

3.

Teoria da coordenação modular

3.1 Definições de Coordenação Modular

Para esta pesquisa foram destacadas algumas definições de Coordenação Modular defendidas por alguns autores.

Para Mascaró (1976), a Coordenação Modular é “um mecanismo de simplificação e inter-relação de grandezas e de objetos diferentes de procedência distinta, que devem ser unidos entre si na etapa de construção (ou montagem), com mínimas modificações ou ajustes”.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, [1975?]), em uma publicação intitulada *Síntese da Coordenação Modular*, define-a como sendo “a aplicação específica do método industrial por meio da qual se estabelece uma dependência recíproca entre produtos básicos (componentes), intermediários de série e produtos finais (edifícios), mediante o uso de uma unidade de medida comum, representada pelo módulo”. Já na NBR 5706: “Coordenação Modular da construção - procedimento”, a ABNT (1977) usa como definição “técnica que permite relacionar as medidas de projeto com as medidas modulares por meio de um reticulado espacial modular de referência”. Rosso (1976) é contrário a esta definição, pois acredita que os que a definem

como técnica vêm-na apenas como um instrumento de projeto, rigorosamente disciplinado pelo uso de retículas e quadriculas, “enquanto na verdade é uma metodologia sistemática de industrialização”.

Lucini (2001) entende por Coordenação Modular “o sistema dimensional de referência que, a partir de medidas com base em um módulo predefinido (10 cm), compatibiliza e organiza tanto a aplicação racional de técnicas construtivas como o uso de componentes em projeto e obra, sem sofrer modificações”.

A definição que se pode considerar a mais atual e abrangente, que desmistifica a Coordenação Modular do rigorosismo a que muitas vezes é associada, é dada por Greven (2000), que a define como sendo “**a ordenação dos espaços na construção civil**”.

3.2 Objetivos da Coordenação Modular

De uma forma bastante genérica, pode-se dizer que a Coordenação Modular tem como objetivo a racionalização da construção. Rosso (1980) define racionalização como a aplicação mais eficiente de recursos para a obtenção de um produto dotado da maior efetividade possível.

Todas as etapas do ciclo produtivo, desde a normalização, a certificação e projeto dos componentes, passando pela matéria-prima utilizada para sua fabricação, pelos projetos arquitetônico, estrutural e complementares, até a montagem e manutenção das edificações, ficam envolvidas. Dessa forma, todos os intervenientes da cadeia produtiva são responsáveis pela busca do sucesso.

Em função desse envolvimento conjunto, podem ser formulados diversos objetivos específicos, que se relacionam mutuamente, ocorrendo de forma simultânea e interligada, e são indissociáveis.

Com normas técnicas bem elaboradas seguidas por um eficiente sistema de certificação, os componentes passam por uma **padronização dimensional**, a partir da qual têm as mesmas características dimensionais, e por uma **redução da variedade de tipos**, mediante o emprego de medidas preferidas a serem escolhidas na série de medidas preferíveis. A **produção dos componentes é seriada**, e não mais sob medida. Mesmo sendo os componentes produzidos por indústrias diferentes, essas características asseguram a **intercambialidade** entre eles, pois passam a ser compatíveis entre si, em função de suas dimensões serem múltiplas do módulo decimétrico. Dessa forma, ruma-se à **industrialização aberta**⁸.

⁸ Forma de industrialização na qual os componentes são produzidos a partir de um módulo-base, para que sejam combinados com outros componentes, qualquer que seja o fabricante.

A padronização dos componentes, segundo Rosso (1976), ainda **viabiliza as exportações**, abrindo a possibilidade de os produtos circularem internacionalmente. Segundo o mesmo autor, essa estratégia foi usada por diversos países europeus, como Dinamarca, Espanha, França e Itália, para desenvolver as exportações e equilibrar a balança comercial. Essa questão da exportação foi ponto crucial para que países como a Alemanha, em 1971, e a Inglaterra, em 1972, se vissem obrigados a fazer modificações em suas normas e/ou sistema de medidas, a fim de se enquadrarem nos princípios utilizados em todos os demais países industrializados.

Além disso, há uma **simplificação do projeto**, tanto pelo fato de **os detalhes construtivos mais comuns já estarem solucionados** em função da própria padronização quanto pelo **estabelecimento de uma linguagem gráfica, descritiva e de especificações** que será comum a fabricantes, projetistas e construtores (LUCINI, 2001), facilitando o entendimento entre os intervenientes do processo. Isso acaba por **disponibilizar mais tempo para o profissional de projeto** abordar com mais intensidade a criatividade arquitetônica.

A Coordenação Modular promove a **construtividade**, o que significa, de forma simplificada, facilitar a etapa de execução (OLIVEIRA, 1999). A execução passa a ser uma **montagem tipificada** (LUCINI, 2001), pois utiliza componentes padronizados e intercambiáveis que não necessitam de cortes, auxiliando então na **redução do desperdício**.

Com relação aos quesitos de sustentabilidade, a Coordenação Modular **reduz o consumo de matéria-prima** e aumenta a capacidade de troca de componentes da edificação (ANGIOLETTI; GOBIN; WECKSTEIN, 1998), facilitando a sua **manutenibilidade**.

Para os fabricantes de componentes, projetistas e executores, ainda traz **agilização operacional e organizacional**, em função da **repetição de técnicas e processos e do domínio tecnológico** (OLIVEIRA, 1999). Lucini (2001) ainda aponta como vantagem o **controle eficiente de custos e de produção**.

Em resumo, tudo isso traz **aumento da produtividade** e uma conseqüente **redução de custos**, objetivos sempre buscados. Dessa forma, contribui-se para a **qualificação da indústria da construção civil**.

3.3 O módulo

Segundo a NBR 5706, “módulo é a distância entre dois planos consecutivos do sistema que origina o reticulado espacial modular de referência” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1977).

Também chamado de módulo-base, o módulo é universalmente representado por “M”. O módulo adotado pela maioria dos países é o decímetro (10 cm), que, desde 1950, com a publicação da NB-25R, já é adotado pelo Brasil.

Segundo a AEP (1962), o módulo desempenha três funções essenciais:

a) é o denominador comum de todas as medidas ordenadas;

b) é o incremento unitário de toda e qualquer dimensão modular, a fim de que a soma ou a diferença de duas dimensões modulares também seja modular; e

c) é um fator numérico, expresso em unidades do sistema de medida adotado ou a razão de uma progressão.

Em agosto de 1955, na convenção realizada pela AEP em Munique, foram estabelecidos cinco requisitos na adoção da medida correspondente ao módulo (CAPORIONI; GARLATTI; TENCA-MONTINI, 1971):

a) a dimensão do módulo deve ser suficientemente grande para que seja possível estabelecer uma correlação satisfatória entre as dimensões modulares dos componentes e os espaços modulares do projeto;

b) o módulo deve ser suficientemente pequeno para que seus múltiplos correspondam, com todas as dimensões de que necessitem, aos diferentes elementos da gama industrial, constituindo uma unidade conveniente de incremento de uma dimensão modular à seguinte, de modo que se reduzam ao mínimo tanto as variações a serem introduzidas nos elementos já produzidos atualmente, para adaptá-los à medida modular mais próxima, quanto as variações correspondentes dos espaços previstos no projeto;

c) será eleita como módulo a maior medida possível, a fim de proporcionar a máxima redução da variedade atual de componentes;

d) para comodidade de uso, a dimensão do módulo deve ser expressa por um número inteiro e ser caracterizada por uma relação numérica simples, com o sistema de medidas ao qual se refere; e

e) a dimensão do módulo deve ser eleita por unanimidade entre os países que pretendem adotar a Coordenação Modular e deve ser, portanto, dentro dos limites possíveis, igual para todos os países.

Na reunião realizada em Paris em junho de 1957, pelo subcomitê TC-59 da ISO, houve uma votação que aprovava oficialmente a adoção das medidas de 10 cm ou 4 polegadas como módulos-base, que já haviam sido propostos na reunião de agosto de 1955 (BUSSAT, 1963). Atualmente, o decímetro é o módulo-base adotado em todos os países do mundo, com exceção dos Estados Unidos, onde o módulo-base é 4 polegadas. O uso do decímetro como módulo-base internacional se deve ao fato de que o sistema de medidas adotado internacionalmente é o métrico, em conformidade com o Sistema Internacional de Unidades, o SI, segundo o INMETRO (INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL, 2003).

3.4 Instrumentos da Coordenação Modular

Para que esses critérios sejam exeqüíveis, a Coordenação Modular dispõe de quatro instrumentos fundamentais que norteiam a sua estruturação:

- a) o sistema de referência;
- b) o sistema modular de medidas;
- c) o sistema de ajustes e tolerâncias (ou ajuste modular); e
- d) o sistema de números preferenciais, os quais são desenvolvidos a seguir.

3.4.1 Sistema de referência

O sistema de referência é formado por pontos, linhas e planos, em relação ao qual ficam determinadas a posição e a medida de cada componente da construção, permitindo, assim, sua conjugação racional no todo ou em parte.

Nesse sistema pode-se estabelecer um plano horizontal de referência, definido por dois eixos cartesianos ortogonais x e y , e por dois planos verticais de referência, definidos pelos eixos cartesianos ortogonais x , y e z (ROSSO, 1976). A Figura 11 mostra o ponto A, univocamente determinado no espaço a partir de suas projeções nos planos xy , zx e yz , definindo os respectivos pontos $x'y'$, $x'z'$ e $y'z'$.

O sistema de referência é utilizado tanto no momento de projetar componentes ou edificações quanto no da execução (montagem) da obra, resolvendo-se, em seu traçado, as relações entre os com-

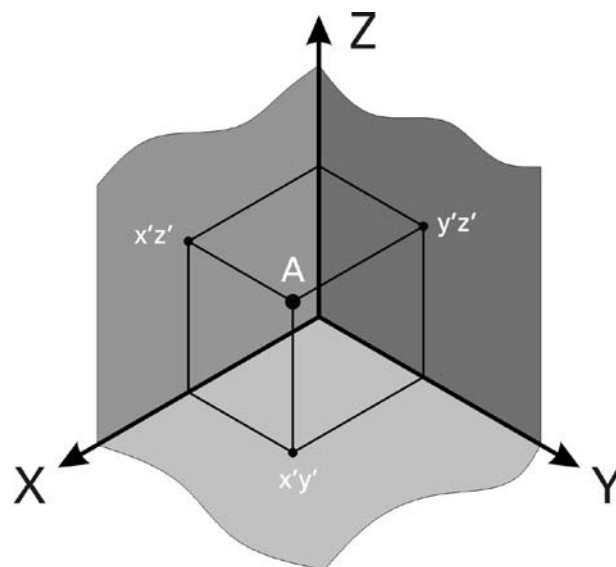


Figura 11 - Sistema de referência

ponentes adjacentes, dando a exata correspondência entre as medidas nominais dos vãos ou componentes (MASCARÓ, 1976).

O módulo gerador do sistema deve ser, então, um número inteiro em relação numérica simples com o sistema de medidas a que se refere, e sua função é a de servir como máximo denominador comum, como incremento unitário, como primeira medida das grandezas da série modular, assim como também a do intervalo dimensional base do sistema de referência. (MASCARÓ, 1976).

Dois outros elementos básicos do sistema de referência são o reticulado modular espacial de referência e o quadriculado modular de referência (ou malha modular).

3.4.1.1 Reticulado modular espacial de referência

O reticulado modular espacial de referência (Figura 12) é constituído pelas linhas de interseção de um sistema de planos separados entre si por uma distância igual ao módulo e paralelos a três planos ortogonais dois a dois (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1977).

O reticulado modular espacial de referência configura uma malha espacial que serve de referência, segundo Lucini (2001), para o posicionamento dos componentes da construção, das juntas e dos acabamentos. Os componentes ficam univocamente localizados na malha espacial, conforme ilustrado na Figura 13, demonstrando como a Coordenação Modular assegura a organização dos espaços na construção civil.

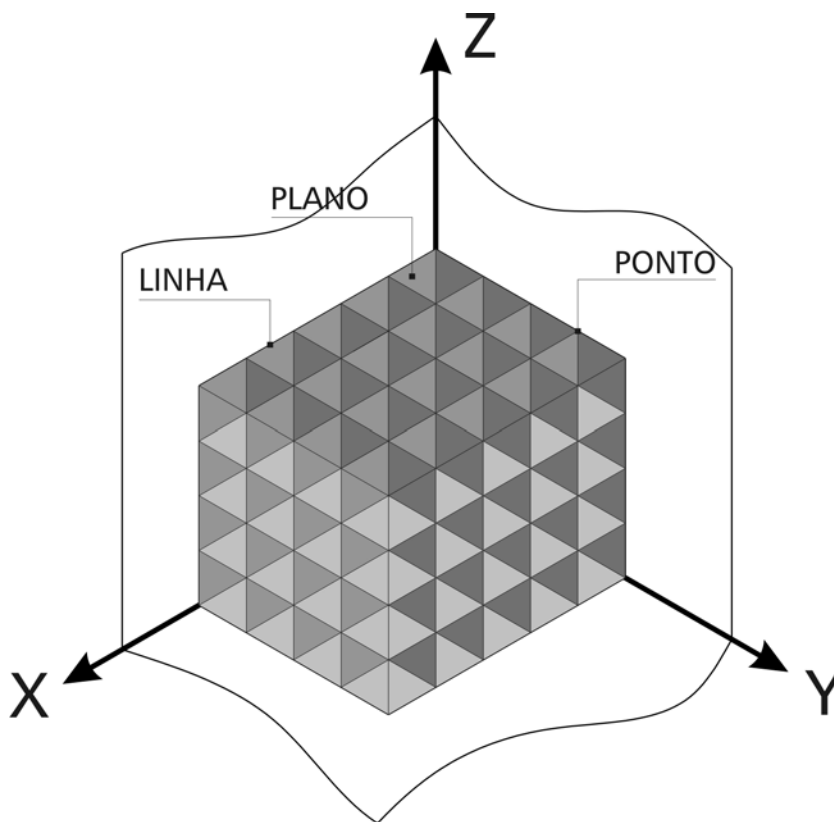


Figura 12 - Reticulado modular espacial de referência

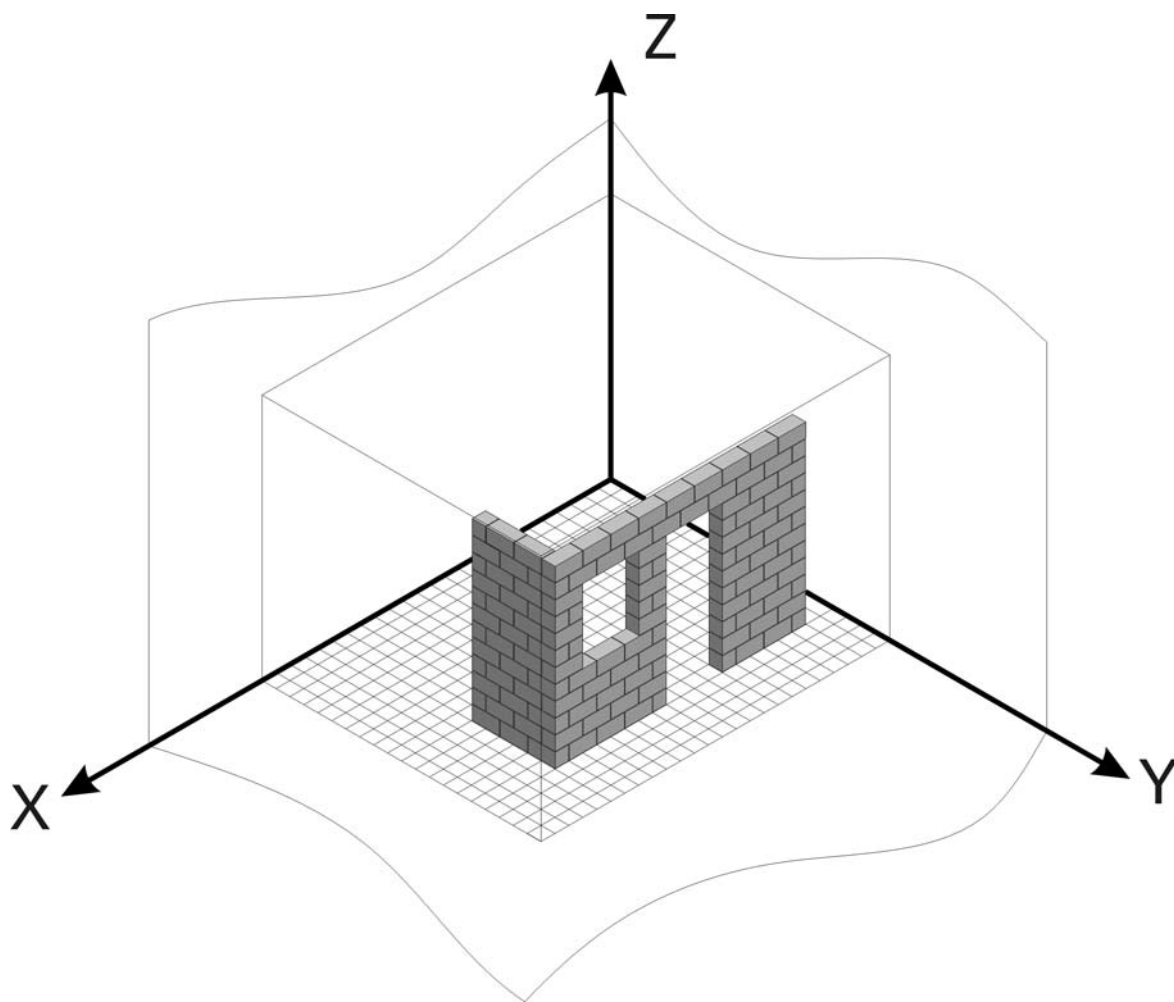


Figura 13 - Reticulado modular espacial de referência

3.4.1.2 Quadriculado modular de referência ou malha modular

O quadriculado modular de referência (ou malha modular) é a projeção ortogonal do reticulado espacial de referência sobre um plano paralelo a um dos três planos ortogonais (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1977). Considerando-se que a representação gráfica do projeto mais usual é através das vistas ortográficas, as quais representam os objetos em duas dimensões, torna-se necessário utilizar as projeções ortogonais do reticulado modular espacial de referência.

Caporioni, Garlatti e Tenca-Montini (1971) sugerem a seguinte subdivisão em relação aos quadriculados a serem utilizados nas diversas fases do projeto:

- a) quadriculado modular propriamente dito: utilizado no projeto de componentes e detalhes;
- b) quadriculado de projeto: utilizado para a criação do projeto geral da edificação;
- c) quadriculado estrutural: utilizado para o posicionamento dos elementos estruturais; e
- d) quadriculado de obra: utilizado para a locação da edificação e dos componentes para a sua montagem.

A Figura 14 apresenta três quadriculados diferentes, para serem usados em diferentes fases do projeto: o quadriculado M, o quadriculado 3M e o quadriculado 24M. O quadriculado modular é o M, o quadriculado de projeto é o multimódulo 3M, di-

menção modular de um bloco cerâmico, por exemplo, e o quadriculado 24M é o quadriculado estrutural do projeto.

Tem-se, portanto, um reticulado espacial e quadriculados planos. Estes podem ser tanto no plano horizontal quanto no vertical, dependendo da representação a ser feita: plantas baixas ou elevações, respectivamente.

3.4.2 Sistema modular de medidas

O sistema modular de medidas é baseado na unidade de medida básica da Coordenação Modular, o módulo, e em alguns múltiplos inteiros ou fracionários dele. O módulo constitui o espaço entre os planos do sistema de referência em que se baseia a Coordenação Modular. Os componentes deverão ocupar espaços determinados por esses planos e a eles também deverão referir-se suas medidas.

As características do sistema modular de medidas são, segundo Mascaró (1976):

- a) conter medidas funcionais e de elementos construtivos típicos;
- b) ser aditiva em si mesma (por ser a construção um processo aditivo); e
- c) assegurar a intercambialidade das partes mediante a combinação das medidas múltiplas ou submúltiplas do módulo.

Além do módulo-base, são necessários multimódulos e submódulos.

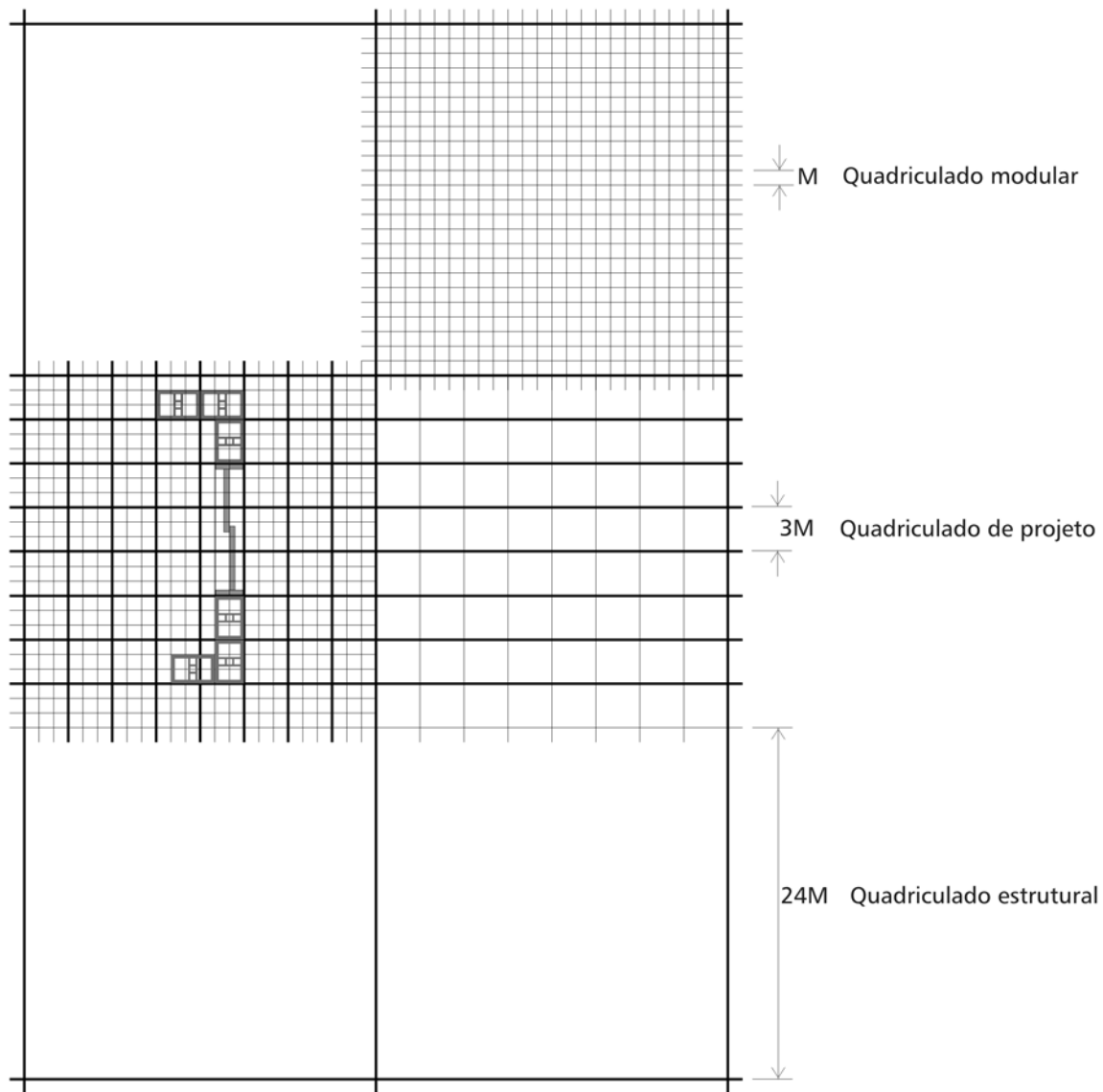


Figura 14 - Quadrulados modulares M, 3M e 24M

3.4.2.1 Multimódulos

Como multimódulos ($n \times M$, onde n é um número positivo inteiro qualquer) são recomendados: 3M, 6M, 12M, 15M, 30M e 60M, pelo IMG (ROSSO, 1976), e 12M, 15M, 30M e 60M, pela ISO (ROSSO, 1976). Para o caso do Brasil, Rosso (1976) sugere o multimódulo 2M para a coordenação altimétrica (elevações) e o 3M para a coordenação planimétrica (plantas baixas). A DIN 18000 recomenda os multimódulos 3M, 6M e 12M (DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG, 1984).

3.4.2.2 Submódulos

Nem todos os componentes da construção podem ser fabricados segundo dimensões múltiplas do módulo, designadamente aqueles que, pela sua natureza, são obrigatoriamente inferiores ao módulo-base, como, por exemplo, espessuras de painéis e de paredes, e certos tipos de tubos e de perfis. Para resolver essa situação, é admitida a utilização de submódulos (M/n).

Rosso (1976) propõe a adoção dos submódulos $M/4$ (2,5 cm) e $M/8$ (1,25 cm) para espessura de painéis, para espessura de acabamentos e para peças especiais de fechamento.

Há, no entanto, o perigo de o submódulo ser utilizado com frequência desnecessária, o que conduziria a um aumento de variedade dimensional da gama modular de produtos industriais, contrária à economia própria do sistema modular (LISBOA, 1970). Por isso, deve-se observar que:

a) o submódulo nunca deve ser empregado como módulo-base;

b) a frequência de aplicação do submódulo resultará sempre de exigências de ordem funcional e de máxima economia; e

c) quando exigências de ordem estritamente funcional determinem um dimensionamento mínimo múltiplo de um submódulo, deve-se avaliar, para cada caso, se a correção por excesso para a obtenção do multimódulo mais próximo será um encargo compatível com as vantagens econômicas obtidas pelo uso da Coordenação Modular.

3.4.2.3 Medida modular

A medida modular é a medida igual a um módulo ou a um múltiplo inteiro do módulo (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1977) de um componente, vão ou distância entre partes da construção. A medida modular inclui o componente e a folga perimetral, necessária para absorver tanto as tolerâncias de fabricação do componente quanto a colocação em obra, de acordo com as técnicas construtivas e normas correspondentes. A medida modular garante que cada componente disponha de espaço suficiente para sua colocação em obra, sem invadir a medida modular do componente adjacente (LUCINI, 2001). Ela é representada por “ nM ”, onde:

n é um número positivo inteiro qualquer; e

M é o módulo.

3.4.2.4 Medida de projeto do componente

Medida de projeto do componente é a medida determinada no projeto para qualquer componente da construção. Essa medida é sempre inferior à medida modular, pois leva em conta a tolerância de fabricação e as juntas necessárias à perfeita adaptação do componente no espaço que lhe é destinado, sem invadir a medida modular do componente adjacente. Ela é representada por “ mP_{comp} ”.

3.4.2.5 Junta modular

Junta modular é a distância prevista no projeto arquitetônico entre os extremos de dois componentes, considerando-se a sua medida de projeto do componente.

A Figura 15 indica, para blocos cerâmicos, a medida modular, a medida nominal, a junta modular e o ajuste modular.

3.4.3 Ajuste modular

Ajuste modular é a uma medida que relaciona a medida de projeto do componente com a medida modular. Ele é representado por “ aM ”. O Ajuste modular estabelece a relação dos componentes da construção com o sistema de referência. Permite definir com segurança os limites dimensionais dos elementos em função das exigências de associação ou montagem.

Ao se considerar a operação de colocação, associação e montagem de um componente em uma posição previamente estabelecida no projeto arquitetônico univocamente relacionada com o sistema de referência, deve-se supor que essas operações se realizem sem a necessidade de adaptações e cortes do material. Para que isso aconteça, é necessário que os componentes, provenientes de fábricas diferentes, possuam medidas idênticas às do projeto do componente, salvo as exigências de união com os outros componentes com os quais irão associar-se (EUROPEAN PRODUCTIVITY AGENCY, 1962).

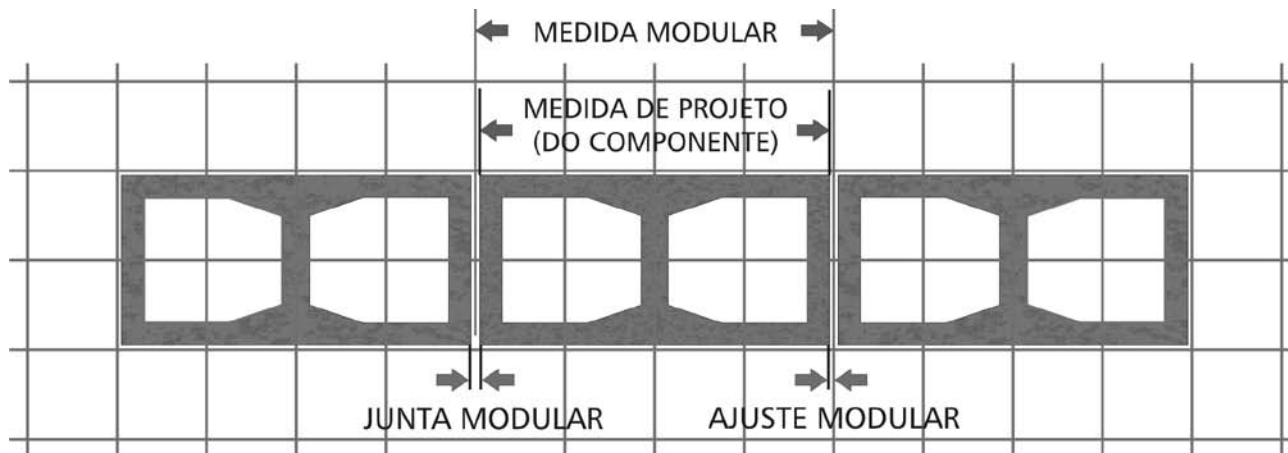


Figura 15 - Medida modular, medida nominal, junta modular e ajuste modular

Deve-se observar também que um componente de forma geométrica definida está sujeito a variações dimensionais em relação às medidas modulares. Tais variações decorrem de erros de fabricação e de posição, ou de dilatações, contrações e deformações originadas por fenômenos físico-químicos, posteriores à montagem, que exigem, portanto, um dispositivo que permita absorver essas variações na união. Requisitos funcionais das juntas, por sua vez, podem obrigar a respeitar determinadas espessuras mínimas.

3.4.3.1 Ajuste modular positivo

O ajuste modular positivo ocorre quando o espaço modular não é preenchido totalmente pelo

componente. No exemplo da Figura 16, a medida modular é maior que a medida de projeto do componente (porta). Nesse caso, a medida modular para a porta de madeira é 9M, o espaço obtido no vão entre os blocos cerâmicos é de 91 cm (medida modular + 1), e a medida de projeto do componente da porta será a medida modular diminuindo-se o ajuste necessário para a sua instalação.

Para o ajuste modular positivo, tem-se:

$$aM = nM - mP_{\text{comp}}$$

e

$$aM > 0.$$

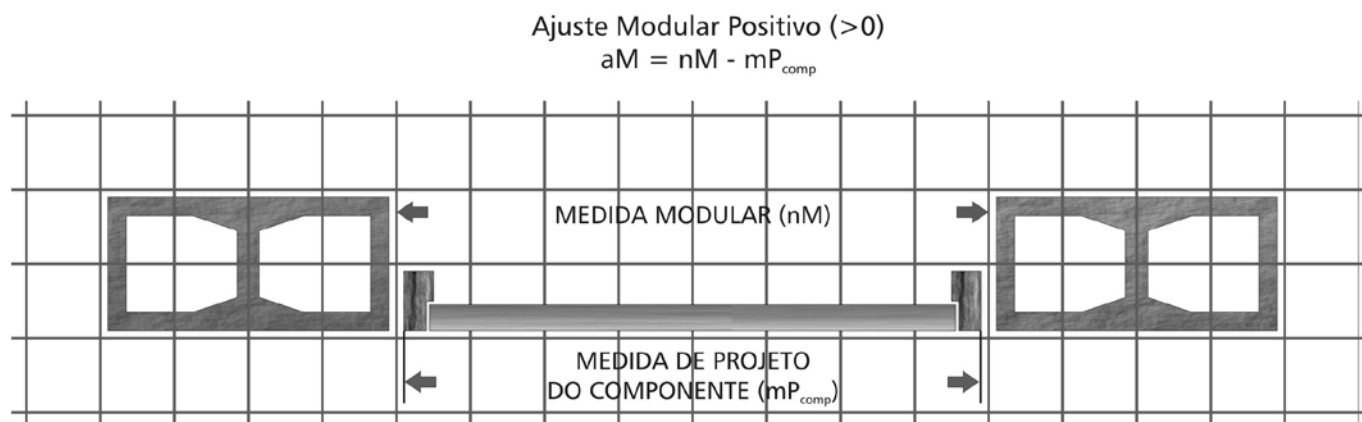


Figura 16 - Ajuste modular positivo

3.4.3.2 Ajuste modular negativo

O ajuste modular negativo ocorre quando o espaço modular é excedido, como no caso do exemplo da Figura 17, em que o sistema de união dos painéis é feito por superposição. O ajuste modular é negativo, pois a medida modular (nM) é menor que a medida de projeto do componente (mP_{comp}).

Para o ajuste modular negativo, tem-se:

$$aM = nM - mP_{comp}$$

e

$$aM < 0.$$

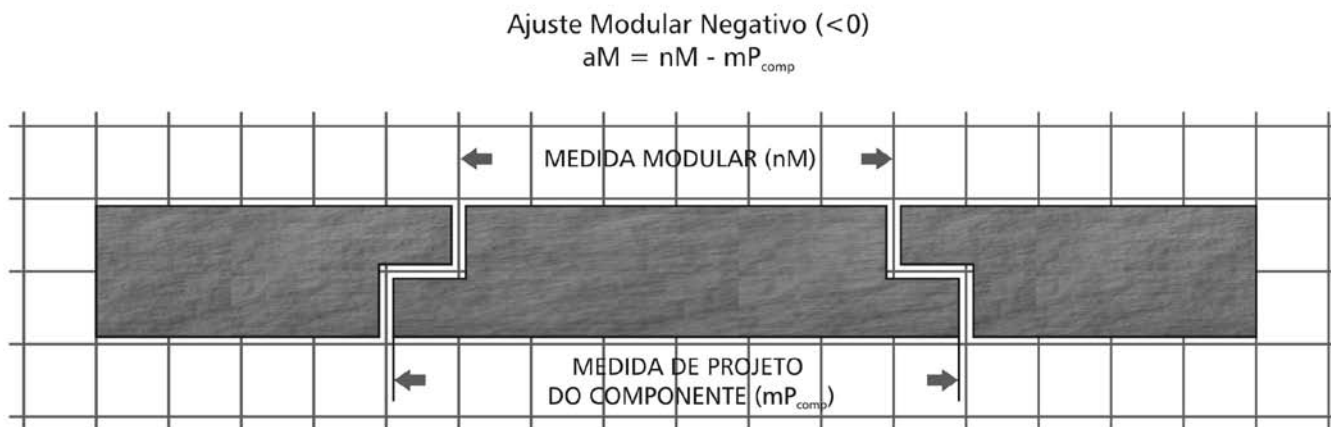


Figura 17 - Ajuste modular negativo

3.4.3.3 Ajuste modular nulo

O ajuste modular é nulo quando a dimensão do componente coincide com a dimensão modular, ou seja, o componente ocupa totalmente o espaço modular. No exemplo da Figura 18, os painéis se ajustam topo a topo, considerando-se, então, que haja um ajuste modular nulo.

Para o ajuste modular negativo tem-se:

$$aM = nM - mP_{comp}$$

e

$$aM = 0.$$

Ajuste Modular Nulo (=0)
 $aM = nM - mP_{comp}$

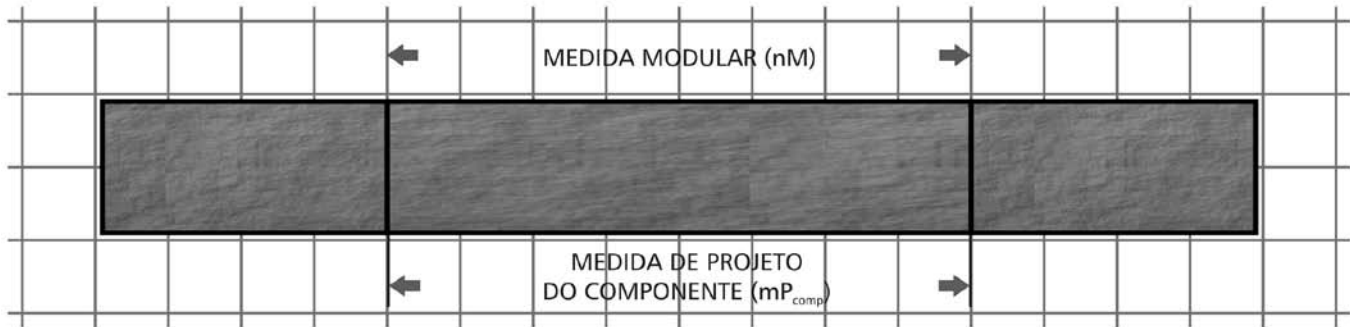


Figura 18 - Ajuste modular nulo

3.4.4 Sistema de números preferenciais

O uso de um sistema modular de medidas realiza naturalmente uma seleção de medidas. Entretanto, outros instrumentos de seleção são necessários para otimizar o tipo e o número de formatos de cada componente. Com isso, as séries de produção são reduzidas ao mínimo indispensável para atender às exigências de mercado e aos requisitos econômicos, mas sem perder flexibilidade. Os números preferenciais são escolhidos de forma adequada em relação às características do sistema modular e de maneira a obedecer a regras numéricas seletivas e que permitam uma seleção organizada de dimensões (ROSSO, 1976). Segundo Mascaró (1976), o sistema de números preferenciais caracteriza-se:

a) por ter fixos os seus limites pelas características técnicas dos componentes e as ra-

zões econômicas de sua fabricação;

b) pela função que desempenha;

c) por sua forma de união (junta entre os componentes construtivos); e

d) por sua possibilidade de dividir-se sem desperdício.

No sistema de números preferenciais, haverá as medidas preferíveis e as medidas preferidas (GREVEN, 2000). As medidas preferíveis serão aquelas que melhor se ajustam aos princípios da Coordenação Modular, como, por exemplo, janelas com largura levando-se em consideração o multimódulo planimétrico 3M: 30 cm, 90 cm, 120 cm, 150 cm, 180 cm e assim por diante. As medidas preferidas serão, entre as medidas preferíveis, aqueles tamanhos que o mercado utiliza com maior frequência.

3.5 Projeto modular

O projeto modular, segundo o BNH/IDEG (1976), é baseado no sistema de referência, através do quadriculado modular de referência. Dessa forma, as plantas baixas, fachadas e cortes que compõem o projeto se desenvolvem sobre o quadriculado, permitindo coordenar a posição e as dimensões dos componentes de construção. Isso facilita não somente a realização do projeto, simplificando sua representação, mas também a montagem dos componentes na execução da obra, reduzindo a ocorrência de cortes. Por isso, para o projeto modular, deve-se procurar a melhor solução diante dos inúmeros componentes que deverão ser considerados, atendendo da melhor forma a todas as exigências.

3.5.1 Posição dos componentes em relação ao quadriculado modular de referência

Um componente pode ocupar três posições distintas em relação ao quadriculado modular de referência. O posicionamento é sempre feito considerando-se somente a dimensão do componente em relação ao quadriculado modular, ou seja, sem agregar a dimensão de nenhum tipo de acabamento (reboco, azulejo, cerâmica, pedra, entre outros). **Portanto,**

quando se trabalha com Coordenação Modular, consideram-se medidas “em osso” para o posicionamento dos componentes. Também se considera o componente em sua projeção ortogonal (como nas vistas ortográficas).

A posição do componente em relação ao quadriculado modular de referência será escolhida em função de necessidades técnicas e econômicas, as quais determinarão qual das três posições será a mais conveniente (BANCO NACIONAL DA HABITAÇÃO; INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E GERENCIAL, 1976).

3.5.1.1 Posição simétrica

Na posição simétrica o componente terá o seu eixo posicionado sobre uma linha do quadriculado modular de referência, facilitando, na prática, a marcação da obra. A medida entre os eixos dos componentes será uma medida modular.

Se a distância face a face do componente for uma medida modular, a distância do eixo do componente à sua face também será uma medida modular. A Figura 19 exemplifica blocos em posição simétrica em relação a uma linha do quadriculado modular de referência.

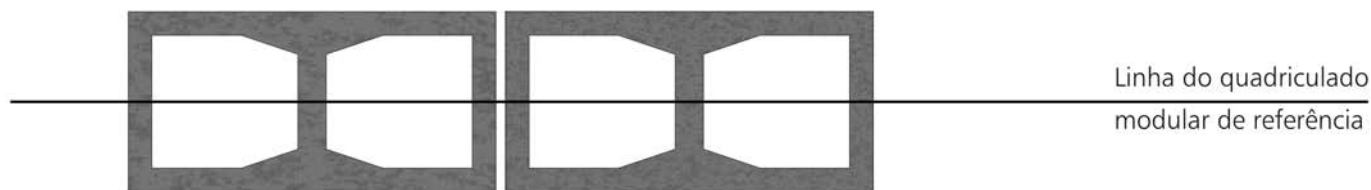


Figura 19 - Componentes em posição simétrica em relação à linha do quadriculado modular de referência

3.5.1.2 Posição assimétrica

Na posição assimétrica o componente terá o seu eixo posicionado de forma deslocada em relação à linha do quadriculado modular de referência, mas essa excentricidade deve ser, de preferência, submodular.

Portanto, as medidas das faces do componente à linha do quadriculado modular serão distintas, pois estarão afastadas diferentemente em relação a esta. A Figura 20 mostra blocos em posição assimétrica em relação a uma linha do quadriculado modular de referência.



Figura 20 - Componentes em posição assimétrica em relação à linha do quadriculado modular de referência

3.5.1.3 Posição lateral

Na posição lateral, o componente terá uma de suas faces posicionada lateralmente em relação à linha do quadriculado modular de referência. A Figura

21 exemplifica blocos em posição lateral em relação a uma linha do quadriculado modular de referência.

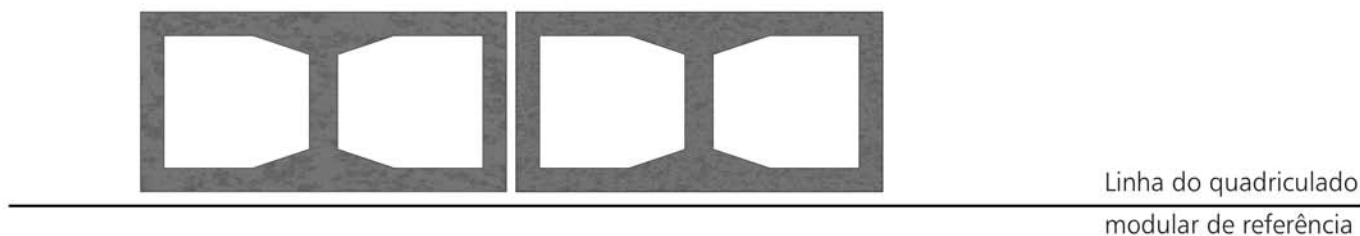
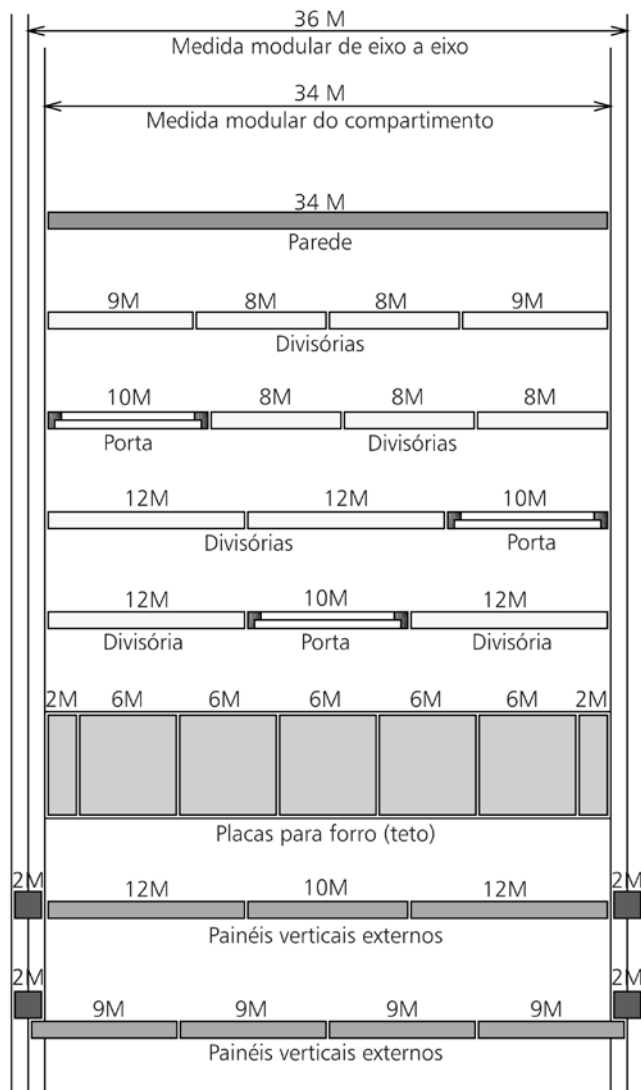


Figura 21 - Componentes em posição lateral em relação à linha do quadriculado modular de referência

3.5.2 Componentes modulares

Segundo a ABNT ([1975?]), para ser modularmente coordenado, um componente deve atender a três critérios básicos: seleção, correlação e intercambialidade.



A seleção tem por intuito reduzir a variedade de tipos para atender às necessidades dos projetistas, simplificar as linhas de produção e facilitar a estocagem. A correlação pretende definir as relações de reciprocidade que facilitam a disposição dos componentes. Por fim, a intercambialidade assegura as condições que facilitam a montagem, estabelecendo critérios e normas para os ajustes e as tolerâncias.

Esses três critérios asseguram as condições de adição e combinabilidade entre todos os componentes (EUROPEAN PRODUCTIVITY AGENCY, 1962). Exemplo disso é mostrado na Figura 22, onde uma mesma medida modular é preenchida de várias formas a partir da adição e combinação de componentes diversos, com dimensões modulares diferentes.

A seguir, apresenta-se uma planta baixa modular a partir de blocos de espessura 2M (dimensão nominal de 19 cm) e de comprimento 4M (dimensão nominal de 39 cm), sobre o quadriculado modular de referência 1M x 1M. A cotagem do projeto é feita com a medida modular, ou seja, com a quantidade de módulos em cada parede (Figura 23).

Na Figura 24 há a indicação da “Vista 01”. Essa vista se refere à elevação da parede, mostrando o posicionamento exato de cada bloco e os vãos da janela e da porta, com suas respectivas medidas modulares.

Figura 22 - Adição e combinação de componentes modulares

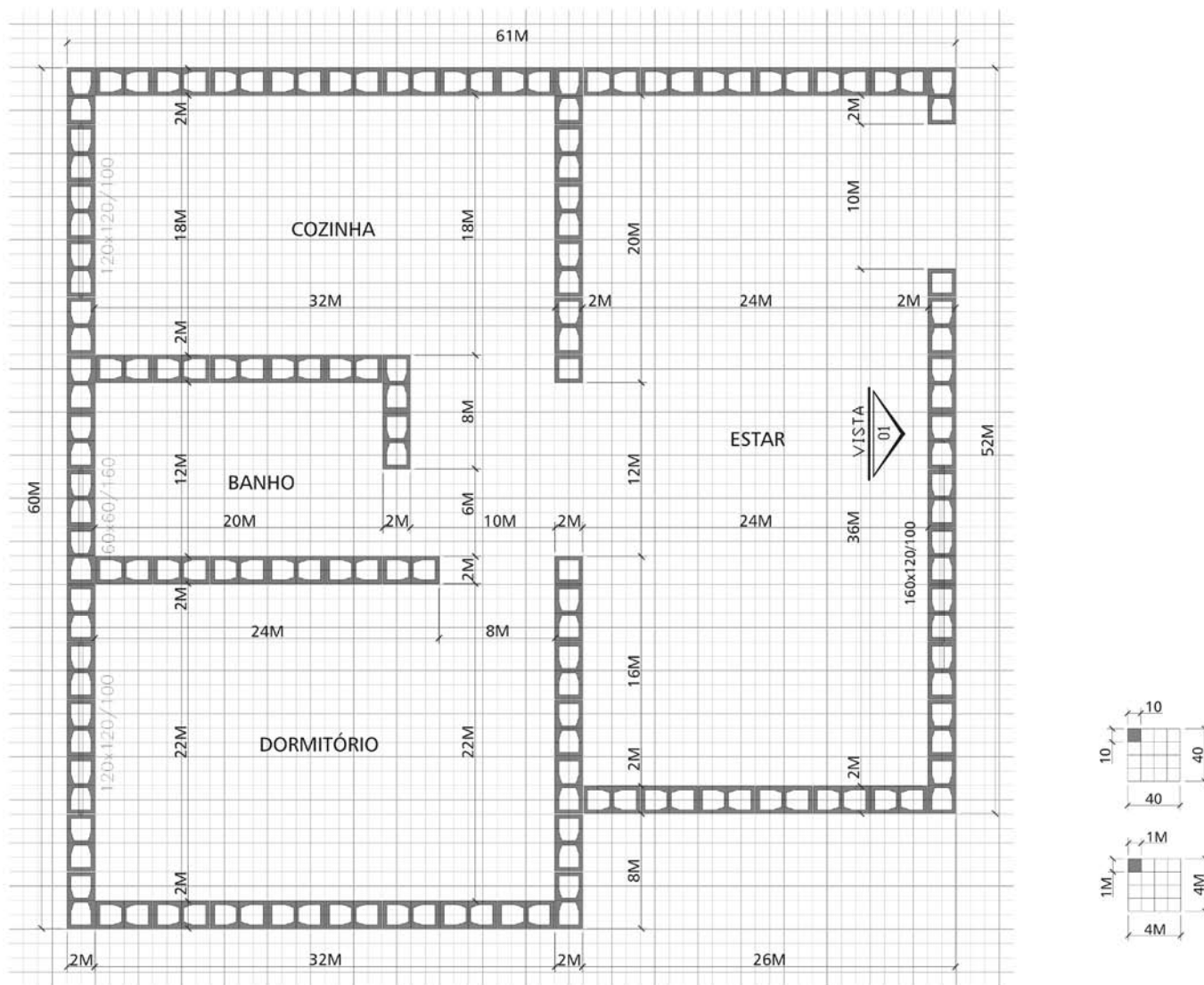


Figura 23 - Planta baixa modular a partir de blocos

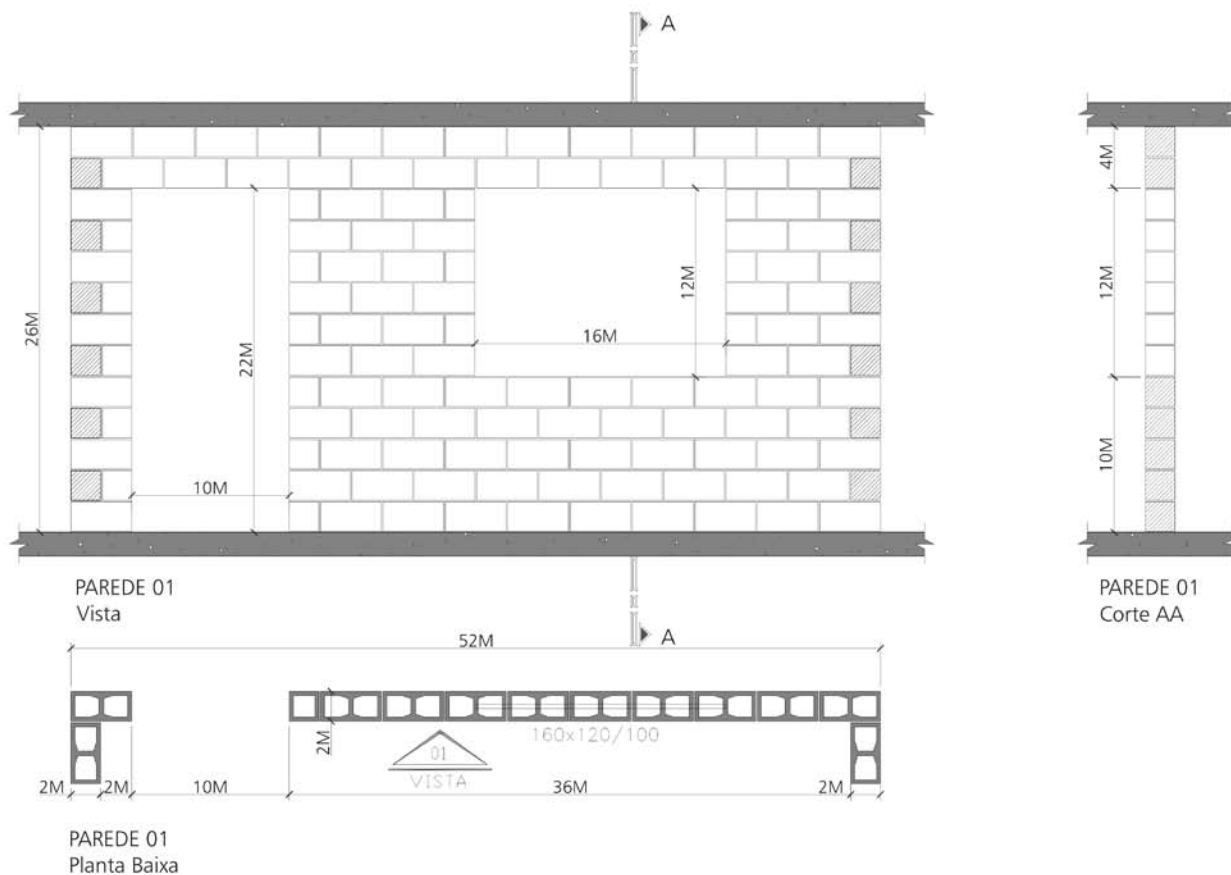


Figura 24 - Elevação de parede executada em alvenaria modular de blocos

3.5.3 Conjuntos de peças e/ou produtos não modulares

Para a utilização de peças e/ou produtos não modulares, utilizam-se a adição e a combinação deles visando formatar uma dimensão modular. O exemplo da Figura 25 esclarece a utilização de tijolos com

dimensões não modulares em altura, o que foi solucionado com um número maior de fiadas (5), até alcançar uma dimensão modular (4M). Esse princípio permanece válido quando quaisquer dimensões das peças e/ou produtos não forem modulares.

3.5.4 Zona neutra

Em condições particulares de projeto, poderá ser conveniente a separação de reticulados espaciais de referência por zonas não modulares, resultando quadriculados modulares de referência separados por medidas não modulares.

A zona neutra é uma zona não modular que separa reticulados modulares espaciais de referência que, por razões construtivas ou funcionais, necessitem ser separados entre si. Nessa zona, não há obediência da Coordenação Modular. Exemplos típicos de zona neutra são juntas de dilatação e união de blocos girados.

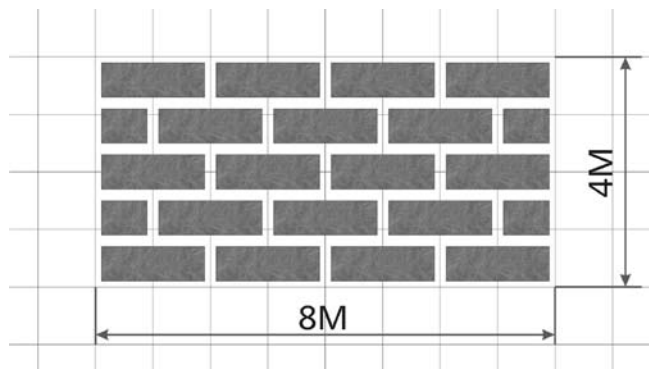


Figura 25 - Conjunto modular composto de peças e/ou produtos não modulares

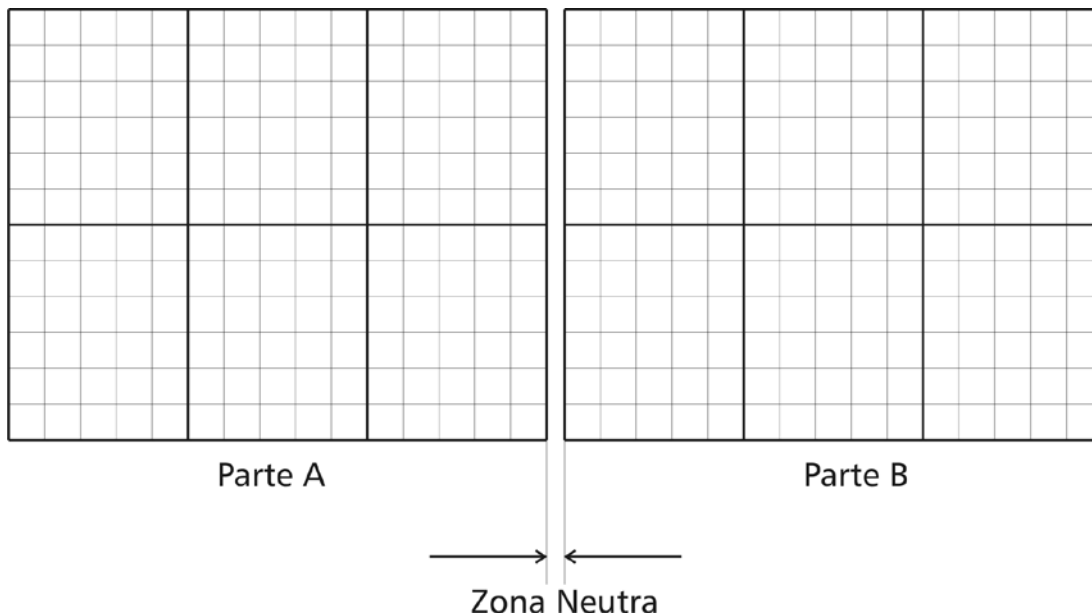


Figura 26 - Zona neutra na junta de dilatação

Assim, quando é necessário separar uma edificação em partes totalmente independentes, com o emprego de juntas de dilatação, é conveniente manter o alinhamento dos reticulados espaciais de referência de cada uma das partes, separando-os somente de acordo com essas juntas de dilatação, como ilustra a Figura 26.

Ainda, quando o projeto da edificação for composto de blocos ou partes não ortogonais entre si, usa-se a zona neutra. Haverá, assim, uma faixa de sobreposição dos quadriculados modulares de refe-

rência (Figura 27).

O emprego da zona neutra é, no entanto, restrita a casos de absoluta necessidade. O seu emprego mais generalizado levaria à anulação das reais vantagens do emprego de um único sistema de referência na elaboração de um projeto. Entretanto, a Coordenação Modular, sendo uma ferramenta de projeto, não poderá se superpor ao projeto arquitetônico, utilizando-se, nesses casos, a zona neutra para compatibilizar as incongruências resultantes.

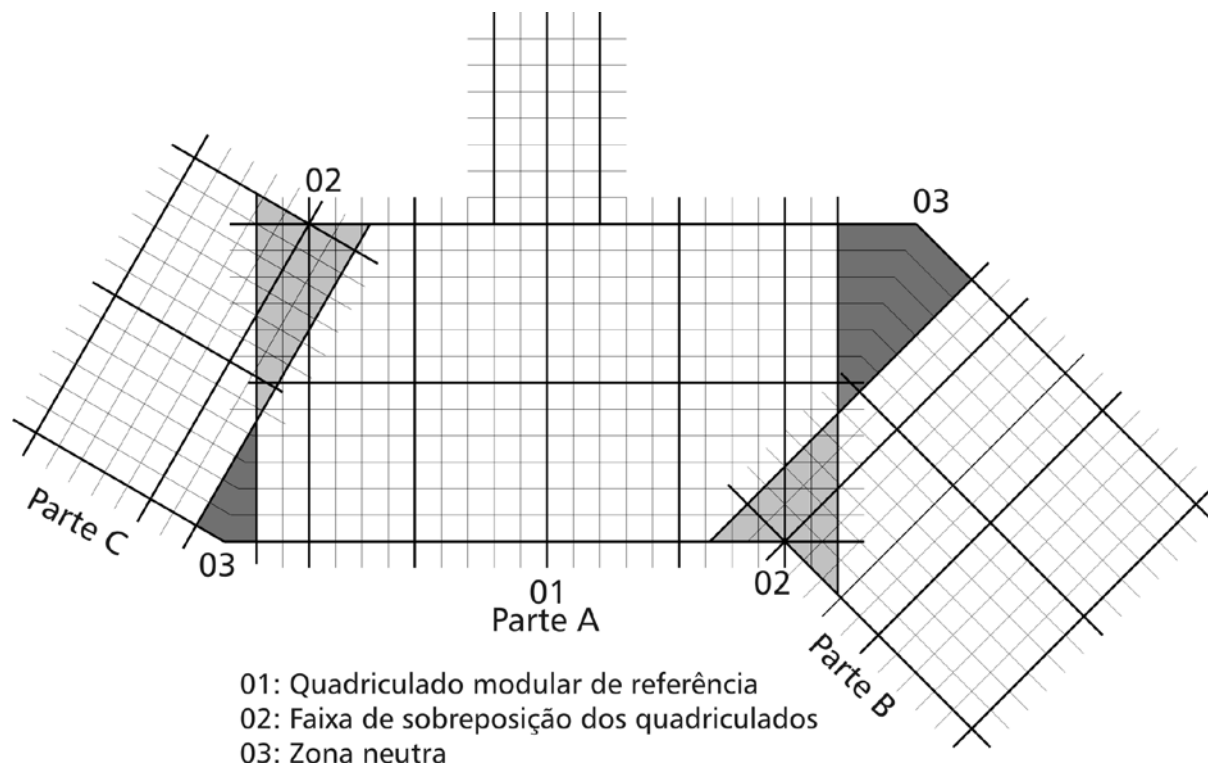


Figura 27 - Zona neutra com blocos girados