

REPORTAGEM

Sistemas construtivos

» Fôrmas tipo banche

Por Fernando Benigno da Silva

Descrição do sistema

O sistema construtivo Sergus com fôrmas tipo banche é destinado à construção de edifícios multipiso. Consiste na moldagem de paredes de concreto armado com uso de fôrmas metálicas, denominadas "banche", e fôrmas de madeira, os tablados, para produção das lajes.



O sistema faz uso de "shafts" para as prumadas hidráulicas e elétricas, montagem de eletrodutos e caixas de ligação antes da concretagem das paredes e lajes, instalação prévia de marcos de portas e contramarcos de caixilhos ou, eventualmente, de gabaritos para definição de vãos de portas e janelas. Para introdução de ramais de água e esgoto de pequenos diâmetros são previstos canais definidos por "negativos" fixados nas fôrmas das paredes.

Etapas de produção

Para fôrmas metálicas e de madeira

- Instalação de plataformas de trabalho
- Montagem das fôrmas de paredes e de lajes
- Concretagem
- Desenforma

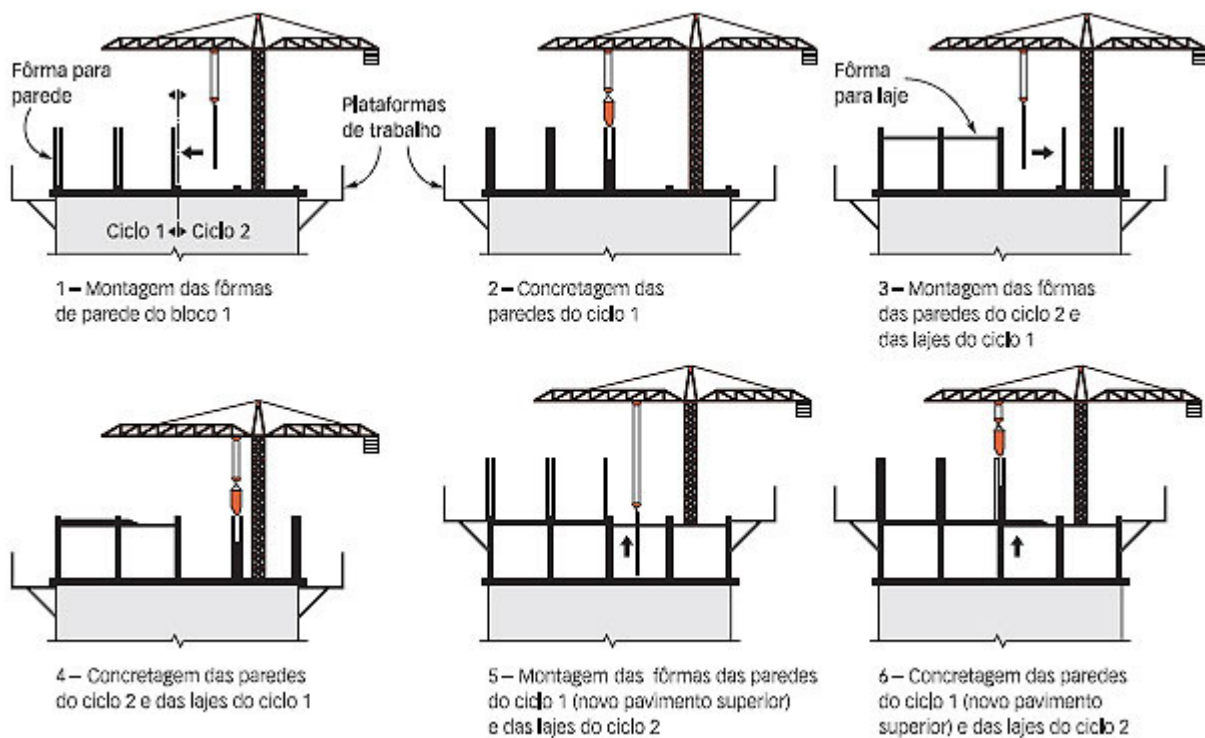
Fôrmas metálicas

- marcação da linha de nível nos arranques de concreto;
- posicionamento das armaduras das paredes e colocação dos espaçadores;
- montagem das fôrmas (1ª face);
- execução da distribuição elétrica e montagem dos gabaritos de portas e janelas;
- montagem das fôrmas (2ª face);
- nivelamento, alinhamento, prumo e fixação das fôrmas metálicas;
- conferência final das fôrmas metálicas;
- concretagem das paredes (ciclo 1).

Fôrmas de madeira

- instalação das guias (perfis metálicos) nas paredes de concreto;
- instalação das transversinas;

- colocação dos painéis estruturados de madeira;
- posicionamento das caixas de ligação elétrica e das instalações hidráulicas;
- posicionamento das armaduras, colocação de eletrodutos e mestras;
- concretagem das lajes (ciclo 2).



Prazo de execução

- Apartamento com dois ou três dormitórios (45 m² a 70 m² de área privativa): duas unidades por dia com um jogo de fôrma
- Edifício de 13 andares-tipo, com 52 apartamentos: estrutura concluída em 27 dias úteis

Principais equipamentos necessários para a produção em obra

- Bombas de hidrojateamento para limpeza das fôrmas
- Caçambas para concreto
- Escovas rotativas
- Fôrmas de madeira compensada para lajes
- Fôrmas metálicas para paredes
- Guas
- Níveis topográficos
- Prensa para ruptura de corpos-de prova-de concreto com idade de 12 horas
- Vibradores de superfície e de imersão

Segurança

O içamento das fôrmas e do concreto é feito por meio de guas. Em qualquer situação, a carga máxima suportada pelo equipamento tem de ser respeitada, além de serem tomadas todas as cautelas necessárias para que não haja quedas de materiais.

Abaixo a relação dos equipamentos de proteção coletiva necessários à execução do serviço:

- Cancelas para bloqueio de circulação

- Tela de proteção para fachadas
- Telas de proteção do andar

Também devem ser instaladas passarelas de trabalho durante o processo de produção com as fôrmas metálicas e também como elemento de segurança dos trabalhadores.

As passarelas de trabalho permitem o apoio das fôrmas de fachada e as operações de montagem e desmontagem das fôrmas, além da circulação e proteção dos trabalhadores. São movimentadas com o auxílio de grua, fixadas e apoiadas na estrutura de concreto armado recém-executada.

Abaixo a relação dos EPI's necessários à execução do serviço:

- Bota de segurança com bico de aço
- Capacete de segurança
- Cinto de segurança com trava-quedas (preso em cabo de aço ou corda de segurança auxiliar)
- Luva de proteção (vinílica, de raspa)

INDICAÇÕES DE LOCAIS DE CONSTRUÇÃO E UNIDADES CONSTRUÍDAS

| Nº de obras | Tipo de obra | Nº de pavimentos tipo | Área construída (m ²) | Agentes financeiros | Incorporador/contratante | Construtora | Locais de construção |
|--------------|-----------------|-----------------------|-----------------------------------|--|--------------------------|-------------|------------------------------|
| 21 edifícios | Residencial | 13 a 15 | 83.810 | Banespa, Itaú, Nossa Caixa, Bradesco, Caixa, Santander | Sergus, Serap | Sergus | São Paulo e Grande São Paulo |
| 59 edifícios | Residencial PAR | 5 | 59.840 | Caixa | Caixa/Sergus | Sergus | São Paulo |
| 39 edifícios | Mutirão | 5 | 39.555 | CDHU | CDHU | Sergus | São Paulo e Grande São Paulo |

Base: outubro/2008

Caracterização do sistema

■ Armaduras

Para as armaduras das paredes e lajes são utilizadas telas de aço soldadas CA 60, barras e treliças de aço (reforços localizados) CA 50 ou CA 60, conforme projeto estrutural elaborado para cada caso específico. Para as paredes a taxa de armadura vertical mínima adotada é de 0,1% (armadura em telas de aço soldadas), a taxa da armadura horizontal é de 2/3 da vertical.

O cobrimento de concreto das armaduras deve estar de acordo com a NBR 6118/2007.

■

Espessura das paredes - Para pavimentos-tipo a espessura mínima das paredes é de 12 cm e das lajes de 8 cm.

■ Resistência característica do concreto - A resistência característica à compressão do concreto, aos 28 dias, é de 25 MPa.

■ Módulo de deformação - O módulo de deformação, aos 28 dias, é de 28 GPa considerando -se os edifícios padronizados construídos pela Sergus.

■ Abatimento de concreto - O abatimento especificado para o concreto é de 16 cm ± 3 cm.

■ Revestimento - Placas cerâmicas nas paredes internas de áreas molháveis aplicadas com argamassa colante sobre o concreto. Nas paredes e tetos de áreas secas, camada de gesso

com espessura média de 5 mm (pasta aplicada sobre chapisco rolado especial aditivado com resina PVA).

Revestimento de piso em placas cerâmicas nas áreas molháveis e laje preparada para colocação de carpete de tecido nas áreas secas.

Nas fachadas pode ser utilizada argamassa industrializada aplicada sobre chapisco colante.

Fôrmas de madeira para lajes



Fôrmas de madeira com travamento metálico

Fôrmas metálicas para paredes estruturais



Sistema tipo túnel com fôrmas metálicas

Desempenho estrutural

Conforme a Referência Técnica IPT nº 25A, a análise do projeto estrutural do sistema construtivo foi feita para um edifício de 14 pavimentos (prédio padrão de dois dormitórios PP2DR, atual PP2D48) e para um edifício de cinco pavimentos (prédio V052 - Sergus), ambos com quatro apartamentos por pavimento-tipo. Foi realizada prova de carga em laje do primeiro pavimento-tipo de um edifício modelo PP2DR. O desempenho estrutural deve ser verificado para cada projeto específico, levando-se em conta o estado limite último e o estado limite de utilização.

Estanqueidade à água

De acordo com a Referência Técnica IPT nº 25A a estanqueidade à água das paredes internas é considerada satisfatória, em função de suas características construtivas.

Os pisos das áreas molháveis têm a estanqueidade à água garantida pelo revestimento de placas cerâmicas e pelo sistema de impermeabilização da laje.

As paredes de fachada apresentam estanqueidade à água satisfatória, devido à constituição da parede (concreto armado) e do revestimento empregado.

Atenção especial deve ser dada durante a execução dos encontros com caixilhos.

Desempenho térmico

Segundo a RT/IPT nº 25A, o desempenho térmico do sistema é enquadrado no nível B, conforme classificação apresentada na tabela acima.

De acordo com a NBR 15575:2008 o desempenho térmico atende ao critério mínimo exigido.

Os níveis de conforto sofrem modificação conforme a cor das fachadas e, dessa forma, é recomendada a adoção de cores médias, a fim de melhorar as condições de conforto térmico tanto no verão quanto no inverno. As janelas dos dormitórios, preferencialmente, não devem ser orientadas para o Sudoeste e o Sudeste.

CONFORTO TÉRMICO

| Nível de conforto | Condição | Critério |
|-------------------|----------|--|
| A | Verão | Condições de conforto atendidas durante todo o dia |
| B | | Não ocorre o nível A e $T_{int} \leq T_{ext}$ |
| C | | Não ocorre o nível A e $T_{int} > T_{ext}$ |
| A | Inverno | Condições de conforto atendidas durante todo o dia |
| B | | Não ocorre o nível A e $T_{int} \geq T_{ref}$ |
| C | | Não ocorre o nível A e $T_{int} < T_{ref}$ |

T_{int} = valor máximo de temperatura do ar interior

T_{ext} = valor máximo de temperatura do ar exterior

T_{ref} = temperatura mínima de referencia (12°C)

Desempenho acústico

O desempenho acústico do sistema atende ao critério mínimo definido na NBR 15575, considerando-se o isolamento a sons aéreos proporcionado pelas paredes internas, externas e paredes entre unidades autônomas. O isolamento a sons aéreos entre salas superpostas, proporcionado pela laje, pode ser melhorado revestindo-se os pisos com materiais apropriados.

O desempenho acústico deve ser considerado sempre para o conjunto, ou seja, o desempenho acústico das paredes e lajes deve ser compatível com os demais componentes, como janelas e portas.

O desempenho acústico também inclui instalações corretas de máquinas e equipamentos hidráulicos, de modo que não transmitam vibrações para a estrutura do edifício.

Durabilidade

A durabilidade do sistema está relacionada com a proteção das armaduras. Recomenda-se seguir as informações contidas na normalização brasileira, em particular a NBR 6118:2007.

A tabela a seguir apresenta a classe de agressividade ambiental e cobertura nominal para armaduras.

Segurança ao fogo

A segurança ao fogo deve considerar a resistência dos elementos construtivos, os riscos das instalações elétricas, as condições de proteção e as condições de evacuação dos edifícios.

A resistência ao fogo das paredes estruturais deve atender às condições definidas na NBR 14432/2001; a resistência ao fogo das paredes estruturais do sistema Sergus é de 120 minutos, sob ação de cargas de serviço.

A resistência ao fogo das lajes e dos selos corta-fogo de prumadas de passagem de cabos elétricos deve ser de 90 minutos, para altura do edifício não superior a 45 m.

Os quadros de distribuição elétrica não devem promover risco de incêndio e são constituídos por chapas de aço.

Os sistemas de proteção contra incêndio devem atender às normas técnicas brasileiras vigentes e as saídas de emergência devem ser dimensionadas para cada projeto específico, conforme a NBR 9077/2001.

As disposições e regulamentações legais específicas referentes à segurança contra incêndio, para cada localidade de implantação do edifício, devem ser atendidas.

Controle da qualidade

Conforme a construção e a agressividade do meio e com as informações dos projetos, dos materiais e produtos utilizados e da execução da obra deve ser elaborado um manual de utilização, inspeção e manutenção. Esse manual deve especificar os requisitos básicos para a utilização e manutenção preventiva, necessárias para garantir a vida útil de projeto prevista para a estrutura.

Recomenda-se atenção ao controle da montagem das fôrmas metálicas e da execução da estrutura de concreto armado (posicionamento das armaduras, emprego de espaçadores, lançamento, adensamento e cura do concreto). A resistência à compressão especificada para o concreto na desenforma, após 12 horas aproximadamente, é um fator essencial de controle; o valor mínimo especificado pela Sergus é de 1,63 MPa para o concreto das paredes (na desenforma) e de 3,26 MPa para concreto das lajes.

Fontes: Referência Técnica 25A e ABNT NBR 6118:2007 - Projeto de estruturas de concreto - Procedimento

Avaliações técnicas

O sistema construtivo é detentor da Referência Técnica IPT 25A emitida pelo IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas), em processo de revalidação.

A empresa Sergus é certificada pela Fundação Vanzolini, conforme a NBR-ISO 9001/2000, conforme o PBQP-H - SIQ-Construtoras - nível A, e conforme o QualiHab - nível A.

Fonte: www.sergus.com.br, nov/2008.

Manutenção

A Sergus fornece para cada empreendimento o manual de uso e manutenção dos edifícios para áreas privativas e áreas comuns, de forma a orientar os usuários nas manutenções periódicas. Ao longo da vida útil de projeto pode ser realizada manutenção na estrutura de concreto armado, principalmente quanto à proteção contra corrosão de armaduras.

Indicadores de preços e formas de comercialização

A empresa não comercializa o sistema construtivo, sendo o mesmo utilizado exclusivamente em obras próprias.

CORRESPONDÊNCIA ENTRE CLASSE DE AGRESSIVIDADE AMBIENTAL E COBRIMENTO NOMINAL PARA $\Delta C = 10 \text{ MM}$

| Classe de agressividade ambiental | Agressividade | Tipo de ambiente para projeto | Risco de deterioração da estrutura | Cobrimento nominal (mm)w | |
|-----------------------------------|---------------|-------------------------------|------------------------------------|--------------------------|---------|
| | | | | Lajes ⁽⁵⁾ | Paredes |
| I | Fraca | Rural | Insignificante | 20 | 25 |
| | | Submersa | | | |
| II | Moderada | Urbana ^{(2)•(3)} | Pequeno | 25 | 30 |
| III | Forte | Marinha ⁽³⁾ | Grande | 35 | 40 |
| | | Industrial ^{(2)•(3)} | | | |
| IV ⁽¹⁾ | Muito forte | Industrial ^{(2)•(4)} | Elevado | 45 | 50 |
| | | Respingos de maré | | | |

Notas: (1) Nas faces inferiores de lajes de reservatórios, estações de tratamento de água e esgoto, condutos de esgoto, canaletas de efluentes e outras obras em locais química e intensamente agressivos, a armadura deve ter cobrimento nominal $\geq 45 \text{ mm}$. (2) Para ambientes internos secos (salas, dormitórios, banheiros, cozinhas, áreas de serviço ou recintos de concreto revestidos com argamassa e pintura), pode-se considerar uma classe de agressividade mais branda (um nível acima). (3) Em regiões de clima seco, com umidade relativa do ar $\leq 65\%$ com partes da estrutura protegidas de chuvas em ambientes predominantemente secos ou locais onde as chuvas são escassas, admite-se adotar uma classe de agressividade mais branda (um nível acima). (4) Atmosferas quimicamente agressivas, tanques industriais, galvanoplastia, branqueamento em indústrias de celulose e papel, armazéns de fertilizantes, indústrias químicas. (5) Para a face superior das lajes que serão revestidas com argamassa de contrapiso, com revestimentos finais secos tipo carpete e madeira, com argamassa de revestimento e acabamento tais como pisos de elevado desempenho, pisos cerâmicos, pisos asfálticos e outros, deve ser respeitado o cobrimento nominal $\geq 15 \text{ mm}$.

Indicadores ambientais

Classificação do resíduo: conforme resolução Conama (Conselho Nacional do Meio Ambiente) 307 de 05 de julho de 2002, os resíduos de concreto podem ser considerados de classe A. Já as fôrmas de madeira e metálicas são da classe B.

Destinação do resíduo: os itens de classe A são destinados a aterros de resíduos da construção civil, enquanto que os de classe B devem ser reutilizados, reciclados ou encaminhados a áreas de armazenamento temporário para futuro uso ou reciclagem.

Serviço

Sergus Construções e Comércio Ltda.

Al. Juruá, 477, Alphaville, Barueri, SP - CEP 06455-904

Tel.: (11) 4688-7300 - Fax: (11) 4688-7341/4191-5596

www.sergus.com.br

e-mail: sergus@sergus.com.br