

Coleção HABITARE / FINEP

INTRODUÇÃO À COORDENAÇÃO MODULAR DA CONSTRUÇÃO NO BRASIL:

Uma abordagem atualizada

Hélio Adão Greven
Alexandra Staudt Follmann Baldauf

Porto Alegre
2007



© 2007, Coleção HABITARE

Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído - ANTAC
Av. Osvaldo Aranha, 99 - 3º andar - Centro
CEP 90035-190 - Porto Alegre - RS
Telefone (51) 3308-4084 - Fax (51) 3308-4054
<http://www.antac.org.br/>

Financiadora de Estudos e Projetos - FINEP

Presidente

Luis Manuel Rebelo Fernandes

Diretoria de Inovação

Eduardo Moreira da Costa

Diretoria de Administração e Finanças

Fernando de Nielander Ribeiro

Diretoria de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

Eugenius Kaszkurewicz

Área de Tecnologias para o Desenvolvimento Social - ATDS

Marco Augusto Salles Teles

Grupo Coordenador Programa HABITARE

Financiadora de Estudos e Projetos - FINEP

Caixa Econômica Federal - CAIXA

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
- CNPq

Ministério da Ciência e Tecnologia - MCT

Ministério das Cidades

Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído –
ANTAC

Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas –
SEBRAE

Comitê Brasileiro da Construção Civil da Associação Brasileira de
Normas Técnicas - COBRACON/ABNT

Câmara Brasileira da Indústria da Construção – CBIC

Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em
Planejamento Urbano e Regional – ANPUR

Apoio Financeiro

Financiadora de Estudos e Projetos - FINEP

Caixa Econômica Federal – CAIXA

Apoio institucional

Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS

Fundação Athos Bulcão

Editores da Coleção HABITARE

Roberto Lamberts - UFSC

Carlos Sartor – FINEP

Equipe Programa HABITARE

Ana Maria de Souza

Angela Mazzini Silva

Autores da Coleção

Hélio Adão Greven

Alexandra Staudt Follmann Baldauf

Produção de imagens

Daniel Tomazoni

Texto da capa

Arley Reis e Alexandra Staudt Follmann Baldauf

Revisão

Giovanni Secco

Projeto gráfico

Regina Álvares

Editoração eletrônica

Amanda Vivan

Imagem da capa

Sem título, 1982, acrílica sobre tela, acervo Fundação Athos Bulcão

Fotolitos, impressão e distribuição

COAN - Indústria Gráfica

www.coan.com.br

Catologação na Publicação (CIP).

Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (ANTAC).

G837i Introdução à coordenação modular da construção
no Brasil: uma abordagem atualizada / Hélio Adão
Greven; Alexandra Staudt Follmann Baldauf.
— Porto Alegre : ANTAC, 2007. — (Coleção Habitare,9)

72 p.
ISBN 978-85-89478-23-6

1. Coordenação modular 2. Construção civil. I. Greven,
Hélio Adão II. Baldauf, Alexandra Staudt Follmann III. Série.

CDU: 69.057 (043)

ESTE LIVRO É DE DISTRIBUIÇÃO GRATUITA.

Sumário

1	Introdução	11
2	Aspectos Históricos da Coordenação Modular	15
2.1	O Módulo	15
2.1.1	Os gregos	15
2.1.2	Os romanos	19
2.1.3	Os japoneses	21
2.2	Revolução Industrial	23
2.2.1	Do módulo à Coordenação Modular	23
2.3	Século XX	25
3	Teoria da Coordenação Modular	33
3.1	Definições de Coordenação Modular	33
3.2	Objetivos da Coordenação Modular	34
3.3	O Módulo	35
3.4	Instrumentos da Coordenação Modular	37
3.4.1	Sistema de referência	37
3.4.1.1	Reticulado modular espacial de referência	38
3.4.1.2	Quadriculado modular de referência ou malha modular	40
3.4.2	Sistema modular de medidas	40
3.4.2.1	Multimódulos	42
3.4.2.2	Submódulos	42
3.4.2.3	Medida modular	42
3.4.2.4	Medida nominal	43
3.4.2.5	Junta modular	43
3.4.3	Sistema de ajustes e tolerâncias ou ajuste modular	43
3.4.3.1	Ajuste modular positivo	44
3.4.3.2	Ajuste modular negativo	45
3.4.3.3	Ajuste modular nulo	45
3.4.4	Sistema de números preferenciais	46

3.5	Projeto Modular	47
3.5.1	Posição dos componentes em relação ao quadriculado modular de referência	47
3.5.1.1	Posição simétrica	47
3.5.1.2	Posição assimétrica	48
3.5.1.3	Posição lateral	48
3.5.2	Componentes modulares	49
3.5.3	Conjuntos de peças e/ou produtos não modulares	51
3.5.4	Zona neutra	52
4	Desenvolvimento de Estudos no Brasil	55
5	O Presente e o Futuro da Coordenação Modular	65
5.1	Nos Países Industrializados	65
5.2	No Brasil	66
	Referências	69

Lista de figuras

Figura 1: Vãos normais e de esquina na arquitetura grega _____	16
Figura 2: Casa grega de um pavimento, do ano de 448 A.C. _____	17
Figura 3: As ordens gregas segundo Viñola _____	18
Figura 4: Cidade de emona _____	20
Figura 5: As medidas modulares romana _____	21
Figura 6: Residência típica japonesa _____	22
Figura 7: Palácio de cristal _____	24
Figura 8: Vista do bairro-operário Weissenhof _____	26
Figura 9: Le Modulor _____	28
Figura 10: Publicação das primeiras normas de Coordenação Modular _____	31
Figura 11: Sistema de referência _____	37
Figura 12: Reticulado modular espacial de referência _____	38
Figura 13: Localização dos componentes na malha espacial _____	39
Figura 14: Quadriculados modulares M, 3M e 24M _____	41
Figura 15: Medida modular, medida nominal, junta modular e ajuste modular _____	43
Figura 16: Ajuste modular positivo _____	44
Figura 17: Ajuste modular negativo _____	45
Figura 18: Ajuste modular nulo _____	46
Figura 19: Componentes em posição simétrica em relação à linha do quadriculado modular de referência _____	47

Figura 20: Componentes em posição assimétrica em relação à linha do quadriculado modular de referência _____	48
Figura 21: Componentes em posição lateral em relação à linha do quadriculado modular de referência _____	48
Figura 22: Adição e combinação de componentes modulares _____	49
Figura 23: Planta baixa modular a partir de blocos _____	50
Figura 24: Elevação de parede executada em alvenaria modular de blocos _____	51
Figura 25: Conjunto modular composto de peças e/ou produtos não modulares _____	52
Figura 26: Zona neutra na junta de dilatação _____	52
Figura 27: Zona neutra com blocos girados _____	53
Figura 28: Lista das normas referentes à Coordenação Modular publicadas pela ABNT _____	61
Figura 29: Exemplo de relação dimensional entre vãos e esquadrias _____	62
Figura 30: Sistemática da conectividade entre componentes _____	66

Siglas

ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas

AEP: Agência Européia para a Produtividade

AFNOR: Association Française de Normalisation

ASA: American Standard Association

BNH: Banco Nacional da Habitação

CBC: Centro Brasileiro da Construção Bouwcentrum

CIB: Conseil International du Bâtiment pour la recherche l'étude et la documentation

CNI : Confederação Nacional da Indústria

COPANT : Comitê Pan-Americano de Normas Técnicas

DIN: Deutsches Institut für Normung

FAU: Faculdade de Arquitetura e Urbanismo

IDEG: Instituto de Desenvolvimento Econômico e Gerencial

IMG: International Modular Group

INMETRO: Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial

ISO: International Organization for Standardization

NBR: Norma Brasileira Registrada

OEA: Organização dos Estados Americanos

OECE: Organização Européia de Cooperação Econômica

PBQP-H: Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat

PUC: Pontifícia Universidade Católica

SI: Sistema Internacional de Unidades

TC: Technical Committee

UFRJ: Universidade Federal do Rio de Janeiro

Prefácio

Estudos desenvolvidos por vários setores da indústria e da academia buscam definir as necessidades e as soluções para a cadeia da construção civil no Brasil. Esses trabalhos mostram que há problemas em todos os elos. O setor de insumos necessita melhorar a produtividade e a qualidade além de aumentar o valor agregado. A cadeia produtiva busca aumentar a produtividade, reduzir o custo dos insumos e, ao mesmo tempo, estar em conformidade com as normas vigentes. Enquanto isso o consumidor final anseia por edificações de melhor qualidade e menor preço.

Uma das formas de atingir os objetivos acima é a busca da racionalização e industrialização da construção, de tal maneira que a construção de edificações possa aplicar efetivamente as melhores práticas tanto no projeto como na produção. Edificações projetadas não mais com o paradigma da produção em massa, mas em sintonia com o pensamento atual em sistemas de produção, a customização em massa. Em suma, procura-se permitir que o usuário possa efetivamente escolher o habitat que melhor se aproxima de seus anseios individuais e, ao mesmo tempo, possibilitar um processo de projeto e produção com baixos níveis de perdas. Para que isso seja possível, é imprescindível, entre outras coisas, que os insumos estejam em conformidade com as normas e que estas contemplem os conceitos de Coordenação Modular. Além disso, esses conceitos devem ser incorporados nas práticas dos outros membros da cadeia produtiva: os projetistas e os construtores.

O Brasil foi um dos primeiros países do mundo a aprovar uma norma de Coordenação Modular decimétrica (módulo de 10 cm), a NB-25R, em 1950. Nos anos 70 e início dos 80, o Banco Nacional da Habitação (BNH) patrocinou diversos estudos que destacaram a implementação da Coordenação Modular na construção como ferramenta importante para a racionalização. Essa filosofia teve grande expansão até o início da década de 70, começando a dar sinais de queda gradual a partir do seu final, intensificando-se com a recessão de meados da década de 80.

Apesar das quase três dezenas de normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) sobre Coordenação Modular, vigentes há mais de 30 anos, essas raramente são utilizadas pelo meio técnico, seja pelos projetistas, seja pelos produtores de insumos para a construção civil.

No princípio, a normalização não interessou ao setor da construção civil, que estava direcionado às classes mais privilegiadas. Além disso, a década de 70 também correspondeu à produção maciça de habitações de interesse social, que apresentava a característica oposta ao carecer de uma solução tecnológica

que exprimisse a racionalização construtiva e a redução de custos. A tecnologia era precária e fez com que o tema Coordenação Modular fosse relacionado pejorativamente com as construções econômicas de baixa qualidade.

Atualmente, a necessidade de redução de custos e de aumento da produtividade faz com que processos de racionalização e compatibilização construtiva e dimensional voltem a ser considerados.

O uso da Coordenação Modular de 10 cm, utilizada em todos os países desenvolvidos, com exceção dos Estados Unidos (que utiliza 4 polegadas), em particular, traz redução de custos em várias etapas do processo construtivo devido à otimização do uso da matéria-prima, à agilidade que confere no processo de projeto ou compra dos componentes, ao aumento da produtividade e à diminuição dos desperdícios e das perdas.

Nesse contexto situam-se os trabalhos da Rede “Desenvolvimento e difusão de tecnologias construtivas para a Habitação de Interesse Social”. São objetivos da Rede o desenvolvimento e a difusão de tecnologias construtivas para a habitação de interesse social, tendo como foco a Coordenação Modular e a conectividade entre componentes e subsistemas, e a avaliação de desempenho, viabilidade técnica, econômica e de mercado.

A proposta da Rede, que conta com a participação de oito universidades brasileiras (www.habitacao-social.com.br), tem o mérito de propor uma visão integrada da construção e a indicação de caminhos para o desenvolvimento da construção civil.

Como primeira atividade conjunta da Rede, foi realizado um resgate da história e da teoria da Coordenação Modular no Brasil e no mundo, bem como um levantamento das normas brasileiras existentes sobre o tema e a necessidade de adequação delas aos objetivos e necessidades da cadeia produtiva da construção civil. O resultado é esta publicação, de autoria dos professores Hélio Adão Greven e Alexandra Staudt Follmann Baldauf, que atinge esse objetivo inicial.

Espera-se que ela sirva para um melhor entendimento do que é a Coordenação Modular, das vantagens que apresenta e também para uma reflexão por parte dos leitores sobre os caminhos a serem seguidos para que seja efetivamente implementada no Brasil.

Humberto Ramos Roman
Coordenador Geral - Rede HIS

Aguinaldo dos Santos
Coordenador Adjunto