figura 20.

$$H.h_{Economizado} = H.h_{referencial} - H.h_{realizado} \text{ (desde que } H.h_{Economizado} \geq 0)$$

Figura 20. Cálculo do H.h economizado

A seguir, na Tabela 10, será apresentado exemplo de cálculo do Hh economizado para o serviço de fôrmas em um pavimento tipo do estudo de caso.

O Hh referencial foi buscado na Tabela 5 (onde foi calculado multiplicando-se a RUPcum pela quantidade de serviço). O Hh realizado foi determinado considerando-se a

equipe e o prazo realmente ocorridos (considerou-se que seis homens trabalharam oito dias para fazer o serviço em análise, trabalhando uma média de 8,8 horas por dia). A Tabela 10 reúne os valores analisados, mostrando a existência de razão para a premiação (existência de Hh economizado positivo), sendo que 87,7 horas seriam distribuídas para a equipe de carpinteiros.

Tabela 10. Cálculo Horas Prêmio

	Fórmula (montagem)
Equipe contratada (A)	6
Dias trabalhados no pavimento (B)	8
Horas trabalhadas por dia (C)	8,8
H.h realizado (D = A x B x C)	422,4
H.h referencial adotado (E)	510,1
Hh economizado (F=E-D)	87,7
Resultado (se F>0 há prêmio; se F<=0 não há prêmio)	Há prêmio

4.9 CUSTOS DIRETOS DA EXECUÇÃO DA ESTRUTURA

De posse das quantidades de material e de Hh para a execução de cada serviço (ou da estrutura como um todo), podem-se calcular os

custos diretos, multiplicando-se as quantidades físicas pelos preços unitários dos recursos (insumos materiais ou horas de trabalho).

$$R\$_{gasto\ com\ mão\ de\ obra} = R\$/\text{H.h} \times H.h$$

$$R\$_{gasto\ com\ material} = R\$/\text{Q}_{material} \times Q_{material}$$

Figura 21. Conta genérica para cálculo do custo direto

Uma vez que as demandas por materiais e mão de obra já foram estimadas nos itens anteriores, é necessário apenas o valor pago pelos insumos para se efetuarem os cálculos supracitados. Tais preços unitários podem ser levantados pelas empresas a qualquer momento. Como referência para este estudo, adotaram-se valores

também presentes no sistema do SINAPI, que fornece, com atualização mensal, valores para as 27 capitais brasileiras. A Tabela 11 reúne alguns exemplos de valores para dezembro de 2016 para a cidade de Brasília. Tais valores foram utilizados para definição de custos que aparecerão nos resultados finais.

Tabela 11. Exemplo de composições e insumos - valores para Distrito Federal em dez/16

Tipo	Código Sinapi	Item detalhado	Un.	Custo
Composição	88262	Carpinteiro de fôrmas com encargos complementares;	h	R\$ 17,26
Composição	88309	Pedreiro com encargos complementares	h	R\$ 17,36
Composição	88316	Servente com encargos complementares	h	R\$ 12,80
Insumo	90586	Vibrador de imersão, diâmetro de ponteira 45 mm, motor elétrico trifásico potência de 2 cv - CHP diurno	CHP	R\$ 1,89
Insumo	90587	Vibrador de imersão, diâmetro de ponteira 45 mm, motor elétrico trifásico potência de 2 cv - CHI diurno	CHP	R\$ 1,23
Insumo	39849	Concreto usinado bombeável, classe de resistência C20, com brita 0 e 1, slump = 190 +/- 20 mm, inclui serviço de bombeamento (NBR 8953)	m ³	R\$ 268,56
Insumo	34493	Concreto usinado bombeável, classe de resistência C25, com brita 0 e 1, slump = 100 +/- 20 mm, exclui serviço de bombeamento (NBR 8953)	m ³	R\$ 227,71

4.10 RESULTADOS

As Tabelas 12 a 15 reúnem alguns indicadores (demandas por unidade executada) que foram calculados para este estudo de caso. Tais indicadores, como

será mostrado no próximo item, podem ser boas referências para estimativas rápidas utilizáveis na gestão da produção de novas obras.

Tabela 12. Indicadores de quantidade de serviço

Região	Serviço por m ² construído			Serviço por m ³ de estrutura	
	Concretagem (m ³)	Fôrma (m ²)	Armação (kg)	Fôrma (m ²)	Armação (kg)
Pré-tipo	0,22	2,02	27,74	9,39	128,81
Tipo	0,19	1,92	15,15	9,9	78,25
Pós-tipo	0,51	6,46	97,68	12,6	190,42
Periferia	0,17	1,78	15,31	10,4	89,56
Obra	0,20	2,06	20,66	10,1	101,16

Tabela 13. Indicadores de consumo de material (com consideração de perdas e reutilizações)

Região	Material por m ² construído			Material por m ³ de estrutura	
	Concretagem (m ³)	Fôrma (m ²)	Armação (kg)	Fôrma (m ²)	Armação (kg)
Pré-tipo	0,24	0,6	30,67	2,80	142,39
Tipo	0,21	0,31	16,38	1,59	84,61
Pós-tipo	0,57	1,26	105,73	2,45	206,10
Periferia	0,19	0,56	16,95	3,26	99,14
Obra	0,23	0,46	22,57	2,24	110,51

Tabela 14. Indicadores de demanda por mão de obra

Região	Mão de obra por m ² construído				Mão de obra por m ³ de estrutura			
	Concretagem	Fôrma	Armação	Total	Concretagem	Fôrma	Armação	Total
	(Hh)	(Hh)	(Hh)	(Hh)	(Hh)	(Hh)	(Hh)	(Hh)
Pré-tipo	0,3	2,5	2,8	5,6	1,3	11,4	13,1	25,8
Tipo	0,3	1,8	2,5	4,5	1,4	9,1	12,8	23,3
Pós-tipo	0,7	7,1	17,2	25	1,3	13,9	33,6	48,8
Periferia	0,2	2,1	1,9	4,2	1,3	12,4	11,1	24,8
Obra	0,3	2,2	2,9	5,4	1,3	10,6	14,4	26,3

Tabela 15. Indicadores de custo (R\$) direto

Região	R\$/m ² construído			R\$/m ³ de estrutura		
	Mão de obra	Material	Total	Mão de obra	Material	Total
Pré-tipo	92,8	215,4	308,3	431,1	1000,3	1431,3
Tipo	75,4	143,5	218,9	389,4	741,3	1130,7
Pós-tipo	419,7	685,4	1105,2	818,2	1336,2	2154,4
Periferia	70,9	142,8	213,7	415,0	835,6	1250,6
Obra	89,9	177,0	266,9	440,0	866,9	1307,0

4.11 UTILIZAÇÃO DOS INDICADORES DO ESTUDO DE CASO

Apresentam-se, a seguir, como forma de exemplificação do uso dos indicadores mostrados no item 4.10, respostas às possíveis questões citadas no início deste manual (item 1).

O caso a ser analisado seria o de uma nova obra com produto, área construída e prazos conforme indicado na Figura 22.

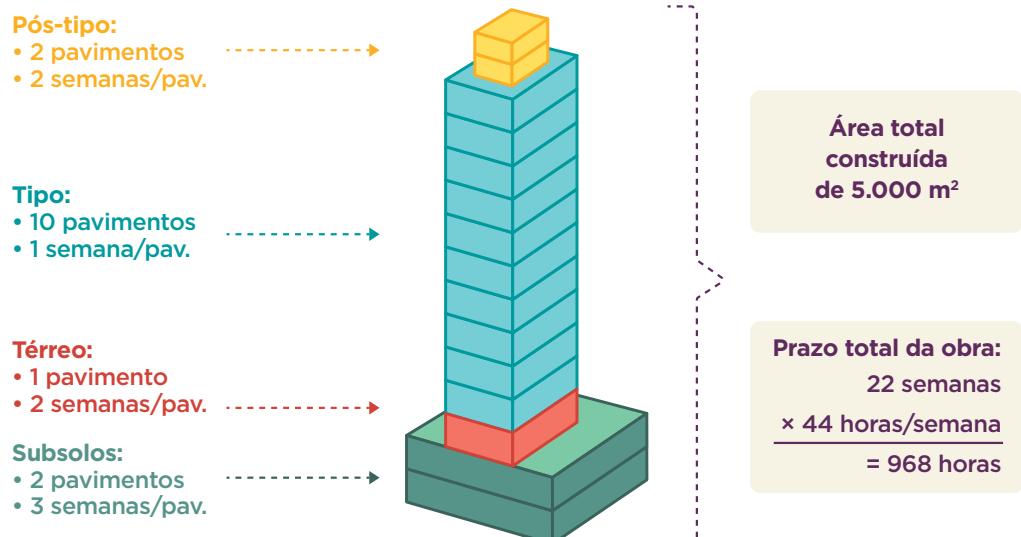


Figura 22. Nova obra a ser analisada para conceber a organização do trabalho

4.11.1 QUANTO VOU GASTAR?

A Figura 23 mostra o uso de indicadores do estudo de caso (Tabela 15) para o cálculo do R\$ de custo direto envolvido na execução da estrutura de tal obra.

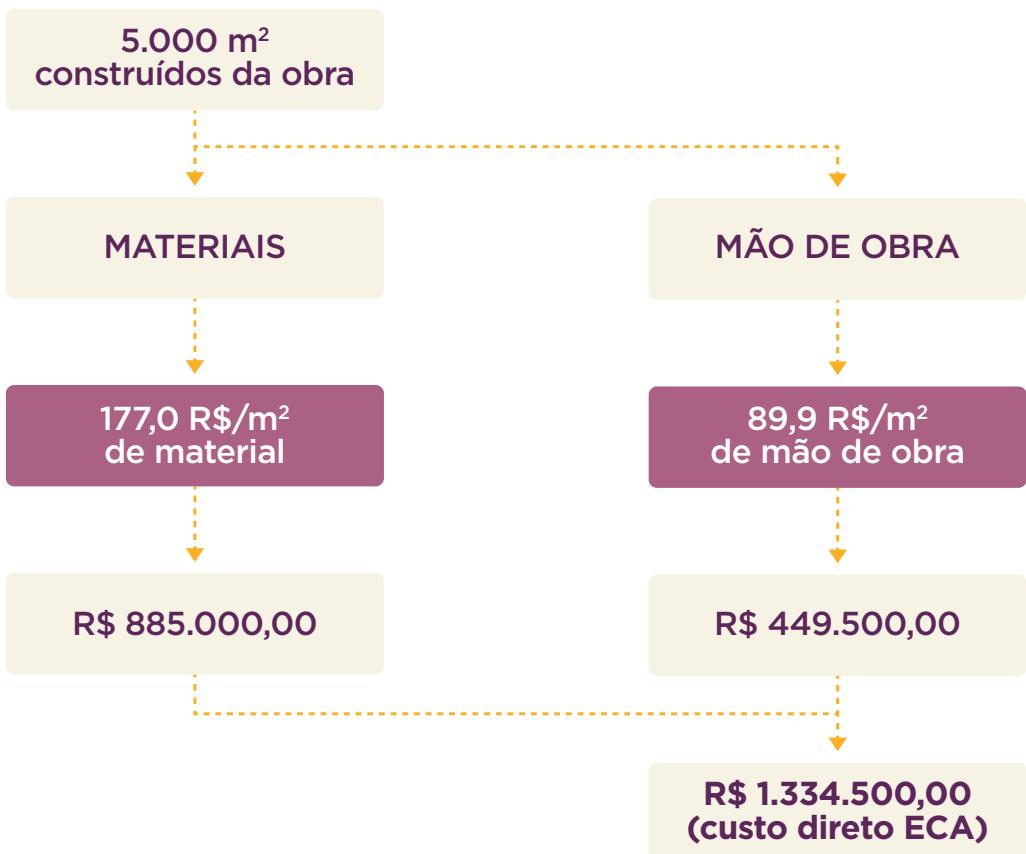


Figura 23. Cálculo do custo direto da estrutura da obra

4.11.2 QUANTOS M² DE SERVIÇO DE FÔRMAS EU TEREI DE EXECUTAR?

A multiplicação do indicador relativo à quantidade de serviço por m² construído (Tabela 12) pela área total construída leva

à resposta da questão formulada, conforme apresentado na Figura 24.

$\begin{array}{r} 2.06 \text{ m}^2/\text{m}^2 \\ \times \quad 5.000 \text{ m}^2 \\ \hline 10.300 \text{ m}^2 \end{array}$	Indicador teórico
---	--------------------------

Figura 24. Estimativa da quantidade de serviço de fôrmas a ser executada

4.11.3 QUANTOS M² DE CHAPA DE COMPENSADO TEREI DE COMPRAR?

A multiplicação do indicador relativo ao consumo de materiais por m² construído (Tabela 13)

pela área total construída responde à questão, conforme mostrado na Figura 25.

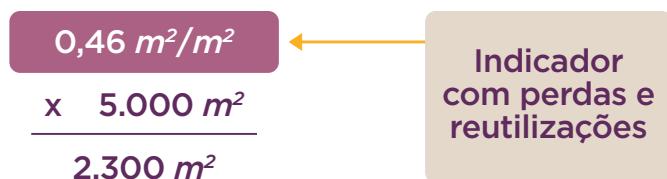


Figura 25. Estimativa da quantidade de fôrma a ser comprada para a obra

4.11.4 QUAL O NÚMERO MÉDIO DE OPERÁRIOS DE QUE NECESSITAREI PARA EXECUTAR O SERVIÇO DE ESTRUTURAS DESSA OBRA?

A multiplicação do indicador relativo à demanda por mão de obra por m² construído pela área total de construção leva à demanda total por mão de obra da obra. Dividindo-se esse valor por 968 h (horas trabalhadas no prazo da obra adotado),

chega-se à equipe “cumulativa” para a obra. Para se definir o valor potencial da equipe, é necessário reduzir o valor cumulativo pela subtração do “delta” cabível ao serviço. Os cálculos feitos estão mostrados na Figura 26.

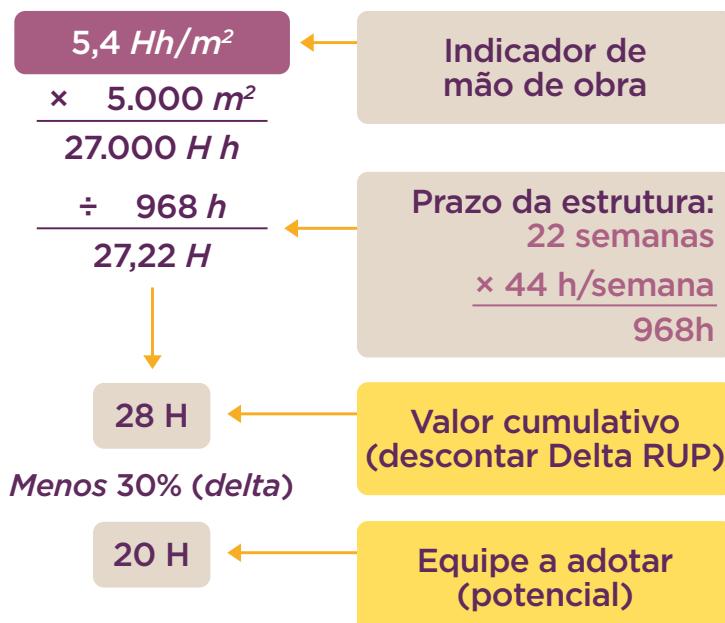


Figura 26. Estimativa do número médio de operários para execução da estrutura

4.11.5 SERIA JUSTO DAR UMA PREMIAÇÃO À EQUIPE DE FÔRMAS QUE EXECUTOU O PAVIMENTO TIPO?

A avaliação do desempenho da equipe se dará a partir da comparação da demanda por mão de obra referencial (calculada pela multiplicação do indicador de consumo de mão de obra do pavimento tipo pela sua

área construída) com o desempenho aferido em obra (no caso, considerou-se uma equipe de 12 homens trabalhando 44 horas no ciclo). Os resultados são apresentados na Figura 27.

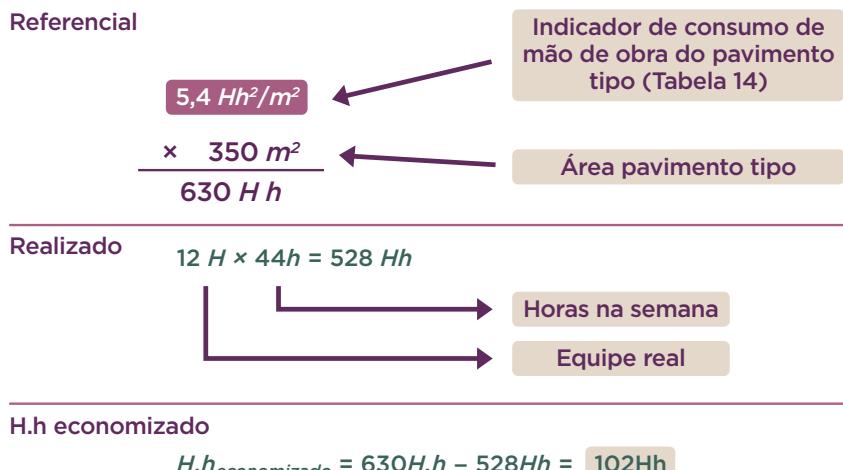


Figura 27. Avaliação de prêmio para pavimento tipo

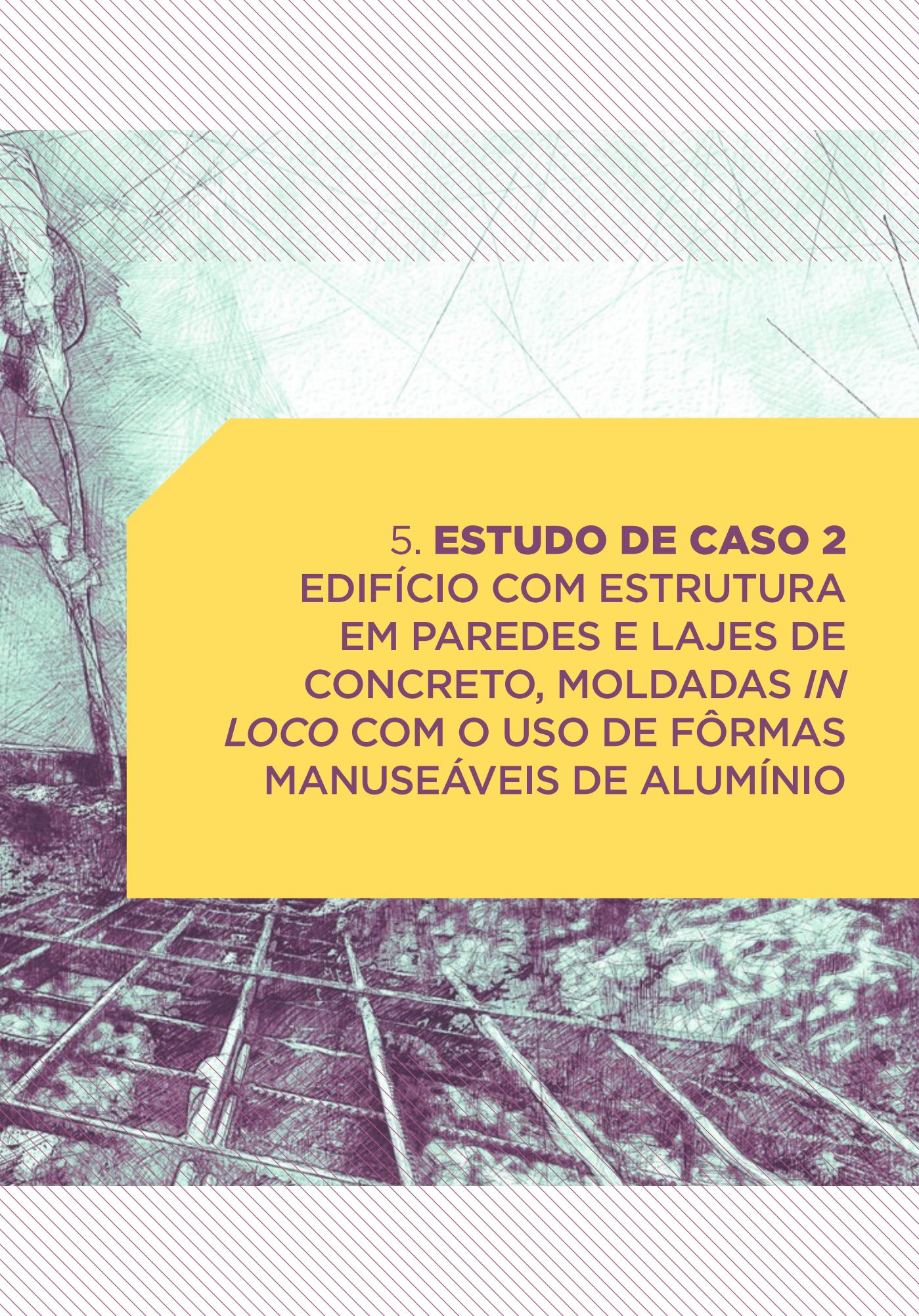
Como o Hh realizado foi maior que o Hh referencial, há prêmio; neste caso, seriam divi-

didas 102 horas de pagamento pela equipe de fôrmas.

Para se definir o valor potencial da equipe, é necessário reduzir o valor cumulativo pela subtração do “delta” cabível ao serviço.







5. ESTUDO DE CASO 2

EDIFÍCIO COM ESTRUTURA EM PAREDES E LAJES DE CONCRETO, MOLDADAS *IN LOCO* COM O USO DE FÔRMAS MANUSEÁVEIS DE ALUMÍNIO

5. ESTUDO DE CASO 2 – EDIFÍCIO COM ESTRUTURA EM PAREDES E LAJES DE CONCRETO, MOLDADAS *IN LOCO* COM O USO DE FÔRMAS MANUSEÁVEIS DE ALUMÍNIO

Neste estudo de caso, escolheu-se um edifício com estrutura em paredes e lajes de concreto, moldadas *in loco* (com uso de fôrmas manuseáveis de alumínio), para a aplicação do método. Indicam-se, a seguir, todos os passos

de aplicação a este caso. Como no estudo de caso anterior, neste manual básico algumas simplificações serão feitas na descrição, mas a discussão completa poderá ser vista no relatório disponibilizado no site da CBIC⁴.

5.1 INFORMAÇÕES SOBRE O PRODUTO

Com os projetos de arquitetura e estrutura (Figura 28), é possível caracterizar o produto sendo analisado.

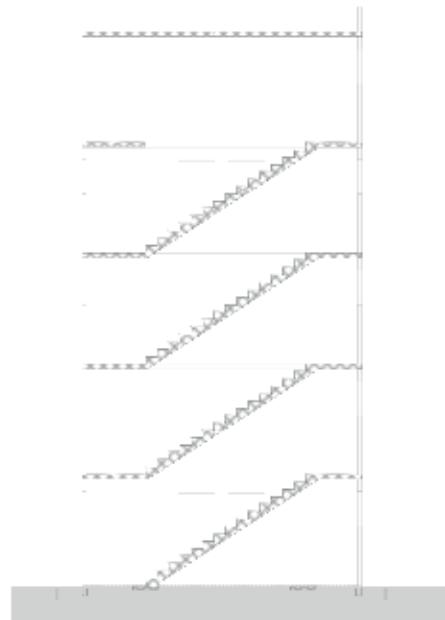


Figura 28. Os projetos do produto

5.2 INFORMAÇÕES SOBRE O PROCESSO

Quanto ao processo construtivo a ser adotado, o gestor tomará decisões sobre o caminho que será adotado na obra. A Figura 29

mostra as questões e respostas relativas à caracterização do processo a ser adotado neste estudo de caso.

- Sistema de transporte de concreto ▶ com bomba
- Fornecimento de aço ▶ em telas (em geral, para paredes e lajes) e barras (reforços)
- Especificações do molde da fôrma ▶ fôrmulas manuseáveis de alumínio

Figura 29. Decisões sobre o processo construtivo a ser adotado

5.3 VISÃO ANALÍTICA DO PRODUTO

A Figura 30 mostra, esquematicamente, a percepção de que este edifício é composto pelo corpo do edifício (5 pavimentos de es-

trutura similar = térreo + 4 pavimentos tipo) e pela platibanda. Portanto, neste estudo será considerada a “quebra” em duas regiões.

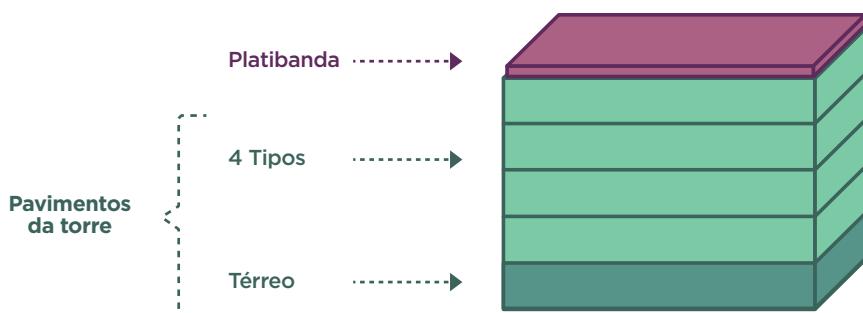


Figura 30. Divisão da estrutura do edifício em “partes”

5.4 DEFINIÇÃO DO PLANO DE ATAQUE

As Figuras 31 e 32 mostram três possibilidades de “ataque” para a execução da estrutura, as quais levam a variação na quantidade de fôrma a ser comprada: um pavimento completo (a); ½ pavimento (b); ou ¼ de pavimento (c).

Para a definição dos prazos, foi considerado ciclo de um dia por “parte”, conforme mostrado na Figura 32.



a) Fôrma para 1 pavimento

b) Fôrma para ½ pavimento

c) Fôrma para ¼ pavimento

Figura 31. Divisão da estrutura do pavimento tipo em “partes”

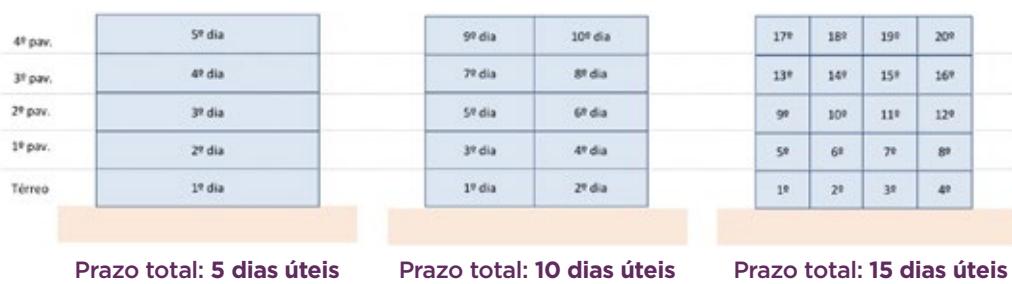


Figura 32. Cortes esquemáticos com o momento de execução de cada trecho (ciclo de 1 dia)

Na alternativa “a”, um gestor poderia ter decidido comprar o jogo completo de fôrmas de um andar, totalizando cinco repetições em todos os pavimentos. Tal postura pode levar a uma demanda mais elevada por fôrmas para o empreendimento.

Nas alternativas “b” e “c”, há uma otimização no uso da fôrma, mas um proporcional aumento de prazo por torre, utilizando-se o

mesmo jogo de fôrma para cada uma das “partes” da estrutura.

Cabe ao gestor avaliar a viabilidade de cada solução, considerando as características do produto (simetrias entre as paredes dos apartamentos) e do processo (disponibilidade de mão de obra e microplanejamento da estrutura adotado). Neste estudo de caso, será adotada a postura da alternativa “b”, que tem sido considerada por muitos gestores.

5.5 QUANTIDADE E FATORES POR PARTE

Uma vez definidos a quebra e o plano de ataque, cada parcela a ser executada pode ser avaliada em termos da quantidade de serviço demandada (área de fôrmas, massa de armadura e volume de concreto), bem como quanto às características de tais partes que influenciam a produtividade.

Neste manual se propõe o cálculo da quantidade de material e de mão de obra para a montagem da fôrma de um pavimento tipo. Para os demais serviços e partes da estrutura, o processo é semelhante.

A partir dos projetos de fôrma do pavimento tipo podem ser realizadas a quantifi-

ciação da fôrma e a obtenção dos fatores. Para a quantificação, deve ser calculado o m^2 de fôrma correspondente a todas as superfícies do pavimento (paredes e lajes). As características que influenciam na produtividade da “montagem de fôrma” são o tipo de edifício (térreo ou de múltiplos pavimentos) e a posição do componente de fôrma, que pode ser de parede (plataforma, interna, fachada com vãos, fachada sem vãos ou fachada com varanda) ou de laje. Seguem, na Tabela 16, os resultados da quantificação separados por componente (parede ou laje) e a posição deste.



A partir dos projetos de fôrma do pavimento tipo podem ser realizadas a quantificação da fôrma e a obtenção dos fatores.

Tabela 16. Resultados do levantamento de quantidades para paredes e lajes para um andar tipo

“Parte” da estrutura	Componente	Posição	Área de fôrma levantada por andar (m^2)
Tipo	Parede	Parede interna	658,8 m^2
		Pano de fachada com vãos	157,6 m^2
		Pano de fachada sem vãos	31,2 m^2
		Pano de fachada com varanda	0,0 m^2
	Laje	Qualquer	174,7 m^2
Total			1022,3 m^2

5.6 ESCOLHA DE RUP E CUM E CÁLCULO DA DEMANDA POR MÃO DE OBRA E MATERIAIS

Com base nos fatores geométricos mostrados no item 5.5 e nas características do processo discutidas no item 5.2, podem-se escolher as composições adequadas para o caso de montagem de fôrma de um pavimento tipo no

anexo deste documento e, a partir delas, podem-se definir os valores de RUP e CUM a serem adotados para cada parcela da estrutura.

A Tabela 17 mostra as composições escolhidas.

Tabela 17. Fatores e composições adotados

Parte da estrutura	Componente	Fatores		Anexo
		Posição	Tipo de edifício	
Tipo	Parede	Parede interna	Múltiplos pavimentos	2
		Panos de fachada com vãos		4
		Panos de fachada sem vãos		5
		Panos de fachada com varanda		6
	Laje	Qualquer		3

Os valores de RUP e CUM são extraídos, então, de tais composições.

A quantidade de esforço de mão de obra demandada, expresso em Hh, é obtida pela

multiplicação da RUP pela quantidade de serviço. A Tabela 18 reúne tanto as RUPs adotadas quanto os Hh calculados para a parcela referente a cada tipo de componente (e sua posição) da estrutura.

Tabela 18. RUPs e H.h calculados para pavimento tipo

Parte da estrutura	Componente	Posição	QS(m ²)/parcela	RUP (H.h/m ²)		H.h calculado	
				Carpinteiro	Ajudante	Carpinteiro	Ajudante
Tipo	Parede	Parede interna	658,8	0,40	0,28	260,5	184,5
		Panos de fachada com vãos	157,6	0,35	0,25	55,2	39,4
		Panos de fachada sem vãos	31,2	0,31	0,23	9,7	7,2
		Panos de fachada com varanda	0,0	0,39	0,28	0,0	0,0
	Laje	Qualquer	174,7	0,51	0,36	89,1	62,9
Totais						414,5	298,5

A quantidade de material necessária é determinada pela multiplicação do CUM, adotado para uma determinada parcela da estrutura, pela quantidade de serviço a ser executado nela.

A Tabela 19 registra os CUMs e as quantidades de material para cada parcela da estrutura.

Tabela 19. CUMs e QMs adotados para a parcela

Parte da estrutura	Região	Característica	QS(m ²)/parcela	Consumos unitários de material		Quantidade de material	
				Des-moldante	Fôrma	Des-moldante	Fôrma ⁵
				L/m ²	m ² /m ²	L	m ²
Tipo	Parede	Parede interna	658,8	0,03	0,0028	19,8	1,8
		Panos de fachada com vãos	157,6	0,03	0,0028	4,7	0,4
		Panos de fachada sem vãos	31,2	0,03	0,0028	0,9	0,1
		Panos de fachada com varanda	0,0	0,03	0,0028	0,0	0,00
	Laje	Qualquer	174,7	0,03	0,0028	5,2	0,5
Total				30,6		2,8	

5 - Note-se que a quantidade de material de fôrma indicada leva em conta um número de utilizações bastante elevado das fôrmas (da ordem de 400 utilizações), não se referindo à quantidade a ser adquirida (já tratada no item 5.4), mas sim a um consumo "equivalente" do material, dada a situação de uma empresa que usará continuamente o sistema de fôrmas.

5.7 DIMENSIONAMENTO DAS EQUIPES

Para o dimensionamento das equipes, é necessário “ajustar” a demanda por mão de obra calculada, retirando desta a perda de eficiência decorrente de imprevistos. Assim, é necessário descontar um fator “delta” da RUP cumulativa adotada, obtendo-se o valor de RUP potencial, adequado para o dimensionamento da mão de obra.

Nesse estudo será adotado “delta” = 30% para o serviço de fôrmas, mas se recomenda que cada gestor realize estudos para identificar valores mais bem contextualizados à realidade de sua obra. Na Tabela 20 são apresentados os H.h cumulativos e potenciais para o estudo de caso.

Tabela 20. Cálculo do H.h “potencial” para montagem de fôrmas no pavimento tipo

Parte da estrutura	Região	Característica	H.h cumulativo		Delta (%)	H.h potencial	
			Carpinteiro	Ajudante		Carpinteiro	Ajudante
Tipo	Parede	Parede interna	260,5	187,6	30%	182,4	131,3
		Panos de fachada com vãos	55,7	40,1		39,0	28,1
		Panos de fachada sem vãos	9,8	7,1		6,8	4,9
		Panos de fachada com varanda	0,0	0,0		0,0	0,0
	Laje	Qualquer	88,5	63,7		62,0	44,6
Total			414,5	298,5		290,1	208,9

Tendo-se o H.h potencial para cada parcela da estrutura, e sabendo-se o tempo disponível para sua execução, pode-se calcular o número de operários necessários para o serviço.

Para exemplificar como implementar esse raciocínio, veja-se o caso do serviço de fôrmas

do andar tipo, cuja atividade demanda (vide Tabela 20) 290,1 H.h de carpinteiro.

Supondo-se que cada dia tenha em média 8,8 horas, na Tabela 21, mostram-se as equipes necessárias para três diferentes prazos (ou velocidades) de execução por pavimento.

Tabela 21. Tamanho de equipes de carpinteiros sugerido para a execução das fôrmas dos andares tipo

Ciclo referencial Pavimento tipo (A) (pavimento por dia)	Demandas por carpinteiro para montagem de fôrma de 1 pavimento (B)	Horas de trabalho de um funcionário por dia (C)	H disponível no ciclo (D = 1/A x C)	Carpinteiros na equipe (H = B/D)
$\frac{1}{4}$	290,1	8,8	35,2	8
$\frac{1}{2}$			17,6	16
1			8,8	32

5.8 PLANO DE PREMIAÇÃO

Dentre os diversos caminhos para motivar os operários, a premiação por um desempenho “elogiável”, que permita uma maior eficiência no serviço, além de lucros para o empresário, e que possa trazer também uma remuneração adicional para o mesmo, é muitas vezes sugerida. Dentro desse contexto, para se ter justiça nas premiações, há que se ter clareza sobre o que são uma boa e uma má eficiência. Propõe-se aqui o uso da RUPcum como referência para um desempenho normal, na

medida em que esta reúne períodos de boas e de más eficiências. E o ganho de eficiência (a ser atribuído aos operários) seria calculado através da comparação do Hh referencial (calculado pela multiplicação da RUP cumulativa pela quantidade de serviço a ser realizada) com o Hh realizado (que seria a medição do Hh realmente gasto).

Os operários compartilhariam os Hh economizados, calculados conforme mostra a Figura 33.

$$H.h_{Economizado} = H.h_{referencial} - H.h_{realizado} \quad (\text{sempre } H.h_{Economizado} \geq 0)$$

Figura 33. Cálculo do Hh economizado

A seguir, na Tabela 22, será apresentado exemplo de cálculo do Hh economizado para o serviço de fôrmas em um pavimento tipo do estudo de caso.

O Hh referencial foi buscado na Tabela 18 (em que foi calculado através da multiplicação da RUPcum pela quantidade de serviço). O Hh realizado foi determinado considerando-se a

equipe e o prazo realmente ocorridos (considerou-se que 16 homens trabalharam dois dias úteis para fazer a fôrma de um pavimento completo, trabalhando uma média de 8,8 horas por dia). A Tabela 22 reúne os valores analisados, mostrando a existência de razão para a premiação (existência de Hh economizado positivo), sendo que 132,9 horas seriam distribuídas para a equipe de carpinteiros.

Tabela 22. Cálculo Horas Prêmio

	Fôrma (montagem)
Equipe contratada (A)	16
Dias trabalhados no pavimento (B)	2
Horas trabalhadas por dia (C)	8,8
H.h realizado (D = A x B x C)	281,6
H.h referencial adotado (E)	414,5
Horas economizadas (F=E-D)	132,9
Resultado (se F>0 há prêmio; se F<=0 não há prêmio)	Há prêmio

5.9 CUSTOS DIRETOS DA EXECUÇÃO DA ESTRUTURA

De posse das quantidades de material e de Hh para a execução de cada serviço (ou da estrutura como um todo), podem-se calcular os custos diretos multiplican-

do-se as quantidades físicas pelos preços unitários dos recursos (insumos materiais ou horas de trabalho), conforme mostrado na Figura 34.

$$R\$ \text{gasto com mão de obra} = R\$/H.h \times H.h$$

$$R\$ \text{gasto com material} = R\$/Q_{material} \times Q_{material}$$

Figura 34. Conta genérica para cálculo do custo direto

Uma vez que as demandas por materiais e mão de obra já foram estimadas nos itens anteriores, é necessário apenas o valor pago pelos insumos para se efetuarem os cálculos supracitados. Tais preços unitários podem ser levantados pelas empresas a qualquer momento; como referência para este estudo, adotaram-se valores também presentes no

sistema do SINAPI, que fornece, com atualização mensal, tais valores para as 27 capitais brasileiras. A Tabela 11, mostrada anteriormente no capítulo 4, reúne alguns exemplos de valores para dezembro de 2016 para a cidade de Brasília. Tais valores foram utilizados para definição de custos que aparecerão nos resultados finais.

5.10 RESULTADOS

As Tabelas 23 a 25 reúnem alguns indicadores (demandas por unidade executada) que foram calculados para este estudo de caso. Tais indicadores, como

será mostrado no próximo item, podem ser boas referências para estimativas rápidas utilizáveis na gestão da produção de novas obras.

Tabela 23. Indicadores de quantidade de serviço teórico

Região	Serviço por m ² construído			Serviço por m ³ de estrutura	
	Concretagem (m ³)	Fôrma (m ²)	Armação (kg)	Fôrma (m ²)	Armação (kg)
Obra	0,33	5,45	6,78	16,52	20,53

Tabela 24. Indicadores de consumo de material (com consideração de perdas e reutilizações)

Região	Material por m ² construído			Material por m ³ de estrutura		
	Concreta-gem (m ³)	Fôrma (m ²)	Armação (kg)	Concreta-gem (m ³)	Fôrma (m ²)	Armação (kg)
Obra	0,36	0,02	9,39	1,09	0,046	28,43

Tabela 25. Indicadores de demanda por mão de obra

Região	Mão de obra (Hh)	
	Por m ² construído	Por m ³ de estrutura
Fôrma	3,8	11,4
Armação	0,6	1,8
Concreto	0,5	1,6
Geral	4,9	14,9

Tabela 26. Indicadores de custo (R\$) direto

Serviço	R\$/m ² construído			R\$/m ³ de estrutura		
	Mão de obra	Material	Total	Mão de obra	Material	Total
Fôrma	58,1	20,5	78,6	176,1	62,1	238,2
Armação	9,8	41,7	51,5	29,6	126,3	156,0
Concreto	8,1	96,8	104,9	24,6	293,2	317,8
Geral	76,0	159,0	235,0	230,3	481,6	711,9

5.11 UTILIZAÇÃO DOS INDICADORES DO ESTUDO DE CASO

Apresentam-se, a seguir, como forma de exemplificação do uso dos indicadores mostrados no item 5.10, respostas às possíveis questões citadas no início deste manual (item 1).

O caso a ser analisado seria o de uma nova obra com produto, área construída e prazos conforme indicado na Figura 35.

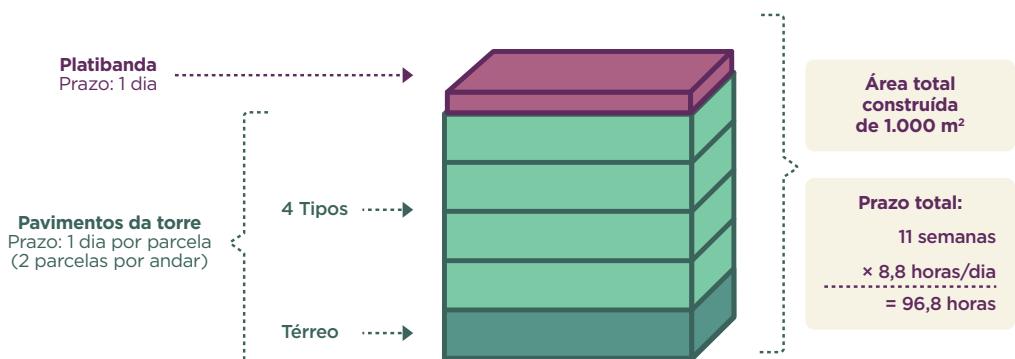


Figura 35. Nova obra a ser analisada para conceber a organização do trabalho

5.11.1 QUANTO VOU GASTAR?

A Figura 36 mostra o uso de indicadores do estudo de caso para o cálculo dos R\$ de custo direto envolvidos em tal obra.

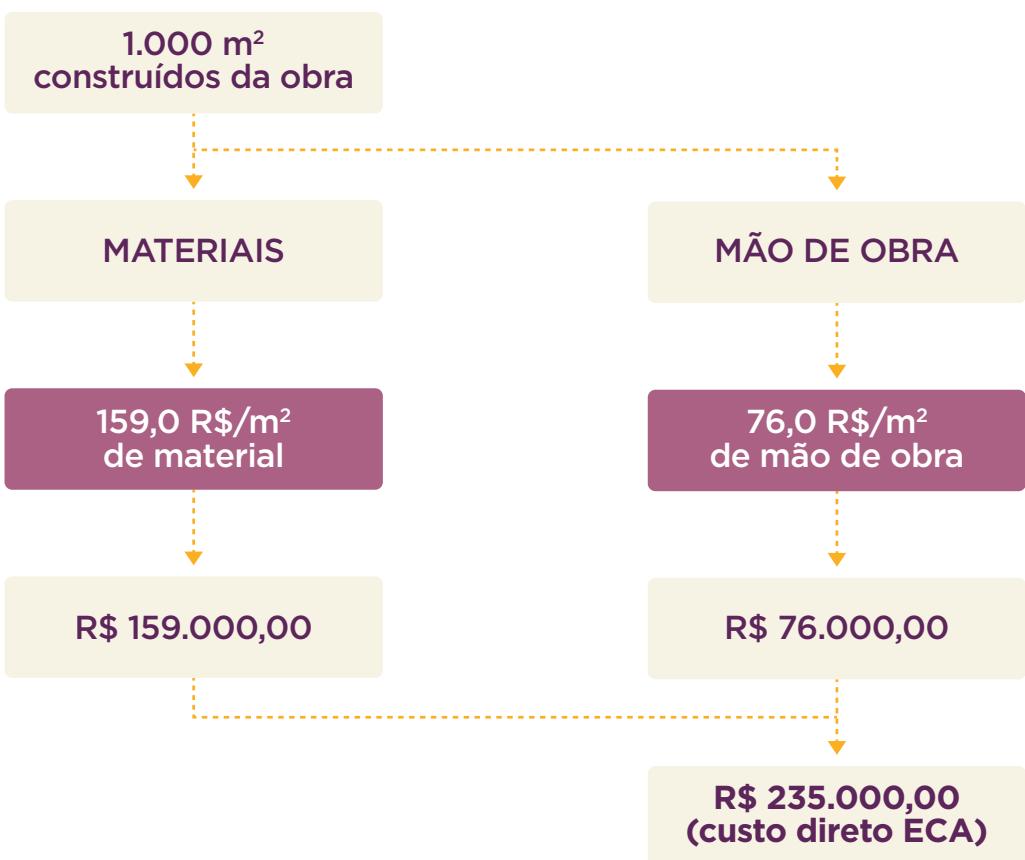


Figura 36. Cálculo do custo direto da estrutura da obra

5.11.2 QUANTOS M² DE SERVIÇO DE FÔRMAS EU TEREI DE EXECUTAR?

A multiplicação do indicador relativo à quantidade de serviço por m² construído (Tabela 23) pela área total construída leva

à resposta da questão formulada, conforme mostrado na Figura 37.

$5.45 \text{ m}^2/\text{m}^2$ $\times 1.000 \text{ m}^2$ <hr/> 5.450 m^2	
--	--

Figura 37. Estimativa da quantidade de serviço de fôrmas a ser executado

5.11.3 QUANTOS M² DE PAINÉIS DEVO DISPONIBILIZAR?

Em função da discussão feita no item 5.4, no exemplo citado se iriam disponibilizar painéis em quantidade equivalente a ½ pavimento, conforme cálculo da Figura 38.

$$\begin{aligned}
 & 1022,3 \text{ m}^2 \text{ fôrma pavimento} \\
 & \times \frac{1}{2} \text{ pavimento comprado} \\
 & \hline
 & 511,1 \text{ m}^2 \text{ painéis a serem disponibilizados}
 \end{aligned}$$

Figura 38. Estimativa da quantidade de fôrma a ser comprada para cada frente de trabalho na obra

5.11.4 QUAL O NÚMERO MÉDIO DE OPERÁRIOS DE QUE NECESSITAREI PARA EXECUTAR O SERVIÇO DE ESTRUTURAS DESTA OBRA?

A multiplicação do indicador relativo à demanda por mão de obra por m² construído pela área total de construção leva à demanda total por mão de obra da obra. Dividindo-se esse valor por 96,8 h (horas trabalhadas no prazo da

obra adotado), chega-se à equipe “cumulativa” para a obra. Para se definir o valor potencial da equipe, é necessário reduzir o valor anterior pela subtração do “delta” cabível ao serviço. Os cálculos feitos estão mostrados na Figura 39.

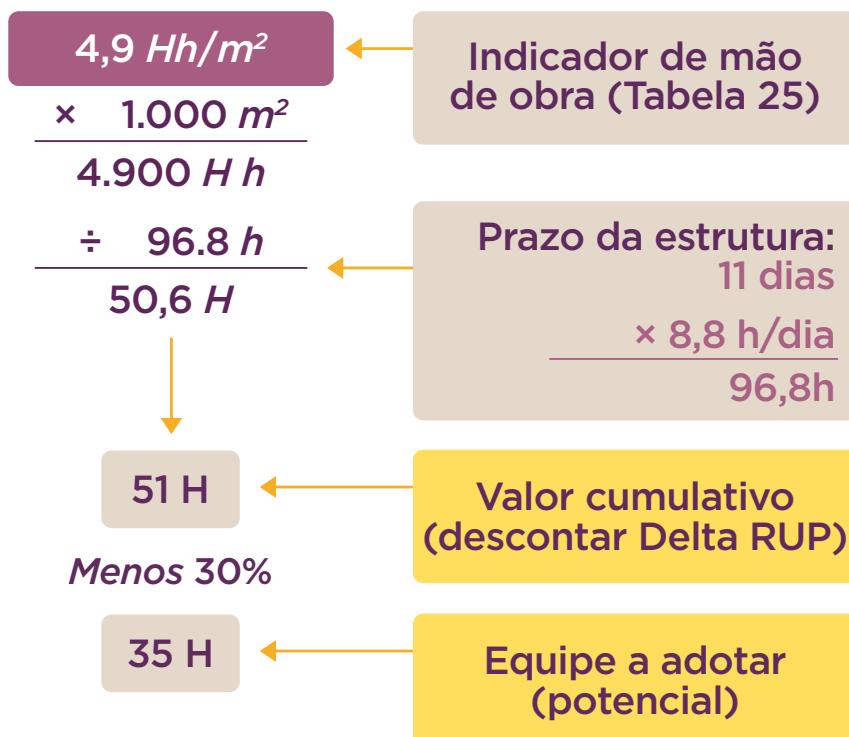


Figura 39. Estimativa do número médio de operários para estrutura

5.11.5 SERIA JUSTO DAR UMA PREMIAÇÃO À EQUIPE QUE EXECUTOU O PAVIMENTO TIPO?

A avaliação do desempenho da equipe se dará a partir da comparação da demanda por mão de obra referencial (calculada pela multiplicação do indicador de consumo de mão de obra do pavimento tipo pela sua

área construída) com o desempenho aferido em obra (no caso, considerou-se uma equipe de 45 homens trabalhando dois dias ou 17,6 horas no ciclo). Os resultados são apresentados na Figura 40.

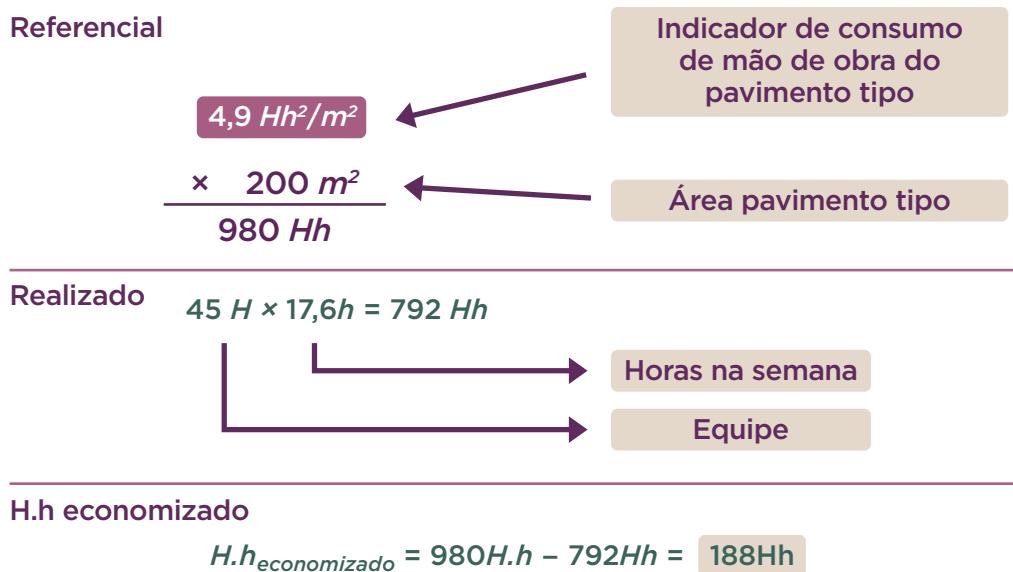


Figura 40. Avaliação de prêmio para pavimento tipo

Como o Hh realizado foi maior que o Hh referencial, há prêmio. A equipe da estrutura dividiria horas de pagamento.

A avaliação do desempenho da equipe se dará a partir da comparação da demanda por mão de obra referencial com o desempenho aferido em obra.





The background of the entire page is a green-tinted photograph of a construction or industrial site. It features several large pieces of heavy machinery, including excavators and trucks, working on a dirt surface. In the foreground, there are piles of earth and some smaller structures. The image has a grainy, sketch-like quality due to the color overlay.

6. UTILIZAÇÃO DAS INFORMAÇÕES CONTIDAS NESTE MANUAL

6. UTILIZAÇÃO DAS INFORMAÇÕES CONTIDAS NESTE MANUAL

O manual apresenta um método para ajudar o gestor da execução de estruturas de concreto armado a responder a questões relativas a: custos, demanda por materiais (exemplo: quantidade de compensado, de concreto etc.), demanda por mão de obra (estimativa de Hh), dimensionamento de equipes de trabalho, premiação dos operários por desempenho, duração dos serviços etc.

Para cada um desses “temas”, a execução da estrutura de concreto pode ser abordada global ou parcialmente. E as visões parciais/específicas podem dizer respeito aos diferentes: serviços (fôrmas, armação e concretagem), partes (torre ou periferia; tipo ou pós-tipo; etc.), ou recursos (mão de obra, materiais, ou reais).

A Figura 41 indica o escopo e a abrangência possíveis de serem discutidos com o método proposto.

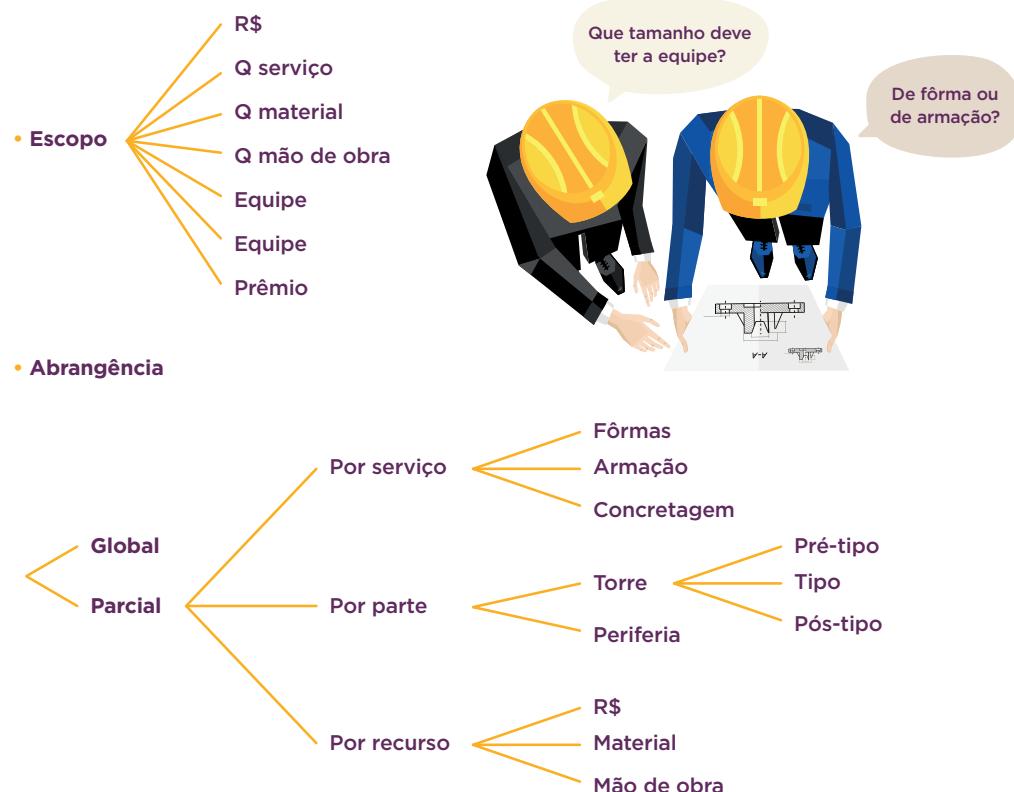


Figura 41. Diferentes escopos e abrangências para a aplicação do método

O método pode ser usado de maneira completa (trilhando-se o passo a passo mostrado) ou podem-se utilizar diretamente os indicadores disponibilizados

para os dois tipos de estrutura estudados: convencional ou com paredes e lajes de concreto moldadas com uso de fôrmas manuseáveis.

O método pode ser usado de maneira completa ou podem-se utilizar diretamente os indicadores disponibilizados para os dois tipos de estrutura estudados.



No caso do uso dos indicadores disponibilizados, deve-se observar que eles podem e devem ser adaptados à obra que vai ser analisada. Assim, se o caso em estudo se parece mais com o subsolo do estudo de caso 1, seria conveniente usar os indicadores mais cabíveis a tal parte; se um novo estudo

diz respeito a um andar tipo com presença de menos pilares, com seção maior que a do estudo de caso 1, poder-se-iam, por exemplo, adotar RUPs de forma e de concretagem menores (isto é, melhores) que as indicadas no texto, e assim por diante (ver Figura 42).



Figura 42. Adaptação dos indicadores apresentados aos casos reais a serem planejados

Enfim, a melhor maneira de utilizar este manual é considerar que ele seja uma referência e um incentivo para que, cada vez mais, sua empresa faça programação e controle de execução de estruturas de concreto armado com base numa paralela gestão da produtividade.

Dentro desse contexto, o que se espera mesmo é que se tenha uma melhoria contínua da eficiência na produção das estruturas. E, para isso, recomenda-se a adoção permanente de uma postura do tipo PDCA (ver Figura 43).

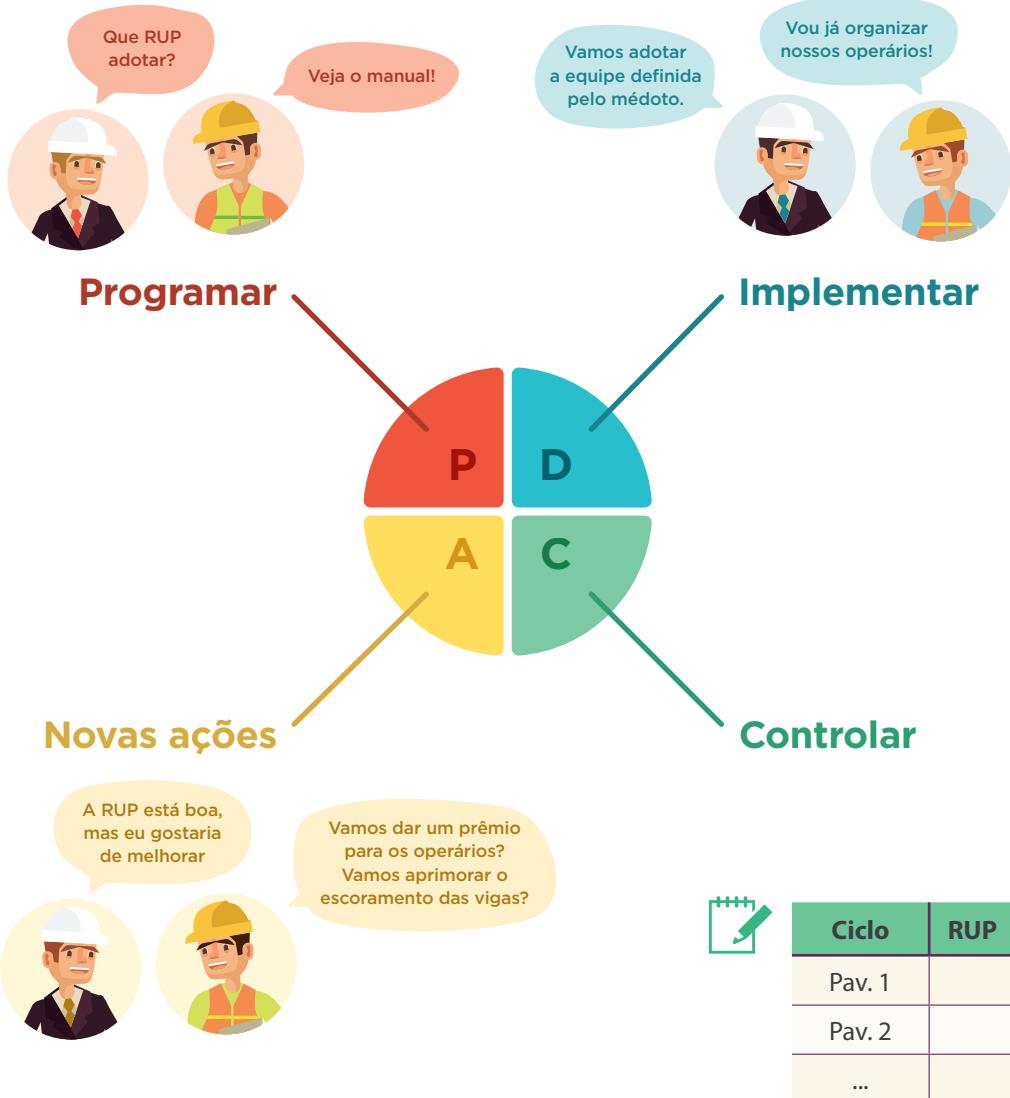


Figura 43. Implementação de um PDCA suportado pela avaliação contínua da produtividade

Um relatório mais extenso (com mais detalhes) sobre o trabalho está disponibilizado no site da CBIC⁶ e, portanto, disponível para os gestores que quiserem se aprofundar no assunto para aprimorar a aplicação do método na gestão da produção de estruturas de concreto.

Melhorar a eficiência na produção pode significar mais qualidade e segurança no trabalho, além de proporcionar mais satisfação e remuneração para as pessoas que trabalham com estruturas de concreto. Nesse contexto, balizar suas decisões no conhecimento da produtividade pode fazer muita diferença.





7. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

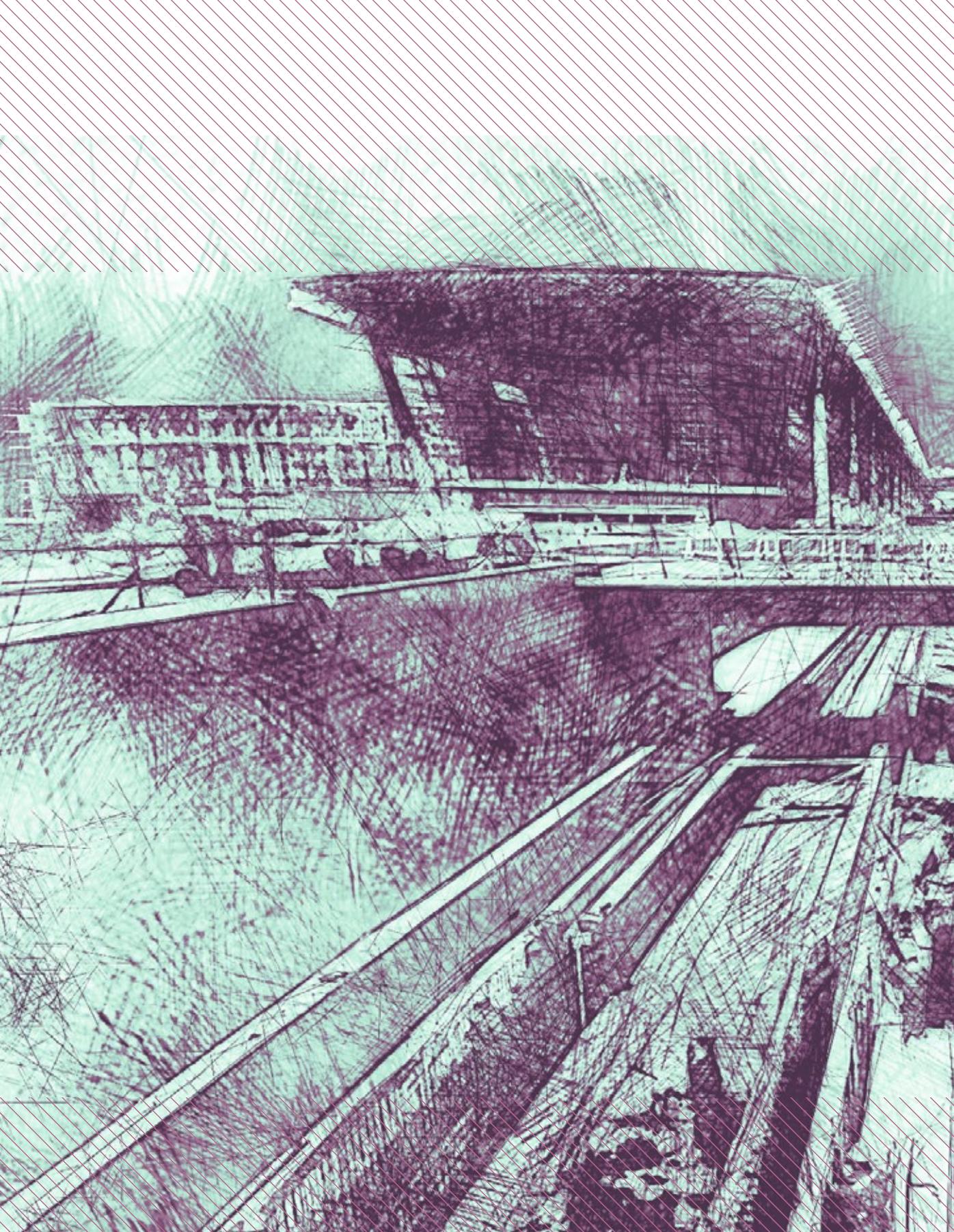
7. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

PROF. DR. UBIRACI ESPINELLI LEMES DE SOUZA:

- SOUZA, Ubiraci E. Lemes de. *Como Aumentar a Eficiência da Mão-de-obra.* 1^a Edição. Pini, 2006. 100p.
- SOUZA, Ubiraci E. Lemes de. *Como Reduzir Perdas nos Canteiros.* Pini, 2005. 128p.

SINAPI:

- SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil). *Cadernos técnicos de composições para Armação de Estruturas de Concreto Armado.* Lote 1. Versão 002. Vigência 12/2015. Última atualização: 10/2016. 201p.
- SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil). *Cadernos técnicos de composições para Concretagem para Estruturas de Concreto Armado.* Lote 1. Versão 001. Vigência 12/2015. Última atualização: 12/2015. 100p.
- SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil). *Cadernos técnicos de composições para Fôrmas para Estruturas de Concreto Armado.* Lote 1. Versão 005. Vigência 12/2015. Última atualização: 09/2016. 479p.
- SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil). *Cadernos técnicos de composições para Paredes e Lajes de Concreto – Armação, concretagem, estucaimento e fôrmas.* Lote 1. Versão 002. Vigência 06/2015. Última atualização: 01/2016. 116p.
- SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil). *Metodologias e conceitos.* Caixa, 2015. 122p.





ANEXO

ANEXO

Os indicadores de produtividade deveriam, idealmente, ser coletados pelas empresas e profissionais do mercado. Não se dispõe de tais indicadores, sugerimos usar os dados disponíveis no Sistema Nacional de Pesquisas de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI), que apresenta diversas composições de serviços para a execução de fôrmas, armação e concretagem em estruturas con-

vencionais de concreto armado e estruturas com paredes e lajes maciças de concreto.

Na Figura A1 são indicadas as principais combinações e destacadas (em negrito) as composições que serão apresentadas neste anexo. No relatório, disponibilizado no site da CBIC⁷, o leitor poderá encontrar o conjunto completo de composições selecionadas para este estudo.

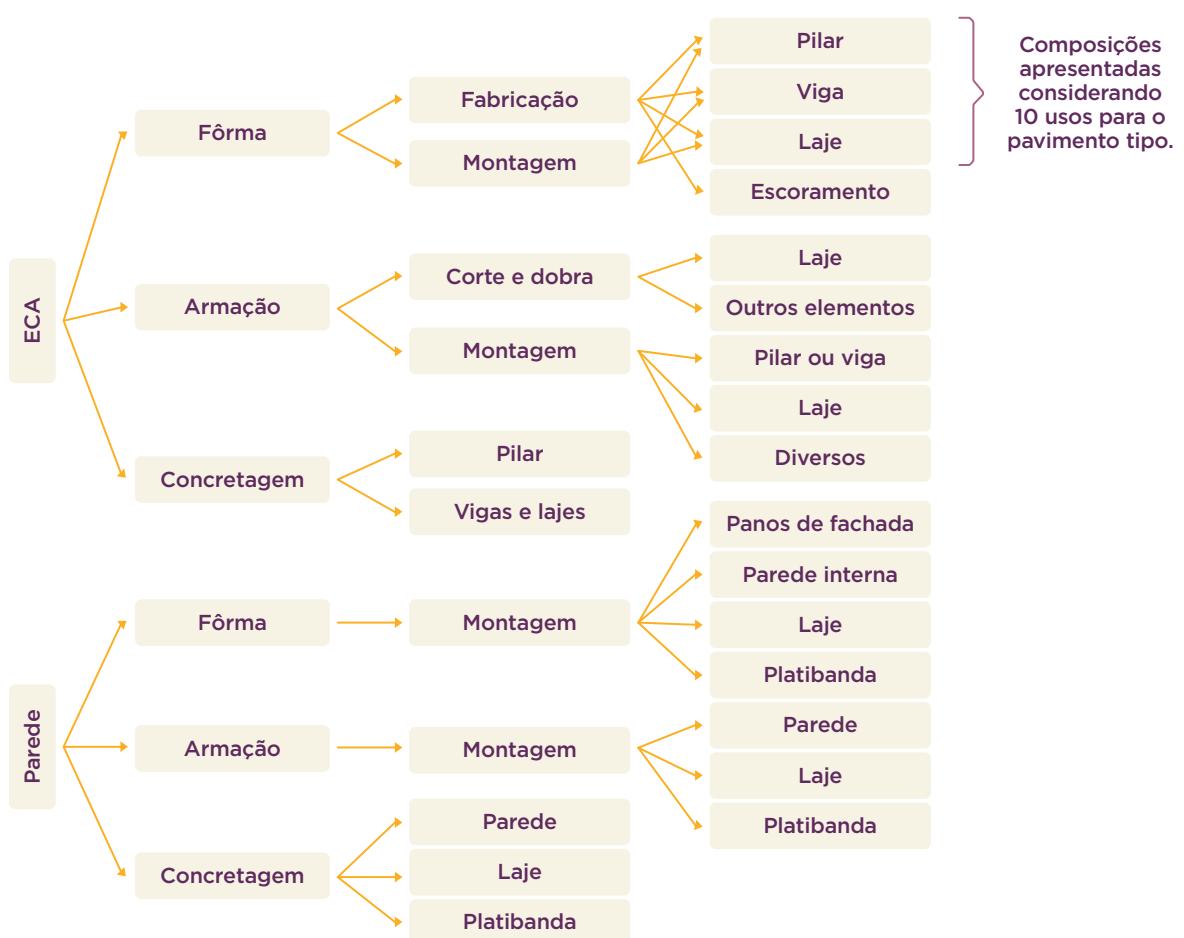


Figura A1. Fluxograma indicativo das subdivisões das composições do SINAPI

A1 - EDIFÍCIO COM ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO CONVENCIONAL

Nas Tabelas A1 a A3, serão apresentadas composições do SINAPI para montagem de fôrmas (pilares, vigas e lajes) apenas para alguns casos. São mostradas apenas aquelas relativas a 10

usos de fôrmas; estas servem para exemplificar o tipo de informação disponível no banco de composições completo e permitem o entendimento dos exemplos citados no manual.

Tabela A1.Tabela síntese das composições do SINAPI de montagem/desmontagem de fôrmas de pilar (10 utilizações)

Item	Descrição	Coeficiente por item							
		Ajudante (A)	Carpint. (B)	Fôrma	Desmold. (D)	Aprumador (E)	Viga Sanduiche (F)	Barra de ancoragem (G)	Prego (H)
		h/m ²	h/m ²	m ² /m ²	L/m ²	mês/m ²	mês/m ²	mês/m ²	kg/m ²
23	Montagem e desmontagem de fôrma de pilares retangulares com área média das seções menor que 0,25 m ² , pé-direito simples, em chapa de madeira compensada plastificada, 10 utilizações	0,159	0,868	0,105	0,004	0,196	0,393	0,785	0,019
24	Montagem e desmontagem de fôrma de pilares retangulares com área média das seções maior que 0,25 m ² , pé-direito simples, em chapa de madeira compensada plastificada, 10 utilizações	0,121	0,661	0,105	0,004	0,196	0,393	0,785	0,019
25	Montagem e desmontagem de fôrma de pilares retangulares com área média das seções menor que 0,25 m ² , pé-direito duplo, em chapa de madeira compensada plastificada, 10 utilizações	0,237	1,295	0,105	0,004	0,196	0,393	0,785	0,019
26	Montagem e desmontagem de fôrma de pilares retangulares com área média das seções maior que 0,25 m ² , pé-direito duplo, em chapa de madeira compensada plastificada, 10 utilizações	0,199	1,088	0,105	0,004	0,196	0,393	0,785	0,019

LEGENDA

- A** = Ajudante de carpinteiro com encargos complementares;
- B** = Carpinteiro de fôrmas com encargos complementares;
- C** = Fabricação de fôrma para pilares, em madeira serrada, e=25 mm; ou fabricação de fôrma para pilares, em chapa de madeira compensada resinada, e = 17 mm; ou fabricação de fôrma para pilares, em chapa de madeira compensada plastificada, e = 18 mm;
- D** = Desmoldante protetor para fôrmas de madeira, de base oleosa emulsionada em água;
- E** = Aprumador metálico de pilar, com altura e ângulo reguláveis, extensão de 1,50 a 2,80 m (locação);
- F** = Viga sanduiche metálica vazada para travamento de pilares, dimensões: altura de 8 cm, largura de 6 cm e extensão de 2 m (locação);
- G** = Barra de ancoragem de 0,80 m de extensão, com rosca de 5/8", incluindo porca e flange (locação);
- H** = Prego de aço polido com cabeça dupla 17 x 27 (2 1/2 x 11).

A2. Tabela síntese das composições do SINAPI de montagem/desmontagem de fôrmas de viga

Item	Descrição	Coeficiente por item																											
		h/m ²	Ajudante (A)	h/m ²	Carpint. (B)	m ² /m ²	Fórmia (C)	m/m ²	Esc. Mad. (D)	m/m ²	Pontalete (E)	m/m ²	Garfo (F)	m/m ²	Esc. Metál. (G)	mês/m ²	Cruzeta (H)	mês/m ²	T. Metálica (I)	mês/m ²	Vig. Sandu. (J)	mês/m ²	B. Ancoragem (K)	L/m ²	Desmold. (L)	m/m ²	Tábua (M)	kg/m ²	Prego (N)
58	Montagem e desmontagem de fórmia de viga, escoramento com garfo de madeira, pé-direito duplo, em chapa de madeira plastificada, 10 utilizações. AF_12/2015	0,222		0,222																									
59	Montagem e desmontagem de fórmia de viga, escoramento metálico, pé-direito duplo, em chapa de madeira plastificada, 10 utilizações. AF_12/2015	1,209		1,209																									
60	Montagem e desmontagem de fórmia de viga, escoramento com garfo de madeira, pé-direito simples, em chapa de madeira plastificada, 10 utilizações. AF_12/2015	0,165		0,165																									
61	Montagem e desmontagem de fórmia de viga, escoramento metálico, pé-direito simples, em chapa de madeira plastificada, 10 utilizações. AF_12/2015	0,150		0,316																									
		0,237		-																									
		1,291		0,817		1,720																							
		0,165		-																									
		-		-		-																							
		0,208		-																									
		-		1,038		-																							
		1,186		-		-																							
		1,186		-		-																							
		-		-		-																							
		0,356		-																									
		0,474		-																									
		0,004		0,004		0,004																							
		-		0,328		-																							
		0,033		0,049																									

LEGENDA

A = Ajudante de carpinteiro com encargos complementares;

B = Carpinteiro de fórmas com encargos complementares;

C = Fabricação de fórmia para vigas, em madeira serrada, e=25 mm; ou fabricação de fórmia para vigas, em chapa de madeira compensada resinada, e = 17 mm; ou fabricação de fórmia para vigas, em chapa de madeira compensada plastificada, e = 18 mm;

D = Fabricação de escoras do tipo pontalete, em madeira;

E = Peça de madeira nativa/regional 7,5 x 7,5 cm (3 x 3) não aparelhada (p/fórmia);

F = Fabricação de escoras de viga do tipo garfo, em madeira

G = Escora metálica telescópica, com altura regulável de 1,80 a 3,20 m, com capacidade de carga de no mínimo 1000 kgf (10 kN), incluindo tripé e forcado (locação);

H = Cruzeta para escora metálica (locação);

I = Torre metálica completa para uma carga de 8 tf (80 kN) e pé direito de 6 m, incluindo módulos, diagonais, sapatas e forcados (locação) (coletado caixa);

J = Viga sanduíche metálica vazada para travamento de pilares, dimensões: altura de 8 cm, largura de 6 cm e extensão de 2 m (locação);

K = Barra de ancoragem de 0,80 m de extensão, com rosca de 5/8", incluindo porca e flange (locação);

L = Desmoldante protetor para fórmas de madeira, de base oleosa emulsionada em água;

M = Tábua madeira 2A qualidade 2,5 x 20 m (1 x 8") não aparelhada;

N = Prego de aço polido com cabeça dupla 1½ 27 (2 1/2 x 11).

A3.Tabela síntese das composições do SINAPI de montagem/desmontagem de fôrmas de laje

Item	Descrição	Coeficiente por item							
		Ajudante (A)	Carpint. (B)	Fórm. (C)	Esc. Mad. (D)	Esc. Metál. (E)	T. Metálica (G)	Cubeta (H)	Desmold. (I)
151	Montagem e desmontagem de fôrma de laje maciça com área média menor que 20 m ² , pé-direito duplo, em chapa de madeira compensada plastificada, 10 utilizações	0,137	h/m ²	-	-	-	-	-	-
152	Montagem e desmontagem de fôrma de laje maciça com área média maior que 20 m ² , pé-direito duplo, em chapa de madeira compensada plastificada, 10 utilizações	0,749	h/m ²	m ² /m ²	n/m ²	mês/m ²	m/m ²	mês/m ²	m/m ²
153	Montagem e desmontagem de fôrma de laje maciça com área média menor que 20 m ² , pé-direito simples, em chapa de madeira compensada plastificada, 10 utilizações	0,136	0,136	-	-	0,050	0,030	0,004	0,004
154	Montagem e desmontagem de fôrma de laje maciça com área média maior que 20 m ² , pé-direito simples, em chapa de madeira compensada plastificada, e = 18 mm, 10 utilizações	0,074 0,403 0,136	0,128 0,698 0,136	0,397 - -	- 0,050 0,030	0,004	0,004	-	-

LEGENDA**A** = Ajudante de carpinteiro com encargos complementares;**B** = Carpinteiro de fôrmas com encargos complementares;**C** = Fabricação de fôrma para lajes, em madeira serrada, e=25 mm; ou fabricação de fôrma para lajes, em chapa de madeira compensada resinada, e = 17 mm; ou fabricação de fôrma para lajes, em chapa de madeira compensada plastificada, e = 18 mm;**D** = Fabricação de escoras do tipo pontalete, em madeira;**E** = Escora metálica telescópica, com altura regulável de 1,80 a 3,20 m, com capacidade de carga de no mínimo 1000 kgf (10 kN), incluindo tripé e forcado (locação);**F** = Torre metálica completa para uma carga de 8 tf (80 kN) e pé direito de 6 m, incluindo módulos, diagonais, sapatas e forcados (locação) (coletado caixa);**G** = Viga de escoramento H20, de madeira, peso de 5,00 a 5,20 kg/m, com extremidades plásticas (coletado caixa).**H** = Fôrma plástica para laje nervurada, dimensões *60* x *60* x *16* cm (locação);**I** = Desmoldante protetor para fôrmas de madeira, de base oleosa emulsionada em água;**J** = Tábua madeira 2A qualidade 2,5 x 20,0 cm (1 x 8") não aparelhada;**K** = Prego de aço polido com cabeça dupla 17 x 27 (2 1/2 x 11).: altura de 8 cm, largura de 6 cm e extensão de 2 m (locação);**K** = Barra de ancoragem de 0,80 m de extensão, com rosca de 5/8", incluindo porca e flange (locação);**L** = Desmoldante protetor para fôrmas de madeira, de base oleosa emulsionada em água;**M** = Tábua madeira 2A qualidade 2,5 x 20 cm (1 x 8") não aparelhada;**N** = Prego de aço polido com cabeça dupla 1½ 27 (2 1/2 x 11).

A2 - EDIFÍCIO COM ESTRUTURA EM PAREDES E LAJES DE CONCRETO, MOLDADAS *IN LOCO* COM O USO DE FÔRMAS MANUSEÁVEIS DE ALUMÍNIO

Na Tabela A4 serão apresentadas composições do SINAPI para montagem/desmontagem de fôrmas manuseáveis (paredes, lajes e platibanda).

Tabela A4. Tabela síntese das composições SINAPI de montagem/desmontagem de fôrmas de parede e laje de concreto com fôrma de alumínio

Item	Descrição	Coeficiente por item			
		H.h/m ²	Carpinteiro (A)	Servente (B)	Desmoldante (C)
1	Fôrmas manuseáveis para paredes de concreto moldadas <i>in loco</i> , de edificações de múltiplos pavimentos, em platibanda. AF_06/2015	0,2537	0,1828	0,0333	0,0028
2	Fôrmas manuseáveis para paredes de concreto moldadas <i>in loco</i> , de edificações de múltiplos pavimentos, em faces internas de paredes. AF_06/2015	0,3954	0,2848	0,0333	0,0028
3	Fôrmas manuseáveis para paredes de concreto moldadas <i>in loco</i> , de edificações de múltiplos pavimentos, em lajes. AF_06/2015	0,5066	0,3649	0,0333	0,0028
4	Fôrmas manuseáveis para paredes de concreto moldadas <i>in loco</i> , de edificações de múltiplos pavimentos, em panos de fachada com vãos. AF_06/2015	0,3533	0,2545	0,0333	0,0028
5	Fôrmas manuseáveis para paredes de concreto moldadas <i>in loco</i> , de edificações de múltiplos pavimentos, em panos de fachada sem vãos. AF_06/2015	0,3136	0,2259	0,0333	0,0028
6	Fôrmas manuseáveis para paredes de concreto moldadas <i>in loco</i> , de edificações de múltiplos pavimentos, em panos de fachada com varandas. AF_06/2015	0,3853	0,2776	0,0333	0,0028
7	Fôrmas manuseáveis para paredes de concreto moldadas <i>in loco</i> , de edificações de pavimento único, em faces internas de paredes. AF_06/2015	0,2951	0,2126	0,0333	0,0028
8	Fôrmas manuseáveis para paredes de concreto moldadas <i>in loco</i> , de edificações de pavimento único, em lajes. AF_06/2015	0,3781	0,2723	0,0333	0,0028
9	Fôrmas manuseáveis para paredes de concreto moldadas <i>in loco</i> , de edificações de pavimento único, em panos de fachada com vãos. AF_06/2015	0,2636	0,1899	0,0333	0,0028
10	Fôrmas manuseáveis para paredes de concreto moldadas <i>in loco</i> , de edificações de pavimento único, em panos de fachada sem vãos. AF_06/2015	0,2240	0,1614	0,0333	0,0028
11	Fôrmas manuseáveis para paredes de concreto moldadas <i>in loco</i> , de edificações de pavimento único, em panos de fachada com varanda. AF_06/2015	0,2957	0,2130	0,0333	0,0028

LEGENDA

A = Ajudante de carpinteiro com encargos complementares;

B = Carpinteiro de fôrmas com encargos complementares;

C = Desmoldante protetor para fôrmas de madeira, de base oleosa emulsionada em água;

D = Sistema de fôrmas manuseáveis de alumínio, para edificação residencial unifamiliar com paredes de concreto moldadas *in loco*, em conformidade com o orçamento referencial 9658: unidade habitacional térea com 38 m², com sala, circulação, dois quartos, banheiro, cozinha e tanque externo (sem cobertura) (coletado caixa).



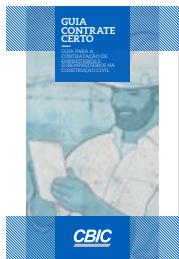


**CONHEÇA OUTRAS
PUBLICAÇÕES CBC**

CONHEÇA OUTRAS PUBLICAÇÕES CBIC

Acesse o site da CBIC (www.cbic.org.br/publicacoes) e baixe os livros gratuitamente.
Disponível em português, inglês e espanhol.

RELAÇÕES TRABALHISTAS



Guia Contrate Certo - Guia para a Contratação de Empreiteiros e Subempreiteiros na Construção Civil
Ano: 2014



Guia Orientativo de Áreas de Vivência
Ano: 2015



Guia Orientativo de Segurança
Ano: 2015



Guia Orientativo de Incentivo à Formalidade
Ano: 2016

TECNOLOGIA E INOVAÇÃO



Guia Orientativo para Atendimento à Norma NBR 15.575/2013
Ano: 2013



Guia Nacional para a Elaboração do Manual de Uso, Operação e Manutenção das Edificações
Ano: 2014



Coletânea Implementação do BIM - Volumes I a V
Ano: 2016



Boas Práticas para Entrega do Empreendimento Desde a sua Concepção
Ano: 2016



Catálogo de Inovação na Construção Civil
Ano: 2016

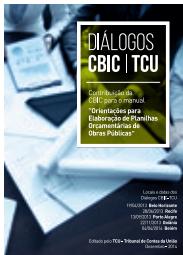


Catálogo de Normas Técnicas Edificações
Ano: 2016



Análise dos Critérios de Atendimento à Norma de Desempenho ABNT NBR 15.575
Ano: 2016

INFRAESTRUTURA (OBRAIS PÚBLICAS E CONCESSÕES)



Diálogos CBIC | TCU Contribuição da CBIC para o Manual “Orientações para Elaboração de Planilhas Orçamentárias de Obras Públicas”
Ano: 2014



Propostas para Reforma da Lei de Licitações
Ano: 2015



Report International Meeting Infrastructure and PPPs
Ano: 2015



Investimento em Infraestrutura e Recuperação da Economia
Ano: 2015



Ciclo de Eventos Regionais Concessões e PPPs - Volumes I e II
Ano: 2015/2016



Um Debate Sobre Financiamento de Longo Prazo para Infraestrutura
Ano: 2016



PAC - Avaliação do Potencial de Impacto Econômico
Ano: 2016



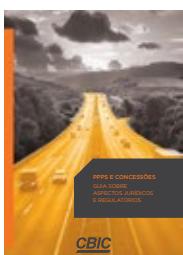
PAC - Radiografia dos Resultados 2007 a 2015
Ano: 2016



PPPs e Concessões - Guia para Organização de Empresas em Consórcios
Ano: 2016
Disponível também em inglês e espanhol



PPPs e Concessões - Propostas para Ampliar a Aplicação em Estados e Municípios
Ano: 2016
Disponível também em inglês e espanhol



PPPs e Concessões - Guia sobre Aspectos Jurídicos e Regulatórios
Ano: 2016
Disponível também em inglês e espanhol



PPPs e Concessões - Propostas para Ampliar a Participação de Empresas (2ª Edição)
Ano: 2016

RESPONSABILIDADE SOCIAL E EMPRESARIAL



Plataforma Liderança Sustentável
Ano: 2016
cbic.org.br/liderancasustentavel



Guia de Ética e Compliance para Instituições e Empresas do Setor da Construção
Ano: 2016
Disponível também em inglês e espanhol



Código de Conduta Concorrencial
Ano: 2016
Disponível também em inglês e espanhol



Ética & Compliance na Construção Civil: Fortalecimento do Controle Interno e Melhoria dos Marcos Regulatórios & Práticas
Ano: 2016
Disponível também em inglês e espanhol

MEIO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE



Manual de Implantação do Conselho de Desenvolvimento da Cidade
Ano: 2014



Guia de Compra Responsável na Construção
Ano: 2015



Mapeamento de Incentivos Econômicos para a Construção Sustentável
Ano: 2015



Guia de Orientação para Licenciamento Ambiental
Ano: 2015

MERCADO IMOBILIÁRIO



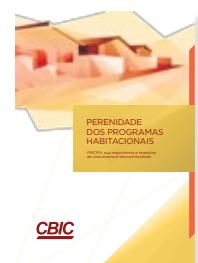
O Custo da Burocracia no Imóvel
Ano: 2014



I Encontro Nacional sobre Licenciamentos na Construção
Ano: 2014



Melhorias no Sistema de Crédito Imobiliário - O Sistema Brasileiro de Poupança e Empréstimo e o Crédito Habitacional
Ano: 2015



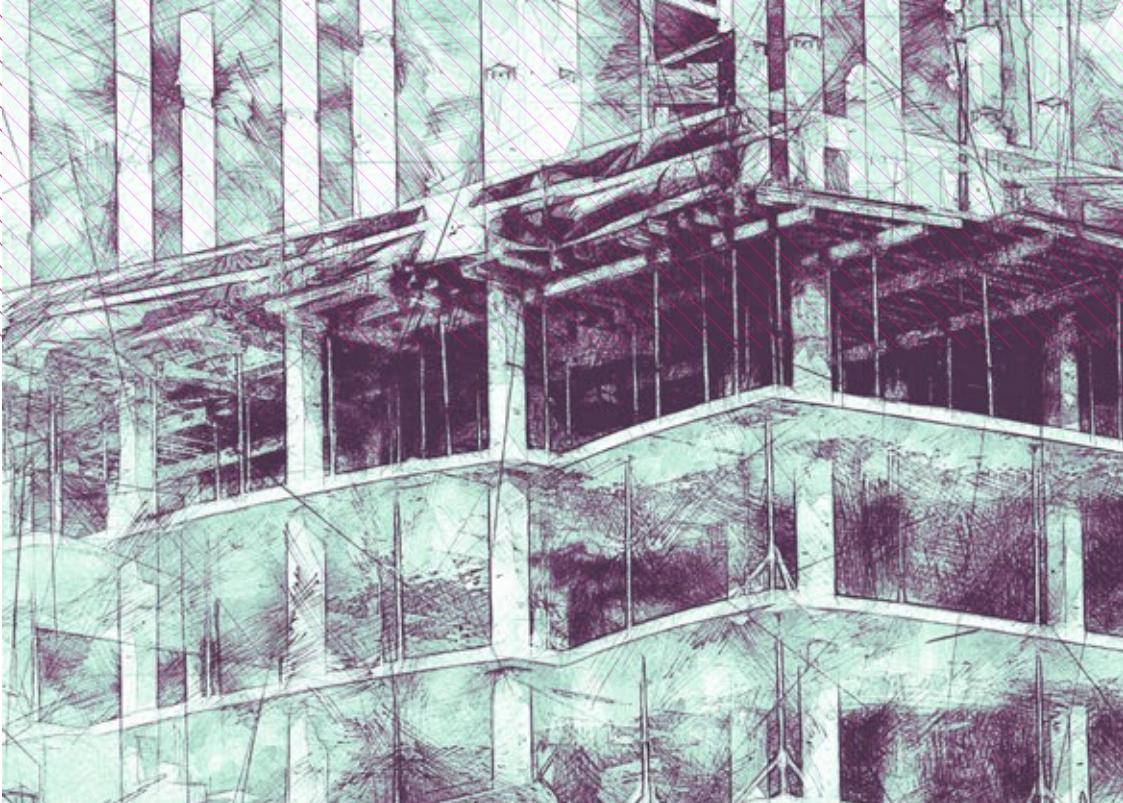
Perenidade dos Programas Habitacionais - PMCMV:
Sua Importância e Impacts de uma Eventual Descontinuidade
Ano: 2016

correalização



realização





correalização



realização

