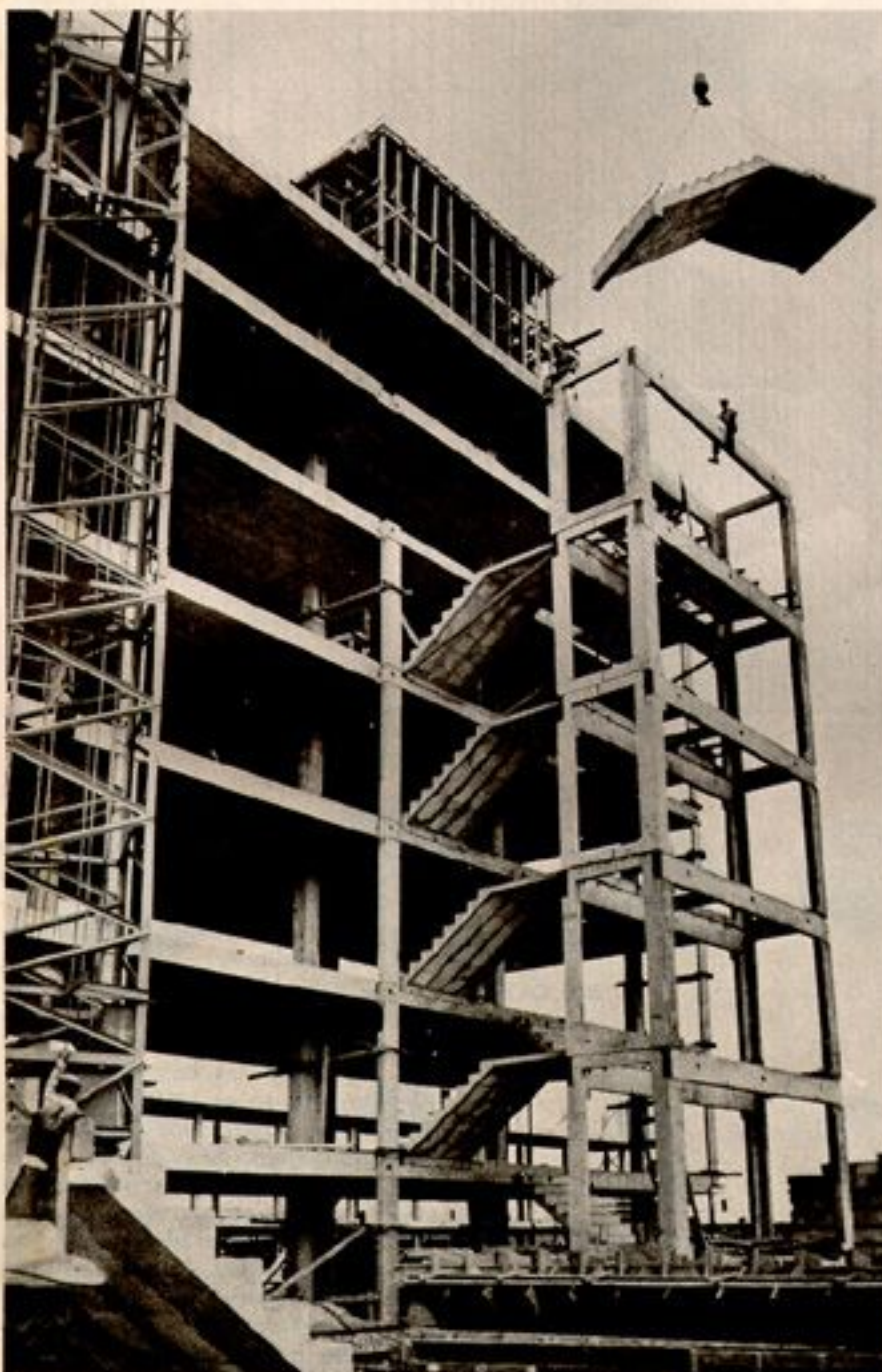


# PRÉ-MOLDADOS DE CONCRETO

compensam para estruturas em série



Os lances da escada também são pré-moldados e parafusados na estrutura do prédio

Várias iniciativas em curso demonstram que a pré-fabricação, tanto de elementos estruturais, quanto de painéis de vedação, começa a ganhar adeptos. A firma Ribeiro Franco S.A. de São Paulo, SP, desenvolveu um sistema próprio de pré-moldados de concreto e efetuou uma experiência em edifícios da Cidade Universitária. Ficaram patentes as vantagens gerais oferecidas pelo sistema da pré-fabricação em série, apesar de terem ocorrido alguns percalços.

Com um guindaste e sete homens é possível montar, em 20 horas, a estrutura de todo um pavimento de edifício de dimensões regulares em peças pré-fabricadas.

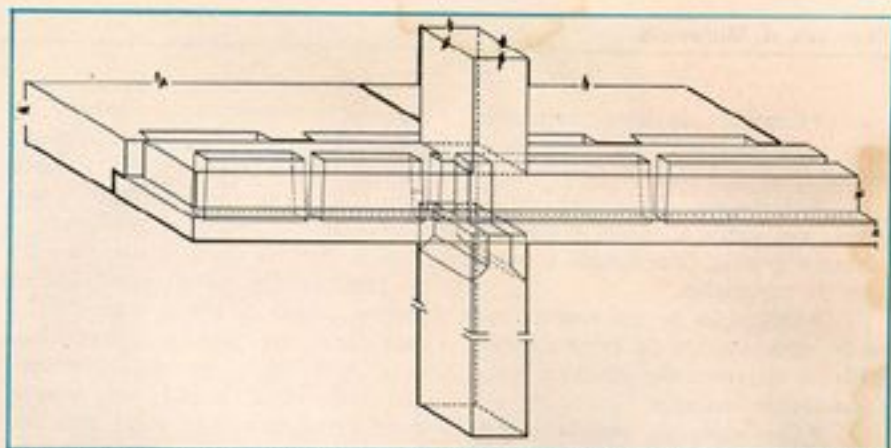
Esse foi o resultado alcançado pela Ribeiro Franco S.A. — Engenharia e Construções, de São Paulo, na construção das estruturas de sete dos doze prédios que compõem o conjunto residencial da Cidade Universitária de São Paulo, onde foram utilizadas peças de concreto pré-moldado.

A iniciativa foi de caráter experimental, tendo em vista o possível emprego posterior, em escala mais ampla, de peças estruturais de concreto pré-moldado.

Por se tratar de uma primeira experiência, surgiu, segundo a própria firma construtora, uma série de contratempos e imprevistos, que se refletiram nos resultados econômicos do empreendimento, embora não chegassem a invalidar as conclusões obtidas.

Ficou demonstrado, por outro lado, que o sistema apresenta uma série de vantagens em relação ao processo tradicional e que, desenvolvido em larga escala, resultará em economia e rapidez nas construções.

Moldagem, cura, transporte e montagem são as operações fundamentais enfrentadas pelos construtores que, embora não tenham criado o



O encaixe das peças é do tipo "macho e fêmea" e não oferece maiores dificuldades

sistema original de pré-fabricação, conseguiram soluções interessantes para vários problemas, baseados apenas na própria experiência.

Convém notar, também, que a empresa não se organizou em escala industrial no setor da pré-fabricação, mas tão somente desenvolveu um método para resolver o problema específico da construção de um bloco de edifícios. Acreditam seus dirigentes que tal sistema pode ser facilmente generalizado, dentro de um mínimo de condições pré-estabelecidas, inerentes a qualquer sistema de pré-fabricação.

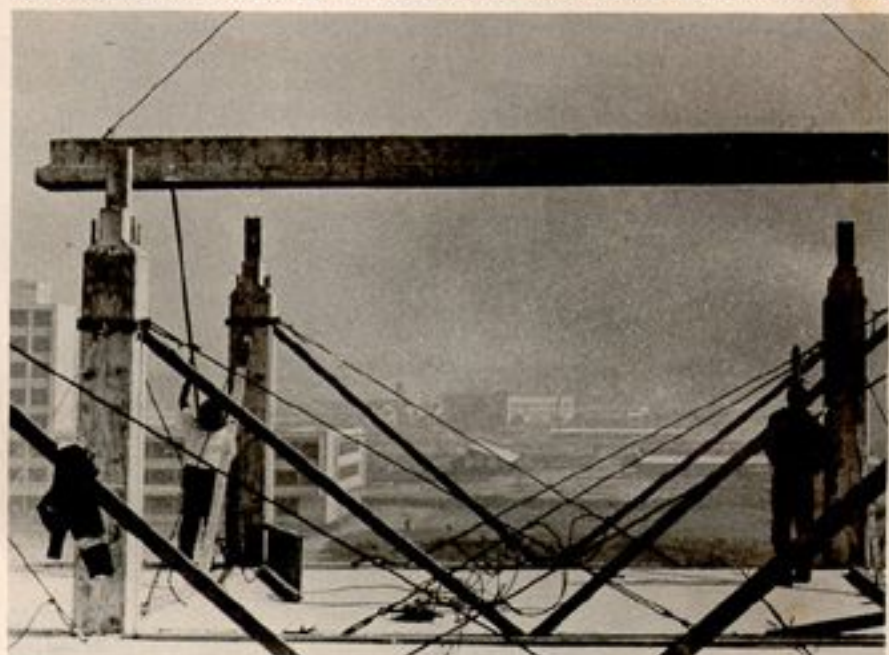
Os elementos que integram a estrutura preconizada pela Ribeiro Franco — pilares, vigas e lajes nervuradas — foram moldados no próprio local da obra, com a utilização de fôrmas metálicas fixas. A moldagem no local resultou das características específicas do empreendimento executado. A grande área disponível, bem como a pequena série de pré-fabricação e a economia visada no transporte dos elementos decidiram na escolha. As peças estruturais são projetadas no sistema macho-fêmea, para encaixe; os elementos horizontais são simplesmente apoiados.

#### Soluções originais

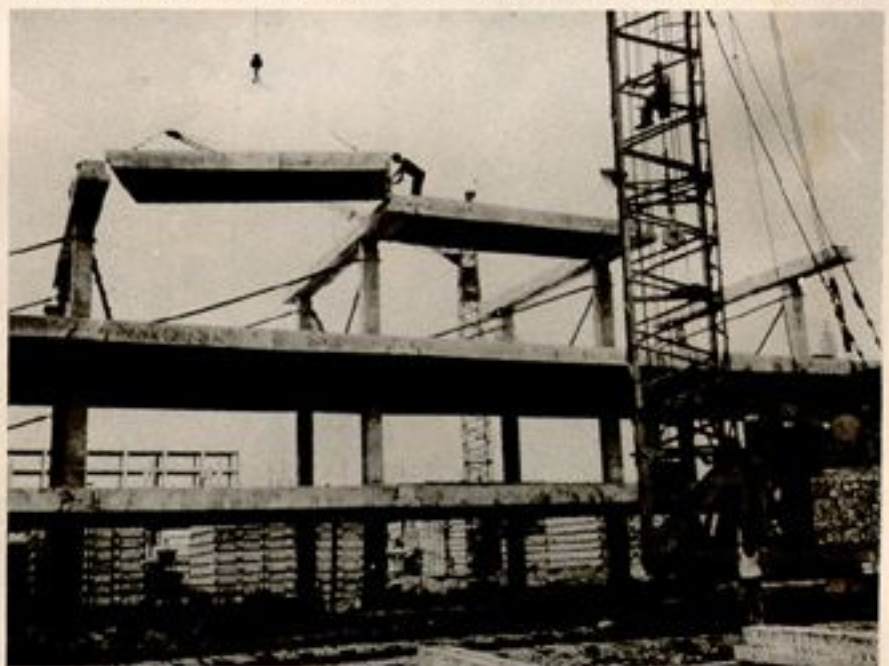
Como na maioria dos sistemas de pré-fabricação, transporte e montagem constituem o crivo do processo, uma vez que a dimensão dos elementos pré-moldados é definida pela capacidade do equipamento. No caso tratado, os guindastes determinaram, por sua capacidade, o limite de peso e superfície das peças pré-moldadas.

As fundações, resolvidas pelo processo tradicional, apresentam orifícios que deverão receber, posteriormente, a base dos pilares.

Além das soluções comuns à generalidade dos métodos de pré-moldagem, o sistema Ribeiro Franco lança mão de algumas soluções originais:



Uma viga de 8,58 m é facilmente encaixada por dois homens com ajuda de guindaste



Pilares, vigas e lajes são colocados uns após outros, como peças de brinquedo

■ Emprêgo de lajes nervuradas, com vantagens estéticas e de isolamento termo-acústico.

■ Moldagem de vigas em seção  $\tau$ , com vazios no miolo, o que proporciona grande flexibilidade à passagem de tubulações.

■ Utilização de um sistema misto de enrijecimento da estrutura, com solda da ferragem dos pilares e rejuntamentos de concreto.

■ Confeção de escadaria livre numa extremidade.

#### Moldagem e cura

A moldagem dos elementos estruturais deve ser milimetricamente perfeita, uma vez que o método está baseado no encaixe de peças. Um sistema de fôrmas metálicas fixas, for-

mado de elementos justapostos de aproximadamente 2,5 m, acrescido das peças necessárias para garantir vazios e furos, permite que sejam alcançados os resultados previstos.

As fôrmas são montadas de acôrdo com as dimensões apontadas no projeto, depois de limpas e preparadas com óleo para facilitar a desmoldagem. A ferragem, em malha sempre que possível, é lançada no interior das fôrmas; pilares e vigas têm sua ferragem preparada no próprio canteiro, variando a armadura dos pilares de andar para andar.

O concreto despejado nos moldes é preparado em usina, racionalmente dosado, com resistência de 300 kg/cm<sup>2</sup>. Considerando-se o elevado peso dos elementos pré-moldados, utili-

zam-se vibradores de ponta, não sendo aconselhável o uso de mesa vibratória.

A cura justifica os maiores cuidados dos construtores, pelas limitações que um método inadequado pode impor ao processo de produção. Foram experimentados na Cidade Universitária três processos de cura:

■ Cura a vapor: com o emprêgo de uma caldeira a vapor d'água, à temperatura estudada, atuando diretamente sobre as lajes; êsse processo caíge 5 horas de cura e permite que se alcance a resistência de 120 kg/cm<sup>2</sup>, 18 horas depois de lançado o concreto na fôrma.

■ Cura com aditivos químicos: depois de 24 horas a resistência alcançada pelas peças é de 80 kg/cm<sup>2</sup>.

■ Cura pelo método tradicional: após 24 horas, consegue-se uma resistência de 60 kg/cm<sup>2</sup>.

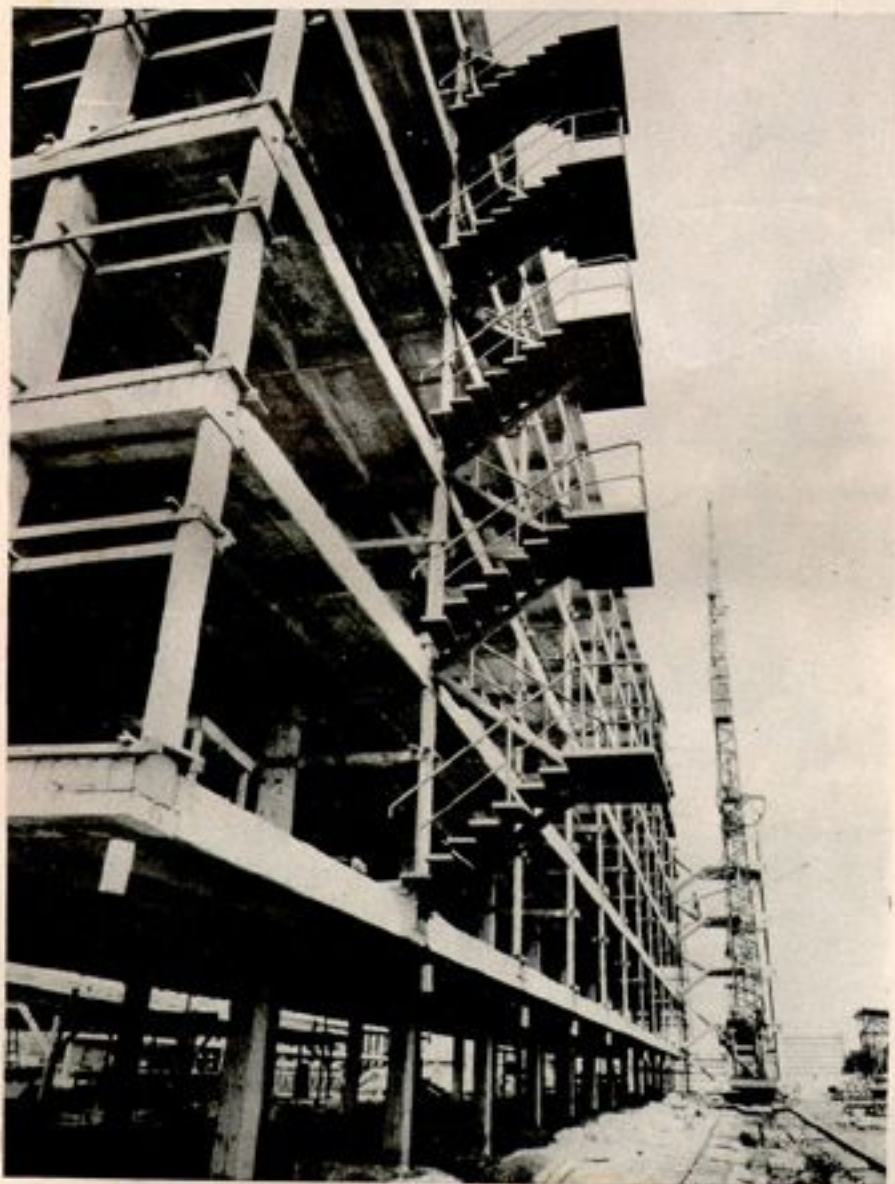
Optar pelo primeiro processo permite, pois, reduzir sensivelmente o ciclo de fabricação e atingir resistência capaz de garantir o imediato transporte das peças.

#### Transporte e montagem

Uma primeira operação de transporte é feita para a estocagem dos elementos pré-moldados. A operação fundamental de transporte, horizontal e vertical, que leva as peças ao local definitivo de montagem, é realizada sobre trilhos, com o auxílio de guindastes móveis.

No caso da experiência relatada, a disposição dos edifícios dificultou sobremaneira a locomoção dos guindastes, obrigando a excessiva movimentação do equipamento. O peso máximo das peças estruturais — cerca de 3 toneladas — orientou a escolha dos guindastes de torre. Utilizaram-se gruas de tipo móvel, com lança articulada, de 30 t/m de capacidade, o que permitiu transportar as seções de laje, de 3 toneladas, a uma distância máxima de 10 m da torre do guindaste.

A montagem das peças pré-fabricadas é simples e pode ser executada com grande rapidez. Segue o princípio comum, em que a saliência de uma peça (macho) encaixa-se perfeitamente na reentrância de outra (fêmea). A precisão é indispensável para que não surjam problemas de encaixe. Em pouco tempo os operários familiarizaram-se com o processo, que não apresenta maiores dificuldades. Por outro lado, o sistema de encaixes reduz ao mínimo as operações de concretagem e reajuntamentos, o que



A estrutura está pronta. Para erguê-la foram precisos sete homens e um guindaste

contribui para acentuar a impressão de leveza na obra, pela ausência de madeiramento.

No primeiro pavimento, os pilares são colocados na posição correta por escoras reguláveis, idealizadas pelos construtores, sobre os orifícios deixados nos blocos de fundação. Em seguida os ferros de espera dos blocos e os ferros inferiores dos pilares são soldados entre si, concretando-se depois a junção bloco-pilar.

As vigas, colocadas a seguir na posição, possuem furos para receber os ferros e um orifício maior para o concreto. Colocadas as lajes, cujas ex-

tremidades são apoiadas sobre as vigas, dobram-se os ferros verticais de espera das vigas sobre as lajes.

Concretadas as junções do pilar-viga e viga-laje, dá-se por encerrada a montagem do pavimento, voltando-se em seguida a repetir o processo. Somente as escoras é que precisam ser fixadas por meio de parafusos, diretamente nas lajes.

#### Vantagens conseguidas

O departamento técnico da Ribeiro Franco admite as seguintes vantagens específicas no sistema de pré-fabricação:

- Dimensionamento econômico de todos os elementos que fazem parte da construção, mediante o emprego racional de materiais.

- Redução de 40% na quantidade de homens-hora em relação aos processos tradicionais.

- Eliminação de 50% da mão-de-obra especializada que a construção convencional exige.

- Redução no custo da obra, tanto maior quanto mais difíceis forem as condições de mão-de-obra.

- Melhoria da qualidade da construção, devida à substituição do controle subjetivo da construção tra-

## O preço do noviciado

Primeira firma a lançar no País a construção de estruturas pré-fabricadas de concreto, a Ribeiro Franco, segundo seus diretores, pagou um preço elevado pelo noviciado. Apesar de ficarem perfeitamente estabelecidas as vantagens gerais que o sistema poderá trazer, no caso específico dos edifícios da Cidade Universitária, a firma alega não ter alcançado os melhores resultados por duas razões fundamentais, agravadas pela impossibilidade de um reajustamento de preços:

- Consumo de ferro e concreto acima do necessário;

- Pequeno reaproveitamento das fôrmas metálicas.

Não foram exploradas, por inexperiência, tôdas as vantagens econômicas da pré-moldagem, que permite, através de um



controle bem rigoroso do concreto, sua dosagem mais racional. Os coeficientes de consumo para cada metro quadrado de piso foram altos: 0,1645 m<sup>3</sup> de concreto e 34,21 kg de ferro.

Esses valores poderiam ser sensivelmente reduzidos, sem afetar a resistência do concreto, que atingiu em média a 300 kg/cm<sup>2</sup>.

As fôrmas metálicas foram projetadas, segundo o departamento técnico da firma, para serem utilizadas 300 vezes, índice jamais atingido nas construções da Cidade Universitária. Os moldes das lajes foram reaproveitados 100 vezes, os dos pilares 78 e os das vigas 68 vezes. Os resultados econômicos teriam sido diferentes se a firma tivesse empregado o seu sistema na construção dos 12 edifícios do conjunto e não apenas em 6.

Também o sistema de soldar as extremidades dos pilares será possivelmente abandonado pela firma, pelos contratempos decorrentes do emprego de um processo misto de estrutura de concreto e de estrutura metálica.





- ESTOJOS  
PARA DESENHO
- COMPASSOS
- TIRA-LINHAS

Fabricação  
alemã



**ORIGINAL  
RICHTER**

Representação para o Brasil:  
COMÉRCIO ULTRAMARINO COSA S. A.  
Cajuru Postal 1939 — Rio de Janeiro

## Técnicas e Materiais



Completadas 22 horas, a peça é retirada da fôrma e transportada para a obra

dicional pelo controle científico de um processo industrial.

- Melhoria nas condições de trabalho, bem como maior segurança para o operário.

- Diminuição no tempo de construção, permitindo giro mais rápido de capital e consequente aumento da rentabilidade dos empreendimentos.

### Painéis de vedação

A Ribeiro Franco, com base nos elementos que colheu na construção dos 6 edifícios da Cidade Universitária, e nas vantagens que ficaram evidenciadas, cogita de instalar uma indústria de peças estruturais pré-fabricadas para a construção civil. Os estudos que desenvolve visam a eliminar os inconvenientes registrados e

aperfeiçoar os processos. É também objetivo da empresa completar o esquema com a fabricação de elementos pré-moldados mais leves, destinados a painéis de vedação.

Para adquirir novos equipamentos e acompanhar os diversos sistemas utilizados no exterior, seguiram para a Europa o diretor-presidente da firma, eng. Custódio Ribeiro Ferreira Leite Filho, e o eng. Gregório Galdian, que é especialista em problemas de pré-fabricação.

Os representantes da empresa colherão informações técnicas em Frankfurt, Hanover, Paris, Hamburgo, Copenhague, Estocolmo, Malmo, Milão, Roma, Varsóvia, Belgrado e outros centros europeus que acusam progressos na construção industrializada. ●

## Dados de produção

O tempo total de produção das peças, no sistema da Ribeiro Franco, é de 22 horas, em média, à luz da experiência desenvolvida na Cidade Universitária. Três horas após fundidas as peças, são retiradas as fôrmas dos vazios. O vapor para a cura é aplicado em média 3 horas depois de efetuada a operação anterior e essa aplicação dura cerca de 5 ou 6 horas. Terminada a cura a vapor, são retiradas as laterais das fôrmas metálicas. Depois de 10 horas a peça pode ser retirada completamente da fôrma e transportada para o local de montagem. Teoricamente esse tempo poderia ser reduzido para 18 horas —

quando os elementos atingem a resistência necessária — desde que o trabalho fôsse organizado com esse objetivo.

A montagem pode ser feita em 28 horas, por uma equipe de 7 pessoas: 1 homem no guindastes, 2 pedreiros para a montagem propriamente dita, 1 pedreiro e 3 serventes para rejuntes.

A experiência efetuada pela firma da Cidade Universitária abrangeu edifícios com 73,20 m de comprimento por 8,58 m de largura e área total construída de 4.396,42 m<sup>2</sup> por edifício. Foram produzidos no conjunto do empreendimento 1.092 pilares, 546 vigas e 2.016 lajes.