

MODULAÇÃO NO PROJETO ARQUITETÔNICO DE ESTABELECIMENTOS ASSISTENCIAIS DE SAÚDE: o caso dos Hospitais SARAH

Antonio Pedro Alves de Carvalho
Ígor de Góes Tavares

1. INTRODUÇÃO

A coordenação modular consiste num sistema capaz de ordenar e racionalizar a confecção de qualquer artefato, desde o projeto até o produto final (PENTEADO, 1980, p.14). Esta ordenação e racionalização se efetiva, principalmente, pela adoção de uma medida de referência, chamada módulo, considerada como base de todos os elementos constituintes do objeto a ser confeccionado. Em equipamentos complexos, ou de execução em grande escala, como na produção industrial, a padronização de medidas, ou modulação, torna-se obrigatória. A sua utilização é mais freqüente em obras de grande porte e que requerem um método construtivo rápido e racionalizado. É o caso, por exemplo, de obras institucionais (escolas, prédios públicos), hospitais, conjuntos habitacionais e edifícios industriais (como galpões).

A teoria da modulação não é algo novo. É muito anterior à revolução industrial e à idéia de produção em série. A simples adoção de um sistema de medidas coerente se constitui num passo para a coordenação modular. Na arquitetura helênica (Grécia Antiga), como na egípcia, já se construiu partindo de uma medida básica. No primeiro caso, o raio da coluna serviu de unidade para determinar as demais medidas do edifício e no segundo, a distância alcançada por um homem ao estender seu braço horizontalmente. O sentido moderno de *módulo*, no entanto, aparece em épocas recentes ligado à industrialização. A demonstração mais evidente de aplicação desse conceito data da Europa da época posterior à guerra, período de grande demanda habitacional (ARGENTINA, 1977).

Na construção civil brasileira, que possui baixo índice de industrialização, a modulação em níveis mais completos ainda é vista como um fator de deseconomia. Elementos diversos, como blocos cerâmicos, divisórias, pisos, telhas, não possuem nenhuma relação métrica entre si, obrigando a que, nas obras, sejam feitas as mais diversas adaptações, adotando-se sistemas construtivos artesanais.

Em grandes obras, no entanto, ou na montagem de sistemas pré-fabricados, o mínimo de padronização é requerido, não somente pela necessidade de aumento da produtividade, como pela conseqüente compatibilização de projetos.

Na construção de Estabelecimentos Assistenciais de Saúde, notadamente os de grande complexidade, como hospitais e centros de diagnóstico, a coordenação modular também se impõe pelos fatores já citados, além de facilitar posteriores reformas, ampliações, manutenção e adaptações em geral, sempre requeridas neste tipo de estabelecimento.

1. OBJETIVOS

Ao se estabelecer uma medida que serve de unidade para determinar as restantes, a modulação visa coordenar as dimensões das partes de um edifício, assegurando, ao mesmo tempo, flexibilidade de combinação de medidas e facilidade de produção. A definição de um módulo implica que todos os componentes, ou parte significativa deles, tenham suas dimensões estabelecidas pela multiplicação ou fração de uma mesma unidade. Isso faz com que se obtenha mais facilmente uma mesma medida pela combinação de diferentes elementos, o que resulta numa inter-relação harmônica dos componentes entre si e com o total do edifício (ARGENTINA, 1977).

A modulação visa, também, possibilitar o emprego de componentes da construção com poucas adaptações locais e sem a necessidade de modificações do projeto para a obra, evitando gastos e perda de tempo (NAÇÕES UNIDAS, 1966).

Isso é possível por que, ao modular as dimensões em um edifício, pode-se assegurar, com maior precisão, as medidas do espaço reservado para cada componente.

A modulação contribui para a racionalização do processo construtivo, pois, como já foi exposto, garante flexibilidade de combinação de elementos, além de contribuir para uma precisão maior na definição e alcance de medidas. Também contribui para o aumento da repetição de componentes e para a produção em série, já que, ao fixar uma medida básica da qual as demais devem ser múltiplo ou mesmo submúltiplo, limita as variações dimensionais para um mesmo elemento construtivo.

No caso de projetos e construções de EAS, onde a funcionalidade é fator essencial, estas características diminuirão significativamente o custo de manutenção do edifício, tornando-o facilmente adaptável aos velozes progressos da medicina.

2. VANTAGENS E DESVANTAGENS

Dentre as vantagens que a modulação traz para a elaboração de projetos e para a construção, pode-se destacar:

- a. Racionaliza o processo projetual, já que estabelece uma limitação às medidas aplicáveis aos componentes e ao projeto como um todo, além de facilitar e flexibilizar a combinação dessas medidas (ARGENTINA, 1977).
- b. Possibilita o emprego dos componentes na construção em seu espaço designado sem a necessidade de modificações do projeto para a obra, evitando gastos e perda de tempo (NAÇÕES UNIDAS, 1966).
- c. Adequa as características da construção civil aos processos de produção industrial (ARGENTINA, 1977).
- d. Proporciona maior produtividade da mão de obra.
- e. Reduz prazos de execução da obra.
- a. Melhora o entrosamento entre projetistas, fabricantes de materiais e executores da obra pela adoção de parâmetros comuns, facilitando a coordenação do projeto e a manutenção do edifício.

Algumas desvantagens, no entanto, são comumente lembradas:

- a. Pode limitar a variedade de projetos e induzir a uma padronização das soluções, o que se torna um empecilho frente à diversidade de necessidades reais.
- b. Comumente cria uma repetitividade na aparência das edificações.
- c. Necessita de grande especialização da mão de obra, obrigando à contratação de profissionais de bom nível educacional, o que nem sempre existe em disponibilidade no mercado a um preço competitivo.
- d. Obriga a instalação de central de fabricação de componentes, o que onera os custos iniciais do empreendimento, justificando apenas a execução de grande quantidade de unidades.
- e. Algumas soluções limitam o número de fornecedores de materiais e serviços, encarecendo o produto e levando ao risco de descontinuidades na execução.

Estas observações, contudo, podem ser contornadas, a depender de cada caso em particular. No caso das edificações da Rede SARAH, para construção e manutenção, inclusive, foi centralizado em Salvador, BA, o Centro de Tecnologia da Rede SARAH (CTRS), que trabalha com metalurgia, marcenaria, argamassa armada, plásticos e fibra de vidro (LIMA, 1999).

2. MODULAÇÃO EM ESTABELECIMENTOS ASSISTENCIAIS DE SAÚDE

A modulação básica de EAS tem sido fixada em 1,20m, em grande parte por influência da antiga portaria 400 que, em sua parte comentada, afirma: “A modulação apropriada aos projetos hospitalares é de 1,20m” (BRASIL, 1987, p.14). Este módulo, no entanto, é defendido por muitos que apontam vantagens de fácil subdivisão e de determinação de multimódulos.

A modulação de 1,20m possui uma justificativa antropométrica que a valoriza 60cm é considerada a largura média de passagem para uma pessoa. Este fator explica, inclusive, a adoção de múltiplos desta medida por diversas normas, inclusive pela citada portaria 400, que prescrevia 1,20m como largura mínima para circulação de serviço em EAS.

O problema se inicia quando da utilização desta modulação em eixo, o que acaba por reduzir a largura útil disponível, principalmente em casos em que as dimensões são pequenas, como em sanitários, depósitos ou, mesmo, circulações. As normas citadas oferecem exemplos do uso de sanitários com largura de 1,20m entre eixos, o que, decididamente, é uma medida por demais reduzida para o acesso de pacientes (fig. 1).

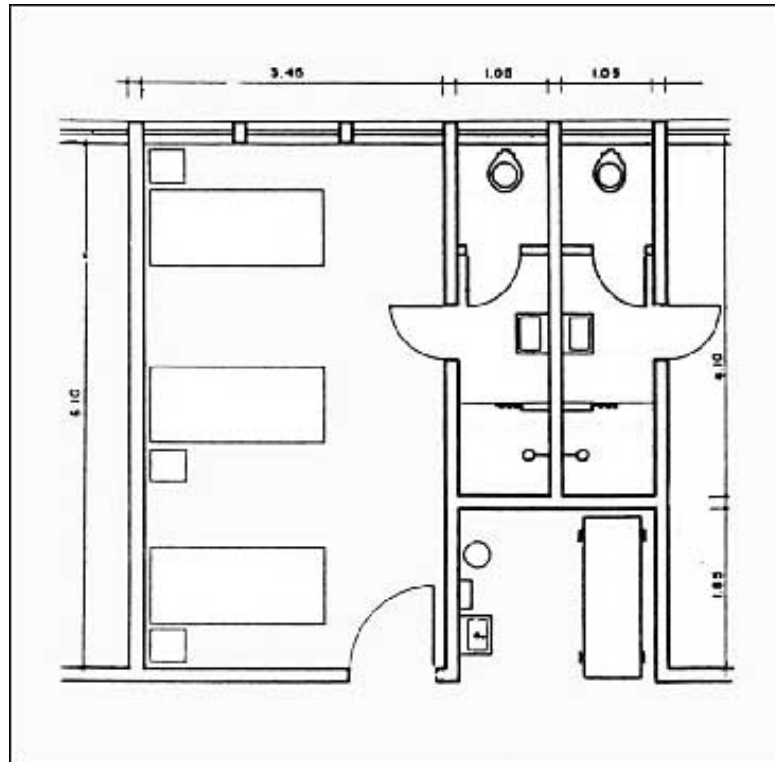


Fig. 1 - Os sanitários representados possuem dimensão modular entre eixos de parede de 1,20m, com largura útil de 1,05m subtraindo-se “meia-parede” (7,5cm) de cada lado. (BRASIL, 1987, p.78)

Outra vantagem desta medida de modulação é a sua fácil divisão, tendo como submúltiplo o módulo padrão universal de 10cm, não perdendo a facilidade de adoção do sistema métrico. Os multimódulos estruturais também, neste caso, apresentam-se com fácil adaptação, podendo-se adotar medidas como 5,40m, 6m, 7,2m ou 8,4m, com boa flexibilidade e economia, permitindo diferentes soluções estáticas e construtivas.

A adoção do submódulo de 60cm pode, também, trazer maior racionalidade na adoção de dimensões de projeto, que podem, desta forma, assumir medidas mais próximas das mínimas exigidas por normas e necessidades funcionais.

A utilização desta modulação em esquadrias não chega a causar problemas pela fácil adaptação de medidas mínimas de normas, como 90cm, 1,20m e 1,80m em vãos livres. As medidas verticais, como de peitoris, corrimãos, rodapés, vergas de portas e janelas, são facilmente adaptadas aos múltiplos e submúltiplos deste módulo, criando interessante possibilidade de padronização.

Os diversos materiais de acabamento, notadamente em piso e teto, proporcionam certas dificuldades de adequação às medidas modulares, principalmente quando da adoção de medidas em eixo. No caso das cerâmicas é comum a não consideração das juntas na sua dimensão de fábrica, ocasionando problemas no assentamento sem arremates. Alie-se a isso a comum adoção de paredes executadas artesanalmente. Em relação aos forros

encontra-se amiúde fornecedores que se utilizam de modulações calcadas em normas estrangeiras, ou mesmo medidas fora do sistema métrico decimal.

A flexibilidade e fácil adaptação da modulação de 1,20m a torna uma candidata em potencial para utilização em projetos de EAS, sendo a mais comum nos dias atuais.

O Caso da Rede SARAH

Um exemplo bem sucedido de utilização de sistemas modulados em edificações para a saúde são os hospitais da Rede SARAH, projetados pelo arquiteto João Filgueiras Lima, o Lelé. Utilizando largamente a pré-fabricação em argamassa armada e estrutura metálica (fig. 2), estas edificações possuem uma infra-estrutura flexível e apta para as mais arrojadas soluções arquitetônicas, bem como para os corretos encaminhamentos de instalações, que permitem uma manutenção fácil e econômica (fig. 3).



Fig. 2 - Vista externa do CTRS, em Salvador, BA, onde se utilizou o sistema construtivo desenvolvido para a execução dos hospitais da Rede SARAH. Observa-se o uso da modulação no emprego da argamassa armada (nos painéis das vedações) e do metal (na estrutura e nos elementos da cobertura).

A Rede SARAH utiliza, atualmente, o módulo de 1,25m (fig. 5). O arquiteto Lelé afirma que já utilizou os módulos de 1,10m e 1,20m, com problemas, notadamente na adoção de materiais de revestimento de piso, que são basicamente o prensado melamínico ou as cerâmicas tipo porcelanato. No caso dos prensados a modulação básica é de 1,25m, sendo utilizada, na Rede, peças pré-cortadas de 62,5cm. Em relação às cerâmicas, o tamanho básico utilizado é o de 50cm, que também dificulta a adoção do módulo de 1,20m.



fig. 3 - Foto de trecho do corredor central do Hospital SARAH Salvador. Observa-se a harmonia na modulação dos diversos elementos do sistema construtivo, o qual permite, de maneira racional, a adoção de soluções arquitetônicas variadas, bem como eventuais modificações



Fig. 4 - Parte superior do corredor central do Hospital SARAH Salvador. Observa-se o encaminhamento de instalações elétricas através de calha embutida no perfil da viga metálica, onde inclusive, são fixadas luminárias e ventiladores. Dessa forma, a fiação tem suas dimensões atreladas à modulação estrutural, o que permite maior controle dimensional em sua execução e manutenção.

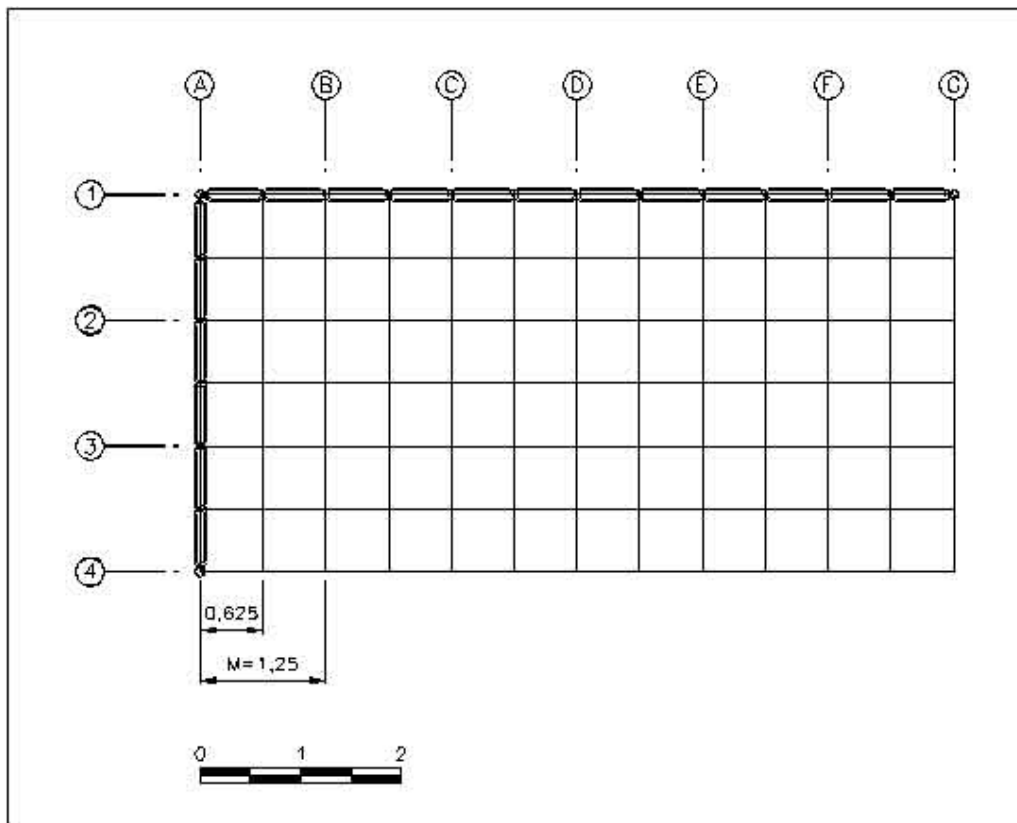


Fig. 5 O desenho acima representa esquematicamente o sistema construtivo desenvolvido para a execução dos hospitais da Rede SARAH. O módulo (M) utilizado mede 1,25 m, do qual derivam as dimensões dos elementos construtivos. Observa-se a modulação do piso (peças de prensado melamínico) e das paredes (placas de argamassa armada em pares), cujos elementos tem como medida um submúltiplo do módulo (62,5 cm, metade de M). A modulação estrutural também obedece a essa medida, sendo que as distâncias entre os pilares (eixo A a eixo G e eixo 1 a eixo 4) são múltiplos do 1,25 m.

A fácil adaptação do multimódulo de 2,50m em relação aos boxes dos leitos também oferece grande vantagem de projeto para a adoção do módulo de 1,25m. Nos hospitais da Rede SARAHA a filosofia de utilização das enfermarias com grande número de leitos possui toda uma fundamentação funcional, com boxes de espaços adaptáveis ao isolamento para cuidados individuais, ou para o aumento da mobilidade do paciente. Desta forma as pessoas reconhecem uma área de atuação individual que lhe dá conforto e segurança, notadamente nos casos de longas internações, como costuma ocorrer nos casos ortopédicos tratados pela Rede.

As medidas verticais não obedecem qualquer modulação especial, adotando-se as medidas necessárias para cada uso. Isto devido à grande flexibilidade das dimensões de comprimento das peças pré-moldadas, bem como da estrutura metálica.

Os multimódulos estruturais também se adaptam com facilidade às medidas utilizadas pelas peças metálicas da construção pré-fabricada usada, trabalhando-se comumente com grandes espaços livres, onde os pisos são terminados antes da colocação final das divisórias em placas de argamassa armada (fig. 5). Esta característica, aliada à grande precisão de corte de pisos do tipo porcelanato ou em prensado melamínico, permite racionalidade no consumo de materiais, facilitando a colocação e diminuindo ao mínimo as perdas.

As instalações elétricas, hidro-sanitárias e de conforto térmico também são beneficiadas pela adoção de dimensões moduladas, padronizando as soluções e diminuindo a variedade de materiais. No caso das instalações elétricas são usadas calhas correndo horizontalmente pelas vigas metálicas (fig. 3 e 4), ou dutos em prumadas verticais, que servem inclusive para o caso das redes hidro-sanitárias, contra incêndio e ar condicionado.

No caso das instalações hidro-sanitárias é procurado, ao máximo, o agrupamento de funções, principalmente as que geram esgoto do tipo primário, de forma a aproveitar as prumadas. Onde esta solução não é possível são utilizadas calhas em vigas para o fornecimento de água e no piso para as saídas de esgoto.

As soluções arquitetônicas da Rede SARAHA reconhecidamente favorecem o conforto ambiental por meios os mais naturais possíveis, havendo sistemas como dutos de captação de ventilação natural, que possuem trajetos facilitados pela adoção de rígida modulação estrutural (fig. 6). Essa peculiaridade reflete-se na pouca necessidade do uso de ar condicionado.

Todos os materiais utilizados em acabamentos da Rede adotam a modulação em planta de 1,25m (fig. 5), sejam em divisórias, esquadrias ou, até, equipamentos e mobiliário, sendo um exemplo do correto aproveitamento da modulação em projetos de EAS.

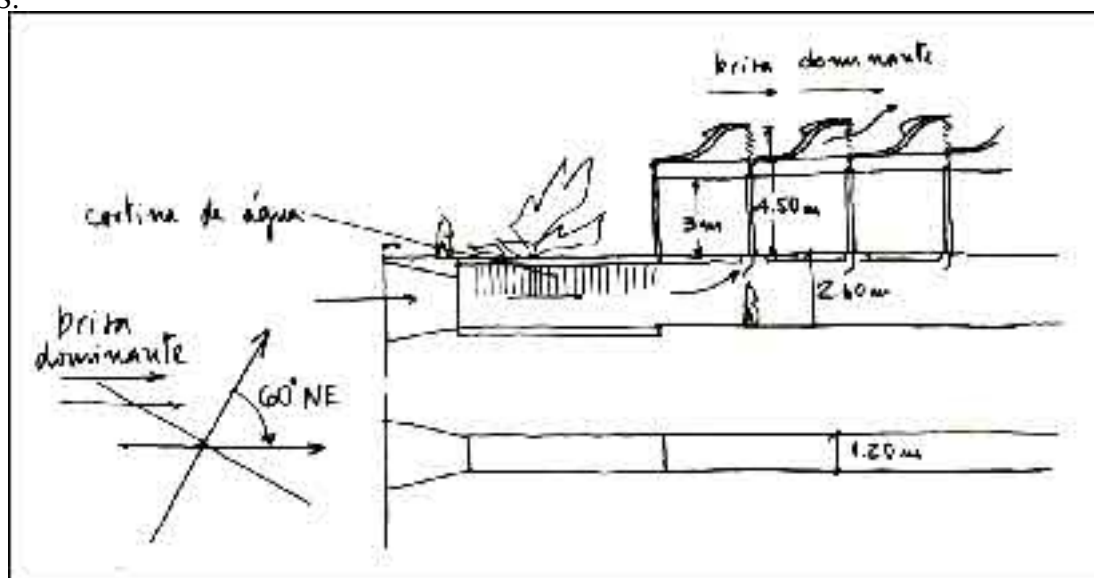


Fig. 6 - Corte e planta baixa em croqui de duto que compoñe um sistema de ventilação natural utilizado nos projetos da Rede SARAHA de Hospitais. Esse sistema é constituído por um conjunto de corredores, paralelos entre si e perpendiculares aos panos de exaustão dos "sheds", que ficam abaixo do piso do Hospital (LIMA, 1999, p.24)

1. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através das quadrículas modulares de projeto, é possível compatibilizar os diversos projetos de uma mesma construção. Essa é uma das aplicações da coordenação modular: a coordenação de projetos. Consiste no uso de uma base dimensional (o módulo base, segundo os conceitos já expostos), para nortear a definição das medidas em todos os projetos. Assim evita-se que projetos arquitetônicos, estruturais, de cobertura e de instalações, por exemplo, apresentem incongruências.

A coordenação modular também visa criar um intercâmbio entre projetistas, fabricantes e construtores através de um tratamento uniforme das dimensões. Estabelecida essa conexão entre quem projeta, produz e constrói, fica mais fácil intervir na construção depois de pronta (caso de ampliações e reformas). Isso por que todos esses profissionais tratariam as medidas de maneira uniforme, sendo mais fácil fazer a substituição de componentes construtivos (reformas) ou incorporar novos (ampliações), já que suas dimensões estariam coordenadas, independente do projetista, produtor ou construtor.

A coordenação modular é um guia dimensional tanto para fabricantes (oferecendo-lhes uma série limitada de dimensões coordenadas de produção), quanto para projetistas (fornece-lhes um conjunto de medidas de desenho que respondam à funcionalidade e possibilitem maior combinação), trazendo vantagens para todos que a utilizam.

2. REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR-5706. **Coordenação modular da construção**: procedimento, 1977. 4p.
- _____. NBR-5707. **Posição dos componentes da construção em relação à quadrícula modular de referência**, 1982. 3p.
- _____. NBR-5709. **Multimódulos**, 1982. 1p.
- _____. NBR-5725. **Ajustes modulares e tolerâncias**. 1982, 4p.
- _____. NBR-5726. **Série modular de medidas**. 1982, 3p.
- _____. NBR-5729. **Princípios fundamentais para a elaboração de projetos coordenados modularmente**, 1982. 3p.
- _____. NBR-5730. **Símbolos gráficos empregados na coordenação modular da construção**, 1982. 3p.
- _____. NBR-5731. **Coordenação modular da construção**: terminologia, 1982. 4p.
- ARGENTINA. INTI. **Coordinacion Modular**. Buenos Aires, 1977.
- _____. **Coordinacion Modular y Conceptos Generales**. Buenos Aires, 1977.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Normas para projetos físicos de estabelecimentos assistenciais de saúde**, Brasília, 1994. 144p.
- _____. **Normas e padrões de construções e instalações de serviços de saúde**. 2ª ed. 1987. 133p.
- CUBA. Ministerio de la Construccion. **Sistema Modular Uniforme en la Construccion**. Cordoba, CUBA: Universidad Nacional de Cordoba, 1973.
- LATORRACA, Giancarlo. **João Filgueiras Lima, Lelé**. São Paulo: Instituto Lina Bo e P.M. Bardi; Lisboa: Editorial Blau, 1999. 264p.
- LIMA, João F. CTRS Centro de Tecnologia da Rede Sarah. Brasília: SarahLetras; São Paulo: Fundação Bienal/ProEditores, 1999. 66p.
- LUCINI, Hugo C. **Manual Técnico de Modulação de Vãos de Esquadrias**. São Paulo: Pini, 2001.
- NAÇÕES UNIDAS. **Coordinacion Modular em Vivienda**. Nova York, 1966.
- NISSEN, Henrik. La base del sistema modular. **Construcción industrializada y diseño modular**. Madrid: H. Blume Ediciones, [19--]. p. 20-58.
- PENTEADO, Adilson F. **Coordenação modular**. (Dissertação de mestrado, defendida na Escola Politécnica, USP, São Paulo, 1980).