

# PAREDE DE CONCRETO

velocidade com qualidade



## COLETÂNEA DE ATIVOS

2008/2009



**Comunidade  
da Construção**  
Sistemas à base de cimento



## **COLETÂNEA DE ATIVOS**

**\_projeto / normalização**

**\_fôrmas**

**\_concreto**

**\_telas / acessórios**

**\_segurança do trabalho**

**\_modulação**

**\_rastreadibilidade**

# **PAREDE DE CONCRETO**

**COLETÂNEA DE ATIVOS**

## A INDUSTRIALIZAÇÃO CHEGOU

Por muitos anos, a industrialização da construção civil, sonho de empresários e profissionais, ficou restrita a plantas de fábricas e a alguns grandes empreendimentos comerciais. Com exceção de conjuntos habitacionais populares de concepção urbanística duvidosa, a produção em grande escala com qualidade não era uma demanda da área habitacional, cujo consumidor sofria com a falta de financiamento e de opções adequadas e acessíveis.

O mercado imobiliário brasileiro mudou radicalmente nos últimos anos com a oferta de crédito, a ponto de termos hoje uma nova nomenclatura para classificar os empreendimentos imobiliários, a começar dos econômicos. Seguindo essa realidade de mercado, surgiram também empresas estruturadas para abastecer essa nova e crescente demanda. Ao abrir o capital, essas organizações se capitalizaram – em que pese o recente período de turbulência financeira – e souberam aproveitar um nicho bastante promissor, que ainda tardará a se esgotar.

Assim como as empresas, temos hoje sistemas construtivos que exibem segurança, agilidade, velocidade de construção, qualidade e economia – o que não significa a existência de uma tecnologia acabada. Aliás, o propósito desta segunda edição da Coletânea de Ativos do sistema PAREDE DE CONCRETO é justamente mostrar como um sistema construtivo pode sempre melhorar, agregando massa crítica e reflexões que visam a melhoria contínua.

### onde estamos

A Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP), a Associação Brasileira de Serviços de Concretagem (ABESC) e o Instituto Brasileiro de Telas Soldadas (IBTS) desenvolvem ações que auxiliam o mercado a melhor entender e usar o sistema PAREDE DE CONCRETO desde 2007. Nesse período, grupos de empresas e profissionais do setor, sob a liderança dessas instituições, integraram missões técnicas e trocaram informações que vêm ajudando a desenvolver enormemente esse sistema no Brasil.

Em 2009, ao lado de inúmeras obras que já utilizam o sistema PAREDE DE CONCRETO, em todos os segmentos, celebramos o lançamento da segunda edição da Coletânea de Ativos – Parede de Concreto. Nela, incluímos novas e importantes visões – como a coordenação modular do sistema, seu alinhamento com a segurança do trabalho, por meio do atendimento da NR 18, a revisão das propostas de normas, incluindo agora orientações para edifícios altos (acima de 5 pavimentos), ferramenta para a rastreabilidade da execução das obras – aspecto fundamental para registrar o processo e melhorá-lo – e, ainda, um Relatório de Comportamento Estrutural realizado pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT, sob coordenação do engenheiro José Roberto Braguim.

Ao completar três anos de trabalho, temos a convicção de que o sistema PAREDE DE CONCRETO já é uma opção técnica e econômica para atender ao mercado imobiliário brasileiro.

## OS ATIVOS

Esta publicação possui 13 novos Ativos, concebidos e realizados para que o sistema PAREDE DE CONCRETO possa contar com ferramentas adequadas para sua adoção no mercado brasileiro. Eles incluem orientações importantes sobre o projeto das edificações, escolha do sistema construtivo e do sistema de fôrmas, concreto e armaduras.

Como novidade, a Coletânea traz informações também sobre segurança do trabalho, modulação e rastreabilidade do sistema. São tópicos que agregam mais valor a um sistema que vem se mostrando muito oportuno para a atual demanda das construtoras brasileiras.

natureza	ativos
<b>projeto/ normalização</b>	1. Revisão das Práticas Recomendadas para Edificações de até 5 pavimentos 2. Orientações para Projetos de Edifícios Altos 3. Relatório de Comportamento Estrutural – Ensaio IPT
<b>fôrmas</b>	4. Modelo de Decisão – Escolha do Sistema de Fôrmas 5. Planilha de Parametrização das Tipologias entre Sistemas para Edifícios Altos
<b>concreto</b>	6. Recomendações de Controle Tecnológico 7. Recomendações para Revestimentos 8. Recomendações de Cura
<b>telas e acessórios</b>	9. Catálogo de Telas e Acessórios para Parede de Concreto
<b>segurança do trabalho</b>	10. NR-18 Comentada para Parede de Concreto 11. Encontro Técnico com Fornecedores (Equipamentos de Segurança)
<b>modulação</b>	12. Caderno Modular
<b>rastreabilidade</b>	13. Rastreabilidade do Sistema Parede de Concreto (Roteiro)

## PROJETO / NORMALIZAÇÃO

### 1\_revisão das práticas recomendadas para edificações de até 5 pavimentos

O trabalho é uma revisão da primeira versão das PRs e serve como texto base para norma técnica sobre “Paredes de concreto armado – Projeto e execução de edificações” limitadas a cinco pavimentos.

### 2\_orientações para projetos de edifícios altos

O texto fixa os requisitos básicos exigíveis para o projeto e a execução de construções em paredes de concreto moldadas *in loco*, com fôrmas removíveis, submetidas a carga axial, com ou sem flexão, concretadas com todos os elementos que farão parte da construção final.

### 3\_relatório de comportamento estrutural – ensaios IPT

O texto contém considerações sobre os resultados dos ensaios realizados pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT em 12 paredes de concreto.

## FÔRMAS

### 4\_modelo de decisão – escolha do sistema de fôrmas

Estruturado em planilha Excel®, o Ativo apresenta as principais variáveis envolvidas na escolha do sistema de fôrmas para um empreendimento com paredes de concreto moldadas *in loco*. O modelo traz informações de naturezas técnica e econômica, de modo que o analista tem uma visão completa dessas variáveis em cada sistema.

### 5\_planilha de parametrização das tipologias entre sistemas para edifícios altos

A ferramenta, desenvolvida em planilha Excel®, aponta valores de grandeza de todas as etapas construtivas dos sistemas Alvenaria Estrutural, Parede de Concreto e Estrutura de Concreto Armado (convencional), permitindo ao analista a parametrização e a comparação entre eles.

## CONCRETO

### 6\_recomendações de controle tecnológico

Etapas de extrema importância para o sistema PAREDE DE CONCRETO, o controle tecnológico do concreto é efetuado em dois momentos – no recebimento do material (estado fresco) e na aceitação da estrutura (concreto endurecido). O trabalho mostra os procedimentos de controle e as responsabilidades envolvidas.

### 7\_recomendações para revestimentos

Na parede de concreto, o revestimento tem função importante (tanto estética como de proteção), baseando-se na exploração de texturas e cores. Este Ativo mostra as opções de revestimentos decorativos (pintura, textura, revestimento cerâmico) e os cuidados antes e depois da concretagem.

### 8\_recomendações de cura

A temperatura correta e a velocidade de hidratação são fatores vitais para a cura do concreto. Este Ativo apresenta as razões para curar o concreto e os procedimentos de cura, além do controle da temperatura.

## TELAS E ACESSÓRIOS

### 9\_catálogo de telas e acessórios para parede de concreto

O Ativo destaca de forma bastante objetiva as funções de telas soldadas e armaduras no sistema Parede de Concreto, alertando também para o uso correto de acessórios. Traz orientações para corte das telas (*in loco* e depois de montada a fôrma), seu posicionamento na parede e cuidados com os elementos embutidos, como caixas de interruptores e tubulações hidráulicas.

## **SEGURANÇA DO TRABALHO**

### **10\_NR-18 comentada para parede de concreto**

A Consolidação das Leis do Trabalho – CLT incorpora um conjunto de Normas Regulamentadoras (NRs) relativas a Segurança e Medicina do Trabalho, entre as quais a NR 18, única específica para a construção civil. Em função disso, José Carlos de Arruda Sampaio, especialista no tema, preparou uma apurada análise da NR 18 aplicada ao sistema PAREDE DE CONCRETO.

### **11\_encontro técnico com fornecedores (equipamentos de segurança)**

Em setembro de 2009, a ABCP recebeu as principais empresas do segmento de fôrmas – Doka, SH Fôrmas, Pashal, Peri, Forsa e Ulma – para uma apresentação de seus sistemas aplicados à PAREDE DE CONCRETO. Esta Coletânea traz a íntegra das apresentações, precedidas de uma detalhada análise quanto a sua adequação à NR 18.

## **MODULAÇÃO**

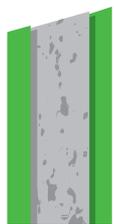
### **12\_caderno modular**

O Caderno Modular aborda, de forma didática e orientativa, a importância da modulação e os meios adequados para adotá-la em projetos e subsistemas. Traz ainda uma ferramenta que simula os principais ganhos ao se adotar a coordenação modular nos projetos, comparando um projeto modulado com outro não modulado.

## **RASTREABILIDADE**

### **13\_rastreabilidade do sistema parede de concreto (roteiro)**

A ação visa criar um banco de dados de empreendimentos residenciais que utilizam o sistema PAREDES DE CONCRETO. Para isso, foi criada uma planilha (anexa) que registra as informações de obras e construtoras. A ferramenta, aplicada em empresas da Comunidade da Construção, está acessível a todos que quiserem utilizá-la.



PAREDE DE  
**CONCRETO**

velocidade com qualidade

projeto /  
normalização

# projeto / normalização



Comunidade  
da Construção

Sistemas à base de cimento

## PROJETO / NORMALIZAÇÃO

A norma técnica é uma grande aliada de empresas e consumidores para garantir a qualidade de produtos e sistemas, sendo, por isso, um grande foco do sistema PAREDE DE CONCRETO. Na primeira edição da Coletânea de Ativos (2007 / 2008), a Comunidade da Construção divulgou duas práticas recomendadas para a adoção do sistema PAREDE DE CONCRETO nas obras brasileiras, sendo uma delas o texto base para uma norma técnica sobre projeto e execução de edificações com paredes de concreto limitadas a cinco pavimentos; e outro trabalho que facilita a implantação padronizada do sistema nos canteiros de obra.

Nesta segunda edição, a Coletânea de Ativos traz três temas, que incluem a revisão das PRs para edifícios de até cinco andares e algumas novidades. O trabalho contempla Orientações para Projetos de Edifícios Altos e ensaios do Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo (IPT) sobre o comportamento estrutural do sistema construtivo.

### ATIVOS DISPONÍVEIS:

- Revisão das Práticas Recomendadas para edificações de até 5 pavimentos .....05
- Orientações para Projetos de Edifícios Altos .....25
- Relatório de Comportamento Estrutural - Ensaios IPT .....45

Paredes de concreto armado  
Projeto e execução de edificações

Resistência limite sob solicitação normal  
Resistência de cálculo

A resistência de cálculo

## APRESENTAÇÃO

O trabalho é uma revisão da primeira versão das PRs, que serve como texto base para a norma técnica sobre “Paredes de concreto armado – Projeto e execução de edificações” limitadas a cinco pavimentos. Ele relaciona uma série de diretrizes e critérios de desempenho que devem referenciar os usuários do sistema. De acordo com essa proposta, a norma deve contemplar:

- Escopo da norma / Referências normativas / Termos e definições / Simbologia
- Requisitos gerais de qualidade da estrutura e do projeto
- Diretrizes para a durabilidade das estruturas de concreto
- Critérios de projeto que visam a durabilidade / Propriedades dos materiais
- Comportamento conjunto dos materiais / Segurança e estados limites
- Ações / Resistências / Limites para dimensões, deslocamentos e aberturas de fissuras
- Análise estrutural / Instabilidade e efeitos de segunda ordem
- Princípios gerais de dimensionamento, verificação e detalhamento
- Dimensionamento / Dano acidental e colapso progressivo / Disposições construtivas

O trabalho serve-se de um amplo estudo das normas técnicas brasileiras para atender às diretrizes propostas. Essas normas são:

- ABNT NBR 6118 – Projeto de estruturas de concreto
- ABNT NBR 6120 – Cargas para o cálculo de estruturas de edificações
- ABNT NBR 6123 – Forças devidas ao vento em edificações
- ABNT NBR 7480 – Aço destinado a armaduras para estruturas de concreto armado – Especificação
- ABNT NBR 7481 – Tela de aço soldada – Armadura para concreto
- ABNT NBR 8681 – Ações e segurança nas estruturas
- ABNT NBR 8953 – Concreto para fins estruturais – Classificação por grupos de resistência
- ABNT NBR 14862 – Armaduras treliçadas eletrossoldadas – Requisitos

O documento aborda o sistema PAREDE DE CONCRETO com o rigor técnico esperado para uma norma técnica e apresenta-se suficientemente claro e didático para que seja usado como referência no mercado. Para se chegar a esse resultado, foi fundamental a contribuição de um grupo de respeitados profissionais, que cederam tempo e conhecimento para elaborar este trabalho.

## **REVISÃO DAS PRÁTICAS RECOMENDADAS PARA EDIFICAÇÕES DE ATÉ 5 PAVIMENTOS**

### **SUMÁRIO**

- 1\_ escopo**
- 2\_ referências normativas**
- 3\_ termos e definições**
- 4\_ simbologia**
- 5\_ requisitos gerais de qualidade da estrutura e do projeto**
- 6\_ diretrizes para a durabilidade das estruturas de concreto**
- 7\_ critérios de projeto que visam a durabilidade**
- 8\_ propriedades dos materiais**
- 9\_ comportamento do conjunto dos materiais**
- 10\_ segurança e estados limites**
- 11\_ ações**
- 12\_ resistências**
- 13\_ limites para dimensões, deslocamentos e aberturas de fissuras**
- 14\_ análise estrutural**
- 15\_ instabilidade e efeitos de segunda ordem**
- 16\_ princípios gerais de dimensionamento, verificação e detalhamento**
- 17\_ dimensionamento**
- 18\_ dano acidental e colapso progressivo**
- 19\_ disposições construtivas**

## 1\_ESCOPO

Este documento fixa os requisitos básicos exigíveis para o projeto e a execução de construções em paredes de concreto moldadas *in loco*, com fôrmas removíveis.

Este documento aplica-se ao projeto de paredes submetidas a carga axial, com ou sem flexão, concretadas com todos os elementos que farão parte da construção final, tais como detalhes de fachada (frisos, rebaixos), armaduras distribuídas e localizadas, instalações elétricas (e algumas hidráulicas) embutidas.

Este documento estabelece as disposições construtivas e as condições de cálculo para diferentes tipos de concreto.

Este documento tem seu campo de aplicação limitado a:

- Edifícios de até cinco pavimentos, estruturados por paredes de concreto;
- Lajes de vão luz com dimensão máxima de 4 m e sobrecarga máxima de 300 kgf/m<sup>2</sup> (não se admitem lajes pré-moldadas);
- Piso a piso máximo da construção igual a 3 m;
- Dimensões em planta de no mínimo 8 m.

Este documento não se aplica a:

- Construção de paredes pré-fabricadas;
- Construções moldadas *in loco* com fôrmas incorporadas;
- Construções com paredes curvas;
- Construções com paredes submetidas ao carregamento predominantemente horizontal, como muros de arrimo ou reservatórios.

## 2\_REFERÊNCIAS NORMATIVAS

ABNT NBR 6118 – Projeto de estruturas de concreto

ABNT NBR 6120 – Cargas para o cálculo de estruturas de edificações

ABNT NBR 6123 – Forças devidas ao vento em edificações

ABNT NBR 7480 – Aço destinado a armaduras para estruturas de concreto armado – Especificação

ABNT NBR 7481 – Tela de aço soldada – Armadura para concreto

ABNT NBR 8681 – Ações e segurança nas estruturas

ABNT NBR 8953 – Concreto para fins estruturais – Classificação por grupos de resistência

ABNT NBR 14862 – Armaduras treliçadas eletrossoldadas – Requisitos

## 3\_TERMOS E DEFINIÇÕES

Para efeitos deste documento aplicam-se as definições da ABNT NBR 6118.

## 4\_SIMBOLOGIA

Conforme ABNT NBR 6118.

## **5\_REQUISITOS GERAIS DE QUALIDADE DA ESTRUTURA E DO PROJETO**

### **5.1\_requisitos de qualidade da estrutura**

Uma estrutura em paredes de concreto deve ser projetada e construída de modo que:

- Resista a todas as ações que sobre ela produzam efeitos significativos tanto na sua construção quanto durante a sua vida útil;
- Sob as condições ambientais previstas na época de projeto e, quando utilizada conforme preconizado em projeto, conserve sua segurança, estabilidade e aptidão em serviço durante o período correspondente à sua vida útil;
- Contemple detalhes construtivos que possibilitem manter a estabilidade pelo tempo necessário à evacuação quando da ocorrência de ações excepcionais localizadas, como explosões e impactos.

### **5.2\_requisitos de qualidade do projeto**

O projeto de uma estrutura em paredes de concreto deve ser elaborado adotando-se:

- Sistema estrutural adequado à função desejada para a edificação;
- Combinação de ações compatíveis e representativas;
- Dimensionamento e verificação de todos elementos estruturais presentes;
- Especificação de materiais apropriados e de acordo com os dimensionamentos efetuados;
- Procedimentos de controle para projeto.

### **5.3\_documentação do projeto de estruturas de paredes de concreto**

O projeto estrutural deve ser constituído por desenhos e especificações. Esses documentos devem conter informações claras, corretas e consistentes entre si, tornando possível a execução da estrutura de acordo com os critérios adotados.

O projeto deve apresentar desenhos contendo as plantas de fôrmas e elevações das paredes com a respectiva armação. Sempre que necessários, devem ser apresentados: localização de pontos de reforços, detalhes de amarração de paredes com paredes, paredes com laje e posicionamento de juntas de controle ou construtivas.

## **6\_DIRETRIZES PARA A DURABILIDADE DAS ESTRUTURAS DE CONCRETO**

Aplicam-se as exigências da ABNT NBR 6118.

## 7 CRITÉRIOS DE PROJETO QUE VISAM A DURABILIDADE

Aplicam-se as exigências da ABNT NBR 6118, para os concretos normais, tipo N, conforme 8.1. As paredes devem ter cobrimentos de armaduras referentes a pilares da referida norma.

Para os outros tipos de concreto (L1, L2 e M), não se aplicam os requisitos de 7.4.2 da NBR 6118:2003, devendo ser feitas adaptações devidamente comprovadas por meio de ensaios acelerados ou não, modelos de previsão etc.

## 8 PROPRIEDADES DOS MATERIAIS

### 8.1 concreto

Para efeitos deste documento consideram-se as classes de concreto conforme a Tabela 1, exclusivamente para as paredes de concreto. As lajes e quaisquer outros elementos de concreto armado devem seguir as especificações da NBR 6118, inclusive quanto ao concreto empregado.

Tabela 1 – Classes de concreto para execução das paredes estruturais

tipo	descrição	massa específica kg/m <sup>3</sup>	resistência à compressão mínima MPa
L1	Concreto celular	1500 a 1600	4
L2	Concreto com agregado leve	1500 a 1800	20
M	Concreto com ar incorporado	1900 a 2000	6
N	Concreto normal	2000 a 2800	20

As classes L1 e M com resistência igual à resistência mínima especificada nesta tabela só podem ser utilizadas para paredes de concreto em construções de até dois pavimentos.



**nota:** recomenda-se o uso de concreto com fibras ou outros materiais que diminuam os efeitos da retração.

Para a análise das tensões devidas à retração deve-se utilizar, na falta de ensaios específicos, o que estabelece a ABNT NBR 6118. Ver observação em 14.1.4.

### 8.2 aço

#### 8.2.1 telas soldadas

Conforme ABNT NBR 7481.

#### 8.2.2 barras

Conforme ABNT NBR 7480.

## 9 COMPORTAMENTO DO CONJUNTO DOS MATERIAIS

Conforme ABNT NBR 6118.

## 10\_SEGURANÇA E ESTADOS LIMITES

Conforme ABNT NBR 6118.

## 11\_AÇÕES

### 11.1\_generalidades

As ações a considerar classificam-se de acordo com a ABNT NBR 8681.

Devem ser consideradas todas as cargas laterais a que a parede possa ser submetida, inclusive cargas de desaprumo, de acordo com 11.2 a 11.5.

### 11.2\_esforços solicitantes

O cálculo dos esforços solicitantes deve ser realizado de acordo com os princípios da teoria das estruturas.

Os edifícios de paredes de concreto devem ser contraventados de tal forma que não ocorram grandes deslocamentos relativos entre o topo e a base. Esta condição admite-se atendida quando:

- Dispõem-se paredes resistentes nas duas direções, de modo a proporcionar estabilidade lateral dos componentes e ao conjunto estrutural;
- A laje é calculada como solidária com as paredes resistentes e funcionando como diafragma rígido, de forma a transferir a estas os esforços horizontais. Não se permite o cálculo das reações das lajes por charneiras plásticas e não se pode plastificar apoios.

Estruturas que não se enquadrem nestes requisitos não são objeto desta Prática Recomendada.

### 11.3\_cargas verticais nas paredes

O carregamento vertical das paredes deve considerar todas as cargas atuantes sobre ela, de acordo com a ABNT NBR 6120.

Considera-se que as cargas atuam no plano médio das paredes de concreto, que devem ser calculadas como estruturas de casca plana, podendo seus esforços característicos serem obtidos em regime elástico, desde que as premissas do item 17.2 sejam obedecidas.

#### 11.3.1\_cargas uniformemente distribuídas

As cargas verticais uniformemente distribuídas são aplicadas nas paredes de concreto, que funcionam neste caso como chapas. Em certas situações, as cargas têm um caminhamento inclinado ao longo das paredes de concreto, distribuindo-se inclusive entre paredes adjacentes. Nesta condição, devem ser verificadas as tensões de cisalhamento entre as paredes de concreto. O ângulo limite do caminhamento das cargas é de 45°.

### 11.3.2\_cargas concentradas ou parcialmente distribuídas

Nas paredes estruturais, uma carga concentrada ou parcialmente distribuída pode ser suposta repartida uniformemente em seções horizontais limitadas por um dos planos inclinados a 45° sobre a vertical e passando pelo ponto de aplicação de carga ou pelas extremidades da faixa de aplicação. Deve-se observar a tensão de contato conforme 17.7.

### 11.3.3\_distribuição de cargas devidas às aberturas

Nas seções horizontais acima e abaixo de eventuais aberturas, a distribuição da carga deve ser feita excluindo as zonas limitadas por planos inclinados a 45°, tangentes às bordas da abertura. Observar o dimensionamento destas regiões em 17.8

## 11.4\_cargas horizontais nas paredes

As cargas horizontais que devem ser consideradas são a ação do vento e o desaprumo. A ação do vento deve ser levada em conta no funcionamento global (dimensionamento realizado conforme 17.6 e 17.7).

Considerar o maior esforço dentre aqueles gerados pela ação do vento e o desaprumo.

As ações horizontais previstas nesta Prática Recomendada aplicadas transversalmente às mesmas estão limitadas a uma pressão total de 1 kN/m<sup>2</sup>, incluída a pressão dinâmica do vento. Para ações que excedam essa grandeza deve-se recorrer à ABNT NBR 6118.

### 11.4.1\_ação do vento

Para a consideração da ação do vento deve ser seguida a ABNT NBR 6123.

### 11.4.2\_desaprumo

Para edifícios de múltiplos andares, deve ser considerado um desaprumo global através de um ângulo de desaprumo  $\theta$ , conforme a equação:

$$\theta = \frac{1}{170\sqrt{H}}$$

onde:

$\theta$  é o ângulo de desaprumo, em radianos;

$H$ , é a altura da edificação, em metros.

A consideração deste desaprumo pode ser feita pela aplicação de uma carga horizontal em cada pavimento no valor de:

$$F_{des} = N\theta$$

onde:

$N$  é a carga total do pavimento considerado.

### **11.5\_coeficiente de ponderação dos esforços**

Deve ser adotado um coeficiente de ponderação dos esforços,  $\gamma_f$ , com valor de 1,4. Outros coeficientes já estão considerados na formulação prevista. Para as construções simplificadas, típicas desta Prática Recomendada, não é necessário o estudo de outras combinações.

## **12\_RESISTÊNCIAS**

Conforme ABNT NBR 6118. Tendo em vista o escopo deste documento, a resistência característica à compressão do concreto ( $f_{ck}$ ) não deve ser tomada superior que 40 MPa.

## **13\_LIMITES PARA DIMENSÕES, DESLOCAMENTOS E ABERTURAS DE FISSURAS**

### **13.1\_dimensões mínimas**

A espessura mínima das paredes com altura de até 3 m deve ser de 10 cm, podendo-se utilizar espessura de 8 cm nas paredes internas de edificações de até dois pavimentos. Para paredes com alturas maiores, a espessura mínima deve ser de 1/30 do menor valor entre a altura e metade do comprimento horizontal entre travamentos, obedecendo o disposto em 17.1.

## **14\_ANÁLISE ESTRUTURAL**

### **14.1\_disposições gerais**

#### **14.1.1\_objetivos da análise estrutural**

A análise estrutural deve permitir que se obtenham esforços internos, tensões, deslocamentos e deformações em um elemento ou toda a estrutura, de modo que os estados limites últimos e de serviço possam ser corretamente verificados.

#### **14.1.2\_premissas da análise estrutural**

A análise de uma estrutura de paredes de concreto deve ser realizada considerando o equilíbrio de cada um dos seus elementos e da estrutura como um todo.

O caminho descrito pelas ações, sejam elas verticais ou horizontais, deve estar claramente definido desde o seu ponto de aplicação até a fundação ou onde se suponha o final da estrutura.

#### **14.1.3\_hipóteses básicas**

A análise das estruturas de paredes de concreto pode ser realizada considerando-se um comportamento elástico-linear para os materiais, mesmo para verificação de estados limites

últimos, desde que as tensões de compressão características atuantes não ultrapassem metade do valor da resistência característica à compressão do concreto  $f_{ck}$ .

#### **14.1.4 premissas básicas de concepção de projeto**

As estruturas de paredes de concreto projetadas e construídas de acordo com este documento devem atender às seguintes premissas básicas:

- Comprimento da parede maior ou igual a oito vezes a sua espessura;
- Espessura da parede maior ou igual a 10 cm, ressalvando que nas construções com até dois pavimentos podem ser utilizadas paredes com espessura maior ou igual a 8 cm;
- Paredes predominantemente comprimidas com pequenas excentricidades;
- Resistência característica à compressão no concreto ( $f_{ck}$ ) menor ou igual a 40 MPa.
- Os esforços causados pelas restrições à deformação, como retração e dilatação térmica, devem ser calculados e dimensionados separadamente. Para efeito deste documento devem ser tomadas as providências necessárias para anular estes esforços, tais como juntas de dilatação ou juntas de controle.

### **15 INSTABILIDADE E EFEITOS DE SEGUNDA ORDEM**

#### **15.1 instabilidade global**

De acordo com 15.5 da ABNT NBR 6118:2003.

#### **15.2 instabilidade local**

Despreza-se a instabilidade local na direção da maior dimensão da parede. Na direção da menor dimensão da parede analisar conforme ABNT NBR 6118.

#### **15.3 instabilidade localizada**

De acordo com a ABNT NBR 6118 ou conforme o procedimento de 17.5.

### **16 PRINCÍPIOS GERAIS DE DIMENSIONAMENTO, VERIFICAÇÃO E DETALHAMENTO**

Conforme ABNT NBR 6118.

## 17\_DIMENSIONAMENTO

### 17.1\_generalidades

As paredes devem ser construídas monoliticamente e com armadura de ligação, seja na ligação parede com parede, seja na ligação parede com laje em todas as suas bordas. Qualquer elemento pré-moldado não deve invadir a seção da parede.

As paredes devem ter extremidades com travamento de no mínimo três vezes a espessura da parede. No caso de não ser possível o travamento, a parede deve ser calculada separadamente como pilar ou pilar parede.

As paredes que não estiverem continuamente apoiadas em outro elemento (parede inferior ou fundação contínua) devem ter esta região não apoiada analisada como viga-parede (ver 17.9).

O cálculo das lajes deve seguir as exigências da ABNT NBR 6118.

Não é permitida a abertura de paredes ou sua remoção sem consulta ao projetista da obra. Esta observação deve constar nos desenhos do projeto.

### 17.2\_premissas básicas de dimensionamento

As estruturas de paredes de concreto projetadas e construídas de acordo com este documento devem atender às seguintes premissas básicas:

- Trechos de parede com comprimento menor que oito vezes a sua espessura devem ser dimensionados como pilar ou pilar-parede;
- Trechos de parede que tenham tensão solicitante característica superior a  $0,20 f_{ck}$  devem ser dimensionadas como pilar ou pilar-parede;
- Paredes devem ser dimensionadas à flexo-compressão para o maior valor entre as seguintes excentricidades:
  - $(1,5 + 0,03 t)$  cm, onde  $t$  é a espessura da parede;
  - excentricidade decorrente da pressão lateral do vento não menor que  $1 \text{ kN/m}^2$ ;
- Paredes com excentricidades maiores devem ser calculadas pela ABNT NBR 6118;
- Comprimento equivalente da parede ( $\ell_e$ ), de acordo com a Figura 1.

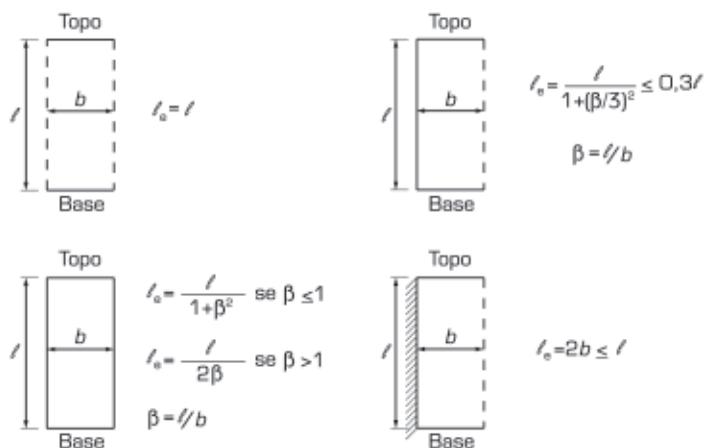


Figura 1 - Comprimento equivalente  $\ell_e$

### 17.3\_armadura mínima

#### 17.3.1\_seção de aço

Devem ser utilizados os aços definidos em 8.2.

A seção mínima de aço das armaduras verticais deve corresponder a no mínimo 0,09% da seção de concreto. Para construções de até dois pavimentos ou os dois últimos pavimentos de um edifício, permite-se a utilização de armadura mínima equivalente a 66% destes valores.

A seção mínima de aço das armaduras horizontais deve corresponder a, no mínimo, 0,15% da seção de concreto. No caso de paredes com até 6 m de comprimento horizontal, permite-se a utilização de armadura mínima equivalente a, no mínimo, 60% destes valores, desde que se utilizem fibras ou outros materiais que comprovadamente contribuam para minorar a retração do concreto. Ver item 14.1.4. Respeitada esta condição, as construções de até dois pavimentos ou os dois últimos pavimentos de um edifício admitem uma armadura mínima de 40% do valor especificado ( $0,4 \times 0,15 = 0,06 \%$ ).

#### 17.3.2\_espaçamento entre barras de aço

O espaçamento máximo entre barras das armaduras verticais e horizontais não deve ser maior que duas vezes a espessura da parede, sendo de, no máximo, 30 cm.

#### 17.3.3\_quantidade de malhas

As paredes de concreto podem conter apenas uma malha, disposta longitudinalmente e próxima ao centro geométrico da seção horizontal da parede. Nos casos a seguir, devem ser detalhadas armaduras para as duas faces da parede:

- Espessura da parede superior a 15 cm;
- Paredes no andar térreo de edificações, quando sujeitas a choque de veículos, e paredes que engastam marquises e terraços em balanço.

#### 17.4\_reforços horizontais

Sempre que as paredes tenham a borda superior livre deve existir armadura horizontal com valor mínimo de  $0,5 \text{ cm}^2$ , em toda a sua extensão.

Em todas as aberturas com dimensão horizontal maior ou igual a 40 cm devem ser colocadas armaduras horizontais, nas faces superior e inferior da abertura, sendo a seção da armadura determinada por modelo elástico ou biela-tirante, respeitando o mínimo de  $0,5 \text{ cm}^2$  em cada face e comprimento que ultrapasse a face lateral da abertura em, no mínimo, o comprimento de ancoragem da barra acrescido de  $\frac{1}{4}$  do vão da abertura. Pode-se alternativamente utilizar o dimensionamento proposto em 17.8.

## 17.5\_resistência limite sob solicitação normal

### 17.5.1\_resistência de cálculo

A resistência de cálculo deve ser determinada conforme a equação a seguir, já levando em consideração a minoração referente à instabilidade localizada [15.3] com as excentricidades previstas em 17.2:

$$n_{d,resist} = \frac{(0,85 \cdot f_{cd} + \rho \cdot f_{scd}) \cdot h}{k_1 [1 + 3k_2(2 - k_2)]} \leq \frac{(0,85 \cdot f_{cd} + \rho \cdot f_{scd}) \cdot h}{1,643}$$

onde:

$n_{d,resist}$  normal de cálculo em unidade de comprimento admitida no plano médio da parede  
 $\rho$  a taxa de armadura vertical da parede  
 $h$  a espessura da parede

sendo:

$$f_{scd} = E_s \cdot 0,002 / \gamma_s$$

$$\gamma_c = 1,4 \cdot 1,2 = 1,68$$

$$35 \leq \lambda \leq 86 \Rightarrow k_1 = \lambda / 35, k_2 = 0$$

$$86 < \lambda \leq 120 \Rightarrow k_1 = \lambda / 35, k_2 = \frac{\lambda - 86}{35}$$

### 17.5.2\_verificação do dimensionamento

Considerando:

- $\sigma_N$  as tensões de compressão atuantes devido às cargas verticais em valor de cálculo
- $\sigma_M$  as tensões atuantes devido às cargas horizontais (vento, desaprumo, retração, temperatura) em valor de cálculo
- dimensiona-se a parede com a equação:

$$\left[ \frac{3 \cdot \sigma_{\max} + \sigma_{\min}}{4} \right] \cdot h \leq n_{d,resist} \quad , \text{ com } \sigma_{\max} = \sigma_N + \sigma_M \text{ e } \sigma_{\min} = \sigma_N - \sigma_M \geq 0$$

### 17.5.3 dimensionamento à tração devido a momentos no sentido longitudinal da parede

A força total de tração é resultante do bloco de tensões que ocorre na extremidade da parede. A grandeza da força total de tração em valor absoluto (valor de cálculo) pode ser calculada de forma simplificada pela equação

$$\sigma_t = \sigma_M - 0,75\sigma_N$$

A área de armadura de uma parede de comprimento  $l$ , necessária para resistir a esforços de tração, deve ser determinada pela equação:

$$A_s = \frac{(\sigma_M - \sigma_N) (\sigma_M - 0,75\sigma_N) \cdot h \cdot l}{4 \sigma_M f_{yd}}$$

### 17.6 dimensionamento ao cisalhamento

#### 17.6.1 forças convencionais de cisalhamento

O esforço solicitante total horizontal em uma direção é distribuído por todas as almas das paredes resistentes no mesmo sentido. Em nenhum caso pode-se acrescentar a largura da mesa ou flange em seções transversais do tipo  $T$  ou  $L$ .

O esforço solicitante de cálculo deverá ser obtido por:

$$V_d = V_k \cdot \gamma_f \cdot \gamma_n$$

Com:

$$\gamma_f = 1,4$$

$$\gamma_n = 2$$

onde:

$\gamma_n$  é o fator de concentração

#### 17.6.2 verificação da resistência

A força cortante solicitante de cálculo não pode superar a força resistente de cálculo especificada por:

$$v_d < 0,3 \cdot f_{ctd} \cdot \sum t \cdot l$$

onde:  
 $t$  é a largura das paredes;  
 $l$  é o comprimento das paredes no sentido do esforço cortante

$$f_{ct,d} = \frac{0,21 \cdot (f_{ck})^{2/3}}{\gamma_c}$$

com  $f_{ck}$  em megapascal.

### 17.7 dimensionamento devido a cargas localizadas

A tensão de contato provocada por elementos não contínuos não pode superar o valor de  $\sigma_{cont}$  dado pela equação:

$$\sigma_{cont} = 0,6 \cdot f_{cd}$$

### 17.8 dimensionamento ao redor das aberturas

#### 17.8.1 região de influência

Considerando-se uma abertura de dimensão horizontal  $a_h$  e dimensão vertical  $a_v$  tem-se uma região de influência de  $0,5 a_h$  de cada lado, horizontalmente, e de  $0,75 a_h$  de cada lado, verticalmente. No caso de existirem aberturas na mesma parede, elas devem estar espaçadas de, no mínimo,  $a_h$  [Figura 2]. Isto não ocorrendo, o trecho entre as aberturas deve ser dimensionado como pilar ou pilar parede.

Estão dispensadas de qualquer verificação e reforços as paredes com furos ou aberturas com tamanho máximo de duas vezes a espessura da parede. Furos e aberturas consecutivos devem ter um espaçamento livre entre eles de, no mínimo, quatro vezes a espessura da parede.

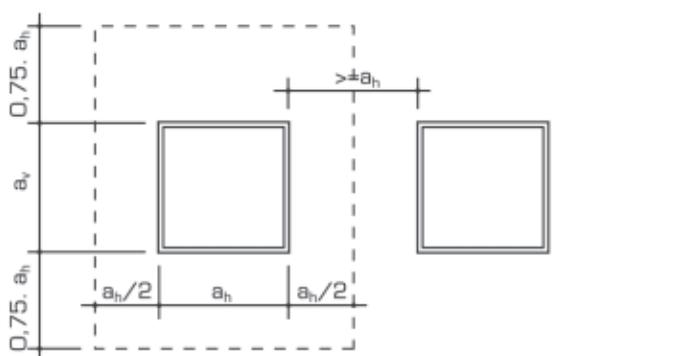


Figura 2 - Ilustração de distribuição horizontal de aberturas em uma parede de concreto

#### 17.8.2. limitação de tensão no concreto

##### 17.8.2.1 definição da distância de influência

A distância de influência  $d_v$  é o valor da distância a partir do qual as tensões podem ser consideradas uniformes ao longo de toda a parede, sem a influência da abertura. Este valor aparece entre uma abertura e uma estrutura de apoio fixa (viga de transição ou viga baldrame). Entre duas aberturas consecutivas verticalmente, deve ser considerada esta uniformização a partir do valor  $2d_v$  [Figura 3].



Figura 3 - Ilustração de distribuição vertical de aberturas em uma parede de concreto

### 17.8.2.2\_definição do coeficiente $K_{ab}$

O coeficiente  $K_{ab}$  indica a parcela de carga que se desvia sob a abertura. Este desvio é nulo para aberturas contínuas ( $d_v = 0$ ) e é total para  $d_v = 0,75 a_h$ . Os valores de  $K_{ab}$  variam como estabelecido a seguir:

a) Para:  $d_v \geq 0,75 a_h \Rightarrow K_{ab} = 0,15 \cdot \alpha_{v2}$

Sendo:  $\alpha_{v2} = 1 - \frac{f_{ck}}{250}$

onde:

$f_{ck}$  é a resistência característica do concreto, em megapascal.

b) Para  $d_v < 0,75 a_h$ , interpolar pelo gráfico da Figura 4, com  $k_1$  e  $k_2$ , conforme 17.5.1.

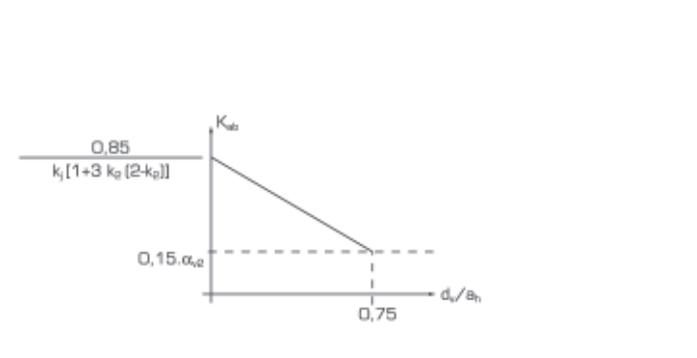


Figura 4 - Valores do coeficiente  $K_{ab}$

### 17.8.2.3\_definição do esforço solicitante

O esforço solicitante a considerar é a maior resultante vertical que ocorrer em cada uma das laterais da abertura na extensão de  $a_h / 2$  (maior entre  $R_1$  e  $R_2$  conforme Figura 5).

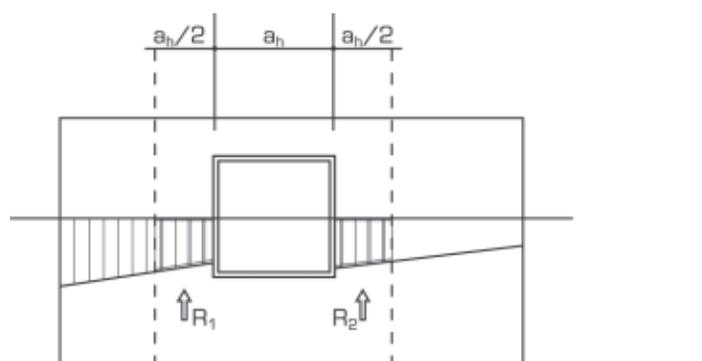


Figura 5 - Esforço solicitante

### 17.8.2.4\_verificação

A verificação deve ser realizada aplicando a equação:

$$R_{d,max} \leq K_{ab} \cdot f_{cd} \cdot t \cdot a_h$$

onde:

$R_{d,max}$  é o maior valor entre  $R_1$  e  $R_2$ , majorado de  $\gamma_f$ .

### 17.8.3\_armaduras de reforço ao redor das aberturas

#### 17.8.3.1 dimensões

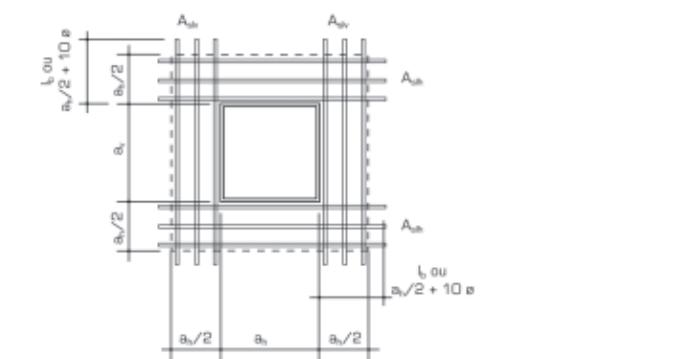


Figura 6 - Armaduras de reforço

As armaduras de reforço ao redor da abertura devem ser distribuídas em faixas com dimensões de  $a_h / 2$ . Elas devem ter comprimento mínimo além da abertura do maior valor entre:

$$a_h / 2 + 10 \Phi \quad \text{ou} \quad l_b$$

onde:

$l_b$  é o comprimento de ancoragem.

### 17.8.3.2\_armaduras

A armadura horizontal deve ser o somatório entre a armadura calculada para a função de verga mais a armadura necessária para equilibrar o desvio da força vertical, sendo esta última dada pela expressão:

$$\Delta A_{slh} \geq \frac{R_{d,max}}{2 \cdot f_{yd}} \cdot \frac{d_v}{0,75 \cdot a_h}$$

Na parte inferior da abertura, como contraverga, deve-se colocar no mínimo  $\Delta A_{slh}$

$$\frac{A_{slv}}{s} \geq \frac{2 \cdot R_{d,max} - K_{ab} \cdot f_{cd} \cdot t}{a_h \cdot f_{yd}}$$

A armadura vertical de cada lado da abertura deve ser obtida pela equação:

### 17.9\_região da transição

O dimensionamento deve, obrigatoriamente, levar em conta os esforços induzidos na parede pela transição, devido à relação de rigidez entre as peças. Este item está sendo motivo de estudos e será divulgado oportunamente.

## 18\_DANO ACIDENTAL E COLAPSO PROGRESSIVO

### 18.1\_disposições gerais

As prescrições a seguir apresentadas têm como objetivos principais:

- Evitar ou reduzir a probabilidade da ocorrência de danos acidentais em elementos da estrutura;
- Evitar colapsos progressivos de uma parte significativa da estrutura no caso da ocorrência de danos acidentais.

Para tanto, devem ser realizadas pelo menos as verificações de 18.2 e 18.3.

### 18.2\_danos acidentais

#### 18.2.1\_danos diversos

Elementos estruturais que possam estar sujeitos a quaisquer ações fora do conjunto que normalmente é considerado para as estruturas de paredes de concreto devem ser tratados de forma cuidadosa e específica.

Esses elementos devem receber basicamente três tipos de cuidados, que muitas vezes podem ser superpostos:

- Proteção contra a atuação das ações excepcionais através de estruturas auxiliares;
- Reforço com armaduras construtivas para aumentar a ductilidade;
- Consideração da possibilidade de ruptura de um elemento, computando-se o efeito dessa ocorrência nos elementos estruturais adjacentes.

### **18.2.2\_impactos de veículos e equipamentos**

Precauções especiais devem ser tomadas em relação às paredes para as quais não seja desprezível a possibilidade de choques provocados por veículos ou equipamentos que estejam se deslocando junto à estrutura.

Nos casos de elementos que possam ser submetidos a impactos significativos, recomenda-se a adoção de estruturas auxiliares que possam impedir a possibilidade de ocorrência desses impactos.

Quando estruturas auxiliares que previnam os danos acidentais não puderem ser utilizadas de forma confiável, as seguintes providências devem ser tomadas simultaneamente:

- Os elementos sob risco devem ser reforçados, utilizando-se armaduras com uma taxa mínima de 0,2% da área da seção transversal;
- As lajes dos pavimentos e os elementos estruturais da vizinhança devem ser dimensionados e detalhados de forma que os elementos passíveis de serem danificados possam ser retirados da estrutura, um de cada vez e com coeficientes de segurança reduzidos, sem que outros elementos do sistema estrutural atinjam o ELU.

### **18.2.3\_explosões**

Paredes ao lado de ambientes sujeitos a explosões (por exemplo, cozinhas e laboratórios) devem ser consideradas passíveis de danos por esses efeitos.

Nesses casos, todos os elementos situados no entorno desses ambientes devem ser desconSIDERADOS no sistema estrutural, um de cada vez e com coeficientes de segurança reduzidos, sem que outros elementos do sistema estrutural atinjam o ELU.

## **18.3\_verificação do colapso progressivo**

### **18.3.1\_disposições gerais**

No caso de dano acidental a um elemento estrutural, deve-se garantir que sua ruptura não provoque a ruptura de parte significativa da estrutura como um todo.

### **18.3.2\_coeficientes de segurança para as paredes de concreto**

O dimensionamento dos elementos de paredes de concreto, quanto ao carregamento produzido pela suposição de retirada de um elemento danificado, deve ser realizado considerando-se os coeficientes  $\gamma_c = 1,4$  e  $\gamma_f = 1,0$ .

### **18.3.3\_verificação de pavimentos em paredes de concreto**

Recomenda-se para todos os casos e exige-se para as regiões onde haja elementos que possam sofrer danos acidentais que os pavimentos suportem a ausência de elementos de paredes de concreto que lhes servem de suporte, sendo dimensionados e armados adequadamente para essa finalidade.

Para efeitos de verificação, os elementos de suporte devem ser retirados, um de cada vez, e o carregamento deve ser redistribuído. Na redistribuição de esforços pode ser considerado  $\gamma_f = 1,0$ .

## 19\_DISPOSIÇÕES CONSTRUTIVAS

### 19.1\_juntas de trabalho

#### 19.1.1\_juntas de controle

Para prevenir o aparecimento de fissuras, deve ser analisada a necessidade da colocação de juntas verticais.



**nota:** a fissuração da parede pode ocorrer por variação de temperatura, retração, variação brusca de carregamento e variação da altura ou espessura da parede.

Para paredes de concreto contidas em um único plano, e na ausência de uma avaliação precisa das condições específicas da parede, devem ser dispostas juntas verticais de controle, com espaçamento máximo que depende do tipo de concreto utilizado. O espaçamento máximo das juntas deve ser determinado com dados de ensaios específicos. Na falta desses ensaios, pode-se adotar o distanciamento máximo de 8 m entre juntas para paredes internas e 6 m para paredes externas.

As juntas podem ser passantes ou não passantes, pré-formadas ou serradas.

#### 19.1.2\_juntas de dilatação

Sempre que a deformação por efeito da variação da temperatura puder comprometer a integridade do conjunto recomenda-se o uso de juntas de dilatação, como estabelecido a seguir:

- A cada 25 m da estrutura em planta. Este limite pode ser alterado desde que se faça uma avaliação mais precisa dos efeitos da variação de temperatura e retração sobre a estrutura.
- Nas variações bruscas de geometria ou de esforços verticais.

### 19.2\_instalações

As tubulações verticais podem ser embutidas nas paredes de concreto se atendidas simultaneamente às seguintes condições:

- Quando a diferença de temperatura no contato entre a tubulação e o concreto não ultrapassar 15°C;
- Quando a pressão interna na tubulação for menor que 0,3 MPa;
- Quando o diâmetro máximo for de 50 mm;
- Quando o diâmetro da tubulação não ultrapassar 50% da largura da parede, restando espaço suficiente para, no mínimo, o cobrimento adotado e a armadura de reforço. Admite-se tubulação com diâmetro até 66% da largura da parede e com cobrimentos mínimos de 15 mm desde que existam telas nos dois lados da tubulação com comprimento mínimo de 50 cm;
- Não encostar tubos metálicos nas armaduras para evitar corrosão galvânica.



## APRESENTAÇÃO

O presente trabalho fixa os requisitos básicos exigíveis para o projeto e a execução de construções em paredes de concreto moldadas *in loco*, com fôrmas removíveis, submetidas a carga axial, com ou sem flexão, concretadas com todos os elementos que farão parte da construção final. O documento estabelece as disposições construtivas e as condições de cálculo para diferentes tipos de concreto, pautando-se nas seguintes normas técnicas:

- ABNT NBR 6118 – Projeto de estruturas de concreto
- ABNT NBR 6120 – Cargas para o cálculo de estruturas de edificações
- ABNT NBR 6123 – Forças devidas ao vento em edificações
- ABNT NBR 7480 – Aço destinado a armaduras para estruturas de concreto armado – Especificação
- ABNT NBR 7481 – Tela de aço soldada – Armadura para concreto
- ABNT NBR 8681 – Ações e segurança nas estruturas
- ABNT NBR 8953 – Concreto para fins estruturais – Classificação por grupos de resistência
- ABNT NBR 14862 – Armaduras treliçadas eletrossoldadas – Requisitos

O texto contempla:

- Escopo da norma / Referências normativas / Termos e definições / Simbologia
- Requisitos gerais de qualidade da estrutura e do projeto
- Diretrizes para a durabilidade das estruturas de concreto
- Critérios de projeto que visam a durabilidade / Propriedades dos materiais
- Comportamento conjunto dos materiais / Segurança e estados limites
- Ações / Resistências / Limites para dimensões, deslocamentos e aberturas de fissuras
- Análise estrutural / Instabilidade e efeitos de segunda ordem
- Princípios gerais de dimensionamento, verificação e detalhamento
- Dimensionamento / Dano acidental e colapso progressivo / Disposições construtivas

## **ORIENTAÇÕES PARA PROJETOS DE EDIFÍCIOS ALTOS**

### **SUMÁRIO**

- 1\_ escopo**
- 2\_ referências normativas**
- 3\_ termos e definições**
- 4\_ simbologia**
- 5\_ requisitos gerais de qualidade da estrutura e do projeto**
- 6\_ diretrizes para a durabilidade das estruturas de concreto**
- 7\_ critérios de projeto que visam a durabilidade**
- 8\_ propriedades dos materiais**
- 9\_ comportamento do conjunto dos materiais**
- 10\_ segurança e estados limites**
- 11\_ ações**
- 12\_ resistências**
- 13\_ limites para dimensões, deslocamentos e aberturas de fissuras**
- 14\_ análise estrutural**
- 15\_ instabilidade e efeitos de segunda ordem**
- 16\_ princípios gerais de dimensionamento, verificação e detalhamento**
- 17\_ dimensionamento**
- 18\_ dano acidental e colapso progressivo**
- 19\_ disposições construtivas**

## 1\_ESCOPO

Este documento fixa os requisitos básicos exigíveis para o projeto e a execução de construções em paredes de concreto moldadas *in loco*, com fôrmas removíveis.

Este documento aplica-se ao projeto de paredes submetidas a carga axial, com ou sem flexão, concretadas com todos os elementos que farão parte da construção final, tais como detalhes de fachada (frisos, rebaixos), armaduras distribuídas e localizadas, instalações elétricas (e algumas hidráulicas) embutidas.

Este documento estabelece as disposições construtivas e as condições de cálculo para diferentes tipos de concreto.

Este documento não se aplica a:

- Construção de paredes pré-fabricadas;
- Construções moldadas *in loco* com fôrmas incorporadas;
- Construções com paredes curvas;
- Construções com paredes submetidas ao carregamento predominantemente horizontal, como muros de arrimo ou reservatórios.

## 2\_REFERÊNCIAS NORMATIVAS

ABNT NBR 6118 – Projeto de estruturas de concreto

ABNT NBR 6120 – Cargas para o cálculo de estruturas de edificações

ABNT NBR 6123 – Forças devidas ao vento em edificações

ABNT NBR 7480 – Aço destinado a armaduras para estruturas de concreto armado – Especificação

ABNT NBR 7481 – Tela de aço soldada – Armadura para concreto

ABNT NBR 8681 – Ações e segurança nas estruturas

ABNT NBR 8953 – Concreto para fins estruturais – Classificação por grupos de resistência

ABNT NBR 14862 – Armaduras treliçadas eletrossoldadas – Requisitos

## 3\_TERMOS E DEFINIÇÕES

Para efeitos deste documento aplicam-se as definições da ABNT NBR 6118.

## 4\_SIMBOLOGIA

Conforme ABNT NBR 6118.

## 5\_REQUISITOS GERAIS DE QUALIDADE DA ESTRUTURA E DO PROJETO

### 5.1\_requisitos de qualidade da estrutura

Uma estrutura em paredes de concreto deve ser projetada e construída de modo que:

- Resista a todas as ações que sobre ela produzam efeitos significativos tanto na sua construção quanto durante a sua vida útil;
- Sob as condições ambientais previstas na época de projeto e, quando utilizada conforme preconizado em projeto, conserve sua segurança, estabilidade e aptidão em serviço durante o período correspondente à sua vida útil;
- Contemple detalhes construtivos que possibilitem manter a estabilidade pelo tempo necessário à evacuação quando da ocorrência de ações excepcionais localizadas, como explosões e impactos.

### 5.2\_requisitos de qualidade do projeto

O projeto de uma estrutura em paredes de concreto deve ser elaborado adotando-se:

- Sistema estrutural adequado à função desejada para a edificação;
- Combinação de ações compatíveis e representativas;
- Dimensionamento e verificação de todos os elementos estruturais presentes;
- Especificação de materiais apropriados e de acordo com os dimensionamentos efetuados;
- Procedimentos de controle para projeto.

### 5.3\_documentação do projeto de estruturas de paredes de concreto

O projeto estrutural deve ser constituído por desenhos e especificações. Esses documentos devem conter informações claras, corretas e consistentes entre si, tornando possível a execução da estrutura de acordo com os critérios adotados.

O projeto deve apresentar desenhos contendo as plantas de fôrmas e elevações das paredes com a respectiva armação. Sempre que necessários, devem ser apresentados: localização de pontos de reforços, detalhes de amarração de paredes com paredes, paredes com laje e posicionamento de juntas de controle ou construtivas.

Dependendo da velocidade de execução da estrutura, o projeto deverá contemplar as etapas construtivas com as respectivas idades e resistências do concreto, tendo em vista a capacidade resistente das lajes junto às escoras e a fissuração oriunda do processo construtivo.

## 6\_DIRETRIZES PARA A DURABILIDADE DAS ESTRUTURAS DE CONCRETO

Aplicam-se as exigências da ABNT NBR 6118.

Observe-se que tendo em vista termos telas centradas com cobrimentos maiores que o especificado pela NBR 6118, **analisaremos um requisito mínimo para o concreto ( $f_{ck}$ , relação a/c) que corresponda à mesma durabilidade prevista em Norma.**

## 7\_CRITÉRIOS DE PROJETO QUE VISAM A DURABILIDADE

Aplicam-se as exigências da ABNT NBR 6118 para os concretos normais, tipo N, conforme 8.1. As paredes devem ter cobrimentos de armaduras referentes a pilares da referida norma.

Para os outros tipos de concreto (L1, L2 e M), não se aplicam os requisitos de 7.4.2 da NBR 6118:2003, devendo ser feitas adaptações devidamente comprovadas por meio de ensaios acelerados ou não, modelos de previsão etc.

## 8\_PROPRIEDADES DOS MATERIAIS

### 8.1\_concreto

O concreto deverá seguir as especificações da ABNT NBR 6118, segundo a classe de agressividade.

Para a análise das tensões devidas à retração deve-se utilizar, na falta de ensaios específicos, o que estabelece a ABNT NBR 6118. Ver observação em 14.1.4.

### 8.2\_aço

#### 8.2.1\_telas soldadas

Conforme ABNT NBR 7481.

#### 8.2.2\_barras

Conforme ABNT NBR 7480.

## 9\_COMPORTEAMENTO DO CONJUNTO DOS MATERIAIS

Conforme ABNT NBR 6118.

## 10\_SEGURANÇA E ESTADOS LIMITES

Conforme ABNT NBR 6118.

## 11\_AÇÕES

### 11.1\_generalidades

As ações a considerar classificam-se de acordo com a ABNT NBR 8681.

Devem ser consideradas todas as cargas laterais a que a parede possa ser submetida, inclusive cargas de desaprumo, de acordo com 11.2 a 11.5.

Admitem-se para edifícios residenciais de tipologia regular as hipóteses simplificadoras do item 17.2.

### 11.2\_esforços solicitantes

O cálculo dos esforços solicitantes deve ser realizado de acordo com os princípios da teoria das estruturas.

Os edifícios de paredes de concreto devem ser contraventados de tal forma que não ocorram grandes deslocamentos relativos entre o topo e a base. Esta condição admite-se atendida quando:

- Dispõem-se paredes resistentes nas duas direções, de modo a proporcionar estabilidade lateral dos componentes e ao conjunto estrutural; devendo-se atentar à necessidade de garantir a rigidez da ligação entre as paredes de modo a minimizar a esbeltez destas.
- A laje é calculada como solidária com as paredes resistentes e funcionando como diafragma rígido, de forma a transferir a estas os esforços horizontais. Permite-se o cálculo das reações das lajes pelo método das charneiras plásticas, porém os esforços devidos a flexão devem ser criteriosamente determinados, de forma a garantir a monoliticidade do diafragma e a conexão deste com as paredes.

### 11.3\_cargas verticais nas paredes

O carregamento vertical das paredes deve considerar todas as cargas atuantes sobre ela, de acordo com a ABNT NBR 6120.

Considera-se que as cargas atuam no plano médio das paredes de concreto, que devem ser calculadas como estruturas de casca plana, podendo seus esforços característicos ser obtidos em regime elástico, desde que as premissas do item 17.2 sejam obedecidas.

#### 11.3.1\_cargas uniformemente distribuídas

As cargas verticais são admitidas uniformemente distribuídas e aplicadas nas paredes de concreto, que podem ser tratadas como elementos de chapa. Em certas situações, as cargas assumem um caminhamento inclinado ao longo das paredes de concreto, redistribuindo-se inclusive entre paredes adjacentes. Nesta condição, devem ser verificadas as tensões de cisalhamento nas paredes e entre elas. O ângulo limite do caminhamento das cargas é de 45°.

#### 11.3.2\_cargas concentradas ou parcialmente distribuídas

Nas paredes estruturais, uma carga concentrada ou parcialmente distribuída pode ser suposta repartida uniformemente em seções horizontais limitadas por um dos planos inclinados a 45° sobre a vertical e passando pelo ponto de aplicação de carga ou pelas extremidades da faixa de aplicação. Deve-se observar a tensão de contato conforme 17.7.

#### 11.3.3\_distribuição de cargas devidas às aberturas

Nas seções horizontais acima e abaixo de eventuais aberturas, a distribuição da carga deve ser feita excluindo as zonas limitadas por planos inclinados a 45°, tangentes às bordas da abertura. Observar o dimensionamento destas regiões em 17.8.

### 11.4\_ações transversais ao edifício

As ações horizontais que devem obrigatoriamente ser consideradas são as originadas pelo vento e pelo desaprumo, não se prescindindo das demais ações que, na avaliação do projetista, possam produzir esforços relevantes. Considerar dentre a ação do vento e o desaprumo aquela que proporcionar a situação mais desfavorável.

*A expressão de dimensionamento deverá levar em conta estes esforços.*

#### 11.4.1\_ação do vento

Para a consideração da ação do vento deve ser seguida a ABNT NBR 6123.

#### 11.4.2\_desaprumo

Para edifícios de múltiplos andares, deve ser considerado um desaprumo global através de um ângulo de desaprumo  $\theta$ , conforme a equação:

$$\theta = \frac{1}{170\sqrt{H}}$$

onde:  
 $\theta$  é o ângulo de desaprumo, em radianos;  
 $H$ , é a altura da edificação, em metros.

### 11.5\_coeficiente de ponderação dos esforços

Seguir a NBR 6118 quanto a combinações (serviço e ELU). Lembrar que, no caso das paredes, a consideração da retração e da variação da temperatura pode ser determinante em muitos casos.

## 12\_RESISTÊNCIAS

Tendo em vista o escopo deste documento, a resistência característica à compressão do concreto ( $f_{ck}$ ) não deve ser tomada superior a 40 MPa.

## 13\_LIMITES PARA DIMENSÕES, DESLOCAMENTOS E ABERTURAS DE FISSURAS

### 13.1\_dimensões mínimas

A espessura mínima das paredes com altura de até 3 m deve ser de 10 cm, podendo-se utilizar espessura de 8 cm nas paredes internas de edificações de até dois pavimentos. Para paredes com alturas maiores, a espessura mínima deve ser de 1/25 ou 1/30 do  $l_e$  obtido de acordo com o disposto em 17.2.

### 13.2\_serão determinados os demais limites para as situações de serviço

## 14 ANÁLISE ESTRUTURAL

### 14.1 disposições gerais

#### 14.1.1 objetivos da análise estrutural

A análise estrutural deve permitir que se obtenham esforços internos, tensões, deslocamentos e deformações em um elemento ou em toda a estrutura, de modo que os estados limites últimos e de serviço possam ser corretamente verificados.

#### 14.1.2 premissas da análise estrutural

A análise de uma estrutura de paredes de concreto deve ser realizada considerando o equilíbrio de cada um dos seus elementos e da estrutura como um todo.

O caminho descrito pelas ações, sejam elas verticais ou horizontais, deve estar claramente definido desde o seu ponto de aplicação até onde se suponha o final da estrutura.

**Contemplar também a análise das interferências com os outros subsistemas (outras vedações, instalações elétricas, hidráulicas...).**

#### 14.1.3 hipóteses básicas

Admite-se válida a análise elástico linear para obtenção dos esforços solicitantes e para análise das situações de serviço.

**Deverão ser especificadas as combinações a utilizar (combinação rara, frequente, quase permanente ou outra).**

Para análise das situações de ELU, na falta de modelo mais preciso, admite-se a utilização dos esforços solicitantes obtidos pela análise linear com o objetivo de obter-se as resultantes solicitantes em valor característico que serão utilizadas no dimensionamento conforme prescrição do capítulo 17.

#### 14.1.4 premissas básicas de concepção de projeto

As estruturas de paredes de concreto projetadas e construídas de acordo com este documento devem atender às seguintes premissas básicas:

- Comprimento da parede maior ou igual a oito vezes a sua espessura (para caracterizar o elemento de parede de concreto); os casos não atendidos por esta prescrição deverão ser dimensionados como elemento linear de pilar ou viga;
- Espessura da parede maior ou igual a 10 cm, observando-se que nas construções com até dois pavimentos podem ser utilizadas paredes com espessura maior ou igual a 8 cm, ressalvada a necessidade da análise do desempenho como vedação por especialista específico;
- Paredes predominantemente comprimidas com pequenas excentricidades (conforme item 17.2) poderão ser tratadas pelo critério simplificado de dimensionamento (conforme item 17.5);
- Resistência característica à compressão no concreto ( $f_{ck}$ ) menor ou igual a 40 MPa. Os modelos de análise atuais não são suficientes para capturar a real influência da perda de rigidez relativa dos concretos de alta resistência para os fenômenos de instabilidade;

- Os esforços causados pelas restrições devido aos efeitos da variação volumétrica por retração e dilatação térmica devem ser considerados e dimensionados;
- Apesar de não obrigatória, é aconselhável a utilização de uma disposição na organização das paredes, de forma a obter células fechadas.

## 15\_INSTABILIDADE E EFEITOS DE SEGUNDA ORDEM

### 15.1\_instabilidade global

De acordo com 15.5 da ABNT NBR 6118:2003.

### 15.2\_instabilidade local

Deverá ser remetido à NBR 6118, a não ser em casos simplificados a descrever.

### 15.3\_instabilidade localizada

De acordo com a ABNT NBR 6118 ou conforme o procedimento de 17.5 (mesma restrição do item 15.2).

## 16\_PRINCÍPIOS GERAIS DE DIMENSIONAMENTO, VERIFICAÇÃO E DETALHAMENTO

Conforme ABNT NBR 6118.

Deverão ser descritos os casos especiais de detalhamento não abrangidos pela NBR 6118 (armadura de canto, armaduras devidas ao processo construtivo, como desforma precoce, escoramento permanente...).

## 17\_DIMENSIONAMENTO

### 17.1\_generalidades

As paredes devem ser construídas monoliticamente e com armadura de ligação, seja na ligação parede com parede, seja na ligação parede com laje em todas as suas bordas. Qualquer elemento pré-moldado não deve invadir a seção da parede.

As paredes devem ter extremidades com travamento de no mínimo três vezes a espessura da parede. No caso de não ser possível o travamento, a parede deve ser parcialmente calculada como pilar ou pilar parede.

As paredes que não estiverem continuamente apoiadas em outro elemento (parede inferior ou fundação contínua) devem ter esta região não apoiada analisada como viga-parede (ver 17.9).

O cálculo das lajes deve seguir as exigências da ABNT NBR 6118.

Não é permitida a abertura de paredes ou sua remoção sem consulta ao projetista da obra. Esta observação deve constar nos desenhos do projeto.

## 17.2 premissas básicas de dimensionamento

As estruturas de paredes de concreto projetadas e construídas de acordo com este documento devem atender às seguintes premissas básicas:

- Trechos de parede com comprimento menor que oito vezes a sua espessura devem ser dimensionados como pilar ou pilar-parede;
- Trechos de parede que tenham tensão solicitante característica superior a  $0,20 f_{ck}$  devem ser dimensionados como pilar ou pilar-parede;
- Paredes devem ser dimensionadas à flexo-compressão para o maior valor entre as seguintes excentricidades:
  - Excentricidade mínima de  $(1,5 + 0,03 t)$  cm, onde  $t$  é a espessura da parede;
  - Excentricidade decorrente da pressão lateral do vento nas paredes externas.
- Paredes com excentricidades maiores devem ser calculadas pela ABNT NBR 6118;
- Comprimento equivalente da parede ( $\ell_e$ ), de acordo com a Figura 1.

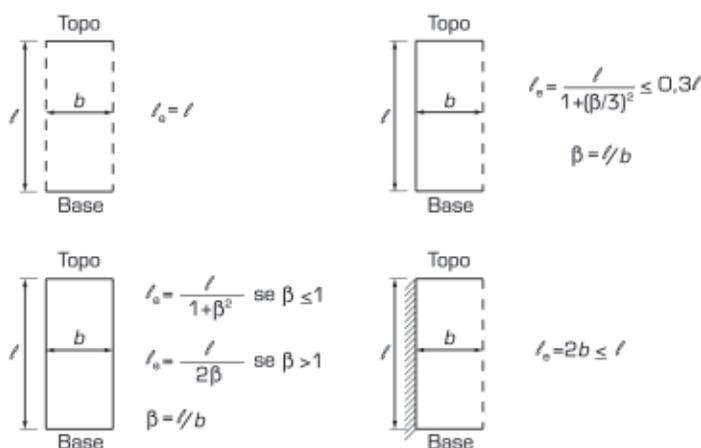


Figura 1 - Comprimento equivalente  $\ell_e$

## 17.3 armadura mínima

### 17.3.1 seção de aço

Devem ser utilizados os aços definidos em 8.2.

A seção mínima de aço das armaduras verticais deve corresponder a, no mínimo, 0,10% da seção de concreto. Para construções de até dois pavimentos, permite-se a utilização de armadura mínima equivalente a 70% destes valores.

A seção mínima de aço das armaduras horizontais deve corresponder a, no mínimo, 0,15% da seção de concreto. No caso de paredes com até 6 m de comprimento horizontal, permite-se a utilização de armadura mínima equivalente a, no mínimo, 66% destes valores, desde que se utilizem fibras ou outros materiais que, comprovadamente, contribuam para minorar a retração do concreto. Ver item 14.1.4. Respeitada esta condição, as construções de até dois pavimentos admitem uma armadura mínima de 40% do valor especificado.

A armadura de ligação nos cruzamentos de paredes deverá observar o mínimo estabelecido para a armadura horizontal.

### 17.3.2\_espacamento entre barras de aço

O espaçamento máximo entre barras das armaduras verticais e horizontais não deve ser maior que duas vezes a espessura da parede, sendo de, no máximo, 30 cm.

### 17.3.3\_quantidade de malhas

As paredes de concreto podem conter apenas uma malha, disposta longitudinalmente e próxima ao centro geométrico da seção horizontal da parede. Nos casos a seguir, devem ser detalhadas armaduras para as duas faces da parede:

- Espessura da parede superior a 15 cm;
- Paredes no andar térreo de edificações, quando sujeitas a choque de veículos, e paredes que engastam marquises e terraços em balanço.

### 17.4\_reforços horizontais

Sempre que as paredes tenham a borda superior livre deve existir armadura horizontal com valor mínimo de 0,5 cm<sup>2</sup>, em toda a sua extensão.

Em todas as aberturas com dimensão horizontal maior ou igual a 40 cm devem ser colocadas armaduras horizontais, nas faces superior e inferior da abertura, sendo a seção da armadura determinada por modelo elástico ou biela-tirante, respeitando o mínimo de 0,5 cm<sup>2</sup> em cada face e comprimento que ultrapasse a face lateral da abertura em no mínimo o comprimento de ancoragem da barra acrescido de 1/4 do vão da abertura. Pode-se alternativamente utilizar o dimensionamento proposto em 17.8.

### 17.5\_resistência limite sob solicitação normal

#### 17.5.1\_resistência de cálculo sob normal de compressão

A resistência de cálculo deve ser determinada conforme a equação a seguir, já levando em consideração a minoração referente à instabilidade localizada (15.3) com as excentricidades previstas em 17.2.

$$n_{d,resist} = \frac{(0,85 \cdot f_{cd} + \rho \cdot f_{scd}) \cdot t}{k_1 [1 + 3k_2 (2 - k_2)]} \leq \frac{(0,85 \cdot f_{cd} + \rho \cdot f_{scd}) \cdot t}{1,643} \quad \text{(para uma pressão máxima de vento de 1 kN/m}^2\text{)}$$

onde:

$n_{d,resist}$  normal resistente de cálculo em unidade de comprimento admitida no plano médio da parede

$\rho$  a taxa geométrica da armadura vertical da parede, **que deverá ter uma limitação superior, com valor relativamente pequeno, devido à pouca eficiência do aço na capacidade resistente da parede.**

$t$  a espessura da parede

sendo:

$$f_{scd} = E_S \cdot 0,002 / \gamma_S$$

$$\gamma_C = 1,4 \cdot 1,2 = 1,68$$

$$35 \leq \lambda \leq 86 \Rightarrow k_1 = \lambda / 35, k_2 = 0$$

$$86 < \lambda \leq 120 \Rightarrow k_1 = \lambda / 35, k_2 = \frac{\lambda - 86}{35}$$

**Observação:** Para valores de pressões laterais sobre as paredes maiores que 1 kN/m<sup>2</sup> será desenvolvida outra expressão (permitindo-se a interpolação entre os dois valores).

### 17.5.2\_verificação à compressão

O dimensionamento fica atendido se os esforços solicitantes por metro linear obtidos pelo modelo de cálculo forem menores que a normal resistente de cálculo definida em 17.5.1, em cada um de seus trechos.

Considerando que todos os casos e combinações de carregamento necessários foram contemplados, para cada trecho de parede a ser verificado e para cada caso ou combinação considerada permite-se considerar que a segurança ao estado limite último foi atendida para as solicitações normais sempre que a expressão abaixo é atendida:

$$\frac{3n_{d,max} + n_{d,min}}{4} \leq n_{d,resist}$$

, com  $n_{d,max}$  e  $n_{d,min}$  correspondentes ao maior e menor valor, respectivamente, da normal por unidade de comprimento para o caso de carregamento considerado, no trecho escolhido. Os valores representados por  $n_{d,max}$  e  $n_{d,min}$  devem corresponder aos esforços das seções dos extremos do trecho considerado, sendo que ao longo de toda sua extensão os sinais destes valores se mantêm constantes.

### 17.5.3\_dimensionamento à tração devido a momentos no sentido longitudinal da parede

A força total de tração é resultante da integração do bloco de tensões que ocorre em trechos da parede, considerando-se todos os casos de carregamento e combinações necessários para efeito deste cálculo. Na falta de método mais preciso permite-se utilizar a expressão de 17.5.2.

Cuidados a serem observados no dimensionamento das armaduras:

- 1\_ Manutenção da posição da força resultante das tensões de tração resistentes devido à armadura de aço.
- 2\_ Compatibilização da deformação do aço com a capacidade de deformação das fibras de concreto adjacentes.

## 17.6 dimensionamento ao cisalhamento

### 17.6.1 forças convencionais de cisalhamento

O esforço solicitante total horizontal em uma direção é distribuído por todas as almas das paredes resistentes no mesmo sentido. Em nenhum caso pode-se acrescentar a largura da mesa ou flange em seções transversais do tipo *T* ou *L*.

O esforço solicitante deverá ser obtido considerando-se todos os casos de carregamento e combinações necessários para efeito deste cálculo.

### 17.6.2 verificação da resistência

A força cortante solicitante de cálculo não pode superar a força resistente de cálculo especificada por:

$$V_d < 0,3 \cdot f_{ctd} \cdot \sum t \cdot l$$

(Esta expressão deverá ser revista tendo em vista a NBR 6118 e a necessidade de prever-se combinações entre cortante e sollicitação de compressão)

onde:

*t* é a largura das paredes;

*l* é o comprimento das paredes no sentido do esforço cortante

$$f_{ct,d} = \frac{0,21 \cdot (f_{ck})^{2/3}}{\gamma_c} \quad \text{com } f_{ck} \text{ em megapascal.}$$

## 17.7 dimensionamento devido a cargas localizadas

A tensão de contato provocada por elementos não contínuos não pode superar o valor de  $\sigma_{cont}$  dado pela equação:

$$\sigma_{cont} = 0,6 \cdot f_{cd}$$

## 17.8 dimensionamento ao redor das aberturas

### 17.8.1 região de influência

Considerando-se uma abertura de dimensão horizontal  $a_h$  e dimensão vertical  $a_v$  tem-se uma região de influência de  $0,5 a_h$  de cada lado, horizontalmente, e de  $0,75 a_h$  de cada lado, verticalmente. No caso de existirem aberturas na mesma parede, elas devem estar espaçadas de no mínimo  $a_h$  (Figura 2). Isto não ocorrendo, o trecho entre as aberturas deve ser dimensionado como pilar ou pilar parede.

Estão dispensadas de qualquer verificação e reforços as paredes com furos ou aberturas com tamanho máximo de duas vezes a espessura da parede. Furos e aberturas consecutivos devem ter um espaçamento livre entre eles de, no mínimo, quatro vezes a espessura da parede.

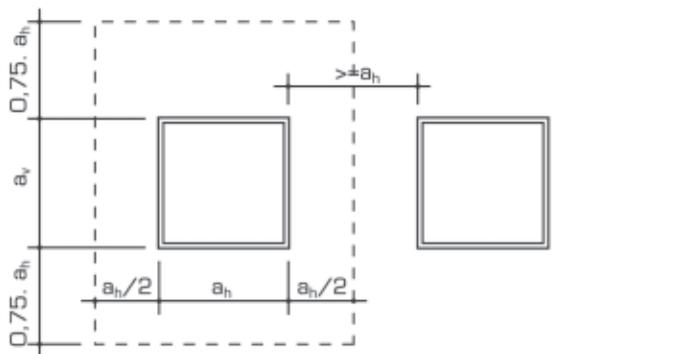


Figura 2 - Ilustração de distribuição horizontal de aberturas em uma parede de concreto

## 17.8.2. Limitação de tensão no concreto

### 17.8.2.1. Definição da distância de influência

A distância de influência  $d_v$  é o valor da distância a partir do qual as tensões podem ser consideradas uniformes ao longo de toda a parede, sem a influência da abertura. Este valor aparece entre uma abertura e uma estrutura de apoio fixa [viga de transição ou viga baldrame]. Entre duas aberturas consecutivas verticalmente, deve ser considerada esta uniformização a partir do valor  $2d_v$  (Figura 3).



Figura 3 - Ilustração de distribuição vertical de aberturas em uma parede de concreto

### 17.8.2.2. Definição do coeficiente $K_{ab}$

O coeficiente  $K_{ab}$  indica a parcela de carga que se desvia sob a abertura. Este desvio é nulo para aberturas contínuas ( $d_v = 0$ ) e é total para  $d_v = 0,75 a_h$ . Os valores de  $K_{ab}$  variam como estabelecido a seguir:

a) Para:  $d_v > 0,75 a_h \Rightarrow K_{ab} = 0,15 \cdot \alpha_{v2}$

Sendo:  $\alpha_{v2} = 1 - \frac{f_{ck}}{250}$

onde:  
 $f_{ck}$  é a resistência característica do concreto, em megapascal.

b) Para  $d_v < 0,75 a_h$ , interpolar pelo gráfico da Figura 4, com  $k_1$  e  $k_2$ , conforme 17.5.1.

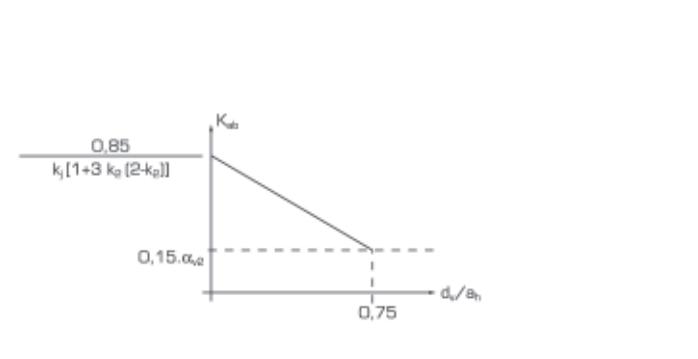


Figura 4 - Valores do coeficiente  $K_{ab}$

### 17.8.2.3\_definição do esforço solicitante

O esforço solicitante a considerar é a maior resultante vertical que ocorrer em cada uma das laterais da abertura na extensão de  $a_h / 2$  (maior entre  $R_1$  e  $R_2$  conforme Figura 5).

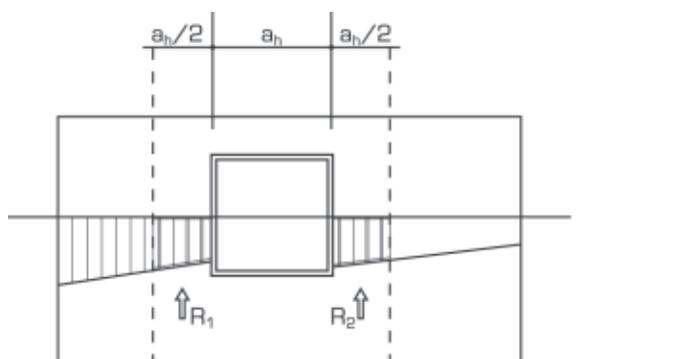


Figura 5 - Esforço solicitante

### 17.8.2.4\_verificação

A verificação deve ser realizada aplicando a equação:

$$R_{d,max} \leq K_{ab} \cdot f_{cd} \cdot t \cdot a_h$$

onde:

$R_{d,max}$  é o maior valor entre  $R_1$  e  $R_2$ , majorado de  $\gamma_f$ .

### 17.8.3\_armaduras de reforço ao redor das aberturas

#### 17.8.3.1\_dimensões

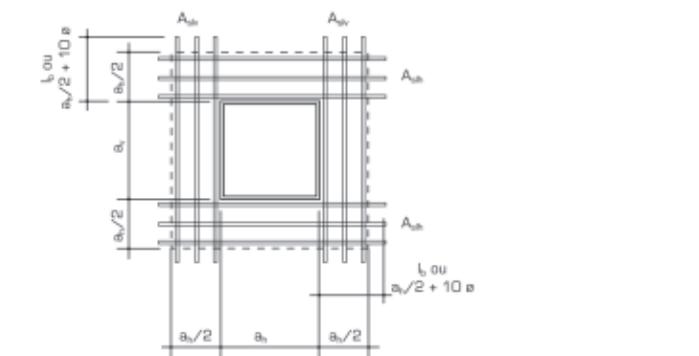


Figura 6 - Armaduras de reforço

As armaduras de reforço ao redor da abertura devem ser distribuídas em faixas com dimensões de  $a_h / 2$ . Elas devem ter comprimento mínimo além da abertura do maior valor entre:

$$a_h / 2 + 10 \Phi \text{ ou } l_b$$

onde:

$l_b$  é o comprimento de ancoragem.

#### 17.8.3.2\_armaduras

A armadura horizontal deve ser o somatório entre a armadura calculada para a função de verga mais a armadura necessária para equilibrar o desvio da força vertical, sendo esta última dada pela expressão:

$$\Delta A_{slh} \geq \frac{R_{d,max}}{2 \cdot f_{yd}} \cdot \frac{d_v}{0,75 \cdot a_h}$$

Na parte inferior da abertura, como contraverga, deve-se colocar no mínimo  $\Delta A_{slh}$ .

$$\frac{A_{slv}}{s} \geq \frac{2 \cdot R_{d,max} - K_{ab} \cdot f_{cd} \cdot t}{f_{yd}}$$

A armadura vertical de cada lado da abertura deve ser obtida pela equação:

### 17.9\_região da transição

O dimensionamento deve, obrigatoriamente, levar em conta os esforços induzidos na parede pela transição, devido à relação de rigidez entre as peças. Este item está sendo motivo de estudos e será divulgado oportunamente.

## 18\_DANO ACIDENTAL E COLAPSO PROGRESSIVO

### 18.1\_disposições gerais

As prescrições a seguir apresentadas têm como objetivos principais:

- Evitar ou reduzir a probabilidade da ocorrência de danos acidentais em elementos da estrutura;
- Evitar colapsos progressivos de uma parte significativa da estrutura no caso da ocorrência de danos acidentais.

Para tanto, devem ser realizadas pelo menos as verificações de 18.2 e 18.3.

## **18.2\_danos\_acidentais**

### **18.2.1\_danos\_diversos**

Elementos estruturais que possam estar sujeitos a quaisquer ações fora do conjunto que normalmente é considerado para as estruturas de paredes de concreto devem ser tratados de forma cuidadosa e específica.

Esses elementos devem receber basicamente três tipos de cuidados, que muitas vezes podem ser superpostos:

- Proteção contra a atuação das ações excepcionais através de estruturas auxiliares;
- Reforço com armaduras construtivas para aumentar a ductilidade;
- Consideração da possibilidade de ruptura de um elemento, computando-se o efeito dessa ocorrência nos elementos estruturais adjacentes.

### **18.2.2\_impactos\_de\_veículos\_e\_equipamentos**

Precauções especiais devem ser tomadas em relação às paredes para as quais não seja desprezível a possibilidade de choques provocados por veículos ou equipamentos que estejam se deslocando junto à estrutura.

No caso de elementos que possam ser submetidos a impactos significativos, recomenda-se a adoção de estruturas auxiliares capazes de impedir a ocorrência desses impactos.

Quando estruturas auxiliares que previnam os danos acidentais não puderem ser utilizadas de forma confiável, as seguintes providências devem ser tomadas simultaneamente:

- Os elementos sob risco devem ser reforçados, utilizando-se armaduras com uma taxa mínima de 0,2% da área da seção transversal;
- As lajes dos pavimentos e os elementos estruturais da vizinhança devem ser dimensionados e detalhados de forma que os elementos passíveis de serem danificados possam ser retirados da estrutura, um de cada vez e com coeficientes de segurança reduzidos, sem que outros elementos do sistema estrutural atinjam o ELU.

### **18.2.3\_explosões**

Paredes ao lado de ambientes sujeitos a ocorrência de explosões (por exemplo, cozinhas e laboratórios) devem ser consideradas passíveis de danos por esses efeitos.

Nesse caso, todos os elementos situados no entorno desses ambientes devem ser desconsiderados no sistema estrutural, um de cada vez e com coeficientes de segurança reduzidos, sem que outros elementos do sistema estrutural atinjam o ELU.

## **18.3\_verificação\_do\_colapso\_progressivo**

### **18.3.1\_disposições\_gerais**

No caso de dano acidental a um elemento estrutural deve-se garantir que sua ruptura não provoque a ruptura de parte significativa da estrutura como um todo.

### 18.3.2\_coeficientes de segurança para as paredes de concreto

O dimensionamento dos elementos de paredes de concreto, quanto ao carregamento produzido pela suposição de retirada de um elemento danificado, deve ser realizado considerando-se os coeficientes  $\gamma_c = 1,4$  e  $\gamma_f = 1,0$ .

### 18.3.3\_verificação de pavimentos em paredes de concreto

Recomenda-se para todos os casos e exige-se para as regiões onde haja elementos que possam sofrer danos acidentais que os pavimentos suportem a ausência de elementos de paredes de concreto que lhes servem de suporte, sendo dimensionados e armados adequadamente para essa finalidade.

Para efeitos de verificação, os elementos de suporte devem ser retirados, um de cada vez, e o carregamento deve ser redistribuído. Na redistribuição de esforços pode ser considerado  $\gamma_f = 1,0$ .

## 19\_DISPOSIÇÕES CONSTRUTIVAS

### 19.1\_juntas de trabalho

#### 19.1.1\_juntas de controle

Para prevenir o aparecimento de fissuras, deve ser analisada a necessidade da colocação de juntas verticais.



**nota:** a fissuração da parede pode ocorrer por variação de temperatura, retração, variação brusca de carregamento e variação da altura ou espessura da parede.

Para paredes de concreto contidas em um único plano, e na ausência de uma avaliação precisa das condições específicas da parede, devem ser dispostas juntas verticais de controle, com espaçamento máximo que depende do tipo de concreto utilizado. O espaçamento máximo das juntas deve ser determinado com dados de ensaios específicos. Na falta desses ensaios, pode-se adotar o distanciamento máximo de 8 m entre juntas para paredes internas e 6 m para paredes externas.

As juntas podem ser passantes ou não passantes, pré-formadas ou serradas.

#### 19.1.2\_juntas de dilatação

Sempre que a deformação por efeito da variação da temperatura puder comprometer a integridade do conjunto recomenda-se o uso de juntas de dilatação, como estabelecido a seguir:

- A cada 25 m da estrutura em planta. Este limite pode ser alterado, desde que se faça uma avaliação mais precisa dos efeitos da variação de temperatura e retração sobre a estrutura.
- Nas variações bruscas de geometria ou de esforços verticais.

## 19.2 instalações

As tubulações verticais podem ser embutidas nas paredes de concreto se atendidas simultaneamente as seguintes condições:

- Quando a diferença de temperatura no contato entre a tubulação e o concreto não ultrapassar 15°C;
- Quando a pressão interna na tubulação for menor que 0,3 MPa;
- Quando o diâmetro máximo for de 50 mm;
- Quando o diâmetro da tubulação não ultrapassar 50% da largura da parede, restando espaço suficiente para, no mínimo, o cobrimento adotado e a armadura de reforço. Admite-se tubulação com diâmetro até 66% da largura da parede e com cobrimentos mínimos desde que existam telas nos dois lados da tubulação com comprimento mínimo de 50 cm para cada lado.
- Não encostar tubos metálicos nas armaduras para evitar corrosão galvânica.

Não se admitem tubulações horizontais, exceto em casos específicos a determinar.



## APRESENTAÇÃO

Apesar do elevado nível de confiabilidade atribuído hoje aos métodos numéricos empregados na verificação da segurança de elementos estruturais de concreto armado, a existência de resultados experimentais, que possam respaldar a aplicação de tais métodos, é de significativa importância. Assim, visando o aumento da confiança nos procedimentos de dimensionamento, bem como a criação de uma cultura impulsionadora de pesquisa tecnológica nesse campo, foram projetados e realizados pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT) 12 ensaios de compressão não centrada em paredes de concreto. Este documento apresenta as considerações dos engenheiros José Roberto Braguim, Arnoldo Augusto Wendler Filho e Francisco Paulo Graziano.

## **RELATÓRIO DE COMPORTAMENTO ESTRUTURAL - ENSAIOS IPT**

### **SUMÁRIO**

- 1\_ introdução**
- 2\_ objetivo dos ensaios**
- 3\_ descrição dos ensaios realizados**
- 4\_ determinação teórica da curva carga x deslocamento**
- 5\_ comparações das curvas carga x deslocamento**
- 6\_ comentários e recomendações**
- 7\_ anexos**

## 1\_INTRODUÇÃO

Este documento apresenta os resultados dos ensaios realizados em paredes de concreto pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, sob coordenação do engenheiro José Roberto Braguim, da empresa OSMB, e participação dos engenheiros Arnaldo Augusto Wendler Filho e Francisco Paulo Graziano.

## 2\_OBJETIVO DOS ENSAIOS

Apesar do elevado nível de confiabilidade que hoje se pode atribuir aos métodos numéricos empregados na verificação da segurança de elementos estruturais de concreto armado, a existência de resultados experimentais, que possam respaldar a aplicação de tais métodos, assume significativa importância.

Nos trabalhos já publicados pela ABCP, foi apresentada formulação para a determinação da força normal resistente de cálculo [Nrd], desenvolvida especialmente para tal finalidade pelo prof. Francisco Paulo Graziano.

Além dessa formulação, baseada na teoria do concreto armado e nos procedimentos aplicáveis da ABNT NBR 6118:2003 - Projetos de estruturas de concreto, há no meio técnico outras alternativas a respeito da estimativa da carga Nrd.

Visando ao aumento da confiança nesses procedimentos de dimensionamento, bem como a criação de uma cultura impulsionadora de pesquisa tecnológica nesse campo, foram projetados e realizados 12 ensaios de compressão não centrada em paredes de concreto.

## 3\_DESCRÇÃO DOS ENSAIOS REALIZADOS

Foram realizados ensaios em 12 paredes, com altura de 270 cm, a saber:

- 3 paredes com espessura de 14 cm, armadas, denominadas Pd14-AR1 a Pd14-AR3;
- 3 paredes com espessura de 14 cm, não armadas, denominadas Pd14-NR1 a Pd14-NR3;
- 3 paredes com espessura de 10 cm, armadas, denominadas Pd10-AR1 a Pd10-AR3;
- 3 paredes com espessura de 10 cm, não armadas, denominadas Pd10-NR1 a Pd10-NR3.

Todos os ensaios foram realizados com excentricidade correspondente à espessura de 1/6 da espessura da parede.

As seguintes empresas e instituições contribuíram na execução dos ensaios:

- Gerdau S/A: fornecimento das armaduras;
- Trisul S/A: montagem das fôrmas e trabalhos de concretagem;
- Polimix Ltda: fornecimento do concreto;
- ABESC: apoio técnico para a montagem dos ensaios;
- LENC Engenharia & Consultoria Ltda: ensaios de caracterização do concreto.

Na data da realização de cada ensaio, os respectivos corpos-de-prova moldados de cada parede foram ensaiados para determinação da resistência e módulo de elasticidade do concreto.

A tabela 1 apresenta a identificação das paredes ensaiadas e os respectivos resultados dos ensaios de determinação das propriedades do concreto.

Tabela 1 – Classes de concreto para execução das paredes estruturais

Data do ensaio (2009)	Idade (dias)	Parede		Corpo de prova	
		Painel	Carga Máxima (kN)	Tensão de ruptura (MPa)	Módulo de deformação Eci (GPa)
5/10	27	Pd10-NA-1	1700 <sup>1</sup>	36,6	25,0
6/10	28	Pd10-NA-2	1700 <sup>1</sup>	36,8	25,1
7/10	29	Pd14-NA-1	1700 <sup>1</sup>	37,0	25,2
8/10	30	Pd10-AR-1	1700 <sup>1</sup>	37,4	25,4
9/10	31	Pd10-AR-2	1700 <sup>1</sup>	39,2	25,5
13/10	35	Pd10-AR-3	1700 <sup>1</sup>	39,6	26,7
3/11	7	Pd10-NA-3	1400 <sup>2</sup>	24,2	- <sup>3</sup>
4/11	8	Pd14-NA-2	1700 <sup>1</sup>	25,8	20,3
5/11	9	Pd14-NA-3	1700 <sup>1</sup>	27,4	20,9
6/11	10	Pd14-AR-3	1700 <sup>1</sup>	28,6	21,5
9/11	13	Pd14-AR-2	1700 <sup>1</sup>	29,4	22,1
10/11	14	Pd14-AR-1	1700 <sup>1</sup>	30,6	22,4

- 1 Sem ocorrência de ruptura
- 2 Ocorrência de ruptura
- 3 Ensaio não realizado

A descrição completa das características das paredes, instrumentação, procedimentos e equipamentos utilizados para a realização dos ensaios encontram-se no Relatório do IPT.

#### 4\_DETERMINAÇÃO TEÓRICA DA CURVA CARGA X DESLOCAMENTO

Foi desenvolvido pela OSMB um procedimento (denominado modelo teórico), a seguir descrito, para obtenção das curvas carga x deslocamento:

- Cada barra foi modelada com metade de sua altura, considerada engastada numa extremidade e livre na outra, como ilustra esquematicamente a figura 1;

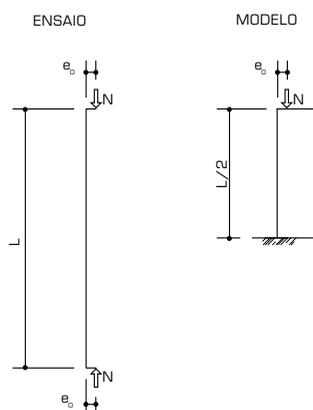


Figura 1 – Curvas carga x deslocamento para paredes  $t = 14$ , armadas,  $f_c = 29$  MPa.

- A barra do modelo foi dividida em 10 partes.
- A força  $N$  foi aplicada em acréscimos sucessivos até que se atingisse a ruptura, com o seguinte procedimento:
  - Obtém-se o momento  $M_{1d} = N_d \cdot e_0$ , com  $e_0 = t/6$ ;
  - Com os dados da seção transversal e das características do concreto, obtiveram-se, com o uso da calculadora  $M, N, 1/r$  do TQS – versão 13.7.12, os respectivos valores de  $1/r$  e produto  $EI$ , para curva tensão x deformação do concreto correspondente a  $1,1 f_{cd}$ ;
  - Com os valores  $1/r$  e  $EI$  de cada uma das 10 seções transversais, obteve-se, numa primeira integração numérica (pelo Método das Diferenças Finitas) as rotações em cada seção, impondo-se como condição de contorno que a rotação no engaste é nula;
  - A partir da rotação, por processo análogo, obtiveram-se os valores dos deslocamentos de 2ª ordem,  $e_2$  para cada seção;
  - Determinou-se, ainda para a mesma carga, a nova distribuição de momentos fletores  $M_{d2} = N_d \cdot e_0 + N_d \cdot e_2$ ;
  - Esse processo foi repetido até a convergência dos valores de  $e_2$ ;
  - Aplicou-se novo acréscimo de carga na estrutura deformada, caracterizando assim um procedimento que emprega não linearidade física e geométrica;
  - Os valores de  $N$  foram acrescidos até que o  $M_{d2}$  atingisse  $M_{rd}$  da seção transversal;
  - No processo numérico desenvolvido considerou-se apenas a excentricidade acidental  $t/6$ . O efeito de 2ª ordem decorrente da fluência foi desprezado.

Observa-se que, como se empregou a curva tensão x deformação do concreto, correspondente a  $1,1 f_{cd}$ , o respectivo resultado do modelo teórico não pode ser diretamente comparado aos respectivos valores dos ensaios. Assim, os resultados do referido modelo teórico devem ser empregados apenas para balizamento e enriquecimento da análise entre o que se obtém em ambiente de projeto e os valores de laboratório.

## 5. COMPARAÇÕES DAS CURVAS CARGA X DESLOCAMENTO

Apresenta-se no Anexo gráficos contendo:

- As curvas, teórica e experimental, da força normal x deslocamento no ponto médio da altura  $L$  de cada parede ensaiada. Para obtenção das curvas experimentais foram descartados os deslocamentos correspondentes à escorva do espécime.
- Nos gráficos, a força  $N$  é apresentada com seu valor característico
- Os valores de  $N_{rd}$  obtidos com <sup>1</sup>:
  - A expressão do item 17.5 da Coletânea de Ativos da Comunidade da Construção – 2007-2008;
  - A expressão do capítulo 14 do ACI 318M-05
  - A expressão do item 24.6 da ABNT NBR 6618:2003, aplicável a elementos estruturais de concreto simples
- Os valores de  $N_p$  esperados empregando-se a expressão do item 17.5 da Coletânea de Ativos da Comunidade da Construção – 2007-2008, assumindo o valor  $0,85 f_{cd}$  igual ao próprio  $f_{c,j}$  obtido no ensaio do concreto empregado.

Os gráficos foram agrupados por parede e pela resistência do concreto obtida nos respectivos ensaios de caracterização.

<sup>1</sup> Para o cálculo de  $N_{rd}$  utilizando as expressões, foram desprezadas as armaduras verticais das paredes.

## 6 COMENTÁRIOS E RECOMENDAÇÕES

Do exame dos gráficos apresentados no Anexo deste relatório, pode-se depreender:

- Que em nenhum dos ensaios realizados se atingiu o colapso das paredes. Apenas no ensaio da Pd10-NA-3, observou-se ruptura de cunha de concreto junto ao equipamento de aplicação da força normal, provavelmente como decorrência de concentração de tensões e da baixa idade do concreto, apesar de sua resistência ter atingido cerca de 24 MPa. A ausência de ruptura se deu fundamentalmente em função dos elevados valores de  $f_c$  na data dos ensaios. Dada a grande importância do conhecimento das cargas de ruptura das paredes, recomenda-se que novos ensaios sejam realizados com resistência do concreto compatível com a capacidade de carga dos equipamentos a serem utilizados.
- Segundo o Relatório do IPT, em nenhum ensaio constatou-se o início de fissuração das paredes, mesmo até o atingimento da carga máxima do ensaio.
- Para as paredes de 10 cm, os valores de  $N_{rd}$ , obtidos com a expressão do item 17.5 da Coletânea de Ativos da Comunidade da Construção; com a expressão do capítulo 14 do ACI 318M-05 e com a expressão do item 24.6 da ABNT NBR 6618:2003, corresponderam a valores entre 30% e 50% do respectivo valor de  $N_{rd}$  obtido no modelo teórico. Essa considerável diferença pode ser decorrente do fato de que o modelo teórico não levou em conta os efeitos de 2ª ordem oriundos da fluência. Recomenda-se que sejam elaborados modelos teóricos mais aprimorados nos quais os efeitos acima possam ser considerados.
- Para as paredes de 14 cm, os valores de  $N_{rd}$ , obtidos com as expressões acima mencionadas, aproximaram-se com razoável precisão do valor de  $N_{rd}$  obtido no modelo teórico.
- Os valores de  $N_r$  esperados foram sempre maiores que o valor máximo atingido nos ensaios (1700 kN) devido à limitação dos equipamentos empregados.
- Sobre a evolução das curvas tensão x deslocamento:
  - Em praticamente todos os ensaios observou-se desvio da curva experimental, indicando movimentação contrária ao esperado. Após a análise da montagem dos ensaios, observou-se que esses desvios foram decorrentes do deslocamento simultâneo dos pontos de aplicação de carga até a acomodação do sistema. Em ensaios análogos que vierem a ser realizados com o mesmo objetivo, recomenda-se a instalação de transdutores de deslocamentos também no topo e na base das paredes.
  - Analisando-se as curvas apresentadas, desconsiderando-se o efeito acima descrito, pode-se observar, em todos os casos, boa aderência no andamento das curvas experimentais com a curva do modelo teórico.
  - O valor de  $N_{rd}$  do item 17.5 da Coletânea de Ativos da Comunidade da Construção pode ser considerado seguro para o dimensionamento de paredes de concreto com as mesmas características apresentadas neste trabalho.

Tendo-se em vista que as paredes não atingiram a ruptura, os diagramas tensão x deformação nas armaduras e concreto não foram analisados neste trabalho.

## 7\_ANEXOS

Gráficos Força x deslocamento

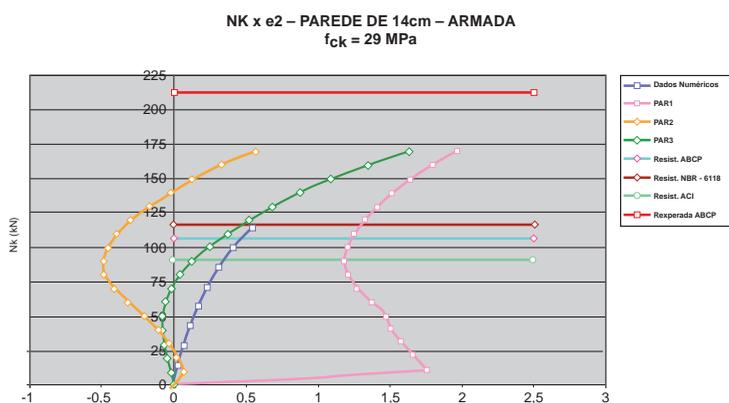


Figura 1 – Curvas carga x deslocamento para paredes  $t = 14$ , armadas,  $f_c = 29 \text{ MPa}$

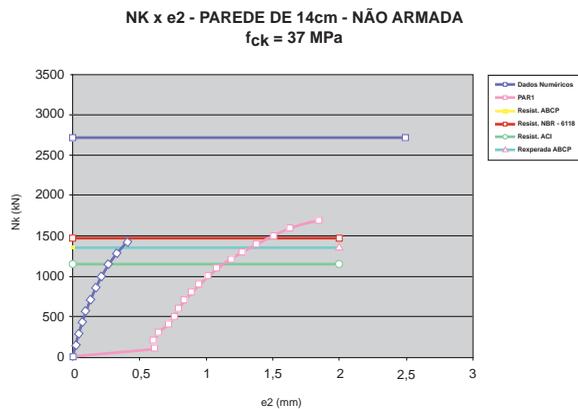


Figura 2 – Curvas carga x deslocamento para paredes  $t = 14$ , não armadas,  $f_c = 37 \text{ MPa}$ .

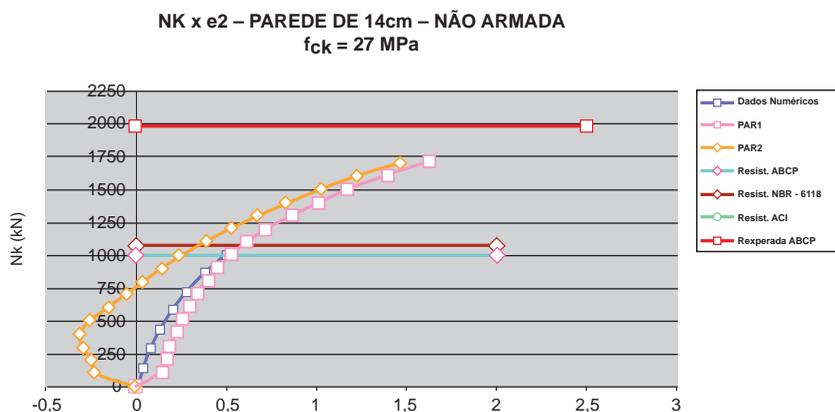


Figura 3 – Curvas carga x deslocamento para paredes  $t = 14$ , não armadas,  $f_c = 27 \text{ MPa}$ .

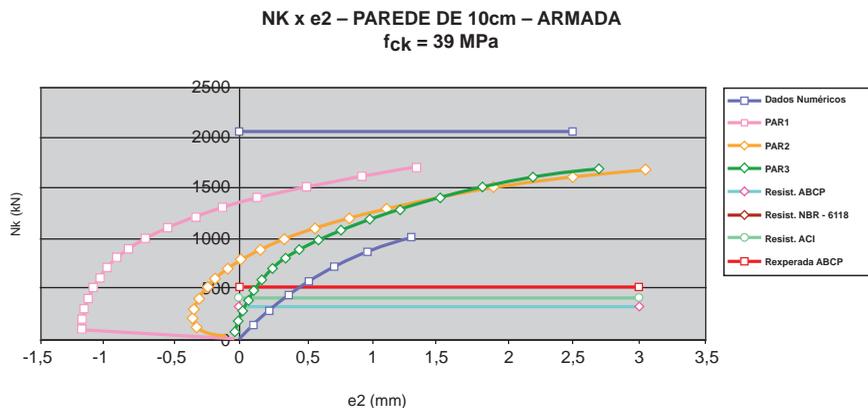


Figura 4 – Curvas carga x deslocamento para paredes t = 10, armada, f<sub>c</sub> = 39 MPa.

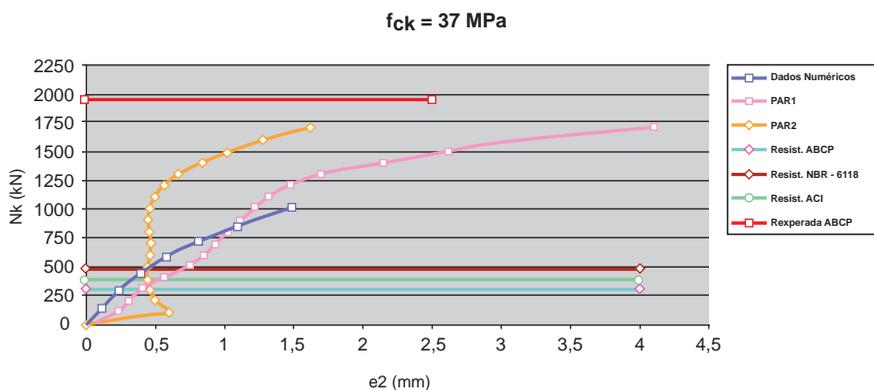


Figura 5 – Curvas carga x deslocamento para paredes t = 10, não armada, f<sub>c</sub> = 37 MPa.

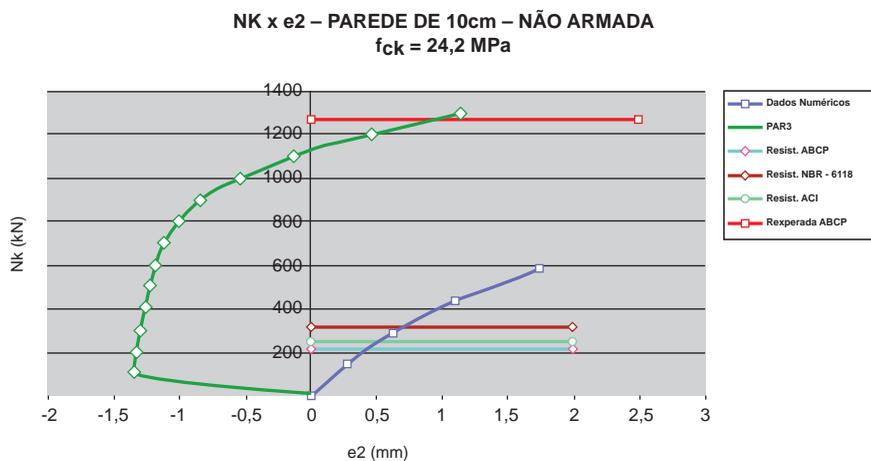
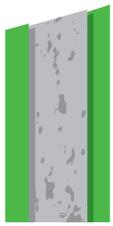


Figura 6 – Curvas carga x deslocamento para paredes t = 10, não armada, f<sub>c</sub> = 24 MPa.



**PAREDE DE  
CONCRETO**  
velocidade com qualidade

fôrmas

# fôrmas



**Comunidade  
da Construção**  
Sistemas à base de cimento

## FÔRMAS

O sistema PAREDE DE CONCRETO é fortemente apoiado na qualidade do sistema de fôrmas empregado. Por isso, nesta Coletânea de Ativos deu-se destaque para duas ferramentas desenvolvidas para apoiar a tomada de decisão do empreendedor sobre o sistema a ser adotado. São elas: o Modelo de Decisão – Escolha do Sistema de Fôrmas e a Planilha de Parametrização das Tipologias entre Sistemas para Edifícios Altos.

### FÔRMAS:

- Modelo de Decisão - Escolha do Sistema de Fôrmas ..... 53
- Planilha de Parametrização das Tipologias entre Sistemas para Edifícios Altos ..... 57

## APRESENTAÇÃO

Estruturado em planilha Excel®, o Ativo apresenta as principais variáveis envolvidas na escolha do sistema de fôrmas para um empreendimento com paredes de concreto moldadas *in loco*. O modelo traz informações de naturezas técnica e econômica, de modo que o analista tem uma visão completa dessas variáveis em cada sistema. Para a avaliação técnica, por exemplo, são requisitados de cada sistema dados sobre a produtividade média (hh/m<sup>2</sup>), peso por m<sup>2</sup>, número de peças "soltas", durabilidade da chapa, número de reutilizações, durabilidade da estrutura da forma, modulação, solução para oitões e embutidos. Para a avaliação econômica, a planilha pede informações sobre Atendimento, Comercialização e Custo.

A planilha usa o **conceito de peso / nota** para cada item. O **peso** refere-se à importância de determinada característica para o processo construtivo. A **nota** é a pontuação do item para o empreendimento analisado, considerando suas especificidades. Com as devidas ponderações, o conjunto de informações resultará na indicação dos melhores fornecedores para cada obra, ressaltando-se que a planilha oferece condições para avaliar sistemas de fôrmas constituídos de: metal e compensado; alumínio, plástico e aço.

# MODELO DE DECISÃO - ESCOLHA DO SISTEMA DE FÔRMAS

## 1. MODELO DE DECISÃO



**FÔRMAS**  
MODELO DE DECISÃO

**INFORMAÇÕES GERAIS**

<b>CONSTRUTORA :</b>	J.J. Construtora
<b>CIDADE / ESTADO :</b>	Cidade - BR
<b>OBRA :</b>	Obra Exemplo
<b>Data do Estudo :</b>	1. nov. 89
<b>Responsável pelo Estudo :</b>	Eng. José da Silva

**ALTERNATIVAS PARA ANÁLISE**

FORNECEDOR	TIPOLOGIA DAS FÔRMAS
"Fornecedor 1"	(escolha a opção)
"Fornecedor 2"	(escolha a opção)
"Fornecedor 3"	(escolha a opção)
"Fornecedor 4"	(escolha a opção)
"Fornecedor 5"	(escolha a opção)
"Fornecedor 6"	(escolha a opção)

Informações Gerais

 <b>FÔRMAS - MODELO DE DECISÃO</b> ANÁLISE TÉCNICA		J.J. Construtora Obra Exemplo 1. nov. 89								
a) escolha o PESO em função do grau de importância dado a cada item no processo decisório; b) escolha a NOTA em função do nível de atendimento do sistema/fornecedor de sua proposta.		PESO NA DECISÃO	"Fornecedor 1"	"Fornecedor 2"	"Fornecedor 3"	"Fornecedor 4"	"Fornecedor 5"	"Fornecedor 6"		
ITEM	O QUE LEVAR EM CONTA	NOTA DO ITEM	NOTA DO ITEM	NOTA DO ITEM	NOTA DO ITEM	NOTA DO ITEM	NOTA DO ITEM			
1	PRODUTIVIDADE	Facilidade na montagem e armazenamento (desfôrma).	(escolha a opção)	(escolha a nota)						
		Compatibilidade com a mão de obra contratada.	(escolha a opção)	(escolha a nota)						
		Nível necessário de treinamento técnico.	(escolha a opção)	(escolha a nota)						
2	TRANSPORTE	Nível necessário de mecanização (equipamentos).	(escolha a opção)	(escolha a nota)						
		Compatibilidade com o Sistema de Qualidade de construtoras.	(escolha a opção)	(escolha a nota)						
3	CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA	Pisar nos paços / pontos.	(escolha a opção)	(escolha a nota)						
		Número de peças sobras.	(escolha a opção)	(escolha a nota)						
		Disponibilidade / flexibilidade.	(escolha a opção)	(escolha a nota)						
		Modulação / padronização (vertical e horizontal).	(escolha a opção)	(escolha a nota)						
4	INTERFACES COM OUTROS SUBSISTEMAS	Compatibilidade com a necessidade de subsistema para eventuais sistemas.	(escolha a opção)	(escolha a nota)						
		Compatibilidade com a necessidade de subsistema para eventuais sistemas.	(escolha a opção)	(escolha a nota)						
		Facilidade para posicionamento de caixotes, portas, guilhotas, etc.	(escolha a opção)	(escolha a nota)						
		Facilidade para fixação e encaixe de instalações elétricas e hidráulicas.	(escolha a opção)	(escolha a nota)						
5	SEGURANÇA	Inclui-se para "telas".	(escolha a opção)	(escolha a nota)						
		O sistema fornece todos os componentes necessários à segurança da operação.	(escolha a opção)	(escolha a nota)						
		O sistema fornece atende à NR-38.	(escolha a opção)	(escolha a nota)						
6	RISCOS DA DECISÃO	Nível necessário de custos adicionais para o atendimento à qualidade de segurança.	(escolha a opção)	(escolha a nota)						
		Nível maior / custos específicos necessários durante a operação.	(escolha a opção)	(escolha a nota)						
		A construtora/obra está "preparada" para a utilização do sistema.	(escolha a opção)	(escolha a nota)						
		O custo é alto, no caso de uma decisão errada?	(escolha a opção)	(escolha a nota)						
		Possibilidade de utilizar o sistema no seu maior potencial de aproveitamento.	(escolha a opção)	(escolha a nota)						

Análise Técnica

PAREDE DE CONCRETO		FÔRMAS - MODELO DE DECISÃO ANÁLISE ECONÔMICA						J.J. Construtora Obra Exemplo 1 . nov . 09	
a) escolha o PESO em função do grau de importância dada a cada item na processo decisório. b) escolha a NOTA em função do nível de atendimento do sistema/fornecedor ao item proposto.		PESO NA DECISÃO		"Fornecedor 1"	"Fornecedor 2"	"Fornecedor 3"	"Fornecedor 4"	"Fornecedor 5"	"Fornecedor 6"
		ITEM	O QUE LEVAR EM CONTA	(escolha a opção)	(escolha a opção)				
ITEM	O QUE LEVAR EM CONTA	NOTA DO ITEM	NOTA DO ITEM	NOTA DO ITEM	NOTA DO ITEM	NOTA DO ITEM	NOTA DO ITEM	NOTA DO ITEM	NOTA DO ITEM
1	Atenção nacional	(escolha a opção)	(escolha a nota)	(escolha a nota)	(escolha a nota)	(escolha a nota)	(escolha a nota)	(escolha a nota)	(escolha a nota)
	Prazo de entrega compatível com a necessidade da construtora/obra.	(escolha a opção)	(escolha a nota)	(escolha a nota)	(escolha a nota)	(escolha a nota)	(escolha a nota)	(escolha a nota)	(escolha a nota)
	Fornecedor dispõe de equipes de manutenção ágil.	(escolha a opção)	(escolha a nota)	(escolha a nota)	(escolha a nota)	(escolha a nota)	(escolha a nota)	(escolha a nota)	(escolha a nota)
	Fornecedor dispõe de assistência no início das montagens.	(escolha a opção)	(escolha a nota)	(escolha a nota)	(escolha a nota)	(escolha a nota)	(escolha a nota)	(escolha a nota)	(escolha a nota)
2	Margem de fornecimento posterior (preço adicional de reposição)	(escolha a opção)	(escolha a nota)	(escolha a nota)	(escolha a nota)	(escolha a nota)	(escolha a nota)	(escolha a nota)	(escolha a nota)
	Fornecedor oferece opção de locação de estoque	(escolha a opção)	(escolha a nota)	(escolha a nota)	(escolha a nota)	(escolha a nota)	(escolha a nota)	(escolha a nota)	(escolha a nota)
3	Fornecedor oferece treinamento aplicado à equipe de produção	(escolha a opção)	(escolha a nota)	(escolha a nota)	(escolha a nota)	(escolha a nota)	(escolha a nota)	(escolha a nota)	(escolha a nota)
		(escolha a opção)	(escolha a nota)	(escolha a nota)	(escolha a nota)	(escolha a nota)	(escolha a nota)	(escolha a nota)	(escolha a nota)
4	É custo do sistema é compatível com a utilização do sistema para a construtora.	(escolha a opção)	(escolha a nota)	(escolha a nota)	(escolha a nota)	(escolha a nota)	(escolha a nota)	(escolha a nota)	(escolha a nota)
	Existência e ordem de grandeza dos custos de manutenção.	(escolha a opção)	(escolha a nota)	(escolha a nota)	(escolha a nota)	(escolha a nota)	(escolha a nota)	(escolha a nota)	(escolha a nota)
	Existência e ordem de grandeza dos custos com frete.	(escolha a opção)	(escolha a nota)	(escolha a nota)	(escolha a nota)	(escolha a nota)	(escolha a nota)	(escolha a nota)	(escolha a nota)

Análise Econômica

PAREDE DE CONCRETO		FÔRMAS - MODELO DE DECISÃO RESUMO DA ANÁLISE		J.J. Construtora Obra Exemplo 1 . nov . 09
FORNECEDOR	SISTEMA	NOTAS PARCIAIS (máx = 5,0)		
		ANÁLISE TÉCNICA	ANÁLISE ECONÔMICA	
"Fornecedor 1"	(escolha a opção)	#VALUE!	#VALUE!	
"Fornecedor 2"	(escolha a opção)	#VALUE!	#VALUE!	
"Fornecedor 3"	(escolha a opção)	#VALUE!	#VALUE!	
"Fornecedor 4"	(escolha a opção)	#VALUE!	#VALUE!	
"Fornecedor 5"	(escolha a opção)	#VALUE!	#VALUE!	
"Fornecedor 6"	(escolha a opção)	#VALUE!	#VALUE!	

**FÔRMAS - MODELO DE DECISÃO  
GRÁFICO DE PERFORMANCE DO SISTEMA**

Resumo da Análise



## APRESENTAÇÃO

O objetivo desta ferramenta é apontar os valores de grandeza de todas as etapas construtivas, com ênfase na parametrização e comparação entre os sistemas em Alvenaria Estrutural, Parede de Concreto e Estrutura de Concreto Armado (convencional).

Desenvolvida em planilha Excel<sup>®</sup>, ela possui baixa complexidade de programação e de cálculos, podendo ser utilizada em qualquer PC com o respectivo aplicativo instalado. Recomenda-se, porém, que a análise seja feita em conjunto com algum profissional que domine a ferramenta, para que se evitem considerações equivocadas que possam interferir nos resultados.

A planilha contém seis pastas para entrada de dados: Informações Gerais, Dados Básicos de Entrada, Dados de Alvenaria Estrutural, Dados de Parede de Concreto, Dados de Concreto Armado e Comparativo de Sistemas.

## **PLANILHA DE PARAMETRIZAÇÃO DAS TIPOLOGIAS ENTRE SISTEMAS PARA EDIFÍCIOS ALTOS**

### **SUMÁRIO**

- 1\_ objetivos**
- 2\_ esclarecimentos iniciais - utilização**
- 3\_ utilizando a ferramenta**

## 1 OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho é fornecer orientações quanto à correta utilização e preenchimento da “Planilha de Parametrização das Tipologias entre Sistemas para Edifícios Altos”.

Espera-se que este tutorial seja utilizado para que os dados sejam corretamente lançados, em função das variáveis reais de estudo, e que se possam estabelecer bases confiáveis de comparação entre os sistemas, para a tomada de decisão.

Não é objetivo desta ferramenta fornecer um orçamento executivo do empreendimento, mas sim apontar os valores de grandeza de todas as etapas construtivas, com ênfase na parametrização e comparação entre os sistemas em Alvenaria Estrutural, Parede de Concreto e Estrutura de Concreto Armado (convencional).

## 2 ESCLARECIMENTOS INICIAIS - UTILIZAÇÃO

Esta ferramenta foi desenvolvida em Excel com *macros*, portanto é necessário que este programa esteja instalado no computador, e que a opção de *macros* seja habilitada.

Devido à baixa complexidade de programação e de cálculos, a ferramenta pode ser utilizada em qualquer PC com o aplicativo “Excel” instalado.

Recomenda-se fortemente que a análise seja feita em conjunto com algum profissional que domine a ferramenta, para que se evitem considerações equivocadas que possam interferir nos resultados.

Sugere-se consultar a ABCP (Associação Brasileira de Cimento Portland) para a orientação quanto a esse apoio técnico.

## 3 UTILIZANDO A FERRAMENTA

A ferramenta é apresentada em arquivo “Excel” e contém sete pastas:

- Informações Gerais;
- Dados Básicos de Entrada;
- Dados Alvenaria Estrutural;
- Dados Parede de Concreto;
- Dados Concreto Armado;
- Resumo Detalhado;
- Resumo Sintético.

Para melhor encaminhamento da análise, serão fornecidas orientações para cada uma delas.



**nota:** os valores lançados abaixo são meramente exemplificativos.

### 3.1\_pasta "informações gerais"

Esta pasta traz informações gerais sobre o empreendimento em estudo.

<b>CIDADE / ESTADO :</b>	Cidade - BR
<b>CONSTRUTORA :</b>	J.J.
<b>OBRA :</b>	Obra Exemplo
<b>Data de Estudo :</b>	01.07.99
<b>Responsável pelo Estudo :</b>	Eng. Marcos Hesketh

- 1 Cabeçalho: deverão ser preenchidas as informações básicas do empreendimento e o responsável pelo estudo.

<b>TIPOLOGIA DO EMPREENDIMENTO :</b>	Edifício Alto
<b>Nº Pav. Térreo terá unidades ?</b>	15 ← Número de Pavimentos (exceto térreo)
<b>O Pav. Térreo terá unidades ?</b>	SIM ← escolha a opção
<b>Nº UNIDADES HABITACIONAIS (TOTAL) :</b>	640 Unidades
<b>Nº UNIDADES/PAVIMENTO :</b>	4 Unidades por pavimento
<b>Nº DE MÓDULOS (ou torres) :</b>	10,0 Módulos (torres)
<b>Número de Subsolos :</b>	2,0
<b>Área de cada Subsolo :</b>	600 m <sup>2</sup> (total)
<b>ÁREA CONSTRUÍDA ÚTIL (POR UNIDADE) :</b>	55,00 m <sup>2</sup> (área útil)
<b>ÁREA PRIVATIVA (POR UNIDADE) :</b>	50,00 m <sup>2</sup> (área privativa)
<b>Área de cada Pavimento :</b>	220,00 m <sup>2</sup>
<b>ÁREA CONSTRUÍDA (TOTAL) :</b>	36.400 m <sup>2</sup>
<b>ÁREA CONSTRUÍDA (POR MÓDULO ou TORRE) :</b>	3.640 m <sup>2</sup> por módulo (ou torre)

- 2 Inserir dados sobre o número de pavimentos e a existência (ou não) de unidades no térreo.
- 3 Inserir número total de unidades e de unidades por pavimento. Automaticamente será calculado o número de torres (ou módulos).
- 4 Inserir o número de subsolos e a área construída de cada um. Idem para as áreas útil e privativa de cada unidade (a área útil inclui as circulações, elevadores e demais espaços não privativos do pavimento). Será então fornecida a área do pavimento, área construída total e a área construída por torre (ou módulo).

<b>Perímetro do módulo =</b>	160	metros
<b>Altura (piso a teto) =</b>	2,70	metros
<b>INÍCIO DAS OBRAS :</b>		
<b>PRAZO MÁXIMO DA OBRA (TOTAL) :</b>	36	Meses (Incorporação / contratual)
<b>TOPOGRAFIA DO TERRENO :</b>	Terreno of leve acclive	
<b>ÁREA DAS PAREDES (MÉDIA POR UNIDADE HABITACIONAL) :</b>	2,20	Taxa (m <sup>2</sup> paredes/m <sup>2</sup> área construída útil)
	121	m <sup>2</sup> de paredes por Unidade Habitacional
<b>HAVERÁ TRABALHO AOS SÁBADOS ?</b>	NÃO	
<b>HAVERÁ TRABALHO AOS DOMINGOS ?</b>	NÃO	

- 5 Inserir dados de projeto (perímetro da torre e pé-direito), a data de início das obras, prazo de execução global (*Masterplan* de Incorporação), topografia do terreno e a taxa de paredes estimada. É calculada então a área de paredes por u.h. (unidade habitacional). Durante a análise (e a simulação de *cenários* para cada alternativa), o sistema fornecerá informações sobre a redução de prazos ou sobre o "estouro" do cronograma.
- 6 Informar a política de trabalho em finais de semana. Esse dado é fundamental na formação de preços e nos prazos.

### 3.2\_pasta “dados básicos de entrada”

Esta pasta de trabalho é caracterizada pelas informações básicas do empreendimento, especialmente com relação aos custos das etapas principais.

Serão lançados os valores comuns das etapas de estrutura e também de todos os outros subsistemas e suas interfaces.

7	INFRAESTRUTURA	Custos globais de Infraestrutura =	2.000.000,00	R\$
8	FUNDAÇÃO	Custo Terraplanagem =	10,00	R\$ / m2 área constr. útil
		Custo Fundação (incluindo escavações ou radier) =	120,00	R\$ / m2 área constr. útil
9	CONCRETO	Preço do Aço =	4,90	R\$ / Kg
		Preço da Tela Soldada =	6,10	R\$ / Kg (2 Ø1 ; 1 Kg/m2)
		Custo de Concreto Convencional :	250,00	R\$ / m3
		Adicional de traço (bombeamento) :	25,00	R\$ / m3
		Taxa de Bombeamento :	25,00	R\$ / m3
		Perda de concreto a considerar :	3,0%	%
		Custo Fôrmas de Madeira (LAJES) :	30,00	R\$ / m2 de fôrmas
		Fôrmas de Madeira (lajes) - Nº USOS =	20	Usos
		Custo Escoramento Metálico (incl. reencovimento):	5,00	R\$ / m2 escoramento por mês
		Custo Mão de Obra - Estrutura :	400,00	R\$ / m3 de estrutura
		Custo Mão de Obra - Acabamento de Lajes :	3,00	R\$ / m2 de laje

7 Inserir os custos de Infraestrutura, que compreendem os arruamentos, entradas, guaritas, áreas de lazer, instalações externas, enfim, todos os custos que não aqueles associados às torres.

8 Inserir os custos com movimentação de terra (global) e fundações das torres.

9 Concreto: apropriar os custos dos principais insumos da estrutura, bem como variáveis de consumo. O custo com mão de obra deverá ser calculado em função do valor básico de subempreitada. No caso de mão de obra própria, o analista deverá compor o custo unitário, considerando as equipes e todos os custos inerentes, como salários, encargos, EPI, produtividade, premiação, horas extras, uniforme, alimentação, transporte, ociosidades etc.

Os custos com acabamento das lajes só será lançado se o memorial do empreendimento prever laje com “acabamento zero” (alisada mecanicamente).

REVESTIMENTOS E ACABAMENTOS	EXT.	10	Descontos de área (vãos) =	12%	<- anexo com valor
		11	Custo do Chapisco Externo (mat. + m.o.) =	3,43	R\$ / m2 fachada
		12	Custo do Emboço Externo (mat. + m.o.) =	22,07	R\$ / m2 fachada
	INT.	Custo dos Acabamentos Externos (pintura, textura, monocapa, etc) =		9,90	R\$ / m2 área FACHADA
		Custo do Chapisco Interno (mat. + m.o.) =		2,98	R\$ / m2 parede interna
		Custo do Emboço Interno (mat. + m.o.) =		19,19	R\$ / m2 de PAREDE
		Custo do revestimento em GESSO =		15,00	R\$ / m2 de PAREDE
		Custo de PINTURA INTERNA (PVA) (mat. + m.o.) =		8,61	R\$ / m2 de PAREDE
	Custo AZULEJOS (mat. + m.o.) =		15,00	R\$ / m2 de PAREDE	
	(outro tipo de acabamento interno)			R\$ / m2 de PAREDE	

10 Lançar porcentagem de desconto de vãos (portas, janelas, aberturas) das paredes.

11 Inserir os custos dos revestimentos externos em argamassa. Lançar também os custos dos acabamentos externos (pintura, textura, monocapa, cerâmica etc.).

12 Inserir os custos dos revestimentos internos em argamassa. Lançar também os custos dos acabamentos internos (gesso, pintura, textura, azulejos etc.).

13 INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	Custos Básicos de Instalações Elétricas =	38,95	R\$ / m2 área constr. útil
	Serviços de Posicionamento dos eletrodutos =	38%	---
	Enfição/QDI/ Caixa/Ligações/Acabamentos =	78%	---
	<b>Parede de Concreto</b> Redução nos custos de Posicionamento =	50%	(incl. no preço M.O. Par. Concreto)
14 INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS	Custos Básicos de Instalações Hidráulicas =	64,36	R\$ / m2 área constr. útil
	Serviços de Posicionamento da tubulação =	58%	---
	Ligações/Acabamentos =	58%	---
	<b>Parede de Concreto</b> Redução nos custos de Posicionamento =	9%	(incl. preço M.O. Par. Concreto)

13 Inserir os custos unitários das instalações elétricas. Particionar os custos em função da etapa construtiva deste subsistema. No caso específico da alternativa Parede de Concreto, os serviços de posicionamento dos eletrodutos embutidos são realizados junto com a etapa de montagem das fôrmas. Portanto, é esperada uma redução dos custos, a ser estimada pelo analista.

14 Raciocínio similar a ser adotado para as instalações hidráulicas.

M.O. INDIRETA (CANTEIRO)	15	Engenharia =	19.000,00	R\$ / mês (com encargos)
		Profissionais Administrativos =	6.000,00	R\$ / mês (com encargos)
SEGURANÇA		Mestre/Encarregado/Técnicos/Apostadores =	20.000,00	R\$ / mês (com encargos)
		Técnicos de segurança/Segurança Patrimonial (vigias) =	13.000,00	R\$ / mês (com encargos)
		Verbas/Proteções =	2.500,00	(verba fixa mensal)

15 Lançar os custos mensais, com encargos, de toda a equipe indireta do canteiro, além de eventuais verbas específicas para o item “Segurança”.

16 EQUIPAMENTOS	Custo do Andaime Fachadeiro =		5,00	R\$ / m2 área fachada por mês
	Elevador de Carga	Vb Mont./Desmont. =	1.900,00	(verba fixa por evento)
		Locação =	2.200,00	R\$ / mês
		Operação =	2.494,75	R\$ / mês
	Elevador de Passageiro	Vb Mont./Desmont. =	1.900,00	(verba fixa por evento)
		Locação =	2.200,00	R\$ / mês
		Operação =	2.494,75	R\$ / mês
	Grua	Vb Mont./Desmont. =	R\$ 20	(verba fixa)
		Locação =	20,00	R\$ / mês
		Operação =	20,00	R\$ / mês
	Guindaste	Locação (c/ operação) =	20,00	R\$ / mês
	Balancim	Custos com materiais (madeira e tela) =	10.000,00	R\$ (o equipamento é incluso no preço do empreiteiro)

16 Nesta etapa são considerados os custos com os equipamentos. No caso de utilização de andaimes tipo fachadeiro, o valor será referente ao aluguel mensal por área de fachada.

Elevadores de carga, de passageiros e guas terão considerados os valores pontuais (montagem, desmontagem) e operacionais (locação, operadores). Se houver a utilização de algum tipo de guindaste, lançar o valor por período. Os custos com balancins - caso não estejam embutidos no valor cobrado pelo empreiteiro de revestimento externo - podem ser lançados globalmente, e deverão incluir – em qualquer caso – os custos com madeiramento e telas de proteção.

17	<b>Outros Itens de D.I.</b>	<b>8.000,00</b>	<b>R\$ / mês</b>
----	-----------------------------	-----------------	------------------

17 Inserir demais custos indiretos, que incidam mensalmente no empreendimento, ainda não considerados nos itens anteriores da planilha.

planilha\_de\_parametrização\_das\_tipologias\_entre\_sistemas\_para\_edifícios\_altos

<p>18</p> <p>OUTROS CUSTOS POR ETAPA (índices)</p>	Custos Básicos - ESQUADRIAS =	70,00	R\$ / m <sup>2</sup> área constr. útil
	Custos Básicos - ELEVADORES =	25,00	R\$ / m <sup>2</sup> área constr. útil
	Custos Básicos - COBERTURAS =	15,00	R\$ / m <sup>2</sup> área constr. útil
	Custos Básicos - IMPERMEAB. / ISOLAMENTOS =	15,00	R\$ / m <sup>2</sup> área constr. útil
	Custos Básicos - PISOS / FÓRROS =	17,00	R\$ / m <sup>2</sup> área constr. útil
	Custos Básicos - VIDROS =	5,00	R\$ / m <sup>2</sup> área constr. útil

18 Nesta etapa são inseridos os custos unitários dos outros principais subsistemas da obra. Para o que se pretende nesta comparação, esses valores serão utilizados independentemente da alternativa a ser simulada.

### 3.3\_pasta “dados alvenaria estrutural”

Nesta pasta serão consideradas as variáveis específicas da alternativa Alvenaria Estrutural, para que sejam parametrizados os dados, propiciando uma comparação equivalente com outra alternativa.

ITEM		VALOR	OBS.		
BLOCOS					
ESTRUTURAL	% de Blocos com espessura 9 cm =		% OK!		
	% de Blocos com espessura 14 cm =	100,0%		(entre cf valores)	
	% de Blocos com espessura 19 cm =				
VEDAÇÃO	% de Blocos com espessura 9 cm =			% OK!	
	% de Blocos com espessura 14 cm =				(entre cf valores)
	% de Blocos com espessura 19 cm =				
ESTRUTURAL	Custo do Bloco Estrutural de 9 cm =		(desconsiderar)		
	Custo do Bloco Estrutural de 14 cm =	R\$ 2,60	R\$/unid.		
	Custo do Bloco Estrutural de 19 cm =		(desconsiderar)		
VEDAÇÃO	Custo do Bloco Vedação de 9 cm =		(desconsiderar)		
	Custo do Bloco Vedação de 14 cm =		(desconsiderar)		
	Custo do Bloco Vedação de 19 cm =		(desconsiderar)		

19 De acordo com o projeto específico (arquitetura ou mesmo o executivo em alvenaria estrutural), lançar as porcentagens de aplicação dos blocos estruturais (e de vedação, se houver), em função das suas espessuras.

Da mesma forma, introduzir os valores unitários dos blocos, por espessura considerada.

<p>20</p> <p>CONSUMOS</p>	Consumo de Blocos =	12,5	Unid./m <sup>2</sup> (sem perdas)
	Perda Considerada para os Blocos =	5,0%	de perdas de blocos
	Custo da Argamassa de assentamento =	0,16	R\$/kg (Industrializada)
	Consumo de Grout =	0,025	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> de parede
	Custo do Grout =	385,00	R\$ / m <sup>3</sup>
	Consumo de aço (vergalhão) =	0,40	Kg/m <sup>2</sup> de Área parede
	Desconto de Vãos (paredes) =	12,0%	(janelas, portas e aberturas)
	Área Total de Alvenaria Estrutural =	68.147	m <sup>2</sup> de paredes (p/ cálculo de blocos)
		77.440	m <sup>2</sup> de paredes (p/ cálculo de m.o.)

20 Entrar com o consumo de blocos (unidades/m<sup>2</sup> de parede), sem considerar as perdas. Lançar a estimativa de perdas de blocos. É desejável que o valor seja compatível com os dados históricos da empresa.

Inserir o custo e o consumo de graute, conforme projeto ou índice.

O sistema informará, automaticamente, a área total de alvenaria estrutural, para todo o empreendimento, considerando um valor para a quantificação de blocos (com o desconto de vãos) e outro valor para o dimensionamento dos custos com mão de obra (desconsiderando os vãos).

TRANSIÇÃO	Haverá transição em concreto armado ?	Sim	
	Qual a abrangência ?	Subsolos e Térreo	Área Constr. da Transição = 18.000 m <sup>2</sup>
	Espessura Média da Estrutura =	20	cm
	Custo da Estrutura =	700,00	R\$ / m <sup>3</sup> de estrutura
	Prazo de Execução =	3,0	meses

- 21 Normalmente, para projetos de edifícios altos em alvenaria estrutural há uma transição a ser executada nos subsolos e térreo, em estrutura de concreto armado. Caso seja este o caso em análise, as variáveis de custos desta etapa devem ser consideradas.

LAJES	Tipologia das Lajes =	Moldadas in loco	
	Área das Lajes (pav. Tipo) =	33.866,00	m <sup>2</sup>
	Espessura das lajes =	8,0	cm
	Taxa de Aço =	40,0	Kg/m <sup>3</sup>
	Custo da m.o. para execução =	350,00	Kg/m <sup>3</sup>
	VIGAS		
Vigas Existentes =	30,0	m <sup>2</sup> de fôrmas de vigas por unidade habitacional	
	2,0	m <sup>2</sup> de concreto de vigas por unidade habitacional	
Custo da Estrutura =	700,00	R\$ / m <sup>3</sup> de estrutura	

- 22 Definir a tipologia das lajes e demais especificações técnicas. Introduzir o custo de mão de obra para essa etapa.  
No caso de haver vigas, entrar com os quantitativos e custos de execução.

REVEST. EXT.	Haverá CHAPISCO EXTERNO ?	Sim	← Escolha a opção
	Haverá EMBOÇO/REBOCO EXTERNO ?	Sim	← Escolha a opção
REVEST. INT.	Haverá CHAPISCO INTERNO ?	Sim	← Escolha a opção
	Haverá EMBOÇO/REBOCO INTERNO ?	Sim	← Escolha a opção
	ÁREAS FRIAS : ALGUMAS PAREDES =	40%	(paredes áreas frias/total paredes)
	% das paredes das ÁREAS FRIAS COM REV. ARGAMASSADO =	30%	

- 23 Definir os tipos de revestimentos argamassados, internos e externos. No caso dos internos, o sistema oferece a opção de definir áreas específicas a serem revestidas, em função do Memorial Descritivo. Fica a cargo do analista lançar a porcentagem que essas áreas de paredes correspondem em relação a toda a unidade.

planilha\_de\_parametrização\_das\_tipologias\_entre\_sistemas\_para\_edifícios\_altos

MÃO DE OBRA	Ciclo (em dias) para elevação das paredes de 1 pavimento =	6	Dias	Atenção: essa etapa está consumindo 37,0% do prazo da obra
	Número de pavimentos (torres) executados simultaneamente =	3	Torres em execução simultâneas	
	Produtividade Média Esperada de Equipe =	13	m <sup>2</sup> /homem.dia	Capacidade do sistema = 44 m <sup>2</sup> /homem por dia
	Efetivo Médio =	29	Tritubos/metro de Produção	
	Espaço Médio de Trabalho por homem =	33	m <sup>2</sup> /homem	Superfície área mínima de 29 m <sup>2</sup> /homem
Custo da Mão de Obra de Alvenaria Estrutural =	16,00	R\$ m <sup>2</sup> de Paredes		

24

Deve ser lançado o ciclo de execução das paredes de um pavimento completo, além do número de torres a serem executadas simultaneamente. O sistema já fornecerá a informação do prazo já consumido.

Será também lançada a produtividade média esperada por operário. O sistema sugere um valor, entretanto é altamente recomendável que o analista tenha dados reais a respeito dos valores praticados pela construtora, ou pelo empreiteiro contratado. Esse valor envolve todo o ciclo de execução das paredes estruturais (marcação, elevação, detalhes, juntas, grauteamento etc.), incluindo a preparação do trabalho e a limpeza final do local.

É considerada também a variável “espaço de trabalho”, que é um fator preponderante no planejamento das equipes, para que os índices de produtividade e produção sejam atingidos. Significa considerar uma equipe compatível com a área de trabalho. O sistema sugere um indicador, mas o analista tem a liberdade de lançar o valor que lhe convier. O sistema informará, então, qual a equipe considerada neste cálculo, por unidade habitacional.

Adotar um valor unitário para os custos com mão de obra, que deverá ser calculado em função do valor básico de subempreitada ou, no caso de mão de obra própria, o analista deverá compor o custo unitário, considerando as equipes e todos os custos inerentes, como salários, encargos, EPI, produtividade, premiação, horas extras, uniforme, alimentação, transporte, ociosidades etc.

SEGURANÇA	Itens de segurança específicos do sistema =	50.000,00	Verba (R\$)
-----------	---	-----------	-------------

25

Inserir uma verba fixa associada aos custos de segurança que sejam específicos e inerentes a esta tecnologia estudada.

Prazo de Execução MOV. TERRA E FUNDAÇÕES =	3,0 meses	
Prazo de Execução das PAREDES =	13,8 meses	considerando o trabalho por noite aos sábados e domingos.
Prazo de Execução de TRANSIÇÃO =	3,0 meses	
Prazo de Execução das LAJES =	13,8 Meses	Considerando 1,0 dia/m <sup>2</sup> por dia Total de lajes = 180
Prazo necessário para todos os outros serviços =	1,8 Meses	Refere-se a todos os serviços posteriores à execução das paredes e lajes
<b>Prazo Total da Obra =</b>	<b>34,8 Meses</b>	87% do prazo total máximo da obra Reserva 1,2 meses do prazo máximo da obra

26

Deve ser lançado o prazo de execução da terraplanagem e das fundações.

Os prazos de execução das paredes e das transições são fornecidos pelo sistema, em função das variáveis adotadas.

O analista deve inserir o prazo de execução de cada laje, caso este período seja considerado independente, e somado aos prazos das outras etapas.

Inserir também o prazo previsto para a execução de todos os subsistemas posteriores à execução das paredes estruturais (instalações, revestimentos, caixilhos, pintura, acabamentos internos etc.).

Finalmente, o sistema fornecerá o prazo total previsto e a sua relação com o *Masterplan* de incorporação do empreendimento.

EQUIPAMENTOS	ELEVADOR DE CARGA - Nº médio de eqptas :		
	ELEVADOR DE PASSAGEIROS - Nº médio de eqptas :	2,0	
	ELEVADOR DE PASSAGEIROS - Prazo médio de uso :	30,0	Meses
	GRUA - Nº médio de eqptas :	2,0	
	GRUA - Prazo médio de uso :	30,0	Meses
	GUINDASTE - Nº médio de eqptas :		
	ANDAIME FACHADEIRO - Nº médio de conjuntas :	2,0	Obs.: área de toda a fachada da torre (ou módulo)
	FACHADEIRO - Prazo de uso :	30,0	Meses

27 Dimensionar os tipos e os períodos de utilização dos equipamentos.

### 3.4\_pasta "dados parede de concreto"

Nesta pasta serão consideradas as variáveis específicas da alternativa Parede de Concreto, para que sejam parametrizados os dados, propiciando uma comparação equivalente com outra alternativa.

TRANSIÇÃO	Haverá transição em concreto armado ?		Sim	
	Qual a abrangência ?	Subsolos e Térreo	Área Constr. da Transição = 18.890 m <sup>2</sup>	
	Espessura Média da Estrutura =	20,0	cm	(sugestão = 20,0 cm)
	Custo da Estrutura =	700,00	R\$ / m <sup>3</sup> de estrutura	(sugestão = 700,00 R\$/m <sup>3</sup> )
	Prazo de Execução =	3,0	meses	(sugestão = 3,0 meses)

28 Verificar a existência de transição entre o pavimento tipo e os inferiores (térreo e subsolos) e lançar as variáveis técnicas e de custos correspondentes. Em função das informações já consideradas na simulação da alternativa anterior, o sistema irá sugerir os valores, considerando similares para todos os sistemas.

FÔRMAS E CICLOS	Custo de Aquisição das Fôrmas =		R\$ 912,00 /m <sup>2</sup>	Por face. Considerada posição de forma de ALUMÍNIO.
			US\$ 480,00 /m <sup>2</sup>	
			Tx = R\$ 1,90 / US\$	
	29	Ciclo (em dias) Considerado por trecho concretado :	2,0	(sugestão do sistema = 2 dias) Este prazo inclui a concretagem de LAJE (se houver)
		Jogos de Fôrmas a comprar:	1/2 jogo p/ o pavto.	escolha as opções
		Quantidade:	3	entre com o valor
		Acréscimo (complementos) =		entre com o valor
		Tipologia das lajes :	Mesmo sistema das paredes de concreto	escolha as opções
		Número Teórico de Usos p/ Fôrmas :	1.000	(sugestão do sistema = 1.000 usos) Usos
	30	Número de Usos das Fôrmas neste Empreendimento =	107	Usos
	Depreciação das Fôrmas :	11%	DA VIDA ÚTIL = DEPRECIACÃO SUGERIDA	
		20%	ENTRE O E O VALOR DA DEPRECIACÃO	
	Investimento Total em Fôrmas de Alumínio =	R\$ 1.825.184,00		
	Valor Contábil Depreciado das Fôrmas =	R\$ 325.036,80		
	Total de Fôrmas a fabricar =	1.782 m <sup>2</sup> (de face)		

29 É lançado o custo de aquisição das fôrmas para as paredes de concreto. O analista deve atentar se o valor (R\$/m<sup>2</sup>) refere-se às duas faces das fôrmas.

Preencher a duração do ciclo (em dias) de execução das paredes de concreto. Lembrar que este ciclo inclui a execução das lajes de concreto.

Também simula-se o número de jogos de fôrmas que serão adquiridos. O sistema oferece algumas opções. O analista deverá levar em conta o Plano de Ataque, disponibilidade de mão-de-obra, projetos e quantitativos. Esse dado terá um impacto muito grande no prazo final e no custo desta alternativa tecnológica.

30 Este campo deve ser preenchido com o número teórico de usos das fôrmas fornecido pelo fabricante e, se possível, aferido pela construtora.

Com base nos dados, o sistema fornece a porcentagem de depreciação das fôrmas, considerando o empreendimento em análise. Entretanto, o analista tem a liberdade de – em função de decisões estratégicas da construtora – depreciar de maneira mais acelerada o equipamento, o que – logicamente – terá um impacto maior nos custos.

planilha\_de\_parametrização\_das\_tipologias\_entre\_sistemas\_para\_edifícios\_altos

31

O sistema apresenta, então, um resumo quanto ao custo total do investimento em fôrmas, o valor contábil da depreciação e a área total de fôrmas a ser adquirida.

Prazo de Execução MOV. TERRA E FUNDAÇÕES =	2,0	mes (m)	
Prazo de Execução das Paredes de Concreto =	9,7	Meses	(inclui a execução das lajes)
Acréscimo de tempo reformas/ajustes/modificações das fôrmas =			
Prazo de Execução da TRANSIÇÃO =	5,0	meses	
Prazo necessário para todos os outros serviços =	2,0	Meses	Referem-se a todos os serviços posteriores à execução das paredes e lajes
<b>Prazo Total da Obra =</b>	<b>16,7</b>	<b>Meses</b>	40% do prazo total máximo da obra Sobrem: 6,7 meses de prazo máximo da obra

32

Deve ser lançado o prazo de execução da terraplanagem e das fundações.

Os prazos de execução das paredes e das transições são fornecidos pelo sistema, em função das variáveis adotadas.

O analista deve inserir o prazo que eventualmente possa existir para ajustes e/ou modificação das fôrmas.

Inserir também o prazo previsto para a execução de todos os subsistemas posteriores à execução das paredes (instalações, revestimentos, caixilhos, pintura, acabamentos internos etc.).

Finalmente, o sistema fornecerá o prazo total previsto e a sua relação com o *Masterplan* de incorporação do empreendimento.

DIMENSÕES	Espessura das Paredes (cm) =	10,0	cm
	Altura das Paredes (m) =	2,70	m (sugestão = 2,70 m) (sem considerar a altura da laje)
	Espessura das Lajes (cm) =	10,0	cm

33

Inserir as variáveis dimensionais das peças estruturais previstas para esta alternativa.

REVESTIMENTOS	Haverá CHAPISCO EXTERNO ?	Não	<-- Escolha a opção
	Haverá EMBOÇO/REBOCO EXTERNO ?	Não	<-- Escolha a opção
	Haverá CHAPISCO INTERNO ?	[opção]	<-- Desconsiderar
			<-- Desconsiderar
	Haverá EMBOÇO/REBOCO INTERNO ?	Não	<-- Escolha a opção
		[opção]	<-- Desconsiderar

34

Definir os tipos de revestimentos argamassados, internos e externos, se houver. No caso dos internos, o sistema oferece a opção de definir áreas específicas a serem revestidas, em função do Memorial Descritivo. Fica a cargo do analista lançar a porcentagem que essas áreas de paredes correspondem em relação a toda a unidade.

Via de regra, a alternativa Parede de Concreto prescinde de revestimentos argamassados, sejam internos ou externos.

SEGURANÇA	Itens de segurança específicos do sistema =	80.000,00	Verba (R\$)
-----------	---	-----------	-------------

35

Inserir uma verba fixa associada aos custos de segurança que sejam específicos e inerentes a esta tecnologia estudada.

EQUIPAMENTOS	ELEVADOR DE CARGA - Nº médio de eqptos :		
	ELEVADOR DE PASSAGEIROS - Nº médio de eqptos :	2,0	
	ELEVADOR DE PASSAGEIROS - Prazo médio de uso :	30,0	Meses
	GRUA - Nº médio de eqptos :	2,0	
	GRUA - Prazo médio de uso :	30,0	Meses
	GUINDASTE - Nº médio de eqptos :		
	ANDADIME FACHADEIRO - Nº médio de conjuntos :	2,0	Obs- será considerado toda a área de fachada da torre (ou módulos)
	FACHADEIRO - Prazo de uso :	30,0	Meses

36

Dimensionar os tipos e os períodos de utilização dos equipamentos.

INSUMOS ESPECIFICOS	Preço Concreto fluido =	420,00	RS / m3
	Tx. Bomba Concreto fluido =	25,00	RS / m3
	Perda de Concreto considerada =	2,0%	
	Desconto de Vãos (paredes) =	12,0%	(janelas, portas e aberturas)
	Taxa de Tela Soldada - LAJES =	33,00	Kg / m3 de LAJES
	Taxa de Tela Soldada - PAREDES =	25,00	Kg / m3 de PAREDES
	Taxa de Aço (vergalhão) - LAJES =	2,0	Kg / m3 de LAJES
	Taxa de Aço (vergalhão) - PAREDES =	9,0	Kg / m3 de PAREDES
	Mão de Obra - Paredes de Concreto =	19,00	RS / m2 de execução de paredes de concreto
	Verba p/ acerto da parede (externo) =	3,00	RS / m2 de fachada

37

Lançar os demais dados técnicos das paredes de concreto, além dos preços básicos dos principais insumos deste sistema.

Entrar com os custos totais de mão de obra de execução das paredes de concreto. No caso de pessoal terceirizado, lançar o valor unitário. No caso de mão de obra própria, o analista deverá compor o custo unitário, considerando as equipes e todos os custos inerentes, como salários, encargos, EPI, produtividade, premiação, horas extras, uniforme, alimentação, transporte, ociosidades etc.

### 3.5\_pasta “dados concreto armado”

**CUSTOS UNITÁRIOS**

ITEM	VALOR	OBSERVAÇÕES
IMPLANTAÇÃO E INFRAESTRUTURA =	R\$ 2.000.000,00	Dado de entrada
TERRAPLANAGEM =	R\$ 10,00 /m <sup>2</sup>	Dado de entrada
FUNDAÇÕES =	R\$ 120,00 /m <sup>2</sup>	Dado de entrada
<b>SUPERESTRUTURA =</b>	<b>R\$ 300,00 /m<sup>2</sup></b>	
<b>VEDAÇÃO =</b>	<b>R\$ 80,60 /m<sup>2</sup></b>	
ESQUADRIAS =	R\$ 70,00 /m <sup>2</sup>	Dado de entrada
COBERTURA =	R\$ 15,00 /m <sup>2</sup>	Dado de entrada
INST. HIDRÁULICAS =	R\$ 64,36 /m <sup>2</sup>	Dado de entrada
INST. ELÉTRICA =	R\$ 38,95 /m <sup>2</sup>	Dado de entrada
OUTRAS INSTALAÇÕES =	R\$ 26,89 /m <sup>2</sup>	Dado de entrada
IMPERMEABILIZAÇÕES / ISCLAMENTOS =	R\$ 15,00 /m <sup>2</sup>	Dado de entrada
<b>REVESTIM. / ACABAMENTOS DE PAREDES =</b>	<b>R\$ 123,15 /m<sup>2</sup></b>	= Aliv. Estrutural (sugestão = R\$ 123,15 /m <sup>2</sup> )
PISOS E FORROS =	R\$ 17,00 /m <sup>2</sup>	Dado de entrada
VIDROS =	R\$ 5,00 /m <sup>2</sup>	Dado de entrada
ELEVADORES =	R\$ 25,00 /m <sup>2</sup>	Dado de entrada

38

A tabela acima reproduz os custos de todas os subsistemas, deixando a cargo do analista o preenchimento dos valores referentes à superestrutura, vedação e revestimentos / acabamentos.

Todos os valores já preenchidos são oriundos de informações lançadas ao longo da análise.

Os valores a serem lançados podem ser obtidos facilmente através de índices fornecidos em revistas técnicas, orçamentos históricos da construtora ou de parâmetros obtidos de outras obras.

**PLANO DE ATAQUE**

Ciclo de Execução das Lajes :	<b>5</b>	DIAS POR PAVIMENTO
Nº de Torres em execução simultânea :	<b>2</b>	TORRES POR VEZ

39

Inserir informações sobre os ciclos das lajes (pavimentos), bem como o número de torres em execução, se for o caso.

**PRAZOS**

Prazo de Execução MOV. TERRA E FUNDAÇÕES =	<b>3,0 meses</b>	(este item representa 8% do prazo total)
Prazo de Execução dos SUBSOLOS =	<b>2,5 meses</b>	(este item representa 7% do prazo total)
Prazo de Execução da SUPERESTRUTURA =	<b>18,2 meses</b>	(este item representa 51% do prazo total)
Prazo necessário para todos os OUTROS SUBSISTEMAS =	<b>12,0 meses</b>	(este item representa 33% do prazo total)
<b>Prazo Total da Obra =</b>	<b>35,7 meses</b>	<b>Restam 0,3 meses do prazo total</b>

40

Entrar com o prazo de execução da terraplanagem e fundações.

Entrar com o prazo de execução dos subsolos (se houver).

O prazo de execução das torres é fornecido pelo sistema.

Inserir também o prazo previsto para a execução de todos os subsistemas posteriores à execução da estrutura [alvenarias, instalações, revestimentos, caixilhos, pintura, acabamentos internos etc.].

Finalmente, são fornecidos: o prazo total da obra e a sua relação com o *Masterplan* de incorporação.

### 3.6\_pasta "resumo detalhado"

Esta pasta fornece os custos de todas as principais etapas do empreendimento, com ênfase na comparação e parametrização entre os dois sistemas analisados.

Não se trata de um orçamento executivo, mas de um relatório consolidado de todas as variáveis envolvidas, para que se possa tomar decisões através da parametrização dos dados considerando ordens de grandeza de custos.

A parte final desta planilha apresenta um resumo dos custos do empreendimento (em ordem de grandeza), parametrizado para cada sistema construtivo.

PARAMETRIZAÇÃO DE CUSTOS												
CONSTRUTORA - 2 J.				040 Unidades								
OBRA - Obra Exemplo				36.400 m <sup>2</sup> área construída								
CIDADE / ESTADO - Cidade - BR				32.000 m <sup>2</sup> área privativa								
				35.200 m <sup>2</sup> área útil								
				ALVENARIA ESTRUTURAL - 34,8 meses			PAREDE DE CONCRETO - 16,7 meses			ESTR. CONCRETO ARMADO - 35,7 meses		
				Quant	R\$ Unit	TOTAL	Quant	R\$ Unit	TOTAL	Quant	R\$ Unit	TOTAL
<b>1. IMPLANTAÇÃO / INFRAESTRUTURA</b>												
Custos Globais de Implantação = 4 Indivíduos x 10												
				1,0	2.000.000,00	2.000.000,00	1,0	2.000.000,00	2.000.000,00	1,0	2.000.000,00	2.000.000,00
<b>2. FUNDAÇÃO</b>												
Impermeação - Valor Básico = 10 x 304.000,00												
				1,1	554.400,00	499.560,00	1,1	554.400,00	499.560,00	1,1	554.400,00	499.560,00
				1,0	6.388.000,00	6.388.000,00	1,0	6.388.000,00	6.388.000,00	1,0	6.388.000,00	6.388.000,00
<b>3. ESTRUTURA DE CONCRETO - LAJES PAREDES DE CONCRETO</b>												
TOTAL = 6.796.970,00												
TOTAL = 12.816.100,00												
TOTAL = 16.820.000,00												
<b>3.1 - FORMAS</b>												
Formas de Madeira (LAJES)												
				1.620,00	32,00	51.840,00	-	-	-	-	-	-
				22.000,00	1,00	22.000,00	-	-	-	-	-	-
				240,00	30,00	7.200,00	-	-	-	-	-	-
				980,00	35,00	34.300,00	-	-	-	-	-	-
				-	-	-	1.762	192,40	338.688,00	-	-	-
<b>3.2 - ARMAÇÃO</b>												
				170.000	4,90	833.000,00	6.600	4,90	32.340,00	-	-	-
				-	-	-	88.000	4,90	431.200,00	-	-	-
				-	-	-	108.000	6,10	658.800,00	-	-	-
				-	-	-	201.044	6,10	1.228.136,00	-	-	-
<b>3.3 - COBERTO LIMPADE</b>												
				3.000	240,00	720.000,00	3.389	420,00	1.423.580,00	-	-	-
				1.310	250,00	327.500,00	-	-	-	-	-	-
				6.310	20,00	126.200,00	-	-	-	-	-	-
				4.370	25,00	109.250,00	3.393	20,00	67.860,00	38.400,00	380,00	14.352,00
				-	-	-	7.276	400,00	2.910.800,00	-	-	-
				-	-	-	7.378	20,00	147.560,00	-	-	-
<b>3.4 - LAJES PREMOLDADAS</b>												
				-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>3.5 - MÃO DE OBRA</b>												
				4.370	400,00	1.748.000,00	-	-	-	-	-	-
				10.000	3,00	30.000,00	110.000	18,00	1.980.000,00	-	-	-
				-	-	-	77.000	3,00	231.000,00	-	-	-
				-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>3.6 - TRANSPORTES</b>												
				3.000	700,00	2.100.000,00	3.000	700,00	2.100.000,00	-	-	-
				-	-	-	-	-	-	-	-	-

				<b>TOTAL =</b>	<b>R\$ 28.274.108,04</b>	<b>R\$ 1.081,64 (m<sup>2</sup> área útil)</b>	<b>R\$ 1.196,13 (m<sup>2</sup> área privativa)</b>					
				<b>TOTAL =</b>	<b>R\$ 26.046.902,82</b>	<b>R\$ 900,68 (m<sup>2</sup> área útil)</b>	<b>R\$ 1.126,30 (m<sup>2</sup> área privativa)</b>					
				<b>TOTAL =</b>	<b>R\$ 27.828.748,88</b>	<b>R\$ 1.026,64 (m<sup>2</sup> área útil)</b>	<b>R\$ 1.182,37 (m<sup>2</sup> área privativa)</b>					
<b>A OPÇÃO MAIS VIÁVEL É</b>												
<b>PAREDE DE CONCRETO</b>												
					# Alq. Excl. =	R\$ 2.216.266,61	6,8%					
					# Excl. Conv. =	R\$ 1.774.841,71	4,7%					

### 3.7\_pasta “resumo sintético”

Esta planilha apresenta de maneira sintética e consolidada os dados apresentados na pasta anterior.

Ela permite uma visão global da ordem de grandeza dos valores de custos.

PAREDE DE CONCRETO		PARAMETRIZAÇÃO DE CUSTOS					
CONSTRUTORA: J.J.		640 Unidades		36.400 m <sup>2</sup> área construída		32.000 m <sup>2</sup> área privativa	
OBRA: Obra Exemplo		32.000 m <sup>2</sup> área construída		32.000 m <sup>2</sup> área privativa		35.200 m <sup>2</sup> área útil	
CIDADE / ESTADO: Cidade - BR		35.200 m <sup>2</sup> área útil					
RESUMO SINTÉTICO DOS CUSTOS							
ITEM	ALV. ESTRUTURAL		PAREDE DE CONCRETO		ESTR. DE CONCRETO ARMADO		
	Tempo de Obra = 34,8 meses		Tempo de Obra = 16,7 meses		Tempo de Obra = 35,7 meses		
	RS	%	RS	%	RS	%	
Implantação / Infraestrutura / Topografia / Fundação	6.768.400,00	17,7%	6.768.400,00	18,8%	6.768.400,00	18,8%	
Superestrutura - Transição	2.520.000,00	6,6%	2.520.000,00	7,6%			
Superestrutura - Concreto	1.313.250,00	3,4%	5.062.017,40	14,0%			
Superestrutura - Aço	984.782,40	2,6%	2.266.338,80	6,3%			
Superestrutura - Fibras	296.725,00	0,7%	325.036,80	0,9%	11.138.460,00	30,9%	
Superestrutura - Blocos Estruturais	3.288.954,24	8,6%	-	-			
Superestrutura - Prefabricados	-	-	-	-			
Superestrutura - Mão de Obra	3.099.040,00	8,1%	2.436.866,04	6,8%			
Alvenaria de Vedação	-	-	-	-	2.912.000,00	8,1%	
Revestimentos Externos	2.528.409,60	6,6%	709.632,00	2,0%	4.482.660,00	12,4%	
Revestimentos Internos	1.954.368,77	5,1%	1.748.347,39	4,8%			
Instalações	4.739.280,00	12,4%	4.526.613,00	12,6%	4.739.280,00	13,1%	
Escadarias	2.548.000,00	6,7%	2.548.000,00	7,1%	2.548.000,00	7,1%	
Elevadores	910.000,00	2,4%	910.000,00	2,5%	910.000,00	2,5%	
Coletores	546.000,00	1,4%	546.000,00	1,5%	546.000,00	1,5%	
Impermeabilizamentos	546.000,00	1,4%	546.000,00	1,5%	546.000,00	1,5%	
Pisos e Fôrmas	618.800,00	1,6%	618.800,00	1,7%	618.800,00	1,7%	
Vidros	182.000,00	0,5%	182.000,00	0,5%	182.000,00	0,5%	
Out de Contrato / Equipamentos	5.488.148,33	14,3%	4.346.911,40	12,1%	2.444.204,55	6,8%	
	<b>RS 38.276.168,34</b>	<b>100,0%</b>	<b>RS 36.060.962,83</b>	<b>100,0%</b>	<b>RS 37.836.744,55</b>	<b>100,0%</b>	
	RS 1.051,54 /m <sup>2</sup> área útil		RS 990,68 /m <sup>2</sup> área útil		RS 1.039,44 /m <sup>2</sup> área útil		
	RS 1.196,13 /m <sup>2</sup> área privativa		RS 1.128,90 /m <sup>2</sup> área privativa		RS 1.182,37 /m <sup>2</sup> área privativa		
A OPÇÃO MAIS VIÁVEL É							
PAREDE DE CONCRETO				Diff. Alv. Estruc. = RS 2.215.256,51 5,8%			Diff. Estr. Concr. = RS 1.776.845,71 4,7%

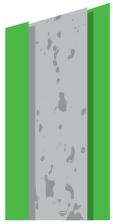
### 4\_ENCERRAMENTO

Desta forma, espera-se que o analista tenha condições de – através de variáveis de produtividade, de custo e financeiras – estabelecer parâmetros de comparação entre os sistemas avaliados, para a tomada de decisão.

É certo que quanto maior for a precisão dos dados de entrada, melhor será a acuidade da análise.

Todos os dados de saída desta ferramenta devem também ser contrapostos com a capacidade de investimento da empresa e com o fluxo de caixa do empreendimento.





# PAREDE DE CONCRETO

velocidade com qualidade

concreto

concreto



Comunidade  
da Construção

Sistemas à base de cimento

## CONCRETO

O concreto é o principal componente do sistema construtivo PAREDE DE CONCRETO, cuja característica marcante é justamente a moldagem in loco dos elementos estruturais. Na primeira edição da Coletânea de Ativos, a Comunidade da Construção elaborou um folheto técnico sobre concreto que tratou dos tipos recomendados e das orientações para transporte, recebimento, lançamento, adensamento, controle, cura e riscos de não conformidade. Nesta segunda edição, além de novas recomendações de cura e controle tecnológico, a Comunidade traz também recomendações para o revestimento da parede de concreto.

### CONCRETO

- Recomendações de Controle Tecnológico .....	74
- Recomendações para Revestimentos .....	80
- Recomendações de Cura .....	84

## APRESENTAÇÃO

### recomendações de controle tecnológico

O controle tecnológico do concreto é de extrema importância para avaliar o desempenho do sistema PAREDE DE CONCRETO. É o controle que pode confirmar se o material apresenta ou não as características indicadas no projeto, além de identificar e corrigir problemas de eventual não conformidade com o projeto.

Este ativo mostra os procedimentos para o controle tecnológico nos dois momentos – ao receber o concreto na obra (estado fresco) e na aceitação da estrutura (concreto endurecido). O trabalho indica também os profissionais responsáveis pelas diversas etapas do processo.

### recomendações para revestimentos

O excelente padrão dos sistemas de fôrmas e o tipo do concreto empregados na PAREDE DE CONCRETO resultam em uma superfície bastante resistente a agentes agressivos e praticamente estanque à água e a gases. Todavia, o revestimento pode contribuir para a proteção e o desempenho do sistema, melhorando aspectos como durabilidade e desempenho térmico, além de cumprir sua função estética, baseada na exploração de texturas e cores.

Neste Ativo, o sistema é abordado sob o ponto de vista das opções de revestimento decorativo (pintura, textura e revestimento cerâmico) e dos cuidados antes e depois da concretagem.

### recomendações de cura

Sem a adequada condição de umidade e temperatura, os materiais cimentícios do concreto não podem reagir de modo que resultem em um concreto de qualidade. A temperatura correta e a velocidade de hidratação do concreto são fatores importantes para a cura.

Neste Ativo, são apresentadas as razões para curar o concreto e os três modos possíveis de realizar a cura: cobertura da área concretada, aspersão de água de forma contínua sobre a superfície e uso de agentes de cura. O trabalho também trata do controle da temperatura.



## CONTROLE TECNOLÓGICO DO CONCRETO



## CONTROLE TECNOLÓGICO DO CONCRETO



### POR QUE CONTROLAR O CONCRETO?

O controle tecnológico do concreto é de extrema importância para avaliar o desempenho do sistema **PAREDE DE CONCRETO**, pois é nesta etapa que podemos confirmar se o concreto apresenta ou não as características indicadas no projeto, além de identificar e corrigir problemas em caso de sua não conformidade com o projeto.

É no projeto que estão especificadas todas as características do concreto, tais como:

- $f_c$ , sendo "j" a idade de controle (pode ser 16 horas, por exemplo).
- Diâmetro máximo do agregado
- Trabalhabilidade
- Teor de ar incorporado (no caso de concretos tipos L1, L2 e M)
- Massa específica (no caso de concretos tipos L1, L2 e M)
- Eventualmente, pode ser necessário conhecer outras características, tais como: Módulo de elasticidade, Coeficiente de retração, Resistência de tração etc.

### ETAPAS

São dois os momentos para exercer o controle tecnológico:

- Ao receber o concreto na obra (estado fresco).
- Na aceitação da estrutura (concreto endurecido).

Esquema do controle tecnológico



### CONCRETO FRESCO

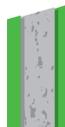
No recebimento do material, alguns procedimentos são necessários. Primeiro, verifique o documento de entrega e confira as características indicadas no projeto e contratadas junto à empresa de concretagem.

Essa checagem deve ser feita para cada operação de concretagem, cabendo ainda a realização dos seguintes ensaios de recebimento:

- Amostragem do concreto fresco conforme NBR NM 33:1998.
- Medida da consistência do concreto fresco pelo ensaio de abatimento – "slump test", conforme ABNT NBR NM 67
- Moldagem dos corpos-de-prova conforme NBR 5738:2003
- Determinação do teor de ar incorporado e da massa específica no estado fresco, conforme a ABNT NBR 9833.
- Para concreto auto-adensável, a forma de medir a trabalhabilidade é dada pela versão modificada do "slump test" – ASTM C1611 que mede o espalhamento do concreto.



"Slump Test"



### CONCRETO ENDURECIDO

Neste caso, os ensaios são realizados em corpos-de-prova moldados durante a concretagem. Os resultados obtidos vão determinar a aceitação ou a rejeição do lote de concreto controlado.

O ensaio mais corrente é o que submete os corpos-de-prova à NBR 5739:2007 – Determinação da resistência à compressão simples, a fim de atestar que as peças ensaiadas têm a resistência característica à compressão especificada na idade de controle.

Quando outros parâmetros de controle são exigidos, o responsável pelo controle tecnológico deve moldar corpos-de-prova para execução dos ensaios conforme as normas pertinentes. O parâmetro citado refere-se à NBR 8522:2003 – Determinação dos módulos estáticos de elasticidade e de deformação e da curva tensão-deformação.

#### RESPONSABILIDADES

Veja a seguir as respectivas responsabilidades em relação ao concreto:

Etapa ou atividade	Responsabilidades
Projeto estrutural	<ul style="list-style-type: none"> <li>Registro da resistência característica à compressão do concreto (<math>f_{ck}</math>) em todos os desenhos e memórias que descrevem o projeto tecnicamente.</li> <li>Especificação dos requisitos correspondentes à durabilidade da estrutura e elementos pré-moldados, durante sua vida útil, incluindo a classe de agressividade adotada em projeto.</li> </ul>
Execução da obra	<ul style="list-style-type: none"> <li>Escolha do tipo de concreto a ser empregado e sua consistência, dimensão máxima do agregado e demais propriedades, de acordo com o projeto e com as condições de aplicação.</li> <li>Atendimento a todos os requisitos de projeto, inclusive quanto à escolha do tipo de cimento a ser empregado.</li> <li>Aceitação do concreto.</li> <li>Cuidados requeridos pelo processo construtivo e pela retirada do escoramento, levando em consideração as peculiaridades dos materiais (em particular do cimento) e as condições de temperatura.</li> </ul>
Recebimento do concreto*	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verificação da conformidade das propriedades do concreto no estado fresco.</li> <li>Verificação do atendimento a todos os requisitos do concreto endurecido.</li> <li>Analisar, aprovar e arquivar a documentação no que diz respeito às etapas de execução do concreto e sua aceitação.</li> </ul>
Preparação do concreto	<ul style="list-style-type: none"> <li>Caracterizar os materiais componentes do concreto conforme a NBR 12654.</li> <li>Estudar as dosagens dos concretos.</li> <li>Ajustar e comprovar os traços dos concretos.</li> <li>Preparar o concreto conforme a NBR 7212.</li> <li>Prestar adequado serviço de entrega dos concretos.</li> <li>Analisar e preservar a documentação relativa ao cumprimento desta norma, pelo prazo previsto na legislação vigente.</li> </ul>

\* É proprietário da obra ou o responsável técnico por ela, designado pelo proprietário.

**nota:** É altamente recomendável contratar um consultor especializado ou uma empresa de controle tecnológico de confiança.

### ACEITAÇÃO

A aceitação do concreto fresco ocorre no início da descarga da betoneira, após a devida verificação de conformidade das características especificadas no documento de entrega. Já a aceitação definitiva ocorre com o atendimento a todos os requisitos especificados para o concreto endurecido.

É necessário ainda verificar o cumprimento da NBR 12655:2006, por meio da análise (ensaios) e aprovação da documentação correspondente, no que diz respeito às etapas de execução do concreto e sua aceitação.

### ENSAIOS DE CONTROLE DE RECEBIMENTO

Dois ensaios são necessários para a aceitação do concreto:

- **Ensaio de consistência** [abatimento] – destinado ao concreto dosado em central, devendo ser realizado em todas as betoneiras.
- **Ensaio de resistência à compressão** (ABNT NBR 5738) – em corpos-de-prova cilíndricos moldados durante a concretagem. Os resultados obtidos nesses ensaios vão determinar a aceitação ou rejeição dos lotes.



Rompimento de corpo-de-prova

### FORMAÇÃO DE LOTES

- Os lotes são formados por corpos-de-prova de concreto com as mesmas características, materiais e central de produção, ou seja: Os lotes são volumes de concreto que serão analisados através da avaliação de uma amostra que tem n exemplares.
- A formação do lote deve ser feita conforme divisão dos elementos estruturais (pilares, lajes e vigas, fundações, paredes etc.), atendendo aos seguintes limites:

limites	solicitação principal do elemento estrutural	
	compressão ou compressão com flexão	flexão simples
volume de concreto	50 m³	100 m³
número de andares	1	1
tempo de concretagem	3 dias (*)	3 dias (*)

(\*) Compreendido no prazo total máximo de 7 dias, que inclui eventuais interrupções para tratamento de juntas.

- De cada lote deve ser retirada uma amostra, com número de exemplares de acordo com o tipo de controle por amostragem, parcial ou total.
- Cada exemplar é composto por dois corpos-de-prova moldados no mesmo ato, conforme NBR 5738, com concreto da mesma amassada, para cada idade de rompimento. Toma-se como resistência do exemplar o maior dos dois valores obtidos.

### TIPOS DE CONTROLE DA RESISTÊNCIA DO CONCRETO

Para cada um dos dois tipos de controle (amostragem total ou amostragem parcial), é adotada uma fórmula de cálculo do valor estimado da resistência característica à compressão [ $f_{c,est}$ ] dos lotes de concreto.

#### controle da resistência por amostragem total

São moldados corpos-de-prova de todas betoneiras de concreto e o cálculo do valor estimado da resistência característica é dado por:

a) para  $n < 20$  →  $f_{c,est} = f_i$

Onde:

$n$  = número de exemplares moldados durante a concretagem.  
 $f_i$  = menor valor da resistência à compressão da série de exemplares do mesmo lote, ensaiado na mesma idade.  
 $f_{c,est}$  = valor estimado da resistência característica à compressão.

b) para  $n \geq 20$  →  $f_{c,est} = f_i$

Onde:

$i = 0,05n$ , quando o valor de  $i$  for fracionado, adota-se o número inteiro imediatamente superior.

#### controle da resistência por amostragem parcial

Neste tipo de controle, não há necessidade de moldar corpos-de-prova de todas as betoneiras, entretanto, as amostras devem ter no mínimo 06 exemplares para concreto de classes até C50 e 12 exemplares para concretos de classe superiores a C50.

a) para lote com número de exemplares entre  $6 \leq n < 20$ , o valor estimado da resistência característica à compressão [ $f_{c,est}$ ] é dado por:

$$f_{c,est} = \frac{2x f_1 + f_2 + \dots + f_{m-1}}{m-1}$$

Onde:

$m = n/2$  - se for ímpar, despreza-se o valor mais alto de  $n$   
 $f_1, f_2, \dots, f_m$  = Valores das resistências dos exemplares em ordem crescente.

nota: Não se deve tomar para  $f_{c,est}$  valor menor que:  $\psi_c \times f_c$

b) para lote com número de exemplares  $n \geq 20$

$$f_{c,est} = \bar{f}_m - 1,65 \times Sd$$

Onde:

$\bar{f}_m$  = resistência média dos exemplares do lote, em MPa.  
 $Sd$  = desvio padrão do lote para  $n-1$  resultados em MPa.  
**Valores de  $\psi_c$ .**

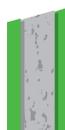
condição e preparo	número de exemplares (n)										
	2	3	4	5	6	7	8	10	12	14	>16
A	0,82	0,86	0,89	0,91	0,92	0,94	0,95	0,97	0,99	1,00	1,02
B ou C	0,75	0,80	0,84	0,87	0,89	0,91	0,93	0,96	0,98	1,00	1,02

c) Casos excepcionais

A estrutura pode ser dividida em lotes de no máximo 10 m³ e a amostra pode ser composta com números de exemplares entre 2 e 5.

$$f_{c,est} = f_i \times \psi_c$$

nota: Este caso é recomendável para pequenas concretagens, com volume inferior a 10 m³.



## ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO DOS LOTES



Lotes de corpos-de-prova

### ACEITAÇÃO AUTOMÁTICA

Ocorre quando →

$$f_{\text{obtido}} \geq f_{\text{ex}}$$

Onde  $f_{\text{ex}}$  é a resistência característica do concreto à compressão.

### ACEITAÇÃO NÃO AUTOMÁTICA

Ocorre quando →

$$f_{\text{obtido}} < f_{\text{ex}}$$

Neste caso, a análise deve seguir os critérios estabelecidos pela NBR 6118:2003, sendo especificados os seguintes procedimentos básicos:

- Revisão do projeto estrutural, adotando-se para  $f_{\text{ex}}$  de projeto o resultado obtido no ensaio do lote.
- Extração de testemunhos da estrutura, conforme ABNT NBR 7680, para calcular a resistência do lote de concreto da estrutura, conforme a ABNT NBR 12655
- Prova de carga, desde que seja assegurada a não ruptura frágil da estrutura em exame.

### NÃO CONFORMIDADE

Caso seja constatada a continuidade da existência da não conformidade para a estrutura ou parte dela, será necessário adotar as seguintes alternativas:

- a) Determinar as restrições de uso da estrutura
- b) Reforçar a estrutura
- c) Demolir a estrutura

### O VALOR DO CONTROLE ESTATÍSTICO

O controle estatístico é uma importante ferramenta para avaliar a qualidade do concreto fornecido. Ele permite aferir a qualidade da produção, pelo cálculo do desvio padrão, e é utilizado no aceite do lote de concreto, quando não há aceitação automática dos lotes.

### ACEITAÇÃO OU REJEIÇÃO

### DO LOTE DE CONCRETO CONTROLADO

O procedimento para aceitar ou rejeitar um lote de concreto deve seguir o proposto nas normas NBR 6118:2003 e NBR 12655:2006, entretanto, outros requisitos específicos podem ser exigidos, tais como:

- Massa específica no estado fresco e endurecido para concreto leve ou pesado.
- Teor de ar incorporado para concreto preparado com aditivo incorporador de ar.
- Parâmetros de durabilidade para concreto em contato com meios agressivos.
- Módulo de Elasticidade.
- Coeficiente de Retração.
- Outras exigências.

A aceitação é automática quando todos requisitos especificados são atendidos, comprovadamente, por ensaios em laboratório ou em campo.

A aceitação não automática ocorre pela existência de não conformidades. Nesta situação, ações corretivas serão adotadas para solucionar a anomalia. A NBR 6118:2003 estabelece os procedimentos para implantação dessas ações.



Patrocinadores





## REVESTIMENTO



A parede de concreto possui ótima resistência contra agentes agressivos, é praticamente estanque à água e a gases, e também não necessita de elementos adicionais para isolamento termoaústico. Devido ao excelente padrão dos sistemas de fôrmas e do tipo de concreto empregado, a superfície das paredes não necessita de revestimento de argamassa.

Por estas características, a função do revestimento final da parede de concreto é principalmente estética, baseando-se na exploração de textura e cor para se obter uma rica variedade de efeitos. Com esse objetivo, o sistema PAREDE DE CONCRETO admite o uso de pintura, textura e revestimento cerâmico, aplicados diretamente sobre o concreto acabado.

Para o melhor uso desses revestimentos, são necessários alguns cuidados antes e depois da concretagem.

### CUIDADOS ANTES DA CONCRETAGEM

- Verificar a superfície dos painéis de fôrmas: eles devem estar limpos, sem marcas ou ondulações, pois essas imperfeições poderão ficar estampadas na superfície da parede.
- Utilizar desmoldante compatível com o tipo de fôrma e de fácil remoção, pois o produto não pode deixar resíduos nas paredes, ou comprometerá a aderência dos acabamentos. Caso o desmoldante deixe resíduo, a remoção deve ser feita com escova, lava-jato e água quente, trabalho que poderá atrasar a etapa seguinte da obra.
- Utilizar TODAS as peças do sistema de fôrmas: travamentos, alinhadores, aprumadores etc. e verificar o alinhamento final dos painéis. A falta de alguns dispositivos pode resultar em desalinhamento ou ondulações nas paredes.



Alinhamento das fôrmas

### PROCEDIMENTO APÓS CONCRETAGEM

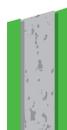
Qualquer que seja o acabamento final é necessário o **preparo da base**, envolvendo as seguintes atividades: remoção de irregularidades, preenchimento de furos, remoção de sujeiras, regularização da superfície.

### REMOÇÃO DE IRREGULARIDADES

As rebarbas de concretagem devem ser removidas, com auxílio de espátula, logo após a desfôrma, aproveitando a baixa resistência do concreto. Se ocorrer mais tarde, este procedimento pode ser dificultado pelo endurecimento da pasta e pode ser necessário o uso de talhadeiras, ponteiros ou outras ferramentas manuais ou mecânicas (lixadeiras, por exemplo), o que vai comprometer a produtividade.



Rebarbas de concretagem



### PREENCHIMENTO DE FUROS E ESPAÇOS VAZIOS

Devido aos pinos de fixação das fôrmas, o sistema PAREDE DE CONCRETO gera espaços vazios, que devem ser preenchidos com argamassa logo após a desforma. Depressões localizadas, quebra parcial para acerto da estrutura e falhas de concretagem ("bicheiras") devem ser preenchidas com argamassa mais forte, tipo 1:3. Dependendo da dimensão das falhas de concretagem, seu preenchimento deve ser feito com o próprio concreto.



Vazios na parede de concreto

Pinos da fôrma

### REMOÇÃO DE SUJEIRAS

Material a ser removido da superfície do concreto é o desmoldante residual da fôrma, que compromete a aderência do revestimento à parede. As técnicas recomendadas variam de acordo com a extensão do resíduo. Podem ser adotados, em sequência, pelo grau de complexidade e custo, os seguintes procedimentos: escovação com vassoura de piaçava; escovação com escova de fios de aço; escovação seguida de lavagem com mangueira; lavagem com mangueira pressurizada (com ou sem detergentes ou desengordurantes) e, por fim, jateamento de areia.

### REGULARIZAÇÃO DA SUPERFÍCIE

A superfície a ser revestida deve ser plana, admitindo-se, como preveem as normas NBR 13749:1996 - Revestimentos de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - Especificação e NBR 13755:1996 - Revestimento de fachadas com placas cerâmicas e com argamassa colante - Procedimento, irregularidade máxima de 3 mm / 2 m de comprimento e ressalto de 1 mm para posterior pintura ou revestimento cerâmico.

Para a regularização da superfície, utilizam-se: massa acrílica para regularização menor que 2 mm, gesso para ambientes internos com regularização menor que 5 mm e argamassa para as demais medidas de regularização. No caso de argamassa, deve-se utilizar aditivo polimérico para garantir sua aderência à superfície do concreto.

### REVESTIMENTOS DECORATIVOS OU ACABAMENTO

Os tipos de acabamento para o sistema PAREDE DE CONCRETO são: pintura, textura e revestimento cerâmico. Para qualquer um deles, é recomendável que a parede e o revestimento de argamassa tenham, pelo menos, idade de 28 dias.

#### pintura

O sistema de pintura é o mais comum no interior da unidade e envolve três etapas: selar a superfície, regularizar e pintar. Utiliza-se inicialmente a seladora, seguindo-se a regularização com massa PVA ou acrílica e, finalmente, executa-se a pintura.

#### textura

O sistema de textura é mais comum para revestimento externo. A melhor forma de aplicação é por projeção, que apresenta ganho de produtividade e cobertura das imperfeições, como mostrado na tabela.

Sistemas de aplicação de textura

aplicação	espessura média	velocidade de aplicação	cobertura de imperfeições
Rolo	1 a 2 mm	Rápida	Baixa
Desempeneadeira	2 a 4 mm	Lenta	Média
Projeção	2 a 4 mm	Rápida	Média

### revestimento cerâmico

O revestimento cerâmico é comumente utilizado nas áreas frias, cozinha e banheiro a meia altura, sendo fixado diretamente na superfície de concreto com argamassa colante. Em fachadas, deve-se ter atenção às juntas de movimentação e de dessolidarização. A norma NBR 13755 especifica estes detalhes.



Revestimento externo com textura



Revestimento cerâmico no banheiro



Patrocinadores





## CURA DO CONCRETO



## CURA DO CONCRETO



### ENTENDENDO A CURA

A cura é a manutenção do concreto jovem, ainda em estado fresco, dentro de certas condições de temperatura e umidade, de maneira que ele possa desenvolver as propriedades para as quais o traço foi criado.

Sem a adequada condição de umidade e temperatura, os materiais cimentícios do concreto não podem reagir de modo que resultem em um concreto de qualidade.

A secagem pode eliminar a água necessária para esta reação química, que chamamos de hidratação, e sem a qual o concreto não atingirá suas propriedades potenciais.

### INÍCIO DO PROCESSO

A cura começa imediatamente após a desforma das paredes de concreto e, no caso de haver laje, logo após a colocação e o acabamento do concreto, de modo que ele possa desenvolver a resistência e a durabilidade desejadas.

A temperatura correta é um fator importante para a cura, assim como a velocidade de hidratação. Geralmente, a temperatura do concreto deve ser mantida acima dos 10° C para que suas resistências se desenvolvam em um ritmo adequado.

Além disso, devemos manter a temperatura uniforme ao longo da seção do concreto enquanto as resistências vão subindo, evitando assim fissuras causadas por retração.

A umidade relativa e as condições de vento são também aspectos importantes para todo concreto, pois contribuem no ritmo de perda de umidade e podem causar fissuração e baixa durabilidade do concreto.



#### 3 boas razões para curar o concreto

##### ganho da resistência

Ensaio de laboratório mostram que um concreto exposto a um ambiente seco pode perder até 50% da sua resistência potencial, se comparado com um concreto similar curado em condições adequadas de umidade.

##### maior durabilidade

O concreto bem curado tem maior dureza superficial e resiste melhor ao desgaste e à abrasão. A superfície do concreto torna-se menos permeável à umidade e a substâncias dissolvidas na água, aumentando sua vida útil.

##### melhores condições de serviço e de aparência

Um concreto que tenha secado demasiadamente rápido tem sua superfície fragilizada, sujeita a rupturas nos cantos, descamação e formação de pó.



Concreto sob ação de cura



Controle da temperatura e do tempo de cura.

## MODOS DE FAZER A CURA

o processo de cura do concreto deve seguir a ABNT NBR 14931.

O concreto deve ser protegido da perda de umidade até que seja concluído o acabamento da superfície. Para isso, é necessário usar meios adequados, como criar barreiras de proteção ao vento e utilizar aspersores ou pulverizadores de água e outros recursos, a fim de evitar a fissuração por retração plástica.

Depois do acabamento final da superfície, esta deve permanecer continuamente umedecida ou selada por um período mínimo de 3 dias, para evitar a evaporação.

## CONTROLE DA TEMPERATURA

O inverno e as regiões muito frias são críticos para o concreto, que não deve ser resfriado a uma velocidade superior a 3° C por hora nas primeiras 24 horas. Para proteger o concreto do congelamento, devemos usar materiais isolantes, até que ele atinja resistência mínima de 3,5 MPa.

Recomenda-se, neste caso, o uso de agentes de cura em vez de mantas ou aspersores.

O verão e as regiões muito quentes permitem que o concreto atinja resistências iniciais mais altas. Porém, nesta situação é necessário diminuir a temperatura do concreto, o que é feito pela aspersão contínua de água. O concreto também deve ser protegido de temperaturas baixas à noite, evitando-se um resfriamento superior a 3° C.

### ! Recursos para manter o concreto úmido



Área coberta por manta

Cobertura da área concretada com sacos plásticos ou mantas de anagem ou estopa, umedecidas com mangueira ou aspersores. Nesta opção, é preciso manter as mantas sempre úmidas, para que não removam água do concreto. Suas extremidades devem ter um contrapeso, de maneira que não sejam levantadas pelo vento.



Área sob aspersão de água

Aspersão de água de forma contínua. Não devemos permitir que o concreto passe por ciclos seco/úmido, pois provocam tensões na superfície e consequentes fissuras.



Aplicação do agente

Agentes de cura\*. Podem ser aplicados nas lajes cerca de 1 hora depois do acabamento, mas não devem ser usados em concreto que ainda esteja exsudando ou tenha brilho visível de água sobre a superfície. Nas paredes, sua aplicação se dá logo após a desforma. Se o concreto for pintado ou revestido com cerâmica, o agente de cura escolhido não pode ser reativo à tinta ou aos adesivos; neste caso, use um agente de cura que seja facilmente removido por escoveação ou lavagem.

\* Os agentes de cura devem seguir a ASTM C 309.



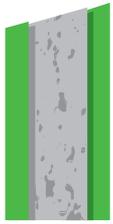
**nota:** As fibras usadas nos concretos servem para combater a fissuração por retração plástica, que ocorre antes do início da pega, e devem seguir a ASTM C1116.



Patrocinadores







**PAREDE DE  
CONCRETO**  
velocidade com qualidade

# telas / acessórios

telas /  
acessórios



## **TELAS / ACESSÓRIOS**

O sistema PAREDE DE CONCRETO adota como armação a tela soldada, material que requer orientação para dimensionamento e uso. Na edição anterior da Coletânea de Ativos, a Comunidade da Construção preparou materiais específicos para atender às necessidades de informação dos diferentes públicos: por meio de cursos, os projetistas foram informados sobre os critérios de dimensionamento das paredes de concreto, detalhamento de armaduras e interfaces com o sistema de fôrmas e o concreto. Para os armadores foi criado um curso amplamente ilustrado e uma cartilha, com as informações mais importantes sobre a aplicação das telas soldadas em obra. Nesta edição, a Coletânea traz o Catálogo de Telas e Acessórios para Parede de Concreto.

### **TELAS / ACESSÓRIOS**

**- Catálogo de Telas e Acessórios para Parede de Concreto.....89**

## APRESENTAÇÃO

O sistema PAREDE DE CONCRETO adota como armação a tela soldada, material que requer orientação para dimensionamento e uso. Na edição anterior da Coletânea de Ativos, a Comunidade da Construção preparou materiais específicos para atender às necessidades de informação dos diferentes públicos. Por meio de curso, os projetistas foram informados sobre os critérios de dimensionamento das paredes de concreto, detalhamento de armaduras e interfaces com o sistema de fôrmas e o concreto; para os armadores foram criados um curso e uma cartilha com as informações mais importantes sobre a aplicação das telas soldadas em obra.

Nesta edição, a Coletânea traz orientações voltadas ao corte das telas (*in loco* e depois de montada a fôrma), seu posicionamento na parede e os cuidados necessários em relação aos elementos embutidos, como caixas de interruptores e tubulações hidráulicas.



## TELAS SOLDADAS E ACESSÓRIOS





## TELAS SOLDADAS E ACESSÓRIOS

### ELEMENTOS VITAIS

As telas soldadas têm um papel fundamental no sistema PAREDE DE CONCRETO. São elas que irão garantir a absorção e a distribuição dos esforços.

Cabe ao projetista estrutural indicar o tipo e o posicionamento das telas, para que elas atuem corretamente e deem segurança à edificação.

Além de cumprir sua função estrutural e de controlar a retração do concreto, as telas servem como suporte para caixas elétricas, eletrodutos, instalações hidráulicas e sanitárias\*.



Telas e vergalhões distribuem os esforços incidentes nas paredes



O projetista estrutural é responsável por definir a quantidade e o posicionamento das telas



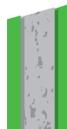
As telas servem também como suporte para instalações



Cada projeto estrutural demanda quantidades e tipos específicos de telas de aço.

Consulte o site do Instituto Brasileiro de Telas Soldadas para conhecer os tipos de telas disponíveis no mercado. Acesse: [www.ibts.org.br](http://www.ibts.org.br)

[\*] As instalações sanitárias, devido ao maior diâmetro de seus elementos, em geral são posicionadas fora das paredes, a fim de evitar fissuras induzidas pela diminuição da espessura da parede.

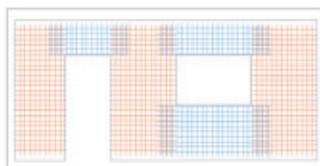


### CORTE DAS TELAS

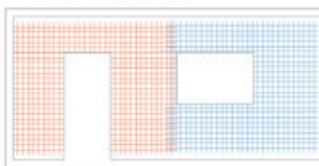
O corte das telas pode ser realizado com a tesoura de cortar vergalhão ou com uma esmerilhadeira com disco de corte, dependendo da bitola do fio a ser cortado.

Numa parede que tenha vão de porta e/ou janela (figura), são duas as formas de detalhar as telas:

1. Os painéis de telas são **CORTADOS ANTES** e montados no local.
2. As telas são posicionadas em toda a extensão da parede e **CORTADAS DEPOIS** de montado um lado da fôrma.



Total de posições = 6



Total de posições = 2

### observações:

A **Opção 2** proporciona maior produtividade, devido ao menor número de posições na parede. À primeira vista, os pedaços de tela cortados podem parecer sobra de material, mas eles são utilizados em reforços de cantos, como armadura para peças menores etc.

A **Opção 1**, devido à necessidade de transpasse entre cada painel de tela, acaba tendo um consumo maior de material. O maior número de posições na parede requer mais mão de obra e tempo de montagem.

### a função dos vergalhões

#### reforço estrutural



Eles reforçam determinadas áreas das paredes que recebem concentração de tensões de tração, como, por exemplo, aberturas de portas e janelas.

#### construtiva



Auxiliam na montagem vertical das telas, mantendo-as em pé e no posicionamento correto.



Detalhe de vão de janela e tela cortada

## POSICIONAMENTO

No ciclo de produção das paredes de concreto, as telas, vergalhões, instalações elétricas, hidráulicas e sanitárias são montados antes das fôrmas. Isso traz uma vantagem: equipes independentes podem preparar várias unidades antes da montagem das fôrmas.



Em edificações baixas, normalmente, as telas têm sido posicionadas no eixo das paredes; já edifícios altos podem exigir tela dupla, sendo uma na face interna e outra na face externa da parede.

Essa condição exige a colocação de espaçadores próprios, disponíveis no mercado e com espaçamentos de 4, 5 e 6 cm (para paredes de 8, 10 e 12 cm, respectivamente), para garantir o correto posicionamento das telas e o seu cobrimento especificado em projeto.



O sistema PAREDE DE CONCRETO utiliza concreto com alto índice de fluidez. Para evitar que os espaçadores sejam "arrastados" e saiam da posição durante a concretagem, as peças possuem elementos de fixação.

## ELEMENTOS EMBUTIDOS

### elétrica

As caixas de interruptores e tomadas elétricas ficarão embutidas nas paredes e por isso devem estar bem fixadas às telas, que devem garantir seu correto posicionamento, evitando que saiam do prumo ou entrem na parede.



O mercado dispõe de caixas com tampas reaproveitáveis, que evitam a entrada do concreto superfluido em seu interior. Caixas convencionais devem ser preenchidas com isopor® ou papel, a fim de evitar esse problema.



Caixas instaladas em posições exatamente "opostas" também dificultam o preenchimento de concreto nesses locais e prejudicam o conforto acústico.

No projeto de instalações, evite um grande número de pontos em um mesmo local.



### hidráulica

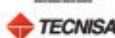
A tubulação de distribuição de água, com diâmetro de até 32 mm (a maioria tem 25 mm), pode ser embutida nas paredes, desde que observado o seu correto posicionamento, no centro delas.



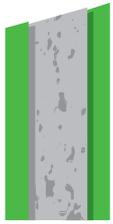
Devem ser evitadas "linhas" de redução da seção das paredes, que funcionariam com juntas de indução de fissuras.



Patrocinadores







PAREDE DE  
**CONCRETO**

velocidade com qualidade

# segurança do trabalho

segurança  
no trabalho



**Comunidade  
da Construção**

Sistemas à base de cimento

## SEGURANÇA NO TRABALHO

Desde 1978, a Consolidação das Leis do Trabalho – CLT incorpora um conjunto de Normas Regulamentadoras (NRs) relativas à Segurança e Medicina do Trabalho. Embora todas as NRs sejam aplicáveis à construção civil, a NR-18 é a única específica para o setor, o que a torna objeto prioritário de nossa atenção.

Nesta Coletânea de Ativos, a Comunidade da Construção aborda pela primeira vez o sistema PAREDE DE CONCRETO sob a ótica da segurança do trabalho. Para isso, contou com a assessoria de um especialista no tema, o engenheiro José Carlos de Arruda Sampaio, que preparou dois importantes ativos.

No primeiro, NR-18 Comentada para Parede de Concreto, Sampaio fez uma análise da NR-18 aplicada ao sistema construtivo; no outro, o especialista, depois de assistir à apresentação dos principais fornecedores de fôrmas do Brasil, avaliou se os sistemas de fôrmas para construção de paredes de concreto atendem aos requisitos da NR-18. Ambos os Ativos se mostram extremamente úteis e oportunos para empresas e profissionais envolvidos com a produção de edificações pelo sistema PAREDE DE CONCRETO.

### SEGURANÇA NO TRABALHO:

- NR-18 Comentada para Parede de Concreto ..... 98
- Encontro Técnico com Fornecedores (Equipamento de Segurança) ..... 113

## APRESENTAÇÃO

A Consolidação das Leis do Trabalho – CLT incorpora desde 1978 um conjunto de Normas Regulamentadoras (NRs) relativas a Segurança e Medicina do Trabalho. Todas elas são aplicáveis à construção civil, mas a NR-18 é a única específica para o setor. Com base nessa característica, o engenheiro José Carlos de Arruda Sampaio, especialista em segurança do trabalho, preparou uma apurada análise da NR-18 aplicada ao sistema PAREDE DE CONCRETO.

Ponto a ponto, o especialista aborda itens como:

- Segurança estrutural
- Projeto
- Transporte horizontal e vertical
- Recebimento dos materiais pela obra
- Armazenamento de fôrmas e acessórios
- Montagem – Escadas, rampas e passarelas
- Montagem – Medidas de proteção contra queda de altura
- Montagem – Andaimos
- Montagem – Equipamentos de Proteção Individual – EPI
- Montagem das armações de aço
- Montagem das fôrmas
- Concretagem de fôrmas
- Desmontagem de fôrmas

## **NR-18 COMENTADA PARA PAREDE DE CONCRETO**

### **SUMÁRIO**

- 1\_ introdução**
- 2\_ projeto e especificação**
- 3\_ transporte horizontal**
- 4\_ recebimento dos materiais pela obra**
- 5\_ armazenamento de fôrmas e acessórios**
- 6\_ transporte vertical**
- 7\_ montagem - escadas, rampas e passarelas**
- 8\_ montagem - medidas de proteção contra queda de altura**
- 9\_ montagem - andaimes**
- 10\_ montagem - equipamentos de proteção individual - EPI**
- 11\_ montagem das armações de aço**
- 12\_ montagem das fôrmas**
- 13\_ concretagem das fôrmas**
- 14\_ desmontagem de fôrmas**
- 15\_ conclusão**

## 1\_INTRODUÇÃO

Em 1978, a legislação brasileira em segurança do trabalho, por meio da Lei 6514 de 22/12/1977 e da Portaria 3214 de 08/06/1978 do Ministério do Trabalho, aprovou as Normas Regulamentadoras (NRs) da Consolidação das Leis do Trabalho – CLT (Cap. V, Título II), relativas à Segurança e Medicina do Trabalho. Ainda que todas as NRs sejam aplicáveis à construção, destaca-se entre elas a NR-18 – a única específica para o setor. Além das NRs, a segurança do trabalho na construção também é abordada em algumas normas publicadas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

Este parecer se baseia na última alteração da NR-18, realizada pela Portaria nº 40, de 07/03/2008, e enfatiza os requisitos de segurança a serem observados na construção de paredes de concreto.

O item da NR-18 que especifica os requisitos de segurança específicos para paredes de concreto é o **18.9 – Estruturas de Concreto**.

### 1.1\_comentários

O item 18.9, em quase sua totalidade, refere-se aos requisitos de segurança do trabalho a serem seguidos na construção da fôrma de madeira confeccionada na obra e não faz muita referência sobre as condições de segurança do trabalho em serviços com elementos de moldagem pré-fabricados metálicos ou de madeira.

Entretanto, é preciso conhecer algumas considerações específicas da NR-18, que será abordada em várias oportunidades, com relação à diferenciação entre profissional habilitado e qualificado:

São considerados “trabalhadores habilitados” aqueles que comprovem perante o empregador e a inspeção do trabalho uma das seguintes condições:

- a) Capacitação, mediante curso específico do sistema oficial de ensino.
- b) Capacitação, mediante curso especializado ministrado por centros de treinamento e reconhecido pelo sistema oficial de ensino.

São considerados “trabalhadores qualificados” aqueles que comprovem perante o empregador e a inspeção do trabalho uma das seguintes condições:

- a) Capacitação mediante treinamento na empresa.
- b) Capacitação mediante curso ministrado por instituições privadas ou públicas, desde que conduzido por profissional habilitado.
- c) Ter experiência comprovada em Carteira de Trabalho de, pelo menos, seis meses na função.

Isto se aplica a vários requisitos da norma. Especialmente define que “o uso de fôrmas deslizes deve ser supervisionado por profissional legalmente habilitado” e “os suportes e escoras de fôrmas devem ser inspecionados por trabalhador qualificado, antes e durante a concretagem”.

## 2\_PROJETO E ESPECIFICAÇÕES

A norma define que “as fôrmas devem ser projetadas e construídas de modo que resistam às cargas máximas de serviço”.

### 2.1\_comentários

Isso significa que as fôrmas devem ser dimensionadas e construídas de acordo com as especificações técnicas vigentes no país para resistir às cargas máximas definidas no projeto estrutural e para o içamento e transporte.

A necessidade de projeto das fôrmas tem tanta importância quanto às do projeto estrutural e controle tecnológico do concreto. No planejamento da obra é indispensável o estudo detalhado das fôrmas, que deve ser elaborado por técnico habilitado. A escolha das fôrmas é fator preponderante, cabendo ao construtor buscar o equilíbrio entre o padrão de trabalho a realizar, o nível de qualidade desejado e o preço do material empregado.

O fundamental é que, já na fase de projeto, sejam consideradas as necessidades de transporte horizontal, recebimento pela obra, forma de armazenamento, transporte vertical, execução e desforma.

A construção de fôrmas na obra pelo sistema convencional gera uma série de riscos e impactos que dificultam a obtenção de um ambiente mais seguro. Uma forma de superar estas dificuldades e deficiências é a utilização de fôrmas prontas, moldadas *in loco*, facilitando muito a execução de paredes de concreto e diminuindo ou eliminando os riscos da sua construção na obra.

## 3\_TRANSPORTE HORIZONTAL

### 3.1\_comentários

O transporte de fôrmas em caminhões e carretas não é abordado na norma, pois ela só trata de transporte vertical, ou seja, quando a fôrma já se encontra no interior do canteiro de obras. Porém, vale lembrar, qualquer tipo de infortúnio que aconteça por falta de segurança no transporte acarretará transtornos para a obra, inclusive o atraso da execução da estrutura.

Por isso, é importante considerar as pesquisas referentes aos acidentes com transporte de cargas. Elas identificam três causas fundamentais, que podem ser evitadas pelo departamento de suprimentos das construtoras, no momento da aquisição:

- a) Falta de exigência de qualificação do motorista para o tipo de carga e garantia de condições adequadas de trabalho.
- b) Veículos em condições inadequadas de uso, sem programa de manutenção preventiva.
- c) Incorreta disposição e amarração dos elementos pré-fabricados e acessórios sobre a carroceria.

## 4\_RECEBIMENTO DOS MATERIAIS PELA OBRA

#### 4.1\_comentários

A NR-18 não possui um item específico para a segurança no recebimento de materiais, mas possui vários requisitos que se relacionam com o assunto.

Primeiro, é necessário que a obra tenha se planejado para o recebimento das fôrmas e acessórios, conforme o cronograma de suprimentos, e que todas as providências necessárias tenham sido tomadas para que o local de armazenamento garanta a total segurança da carga. Se, por falta de espaço, houver a necessidade de o veículo ficar estacionado em via pública, em frente da obra, este local deve ser sinalizado com cavaletes e cones e o trânsito de pessoas, na calçada, devidamente desviado de forma segura, conforme recomenda o item de sinalização 18.27.

Antes de o caminhão entrar no canteiro de obra é apropriado que seja verificado se não há o ingresso de menores de idade, se estão utilizando todos os Equipamentos de Proteção Individual (EPI) apropriados: capacete, óculos contra impacto, vestimenta adequada (uniforme) e calçado de segurança, e se o caminhão está em condições adequadas de manutenção para realizar o descarregamento da carga.

Ao chegar ao local indicado para o descarregamento, adotar todas as regras de segurança para garantir que o caminhão esteja brecado e com calços nas rodas. Cuidados adicionais devem ser tomados antes da abertura das guardas dos caminhões e quando houver a necessidade de subida de operário sobre a carga. Como estará a uma altura superior a dois metros, é necessário que o trabalhador utilize cinturão de segurança tipo paraquedista, ancorado em linha de vida.

A abertura da guarda do caminhão, quando não realizada de forma correta, pode causar sérios acidentes, tendo como consequência o esmagamento de dedos e mãos.

A retirada do material, quando feita de forma manual, deve seguir as recomendações da Norma Regulamentadora N<sup>o</sup> 17 – Ergonomia, que determina que “o empregador deve envidar esforços a fim de que a manipulação de materiais não acarrete o uso de força muscular excessiva por parte dos operários. Para tanto, “o empregador deve adotar mecanismos auxiliares sempre que, em função do grande volume ou excesso de peso, houver limitação para a execução manual das tarefas por parte dos operários”. Podemos por similaridade do subitem 11.2.2 da **NR-11 – Transporte, movimentação, armazenagem e manuseio de materiais**, afirmar que a distância máxima para o transporte manual é de 60 m (sessenta metros).

O levantamento manual ou semimecanizado de cargas deve ser executado de modo que o esforço físico realizado pelo trabalhador seja compatível com sua capacidade de força, respeitando-se o limite máximo individual de 60 kg. Mas a Série Engenharia Civil N<sup>o</sup> 04, da Fundacentro, Ministério do Trabalho, no item 2 – Capacidade Individual, sugere que, para um operário brasileiro, os limites de peso que podem ser levantados sem causar problemas à saúde são:

peças e limitações	homens	mulheres
Adultos (18 a 35 anos)	40 kg	20 kg
De 16 a 18 anos	16 kg	08 kg

## 5\_AMAZENAMENTO DE FÔRMAS E ACESSÓRIOS

A retirada da carga dos caminhões pode ser feita de forma manual em alguns casos, mas se forem utilizados equipamentos as ações recomendadas estão definidas no item 6.

Alguns assuntos importantes relativos ao armazenamento de materiais estão previstos no item **18.24 Armazenagem e estocagem de materiais** e estão relacionados a painéis, escoras, acessórios, tubos, chapas, guardacorpos, plataformas, contrafortes etc.:

- Prevê o item que “os materiais devem ser armazenados e estocados de modo a não prejudicar o trânsito de pessoas e de trabalhadores, a circulação de materiais, o acesso aos equipamentos de combate a incêndio, não obstruir portas ou saídas de emergência e não provocar empuxos ou sobrecargas nas paredes, lajes ou estruturas de sustentação, além do previsto em seu dimensionamento”. Determina, ainda, que “as pilhas de materiais, a granel ou embalados, devem ter forma e altura que garantam a sua estabilidade e facilitem o seu manuseio e que, em pisos elevados, os materiais não podem ser empilhados a uma distância de suas bordas menor que a equivalente à altura da pilha. Exceção feita quando da existência de elementos protetores dimensionados para tal fim.”
- Outro requisito importante a ser considerado é que “todos os materiais de grande comprimento ou dimensão devem ser arrumados em camadas, com espaçadores e peças de retenção, separados de acordo com o tipo de material e a bitola”. Além disso, “o armazenamento deve ser feito de modo a permitir que os materiais sejam retirados obedecendo a seqüência de utilização planejada, de forma a não prejudicar a estabilidade das pilhas”, e “não podem ser empilhados diretamente sobre piso instável, úmido ou desnivelado”.

### 5.1\_comentários

Essas recomendações da norma servem para prevenir acidentes devido ao planejamento inadequado do armazenamento dos materiais que serão utilizados na execução das fôrmas, derivados, na maioria das vezes, por desprendimento ou queda, ocasionando graves consequências ao trabalhador, danos à propriedade e atrasos na produtividade, quando armazenados em locais que, logisticamente, interferem na circulação de pessoas, veículos e materiais, podendo provocar o aumento das distâncias a serem percorridas pelos operários e até o reposicionamento do material para outro local.

Outro fator importante a ser evidenciado é a sobrecarga que os materiais poderão trazer a paredes, lajes ou estrutura de sustentação, devido ao pouco espaço que a maioria das obras possui para o armazenamento de materiais, havendo em muitos casos a necessidade de empilhamento. Porém, nos casos de pilhas muito altas, estas devem ser executadas de maneira que sua forma e altura garantam a estabilidade e facilitem o manuseio pelos operários e permitindo que o material seja retirado numa seqüência lógica.

Dependendo do estágio da obra são necessários alguns armazenamentos sobre pisos elevados, como no caso da desforma. Nesse momento, devem ser tomados cuidados especiais para que os materiais sejam empilhados a uma distância adequada das bordas das lajes. Uma distância considerada segura é afastar os materiais das bordas, no mínimo, à altura da pilha. Porém, esta distância poderá ser menor se forem previstos elementos protetores laterais, dimensionados e calculados para tal finalidade.

Caso os materiais das fôrmas tenham que ser armazenados em vias públicas, devem estar protegidos e sinalizados e ter avisos de advertência adequados durante o dia e iluminados à noite.

## 6\_TRANSPORTE VERTICAL

A NR-18, no seu item **18.14 – Movimentação e transporte de materiais e pessoas**, definiu alguns parâmetros que devem ser atendidos quando da realização do transporte e movimentação de fôrmas no canteiro de obras. Define que “os equipamentos de transporte vertical de materiais e de pessoas devem ser dimensionados por profissional legalmente habilitado”, que “a montagem e desmontagem devem ser realizadas por trabalhador qualificado”, que “a manutenção deve ser executada por trabalhador qualificado, sob supervisão de profissional legalmente habilitado”, e que “todos os equipamentos de movimentação e transporte de materiais e pessoas só devem ser operados por trabalhador qualificado, que terá sua função anotada em Carteira de Trabalho”.

Em toda área onde estiverem sendo transportadas fôrmas, elementos estruturais e acessórios “devem ser adotadas medidas preventivas quanto à sinalização e isolamento da área”, “com total precaução contra rajadas de vento”. As “manobras de movimentação devem ser executadas por trabalhador qualificado e por meio de código de sinais convencionados” e “as áreas de carga ou descarga devem ser isoladas, somente sendo permitido o acesso às mesmas ao pessoal envolvido na operação”.

A “implantação e a operacionalização de equipamentos de guindar devem estar previstas em um documento denominado Plano de Cargas, que deverá conter, no mínimo, as informações constantes do Anexo III da NR-18 – Plano de cargas para guias”.

Outro item importante são os cabos de aço e acessórios utilizados para o transporte de cargas. A norma obriga “a observância das condições de utilização, dimensionamento e conservação dos cabos de aço utilizados segundo a NBR 6327/83 – Cabo de Aço / Usos Gerais, da ABNT”. Especifica que “os cabos de aço de tração não podem ter emendas nem pernas quebradas que possam vir a comprometer sua segurança”, “ter carga de ruptura equivalente a, no mínimo, cinco vezes a carga máxima de trabalho a que estiverem sujeitos e resistência à tração de seus fios de, no mínimo, 160 kgf/mm<sup>2</sup>” e “serem fixados por meio de dispositivos que impeçam seu deslizamento e desgaste”.

### 6.1\_comentários

A necessidade de maior rapidez e precisão na execução de fôrmas sempre induz o desenvolvimento de inovações tecnológicas. O avanço da tecnologia pode trazer consigo o surgimento de novos riscos de operação, principalmente nas operações de transporte. Tais serviços devem ser muito bem planejados para não comprometerem cronogramas de execução e gerar acidentes de trabalho.

Por isso, as exigências de habilitação e ou qualificação para o dimensionamento, montagem, desmontagem, manutenção e operação dos equipamentos para transporte vertical. Além disso, o transporte de fôrmas deve ser precedido de verificação prévia das condições de percurso, a fim de evitar acidentes do trabalho.

## 10\_segurança do trabalho

Quanto às guias, estas devem passar por inspeções programadas, pelo menos, uma vez por semana e é muito importante para a prevenção de acidentes checar se os componentes, mecanismos e acessórios são constituídos de materiais resistentes, capazes de atender às necessidades dos serviços.

A não permissão de execução de operações com guias sob intempéries ou outras condições desfavoráveis é para evitar riscos à saúde, à vida do trabalhador e à queda da carga. De todo modo, a guia deve ser aterrada e, dependendo de sua localização, dispor de pára-raio, situado 2 m acima da parte mais elevada da torre, que deve estar estorcada e estaiada com cabos de aço e fixada ao solo, assegurando-se seu prumo.

Muitos acidentes acontecem pela má utilização da guia. O operador de guia deve evitar choques da lança, cabo de sustentação ou carga suspensa contra quaisquer estruturas, torres, plataformas etc., e manter a lança a, pelo menos, 3 m de quaisquer obstáculos. Para que o transporte com guia seja realizado com a máxima segurança, é preciso que as áreas de carga e descarga estejam delimitadas e muito bem sinalizadas, permitindo-se o acesso somente das pessoas envolvidas na operação.

Para assegurar que as cargas não se soltem e caiam durante o transporte é necessário que o gancho do moitão tenha trava de segurança. Para garantir maior segurança no transporte da carga, deve-se observar se o cabo está em posição vertical e içar lentamente, sem arrancadas ou freadas bruscas que possam abalar qualquer componente da máquina.

Devem ser evitadas emendas em cabos de aço, devido aos riscos que estas oferecem. Os cabos devem ser inspecionados em todo o seu comprimento, para verificação da existência de nós ou qualquer outra anormalidade que possa ocasionar sua ruptura ou desgaste prematuro.

Os olhais devem apresentar sapatilhas e a fixação de cabos de aço pode ser feita com presilhas com cliques, cuja quantidade vai depender do diâmetro do cabo:

diâmetro (mm)	nº de cliques	distância entre cliques
5 a 12	4	6 a 8 x d (diâmetro)
12,5 a 20	6	
22 a 25	6	
25 a 35	8	
35 a 50	8	



Clipe



Sapatilha



Cabo de aço



Gancho com Trava



Manilha



Forma de fixação com cliques

A forma correta de afixar cliques é deixando as porcas do estribo viradas para o lado de tração do cabo e não para o lado da ponta.

Para o içamento de cargas, além da fixação dos cabos, é preciso estudar bem as eslingas e seus ângulos, pois sua ruptura pode provocar acidentes graves, tanto para o pessoal como para os equipamentos, materiais e ferramentas e é, na maioria das vezes, gerado por falhas humanas.

## 7\_MONTAGEM - ESCADAS, RAMPAS E PASSARELAS

Numa obra, é frequente que o trânsito de pessoas, equipamentos e materiais entre diferentes pontos de trabalho seja feito por escadas, rampas ou passarelas provisórias. Caso na montagem das fôrmas haja a necessidade de instalação desses meios auxiliares, eles devem seguir, rigorosamente, o item **18.12 – Escadas, rampas e passarelas** e seus seguintes subitens:

- A NR-18 enfatiza que “a madeira a ser usada para construção de escadas, rampas e passarelas deve ser de boa qualidade, sem apresentar nós e rachaduras que comprometam sua resistência, estar seca, sendo proibido o uso de pintura que encubra imperfeições” e, “quando de uso coletivo, dotadas de corrimão e rodapé”.
- Importante salientar que “as escadas provisórias de uso coletivo devem respeitar a largura mínima de 0,80 m (oitenta centímetros), devendo ter, pelo menos a cada 2,90 m (dois metros e noventa centímetros) de altura um patamar intermediário”, com largura e comprimento, no mínimo, iguais à largura da escada”.
- Quando da utilização de escadas de mão, estas “devem ultrapassar em 1,00 m o piso superior, ser fixada nos pisos inferior e superior, ter degraus antiderrapantes e apoiada em piso resistente”. Quanto às rampas e passarelas provisórias, “devem ser construídas e mantidas em perfeitas condições de uso e segurança”, “não ultrapassando 30º (trinta graus) de inclinação em relação ao piso” e quando a “inclinação for superior a 18º (dezoito graus), devem ser fixadas peças transversais, espaçadas em 0,40 m (quarenta centímetros), no máximo, para apoio dos pés”.

### 7.1\_comentários

Muitos acidentes poderiam ser evitados se as escadas fossem feitas de acordo com normas e projetos padronizados, pois no setor há uma tendência de improvisações, principalmente no que diz respeito a materiais, à continuidade dos montantes, aos degraus, à estabilidade, enfim, a todos os elementos que devem garantir à segurança do usuário.

O fluxo de trabalhadores que utilizam a escada coletiva deve ser considerado no seu dimensionamento. Mesmo assim, a largura de 0,80 m é a mínima permitida, pois num trabalho normal há a subida e descida de trabalhadores, que podem, ainda, estar transportando manualmente materiais ou equipamentos. Os pisos da escada (degraus) devem estar dimensionados entre 0,25 m e 0,30 m e os espelhos (altura) entre 0,15 m e 0,18 m, para permitir menor esforço de subida e facilidade de descida.

Devemos considerar que a escada de mão ultrapasse o apoio superior para permitir que o trabalhador possa sair com facilidade e não se submeter a riscos de queda por falta de apoio. É permitida a construção de escadas de mão de até 7,00 m e os espaçamentos entre degraus devem estar dimensionados entre 0,25 m e 0,30 m.

Em muitas obras no Brasil já é proibida a utilização de escadas de abrir ou extensível e, no caso de escadas de mão, estas devem estar fixadas nos pisos inferior e superior e exigem a utilização de cinturão de segurança tipo paraquedista ligado à linha de vida.

## **8\_MONTAGEM - MEDIDAS DE PROTEÇÃO CONTRA QUEDA DE ALTURA**

As medidas de proteção contra quedas de altura são ações, equipamentos ou elementos que servem de barreira entre o perigo e o operário. Numa visão mais ampla, são todas as medidas de segurança tomadas numa obra para proteger uma ou mais pessoas.

As medidas de proteção coletiva contra quedas de altura são “obrigatórias não só onde houver risco de queda de operários, mas também quando existir perigo de projeção de materiais, ferramentas, equipamentos etc.” A NR-18 prevê no item **18.13 Medidas de proteção contra quedas de altura** as medidas que devem ser seguidas no projeto e instalação da fôrma. Algumas delas são de responsabilidade do construtor, mas se não forem previstas nos projetos das fôrmas, muitas vezes não se encontra uma fôrma adequada para a sua execução.

A norma define que “a proteção contra quedas, quando constituída de anteparos rígidos, em sistema de guardacorpo e rodapé, deve: ser construída com altura de 1,20 m para o travessão superior e 0,70 m para o travessão intermediário, rodapé com altura de 0,20 m e ter vãos, entre travessas, preenchidos com tela ou outro dispositivo que garanta o fechamento seguro da abertura”.

A norma também define como proteção obrigatória contra quedas as plataformas de proteção principal, secundária e terciária. A plataforma principal de proteção “deve ser instalada na primeira laje em todo o perímetro da construção de edifícios com mais de 4 pavimentos ou altura equivalente” e “retirada somente quando o revestimento externo do prédio acima dessa plataforma estiver concluído”.

Além das medidas já descritas, na última revisão da norma foi introduzido um novo item relativo à proteção dos serviços de execução de fôrmas e concretagem da última laje, pela instalação de Sistema de Proteção Limitador de Quedas em Altura, que é uma medida alternativa ao uso de plataformas secundárias de proteção.

O projeto e o detalhamento técnico descritivo das fases de montagem, deslocamento do Sistema durante a evolução da obra e desmontagem deve ser assinado por profissional legalmente habilitado e utilizado até a conclusão dos serviços de estrutura e vedação periférica. Os requisitos de segurança para montagem e a confecção das redes devem atender aos testes previstos nas Normas EN 1263-1 e EN 1263-2.

### **8.1\_comentários**

Alguns itens relacionados à proteção contra quedas nos trabalhos de execução de fôrmas para paredes de concreto devem ser obedecidos, para a total segurança das pessoas envolvidas no processo. Proteções para os riscos provocados por aberturas de pisos e shafts, escadas, vãos de acessos, periferia de lajes, queda de materiais e pessoas.

O guardacorpo deve ser utilizado em qualquer local que ofereça risco de queda do trabalhador, por exemplo: nos serviços de concretagem de paredes de concreto com a utilização de andaimes em balanço sobre a fôrma. Além da obrigatoriedade de instalação de guardacorpo nas três faces do andaime (frente e cabeceiras), deve ser prevista uma proteção do lado posterior ao andaime, caso haja risco de queda (em todo perímetro).

Na construção de paredes de concreto há necessidade da instalação da plataforma principal

para proteção da queda de materiais pela montagem de fôrmas e concretagem das paredes de concreto. A plataforma principal de proteção “deve ter, no mínimo, 2,50 m de projeção horizontal da face externa da construção e um complemento de 0,80 m de extensão, com inclinação de 45° a partir de sua extremidade”.

Porém, como medida alternativa às plataformas secundárias é possível utilizar o Sistema de Proteção Limitador de Quedas em Altura. Entretanto, é preciso uma análise mais profunda para verificar se os projetos das fôrmas para paredes de concreto, adquiridas ou alocadas, permitem a sua instalação. Esse Sistema é formado por um conjunto de, no mínimo, redes de segurança suspensas no elemento tipo forca, com cordas de sustentação ou de amarração periférica, grampos e ganchos, conforme o item **18.13.12 – Redes de Segurança**.

Esse Sistema visa proteger, pela instalação da rede, a queda das fôrmas, material de cimbramento, acessórios etc. da última laje. Por isso, devem ser projetados com suportes metálicos, cordas com diâmetro mínimo de 16 mm e carga de ruptura mínima de 30 kN [quilonewtons], já considerado, em seu cálculo, fator de segurança 2 (dois).

O Sistema Limitador de Quedas de Altura deve ter, no mínimo, 2,50 m de projeção horizontal a partir da face externa da construção e entre a parte inferior do Sistema e a superfície de trabalho deve ser observada uma altura máxima de 6,00 m [seis metros], sendo que a extremidade superior da rede de segurança deve estar situada, no mínimo, 1,00 m acima da superfície de trabalho.

## 9 MONTAGEM - ANDAIMES

A NR-18 é genérica e prescreve apenas quais são os requisitos que um andaime deve apresentar, ou seja, as dimensões de guardacorpos, o fechamento lateral, característica dos pisos e assim por diante. A NR-18 no seu item **18.15 – Andaimos e plataformas de trabalho** determina quais os requisitos que devem ser seguidos para os trabalhos de montagem e desmontagem de andaimos e plataformas de trabalho.

Somente profissional legalmente habilitado pode “dimensionar os andaimos, sua estrutura de sustentação e fixação”, que devem ser “construídos de modo a suportar, com segurança, as cargas de trabalho a que estarão sujeitos”. Seu “piso de trabalho deve ter forração completa, antiderrapante, ser nivelado e fixado de modo seguro e resistente” e “confeccionado com madeira, de boa qualidade, seca, sem apresentar nós e rachaduras que comprometam a sua resistência, sendo proibido o uso de pintura que encubra imperfeições”.

Muito utilizado para a construção de paredes de concreto, os andaimos em balanço “devem ter sistema de fixação à estrutura da edificação ou da fôrma, convenientemente contraventada e ancorada, de tal forma a eliminar quaisquer oscilações e ser capaz de suportar três vezes os esforços solicitantes”. Devem “dispor de sistema guardacorpo e rodapé, inclusive nas cabeceiras, em todo o perímetro, com exceção do lado da face de trabalho”, quando esta não está oferecendo risco de queda, sendo “proibido utilizar escadas sobre o piso de trabalho e outros meios para se atingir lugares mais altos”.

Alguns projetos para a construção de paredes de concreto podem utilizar plataformas de trabalho com sistema de movimentação vertical em pinhão e cremalheira e estas “deverão observar as especificações técnicas do fabricante quanto à montagem, operação, manutenção, desmontagem e as inspeções periódicas, sob responsabilidade técnica de profissional legalmente habilitado” e “sua capacidade de carga mínima no piso de trabalho deverá ser de 150 kgf/m<sup>2</sup>”.

### 9.1\_comentários

A queda de altura é a maior causa de mortes no setor da construção. A falta de segurança na utilização de andaimes é uma das maiores causadoras desses infortúnios, provocados pela falta de acompanhamento por parte de pessoas habilitadas, o que atinge desde o projeto até a montagem e a supervisão continuada do trabalho na obra.

Andaime seguro se inicia pelo projeto, por meio da previsão das cargas que serão suportadas, incluindo as pessoas, os materiais, as ferramentas, os equipamentos e o peso próprio. O projeto deve garantir que o andaime forme uma estrutura rígida e sólida e proporcione espaço suficiente para permitir o movimento dos operários.

Quanto ao balanço, não deve ser construído distante a 1,80 m da prumada da edificação e suas cargas devem ser transmitidas a elementos verticais, aprumados e escorados na estrutura do edifício, mediante travessas transversais, a fim de evitar deslocamentos, inclinações e a queda do andaime. Em nenhum caso se permite que a parte interna do andaime seja sustentada por meio de contrapesos.

As plataformas por cremalheira deverão dispor dos seguintes dispositivos: cabos de alimentação de dupla isolamento, plugues e tomadas blindadas, aterramento elétrico, dispositivo diferencial residual (DDR), limites elétricos de percurso superior e inferior, motofreio, freio automático de segurança, botoeira de comando de operação com atuação por pressão contínua.

## 10\_MONTAGEM - EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL - EPI

Caso se opte por também minimizar os riscos do processo de execução de paredes de concreto por meio de EPIs, a norma define que é preciso cumprir o item **18.23 Equipamento de Proteção Individual – EPI**, que “obriga a empresa a fornecer aos trabalhadores, gratuitamente, EPI adequado ao risco e em perfeito estado de conservação e funcionamento”, consoante as disposições contidas na NR-06 – Equipamento de Proteção Individual – EPI. Além disso, prevê a “utilização do cinturão de segurança tipo paraquedista, que deve ser utilizado em atividades a mais de 2,00 m (dois metros) de altura do piso, nas quais haja risco de queda do trabalhador”.

Esse cinturão de segurança “deve ser dotado de dispositivo trava-queda e estar ligado a cabo de segurança, independente da estrutura do andaime”.

### 10.1\_comentários

É muito importante que a construtora faça um levantamento de todos os perigos e riscos que o processo de construção de paredes de concreto oferece, a fim de alertar a produção sobre quais são os pontos críticos que podem oferecer riscos de acidentes aos operários. Vale lembrar que para todos os riscos gerados, medidas preventivas podem ser determinadas e que devem seguir a seguinte hierarquia de controle:

- Eliminação e ou combate na fonte
- Substituição, redução e ou adaptação do trabalho
- Controles de engenharia, melhoria da tecnologia, proteção coletiva e ou composição de medidas
- Controles administrativos, manutenção planejada, providências para emergência e ou monitoramento
- Equipamento de Proteção Individual – EPI

É interessante lembrar que o cinturão de segurança tipo paraquedista deve ter talabarte duplo e estar acoplado a linha de vida para que, em nenhum momento, o trabalhador fique exposto a riscos de queda de altura.

## 11\_MONTAGEM DAS ARMAÇÕES DE AÇO

A NR-18 define no item **18.8 – Armações de Aço**, quais os requisitos de segurança para o corte e dobra de vergalhões de aço. Contudo, determina que “a dobragem e o corte de vergalhões de aço em obra devem ser feitos sobre bancadas ou plataformas apropriadas e estáveis, apoiadas sobre superfícies resistentes, niveladas e não escorregadias, afastadas da área de circulação de trabalhadores”.

Quanto às “armaduras de pilares, vigas e outras estruturas verticais, devem ser estaiadas e escoradas para evitar tombamento e desmoronamento” e “é proibida a existência de pontas verticais de vergalhões de aço desprotegidas”.

### 11.1\_comentários

Na montagem da armação de aço são utilizadas amarras ou colares de arame, que devem ser dobrados e encostados aos estribos, para evitar cortes, perfurações e arranhões. Quando da montagem de pilares na posição vertical, devem ser adotadas medidas de proteção contra a queda de peças, mediante estaiamento ou amarração. Se o processo de colocação do estribo for *in loco*, deverá ser feito com andaimes, evitando-se, assim, que o trabalhador suba na armação.

Importante proteger todas as pontas de vergalhões, seja com dispositivos plásticos (individual) ou de madeira (grupo de vergalhões), para evitar lesões provocadas pelo contato do trabalhador com a armação.

## 12\_MONTAGEM DAS FÔRMAS

A NR-18 define no item **18.7 – Carpintaria** os requisitos de segurança para “as operações em máquinas e equipamentos necessários à realização da atividade de carpintaria”. Na utilização de fôrmas deslizantes, estas “devem ser supervisionadas por profissionais legalmente habilitados” e “os suportes e escoras de fôrmas devem ser inspecionados antes e durante a concretagem por trabalhador qualificado”.

### 12.1\_comentários

Independente do tipo de fôrma a ser utilizada na execução de paredes de concreto é preciso comunicar a todos os trabalhadores envolvidos as recomendações de segurança dos procedimentos de montagem da fôrma, informando todos os perigos e riscos envolvidos em cada etapa do processo.

Antes da montagem das fôrmas é necessário analisar as superfícies para verificar se estas estão limpas e isentas de incrustações mais grossas de massa ou qualquer material estranho que possa causar acidente ao montador. Em algumas fôrmas há a necessidade de aplicação de desmoldante e este deve seguir as recomendações da norma regulamentadora – NR-15.

Quanto à montagem das fôrmas é necessário verificar o peso máximo das peças transportadas, quando a atividade é realizada de forma manual, atendendo às recomendações da NR-17 – Ergonomia. Na fixação de painéis de fôrmas é preciso tomar as medidas de segurança necessárias quando da utilização de ferramentas manuais quanto a golpes nas mãos e braços do montador. Nesse momento, e quando em alturas elevadas, todas as proteções coletivas devem estar instaladas para que se previna a queda do trabalhador.

Muitos riscos gerados na montagem de fôrmas podem trazer sérios problemas ao trabalhador e à empresa. Esses riscos devem ser eliminados antes de serem manifestados, tais como: queda de material empilhado, queda de fôrmas, queda de peças durante as manobras de içamento, queda de pessoas, golpes provocados por objetos etc. Cuidados especiais devem ser tomados quando da utilização de elementos metálicos nas fôrmas ou quando a fôrma é constituída de material metálico, devido à possibilidade de eletrocussão provocada por choque elétrico.

Todos os meios auxiliares que previnam acidentes devem ser utilizados para minimizar os riscos, tais como plataformas de proteção, andaimes, escadas, rampas, passarelas, redes de segurança, guardacorpos e EPI adequados.

Quanto ao cimbre ou cimbramento, comumente utilizado no infradorso para suportar as cargas verticais e horizontais devidas a estruturas, equipamentos e agentes naturais, deve ser montado de modo a transferir com segurança todas as solicitações atuantes para a estrutura de apoio ou para o solo. Como é provisório e utilizado em períodos de curta duração, suas condições de segurança diferem das adotadas em obras de caráter permanente. Como os apoios das fôrmas de vigas e lajes podem ser feitos com escoras ou montantes metálicos, os elementos tubulares, apesar de durabilidade longa, podem apresentar menor resistência quando, sem manutenção adequada, se deterioram por corrosão ou danos, diminuindo sua resistência.

Muita atenção deve ser dada à manutenção dos dispositivos de ajuste para o apoio do cimbramento, tais como: forçado regulável com porca fixa ou móvel, placa de base, apoio rosqueável para nivelamento etc. e para as emendas com roscas e porca de regulagem.

## **13\_CONCRETAGEM DE FÔRMAS**

A NR-18 determina que na concretagem de paredes “as conexões dos dutos transportadores de concreto devem possuir dispositivos de segurança para impedir a separação das partes, quando o sistema estiver sob pressão” e “no local onde se executa a concretagem somente deve permanecer a equipe indispensável para a execução dessa tarefa”.

Quanto aos equipamentos é exigido que “os vibradores de imersão e de placas devem ter dupla isolamento e os cabos de ligação ser protegidos contra choques mecânicos e cortes pela ferragem, devendo ser inspecionados antes e durante a utilização”.

### **13.1\_comentários**

O lançamento do concreto nas fôrmas pode ser feito de várias maneiras: diretamente da betoneira ou caminhão betoneira, por meio de “gircas”, caçambas e guias, por bombeamento e assim por diante. Os riscos de acidentes estão diretamente relacionados com a forma de concretagem utilizada.

O importante é que em qualquer caso, só deverá ser realizada a concretagem após minuciosa inspeção por técnico habilitado e quando ficar comprovado que as fôrmas, cimbramento e armaduras

atendem aos requisitos de projeto e os das normas de segurança do trabalho. Essa inspeção deve continuar durante os serviços de concretagem.

Deve ser proibido que os operários fiquem em pé sobre as fôrmas de pilares ou permanecer em equilíbrio sobre as estruturas, além de não ser permitida a permanência de pessoas atrás dos macacos hidráulicos ou sobre estes e outros equipamentos de protensão.

Quando da utilização de caminhões betoneiras, assegurar-se que estejam brecados e com rodas travadas, principalmente quando estiverem em local inclinado. Ninguém poderá permanecer atrás de caminhão betoneira em manobra de marcha a ré.

Atentar se as caçambas transportadoras de concreto estão com dispositivo de segurança que impeça seu descarregamento acidental e com carga acima da permitida pelo dimensionamento da grua. A abertura da caçamba só poderá ser feita com as mãos protegidas com luvas impermeáveis.

Quanto às bombas de concreto, estas devem ser operadas por pessoa qualificada e, periodicamente, os tubos e conexões deverão ser inspecionados por pessoal qualificado, a fim de assegurar a boa funcionalidade do sistema e garantir condições seguras.

Especial atenção deve ser dada ao mangote ou mangueira flexível: seu estado deverá ser verificado antes de serem iniciados os trabalhos de concretagem.

Os tubos e conexões da bomba deverão estar apoiados, escorados e fixados, livres de movimentos. Muitos acidentes já aconteceram pela queda das conexões de tubos transportadores de concreto sobre pessoas.

Durante e imediatamente após o lançamento, o concreto precisa ser vibrado de modo cuidadoso, com vibradores de dupla isolamento. Seus cabos devem estar protegidos contra cortes, abrasão, contato com as armaduras, tráfego, atrito etc. O mesmo vale para alisadores de superfícies.

## 14\_DESMONTAGEM DE FÔRMAS

Durante a desforma “devem ser viabilizados meios que impeçam a queda livre de seções de fôrmas e escoramentos, sendo obrigatórios a amarração das peças e o isolamento e sinalização ao nível do terreno”.

### 14.1\_comentários

Quaisquer operações de desforma só poderão ser iniciadas com a autorização do engenheiro responsável pela obra, conforme NBR 6118 – Projeto e Execução de Obras de Concreto Armado, considerando os tempos mínimos de cura recomendados antes da remoção de fôrmas.

A desforma deve ser sempre organizada, obedecendo a uma sequência de operações previamente estabelecida. É desaconselhável a desforma simultânea em vários pontos da estrutura e devem ser checadas as ferramentas utilizadas, os andaimes, os equipamentos de proteção individual, as medidas de proteção contra quedas e não ser permitida a circulação de pessoas, exceto os trabalhadores necessários ao trabalho.

As peças de fôrmas devem ser amarradas antes de sua remoção e só depois disso podem ser içadas para o pavimento superior. Atenção especial deve ser dada quanto ao armazenamento dos materiais da desforma, para que não dificultem a circulação de pessoas. O local de armazenagem deve ficar a pelo menos 1 metro de distância das beiradas das lajes.

## 15\_CONCLUSÃO

A análise dos requisitos da NR-18 deixa claro que ela não contempla todos os requisitos que envolvem a construção de paredes de concreto, essenciais para se evitar acidentes de trabalho. Alguns dos requisitos citados foram relacionados, mas a norma não entra em detalhes mais específicos sobre: estruturas de escoramentos, painéis metálicos, plataformas, resistência de elementos tubulares, linhas de vida etc., o que evidencia as dúvidas e preocupações que o setor tem em relação ao assunto.

Porém, se todos os fabricantes de fôrmas para a construção de paredes de concreto atender aos requisitos já existentes na NR-18, já estarão dando um grande passo para manter as obras livres de acidentes fatais.

Pelas análises das fôrmas utilizadas pelas construtoras, nota-se que a prevenção contra queda de pessoas, provocada pela utilização dos consoles, plataformas e andaimes em balanço e de materiais, pela movimentação de painéis e acessórios pela grua, são os maiores desafios a serem enfrentados.

Atenção especial deve ser dada quando da utilização de escadas sobre pisos de andaimes e plataformas, pois é preciso que sejam projetados pontos de ancoragem no conjunto para a utilização de cinturão de segurança, acoplados a uma linha de vida ou trava-queda retrátil.

A utilização de fôrmas prontas para o processo de construção de paredes de concreto contribui para a diminuição dos índices de acidentes, por proporcionar maior segurança aos trabalhadores, comparada com o processo de execução de fôrmas na obra, evidenciado por grandes melhorias advindas do projeto, do planejamento, da logística e pelo menor número de pessoas envolvidas na produção.

## APRESENTAÇÃO

O Encontro de Fornecedores de Fôrmas para Paredes de Concreto foi um evento realizado pela Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP), em setembro de 2009, com as principais empresas do segmento. Nesse encontro, elas tiveram a oportunidade de expor suas tecnologias e promover uma discussão com o grupo PAREDE DE CONCRETO e a consultoria externa especializada em segurança do trabalho. Participaram da reunião as empresas Doka, SH Fôrmas, Pashal, Peri, Forsa e Ulma.

Do encontro resultou a análise detalhada, feita pelo engenheiro José Carlos de Arruda Sampaio, especialista em segurança do trabalho, de cada sistema e as necessidades de ajuste em relação à NR-18. Nas páginas seguintes, a Coletânea de Ativos traz a análise de Sampaio e também as apresentações de todas as empresas participantes.

## **ENCONTRO TÉCNICO COM FORNECEDORES DE FÔRMAS(EQUIPAMENTOS DE SEGURANÇA)**

### **SUMÁRIO**

- 1\_ introdução**
- 2\_ Doka Brasil Fôrmas para Concreto Ltda**
- 3\_ SH Fôrmas, Andaimos e Escoramentos Ltda.**
- 4\_ Pashal Sistema Construtivos Ltda.**
- 5\_ Peri Brasil - Fôrmas, Escoramentos e Andaimos**
- 6\_ Forsa S.A.**
- 7\_ Ulma Brasil, Fôrmas e Escoramentos Ltda.**
- 8\_ Conclusão**

## 1\_INTRODUÇÃO

Engº José Carlos de Arruda Sampaio  
CREA: 0600827118

Com o objetivo de analisar se os sistemas de fôrmas para construção de paredes de concreto atendem aos requisitos da Norma Regulamentadora Nº 18 da Portaria 3214 de 08/06/1978 do Ministério do Trabalho, foi realizado na ABCP, no dia 10/09/2009, um Encontro de Fornecedores de Fôrmas para Paredes de Concreto com as principais empresas do segmento, que tiveram a oportunidade de expor os sistemas e promover uma discussão com a equipe de coordenação da ABCP e consultoria externa. Participaram da reunião as empresas Doka, SH Fôrmas, Pashal, Peri, Forsa e Ulma.

### comentários gerais

Segundo alguns trabalhos publicados por vários técnicos das universidades brasileiras, a industrialização é um processo organizacional caracterizado pela continuidade no fluxo da produção, pela padronização, integração dos diferentes estágios do processo global de produção, o alto nível de organização do trabalho, a mecanização em substituição ao trabalho manual sempre que possível e a pesquisa e experimentação organizada integradas à produção.

A industrialização da construção não é um fim, mas somente um meio de obter determinados objetivos, como basicamente produzir com maior produtividade, com melhor qualidade, a um custo menor e em um tempo menor. BLACHERE sugere a seguinte forma:

$$\text{INDUSTRIALIZAÇÃO} = \text{RACIONALIZAÇÃO} + \text{MECANIZAÇÃO}.$$

Nesse sentido é possível garantir que o sistema de fôrmas prontas para paredes de concreto seja um passo importante na modernização da construção civil, pela agilidade que proporciona à obra, economia e mais precisão nos dimensionamentos e geometrias. O processo industrializado pode reduzir em até 70% o uso de mão de obra e em 20% o desperdício em forma de resíduos.

Porém, juntamente com o grande avanço do processo de construção proporcionado pela utilização de painéis de fôrmas para parede de concreto, é preciso analisar profundamente que perigos e riscos significativos podem ser gerados por esses sistemas e as medidas efetivas de controle para a eliminação dos riscos, para garantir a total proteção das pessoas que executam os trabalhos.

Com esse foco é que identificaremos, a seguir, possíveis melhorias nos sistemas apresentados, colaborando para que sejam cada vez mais aceitos pelas construtoras brasileiras.

## 2\_DOKA BRASIL FÔRMAS PARA CONCRETO LTDA.

A exposição realizada por Claudinei Lima e Osvaldo Gamboa apresentou os sistemas de fôrmas modulares e fôrmas com vigas industrializadas de madeira. Na primeira parte da apresentação, focou nas especificações dos sistemas de fôrmas modulares Frami 270, Alu-Framax, justamente porque são os sistemas mais indicados para a construção de paredes de concreto para casas, edifícios residenciais e comerciais.



Enfatizou que o sistema Frami 270 utiliza quadros de aço leve ou alumínio, possui disposição lógica de tamanhos, robustez do quadro metálico, exata conexão auto-ajustável de elementos e múltiplas possibilidades de aplicação. Apresentou o dimensionamento dos painéis (alturas e larguras), detalhes do quadro de aço galvanizado, cintas de distribuição e braçadeiras ergonômicas, rapidez e estabilidade dos elementos de ligação (grampos), escoras de prumo e ancoragem (tipo 260 e 340).

Na apresentação do sistema Alu-Framax foram mostrados os detalhes importantes da fôrma, como: superfícies de aço e alumínio, os sistemas integrados de perfis, furação de ancoragem e reentrância de alinhamento, além das dimensões dos painéis (alturas e larguras) e grampos.



Na segunda parte conhecemos as condições de segurança proporcionadas pelos sistemas Frami 270, Alu-Framax e X-Safe, evidenciando a utilização de consoles ou plataformas (andaimas em balanço), que são instalados na fôrma para permitir a presença segura de pessoas no momento da concretagem da parede e o transporte da fôrma, painéis e acessórios utilizando ganchos de grua especiais. Apresentaram-se, também, os sistemas X-Safe com as plataformas acopladas à fôrma, as Escadas XS para pilares e paredes com gaiola protetora e o sistema Dokaset com os dispositivos de segurança incorporados.

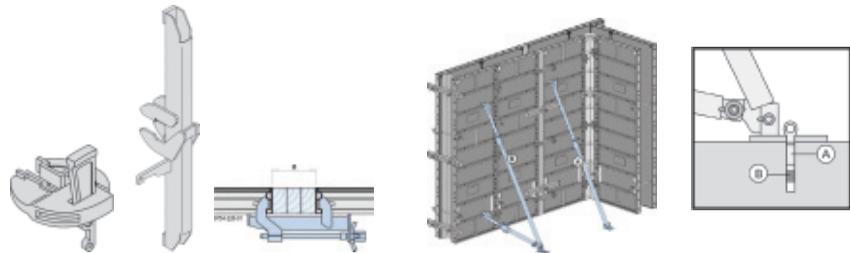
### 2.1\_comentários



Verifica-se que a DOKA possui vários sistemas modulares de fôrmas para a construção de paredes de concreto: fôrmas de grande área com auxílio de grua – Framax Xlife, versão independente de grua - Alu-Framax Xlife, fôrma manual - Frami e as fôrmas modulares com auxílio de grua Dokaset.



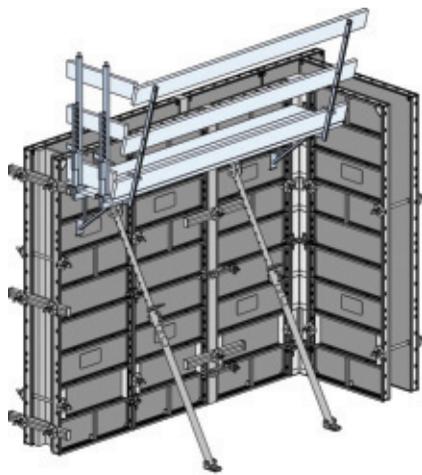
A fôrma FRAMI 270 é leve e de fácil transporte manual.



Os elementos de ligação utilizados na montagem dos painéis são de fácil fixação, proporcionando rapidez e estabilidade.

As escoras de prumo garantem a estabilidade do conjunto.

A fixação da ancoragem é feita com martelo.



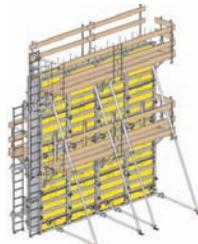
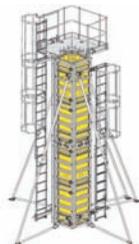
Quanto aos consoles, é preciso garantir a largura mínima de três pranchões, dimensão não identificada na apresentação. Além disso, a norma não entra em detalhe quanto à resistência do guardacorpo. A NBR 6120, que trata de parapeitos e balcões (similaridade com guardacorpos), solicita que seja considerada uma carga horizontal de 0,8 kN/m no montante superior e uma carga vertical mínima de 2 kN/m.

As normas americanas OSHA 3146 e ANSI Z 359 adotam o carregamento de 90 kg aplicados, horizontalmente, no montante superior e 66 kg no montante intermediário. É mais seguro adotar a norma brasileira para dimensionamento (travessão superior com 1,20 m de altura e intermediário 0,70 m) e a norma americana para resistência.



Quanto aos outros sistemas de fôrmas que necessitam ser içados por grua, analisar o coeficiente de redução da resistência da eslinga em função dos ângulos formados pelos cabos, correntes ou cintas e adotar as disposições mais adequadas das eslingas para garantir a estabilidade do conjunto contra rajadas de vento. É preciso assegurar que os pontos indicados para conexão dos cabos para içamento do conjunto estão adequados e seguros.

## 1 1\_segurança do trabalho



Consideramos os sistemas X Safe, das Escadas XS e o Dokaset utilizados para a construção de pilares e paredes de concreto avançados, mas requerem algumas adequações às normas de segurança:

1. As escadas não podem ser utilizadas sem que o trabalhador esteja portando cinturão de segurança, fixado na região do peito, acoplado a uma linha de vida ou trava queda retrátil. Portanto, a gaiola protetora tem somente a função de não permitir que o trabalhador saia do centro de gravidade da escada, já que é proibida a utilização da escada com gaiola, sem cinturão, linha de vida ou trava queda retrátil. É preciso estudar a forma de fixação da linha de vida para que em todos os momentos o trabalhador esteja protegido.
2. Na cabeceira do pilar, o fechamento com guardacorpo deve ser total, tal como nas fôrmas de paredes, pois o trabalhador pode ser projetado para frente e cair do conjunto.
3. A escada do Dokaset só poderá ter esta altura se os montantes do guardacorpo estiverem na continuidade do montante da escada, para que o trabalhador possa se apoiar e subir. Além disso, a forma de fixação deve ser segura para que não cause instabilidade.
4. Todos os guardacorpos instalados em locais com riscos de queda de material devem ter os espaços entre os travessões preenchidos por tela ou outro dispositivo que garanta o fechamento seguro da abertura.

### 3\_SH FÔRMAS, ANDAIMES E ESCORAMENTOS LTDA.

A apresentação dos sistemas de fôrmas Concreform SH - Fôrma de aço / Compensado e a Lumiform SH - Fôrma de Alumínio foi realizada por Cláudio Possenti.

O system Concreform é constituído por painéis em aço galvanizado e compensado plastificado de 15 mm. Para a montagem do módulo utiliza grampos, ancoragens, aprumadores e console de trabalho CF + guardacorpo, permitindo que os trabalhadores circulem por todas as bordas das fôrmas. Similar ao console há o andaime suspenso AS-150 com apoio fixado à estrutura do conjunto.

O módulo Concreform + AS-150 é movimentado por grua até a montagem para a concretagem da parede de concreto. O sistema Lumiform SH é formado por painéis com estrutura e chapa de contato em alumínio, complementados por união, travamento, espaçadores e alinhamento.

Esse sistema de fôrmas também permite a instalação de consoles com guardacorpo e ou andaimes suspensos AS-150, que podem receber a adição de plataforma inferior.

### 3.1\_comentários



O sistema Concreform também possui consoles, que são a plataforma que será utilizada pelos trabalhadores para montagem e concretagem da parede. É preciso que eles possuam a largura mínima de três pranchões, dimensão não identificada na apresentação. Para tanto, ficam válidas as recomendações da NBR 6120, OSHA 3146 e ANSI Z 359 quanto à resistência e dimensionamento dos montantes superior e intermediário. É necessária a instalação de tela entre os travessões e os guardacorpos laterais.



Os andaimes suspensos são fixados com insert e anel de apoio, que garantem a estabilidade do conjunto. Porém, acima do andaime o guardacorpo está fora dos padrões da NR-18, pois está sem travessão intermediário, rodapé e telas de fechamento.



É preciso que os cabos de aço utilizados para o içamento do conjunto não comprometam a segurança pelo mau dimensionamento.



Os guardacorpos estão conforme as recomendações da NR-18 e impedem que haja queda de pessoas e materiais.



O Sistema Lumiform SH de estrutura e chapas de alumínio, com console de trabalho e guarda-corpo, foi analisado e verificou-se a necessidade de instalação de rodapé de 0,20 m, tal como nos desenhos, e telas entre os travessões para que se adéque à NR 18.

#### **4\_PASHAL SISTEMAS CONSTRUTIVOS LTDA.**

A apresentação da Pashal foi feita por Carlos Bobbio, que focou o sistema de fôrmas para a execução de paredes de concreto moldadas para edifícios com Andaime Auto-Elevatório Pashal, formado por painéis modulados e estruturados em aço, revestidos com chapa fenólica e acoplados ao sistema de pórticos deslizantes.

Foi desenvolvido para suportar as cargas de empuxo até 50 kN/m<sup>2</sup> e formar conjuntos com diversos painéis, trabalhando na horizontal ou vertical, transportados e transferidos manualmente para o próximo nível.

Os painéis são unidos entre si por chaves com engate rápido. Os perfis duplos de alinhamento e prumo são posicionados na face externa da fôrma e travados com barras de ancoragem, fixados com porca sem asa em contato com a estrutura da fôrma e contraporca flangeada na face do perfil de alinhamento e prumo.

As barras de ancoragem, espaçadores, perfis duplos de alinhamento e prumo, juntamente com os andaimes autoelevatórios formados por pórtico deslizante, não necessitam de escoras de prumo e andaimes fachadeiros. O içamento do pórtico é feito por meio de talha tipo catraca, com gancho para movimentação vertical.

#### 4.1\_comentários



Os pórticos e andaimes suspensos atendem às exigências normativas, mas as escadas e os guardacorpos necessitam da instalação de telas fechando os travessões.

As escadas também necessitam de instalação de rodapés.



Para a movimentação e içamento das fôrmas é utilizada talha tipo catraca com capacidade de carga = 5000 kg com corrente para movimentação de 5 m.

Içamento do pórtico através de talha tipo catraca com gancho para movimentação vertical

#### 5\_PERI BRASIL - FÔRMAS, ESCORAMENTOS E ANDAIMES

A apresentação da Peri foi feita por Felipe Crudo e André Tuma, que mostraram os sistemas de fôrmas VARIO, sistemas de painéis metálicos TRIO e DOMINO, plataformas CB / KG com grua e sistemas autotrepantes e plataformas de poço.

Evidenciaram os cálculos de cargas admissíveis em andaimes e plataformas de trabalho, as características e exemplo de dimensionamento e as proteções utilizadas para a concretagem das paredes. Além disso, abordaram os sistemas de ancoragem que transmitem os esforços de tração e cortante, compostos por placa perdida, tirante, cone e anel ou placa de apoio fixo no cone com parafusos, constituindo-se na base da segurança do sistema. Abordaram o sistema de plataforma de poços trabalhando com apoios em negativos no concreto (nichos) ou apoios com ancoragem.

Para o transporte vertical apresentaram tabelas de cálculos para o dimensionamento de guias necessárias para o transporte do conjunto e a forma de operação, movimentação e içamento dos painéis modulares.

### 5.1\_comentários



A NR-18 recomenda que todas as aberturas de pisos ou vãos de acessos devem estar fechadas. Além disso, os montantes da escada devem ultrapassar em 1,00 m o piso superior e esta deve ser fixada nos pisos inferior e superior e ter degraus antiderrapantes. Entretanto, o trabalhador deverá usar cinturão de segurança, fixado na região do peito,

acoplado à trava queda retrátil. Tal como mencionado anteriormente, o guardacorpo deve ser instalado nas laterais do andaime e é necessária a colocação de telas entre os travessões.



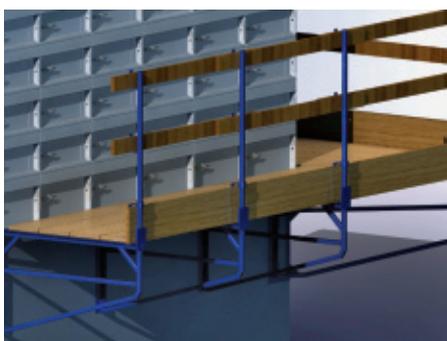
As plataformas de poço têm estabilidade garantida pela utilização de sistema de apoio, vigas e piso resistente.

## 6\_FORSA S.A.

O sr. Maurício, da Forsa, iniciou a apresentação abordando as vantagens das fôrmas em alumínio como: o número de reusos maior que 1500 vezes, com um manuseio e manutenção adequados, menor custo, mínimo treinamento para o pessoal, pois não requer mão de obra qualificada, menor quantidade de mão de obra, a não utilização de guias e a redução de desperdícios.

O sistema de fôrmas de alumínio Forsa foi validado pelo Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, da Espanha, com apoio da Universidade do Valle da Colombia. Abordou as especificações técnicas como: peso dos painéis modulares, acessórios, alinhadores, carga máxima, espaço e largura de plataformas e guardacorpos, além de plataformas móveis de trabalho, escadas e soluções de segurança para execução de platibandas e últimos pavimentos

### 6.1\_comentários



É necessário instalar telas entre os travessões do guardacorpo para atender à NR-18.



É importante que seja revisto o projeto da plataforma de trabalho, pois não atende às recomendações da NR-18.



Escada com dimensionamento correto, com espaçamento uniforme entre os degraus, ultrapassa em 1,00 m [um metro] o piso superior, fixada no piso inferior e superior para que impeça o seu deslizamento e dotada de degraus antiderrapantes, atendendo a NR-18.

## 7\_ULMA BRASIL, FÔRMAS E ESCORAMENTOS LTDA.

A apresentação da Ulma foi realizada por Marcelo Fram Zóboli e teve como foco as especificações dos seguintes sistemas de fôrmas:

- **Manoportáveis COMAIN**, sistema modular leve que pode ser movimentado sem a utilização de guias ou guinchos e desenvolvido para atender pressões de concretagem de até 40 kN/m<sup>2</sup>;
- **ORMA**, constituído por painéis de grandes dimensões, os quais suportam pressão de concretagem de 60 a 80 kN/m<sup>2</sup>;
- **NEVI**, usado principalmente para edificações residenciais, atendendo à diversas geometrias e com a vantagem de ser manoportável, com resistência à pressão de concretagem de 60 kN/m<sup>2</sup>.
- **ENKOFORM**, composto pelas vigas Riostra (DU), VM-20 e acessórios complementares de ligação, desenvolvido para ser um sistema polivalente e capaz de atender a diversas geometrias com flexibilidade ilimitada, podendo formar painéis únicos de até 36 m<sup>2</sup>.

Apresentou o BRIO, sistema de andaimes multidirecionais fabricados conforme a norma europeia, enfocando o atendimento das necessidades de segurança para a construção. Continuou com a apresentação do Console CF-170, que serve como base de apoio para os painéis verticais e proporciona uma base para plataforma de trabalho, e o Console CM-220, que tem a mesma função do CF-170, com a particularidade de se deslocar 70 cm para criar um espaço onde se possa trabalhar.

Os trabalhos em altura como a concretagem ou a colocação de diferentes elementos sobre a fôrma são realizados a partir de plataformas de trabalho, constituídas por quatro plataformas: a de concretagem, a de vela, a principal e a de recuperação.

Para o transporte de conjuntos de painéis por grua, apresentou as especificações do gancho de levantamento ORMA e COMAIN, acessórios, travamento e alinhamento.

### 7.1\_comentários

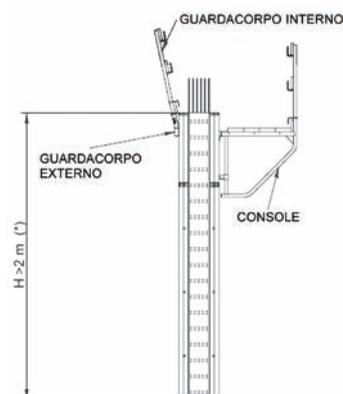


As três plataformas de trabalho superiores atendem às recomendações da NR-18 quanto a dimensionamento. A primeira, abaixo, possui fechamento em ângulo, criando com o guardacorpo lateral um espaço sem proteção, podendo gerar queda de materiais e até de pessoas. É necessário que seja instalada tela entre os travessões de todos os guardacorpos e a escada deve estar fixada no piso inferior e superior para que impeça o seu deslizamento.

O corte do projeto acima explicita a forma correta de proteger os trabalhadores em serviços de concretagem de paredes, com guardacorpo utilizado em conjunto com a proteção frontal.



Como o conjunto possui dimensões grandes e é bastante pesado é preciso muita atenção no momento do içamento, para que sejam evitados acidentes. Além disso, é necessário que a grua esteja em perfeitas condições de manutenção e uso e os ganchos de levantamento bem dimensionados.



## 8 CONCLUSÃO

De uma maneira geral as fôrmas apresentadas pelos fornecedores para a construção de paredes de concreto atendem em grande parte às recomendações da NR-18. Alguns ajustes são necessários para o atendimento integral, principalmente aqueles ligados à queda de trabalhadores das estruturas chamadas de consoles, plataformas ou andaimes.

Essas plataformas devem ser projetadas para prover a total segurança e serem dotadas de fechamento com tela entre os travessões dos guardacorpos para evitar a queda de materiais e acessórios.

Pelas especificações apresentadas, a maioria possui painéis leves e aqueles mais pesados podem ser transportados por mais de uma pessoa, não se constituindo em fator impeditivo de utilização.

Outro fator importante é a desforma da parede e a movimentação dos conjuntos de painéis com grua para os pavimentos superiores, ponto que merece grande atenção por parte daqueles que executam a obra. O ângulo máximo das eslingas é outro fator importante para içamento de painéis e deve ser indicado pelos fornecedores.

Os grampos, eslingas e dispositivos usados no içamento de painéis devem ser inspecionados periodicamente para verificação de sua integridade mecânica, além da verificação da carga máxima de uso, pois alguns deles resistem 1500 kg e outros 400 kg.

As condições ergonômicas de trabalho devem ser consideradas como fator para se atingir maior produtividade. O treinamento adequado dos trabalhadores está diretamente ligado aos resultados que serão alcançados.

Nas construções de paredes com painéis metálicos é preciso estar atento, constantemente, para se prevenir o contato com energia elétrica, pois painéis, acessórios, armaduras, guardacorpos conduzem energia que pode provocar acidentes de trabalho.

Sempre que forem utilizadas escadas para a movimentação de um nível para o outro será preciso verificar os riscos de queda, que podem ser eliminados pela utilização de cinturão de segurança, acoplados a uma linha de vida ou trava-queda retrátil.

Diante dos fatos apresentados, entendemos que os fornecedores de fôrmas para construção de paredes de concreto, promovendo pequenas alterações nos sistemas, poderão atender integralmente às recomendações da Norma Regulamentadora Nº 18, garantindo a não ocorrência de acidentes devido a falhas das condições de trabalho.

## Projeto Paredes de Concreto

### Fôrmas

Encontro com Fornecedores

Doka Brasil | 146 00 00 | Propriedade: Claudio L. Lima

## DOKA

Grupo UMGASH  
3 fábricas (2 na Áustria e 1 na Eslováquia)

140 Filiais em 85 Países  
7.800 funcionários

Doka Brasil | 146 00 00 | Propriedade: Claudio L. Lima

### Produção Anual Doka

- 4 milhões de chapas (515 campos de Fuste)
- 28 milhões de metros lineares de vigas H20 (43 x São Paulo-Rio de Janeiro)
- 3000 toneladas de componentes plásticos
- 75000 toneladas de produtos metálicos

Doka Brasil | 146 00 00 | Propriedade: Claudio L. Lima

### Sistemas de formas para paredes

Formas modulares

Formas com vigas industrializadas de madeira

Doka Brasil | 146 00 00 | Propriedade: Claudio L. Lima

### Formas modulares

Forma de grande área com o auxílio de grua

Versão independente de grua

Forma manual

A mais rápida forma modular

Doka Brasil | 146 00 00 | Propriedade: Claudio L. Lima

### Formas modulares DOKA

Quadro de aço pesado		Formas Xlife
Quadro de aço leve ou alumínio	Frami 270 / Alu-Framas Xlife	
Placas pequenas	Frami	
	Fundações, áreas pequenas	Casas, edifício residencial e comercial
		Infra-estruturas, obras grandes

Doka Brasil | 146 00 00 | Propriedade: Claudio L. Lima

### Forma modular Frami 270

- disposição lógica de tamanhos
- robusto quadro metálico
- conexão auto-ajustável de elementos, exata
- múltiplas possibilidades de aplicação.

Doka Brasil | 146 00 00 | Propriedade: Claudio L. Lima

### Sistema Frami 270

Alturas: 120 cm, 150 cm, 270 cm

Larguras: 30 cm, 45 cm, 60 cm, 75 cm, 90 cm

Doka Brasil | 146 00 00 | Propriedade: Claudio L. Lima

## 1.1\_segurança do trabalho

### Detalhes da forma Frami

- Quadro de aço galvanizado, com perfis ocios
- Conexão exata
- Cintas de distribuição (rígidas)
- Fácil fixação de complementos
- Abertura transversal no quadro e perfil médio
- Braçadeiras ergonômicas
- Ancoragem de canto econômica

Slide Board 1.14.08.00 - Prepared by Claudio L. Lima

### Elementos de ligação

Grampo Frami

Grampo regulável Frami

Grampo de união rígido Frami

Slide Board 1.14.08.00 - Prepared by Claudio L. Lima

### Elementos de ligação

Rápido e estável

O grampo Frami é fixado:

- rapidamente
- em qualquer posição
- sem procurar aberturas

Elementos em posição vertical	
Altura do elemento	Número de grampos
1,20 m	2
1,50 m	2
2,10 m	3

Elementos em posição horizontal	
Altura do elemento	Número de grampos
0,30 m	1
0,27 m	1
0,24 m	2
0,21 m	2
0,18 m	2

Diferentes alturas sem escalonamento

Slide Board 1.14.08.00 - Prepared by Claudio L. Lima

### Forma modular Frami

Escoras de prumo

A. Escora de prumo 260  
B. Escora de prumo 340

Slide Board 1.14.08.00 - Prepared by Claudio L. Lima

### Ancoragem rápida

Para fixação com o martelo

Slide Board 1.14.08.00 - Prepared by Claudio L. Lima

### Segurança ao concretar – com console

Slide Board 1.14.08.00 - Prepared by Claudio L. Lima

### Segurança ao transportar

Garcho de guio Frami

Forma montada

painéis

Acessórios

Slide Board 1.14.08.00 - Prepared by Claudio L. Lima

### Garages, Slovakia

Slide Board 1.14.08.00 - Prepared by Claudio L. Lima

### Detalhes importantes dos painéis FRAMAX e Alu-FRAMAX

**Superfícies:**  
Aço: galvanizado / pintura eletrolítica  
Alumínio: pintura eletrolítica

**Sistema integrado de perfis**

**Chapa de 21 mm, fixada no painel**

**Furação de ancoragem oval e cônica**

**Reentrância de alinhamento**

Slides: Slides | 146 99 99 | Prepared by: Comunidade Lúcia

### Chapa Framax Xlife

- Longa vida útil
- Melhor acabamento do concreto
- Menor custo de manutenção

Slides: Slides | 146 99 99 | Prepared by: Comunidade Lúcia

### Chapa Framax Xlife

**Framax Xlife - Lado Concreto**

- Extremamente robusto
- Peças trocadas facilmente
- Limpeza fácil

**Madeira de alta qualidade**

- Resistente
- Estruturalmente estável
- Resistente a variações climáticas

**Framax Xlife - Lado grade**

- Limpeza fácil
- Design inovador

Slides: Slides | 146 99 99 | Prepared by: Comunidade Lúcia

### Sistema Framax Xlife / Alu-Framax Xlife

**Largura dos painéis Framax (cm):**  
340 (altura 270 e 330)  
135  
90  
46  
45  
30

**Largura dos painéis Alu-Framax (cm):**  
90  
75  
48  
48  
30

**Aço** (135 cm, 270 cm, 330 cm) | **Alumínio** (90 cm, 270 cm)

Slides: Slides | 146 99 99 | Prepared by: Comunidade Lúcia

### Grampo Framax RU

Conectando painéis rapidamente

Somente 2 grampos em 2,70 m

Somente 2 grampos em alturas de 3,30 m

Slides: Slides | 146 99 99 | Prepared by: Comunidade Lúcia

### Na prática

Slides: Slides | 146 99 99 | Prepared by: Comunidade Lúcia

### Plataforma Framax U

Torna o trabalho de concretagem mais fácil e seguro

- pré-montada
- Mecanismo para travamento automático
- Painel e plataforma transportados juntos

Slides: Slides | 146 99 99 | Prepared by: Comunidade Lúcia

### Movimentação das formas

alçamento dos painéis

Gancho de grua

Fixação do gancho de grua

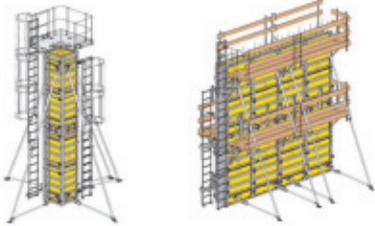
Slides: Slides | 146 99 99 | Prepared by: Comunidade Lúcia

1.1\_segurança do trabalho

**X-SAFE**




**ESCADAS XS**



Pisos      Paradas



**DOKASET – O mais rápido painel modulado**  
 Com sistemas de segurança incorporado



© 2014 DOKASET - Todos os direitos reservados. Proibida a reprodução sem autorização prévia por escrito da DOKASET.



**Movimentação das Formas DOKASET**



© 2014 DOKASET - Todos os direitos reservados. Proibida a reprodução sem autorização prévia por escrito da DOKASET.



**Forma Top 50**  
 Para todos os formatos e cargas



**Adapta facilmente**

- Superfície desajeada
- Carga / Pressão do concreto
- Formatos e dimensões
- Flexível posicionamento das ancoragens

**Menor tempo de montagem**  
 Graças às soluções de formas que são feitas sob medida para a obra em questão.

© 2014 DOKASET - Todos os direitos reservados. Proibida a reprodução sem autorização prévia por escrito da DOKASET.



**Montagem simples**  
 Com poucos componentes



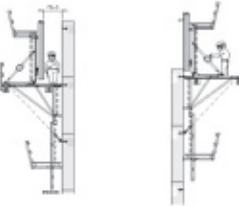
**3 componentes**

- Vigas de madeira H 20
- Perfis metálicos W510 ou WU12
- Chapas

© 2014 DOKASET - Todos os direitos reservados. Proibida a reprodução sem autorização prévia por escrito da DOKASET.



**Plataformas de trabalho**



Plataformas largas que possibilitam uma confortável e segura operação



**Sistemas para lajes**




Maneio Automático      Operador

© 2014 DOKASET - Todos os direitos reservados. Proibida a reprodução sem autorização prévia por escrito da DOKASET.



## Projeto Paredes de Concreto

### Fôrmas

Encontro com Fornecedores

Eng. MAURICIO PERDOMO

### SISTEMAS

• Apresentação do(s) tipo(s) de sistema(s) adequado(s) à execução de paredes de concreto moldadas in loco, para: Edifícios

**Vantagens Forssa S.A.**

- Acompanhamento ao Construtor desde o planejamento dos projetos.
- Construções mais rápidas, econômicas e seguras.
- Número de utilizações superior a 1000 com máxima e totalização ideais.
- Menor custo com respeito aos sistemas tradicionais.
- O projeto produz um único documento, não há necessidade de obra qualificada.
- Menor quantidade de mão de obra, mão - parada, não requer uso de guias.
- Redução de desperdícios.

**VIDEO FORSSA**

### SISTEMAS

O sistema de Fôrmas de Alumínio Forssa está validado pelo "Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja" (Espanha), com apoio da "Universidad del Valle (Colômbia)", segundo DOCUMENTO DE IDONEIDAD TECNICA No. 529/09, para paredes, forjados e tabiqueria de viviendas em edifícios de hormigón armado.

**VIDEO FORSSA**

### SISTEMAS

• Apresentação do(s) tipo(s) de sistema(s) adequado(s) à execução de paredes de concreto moldadas in loco, para: Edifícios

**VIDEO FORSSA**

### EQUIPAMENTOS SEGURANÇA

• Andaimos, plataformas de trabalho, proteção de concretagem

**Seguro, desmontagem pontual. Tem mais área para trabalhar a cada 1,20m.**

Carga máxima: 125 kg/m<sup>2</sup>  
Espaço entre passantes: 1,2 m e 1,5 m.  
Largura de plataformas: 1,5 e 1,2 m  
Teto altura de 1,20m (um metro e vinte centímetros) para o travessão superior e 0,70m (setenta centímetros) para o travessão intermediário.  
Teto rotável com altura de 0,20m (vinte centímetros).

**VIDEO ANDAIMES**

### EQUIPAMENTOS SEGURANÇA

• Andaimos, plataformas de trabalho, proteção de concretagem

**VIDEO ANDAIMES**

### EQUIPAMENTOS SEGURANÇA

• Andaimos, plataformas de trabalho, proteção de concretagem

**Facilidade de ajuste de nível**

**Se sistema plegado, pode trabalhar em qualquer situação**

**VIDEO ANDAIMES**

### EQUIPAMENTOS SEGURANÇA

• Andaimos, plataformas de trabalho, proteção de concretagem

**Norma NR18**

- Espaçamento entre os degraus é uniforme e aproximadamente a 0,30m (trinta centímetros).
- O degrau tem 1,00m (um metro) e mais superior.
- Está fixado no piso inferior e superior. Falso que impeça o seu deslocamento.
- Está dotado de degraus antiderrapantes.

**VIDEO ANDAIMES**

## 1.1\_segurança do trabalho

**CARACTERÍSTICAS**

- Peso dos maiores painéis modulares.
- Acessórios de transporte/ligamento (demonstrar movimentação)

Ancho (cm)	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	Peso (kg)
90	5.13	5.41	5.68	5.95	6.22	7.56	8.44	9.08	10.05	10.70	11.36	
120	6.84	7.20	7.55	7.91	8.27	10.06	11.02	11.88	13.17	14.03	15.11	
150	8.55	8.99	9.43	9.87	10.31	12.55	13.62	14.68	16.28	17.36	18.61	
180	10.25	10.78	11.31	11.83	12.36	15.05	16.18	17.47	19.40	20.49	22.19	
210	11.96	12.57	13.18	13.79	14.40	17.54	18.76	20.26	22.51	24.02	25.73	
240	13.67	14.36	15.06	15.75	16.45	20.04	21.34	23.06	25.63	27.34	29.27	

**VIDEO MONTAGEM**

**CARACTERÍSTICAS**

- Acessórios das formas: travamento, alinhamento, etc. (foco para segurança)

**CARACTERÍSTICAS**

- Acessórios das fôrmas: travamento, alinhamento etc. (foco para segurança)

**Alinhadores**

**CARACTERÍSTICAS**

- Soluções de segurança para execução de pilibandas e últimos pavimentos

## Projeto Paredes de Concreto

### Fôrmas

#### Encontro com Fornecedores

**PASHAL**

### SISTEMAS

- Apresentação do(s) tipo(s) de sistema(s) adequado(s) à execução de paredes de concreto moldadas in loco, para: Edifícios

**PASHAL**

### SISTEMAS

#### SISTEMA DE FÔRMAS COM ANDAIME AUTO-ELEVATÓRIO

**PASHAL**

O sistema de formas com **Andaime Auto-Elevatório Pashal** (painéis modulares e estruturados em aço, revestido com chapa ferrosa e acoplado ao sistema de perfis de deslocantes) foi desenvolvido para suportar cargas de empuxo até 50 kN/m<sup>2</sup> e formar conjuntos com diversas paredes, trabalhando na horizontal ou vertical, transportados e transferidos manualmente para o próximo nível. Utiliza-se a energia dos pesos lidos, conferindo ao sistema a maior versatilidade com painéis modulares existentes no mercado, sendo uma de suas principais características a alta produtividade nas operações de montagem e desmontagem, visualizando os prazos de execução exigidos em cronograma. Os painéis são atados entre si através de chaves com anéis de aço, os perfis duplos de alinhamento-prumo são posicionados na face externa da forma e travados com barras de ancoragem, fixados com porca e arruela em contato com a estrutura da forma e contra porca flangeada na face do perfil de alinhamento-prumo, permitindo ao conjunto a montagem de até 3 (três) alturas de painéis e garantindo um perfeito alinhamento e prumo dos painéis. As barras de ancoragem, espaçadoras, perfis duplos de alinhamento-prumo atados aos andaimes auto-elevatórios formados por pórtico de utilização e não necessitando de escoras de prumo e andaimes fixações.

O resultado dessa combinação é uma excelente superfície de acabamento no concreto à qualquer altura. Utilizando as mais avançadas técnicas de fabricação e projeto, as formas e os andaimes foram especialmente projetados para atender à demanda sempre crescente das edificações, visando à economia de mão-de-obra excelente prática de acabamento e qualidade, conjugado a velocidade do sistema e ao atendimento técnico-comercial.

**PASHAL**

### SISTEMAS

- Início de concretagem da parede utilizando mão francesa do conjunto em pequena altura. (Primeiras concretagens). Nessa etapa não é necessário a montagem do pórtico.

**PASHAL**

### SISTEMAS

- Montagem dos pórticos e posicionamento dos perfis de alinhamento e prumo. Escada modular para acesso ao conjunto.

**PASHAL**

### SISTEMAS

- Conjunto do Pórtico com guarda-corpo tubular, superior e inferior, cabo guia e rodapé. Em conformidade com a NR 18.

**PASHAL**

### SISTEMAS

- Execução de parede, movimentação da forma para próxima concretagem.

**PASHAL**

### SISTEMAS

- Preparo das paredes para concretagem.

**PASHAL**

## 1.1\_segurança do trabalho

**SISTEMAS**

Vista parcial do Andaime Auto-elevatório com guarda-corpo e plataforma de trabalho.



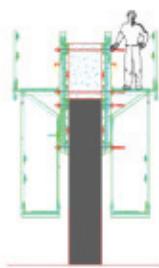
**PARTEIAL**

Parade de Concreto

**EQUIPAMENTOS SEGURANÇA**

• AndAIMes, plataformas de trabalho, proteção de concretagem.

- O conjunto Auto-Elevatório atende a NR 18.
- Altura de 1,20 m para travessão superior.
- Altura de 0,70 m para travessão inferior.
- Travessão superior e inferior em tubo metálico 40,2 mm fixado ao Pórtico através de encaixe tubular metálico por meio de parafusos de pressão impedindo sua movimentação lateral.
- Montado com altura de 0,20 m.
- Os vãos entre os conjuntos de pórticos é de no máximo 1,40m.
- O vão entre os travessões e rodapés são fechados com tela de proteção metálica ou qualquer outro de resistência e características equivalentes. Cabe guia de proteção fixadas no montante do pórtico. Os Conjuntos dos pórticos são pintados no cor amarelo.
- Piso da plataforma em: prancha 5x30cm, fixadas nos travessões do pórtico por meio de parafusos.
- Em conformidade com a NR18.



Parade de Concreto

**CARACTERISTICAS**

• Peso dos maiores painéis modulares e pórticos.

- 70x125cm=13kg.
- 70x125cm=4kg
- 80x125cm=4kg
- 85x125cm=4kg
- 90x125cm=4kg
- 95x125cm=4kg
- 100x125cm=5kg

• Conjunto do pórtico:  
 • Andaime suspenso com montante e suporte para passageiro= 81,15 kg  
 • Conjunto de Chapa guia e apoio deslizante= 29,11 kg  
 • Peso total do conjunto = 110,26 kg

• Talha tipo catraca com corrente para 5 mm 18 kg  
 • Capacidade de carga (admissível) de cada pórtico= 800 kg

• Os painéis de andaime Auto-Elevatório e os guarda-corpos são acoplados aos conjuntos e fixados nos painéis para auxiliar a montagem e concretagem.Sendo movimentados verticalmente através de talha tipo catraca.

• A produtividade média (h/m²).

• Montagem da Firma=1,5(hora)/m²/horário  
 • içamento do conjunto Auto-Elevatório= 8,25(hora)/homem/conjunto

Parade de Concreto

**CARACTERISTICAS**

• Acessórios de transporte/ içamento

Talha tipo catraca com capacidade de carga =500kg  
 Corrente para movimentação de 5m.  
 Peso da Talha catraca= 18 kg



Parade de Concreto

**CARACTERISTICAS**

• Acessórios de transporte/ içamento

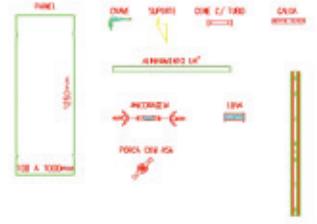
içamento do Pórtico através de Talha tipo catraca com gancho para movimentação vertical



Parade de Concreto

**CARACTERISTICAS**

• Acessórios das formas: travamento, alinhamento, etc. (foco para segurança)



Parade de Concreto

**CARACTERISTICAS**

• Soluções de segurança para execução de platibandas e últimos pavimentos

Parade de Concreto

## Projeto Paredes de Concreto

# PERI

### Fôrmas

Encontro com Fornecedores

### SISTEMAS

- Sistemas de fôrmas: mais usual - VARIO.
- Sistemas de painéis metálicos: TRIO e DOMINO
- Plataformas: CB / KG com grua e sistemas autotrepantes
- Plataformas de poço

### EQUIPAMENTOS DE SEGURANÇA

• Andaimés, plataformas de trabalho – Cargas admissíveis

The high load capacity of the scaffold allows it to be used in high-rise applications. This enables large and time-saving climbing work.

At the moment of construction, it is possible to work with a load of up to 10 kN/m².

### CARACTERÍSTICAS

• Dimensionamento - Exemplo

### EQUIPAMENTOS DE SEGURANÇA

• Andaimés, plataformas de trabalho, proteção de concretagem

### CARACTERÍSTICAS - Ancoragens

■ Sistemas de Ancoragens

- Transmitem os esforços de tração e cortante – compostos por:
  - Placa perdida
  - Tirante e cone
  - Anel ou placa de apoio fixo no cone com parafusos
- São a base da segurança do sistema
  - A resistência e a combinação do sistema de ancoragem e da resistência do concreto da data a qual são submetidos os esforços
- Plataforma de poços
  - Trabalham com apoios em negativos no concreto (nichos) ou apoios com ancoragens

### CARACTERÍSTICAS - Ancoragens

Anchoring

### CARACTERÍSTICAS

- Peso dos maiores painéis modulares.
- Acessórios de transporte/ içamento



Associação Brasileira de Cimento Portland  
ABESC  
ibts

## Projeto Paredes de Concreto

**SH**

### Fôrmas

Encontro com Fornecedores

Associação Brasileira de Cimento Portland  
Fornecedores de Concreto

**EMPRESA** **SH**

### Quem somos?

Fundada no Brasil em 1969, oriunda da Hünnebeck® alemã.

Experiência de 40 anos no mercado brasileiro na execução de obras de fôrmas, andaimes e escoramentos.

Empresa líder no fornecimento de fôrmas e estruturas no Brasil.

Fornece equipamentos para a indústria de cimento, como a primeira máquina de fôrmas, produzida no Brasil.

Primeira máquina de fôrmas produzida no território nacional.

Fábrica própria no Rio de Janeiro, fundada em área de 60.000 m<sup>2</sup>.

Atua com locação e venda de seus produtos, tendo efetuado exposições para – América do Sul, Europa, África, Austrália entre outros.

Associação Brasileira de Cimento Portland  
Fornecedores de Concreto

**EMPRESA** **SH**

### Onde estamos instalados

Associação Brasileira de Cimento Portland  
Fornecedores de Concreto

**EMPRESA** **SH**

### SISTEMAS DE FÔRMAS

- CONCREFORM® - Fôrma de aço / Compensado
- LUMIFORM® - Fôrma de Alumínio

Associação Brasileira de Cimento Portland  
Fornecedores de Concreto

**SISTEMAS - Edifícios** **SH**

### Concreform® SH

Painéis em Aço Galvanizado  
Compensado Plastificado de 15mm

Associação Brasileira de Cimento Portland  
Fornecedores de Concreto

**Concreform® SH** **SH**

painéis  
grupos  
ancoragens  
aprimadores  
console

Associação Brasileira de Cimento Portland  
Fornecedores de Concreto

**SISTEMAS - Edifícios** **SH**

### Concreform® SH

Painéis em Aço Galvanizado  
Compensado Plastificado de 15mm

Associação Brasileira de Cimento Portland  
Fornecedores de Concreto

**Concreform® SH** **SH**

Console de Trabalho CF  
Console de Trabalho CF + Guarda-corpo

Associação Brasileira de Cimento Portland  
Fornecedores de Concreto

1 1\_segurança do trabalho

**SISTEMAS - Edifícios** **SH**

**Concreform® SH**



**Console de Trabalho CF**  
**Console de Trabalho CF + Guarda-corpo**

SH

**Concreform® SH** **SH**



**AS-150 ANEL DE APOIO**  
**INSERT DE APOIO**

**Andaime Suspenso AS-150**  
**Andaime Suspenso AS-150 - Apoio**

SH

**Concreform® SH** **SH**



**Andaime Suspenso AS-150**  
**Andaime Suspenso AS-150 - Apoio**

SH

**Concreform® SH** **SH**



**Andaime Suspenso AS-150**  
**Andaime Suspenso AS-150 - Apoio**

SH

**Concreform® SH** **SH**



**Movimentação vertical – módulo Concreform® AS-150**

SH

**Concreform® SH** **SH**



**Movimentação vertical**

SH

**Concreform® SH** **SH**



**Movimentação vertical**

SH

**Concreform® SH** **SH**



**Parede de Concreto**

SH

**Concreform® SH**

Peças dos painéis

270 x 75 (2,025m<sup>2</sup>) = 60,0 kg  
270 x 45 (1,215m<sup>2</sup>) = 46,4 kg

**30 kg/m<sup>2</sup>**

Peças adicionais – componentes do sistema

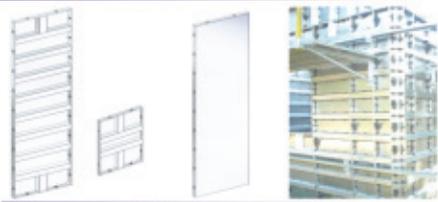
Barra de ancoragem e Porcas  
Grampos - alinhamento e junção  
Aprimadores duplos  
Consoles de trabalho - (opcional)



Fornecedores de Cimento

**SISTEMAS – Edifícios**

**Lumiform® SH**



Panel com estrutura em Alumínio  
Chapa de contato em Alumínio



Fornecedores de Cimento

**SISTEMAS – Edifícios**

**Lumiform® SH**

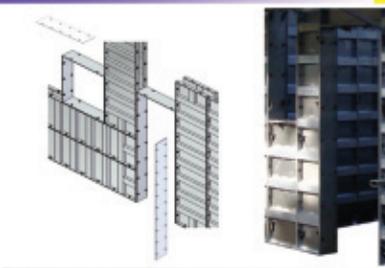


Panel com estrutura em Alumínio  
Chapa de contato em Alumínio



Fornecedores de Cimento

**Lumiform® SH**

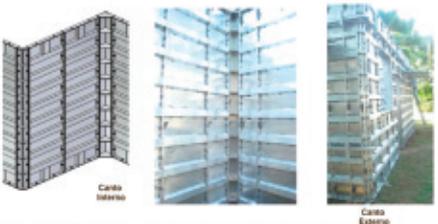


Chapa de fechamento de vidros



Fornecedores de Cimento

**Lumiform® SH**



Chapa de fechamento de vidros  
Canto Interno e Externo



Fornecedores de Cimento

**Lumiform® SH**



União  
Travamento e Espaçador  
Alinhamento



Fornecedores de Cimento

**Lumiform® SH**



Console de Trabalho  
Console de Trabalho com Guarda-corpo



Fornecedores de Cimento

**Lumiform® SH**



Console de Trabalho  
Console de Trabalho com Guarda-corpo



Fornecedores de Cimento

1.1\_segurança do trabalho

**Lumiform® SH**

Andaime Suspenso AS-150  
 Andaime Suspenso AS-150 e Plataforma Inferior

SH

**Lumiform® SH**

Andaime Suspenso AS-150 e Plataforma Inferior

SH

**Lumiform® SH**

Andaime Suspenso AS-150 e Plataforma Inferior

SH

**Lumiform® SH**

Peso dos painéis

270 x 60 (1,62 m<sup>2</sup>) = 28,75 kg

17,75 kg/m<sup>2</sup>

Peças adicionais - componentes

- Espaçador
- Pino e Cunha – (junção)
- Console de trabalho
- Alinhador

SH

**ENCERRAMENTO**

Eng. Claudio Possenti  
 contato@sh.com.br  
 www.sh.com.br  
 Obrigada!

SH

## Projeto Paredes de Concreto

### Fôrmas

#### Encontro com Fornecedores

Eng. Marcelo Fram Zóbol  
Gerente Técnico

### AGENDA

- Sistemas adequados à execução de paredes de concreto moldadas in loco;
- AndAIMes, plataformas de trabalho, proteção de concretagem;
- Peso dos maiores painéis modulares;
- Acessórios de transporte/çamento
- Acessórios das formas: travamento, alinhamento etc.
- Soluções de segurança para execução de platbandas e últimos pavimentos

### SISTEMA - Fôrmas Manoportáveis COMAIN

Sistema Modular leve que pode ser movimentado sem a utilização de gruas ou guinchos. Desenvolvido para atender pressões de concretagens de até 40 KN/m<sup>2</sup>.

### SISTEMA - ORMA

O Sistema de Fôrmas ORMA é constituído por painéis de grandes dimensões, os quais suportam uma pressão de concretagem de 60 a 80 KN/m<sup>2</sup>. Elementos básicos: Painéis de 2,70 m de altura e Grapas de regulação.

### SISTEMA - NEVI

O Sistema de Fôrmas NEVI é constituído principalmente para edificações residenciais atendendo a diversas geometrias e com a vantagem de ser MANOPORTÁVEL. Resistente a pressão de concretagem de 60 KN/m<sup>2</sup>. Elementos básicos: Painéis de 2,70 m de altura e Grapas de regulação.

### SISTEMA - ENKOFORM

É composto pelas vigas (DU), VM20 e acessórios complementares de ligação. Desenvolvido para ser um sistema polivalente, é capaz de atender a diversas geometrias com uma FLEXIBILIDADE ILIMITADA, podendo formar painéis únicos de até 30m<sup>2</sup>.

### EQUIPAMENTOS SEGURANÇA

A ULMA Construction trabalha diariamente para obter **PROTEÇÃO TOTAL, INDIVIDUAL E COLETIVA DO TRABALHADOR E DE TERCEIROS.**

Cuidamos do profissional da mesma maneira que cuidamos de nossos produtos, procurando e obtendo sua certificação por empresas reconhecidas

e atendendo as mais exigentes normas mundiais de segurança dos trabalhadores, como a **UNE-EN-12811 - Equipamentos para trabalhos temporais em obras**

Todos os materiais contam com elementos de segurança, tanto para a montagem como para a utilização do sistema.

### EQUIPAMENTOS SEGURANÇA - ANDAIMES

- BRIO

Sistema multidireccional fabricado conforme a norma europeia HD 1008 e homologado pelo AFNOR com a certificação NF e pela AENOR com a certificação N. Permite trabalhar com toda segurança as necessidades que se apresentarem em rehabilitação, aplicação de revestimentos, manutenção e aferraria em geral. Prático também na área de manutenção Industrial e naval.

- AndAIMes de Fachada / AndAIMes Irregulares, circulares
- AndAIMes para vigas e abóbodas
- Escadas / Passarelas / Pisos

## 1.1\_segurança do trabalho

### EQUIPAMENTOS SEGURANÇA - CONSOLES

- CONSOLE CF-170**  
O Console CF-170 serve como base de apoio para os painéis verticais e proporciona uma base para plataforma de trabalho.
- CONSOLE CM-220**  
Tem a mesma função do CF-170, com a particularidade de se deslocar 70 cm para criar um espaço onde se pode trabalhar.

Ferramentas de Concreto

### EQUIPAMENTOS SEGURANÇA - PLATAFORMAS DE TRABALHO

**Espaço de trabalho estável e seguro**  
Os trabalhos em altura como a concretagem ou a colocação de diferentes elementos sobre a forma devem realizar-se a partir de plataformas de trabalho seguras e estáveis que impeçam a queda do trabalhador.

- Plataforma de Concretagem:**  
Concretar e posicionar cones / ancoragens para as próximas etapas;
- Plataforma de Vela:**  
Colocar brantes nas linhas superiores;
- Plataforma Principal:**  
Desformar e limpar os painéis; armação, prumo e alinhamento das formas;
- Plataforma Recuperação:**  
Recuperar cones e estrutura.

Ferramentas de Concreto

### EQUIPAMENTOS SEGURANÇA - PLATAFORMAS DE TRABALHO

Ferramentas de Concreto

### EQUIPAMENTOS SEGURANÇA - PLATAFORMAS DE TRABALHO

Ferramentas de Concreto

### EQUIPAMENTOS SEGURANÇA - PROTEÇÃO DE CONCRETAGEM

Ferramentas de Concreto

### CARACTERÍSTICAS - PESO DOS PAINÉIS MODULARES

- COMAIN:** 37 kg/m<sup>2</sup> (painel - 0,90x1,50m)
- ORMA:** 56 kg/m<sup>2</sup> (painel - 2,40x2,70m)
- NEVI:** 35 kg/m<sup>2</sup> (painel - 0,90x2,70m)
- ENKOFORM:** 50 kg/m<sup>2</sup> (painel - 6,00x3,00m)

Ferramentas de Concreto

### CARACTERÍSTICAS - TRANSPORTE / IÇAMENTO

**Utilização dos equipamentos com total segurança e máxima resistência**

O Gancho de Levantamento ORMA é o elemento responsável pela elevação, por meio do ganchinho, de um painel ou conjunto de painéis montados entre si.

Com capacidade de carga máxima de 1500 kg por unidade, recomenda-se o emprego de dois ganchos para o levantamento.

Sua segurança está garantida, conforme certificado:

- A marca "NDP" corresponde à Direção Europeia "NOTICE" sismo e máquina, além de uma placa de controle para os inspetores.
- O selo "NDP" que corresponde à aprovação do Conselho de Construção de "Equipamento de Teste e Certificação" do IGT-PROTEGE na Alemanha.

\*obs: gancho NEVI = 1200kg

Ferramentas de Concreto

### CARACTERÍSTICAS - TRANSPORTE / IÇAMENTO

Ferramentas de Concreto

### CARACTERÍSTICAS – TRANSPORTE / IÇAMENTO

1300kg

400kg 30cm

Formas de Concreto

### CARACTERÍSTICAS - ACESSÓRIOS / TRAVAMENTO ALINHAMENTO

• MANUAL

PROJ.	DESCRIÇÃO	SEGURA
1	Se instalado em paralelo à direção da obra para o alinhamento, os painéis devem ser instalados em um único ponto de apoio.	
2	Se instalado em perpendicular, os painéis devem ser instalados em um único ponto de apoio, com o uso de travamento de alinhamento.	
3	Para ser instalado em perpendicular, os painéis devem ser instalados em um único ponto de apoio, com o uso de travamento de alinhamento.	
4	Se instalado em linha de alinhamento de um travamento, os painéis devem ser instalados em um único ponto de apoio, com o uso de travamento de alinhamento.	

Formas de Concreto

### CARACTERÍSTICAS - ACESSÓRIOS / TRAVAMENTO ALINHAMENTO

• MANUAL

1	Quando instalado em paralelo à direção da obra, os painéis devem ser instalados em um único ponto de apoio, com o uso de travamento de alinhamento.	
2	Se instalado em perpendicular, os painéis devem ser instalados em um único ponto de apoio, com o uso de travamento de alinhamento.	
3	Se instalado em perpendicular, os painéis devem ser instalados em um único ponto de apoio, com o uso de travamento de alinhamento.	
4	Para ser instalado em perpendicular, os painéis devem ser instalados em um único ponto de apoio, com o uso de travamento de alinhamento.	

Formas de Concreto

### CARACTERÍSTICAS - ACESSÓRIOS / TRAVAMENTO ALINHAMENTO

• COM GRUA

PROJ.	DESCRIÇÃO	SEGURA
1	Uma vez alinhado, a obra de proteção, os painéis devem ser instalados em um único ponto de apoio, com o uso de travamento de alinhamento.	
2	Se instalado em perpendicular, os painéis devem ser instalados em um único ponto de apoio, com o uso de travamento de alinhamento.	
3	Se instalado em perpendicular, os painéis devem ser instalados em um único ponto de apoio, com o uso de travamento de alinhamento.	
4	Se instalado em linha de alinhamento, os painéis devem ser instalados em um único ponto de apoio, com o uso de travamento de alinhamento.	

Formas de Concreto

### CARACTERÍSTICAS - ACESSÓRIOS / TRAVAMENTO ALINHAMENTO

• COM GRUA

1	Uma vez alinhado, a obra de proteção, os painéis devem ser instalados em um único ponto de apoio, com o uso de travamento de alinhamento.	
2	Se instalado em perpendicular, os painéis devem ser instalados em um único ponto de apoio, com o uso de travamento de alinhamento.	
3	Se instalado em perpendicular, os painéis devem ser instalados em um único ponto de apoio, com o uso de travamento de alinhamento.	
4	Para ser instalado em perpendicular, os painéis devem ser instalados em um único ponto de apoio, com o uso de travamento de alinhamento.	

Formas de Concreto

### CARACTERÍSTICAS - Platibandas & Últimos Pavimentos

• As soluções dependerão do tipo do projeto, necessidade da obra e disponibilidade de transporte / içamentos.

Podem ser executadas através de :

- Andaimas (P.D altos);
- Consólios para apoio de formas e escoramentos

Formas de Concreto

### CONTATO

**ULMA**  
Construção

Fórmãs • Escoramentos

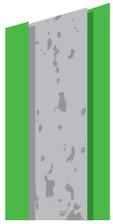
Eng.º MARCELO FRAM ZÓBOLI  
Gerente Técnico de Edificações

mzobol@ulma.com.br

ULMA Brasil - Fórmãs e Escoramentos Ltda.  
Rua João Dias Ribeiro, 210  
Jd. Sagrado Coração de Jesus  
Itapem - SP  
CEP: 06693-810  
Fone/Fax: + 55 11 3883-1300  
www.ulma-br.com.br

Formas de Concreto





PAREDE DE  
**CONCRETO**

velocidade com qualidade

# modulação

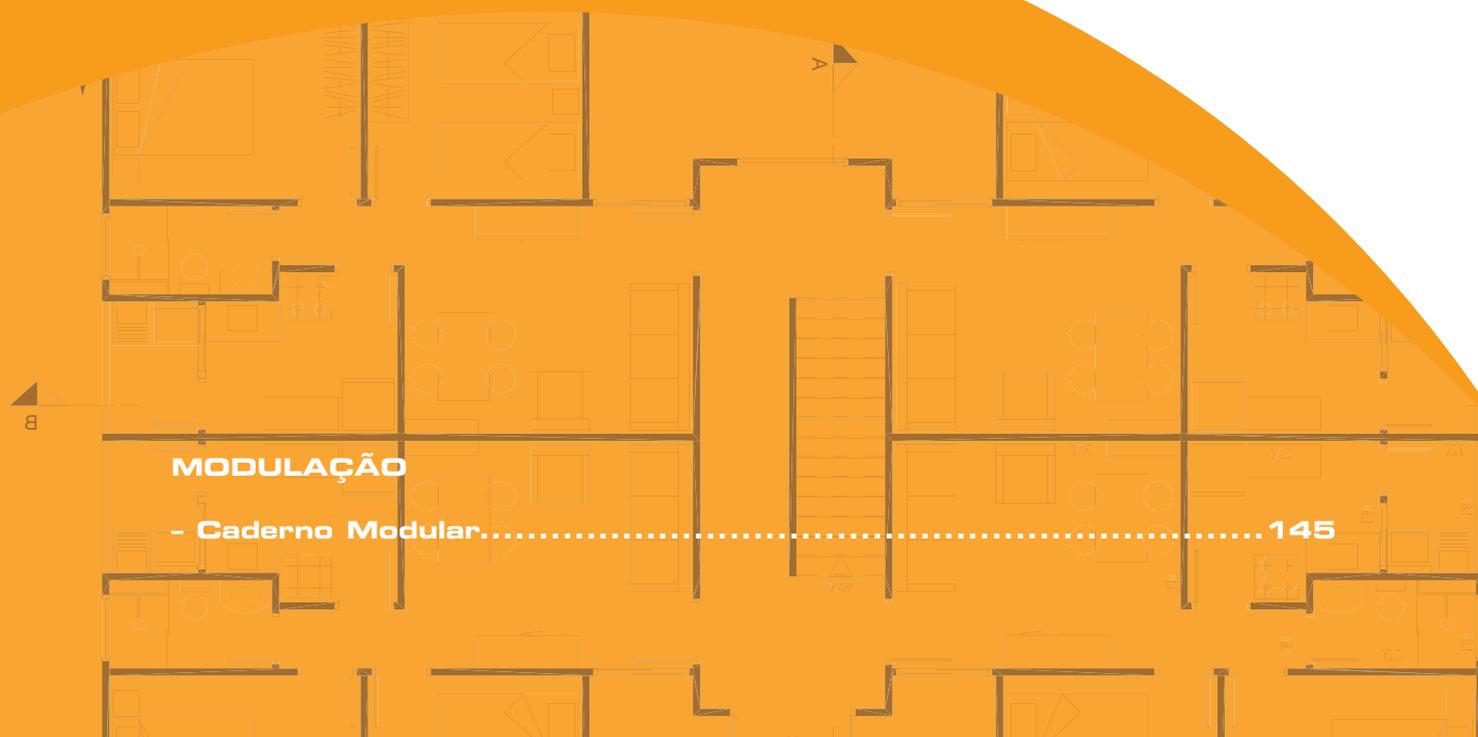


**Comunidade  
da Construção**  
Sistemas à base de cimento

## MODULAÇÃO

Um dos grandes desafios de uma construtora que produz em grande escala e em várias localidades é manter e aprimorar o padrão de qualidade. A modulação procura atender a essa questão ao padronizar medidas e relacionar escalas entre os sistemas interdependentes e seus materiais constituintes.

A Coletânea de Ativos aborda a questão pela primeira vez e procura mostrar as muitas vantagens da modulação para o sistema PARDE DE CONCRETO.



## APRESENTAÇÃO

Como sistema construtivo industrializado e baseado em escala e repetição, a PAREDE DE CONCRETO exige a manutenção de seus padrões de produção em qualquer circunstância. Vale dizer que o conceito de modulação é uma premissa bastante desejável nos projetos que adotam esse sistema, otimizando custos e assegurando padrões elevados de qualidade.

Nesta Coletânea de Ativos, o tema é tratado no Caderno Modular, que aborda, de forma didática e orientativa, a importância da modulação e os meios adequados para adotá-la em projetos e subsistemas. Adicionalmente, o Ativo traz uma ferramenta para “enquadrar” o projeto na modulação, permitindo a comparação entre projetos modulados e não modulados.

O trabalho mostra que a modulação:

- Auxilia o trabalho de projetistas, que contam com elementos compatíveis entre si.
- Simplifica a coordenação de projetos, graças à diminuição de variedades de medidas.
- Orienta e simplifica o processo de montagem na obra.
- Permite o uso de equipamentos modulares em vários projetos.
- Facilita o desenvolvimento de novos produtos.

O Caderno de Ativos contempla, em resumo, os seguintes aspectos:

- A importância da modulação na construção civil / o módulo decimétrico
- Discussão das normas brasileiras envolvendo modulação
- Recomendações de modulação no projeto e execução de paredes de concreto / Interface com subsistemas

Aplicação da modulação em um projeto (planilha Excel) / Parametrização de custos entre projetos modulados e não modulados

## CADERNO MODULAR

### SUMÁRIO

**1\_ introdução**

A importância da modulação na construção civil

**2\_ coordenação modular na parede de concreto**

Recomendações de modulação no projeto de paredes de concreto

**3\_ aplicação da modulação em um projeto**

Parametrização de custos entre um projeto modulado e outro não modulado

## 1\_INTRODUÇÃO

O desenvolvimento da Humanidade impõe ao homem construir mais, com mais eficiência e melhor, principalmente nos últimos dois séculos, quando se intensificou o aumento da população e o processo de urbanização das cidades. Desde as primeiras grandes obras, o uso de medidas múltiplas permitiu a construção de monumentos gigantescos e harmoniosos. A arquitetura do Egito e da Grécia antiga já utilizava medidas que tinham como base uma unidade única (o raio de uma coluna, o comprimento do braço do homem etc.). A revolução industrial no século XVIII e o domínio da construção em ferro e aço impulsionaram ainda mais a execução de obras que, à primeira vista, parecem totalmente diferentes entre si, porém possuem um “DNA” comum: a coordenação modular – peças construídas com dimensões múltiplas ou submúltiplas de uma medida de referência, chamada **módulo**.

Para construir edificações em escala industrial, é necessário que os seus componentes tenham esse módulo, permitindo o máximo de compatibilidade entre os vários elementos da edificação e simplificando a sua montagem (e até sua eventual desmontagem e reforma).

A maioria dos países, inclusive o Brasil, adota o padrão decimétrico, ou seja **10 cm**, como módulo básico ideal. As primeiras normas brasileiras sobre modulação surgiram na década de 1950, porém a quantidade de normas (25) e as redundâncias e contradições entre si contribuíram para o fracasso na sua adoção<sup>(1)</sup>. Graças a uma iniciativa do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio (MDIC), foi reativada através da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT-CB2) uma comissão de estudos que está discutindo o projeto de norma O2 138-15-001, que substituirá as normas antigas. Prevê-se que este projeto de norma irá para consulta pública no primeiro trimestre de 2010.

(1) A Rede Finep-Habitare publicou o documento “Análise crítica das normas de Coordenação Modular vigentes no Brasil”, que analisa e discute essas normas.

## 2\_COORDENAÇÃO MODULAR NA PAREDE DE CONCRETO

Como em qualquer sistema industrializado, as paredes de concreto moldadas no local amplificam o seu potencial de desempenho quando adotamos os princípios de coordenação modular desde a concepção do produto. A coordenação modular:

- a) Auxilia no trabalho dos projetistas, que passam a contar com elementos compatíveis entre si;
- b) Simplifica o processo de coordenação de projetos, graças à diminuição de variedades de medidas;
- c) Orienta e simplifica o processo de montagem na obra;
- d) Permite o uso de “equipamentos modulares” (ex.: painéis de fôrmas) em vários projetos.
- e) Facilita o desenvolvimento de novos produtos.

### 2.1\_fôrmas

Um dos principais itens na execução de paredes de concreto, as fôrmas (ou moldes) são os principais elementos que irão se beneficiar de um projeto modulado. Ao adotarmos medidas de projeto modulares (e conseqüentemente compatíveis com a modulação dos painéis de fôrmas), eliminamos a necessidade de peças específicas e não padronizadas, diminuindo o custo das fôrmas e facilitando a sua adoção em projetos diferentes.

A seguir listamos as principais recomendações que, ao projetar, devemos adotar, a fim de termos o máximo de eficiência do sistema de fôrmas:

**1\_ Adotar espessura de 10 cm em todas as paredes.**

O uso de paredes com espessuras diferentes implica na necessidade de peças especiais ou não moduladas.

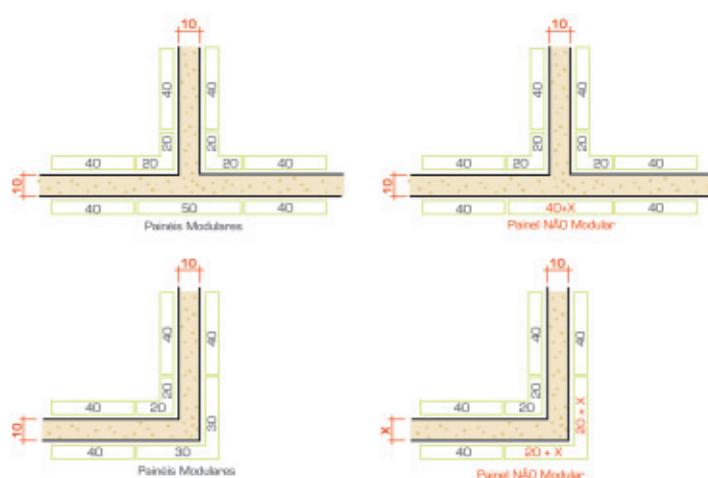


Figura 1

**2\_ Usar “bonecas” de portas ou janelas de 10 cm ou, se possível, “eliminar” essas bonecas.**

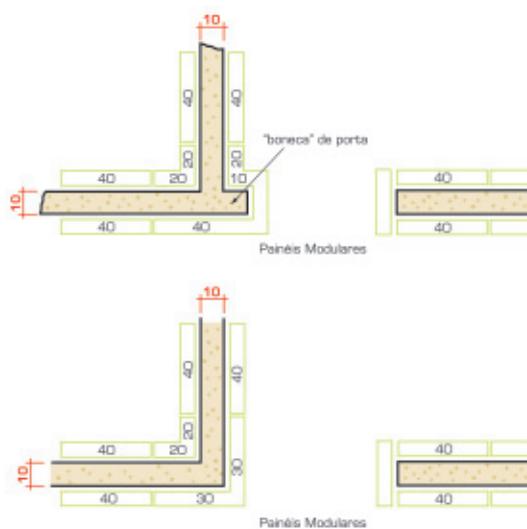


Figura 2

- 3 As esquadrias deverão ter medidas nominais que considerem as folgas necessárias para instalações, permitindo que os vãos deixados pelas fôrmas sejam múltiplos de 10 cm.

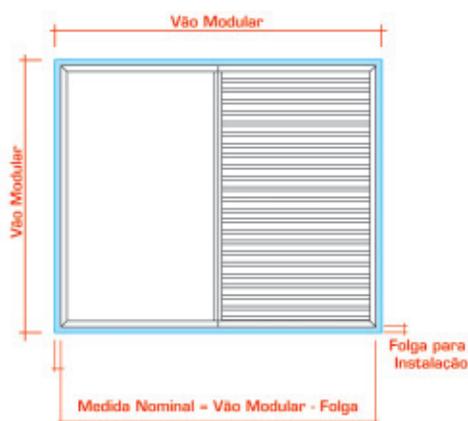


Figura 3

- 4 As lajes também devem ter espessura de 10 cm, permitindo o uso de painéis internos e externos padronizados.

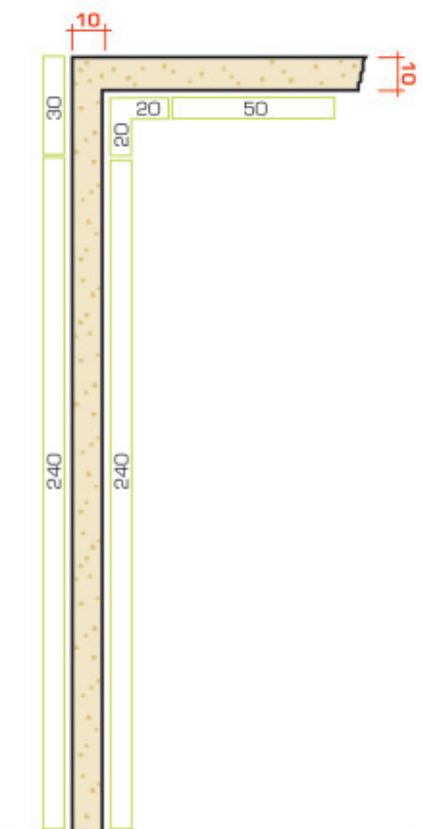


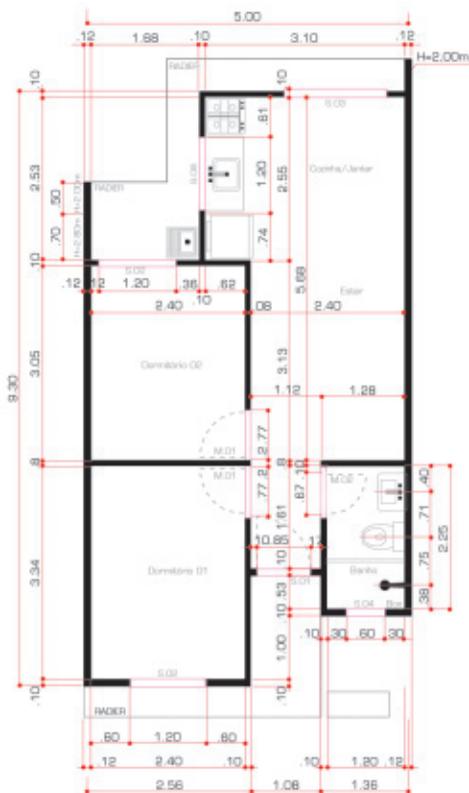
Figura 4

### 3\_ APLICAÇÃO DA MODULAÇÃO EM UM PROJETO - PARAMETRIZAÇÃO DE CUSTOS ENTRE UM PROJETO MODULADO E OUTRO NÃO MODULADO.

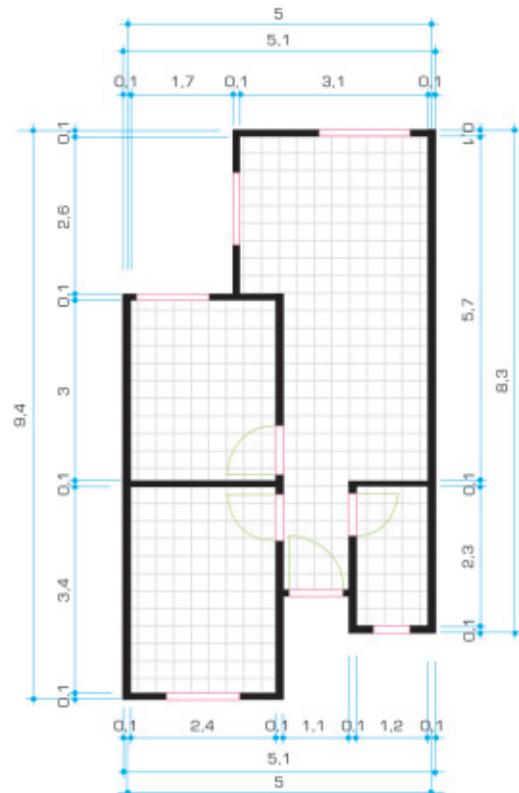
A fim de verificar as possíveis economias advindas da coordenação modular, simulamos uma obra de casas térreas geminadas, para as quais temos um projeto convencional (não modulado) e outro projeto adaptado com medidas modulares.

Como resultado, constatamos as seguintes vantagens do projeto modular:

- Menor custo na aquisição das fôrmas pela não necessidade de fabricação de painéis especiais (e a facilidade de adaptação dessas fôrmas em outros projetos modulados);
- Maior produtividade na montagem das fôrmas, em função do menor número de tipos de painéis;
- Menor índice de telas por m<sup>3</sup> de concreto, graças à melhor adequação das medidas das paredes com as medidas das telas (que já são moduladas), minimizando cortes e sobreposições desnecessárias;
- Menor custo na aplicação de azulejos e pisos cerâmicos, graças ao menor número de cortes de peças.



Projeto não modulado



Projeto Modularo

**Projeto Paredes de Concreto**  
**Orçamento Comparativo entre um Projeto Modularizado e outro Não Modularizado**

**Quantitativos**

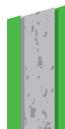
Empresa: **ABCP**  
 Obra: **Simulação**  
 Local:  
 Tipologia(s): **Casa Térrea Geminada**  
 Número de Pavimentos: **1**  
 Número de Unidades: **300 Projeto Não Modularizado**  
 Número de Unidades: **300 Projeto Modularizado**  
 Prazo Máximo de Execução: **12 meses**  
 Data base: **out.09**

**Projeto Não Modularizado**

Quantitativos por Pavimento			
Item	Und.	Quant.	Obs.
Área construída	m <sup>2</sup>	40,65	
Comprimento das paredes de fachada	m	16,13	
Comprimento das paredes de divisa	m	8,04	
Comprimento paredes internas	m	10,80	
Comprimento paredes área comum	m		ex.: área de escadas no caso de edifícios
Perímetro total das paredes	m	34,97	
Piso à piso	m	2,80	2,70 paredes + laje 0,10m
Espessura das paredes de fachada	m	0,10	
Espessura das paredes de divisa	m	0,12	
Espessura das paredes internas	m	0,08	
Espessura das paredes da área comum	m		
Área das paredes	m <sup>2</sup>	97,90	
Volume de concreto das paredes	m <sup>3</sup>	9,64	
Área de fachada	m <sup>2</sup>	45,16	
Área de lajes	m <sup>2</sup>	40,65	
Espessura das lajes	m	0,10	
Volume de concreto das lajes	m <sup>3</sup>	4,06	
Quantitativos Totais para o Empreendimento			
Item	Und.	Quant.	Obs.
Área construída total	m <sup>2</sup>	12.194,22	
Área das paredes total	m <sup>2</sup>	29.370,60	
Área de fachada total	m <sup>2</sup>	13.549,20	
Área de lajes total	m <sup>2</sup>	12.194,22	
Volume de concreto das paredes total	m <sup>3</sup>	2.890,61	
Volume de concreto das lajes total	m <sup>3</sup>	1.219,42	

**Projeto Modularizado**

Quantitativos por Pavimento			
Item	Und.	Quant.	Obs.
Área construída	m <sup>2</sup>	40,89	
Comprimento das paredes de fachada	m	16,20	
Comprimento das paredes de divisa	m	8,10	
Comprimento paredes internas	m	10,90	
Comprimento paredes área comum	m		ex.: área de escadas no caso de edifícios
Perímetro total das paredes	m	35,20	
Piso à piso	m	2,80	2,70 paredes + laje 0,10m
Espessura das paredes de fachada	m	0,10	
Espessura das paredes de divisa	m	0,10	
Espessura das paredes internas	m	0,10	
Espessura das paredes da área comum	m		
Área das paredes	m <sup>2</sup>	98,66	
Volume de concreto das paredes	m <sup>3</sup>	9,86	
Área de fachada	m <sup>2</sup>	45,36	
Área de lajes	m <sup>2</sup>	40,89	
Espessura das lajes	m	0,10	
Volume de concreto das lajes	m <sup>3</sup>	4,09	
Quantitativos Totais para o Empreendimento			
Item	Und.	Quant.	Obs.
Área construída total	m <sup>2</sup>	12.267,00	
Área das paredes total	m <sup>2</sup>	29.568,00	
Área de fachada total	m <sup>2</sup>	13.608,00	
Área de lajes total	m <sup>2</sup>	12.267,00	
Volume de concreto das paredes total	m <sup>3</sup>	2.956,80	
Volume de concreto das lajes total	m <sup>3</sup>	1.226,70	



**Projeto Paredes de Concreto**

**Produtividade e Prazo de Obra - Projeto Não Modulado**

**Cálculo da Equipe**

Área construída por pavimento	m <sup>2</sup>	40,65	
<b>Paredes e Lajes</b>			
Área de paredes por pavimento	m <sup>2</sup>	97,90	
Área de fôrmas paredes por ciclo	m <sup>2</sup>	195,80	1 pavimento por ciclo
Área de fôrmas de lajes por ciclo	m <sup>2</sup>	40,65	1 pavimento por ciclo
Área de fôrmas por ciclo - paredes + laje	m <sup>2</sup>	236,45	
Produtividade estimada por montador por dia (m <sup>2</sup> fôrmas)	m <sup>2</sup> /dia	18,00	0,50 hh/m <sup>2</sup> - fôrmas de alumínio para paredes e lajes
Prazo execução das paredes e lajes por ciclo	dias	1,00	
<b>Equipe de Montadores</b>	<b>mont</b>	<b>13,00</b>	
Número de ajudantes por unidade/torre (1/4 dos pedreiros)	ajud	4,00	
Produtividade armadores (m <sup>2</sup> de paredes)	m <sup>2</sup> /dia	80,00	
<b>Equipe Armadores</b>	<b>armad</b>	<b>3,00</b>	
Produtividade instaladores (m <sup>2</sup> de paredes)	m <sup>2</sup> /dia	80,00	
<b>Equipe Instaladores</b>	<b>instal</b>	<b>3,00</b>	
Ciclo por pavimento	dias	1,00	
Prazo total execução Unidade/Torre (superestrutura)	dias	1,00	dias trabalhados

**Cálculo do Prazo Total de Execução para o Empreendimento**

Número de torres/unidades executadas simultaneamente	dias	4,00	
Prazo total execução da superestrutura em dias trabalhados	dias	75,00	
Número de dias trabalhados por mês	dias	22,00	
Prazo total execução da superestrutura em meses	mês	4,00	
Prazo estimado para infraestrutura	mês	2,00	
Prazo estimado para acabamentos	mês	4,00	
<b>Prazo total execução</b>	<b>mês</b>	<b>10,00</b>	<b>Antecipa o Prazo Máximo de Execução em 2 meses</b>

**Cálculo do custo da mão de obra por m<sup>2</sup> de parede**

<b>Salários</b>			
Oficiais (pedreiros, montadores, armadores, instaladores)	R\$/hora	4,70	
Ajudante	R\$/hora	3,95	
<b>Oficiais</b>			
Número médio de montadores	mont	52,00	
Número médio de armadores	armad	12,00	
Número médio de instaladores	instal	12,00	
<b>Ajudantes</b>			
Número médio de ajudantes	ajud	16,00	
Salários de oficiais durante o prazo de obra	R\$	858.137,28	220 horas/mês, encargos de 110% e premiação de 30%
Salários de ajudante durante o prazo de obra	R\$	151.831,68	220 horas/mês, encargos de 110% e premiação de 30%
Total mão de obra	R\$	1.009.968,96	
Área total de paredes e lajes executadas	m <sup>2</sup>	41.564,82	
R\$/m <sup>2</sup>		24,30	
<b>Estudo de custo para subempreiteiro</b>			
BDI	%	0,30	inclusive equipe indireta do subempreiteiro
<b>Preço médio por m<sup>2</sup> de parede+lajes</b>	<b>R\$/m<sup>2</sup></b>	<b>34,71</b>	

## Projeto Paredes de Concreto

## Produtividade e Prazo de Obra - Projeto Modulado

## Cálculo da Equipe

Área construída por pavimento	m <sup>2</sup>	40,89	
<b>Paredes e Lajes</b>			
Área de paredes por pavimento	m <sup>2</sup>	98,56	
Área de fôrmas paredes por ciclo	m <sup>2</sup>	197,12	1 pavimento por ciclo
Área de fôrmas de lajes por ciclo	m <sup>2</sup>	40,89	1 pavimento por ciclo
Área de fôrmas por ciclo - paredes + laje	m <sup>2</sup>	238,01	
Produtividade estimada por montador por dia (m <sup>2</sup> fôrmas)	m <sup>2</sup> /dia	22,50	0,40 hh/m <sup>2</sup> - fôrmas de alumínio para paredes e lajes
Prazo execução das paredes e lajes por ciclo	dias	1,00	
Equipe de Montadores	mont	10,00	
Número de ajudantes por unidade/torre (1/4 dos pedreiros)	ajud	3,00	
Produtividade armadores (m <sup>2</sup> de paredes)	m <sup>2</sup> /dia	80,00	
Equipe Armadores	armad	3,00	
Produtividade instaladores (m <sup>2</sup> de paredes)	m <sup>2</sup> /dia	80,00	
Equipe Instaladores	instal	3,00	
Ciclo por pavimento	dias	1,00	
Prazo total execução Unidade/torre (superestrutura)	dias	1,00	dias trabalhados

## Cálculo do Prazo Total de Execução para o Empreendimento

Número de torres/unidades executadas simultaneamente	dias	4,00	
Prazo total execução da superestrutura em dias trabalhados	dias	75,00	
Número de dias trabalhados por mês	dias	22,00	
Prazo total execução da superestrutura em meses	mês	4,00	
Prazo estimado para infraestrutura	mês	2,00	
Prazo estimado para acabamentos	mês	4,00	
Prazo total execução	mês	10,00	Antecipa o Prazo Máximo de Execução em 2 meses

Cálculo do custo da mão de obra por m<sup>2</sup> de parede

<b>Salários</b>			
Oficiais (pedreiros, montadores, armadores, instaladores)	R\$/hora	4,70	
Ajudante	R\$/hora	3,95	
<b>Oficiais</b>			
Número médio de montadores	mont	40,00	
Número médio de armadores	armad	12,00	
Número médio de instaladores	instal	12,00	
<b>Ajudantes</b>			
Número médio de ajudantes	ajud	12,00	
Salários de oficiais durante o prazo de obra	R\$	722.641,92	220 horas/mês, encargos de 110% e premiação de 30%
Salários de ajudante durante o prazo de obra	R\$	113.873,76	220 horas/mês, encargos de 110% e premiação de 30%
Total mão de obra	R\$	836.515,68	
Área total de paredes e lajes executadas	m <sup>2</sup>	41.835,00	
R\$/m <sup>2</sup>		20,00	
<b>Estudo de custo para subempreiteiro</b>			
BDI	%	0,30	inclusive equipe indireta do subempreiteiro
Preço médio por m <sup>2</sup> de parede+lajes	R\$/m <sup>2</sup>	28,57	

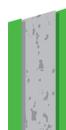
**Projeto Paredes de Concreto**

<b>Insumos Diretos</b>			
Descrição	Und.	R\$ Unit.	Observações
<b>Insumos Médios para os demais subsistemas</b>			<b>valores médios por m<sup>2</sup> de área construída</b>
Infraestrutura	R\$/m <sup>2</sup> A.C.	20,00	
Terraplenagem	R\$/m <sup>2</sup> A.C.	5,00	
Fundações	R\$/m <sup>2</sup> A.C.	50,00	
<b>Insumos Específicos para a Superestrutura</b>			
Fôrmas de Alumínio para Paredes - Projeto Não Modulado	m <sup>2</sup>	1 000,00	
Fôrmas de Alumínio para Paredes - Projeto Modulado	m <sup>2</sup>	950,00	
Reescoramento	m <sup>2</sup> /mês	5,00	
Tela Soldada	kg	5,00	
Aço	kg	4,00	
Arame recozido	kg	6,00	
Espaçador para armadura	und	0,10	
Desmoldante vegetal	l	8,00	
Concreto fcj14horas=3 Mpa. autoadensável	m <sup>3</sup>	290,00	
Taxa de bombeamento	m <sup>3</sup>	30,00	
<b>Revestimentos</b>			
Paredes Secas	m <sup>2</sup>	12,00	gesso, massa corrida, pintura, etc.
Paredes Úmidas	m <sup>2</sup>	32,00	azulejos, pintura esmalte, etc.
Pisos Áreas Secas	m <sup>2</sup>	45,00	cimentado, piso cerâmico, etc.
Pisos Áreas Úmidas	m <sup>2</sup>	45,00	piso cerâmico
Telos	m <sup>2</sup>	15,00	gesso, massa corrida, pintura, etc.
Preparação para textura	m <sup>2</sup>	5,00	tamponamento de furos e estucamento onde necessário
Revestimento Externo	m <sup>2</sup>	15,00	textura e/ou grafiato
<b>Instalações</b>			<b>valores médios por m<sup>2</sup> de área construída</b>
Instalações Elétricas	m <sup>2</sup> A.C.	55,00	
Instalações Hidráulicas	m <sup>2</sup> A.C.	35,00	
Outras Instalações (Telefone, TV, interfone, pára-raio, etc.)	m <sup>2</sup> A.C.		
<b>Demais Subsistemas</b>			<b>valores médios por m<sup>2</sup> de área construída</b>
Esquadrias e Vidros	m <sup>2</sup> A.C.	56,00	
Impermeabilizações	m <sup>2</sup> A.C.	12,00	
Coberlura			
Estrutura	m <sup>2</sup> A.C.	42,00	estrutura metálica
Telhas	m <sup>2</sup> A.C.	16,00	telha de concreto

**Projeto Paredes de Concreto**

<b>Insumos Indiretos</b>			
Descrição	Und.	R\$ Unit.	Observações
<b>Insumos Médios para os demais subsistemas</b>			<b>encargos 100%</b>
Engenharia	mês	12 000,00	
Profissionais Administrativos	mês	9 000,00	
Mestres e Encarregados	mês	12 000,00	
Técnicos	mês	8 000,00	
Técnicos de Segurança	mês	3 000,00	
<b>Equipamentos</b>			
Andaime fachadeiro - locação	m <sup>2</sup> /mês	10,00	Para tipologias até 25m de altura
Guincho - Montagem e desmontagem	und	1 500,00	Para tipologias com mais de 2 pavimentos
Guincho - Locação	mês	3 000,00	Para tipologias com mais de 2 pavimentos
<b>Outros</b>			
Segurança e proteções	mês	2 000,00	
Outros itens D.I.	mês	5 000,00	

Projeto Paredes de Concreto						
Orçamento Preliminar - Projeto Não Modular						
Empresa: <b>ABCP</b> Obra: <b>Ósmatelejo</b> Local: <b>-</b> Tipologia: <b>Casa Térrea Gerinhade</b> Número de Unidades: <b>300 Projeto Não Modular</b> <b>300 Projeto Modular</b> Prazo Máximo de Execução: <b>12</b> meses Data Base: <b>09/09</b>						
Item	Descrição	Unid.	Quant.	R\$ Unid.	R\$ Total	Observações
<b>1 Infraestrutura e Fundações</b>						
					<b>R\$</b>	<b>914.566,50 3,80%</b>
1.1	Infraestrutura	R\$ m² A.C.	12.194,22	30,00	343.884,40	
1.2	Terminações	R\$ m² A.C.	12.194,22	5,00	60.971,10	
1.3	Fundações	R\$ m² A.C.	12.194,22	93,00	809.711,00	
<b>2 Suplementos</b>						
					<b>R\$</b>	<b>2.641.617,32 39,01%</b>
<b>2.1 Paredes</b>						
2.1	Fôrmas de Alumínio para Paredes	m²	763,22	1.000,00	763.216,00	investimento total - não considerado na obra
	Número Médio de Usos neste Empreendimento	x	75,00			
	Amortização (em relação a um potencial de 1.000 usos)	%	7,50%			
2.1.1	Amortização Adotada	%	39%		196.843,20	
2.1.2	Tela Soldada	kg	57.812,16	5,00	289.060,80	20 kg/m²
2.1.3	Acc	kg	26.908,08	4,00	107.632,32	16 kg/m²
2.1.4	Argam recobido	kg	546,15	6,00	3.276,90	0,02 kg/m² de paredes + 10% perdas
2.1.5	Espaçador para armadura	und	116.223,00	0,10	11.622,30	6 unidades/m² de parede
2.1.6	Desmoldante vegetal	l	1.262,31	8,00	10.108,48	0,02 l/m² de fôrmas + 10% perdas
2.1.7	Concreto fç14horas=3 Mpa, autoadensável	m³	2.948,42	290,00	855.041,80	Perda 2%
2.1.8	Tela de bombeamento	m²	2.948,42	30,00	88.452,60	Perda 2%
<b>2.2 Lajes</b>						
2.2	Fôrmas de Alumínio para Lajes	m²	162,50	1.000,00	162.500,00	investimento total - não considerado na obra
	Número Médio de Usos neste Empreendimento	x	75,00			
	Amortização (em relação a um potencial de 1.000 usos)	%	7,50%			
2.2.1	Amortização Adotada	%	39%		32.817,82	
2.2.2	Combustível	m³	162,50			
2.2.3	Reforço (considerado 4 lajes reforçadas por jogo)	m²	2.901,43	5,00	14.507,15	Incluído no custo das fôrmas de alumínio
2.2.4	Tela soldada	kg	40.240,93	5,00	201.204,65	33 kg/m²
2.2.5	Acc	kg	2.438,84	4,00	9.755,36	2 kg/m²
2.2.6	Argam recobido	kg	134,14	6,00	804,84	0,01 kg/m² de laje + 10% perdas
2.2.7	Espaçador para armadura	und	46.776,88	0,10	4.677,69	4 unidades/m² de laje
2.2.8	Desmoldante vegetal	l	243,88	8,00	1.951,04	0,02 l/m² de laje + 10% perdas
2.2.9	Concreto fç14horas=3 Mpa, superfície	m³	1.243,81	290,00	360.705,03	Perda 2% (mesmo concreto das paredes)
2.2.10	Tela de bombeamento	m²	1.243,81	30,00	37.314,31	Perda 2%
<b>2.3 Mão de Obra</b>						
2.3.1	Paredes e Lajes	m²	41.564,82	34,71	1.442.812,80	vide planilha "Produtividade Par Conc"
<b>3 Revestimentos</b>						
					<b>R\$</b>	<b>1.635.326,20 17,62%</b>
<b>3.1 Inteiros</b>						
3.1.1	Paredes Áreas Secas	m²	40.872,80	12,00	490.473,60	considerado 90% de paredes "secas"
3.1.2	Massa corida (ou gesso) e pintura	m²	40.872,80	12,00	490.473,60	
3.1.3	Paredes Áreas Úmidas	m²	4.919,20	32,00	156.614,40	considerado 10% de paredes áreas úmidas
3.1.4	Acabamentos	m²	4.919,20	32,00	156.614,40	
3.1.5	Piso	m²	9.758,40	45,00	438.991,00	considerado 80% de piso áreas úmidas
3.1.6	Piso Áreas Úmidas - cerâmica	m²	2.438,84	45,00	109.747,90	considerado 20% de piso áreas úmidas
3.1.7	Tubo	m	12.194,22	15,00	182.913,30	
3.1.8	Massa corida (ou gesso) e pintura	m²	12.194,22	15,00	182.913,30	
<b>3.2 Estacas</b>						
3.2.1	Proteção	m²	13.648,20	5,00	68.241,00	tamponamento de furos e eslicamento onde necessário
3.2.2	Estaca e textura	m²	13.648,20	16,00	218.371,20	
<b>4 Instalações</b>						
					<b>R\$</b>	<b>1.097.478,80 11,76%</b>
<b>4.1 Instalações Elétricas</b>						
4.1.1	Serviço de Posicionamento dos eletrodutos (30%)	m² A.C.	12.194,22	16,50	201.204,65	
4.1.2	Emprego/ODU/Canais/Ligação/Rebatermos (70%)	m² A.C.	12.194,22	38,50	469.477,47	
<b>4.2 Instalações Hidráulicas</b>						
4.2.1	Serviço de Posicionamento da tubulação (50%)	m² A.C.	12.194,22	17,50	213.398,85	
4.2.2	Ligação/Rebatermos (50%)	m² A.C.	12.194,22	17,50	213.398,85	
<b>4.3 Outras Instalações</b>						
4.3.1	Automação, interfone, pânico	m² A.C.	12.194,22	-	-	
<b>5 Esquadrias e Vidros</b>						
					<b>R\$</b>	<b>882.876,32 9,21%</b>
5.1	Esquadrias e Vidros	m² A.C.	12.194,22	66,00	802.876,32	
<b>6 Coberturas</b>						
					<b>R\$</b>	<b>107.264,78 1,16%</b>
6.1	Estrutura metálica	m² A.C.	12.194,22	42,00	512.157,24	
6.2	Tela de concreto	m² A.C.	12.194,22	16,00	195.107,52	
<b>7 Impermeabilizações</b>						
					<b>R\$</b>	<b>146.330,64 1,57%</b>
7.1	Terraço, fundações, áreas úmidas, reservatório	m² A.C.	12.194,22	12,00	146.330,64	
<b>8 Equipamentos</b>						
					<b>R\$</b>	<b>-</b>
8.1	Revestimento externo - Fachadeiro	m²/mês	-	10,00	-	não utilizado
8.2	Elevação - Guincho	und	-	1.900,00	-	não utilizado
8.2.2	Guincho - Montagem e desmontagem	mês	-	3.000,00	-	não utilizado
<b>9 Indiretos</b>						
					<b>R\$</b>	<b>870.000,00 9,48%</b>
9.1	Equipe Indireta	mês	10,00	12.000,00	120.000,00	com encargos
9.1.1	Engenharia	mês	10,00	8.000,00	80.000,00	com encargos
9.1.2	Profissionais Administrativos	mês	10,00	12.000,00	120.000,00	com encargos
9.1.3	Mestres e Encarregados	mês	10,00	8.000,00	80.000,00	com encargos
9.1.4	Técnicos	mês	10,00	3.000,00	30.000,00	com encargos
9.1.5	Técnicos de Segurança	mês	10,00	3.000,00	30.000,00	com encargos
9.2	Segurança	vs	10,00	3.000,00	30.000,00	
9.2.1	Segurança e proteção	vs	10,00	3.000,00	30.000,00	
9.3	Outros	vs	10,00	5.000,00	50.000,00	
9.3.1	Outros itens D.I.	vs	10,00	5.000,00	50.000,00	
<b>Total Geral R\$</b>					<b>9.335.454,54</b>	
<b>R\$/m² A.C.</b>					<b>768,56</b>	



**Projeto Paredes de Concreto**

**Orçamento Preliminar - Projeto Modular**

Empresa: **ABCP**  
 Obra: **Simulação**  
 Local:  
 Tipologia(s): **Casa Térrea Gemizada**  
 Número de Unidades: **300 Projeto Não Modular**  
**300 Projeto Modular**

Prazo Máximo de Execução: **72** meses  
 Data base: **out.09** Itens otimizados em relação ao projeto não modular

Item	Descrição	Unid.	Quant.	RF Unid.	RF Total	Observações
<b>1 Infraestrutura e Fundações</b>						
1.1	Infraestrutura	RS/m² A.C.	12.267,00	20,00	245.340,00	
1.2	Terraplenagem	RS/m² A.C.	12.267,00	5,00	61.335,00	
1.3	Fundações	RS/m² A.C.	12.267,00	50,00	613.350,00	
					<b>R\$ 920.025,00</b>	<b>10,15%</b>
<b>2 Superestrutura</b>						
					<b>R\$ 3.472.673,43</b>	<b>37,63%</b>
2.1	<b>Paredes</b>					
	Fôrmas de Alumínio para Paredes	m²	793,46	<b>950,00</b>	749.096,00	Investimento total - não considerado na soma
	Número Médio de Usos neste Empreendimento	x	75,00			
	Amortização (em relação a um potencial de 1.000 usos)	%	7,50%			
	<b>Amortização Adotada</b>	%	<b>20%</b>		<b>549.811,20</b>	
2.1.1	Tela Soléira	kg	99.136,00	5,00	295.680,00	19 kg/m²
2.1.2	Tela Coluna	kg	29.568,00	4,00	118.272,00	10 kg/m²
2.1.3	Aço	kg	950,50	6,00	3.902,00	0,02 kg/m² de paredes + 10% perdas
2.1.4	Arame recozido	und	177.408,00	0,10	17.740,80	6 und/m² de parede
2.1.5	Desmoldante vegetal	l	1.320,00	8,00	10.407,34	0,02 lit/m² de fôrmas + 10% perdas
2.1.6	Concreto fck14000=3 Mpa, autodesnivél	m³	3.015,94	290,00	874.621,44	Perda 2%
2.1.8	Taxa de bombeamento	m³	3.015,94	30,00	90.478,08	Perda 2%
2.2	<b>Lajes</b>					
	Fôrmas de Alumínio para Lajes	m²	163,56	<b>950,00</b>	155.382,00	Investimento total - não considerado na soma
	Número Médio de Usos neste Empreendimento	x	75,00			
	Amortização (em relação a um potencial de 1.000 usos)	%	7,50%			
	<b>Amortização Adotada</b>	%	<b>20%</b>		<b>31.676,40</b>	
2.2.1	Climbamento	m²	163,56			incluído no custo das fôrmas de alumínio
2.2.2	Reposicionamento (considerado 4 lajes reescondas por jogo)	m²	2.876,96	5,00	13.884,80	
2.2.3	Tela solidada	kg	45.481,10	5,00	202.405,50	33 kg/m²
2.2.4	Aço	kg	2.453,40	4,00	9.813,60	2 kg/m²
2.2.5	Arame recozido	kg	134,94	6,00	809,62	0,01 kg/m² de laje + 10% perdas
2.2.6	Espaçador para armadura	und	49.098,00	0,10	4.909,80	4 und/m² de laje
2.2.7	Desmoldante vegetal	l	345,34	8,00	1.962,72	0,02 lit/m² de laje + 10% perdas
2.2.8	Concreto fck14000=3 Mpa, superfúido	m³	1.251,23	290,00	362.857,06	Perda 2% (mesmo concreto das paredes)
2.2.9	Taxa de bombeamento	m³	1.251,23	30,00	37.537,02	Perda 2%
2.3	<b>Mão de Obra</b>					
2.3.1	Paredes e Lajes	m²	41.904,62	<b>26,87</b>	<b>1.107.304,07</b>	vide planilha "Produtividade Por Conv"
					<b>R\$ 1.275.801,54</b>	<b>17,26%</b>
<b>3 Revestimentos</b>						
					<b>R\$ 1.104.020,00</b>	<b>12,17%</b>
3.1	<b>Interiores</b>					
3.1.1	Paredes Áreas Secas					
3.1.1.1	Massa corrida (ou gesso) e pintura	m²	40.975,20	12,00	491.702,40	considerado 90% de paredes "secas"
3.1.2	Paredes Áreas Úmidas					
3.1.2.1	Azulejos	m²	4.552,80	<b>26,80</b>	<b>131.120,64</b>	considerado 10% de paredes áreas úmidas
3.1.3	Pisos					
3.1.3.1	Pisos Áreas Secas - cerâmica	m²	9.615,80	<b>46,50</b>	<b>397.450,85</b>	considerado 80% de pisos áreas úmidas
3.1.3.2	Pisos Áreas Úmidas - cerâmica	m²	2.453,40	<b>46,50</b>	<b>99.362,70</b>	considerado 20% de pisos áreas úmidas
3.1.4	Telaz					
3.1.4.1	Massa corrida (ou gesso) e pintura	m²	12.267,00	15,00	184.005,00	
3.2	<b>Externos</b>					
3.2.1	Preparação	m²	13.808,00	5,00	69.040,00	lançamento de furos e estucamento onde necessário
3.2.2	Seladora e Textura	m²	13.808,00	15,00	204.120,00	
<b>4 Instalações</b>						
					<b>R\$ 688.802,00</b>	<b>7,66%</b>
4.1	<b>Instalações Elétricas</b>					
4.1.2	Serviços de Posicionamento dos eletrodutos (30%)	m² A.C.	12.267,00	16,50	202.405,50	
4.1.3	Emprego/ODU/Caixas/Ligações/Acabamentos (70%)	m² A.C.	12.267,00	38,50	472.279,50	
4.2	<b>Instalações Hidráulicas</b>					
4.2.1	Serviços de Posicionamento da tubulação (50%)	m² A.C.	12.267,00	17,50	214.672,50	
4.2.2	Ligações/Acabamentos (50%)	m² A.C.	12.267,00	17,50	214.672,50	
4.3	<b>Outras Instalações</b>					
4.3.1	Automação, interface, pára-raio	m² A.C.	12.267,00	-	-	
<b>5 Esquadrias e Vitrões</b>						
					<b>R\$ 719.495,00</b>	<b>7,85%</b>
5.1	Esquadrias e Vitrões	m² A.C.	12.267,00	58,00	699.952,00	
<b>6 Coberturas</b>						
					<b>R\$ 147.204,00</b>	<b>1,62%</b>
6.1	Estrutura metálica	m² A.C.	12.267,00	42,00	515.214,00	
6.2	Telha de concreto	m² A.C.	12.267,00	16,00	196.272,00	
<b>7 Impermeabilizações</b>						
					<b>R\$ 810.000,00</b>	<b>8,82%</b>
7.1	Terraço, fundações, áreas úmidas, reservatórios	m² A.C.	12.267,00	12,00	147.204,00	
<b>8 Equipamentos</b>						
					<b>R\$ 1.000,00</b>	<b>0,01%</b>
8.1	Revestimento Externo - Fachadeiro	m²/mês		10,00	-	não utilizado
8.1.1	Andaime fachadeiro					
8.2	Elevação - Guincho	und				
8.2.1	Guincho - Montagem e desmontagem			1.500,00	-	não utilizado
8.2.2	Guincho - Locação	mês		3.000,00	-	não utilizado
<b>9 Indiretos</b>						
					<b>R\$ 50.000,00</b>	<b>0,54%</b>
9.1	Equipe Indireta					
9.1.1	Engenharia	mês	10,00	12.000,00	120.000,00	com encargos
9.1.2	Profissionais Administrativos	mês	10,00	9.000,00	90.000,00	com encargos
9.1.3	Mestres e Encarregados	mês	10,00	12.000,00	120.000,00	com encargos
9.1.4	Técnicos	mês	10,00	8.000,00	80.000,00	com encargos
9.1.5	Técnicos de Segurança	mês	10,00	3.000,00	30.000,00	com encargos
9.2	Segurança					
9.2.1	Segurança e proteções	vb	10,00	2.000,00	20.000,00	
9.3	Outros					
9.3.1	Outros itens D.I.	vb	10,00	5.000,00	50.000,00	
<b>Total Geral R\$</b>					<b>9.068.171,07</b>	
					<b>R\$/m² A.C.</b>	<b>736,23</b>

### Projeto Paredes de Concreto

#### Orçamento Comparativo entre um Projeto Modularizado e outro Não Modularizado

##### Resumo Comparativo

Empresa:	<b>ABCP</b>	
Obra:	<b>Simulação</b>	
Local:	-	
Tipologia(s):	<b>Casa Térrea Geminada</b>	
Número de Unidades:	<b>300</b>	<b>Projeto Não Modularizado</b>
	<b>300</b>	<b>Projeto Modularizado</b>
Prazo Máximo de Execução:	<b>12</b>	<b>meses</b>
Data base:	<b>out.09</b>	

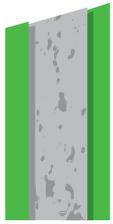
Item	Descrição	Projeto Não Modularizado	%	Projeto Modularizado	%
1	Infraestrutura e Fundações	914.566,50	9,8%	920.025,00	10,1%
2	Superestrutura	3.641.611,32	39,0%	3.412.673,43	37,6%
3	Revestimentos	1.635.325,20	17,5%	1.575.801,54	17,4%
4	Instalações	1.097.479,80	11,8%	1.104.030,00	12,2%
5	Esquadrias e Vidros	682.876,32	7,3%	686.952,00	7,6%
6	Coberturas	707.264,76	7,6%	711.486,00	7,8%
7	Impermeabilizações	146.330,64	1,6%	147.204,00	1,6%
8	Equipamentos	-		-	
9	Indiretos	510.000,00	5,5%	510.000,00	5,6%
<b>Totais</b>		<b>R\$ 9.335.454,54</b>	<b>100%</b>	<b>R\$ 9.068.171,97</b>	<b>100%</b>
(267.282,57)					
		<b>R\$ / m² A.C. 765,56</b>		<b>R\$ / m² A.C. 739,23</b>	
<b>-2,95%</b>					

### 3.1 conclusão

Mais do que um instrumento que facilita a coordenação entre o projeto e a sua execução, a modularização elimina adaptações locais, minimiza perdas de materiais, aumenta a produtividade e, em consequência disto, traz ganhos financeiros tangíveis.

O sistema de paredes de concreto moldadas no local, para atingir o máximo do seu desempenho, deve adotar a coordenação modular em todas as suas fases.





PAREDE DE  
**CONCRETO**

velocidade com qualidade

rastreabilidade



Comunidade  
da Construção  
Sistemas à base de cimento

## **RASTREABILIDADE**

A rastreabilidade do processo construtivo, em especial a etapa de concretagem, é um conceito que permeia os programas da Comunidade da Construção. Conhecer em detalhes cada etapa da execução de uma obra, monitorando a entrada e o uso de materiais, equipamentos e mão de obra, é a forma mais confiável de estabelecer um controle rigoroso sobre o resultado final da construção.

Estas premissas de desempenho estão contempladas nesta Coletânea de Ativos e no sistema PAREDE DE CONCRETO por meio de uma ação específica e de uma ferramenta desenvolvida com esta finalidade, oferecida no formato de planilha Excel®.



### **RASTREABILIDADE**

**- Rastreabilidade do Sistema Parede de Concreto (Roteiro)..... 159**

## APRESENTAÇÃO

O principal objetivo desta ação é criar um banco de dados, organizado por tipologia, de empreendimentos residenciais que utilizam o sistema PAREDE DE CONCRETO. Para isso, foi criada uma planilha (anexa) que registra as informações de obras e construtoras. A ferramenta foi aplicada em empresas que participam da Comunidade da Construção e pode ser adotada por todas as empresas interessadas.

Escopo da ação:

- Desenvolver modelagem para captação de informações referentes a obras e ao sistema PAREDE DE CONCRETO.
- Gerar relatórios gerenciais que demonstrem, por tipologia, tendências e performance do sistema.

A ação foi estruturada em 4 etapas ou momentos:

### 1\_ MC - Momento de Caracterização

Constitui a captura de informações da construtora e da obra. Utilizam-se nesta etapa dois formulários com as seguintes questões:

- **Construtora:** dados cadastrais, região de atuação, sistemas construtivos adotados, modelo de atuação em relação à mão de obra e outras informações.
- **Obra:** informações básicas e contato, tipologia e dados do empreendimento (área construída, número de unidades, de pavimentos etc.), além de profissionais influenciadores na tomada de decisões (incorporador, arquiteto, projetista estrutural). Registra também dados quantitativos, qualitativos e econômicos de materiais e serviços (concreto, aço, fôrma, caixilho, telhado, cobertura, revestimentos, instalações e projetos).

### 2\_ MD - Momento de Coleta de Dados

Coleta e registra informações técnicas e econômicas sobre os mesmos materiais e serviços, porém na etapa de entrega, indicando condições como atendimento e pontualidade de fornecedores, características dos materiais entregues, anomalias e produtividade de execução do sistema.

### 3\_ MA - Momento de Análise

Visa acompanhar indicadores chaves de performance das obras e eventuais problemas da operação. Também estabelece correlações entre definições de produto e processo. É a etapa em que são emitidos relatórios gerenciais e de recomendações, necessários para a implementação de melhorias.

### 4\_ MF - Momento Final

*Feedback* para a construtora e o fornecedor.

Como metodologia, a ação estrutura-se da seguinte forma:

- **Captura de informações:** por meio de formulários, cada construtora tem uma pessoa responsável pelo preenchimento das fichas, que são encaminhadas para a empresa responsável pela tabulação.
- **Organização da informação:** os dados são armazenados em sistema *Web*, desenvolvido para o grupo PAREDE DE CONCRETO. Cada empresa tem visibilidade das suas informações e a coordenação da Comunidade da Construção, de todas.

## RASTREABILIDADE DO SISTEMA PAREDE DE CONCRETO (ROTEIRO)

### 1\_CARACTERIZAÇÃO

<b>Tipo:</b>	<input type="checkbox"/> Construtora	<input type="checkbox"/> Outros
	<input type="checkbox"/> Incorporadora	
<b>Informações cadastrais</b>		
<b>Conta Primária:</b>		
<b>Razão Social:</b>		
<b>Endereço:</b>		
<b>Telefones:</b>		
<b>Site:</b>		
<b>Anotações</b>		
<b>Classificação</b>		
<b>Regiões de autação:</b>	Sudeste <input type="checkbox"/> ES <input type="checkbox"/> MG <input type="checkbox"/> RJ <input checked="" type="checkbox"/> SP	
	Sul <input type="checkbox"/> PR <input type="checkbox"/> RS <input type="checkbox"/> SC	
	Centro-oeste <input type="checkbox"/> MT <input type="checkbox"/> MS <input type="checkbox"/> DF <input type="checkbox"/> GO	
	Nordeste <input type="checkbox"/> AL <input type="checkbox"/> BA <input type="checkbox"/> CE <input type="checkbox"/> MA <input type="checkbox"/> PB <input type="checkbox"/> PE <input type="checkbox"/> PI	<input type="checkbox"/> RN <input type="checkbox"/> SE
	Norte <input type="checkbox"/> AC <input type="checkbox"/> AM <input type="checkbox"/> AP <input type="checkbox"/> PA <input type="checkbox"/> RO <input type="checkbox"/> RR <input type="checkbox"/> TO	
<b>Mix de sistemas:</b>	Alvenaria Estrutural: _____ %	m <sup>2</sup> _____ N <sup>o</sup> unid.
	Concreto Convencional: _____ %	m <sup>2</sup> _____ N <sup>o</sup> unid.
	Pré-moldado: _____ %	m <sup>2</sup> _____ N <sup>o</sup> unid.
	Parede de concreto: _____ %	m <sup>2</sup> _____ N <sup>o</sup> unid.
<b>Modelo de operação:</b>	<input type="checkbox"/> Mão de obra própria	
	<input type="checkbox"/> Subempreitada	
	<input type="checkbox"/> Sócio-construtora	
<b>Sustentabilidade:</b>	É pre-requisito? <input type="checkbox"/> SIM	
<b>Tipologia:</b>	Casa térrea isolada <input type="checkbox"/> %	
	Casa térrea germinada <input type="checkbox"/> %	
	Sobrado isolado <input type="checkbox"/> %	
	Sobrado geminado <input type="checkbox"/> %	
	Edifícios <input type="checkbox"/> %	
<b>Contato:</b>	Nome: _____	
	Cargo: _____	
	Departamento: _____	

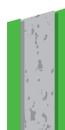
Construtora

rastreabilidade\_do\_sistema\_parede\_de\_concreto (roteiro)

Informações Básicas	
Nome:	
Conta Primária:	
Contato Principal:	
Informações Contato	
Endereço:	
Telefones:	
Site:	
Tipologia	
Tipo de obra:	
Padrão:	
Faixa de venda:	
<b>Unidade</b>	<b>Torre</b>
Total unidades:	unid n° torre:
m <sup>2</sup> unidade:	Aparto/andar:
m <sup>2</sup> total:	n° andar
m <sup>2</sup> útil:	térro habitado
n° banh./unid.	n° subsolos
n° dorm./unid.	
Índice de compactidade	
Influenciadores	
Incorporadora:	
Arquiteto:	
Projetista estrutural:	
Anotações	

Geral	
Fornecedores:	SAGEDEX
Altura de laje	<input type="text"/> cm
Espessura parede padrão	<input type="text"/> cm
Espessura média parede	<input type="text"/> cm
Outras	<input type="text"/> cm
Outras	<input type="text"/> cm
Volume total:	<input type="text"/> m <sup>3</sup>
Resistência a compressão:	Mpa - todos andares
Tipo:	
Linha fibra	
Tipo de controle realizado:	<input type="checkbox"/> Slump <input type="checkbox"/> Densidade <input type="checkbox"/> Resist. Compressão <input type="checkbox"/> Módulo elasticidade <input type="checkbox"/> Resist. Tração <input type="checkbox"/> Flow test
Quem analisa os resultados de controle:	<input type="checkbox"/> Projetista estrutura <input type="checkbox"/> Engenheiro Obra <input type="checkbox"/> Coordenador obra <input type="checkbox"/> Diretor
Fonido e laje em conjunto:	Resp.: Sim ou Não
Aço / Telo	
Fornecedores:	
Valores médios:	
Taxa de vergalhão	<input type="text"/> kg/m <sup>3</sup>
Taxa de tela	<input type="text"/> kg/m <sup>3</sup>
Dois últimos andares	<input type="text"/> kg/m <sup>3</sup>
Outros últimos andares	<input type="text"/> kg/m <sup>3</sup>
Andares do meio	<input type="text"/> kg/m <sup>3</sup>
Andares do meio	<input type="text"/> kg/m <sup>3</sup>
Forma	
Fornecedores:	
Tipo:	
N° de conjuntos:	<input type="text"/>
N° unidades por conjunto:	<input type="text"/>
Reutilização média	<input type="text"/>
Manuseio	<input type="text"/>
Caxilho	
Fornecedores:	
Tipo:	
Concreto junto	<input type="text"/>
Telhado	
Fornecedores:	
Estrutura:	
Cobertura	
Fornecedores:	
Tela:	
Malha (subcoberta):	
Revestimento interno	
Fornecedores:	
Tipo:	
Revestimento externo	
Fornecedores:	
Tipo:	
Instalações elétricas	
Fornecedores:	
Tipo:	
Forma de passagem:	
É feito algum tipo de pré-teste:	Resp.: Sim ou Não
Instalações hidráulicas	
Fornecedores:	
Água fria:	
Água quente:	
Forma de passagem:	
É feito algum tipo de pré-teste:	
Projetos	
São compatibilizados:	

Obra



## 13\_rastreabilidade

<b>Serviço</b>	
<b>Concreto</b>	
<b>Valores médios</b>	
Volume consumido	_____ m <sup>3</sup>
Volume projeto	_____ m <sup>3</sup>
% Volume consumido / projeto	_____ m <sup>3</sup>
Slump	_____ mm
Densidade	_____ kg/m <sup>3</sup>
Resist. Compressão	_____ MPa
Módulo elasticidade	_____ GPa
<b>Cura</b>	
Vocês fazem a cura:	
Como é feita:	
<b>Atendimento</b>	
Pontualidade	
Qualidade dos equipamentos	
Participação do agente ao processo	
<b>Aço</b>	
<b>Atendimento</b>	
Pontualidade	
Velocidade de atendimento fornecedor	
Participação do agente ao processo	
<b>Forma</b>	
<b>Valores médios</b>	
Desgaste	
<b>Atendimento</b>	
Pontualidade	
Velocidade de atendimento fornecedor	
Participação do agente ao processo	

<b>Produtividade</b>			
<b>Ciclo de Produtividade - Parede de concreto</b>			
Nº dias:	_____		
Nº pessoas:	_____		
Nº unidades:	_____		
<b>Prazo de execução - Unidade</b>			
Nº dias:	_____		
<b>Anomalias</b>			
<b>Concreto</b>			
<input type="checkbox"/> Fissuras	<input type="checkbox"/> Pulverolento	<input type="checkbox"/> Falta de planicidade	<input type="checkbox"/> Aço fotografado
<input type="checkbox"/> Manchas	<input type="checkbox"/> Bicheira	<input type="checkbox"/> Instalações desposicionadas	
<b>Forma</b>			
Deformação após concretagem			
Concreto aderido			
<b>Revestimentos</b>			
<input type="checkbox"/> Baixa Aderência	<input type="checkbox"/> Manchas		

Coleta Dados

## COLETÂNEA DE ATIVOS

\_projeto / normalização

\_fôrmas

\_concreto

\_telas / acessórios

\_segurança do trabalho

\_modulação

\_rastreadibilidade

### patrocinadores



## AGRADECIMENTOS

Esta segunda edição da Coletânea de Ativos do sistema PAREDE DE CONCRETO comprova que vivemos em uma época de grandes e rápidas transformações, um período em que o conhecimento se refaz a toda hora e precisamos estar atentos e dispostos a somar forças.

Sob esta premissa imposta pela realidade, temos um grupo de pessoas e organizações que se mantém unido e ativo pela melhoria e aumento de desempenho de um sistema construtivo de enorme sucesso técnico e econômico.

Nosso grupo é formado pelos parceiros: ABCP, ABESC, ABRASFE, Abyara, Bairro Novo, Gafisa, Homex, IBTS, Inpar, Lenc Laboratórios, Lucio Engenharia, MaxCasa, MRV Engenharia, Orca, OSMB, Pasqua & Graziano, Porto Ferraz Construtora, Rodobens, Rossi, Sinco Engenharia, Tecnisa, Tenda, Trisul, Wendler Projetos Estruturais e WTorre Residencial.

Outra parte é composta pelos líderes dos grupos de trabalho e consultores técnicos, grandes artífices desta Coletânea de Ativos: Arnaldo Augusto Wendler Filho (Projeto/ Normalização), Francisco Paulo Graziano (Projeto/ Normalização), José Roberto Braguim (Projeto/ Normalização), Arcindo Vaquero y Mayor (Concreto, Revestimentos), Carlos Alberto Chaves (Telas e Acessórios, Modulação), Elza Hisae Nakakura (Revestimentos), João Batista Rodrigues da Silva (Telas e Acessórios), José Carlos de Arruda Sampaio (Segurança do Trabalho), Marcos Hesketh (Fôrmas), Ary Fonseca Jr. (Rastreabilidade) e Paula Marcilli Petroni (Segurança do Trabalho).

Por fim, o agradecimento estende-se aos demais profissionais que de outra forma também ajudaram a superar esta etapa: Ana Maria Starka e Michelli Garrido Silvestre (ABCP), Cristina Della Penna (CriActive), Flavio Xavier e equipe da Azul Publicidade (projeto gráfico e diagramação) e Eder Santin, da Cidadela Comunicação (redação).

Obrigado a todos.

### patrocinadores

