

# Módulo-habitacão abreviou prazos de construçãõ

*Nos Estados Unidos, a construçãõ modular baseada em unidades monolíticas de habitacão revelou desde o início imensas possibilidades técnicas e indiscutível tendência para antecipar prazos. A dificuldade maior do sistema residia nos custos, muito elevados nas experiências iniciais. Com a evolução da técnica, entretanto, também no terreno econômico a pré-fabricaçãõ de unidades monolíticas melhora seus resultados.*

**N**a construçãõ do Hotel Palácio del Rio, em San Antonio, No Texas, Estados Unidos, o fator tempo era de capital importância. Suas instalações contendo 500 apartamento, destinavam-se a atender ao enorme fluxo de visitantes esperados na cidade para sua feira internacional — Hemisfair — e precisavam ser executadas no prazo máximo de 9 meses. A soluçãõ lógica era o emprêgo da pré-fabricaçãõ.

Essa foi efetivamente a soluçãõ adotada — e em sua forma mais ampla. Os módulos de construçãõ utilizados constituíam-se de unidades residenciais inteiras, concebidas para serem montadas umas sôbre as outras, à semelhança dos jogos de armar. E mais, cada apartamento instalado na obra já vinha completamente acabado e mobilado, pronto para utilizaçãõ.

**Módulo-habitacão** — Empregada pela primeira vez no conhecido projeto-módulo "Habitat 67", da Feira Mundial do Canadá, a construçãõ modular baseada em unidades de habitacão monolíticas caracterizou-se por um custo extremamente alto.

Entretanto, o sistema despertou enorme interêsse, pelas possibilidades que apresentava. Além da maior rapidez de execuçãõ, permitia a entrega e instalaçãõ de materiais, bem como operações de acabamento, ao nível do solo, local onde êsses trabalhos são efetuados com maior facilidade e segurança. Assim sendo, diversas firmas empenharam-se em pesquisar meios de baratear o processo.

Para a H. B. Zachry Company, construtora e proprietária do Hotel Pa-

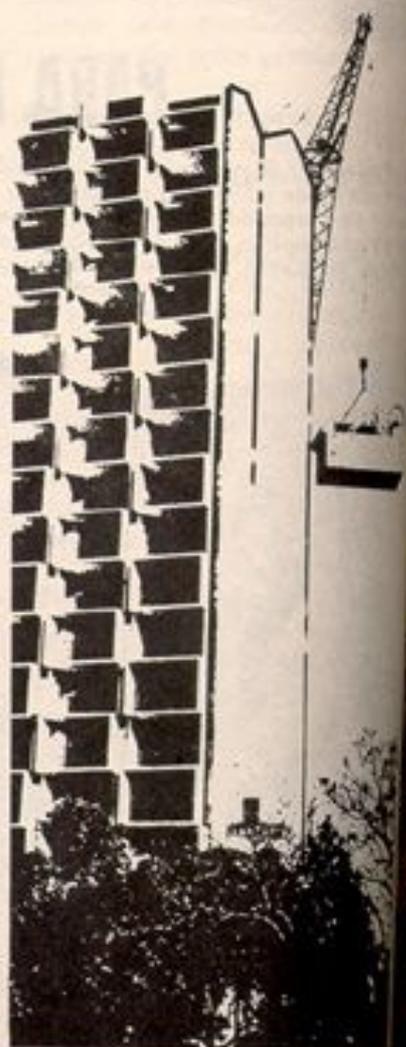
lácio del Rio, essa não foi a primeira experiência no setor. Inicialmente, o sistema foi por ela aplicado num projeto de habitações de baixo custo para estudantes e, a seguir, nas obras de um motel. Os aperfeiçoamentos e reduções de gastos assim conseguidos é que permitiram pensar-se numa obra de maior porte.

A estrutura de San Antonio eleva-se a 21 andares, contendo 4 pavimentos inferiores de concreto armado comum, 16 andares de apartamentos pré-fabricados e um pavimento de cobertura, executado em aço, alumínio e concreto. O local escolhido foi uma estreita faixa de terreno à margem do rio, o que condicionou a adoçãõ de uma só frente de trabalho.

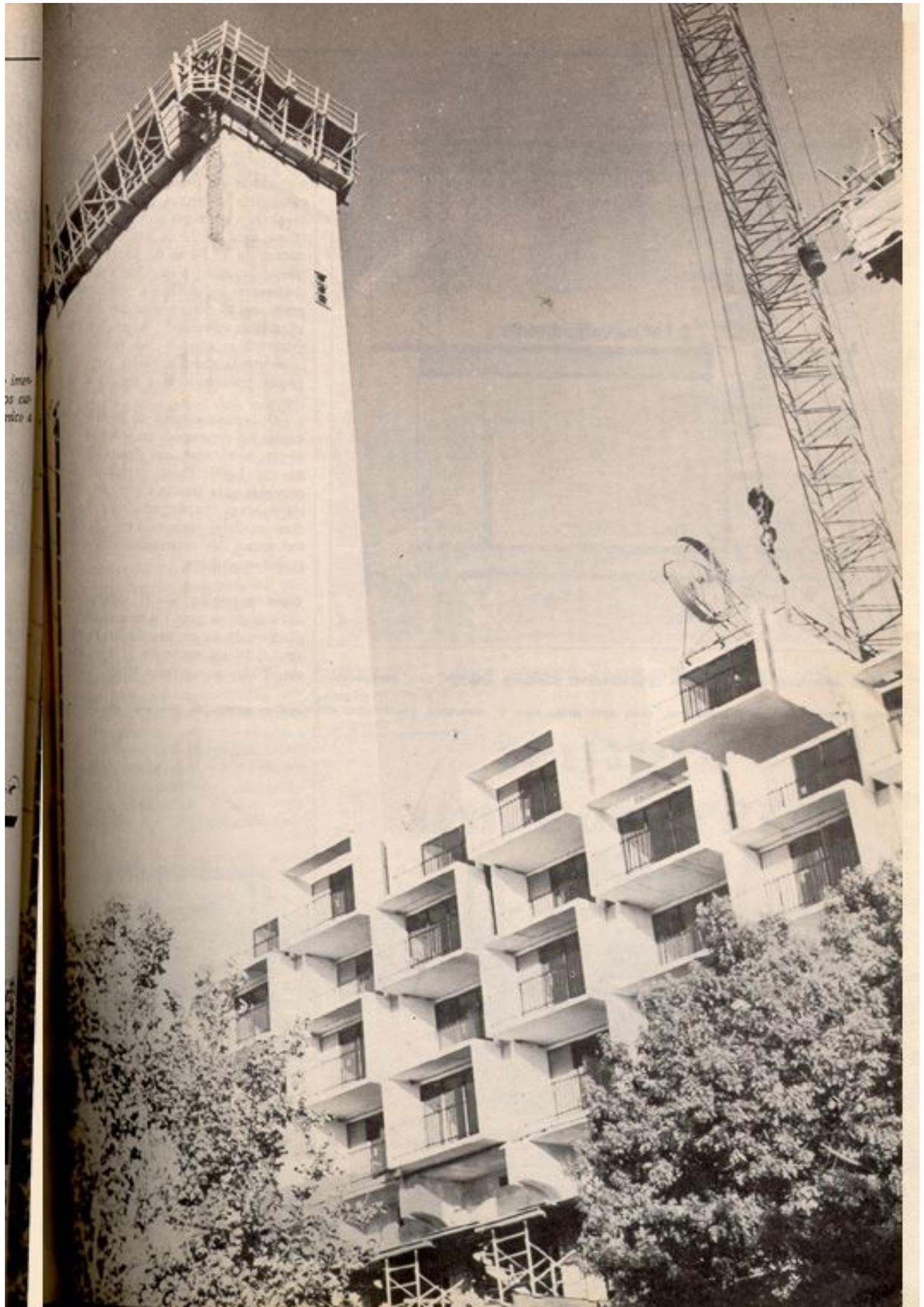
**Construçãõ local** — A natureza do solo na obra exigiu alicerces de grandes proporções. Os pilares do hotel, de 90 cm de diâmetro e 11 m de profundidade aproximadamente, têm sapatas alargadas para 2,40 m de diâmetros.

Os 4 andares inferiores, construídos no local, destinam-se principalmente a escritórios, restaurantes, lojas e salões. O primeiro pavimento fica mais ou menos ao nível do leito do rio, o segundo num plano intermediário e o terceiro ao nível da rua.

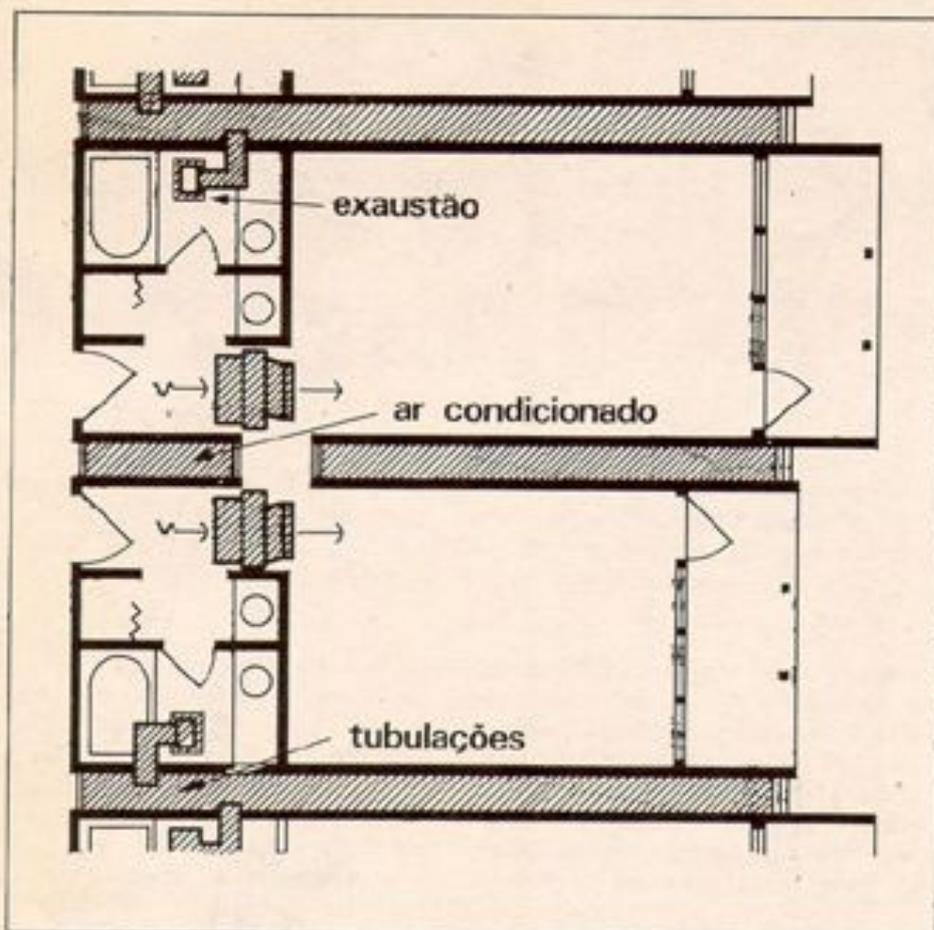
Acima do 4.º andar, vigas de concreto armado sustentam um tabuleiro, que serve de base aos módulos pré-moldados. Estas vigas de 1,80 m por 0,70 m de seçãõ, estendem-se paralelamente ao eixo longo da estrutura, apoiadas sôbre colunas de concreto armado, que, por sua vez, se apóiam sôbre os pilares do alicerce a



Com a técnica do jogo-de-arma em pouco mais de quatro meses possível moldar no solo e montar os 500 apartamentos do hotel

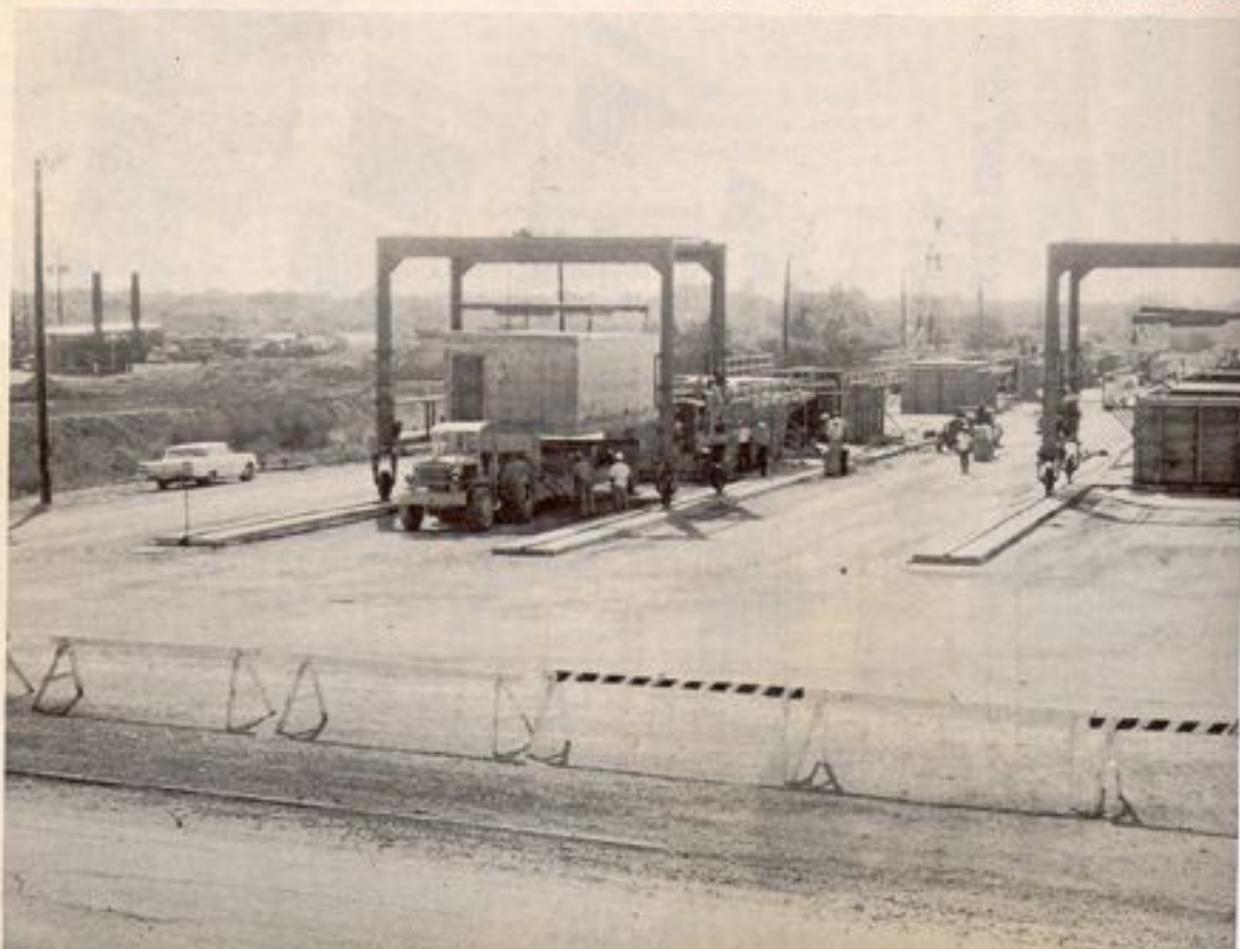


Imen-  
to cu-  
mico e



Projeto considerou dois tipos de apartamentos: unidades "curtas" e "alongadas"

Dois modelos — curioso do projeto é o empregado na construção de apartamentos. Todas as unidades



intervalos regulares de vigas transversais da grama mencionadas com 1,80 m de seção.

Um núcleo de serviços elevadores de passageiros, escadarias e outras instalações localizado próximo ao núcleo de 73,50 m de comprimento segundo a técnica deslizantes hidráulicas, prazo de 28 dias, apesar das condições climáticas adversas. A estrutura se elevava, utilizando-se também ergo para portar trabalhadores e tampo.

O mesmo sistema foi empregado nos poços de escadas, nas escadas do hotel. Essas escadas previstas para resistir a cargas e eram tão delgadas a ponto de se elevar mais de 10 metros acima das amarraduras modulares.

Dois modelos — curioso do projeto é o empregado na construção de apartamentos. Todas as unidades

dadas com vigas de concreto e de vidro pivotado. Estas vigas para suportar a estrutura acima. As unidades para externa de 13 cm deixando um espaço de 12 cm e uma altura de 2,50 m, o que dá uma altura total de 12 cm e uma altura total de 2,50 m. As vigas idênticas na estrutura arquitetônica foram produzidas em dois tamanhos de 1,20 m e 1,80 m. Os modelos: — as "longas", com uma parede de 12 cm de espessura, que dá uma altura total de 2,50 m e uma área de 1,20 m x 1,80 m nas dimensões

No contêiner foram utilizadas vigas de metal de 12 cm e 8 cm montadas sob as formas externas bridas em bridas previstas para dentro, de modo a suportar a estrutura.

Os dois modelos foram dispostos para o concreto. O vapor, ar condicionado e transportado para a forma.

Tudo o que foi previsto antecipadamente próximo ao local com pinos e espaçadores de 20 cm com as necessidades de localização dos

O concreto na usina central não chegou até a montagem no local e preparava-se para serem curados com o método de modular.

Tão logo as vigas de protensão foram instaladas. Os pinos foram colocados ao redor das portas e expandido as conexões de tubos e eletricidade

dadas com piso, teto e três paredes de concreto leve — a quarta parede é de vidro e abre-se para um terraço pivô. Essas paredes foram previstas para suportar a carga de toda a estrutura acima.

As unidades medem 3,90 m de largura externamente, mas têm uma parede de 13 cm de espessura de cada lado, deixando um espaço interno de 3,65 m. A altura dentro do módulo é de 2,50 m, o que, juntamente com o piso de 12 cm e o teto de 10 cm, perfaz uma altura total de 2,72 m. Apesar de idênticas nas demais dimensões, para efeito arquitetônico e diferenciação nos tamanhos dos apartamentos, as unidades foram projetadas em dois comprimentos: — as "curtas", de 8,90 m e as "longas", de 9,80 m. Todas contam com uma parede interna de 13 cm de espessura, que dá para o corredor do hotel, e apresentam na fachada um balcão de 1,35 m de largura, incluído nas dimensões já fornecidas.

**No canteiro** — Para a pré-moldagem foram utilizados 16 conjuntos de formas de metal — 8 para unidades "curtas" e 8 para unidades "longas" — montadas sobre leito de concreto. As flechas externas do módulo tinham dobradiças embaixo e as internas foram previstas para ser desmontadas por dentro, de maneira que pudessem liberar a estrutura.

Os dois leitos de concretagem foram dispostos paralelamente sobre lajes de concreto cuidadosamente niveladas. Vapor, ar comprimido e água eram transportados por tubulações até cada forma.

Todo o aço de armadura foi montado antecipadamente num ponto próximo ao local. As armaduras dos pisos com pinos em L, localizadas a intervalos de 20 cm, foram executadas já com as necessárias passagens para colocação dos dutos.

O concreto leve era preparado numa usina central e transportado por caminhão até as formas. Um laboratório, montado no local controlava a mistura e preparava os cilindros de teste, que eram curados juntamente com a unidade modular.

Tão logo o piso endurecia, os cabos de protensão das paredes e teto eram instalados. Os condutores iam sendo colocados ao mesmo tempo que os batentes das portas e blocos de poliestireno expandido adaptados para futuras conexões de tubulações, ar condicionado e eletricidade.

/ segue

## Projetos e Obras

Todo o aço e outros materiais empregados nos módulos eram inspecionados pelo setor de controle de qualidade antes da moldagem. Após o concreto ser despejado, vibrado e acabado, o tampo da fôrma e a extremidade aberta eram recobertos com lona.

Três horas após a concretagem, o vapor era aplicado nos lados interno e externo da fôrma, para elevar a temperatura numa média de 22°C por hora, até se atingir 66°C. Essa temperatura era mantida por um período de cura de 9 horas. Após 12 horas de cura (9 com calor), um cilindro colocado na fôrma era removido e quebrado. Especificou-se uma força de compressão máxima de 226 kg/cm<sup>2</sup> para que as formas pudessem ser liberadas e o módulo removido.

Todo o concreto empregado nas unidades deveria atingir uma resistência de 302 kg/cm<sup>2</sup> a 28 dias, mas bastava 226 kg/cm<sup>2</sup> para que elas pudessem ser transportadas.

Para se obter uma produção de 8 módulos completos por período de 24 horas — média especificada pelo método CPM para que fosse garantido o prazo de entrega da obra — tornou-se necessário adotar um período máximo de cura de apenas 12 horas. Trabalhando-se em 2 turnos de 10 horas, durante 6 dias da semana, esse ritmo pôde ser mantido.

Depois de prontas, as unidades eram levantadas acima das formas e removidas até a extremidade do leito de concretagem por meio de um guindaste com cavalete móvel sobre trilhos. Em seguida eram colocadas sobre um caminhão e levadas para o local de acabamento, sendo descarregadas por outra ponte rolante sobre pneumáticos. Nesse estágio os módulos recebiam todo o acabamento necessário, inclusive tubulações, equipamento de ar condicionado, grades da sacada, a parede de vidro e tudo o mais. Até mesmo tapetes, móveis e decorações eram colocados nos devidos lugares ainda no solo, sendo as unidades seladas provisoriamente.

**Instalação precisa** — Para instalar as unidades na obra, a companhia construtora lançou mão de dois recursos singulares, um dos quais de sua própria invenção.

A colocação dos módulos, pesando mais de 35 t, tinha de ser feita de um só lado que requeria elevação e rotação num raio de 95°. Assim sendo, utilizou-se um novo dispositivo, que

## Projetos e Obras

aumenta a capacidade do guindaste móvel comum.

Um círculo de rolamento auxiliar, de 11 m de diâmetro, foi ligado provisoriamente à base de um Manitowoc grande; esse círculo tinha ancoragem independente do equipamento. Macacos hidráulicos elevavam então o guindaste e o contrapêso da lança passava para o círculo auxiliar; os rolêtes da retroguarda completavam o apoio. Entretanto, esse guindaste para ser removido exigia que se desmontasse algumas de suas partes. Assim sendo, o trabalho foi cuidadosamente planejado, de forma a se empregar o equipamento em apenas quatro posições, para instalação de todas as unidades pré-moldadas.

Outro recurso original adotado na obra foi concebido pela própria firma construtora. A fim de evitar o uso de cabos ou outros meios para impedir a oscilação da unidade, enquanto era içada, projetou e construiu um dispositivo especial para controlar o movimento e instalação dos módulos na posição exata — um rotor traseiro de helicóptero, movido a gasolina e montado numa armação de tubos.

O dispositivo foi concebido para ser utilizado com piloto automático, mas transportava também um operador, para alterar o passo da hélice, a fim de alinhar o módulo com o espaço que lhe era reservado na estrutura. Depois disso, um sinalizador parado no local entrava em contato com o operador do guindaste, por meio de rádio, orientando a manobra final.

Antes da instalação das unidades, era espalhada argamassa resinosa no teto dos apartamentos em que seriam

apoiadas. Essa argamassa de 18 mm de espessura destinava-se a nivelar e apoiar a base dos módulos em todo o andar, evitando-se erros cumulativos. O material empregado atingia a resistência de 226 kg/cm<sup>2</sup> no prazo de 30 minutos a 2 horas.

Espaços de 50 cm foram deixados entre as paredes externas de estruturas adjacentes, para que todas as tubulações e conexões pudessem aí se localizar. O acesso a essa abertura se faz pelo corredor, através de painéis removíveis, sem incomodar os ocupantes dos apartamentos.

Para formar os pisos do corrimão o teto dos módulos foi projetado com uma pequena saliência em balanço ao lado interno. O miolo desses pisos, moldado no local, estabelece ligação entre duas fileiras de módulos, criando, dessa maneira, uma passagem de 1,8 m de largura.

**Em conclusão** — Todas as unidades foram moldadas de 15 de agosto a 11 de dezembro de 1967 e instaladas de 4 de novembro a 22 de dezembro — rigorosamente dentro dos prazos. Depois de concluída essa etapa, foi iniciada a execução do pavimento de abertura.

Afirmam os proprietários que a técnica empregada foi muito vantajosa. Permiteu que o estabelecimento fosse aberto com grande antecedência em relação à construção convencional, produzindo financiamentos e resultados com essa medida, numa produção antecipada de lucros.

Depois de terminado a administração do hotel foi entregue à casa Hilton.

Guindaste como cavalete móvel sobre rodas retira a unidade pré-moldada

