

A Coordenação Modular e a industrialização da construção

Arquiteto:
FERNANDO AGUIRRE DE YRAOLA, IAB-GB

BIBLIOTECA DA ESCOLA DE ARQUITETURA DA U. F. M. G.

A crescente importância das disciplinas dimensionais foi mais uma vez posta em evidência no III Congresso do Conselho Internacional da Edificação (C.I.B.) reunido em Copenhague. Das inúmeras teses apresentadas, pelo menos 10 tinham por título "normalização modular". O arquiteto Fernando Aguirre de Yraola, neste artigo — publicado no n.º 177 — janeiro-fevereiro de 1966 de "Informes de La Construcción", do "Instituto Eduardo Torroja de la Construcción y del Cemento (I.E.T.C.C.)" — procura fazer uma síntese daquelas teses e dos debates que se travaram quando de sua discussão em Copenhague. O arquiteto Fernando Aguirre inicia seu trabalho remetendo os leitores a outras publicações do I.E.T.C.C. ("Monografía 249", "Coordinación Modular y Normalización de Elementos Constructivos" e "Directrices para la Coordinación Dimensional") para evitar a repetição de conceitos fundamentais. Porém, acentua, deve ser estabelecida uma clara diferencia-

ção entre os conceitos: **coordenação dimensional** e **coordenação modular**, uma vez que freqüentemente são empregados com pouca propriedade.

Coordenação dimensional é um sistema racional para estabelecer e coordenar as dimensões e disposições dos elementos que intervêm numa construção.

Coordenação modular é um sistema baseado no emprego de um módulo. Ainda que a primeira delas seja muito flexível, é evidente que a adoção de um módulo como base de normalização dos elementos construtivos é uma condição fundamental para a industrialização da produção.

Os estudos que conduziram a adoção de um módulo determinado são consequência da dificuldade que, através da História da Arquitetura, consistiu em fixar uma unidade de medida para o projeto de edifícios.

Pode-se dizer, se nos limitarmos à época atual, que os primeiros trabalhos sérios relativos à coordenação modular sur-

giram em 1934, com o americano Bemis. Em 1942 foi publicada na França a primeira norma modular nacional; em 1945 aparecem as especificações editadas pela American Standards Association e, no ano seguinte, outras são promulgadas pela Associação Sueca de Normalização. Os trabalhos de Neufert e Le Corbusier contribuíram poderosamente para racionalizar a arte de projetar, e em 1953 criou-se a Agência Européia de Produtividade da qual nasceu o Grupo Internacional Modular (I.M.G.), convertido mais tarde em Comissão de Trabalho do C.I.B.

Uma das consequências práticas mais transcendentais de todo esse processo foi a de fixar internacionalmente e de modo unânime, o módulo básico de 10 cm, sobretudo após a última reunião da Comissão de Trabalho da Comissão Econômica para a Europa das Nações Unidas (Comité da Edificação e da Planificação), porque esta dimensão é a que melhor atende aos requisitos para a máxima flexibilidade e utilidade do módulo que exigem os especialistas durante o longo processo de estudo do tema.

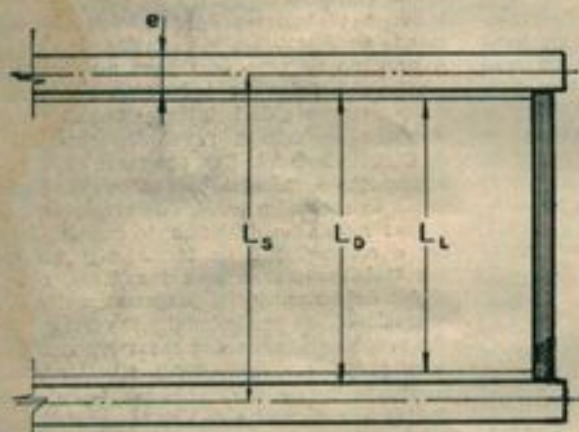
Esses requisitos foram os seguintes:

- A dimensão do módulo deverá ser suficientemente grande para poder estabelecer uma correlação conveniente entre as dimensões modulares dos elementos e os espaços modulares dos planos;
- O módulo de base deverá ser suficientemente pequeno para que seus múltiplos correspondam a todas as dimensões que tenham de se dar aos diferentes elementos da gama industrial, e para constituir uma unidade que se possa reduzir a um mínimo as modificações que se tenha de introduzir nas dimensões dos elementos atuais, para reduzi-los a dimensão modular mais próxima, assim como as modificações correlativas dos espaços previstos.
- Dever-se-á eleger para o módulo de base uma dimensão tão grande quanto possível, com o fim de reduzir ao mínimo a gama atual das dimensões industriais;
- Para comodidade de utilização, a dimensão do módulo de base deve ser expressa por um número inteiro e encontrar-se numa relação numérica simples com o sistema de medidas a que se refira;
- A dimensão do módulo de base deve ser escolhida em acórd com todos os países que utilizem ou tratam de adotar a coordenação modular; esta dimensão deve ser a mesma para todos os países.

Além do módulo básico, foram recomendados os multimódulos: $3M = 30\text{cm}$ e $6M = 60\text{cm}$, e o submódulo: $M/4 = 2,5\text{cm}$.

Na realidade, duas tendências distintas podem ser identificadas entre os especialistas na matéria: a dos que pretendem modular exaustivamente todos e cada um dos elementos da construção, por menores e mais acessórios que sejam, e a dos que se limitam a modular somente as unidades construtivas que se pretende realizar com grandes elementos pré-fabricados.

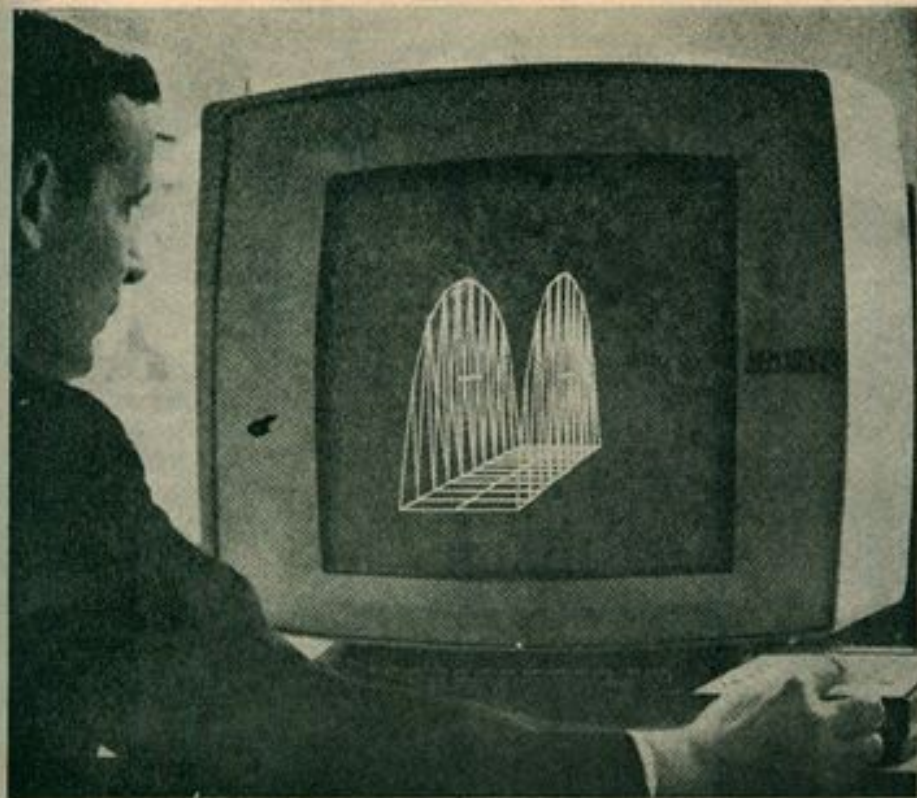
Os que defendem o primeiro sistema, dentre os quais se destaca o grupo escandinavo, comparam a atual fase de indus-



L_0 = Modular.
 L_1, L_2, L_3, e = No modulares.

MURO INTERIOR PORTANTE MI	
PORTICOS P	
MURO EXTERIOR PORTANTE MEp	
MURO EXTERIOR NO PORTANTE ME np	
LOSAS DE FORJADO L	
ESCALERA E	

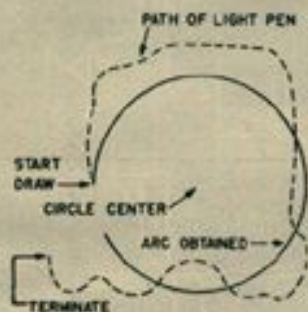
BIBLIOTECA DA ESCOLA DE ARQUITETURA DA U. F. M. G.



rialização como uma espécie de era "paleo-automática", a qual se deverá seguir, forçosamente, uma total automação da indústria da construção. O presidente do comitê de trabalho do Grupo Internacional Modular, Doutor Berwall, compara esta última com a indústria automobilística e observa que ainda que, no futuro, os edifícios se normalizarão muito mais que hoje em dia, e sempre será necessária uma variedade de produtos consideravelmente maior do que aqueles necessários aos automóveis. Isto quer dizer que os elementos construtivos deverão ser flexíveis e adaptáveis a uma grande variedade de edifícios diferentes, com muitos outros aos quais deverão ajustar-se segundo um variado número de combinações que freqüentemente não poderão ser previstas. A correlação modular, segundo esse critério, coordenará aquelas dimensões para todos os componentes e elementos, que são importantes a seu ajuste com outros, e será instrumento indispensável à mecanização da indústria de todos os tipos de elementos construtivos.

Esta conversão da indústria para a produção em massa de um limitado número de variantes normalizadas admitirá indubitavelmente, na dita fase "paleo-automática", uma limitação rígida à liberdade do projeto; porém, por outro lado, a diferença de preços entre o elemento normalizado e o feito especialmente de encomenda não será tão grande do ponto de impedir por completo sua produção.

A primeira fase da industrialização seguir-se-á a uma automação verdadeira, neste período mais desenvolvido, os processos serão realizados mediante controle eletrônico, desde a encomenda até a fabricação do produto, de tal maneira que será possível industrializar um número quase ilimitado de medidas e acabamentos, que resultarão livres de sobrepreço, dada a enorme capacidade desses recursos eletrônicos para

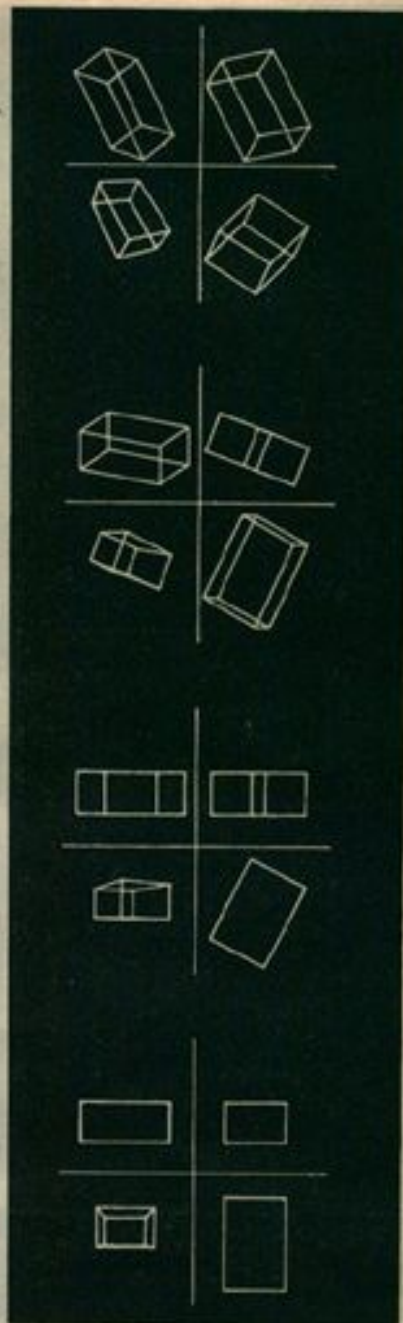


controlar as variantes. A flexibilidade assim conseguida deverá manter-se entretanto, dentro dos limites das variações controladas e previstas.

Na era da proclamada automação conseguir-se-á, pois, uma grande liberdade dentro de um marco de normalização; porém, dentro desse regime o caso de se fabricar produtos não-normalizados será excepcional, uma vez que a diferença de custo entre estes e os normalizados será proibitiva. A coordenação modular, como meio de coordenação dimensional terá então uma importância muito maior do que a que tem na atualidade.

Os partidários do segundo procedimento ou tendência (entre os quais se destaca o C.S.T.B. de Paris, expoente da técnica francesa, referendado na norma POI-101) argumentam que esses elementos pré-fabricados modulados não se incorporarão à edificação da mesma maneira nas diversas partes construtivas. Aclaremos esse conceito com um exemplo.

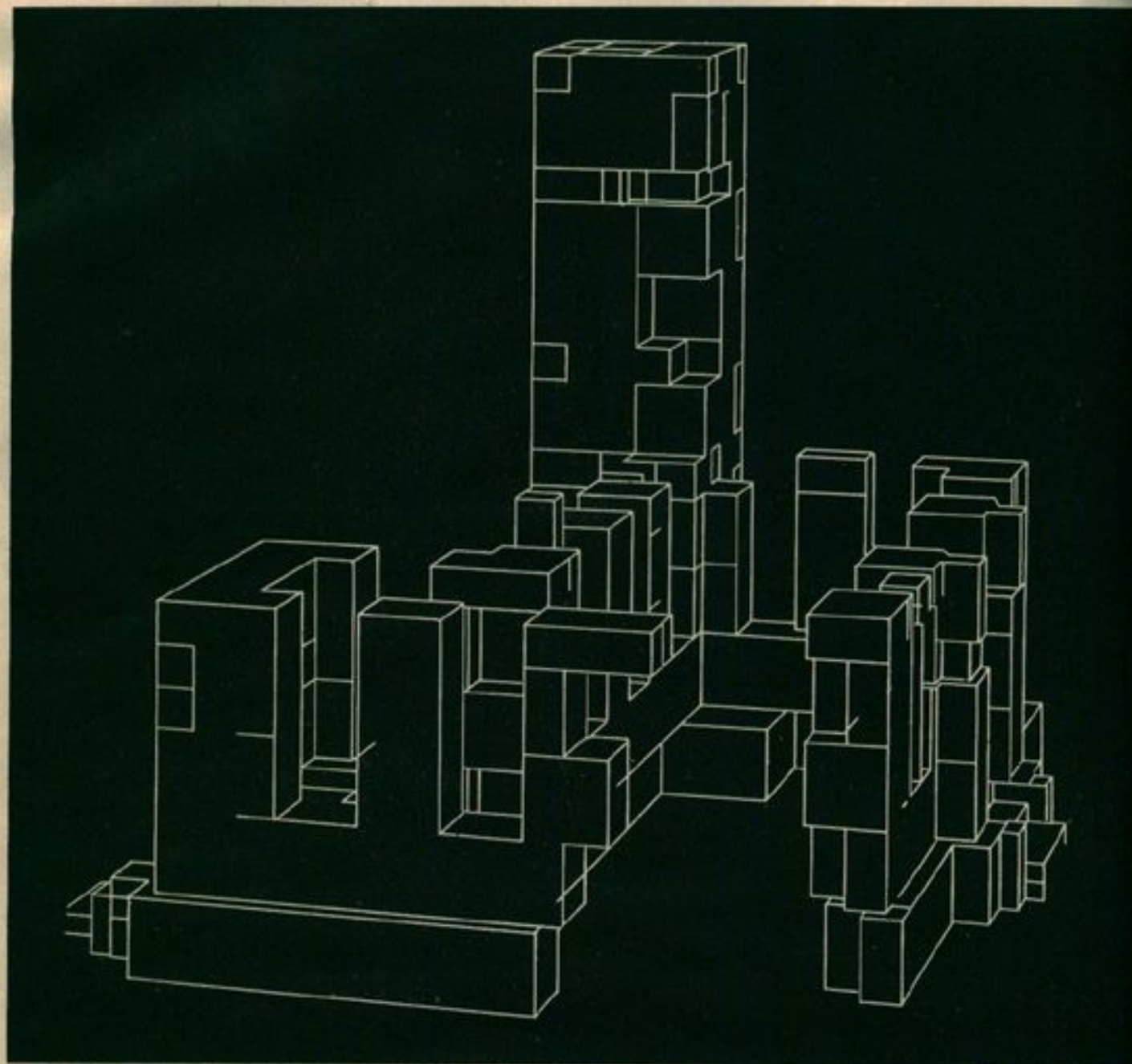
Ao construir um edifício a base de paredes transversais portanto, com painéis de fachada encaixados entre eles, a dimensão que deverá ser modulada na fachada será a dimensão de coordenação (1) entre painéis e paredes, que é a distância



entre as paredes sem revestimento. A espessura dessas, exigidas e determinadas pelas razões de estabilidade e acústica, não será uma grandeza modulada e, em consequência, tampouco o será a distância entre eixos de paredes (fig. 1).

Porém se, ao contrário, trata de compor a fachada de um edifício com fechamento do tipo parede-cortina para o qual a dimensão de coordenação entre os painéis e a estrutura é a distância entre eixos das paredes transversais, é esta distância que deverá ser modulada; como a espessura das paredes é função das razões antes enunciadas e, portanto, não suscetíveis de modulação, resultará que neste caso, contrariamente ao anterior, a distância entre as paredes sem revestimento não estará modulada (fig. 2).

Os defensores desta segunda tendência acreditam que o primeiro sistema conduz a absurdos econômicos, e inclusive duvidam de que se possa realizá-lo praticamente.



BIBLIOTECA DA ESCOLA DE ARQUITETURA DA U. F. M. G.

Outros dois conceitos muito importantes relativos a industrialização são os da pré-fabricação aberta e fechada.

Pré-fabricação aberta é aquela que utiliza elementos fabricados em série de distinta procedência e que se prestam à montagem segundo combinações muito variáveis e, conseqüentemente, intercambiáveis em certo grau.

Pré-fabricação fechada é a que utiliza elementos fabricados em série, não previstos para a possibilidade de serem intercambiáveis com outros de procedência alheia a seu próprio sistema, que exigem com estrita coordenação nas fases de projeto, fabricação, transporte e montagem dos elementos.

Poder-se-ia pensar que o sistema aberto, em princípio, deveria oferecer maior campo ao grande avanço da industrialização. No entanto, o fato de que a industrialização baseada numa pré-fabricação aberta

avançou lentamente e que o desenvolvimento da produção maciça raramente veio de um sistema aberto, é devido seguramente às dificuldades técnicas advindas da pré-fabricação aberta.

Os sistemas fechados ao resolver estas dificuldades de uma vez por todas, quando realizam o tipo de edifício tornam de certo modo desnecessária a normalização dos elementos fabricados em série, não previstos para fins de efeitos intercambiáveis ou de uma determinada patente de fabricação com os de outra. A pré-fabricação fechada necessitará na realidade, e como condição de seu desenvolvimento, somente de um número suficiente de unidades idênticas que permitam uma produção em série rentável. No entanto, os componentes e elementos dos sistemas fechados podem ser fabricados à base de unidades normalizadas que resultem mais econômicas do que as não normalizadas. Neste sentido, a gradual evolução

das partes normalizadas da industrialização fechada deverá ser concebida como uma natural e lógica aproximação ao desenvolvimento dos sistemas abertos.

Do exposto depreende-se que o verdadeiro avanço da industrialização se baseará em soluções técnicas satisfatórias, conseqüência de um profundo estudo das exigências funcionais e de problemas específicos criados pelas uniões entre os elementos e que conduzam à máxima rentabilidade e flexibilidade do sistema.

Notas:

1 — A dimensão de coordenação é a determinante para a união de um elemento com outros, e é função, em cada caso, da colocação na obra e das dimensões teóricas ou nominais dos elementos, especificadas no projeto ou numa norma dimensional.