



**Núcleo**  
Parede de Concreto

## Boas Práticas

# Fluxo de produção da estrutura



Empresas participantes:





## Como determinar o ciclo de produção e ganhar eficiência na execução de paredes de concreto moldadas no local para edifícios altos

### Log Gestão de Obras

Arq. Carlos Chaves

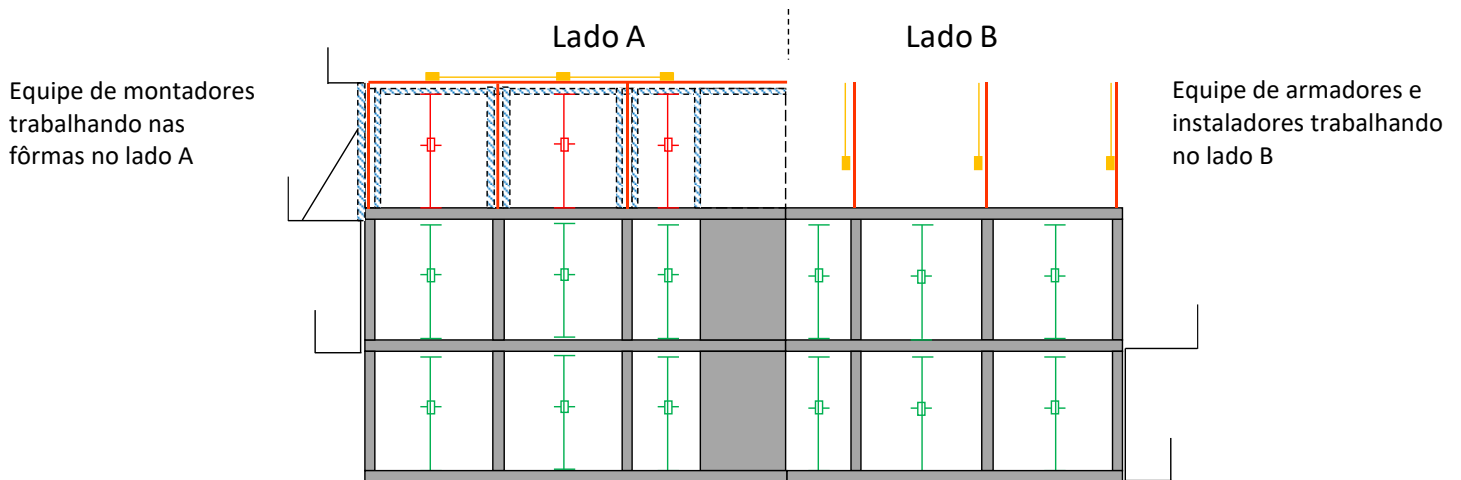
O sistema de paredes de concreto moldadas no local com fôrmas manoportáveis, que podem ser montadas e desformadas manualmente, possui um grande potencial de velocidade de execução. Isso ocorre porque podemos concretar as paredes e as lajes ao mesmo tempo, saindo com os painéis de fôrmas pelas portas dos ambientes prontos\*. Para determinarmos o ciclo de produção de uma estrutura com esse sistema, precisamos definir a quantidade de fôrmas que teremos à disposição:

- o máximo de fôrmas que podemos empregar deve ser equivalente à metade do pavimento tipo mais a área comum (escada, elevadores, hall). Dessa maneira, teremos a melhor otimização da mão de obra de montadores, armadores e instaladores. Não adianta termos 100% das fôrmas de um pavimento pois, enquanto estamos na montagem, os armadores e instaladores ficam parados. E, após a concretagem, esse problema se inverte: os armadores e instaladores trabalham nas paredes e os montadores esperam;

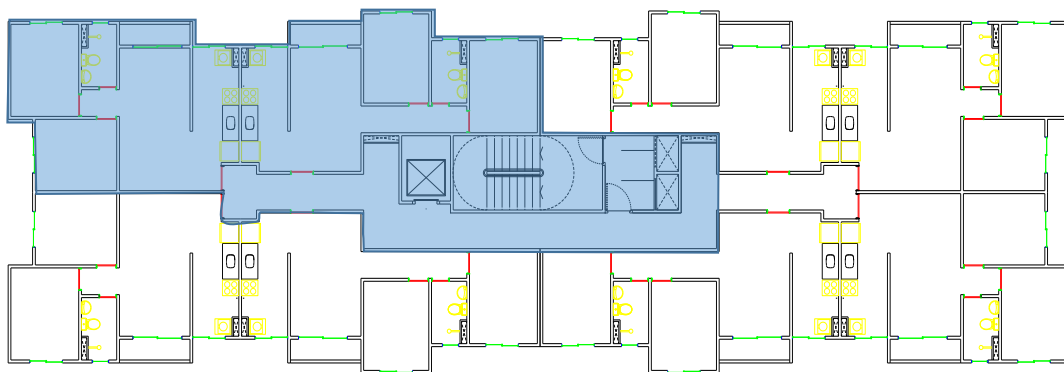
(\*) Neste artigo, não estamos analisando a execução com fôrmas pesadas, onde as paredes são concretadas primeiro, desformadas com o uso de grua e, somente depois, as lajes são montadas e concretadas.

Empresas participantes:





- O mínimo de fôrmas depende da simetria do pavimento tipo, de maneira que possamos dividir em várias concretagens e utilizar o máximo possível dos painéis em cada uma delas;



*Exemplo com a utilização de 1/4 de jogo de fôrmas + a área de escada*

- O prazo para cada concretagem dependerá da quantidade de fôrmas. Como um ponto de partida, podemos adotar o máximo de 500 m<sup>2</sup> a serem montados por dia. Esse parâmetro pode variar em função do número de ambientes, paredes pequenas, bonecas de portas etc. Além disso, a primeira concretagem de cada ciclo demora um pouco mais, pois as fôrmas virão do pavimento inferior.

Empresas participantes:



- Importante definir, ainda na fase de projeto, com as premissas arquitetônicas e estruturais, quais paredes serão estruturais, ou seja, que serão executadas em concreto e, conseqüentemente, farão parte do conjunto de fôrmas. As demais paredes de vedação serão executadas depois e, preferencialmente, em *drywall*.



*Vedações internas executadas em drywall*

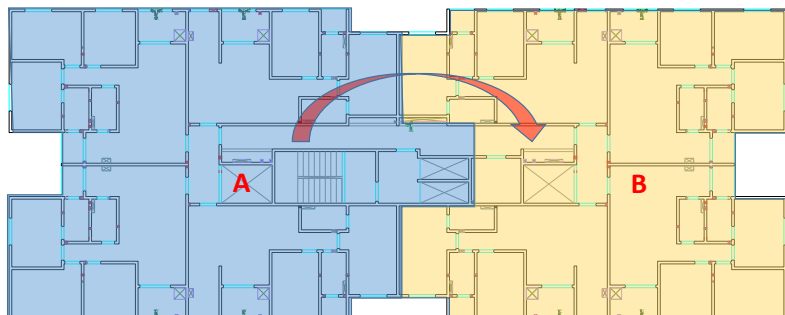
## Ciclo por pavimento

Confira a seguir dois exemplos de jogos de fôrmas. Esses ciclos consideram que as equipes já passaram pelo período de aprendizado e conhecimento das fôrmas.

Empresas participantes:



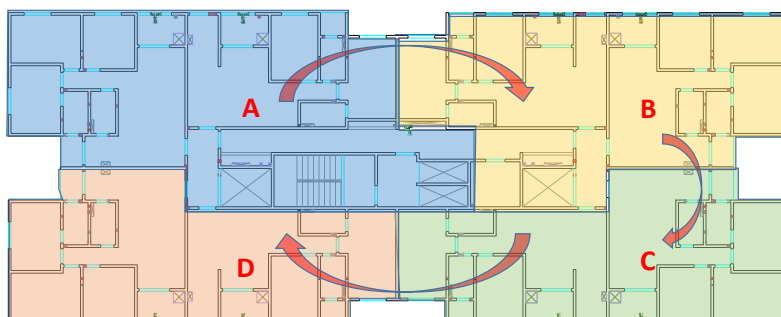
## Duas concretagens por pavimento – ½ jogo de fôrmas



Ciclo estimado em “voe de cruzeiro”:  
Trecho A ~ 1.000 m<sup>2</sup> = 2 dias  
Trecho B ~ 900 m<sup>2</sup> = 2 dias  
4 dias trabalhados por pavimento  
**5 pavimentos por mês**

Consideramos apenas dois dias para o trecho A pois, durante a execução do trecho B, a equipe de montadores já inicia a montagem da escada e área comum do pavimento seguinte, praticamente igualando a quantidade de fôrmas a serem montadas em cada ciclo.

## Quatro concretagens por pavimento – ¼ jogo de fôrmas



Ciclo estimado:  
Trecho A ~ 700m<sup>2</sup> = 2 dias  
Trecho B ~ 600m<sup>2</sup> = 2 dias  
Trecho C ~ 300m<sup>2</sup> = 1 dia  
Trecho D ~ 300m<sup>2</sup> = 1 dia  
6 dias trabalhados por pavimento  
**3,5 pavimentos por mês**

Idem para este caso: durante a execução dos trechos B, C e D, a equipe de montadores já inicia a montagem da escada e área comum do pavimento seguinte.

## Linha de balanço

Conhecendo o prazo de cada laje, podemos planejar o fluxo de produção de toda a estrutura. Veja abaixo o exemplo de duas Linhas de Balanço, utilizando os ciclos citados com ½ e ¼ de jogos de fôrmas e considerando um edifício com 30 pavimentos tipo. Note que estimamos ciclos maiores nas primeiras lajes para aprendizado e organização da produção.

Empresas participantes:





# Fluxo de produção da estrutura

| Meses   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8  |
|---------|---|---|---|---|---|---|---|----|
| 30º Pav |   |   |   |   |   |   |   | P1 |
| 29º Pav |   |   |   |   |   |   |   | P1 |
| 28º Pav |   |   |   |   |   |   |   | P1 |
| 27º Pav |   |   |   |   |   |   |   | P1 |
| 26º Pav |   |   |   |   |   |   |   | P1 |
| 25º Pav |   |   |   |   |   |   |   | P1 |
| 24º Pav |   |   |   |   |   |   |   | P1 |
| 23º Pav |   |   |   |   |   |   |   | P1 |
| 22º Pav |   |   |   |   |   |   |   | P1 |
| 21º Pav |   |   |   |   |   |   |   | P1 |
| 20º Pav |   |   |   |   |   |   |   | P1 |
| 19º Pav |   |   |   |   |   |   |   | P1 |
| 18º Pav |   |   |   |   |   |   |   | P1 |
| 17º Pav |   |   |   |   |   |   |   | P1 |
| 16º Pav |   |   |   |   |   |   |   | P1 |
| 15º Pav |   |   |   |   |   |   |   | P1 |
| 14º Pav |   |   |   |   |   |   |   | P1 |
| 13º Pav |   |   |   |   |   |   |   | P1 |
| 12º Pav |   |   |   |   |   |   |   | P1 |
| 11º Pav |   |   |   |   |   |   |   | P1 |
| 10º Pav |   |   |   |   |   |   |   | P1 |
| 9º Pav  |   |   |   |   |   |   |   | P1 |
| 8º Pav  |   |   |   |   |   |   |   | P1 |
| 7º Pav  |   |   |   |   |   |   |   | P1 |
| 6º Pav  |   |   |   |   |   |   |   | P1 |
| 5º Pav  |   |   |   |   |   |   |   | P1 |
| 4º Pav  |   |   |   |   |   |   |   | P1 |
| 3º Pav  |   |   |   |   |   |   |   | P1 |
| 2º Pav  |   |   |   |   |   |   |   | P1 |
| 1º Pav  |   |   |   |   |   |   |   | P1 |

Com ½ jogo de fôrmas, teremos toda a estrutura (paredes estruturais, escadas, lajes) executada em 7,5 meses.

| Meses   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| 30º Pav |   |   |   |   |   |   |   |   |   | P1 |
| 29º Pav |   |   |   |   |   |   |   |   |   | P1 |
| 28º Pav |   |   |   |   |   |   |   |   |   | P1 |
| 27º Pav |   |   |   |   |   |   |   |   |   | P1 |
| 26º Pav |   |   |   |   |   |   |   |   |   | P1 |
| 25º Pav |   |   |   |   |   |   |   |   |   | P1 |
| 24º Pav |   |   |   |   |   |   |   |   |   | P1 |
| 23º Pav |   |   |   |   |   |   |   |   |   | P1 |
| 22º Pav |   |   |   |   |   |   |   |   |   | P1 |
| 21º Pav |   |   |   |   |   |   |   |   |   | P1 |
| 20º Pav |   |   |   |   |   |   |   |   |   | P1 |
| 19º Pav |   |   |   |   |   |   |   |   |   | P1 |
| 18º Pav |   |   |   |   |   |   |   |   |   | P1 |
| 17º Pav |   |   |   |   |   |   |   |   |   | P1 |
| 16º Pav |   |   |   |   |   |   |   |   |   | P1 |
| 15º Pav |   |   |   |   |   |   |   |   |   | P1 |
| 14º Pav |   |   |   |   |   |   |   |   |   | P1 |
| 13º Pav |   |   |   |   |   |   |   |   |   | P1 |
| 12º Pav |   |   |   |   |   |   |   |   |   | P1 |
| 11º Pav |   |   |   |   |   |   |   |   |   | P1 |
| 10º Pav |   |   |   |   |   |   |   |   |   | P1 |
| 9º Pav  |   |   |   |   |   |   |   |   |   | P1 |
| 8º Pav  |   |   |   |   |   |   |   |   |   | P1 |
| 7º Pav  |   |   |   |   |   |   |   |   |   | P1 |
| 6º Pav  |   |   |   |   |   |   |   |   |   | P1 |
| 5º Pav  |   |   |   |   |   |   |   |   |   | P1 |
| 4º Pav  |   |   |   |   |   |   |   |   |   | P1 |
| 3º Pav  |   |   |   |   |   |   |   |   |   | P1 |
| 2º Pav  |   |   |   |   |   |   |   |   |   | P1 |
| 1º Pav  |   |   |   |   |   |   |   |   |   | P1 |

Empresas participantes:





Com ¼ de jogo de fôrmas, teremos toda a estrutura (paredes estruturais, escadas, lajes) executada em 10 meses.

## Cálculo de equipes

Com o ciclo definido e adotando a produtividade média de 20m<sup>2</sup> de fôrmas por montador por dia, podemos calcular o número de montadores necessários para cada opção:

Para ½ jogo de fôrmas teremos:

- Trechos A e B (média de 950 m<sup>2</sup> de fôrmas em 2 dias cada):

$$\frac{950 \text{ m}^2}{\frac{20\text{m}^2/\text{montador}/\text{dia}}{2 \text{ dias}}} = 24 \text{ montadores}$$

Para ¼ de jogo de fôrmas, teremos:

- Trechos A e B (média de 650 m<sup>2</sup> de fôrmas em 2 dias cada):

$$\frac{650 \text{ m}^2}{\frac{20\text{m}^2/\text{montador}/\text{dia}}{2 \text{ dias}}} = 16 \text{ montadores}$$

- Trechos C e D (média de 300 m<sup>2</sup> de fôrmas):

$$\frac{300 \text{ m}^2}{\frac{20\text{m}^2/\text{montador}/\text{dia}}{1 \text{ dia}}} = 15 \text{ montadores}$$

Empresas participantes:



## Em resumo:

|                                 |  |
|---------------------------------|--|
| <b>PARA ½ JOGO DE FÔRMAS</b>    | Execução de 30 pavimentos tipo em 7,5 meses, com uma média de 24 montadores. |
| <b>PARA ¼ DE JOGO DE FÔRMAS</b> | Execução de 30 pavimentos tipo em 10 meses, com uma média de 16 montadores.  |

Além dos montadores, teremos armadores e instaladores em quantidade suficiente para atender aos ciclos definidos.

## Cuidados relevantes

Algumas medidas devem ser adotadas para atingirmos o máximo de eficiência do sistema:

- A cada montagem, utilizar todos os travamentos, alinhadores, esquadros etc., definidos pelo fornecedor;
- Posicionar as telas, vergalhões e eletrodutos com o número suficiente de **espaçadores** para garantir o posicionamento determinado em projeto;
- Atenção especial deve ser dada à conferência da geometria da estrutura **antes** de cada concretagem, pois isso evitará retrabalhos e facilitará atividades posteriores como, por exemplo, a montagem de kits, instalação de portas e esquadrias etc.;
- Utilizar somente **concreto autoadensável**, pois somente essa tecnologia garantirá o preenchimento total das fôrmas, sem “bicheiras”, ou grandes bolhas de ar na superfície das paredes e lajes;

Empresas participantes:





## Fluxo de produção da estrutura

- Iniciar a desforma pelos painéis designados e com os equipamentos indicados e/ou fornecidos pelo fornecedor das fôrmas;
- Aplicar agente de **cura** química adequado ao sistema nas paredes e lajes, logo após a desforma;
- Limpar todos os painéis a cada desforma, removendo qualquer resíduo de concreto e aplicando **desmoldante** vegetal em todas as superfícies de contato.

Tomando esses cuidados, teremos uma estrutura pronta para receber os demais subsistemas. E adotando ciclos compatíveis com o da estrutura, atingiremos o máximo potencial do sistema, sem retrabalhos e com a terminalidade garantida.

Empresas participantes:

