

ESTUDO PARA A IMPLEMENTAÇÃO DA COORDENAÇÃO MODULAR NA CONSTRUÇÃO NO BRASIL

DAMACENO, Gabriela Scanagatta¹
MARCON, Guilherme²

RESUMO

A Coordenação Modular pode ser entendida como a ordenação dos espaços na construção civil. Surgiu nos tempos antigos, com o intuito de criar um sentido de ordem e harmonia entre os elementos de uma composição visual, simplificando os projetos, tanto pelo fato de os detalhes construtivos, quanto pelo estabelecimento de uma linguagem gráfica, descritiva e de especificação, que será comum a fabricantes, projetistas e construtores. A Coordenação Modular contribuiu de forma fundamental na reconstrução de edifícios residenciais destruídos pela guerra. O Brasil foi um dos pioneiros a aprovar uma norma de coordenação modular. Apesar disso, poucos objetivos foram alcançados, mesmo com toda a promoção para a racionalização da construção. Com base neste contexto, o objetivo geral deste trabalho consiste em identificar possibilidades de ação atuais para a implementação da Coordenação Modular, na indústria da construção civil no Brasil. Em função dessas teorias que ficaram praticamente esquecidas, para atingir os objetivos, foi realizado um levantamento histórico, em que são abordadas as questões relativas ao uso do módulo na arquitetura e sua evolução até a Coordenação Modular, pesquisas bibliográficas e web gráficas, e apresentados resultados, por meio do estudo de caso. Assim, chegou-se à conclusão de que, apesar dos entraves existentes, o edifício da Petrobrás, erguido nos dias de hoje, tem seu embasamento no princípio de preservar a história e demonstrar como a concepção de uma proposta projetual, com embasamento nas teorias da Coordenação modular, agrupa valores a uma edificação e evidencia seu reconhecimento social e cultural.

PALAVRAS-CHAVE: Proporção. Geometria. Coordenação Modular. Módulo. Arquitetura.

STUDY TO IMPLEMENT THE MODULAR COORDINATION IN BRAZIL'S CONSTRUCTION

ABSTRACT

The Modular coordination can be understood as the ordering of spaces in the civil construction. Arose in ancient times, in order to create a sense of order and harmony among the elements of a visual composition, simplifying designs, both because of construction details, as well as creating a graphic, descriptive language and specifications that are common between manufacturers, designers and builders. Modular coordination made a seminal contribution to the reconstruction of residential buildings destroyed by war. Brazil was one of the first to approve a standard for modular coordination. However, some targets were not met, even with all the promotion for the rationalization of construction. Based on this background, the objective of this work is to identify possibilities for action for the current implementation of Modular Coordination in the construction industry in Brazil. A historical study was accomplished, in that related subjects to the use of the module in the architecture and its evolution until the Modular Coordination, literature searches and web graphics, and results through case study. concluded that despite the obstacles, the Petrobrás building designed today has its basis in the principle of preserving the history and demonstrate how to create a project proposed the theories of modular coordination, adding value to a building and improve your social and cultural recognition.

KEYWORDS: Proportion. Geometry. Modular coordination. Module. Architecture.

1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho teve como objetivo a intenção de colaborar, trazendo novamente à pauta a questão da Coordenação Modular. Sendo a Coordenação Modular um sistema que qualificou a indústria da construção, é que se pretendeu dar, com esta pesquisa, uma parcela de contribuição à sua implementação no país. Tal contribuição pode ser justificada por preceitos econômicos e de sustentabilidade.

O projeto de pesquisa teve como assunto a teoria da arquitetura e tema: O estudo para a implementação da Coordenação Modular na construção no Brasil, a fim de que seja realmente analisado no contexto brasileiro, trazendo seus benefícios a todos os intercessores da cadeia produtiva da indústria da construção civil.

Justificou em aspecto profissional sensibilizar os profissionais da área de Arquitetura e Engenharia Civil para o tema; também se justificou em aspecto acadêmico científico o aumento da bibliografia e referências. Em relação aos aspectos socioeconômicos, dizem respeito à redução de custo em várias etapas do processo construtivo, quando do uso da Coordenação Modular.

Dessa forma, a questão que surgiu sobre o problema da pesquisa: Por que a Coordenação modular é uma técnica pouco explorada no Brasil? Para tal problema, teve-se como pressuposto ou hipótese inicial que a Coordenação Modular é uma estratégia válida para o desenvolvimento tecnológico da construção civil brasileira e que existem trabalhos que estão sendo realizados, hoje, no Brasil, os quais podem servir de meio para a implementação da Coordenação Modular.

O objetivo geral foi identificar possibilidades de ação atuais para a implementação da Coordenação Modular na indústria da construção civil no Brasil. Para que tal objetivo fosse atingido, elencou os seguintes objetivos específicos: Difundir o conhecimento da técnica para implementação da Coordenação Modular; Realizar o resgate histórico do tema, citando fundamentos da percepção e composição formal; Ressaltar as técnicas mais famosas de estudo da Coordenação Modular; Citar correlatos dos principais períodos; Analisar, nos casos apresentados e com os elementos elencados, a ocorrência da Coordenação Modular; Concluir, em resposta ao problema da pesquisa, validando ou refutando a hipótese inicial.

¹ Acadêmico (a) – Graduando (2014) em Arquitetura e Urbanismo da Faculdade Assis Gurgacz. E-mail gabriela.scanagatta@gmail.com

² Docente orientador – Curso de Arquitetura e Urbanismo da Faculdade Assis Gurgacz

Para o cumprimento dos objetivos gerais e específicos, destacou-se, na fundamentação teórica, o autor: Gropius, em ‘Bauhaus: nova arquitetura’ (1929), que diz:

Assim como hoje em dia 90% da população não pensa mais em encomendar sapatos sob medida, limitando-se a usar produtos em série como consequência de métodos aperfeiçoados de fabricação, no futuro o indivíduo poderá encomendar no depósito a sua moradia mais adequada. A técnica moderna talvez esteja à altura desta tarefa, mas não a organização econômica do ramo das construções que ainda depende inteiramente de métodos de trabalho manual e não reserva um papel menos restrito à máquina. O remodelamento radical da organização da construção no sentido industrial é, por isso, uma condição imperativa para uma solução moderna deste importante problema. É preciso abordá-lo por três lados ao mesmo tempo, isto é, sob o ângulo econômico organizacional, técnico e formal; os três setores dependem diretamente um do outro. Soluções satisfatórias só poderão advir de procedimentos simultâneos nos três domínios, pois, dado o grande número de emaranhadas questões, não é possível conceder supremacia a um só setor, mas sim, ao trabalho conjunto de numerosos profissionais.

Para a averiguação do tema que foi pesquisado, no que diz respeito à metodologia, a pesquisa pode ser classificada em duas categorias: A exploratória e o estudo de caso. Segundo Gil (2009), a pesquisa exploratória tem como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vista a torná-lo mais conciso.

Também foi utilizado o estudo de caso, definido por Gil (2009) como um processo de investigação, que envolve etapas de formulação e delimitação do problema, a seleção da amostras, a determinação dos procedimentos para a coleta e análise dos dados, bem como os modelos para sua interpretação. Assim, é possível o uso de várias técnicas e métodos para o estudo, como a observação, a análise de documentos e entrevistas.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA E SUPORTE TEÓRICO

Este capítulo teve como objetivo fazer uma revisão bibliográfica da Coordenação Modular, sob um aspecto histórico. Diversas teorias de proporção desejáveis foram desenvolvidas no decorrer da história. A noção de elaborar um sistema de projeto e comunicar seus meios é comum em todos os períodos.

2.1 ARQUITETURA GREGA

A história do “ser arquiteto” era a condição, segundo os gregos, de ser o arquicriador da mãe das artes plásticas; ser arquiteto não é apenas se ater à beleza, mas também, à segurança contra possíveis perigos (GYMPEL, 2001). A concepção de arquitetura grega se faz pela construção da morada de Deuses, demonstrados por estátuas em seu interior, e regidas por uma matemática de concepção, que se referia à harmonia entre as dimensões da obra (GYMPEL, 2001).

Os Gregos entendem arquitetura como a formação de uma euritmia, que é definida pela composição proporcional dos elementos, os quais têm uma relação de razão entre os tamanhos, como o que ocorre no corpo humano, ou seja, suas proporções divinas oferecem ascendência à Arquitetura.

Ching (2008) afirma que os gregos reconheceram o papel dominante que a secção áurea desempenhava nas proporções do corpo humano. Acreditando que tanto a humanidade quanto os santuários que acomodavam suas divindades deveriam pertencer a uma ordem universal mais elevada, utilizavam as mesmas proporções nas estruturas de seus templos. Para os gregos e os romanos da antiguidade clássica, as ordens representavam, em sua proporcionalidade dos elementos, a expressão perfeita de beleza e harmonia. A unidade básica de dimensão era o diâmetro da coluna. Desse módulo, derivavam as dimensões do fuste, do capitel e a base. Uma vez que os tamanhos das colunas variavam de acordo com a extensão de um edifício, as Ordens não eram baseadas em uma unidade fixa de medida. Em lugar disso, a intenção era a de garantir que todas as partes de qualquer edifício estivessem proporcionadas e em harmonia umas com as outras.

2.2 MARCUS VITRUVIUS POLLIO

O conceito de simetria é referenciado no tratado de Vitrúvio, já no primeiro livro, quando o autor expõe e define os princípios fundamentais da arquitetura, denominados por ele *Ordinatio* (ordem), *Dispositio* (disposição), *Eurytmia* (euritmia), *Symmetria* (simetria), *Decor* (propriedade) e *Distributi* (economia) (Vitrúvio, Livro I, cap. 2, 1999, p. 24).

A ordem consiste no ordenamento, no arranjo; a disposição refere-se à adequada colocação das partes; a euritmia consiste na aparência graciosa e do aspecto bem proporcionado; a propriedade alude à correta aparência de uma edificação; a economia refere-se à relação entre os meios e o solo (Vitrúvio, Livro 1, cap. 2, 1999, p.24).

A simetria é conceituada como “acordo uniforme entre os membros da mesma obra e correspondência de cada um desses membros com a estrutura interna” (Vitrúvio, Livro 1, cap. 2, 1999, p.24, tradução nossa).

No tratado de Vitrúvio, o termo simetria aparece no primeiro livro, abordado a partir das relações entre as partes do corpo humano. Nesse livro, após conceituar os princípios básicos da arquitetura, o autor coloca que, assim como existe simetria a partir do côvado, do pé, do palmo e de outras pequenas partes, existe também simetria nos templos, que poderia ser derivada da espessura das colunas, do tríglio ou ainda do menor raio da coluna (Vitrúvio, Livro I, cap. 2, 1999, p.25).

Vitrúvio analisou a figura humana, detectando nela não só as dimensões e a modulação das partes que compõem o corpo, mas também sua característica especular. Ele dividiu o corpo humano em quatro partes, separadas por dois eixos equivalentes, um vertical e outro horizontal.

O autor afirma que, assim como no corpo humano, as partes dos templos sagrados deveriam ter dimensões das partes que harmonizassem com a magnitude do todo. Ou seja, para o autor, as relações entre os membros dos edifícios sagrados deveriam ser proporcionais, isto é, ter a máxima harmonia nas relações das diferentes partes com o todo.

Nenhum templo pode ter qualquer sistema de composição sem simetria e proporção, a menos que, por assim dizer, tenha um sistema de correspondência exata com um ser humano bem formado (Vitrúvio, 1999, Livro III, p.47, tradução nossa).

Neste trecho, Vitrúvio comenta que a simetria é derivada da proporção, que consiste, segundo ele, “na relação modular de uma determinada parte dos membros tomados em cada seção ou na totalidade da obra...” A parte, ou *rata pars* em latim, corresponderia a um módulo (Vitrúvio, 2007, p. 168).

Notamos que a simetria, segundo Vitrúvio, está intimamente ligada a medidas quantificadas que geram módulos. Estes, por sua vez, permitem que a obra seja harmoniosamente coordenada, tanto no todo como em suas partes. Daí, vem a importância, referida na citação anterior, de “tomar um módulo fixo” para aplicar o método da simetria ao projeto. Portanto, a simetria, de acordo com Vitrúvio, consiste em coordenar as diversas medidas de um edifício segundo um módulo comum. Desse modo, as diversas medidas do edifício serão desdobramentos do módulo, caracterizando a obtenção da simetria. Isso permite denominar tal recurso de “simetria modular”, em contraste com a acepção mais limitada da simetria bilateral ou especular.

2.3 LEON BATTISTA ALBERTI

Segundo Pacheco (2005), Alberti nasceu em 1404, em Gênova, e morreu em 1472, em Roma. Passou a sua infância em Veneza, num internato em Pádua, onde recebeu uma forte formação clássica. Foi em Florença que iniciou o seu contributo para o Renascimento italiano. Alberti tinha enorme interesse pela matemática, pela ordem racional das coisas. Foi sobre a matriz da razão que ele desenvolveu o conjunto de sua obra, como comprova seu aforismo *Facere quidem aliquid certa cum ratione artis est*, ou “Arte é criar qualquer coisa a partir da razão.”.

O texto introduz o conceito da analogia entre o corpo e o edifício, um dos alicerces da teoria vitruviana. Para Alberti, o edifício deveria ser composto e construído como um ser vivo, no qual a cabeça, os pés e cada um dos membros se encontram estreitamente conectados a todos os outros membros e à totalidade do corpo em sua complexidade. Nesse organismo, as partes deveriam se harmonizar no todo, de modo que o edifício fosse um corpo único, inteiro e bem composto, ao invés de uma coleção de partes estranhas e alheias.

Importa, ainda, que os membros do edifício se harmonizem entre si, a fim de constituírem ou comporem o louvor e a graça comuns ao conjunto da obra, para que não suceda que, concentrando todo o esforço de embelezamento numa só parte, fiquem as outras completamente desprezadas; antes, pelo contrário, que todas possam articular-se entre si, de tal modo que assim mais pareçam ser um só corpo bem constituído, do que membros separados e dispersos. Assim, há um todo bem composto, ao invés de uma coleção de partes estranhas e sem relação (Alberti, 2011, Livro I, cap. 9, p. 171).

De acordo com Ramos (2011), o “desenho” albertino é um procedimento de precisão que pretende evitar erros no futuro, é um mecanismo de projeção, cuja finalidade é a de desenvolver uma ideia que, posteriormente, deverá ser materializada seguindo a exata informação transmitida por esses lineamentos. A “coisa edificada”, a arquitetura constituída nos desenhos, poderá vir a ser uma “coisa construída” só depois que o esforço do pensamento tenha parido a estrutura completa da arquitetura (das partes e do todo) como resultado da transmutação da ideia em projeto (de arquitetura).

2.4 PALLADIO

Palladio não emprega, em seu tratado, o termo “simetria”. Sua ligação com Vitrúvio ocorre na analogia entre a estrutura do corpo humano e suas correspondências entre o todo e as partes, trazida para o universo da arquitetura. Palladio segue Alberti, adotando o conceito de beleza, entendida como uma forma graciosa e uma relação do todo com as partes, das partes entre si e destas com o todo. Para Palladio, os edifícios teriam que ser dotados de beleza, porque precisariam ser como corpos completos e bem definidos, nos quais todos os membros possuem relação entre si.

Esta definição da correspondência do todo com as partes, das partes entre si, dessas com o todo, retoma a relação do edifício com o corpo humano, explorada anteriormente por Alberti e Vitrúvio. O primeiro a discute na definição de beleza, e o segundo, no tema da simetria. Alberti fala da beleza em termos de uma “harmonia das partes no todo, de modo que nada possa ser adicionado, subtraído ou alterado a não ser para pior” (Alberti, 1998, p. 156). Vitrúvio fala da simetria como “um acordo uniforme entre os membros da mesma obra e uma correspondência de cada um desses membros com a estrutura interna” (Vitrúvio, 1999, p. 25).

A definição de Palladio para a beleza aproxima-se, portanto, do conceito de simetria de Vitrúvio, embora o termo não seja citado nos *Quattro Libri*. Palladio utiliza o conceito e o emprega como recurso compositivo nos projetos. Evidências são encontradas no capítulo 22, do primeiro livro, quando o arquiteto aborda a distribuição dos compartimentos nas residências. Esses deveriam estar distribuídos nas laterais do espaço central, de modo que os da direita correspondessem aos da esquerda, para que a composição fosse a mesma em uma e outra parte.

2.5 REVOLUÇÃO INDUSTRIAL

Ao longo do séc. XIX, no auge da revolução industrial, as profundas transformações tecnológicas econômicas e sociais marcaram sua importante presença na arquitetura, reproduzindo formas clássicas e substituindo antigos materiais pelos novos, pois viabilizavam arrojos tecnológicos nunca antes alcançados.” (Bruna, 1976).

Para outros estudiosos, no entanto, este período não é de revolução, mas sim, de transformação. De transformação natural e orgânica que ocorre na história quando as relações humanas, econômicas e as novas pequenas descobertas tecnológicas vão se amalgamando, formando novas realidades. E é com esta visão de processo histórico que vêm ocorrendo mudanças e fazendo surgir uma nova maneira de produção industrial, não mais como no séc. XIX, quando os procedimentos se concentravam em centros de produção (fábrica), mas ao contrário, descentralizados em vários locais.

O desenvolvimento das estradas de ferro teve influência direta sobre a construção, por um lado, permitindo desvincular a construção dos materiais de proveniência local e, por outro, agindo na formação da rede urbana. O transporte de matérias e materiais para a construção adquire maior difusão quando o transporte ferroviário assume o papel do transporte de passageiros e deixa o transporte fluvial livre para os materiais pesados, desvinculando a dependência da construção do uso de materiais locais. (GRISOTTI, 1965).

A indústria, embora tenha surgido como um fato irreversível nos fins do séc. XVIII e início do séc. XIX, somente no fim do séc. XIX passou a ocupar o pensamento e as propostas dos arquitetos. Le Corbusier fez referências, falando de “Casas em Série”, num dos capítulos do livro editado em 1923, “Vers une architecture”. Nele, esboçou algumas ideias estimulando a produção de casas, ao mesmo tempo em que fazia críticas ao modo desorganizado com que eram feitas as construções.

2.6 SÉCULO XX

No século XX, a construção civil não poderia deixar de passar por uma profunda revisão. Imbuídos pelo espírito dessa industrialização, profissionais da área iniciaram vários estudos a respeito da pré-fabricação e, consequentemente, da Coordenação Modular: a padronização dos componentes era necessária de qualquer maneira. Não era mais possível suportar os altos custos e os longos períodos de obras. (CHEMILLIER, 1980).

O arquiteto alemão Walter Gropius, na visão de Rosso (1976), é quem antecipa os tempos e as fases da Coordenação Modular. Gropius projetou e construiu duas casas isoladas: a do bairro operário Weissenhof, em 1927, e a “Casa Ampliável”, em 1932. Elas foram montadas a seco, com componentes pré-fabricados: estrutura metálica e vedação com painéis de cortiça, revestidos externamente com cimento amianto. Na casa de Weissenhof, a planta era modular, e na “Casa Ampliável”, Gropius obtinha o crescimento da edificação por adição de alguns corpos volumétricos.

Bemis indicou quatro polegadas como dimensão do módulo, pois acreditava ser esse o mais racional. As idéias de Bemis tiveram repercussão nos primeiros estados, realizados sobre Coordenação Modular na Europa e nos Estados Unidos. Na França, iniciaram-se estudos semelhantes que, em 1942, apresentados na Associação Francesa para a Normalização (AFNOR), se tornaram projeto de norma. A França foi o primeiro país a ter uma norma de Coordenação Modular de caráter nacional. Depois dela, também os Estados Unidos publicaram sua primeira norma em 1945, a Suécia o fez em 1946, e a Bélgica, em 1948. (LISBOA, 1970).

Ainda durante a Segunda Guerra, um estudo foi realizado pelo alemão Ernst Neufert. Na época, a Alemanha estava pressionada pelos graves problemas bélicos, e Neufert articulou no seu livro *Bauordnungslehre*, publicado em 1943, um sistema de coordenação octamétrica (100cm/8), baseado no módulo de 12,5 cm. Neufert preocupou-se, principalmente, em conceber um sistema dimensional que não alterasse substancialmente as medidas dos tijolos tradicionais alemães.

Segundo Ching (2008), diante da norma recém-publicada na França, e preocupada com os rumos da composição harmônica na arquitetura, Le Corbusier desenvolveu seu sistema de proporcionalidade, o Modulor, para organizar 'as dimensões daquilo que contém e daquilo que é contido'. Ele via as ferramentas de medição dos gregos, egípcios e outras grandes civilizações como sendo 'infinitamente ricas e sutis, pois formavam parte da matemática do corpo humano, gracioso, elegante e firme, a fonte daquela harmonia que nos move a beleza'. Baseou, portanto, sua ferramenta de medição, o Modulor, tanto na matemática como nas proporções do corpo humano. A malha básica consiste em três medidas, 113, 70, 43 cm, proporcionadas de acordo com a seção áurea. $43+70=113$, $113+70=183$, $113+70+40=226$ (2×113). 113, 183 e 226 definem o espaço ocupado pela figura do corpo humano.

A Coordenação Modular adquiriu tal importância para a industrialização da construção que vários estudiosos se dedicaram a desenvolver este tema. Após a segunda guerra, a necessidade de reconstrução da Europa levou, em vários países, à criação de entidades, governamentais ou não, que tinham o objetivo de tirar o melhor partido possível, no plano econômico, da tipificação modular, utilizando elementos normalizados e padronizados para serem usados no maior número possível de edifícios.

Os grandes planos de governo, voltados para a industrialização da construção, motivaram e arregimentaram vários arquitetos, engenheiros e técnicos para trabalhar nos laboratórios de ensaios e pesquisas recém-criados, oferecendo apoio aos empreendimentos, notadamente, na construção habitacional e escolar.

3 TEORIA DA COORDENAÇÃO MODULAR

Este capítulo apresentou uma revisão sobre os princípios mais relevantes da teoria da Coordenação Modular.

3.1 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, fachadas e cortes que compõem o projeto, desenvolvem-se sobre o quadriculado, permitindo coordenar a posição e dimensão 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.

3.2 INSTRUMENTOS MODULARES

A Coordenação Modular dispõe de dois instrumentos fundamentais, que norteiam a sua estruturação, o sistema de referência e o sistema modular de medidas.

3.2.1 O sistema de referência

O sistema de referências é formado por pontos, linhas e planos, ao qual fica determinada a posição e a medida de cada componente, permitindo, assim, sua conjugação racional. O sistema de referência é utilizado tanto no momento de projetor ou edificações como quando da execução da obra, resolvendo-se em seu traçado as relações entre os componentes adjacentes, dando a exata correspondência entre as medidas nominais dos vãos ou componentes. (MASCARÓ, 1976).

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

O módulo gerador do sistema deve ser, então, um número inteiro em relação numérica simples com os sistemas de medida a que se refere, e sua função é a de servir com o máximo dominador 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).

3.2.2 Reticulado modular espacial de referência

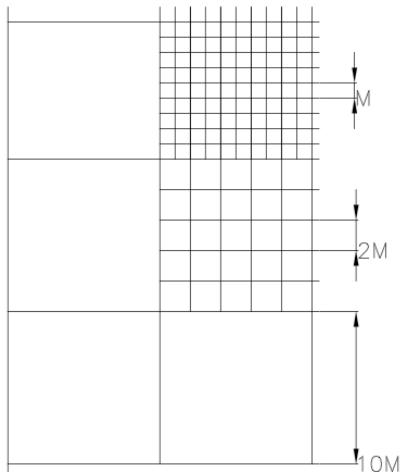
O reticulado modular espacial de referência configura uma malha espacial, que serve de referência, para o posicionamento dos componentes da construção, das juntas e dos acabamentos. (LUCINI, 2001).

3.2.3 Malha modular

A malha modular é a projeção ortogonal do reticulado espacial de referência sobre um plano paralelo a um dos 3 planos ortogonais. A representação gráfica do projeto mais usual é através das vistas ortográficas, as quais representam os objetos em 2 dimensões. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TECNICAS, 1977).

A (Figura 01) apresenta três quadriculados diferentes, para serem usados em diferentes fases do projeto: o quadriculado M, o quadriculado 2M , e o quadriculado 10M.

Figura 1 - Malha Modular



Fonte: pesquisa

Tem-se, portanto, um retículo 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.

3.2.4 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 dos mesmos. 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 estes planos e a eles também deverão referir-se as medidas.

A medida modular é a medida igual a um módulo ou a um múltiplo inteiro do módulo de um componente, vão ou distância entre partes da construção. (ABNT, 1977)

4 ABORDAGENS

Até este momento, apresentou-se a estrutura referente ao tema, colaborando para conceituá-lo, sendo exibidas propostas de modulações realizadas em diferentes períodos da história. Assim, ao constatar a necessidade de aprimorar os conhecimentos sobre a coordenação modular, buscou-se instrumentos e obras correlatas, os quais possam exercer influência sobre os intervenientes no Brasil.

4.1 PARTHENON: PERÍODO GREGO/ROMANO

Os antigos gregos consideravam mais harmoniosos e belos os retângulos que estivessem numa proporção conhecida como áurea. O templo grego Partenon, construído no século V a.C., talvez seja o exemplo mais emblemático do emprego dessa proporção, que revela a preocupação em realizar obras de extrema harmonia.

Segundo Dunn (s/d), os santuários da Acrópole foram destruídos quando os persas saquearam Atenas, mas alguns anos depois, Péricles iniciou grandes obras públicas, tendo o Partenon como seu primeiro e maior projeto. Ele queria que o Partenon fosse um lugar importante e inspirador e, em pouco tempo, ficou famoso em todo o mundo antigo. Para a sua construção, Péricles convocou o escultor Fídias, que supervisionou uma equipe de arquitetos e artistas, que começaram a trabalhar em 447 a.C.

Mesmo na antiguidade, seu refinamento arquitetônico era legendário, especialmente, a sutil correspondência entre a curvatura da “estilóbata”³, o estreitamento da nave e os entalhes das colunas. O efeito dessa correspondência é fazer o templo parecer mais simétrico do que realmente é. A “cela” tem 29,8 x 19,2 metros, com duas fileiras de colunas internamente, para suportar o telhado. No exterior, as colunas dóricas têm 1,8 x 10,4 metros. As colunas do canto são ligeiramente maiores no diâmetro. Se prolongarmos a direção das colunas, veremos que elas se encontrariam num ponto congruente, a cerca de mil e seiscentos metros de altura da base, não sendo aprumadas como parecem. Especula-se que as dimensões do edifício expressem a razão dourada, proposta por Pitágoras, no século anterior (ROBERTSON, 1997).

Segundo Praxedes et AL. (2008), a arte grega baseava-se na matemática. O cálculo era basicamente todo voltado para a estética. Aquilo que tivesse simetria seria belo e o que fosse belo seria bom. As dimensões de largura e profundidade do templo obedecem à proporção 9:4, assim como o diâmetro das colunas em relação à distância entre os eixos delas também obedecem a essa mesma proporção. A largura frontal, em relação à altura do templo, da mesma forma, obedece à proporção 9:4. Portanto, a coerência harmônica das proporções do Partenon tem origem em relações matemáticas.

O templo é cercado por uma fileira única de colunas dóricas, possuindo as medidas de 30,88 metros de frente por 69,50 metros de fundo. As colunas são dispostas em número de oito, nas partes frontal e de fundo, e são dispostas em número de dezessete nas laterais. O diâmetro das colunas é de 1,91 metros em sua base, e possuem uma altura de 10,43 metros (PRAXEDES et AL. 2008).

4.2 VILLA CAPRA: PERÍODO RENASCENTISTA

Um dos últimos projetos de Palladio, a Villa Capra, também conhecida como Villa Rotonda, foi projetada em 1566, na fase madura de Palladio. O proprietário da villa, um eminente clérigo de Vicenza, pretendeu construir uma casa que constituísse um sinal de sua dignidade como pessoa ilustre. Dispondo de uma área no limite da cidade, não era propriamente a função agrícola que determinava os critérios da resolução arquitetônica, dispensando as habituais instalações anexas, de caráter utilitário, como armazéns, estábulos, adegas, dormitórios de pessoal e outras complexidades próprias de um equipamento produtivo (Tavares, 2008).

4.2.2 Relações dimensionais

Stumpf (2013) diz que, diferente das demais villas, a Villa Capra pode ser dividida por um eixo longitudinal e um eixo transversal, apresentando simetria radial em sua planta. Os eixos partem do centro (cúpula) em quatro direções. A malha resultante é de 3x3, com a sala circular ao centro e, nas faixas, quatro apartamentos, de dois cômodos cada.

A área ocupada pelas escadas e pórticos é igual à área do bloco do edifício. A área do quadrado central, que circunscreve a sala redonda, está numa relação com o quadrado definido pelos limites do edifício de 1:2. Além dessas relações, observa-se, na casa, um módulo na dimensão de 15 pés, que comparece em todos os compartimentos internos, com exceção do salão principal, que mede 30 pés de diâmetro, ou seja, dois módulos de 15 pés. Essa dimensão também corresponde à largura dos pórticos. O valor do módulo é muito próximo dos 16 pés, verificados em muitas outras villas. Os quatro cômodos pequenos medem 15 por 11 pés, enquanto os grandes possuem 15 por 26 pés, gerando proporções aproximadas de 3:2 e 5:3, respectivamente. Estas relações estão dentro as recomendadas por Palladio. O salão central tem proporção de 1:1, numa configuração mais estável que é típica de muitas das salas de villas de Palladio. O módulo e as demais medidas dele derivadas efetuam a coordenação proporcional nas dimensões de cada compartimento individual e nas relações das partes entre si e com o todo. Nesse caso, a modulação não se limita ao emprego de uma medida padrão que gera uma malha, mas ao emprego de uma unidade desdobrada para cima ou para baixo, segundo relações pré-definidas, dentro de um esquema geométrico flexível, ordenado pela simetria bilateral. Esse procedimento de projeto caracteriza o que se denomina como simetria modular. (STUMPP, 2013).

4.3 PALÁCIO DE CRISTAL – JOSEPH PAXTON: SÉCULO XX

4.3.1 Aspecto contextual

Segundo Rosso (1976), a primeira aplicação moderna da Coordenação Modular foi o Palácio de Cristal, projetado por Joseph Paxton e construído entre 1850 e 1851, para a Exposição Universal de Londres.

O comitê de construção da Exposição iniciou seu próprio projeto, obra do engenheiro Brunel e do arquiteto Donaldson.

³ Estilóbata é a plataforma onde a coluna se apoia, sendo curvada para cima por razões ópticas.

O projeto resultante era impraticável, uma vez que deveria ser construído em ferro, num prazo muito curto (BRUNA, 1976). Já estava sendo elaborada uma concorrência para a execução desse projeto, quando Joseph Paxton apresentou um estudo. A edificação foi executada dentro dos orçamentos previstos e no incrível prazo de nove meses (BRUNA, 1976). Os elementos utilizados foram projetados para serem produzidos em massa, com técnicas de fundição existentes na época, permitindo sua montagem e desmontagem. (BRUNA, 1976).

4.3.2 Aspecto construtivo

O pavilhão de 71500 m² foi totalmente construído com componentes pré-fabricados, produzidos e montados no próprio canteiro. O elemento condicionador da escolha do módulo foi o vidro, aplicado em grandes placas, cuja medida máxima de fabricação era de 8 pés (cerca de 240 cm), dimensão esta que determinou o reticulado da malha. Os múltiplos do módulo (24,48,72 pés - cerca de 720 cm 1440 cm, 2160 cm, respectivamente) determinaram as posições e as dimensões de todas as peças. (GOSSEL; LEUTHAUSER, 1991).

4.3.3 Aspecto funcional

Segundo Bruna (1976), construtivamente, o Palácio de Cristal representa uma síntese de componentes estudados separadamente e coordenados entre si por uma rede modular; o espaço, resultante da somatória de elementos padronizados e industrializados, era o fruto perfeito de tecnologia empregada e de estudo racional dos vínculos, dos limites econômicos e de tempo, dos condicionantes técnicos de produção e montagem. O palácio de Cristal, na sua integridade de obra-de-arte, exprime a essência do próprio tempo, antecipando em cem anos a problemática que os arquitetos e engenheiros do pós-guerra, na Europa, deveriam enfrentar com a industrialização da construção, como a substituição da dimensão métrica pela dimensão modular, a produção padronizada dos componentes e também a consideração das necessidades econômicas, funcionais e técnicas.

4.4 UNIDADE HABITACIONAL DE MARSELHA – LE CORBUSIER: PERÍODO MODERNISTA

4.4.1 Aspecto contextual

A Unidade Habitacional de Marselha é um dos projetos mais emblemáticos de Le Corbusier e um ícone da arquitetura habitacional do Movimento Moderno, sendo também uma das referências essenciais para qualquer arquiteto. Iniciada a sua construção, em 1951, logo após a Segunda Guerra Mundial, tal edifício visava abrigar 1600 habitantes em 337 apartamentos, num volume com 140 metros de comprimento, 24 de largura e 56 metros de altura. Nesse projeto, Le Corbusier buscava aliviar a grave falta de moradia, decorrente do período pós-guerra, na França. (OSORIO; OLIVEIRA; ANDRADE, 2011).

4.4.3 Aspecto construtivo

O programa do edifício é estruturalmente simples: Ferro e concreto em uma grade retilínea, no qual, são encaixadas unidades de apartamentos, como “garrafas em uma cremalheira do vinho”, como explica na imagem. Segundo Ching (2008), ela utiliza 15 medidas do Modulor, a fim de trazer a escala humana para um prédio com 140m de comprimento, 24m de largura e 70m de Altura. Le Corbusier utilizou esses diagramas para ilustrar a diversidade dos tamanhos de painéis e superfícies que poderia ser obtida com as proporções do Modulor.

5 COORDENAÇÃO MODULAR NO BRASIL

O objetivo deste capítulo foi fazer um levantamento de ações realizadas com intenção de implantar a Coordenação Modular no Brasil, as quais abrangem o início dos primeiros estudos até a publicação mais atual sobre o assunto.

5.1 AÇOES PARA A IMPLEMENTAÇÃO

O Plano de Implantação da Coordenação Modular da Construção foi um estudo realizado pelo Centro Brasileiro da Construção, contratado pelo BNH. Esse plano deveria restringir à formulação pura e simples de uma estratégia de aplicações, as quais deveriam estabelecer um conjunto de regras ou comprovar as que já foram formuladas, em nível internacional, principalmente, para a formação de uma sistemática básica aplicável às condições peculiares do Brasil. O trabalho foi programado para ser realizado em três etapas: estudos preliminares, estudos teóricos e aplicação prática.

5.1.1 Primeira etapa

A primeira etapa foi realizada por duas equipes, designadas por Grupo de Trabalho A e Grupo de Trabalho B. A Coordenação geral ficou a cargo do engenheiro civil Teodoro Rosso, chefe do Departamento Técnico do CBC. Segundo o relatório, cabia, nessa etapa, estabelecer condições que facilitassem o desenvolvimento dos estudos programados para as etapas seguintes. Assim, nesse momento, coube a tarefa indispensável de levantar todas as informações de utilidade imediata como também estruturar um sistema de coleta de dados necessários para a implementação da Coordenação Modular. (BNH; CBCB, 1970).

Em função disso, foi concluído, nessa primeira etapa, no entender dos Grupos de Trabalho, uma medida que deveria se revelar de grande utilidade prática, considerando também que ela poderia atender não só às exigências operacionais do BNH, mas a outras, decorrentes de imediata aplicação da Coordenação Modular. Foram apontados como propostas para esse método: montar catálogos dos elementos construtivos, organizando de tal forma que se vinculasse à informação técnica e não à promoção comercial; normalizar a nomenclatura e padronizar as dimensões, pois, enquanto não estivesse estabelecida uma forma única de linguagem, ficaria difícil de atacar o problema; estabelecer padrões e incentivar a produtividade. (BNH; CBCB, 1970).

Na pesquisa preliminar, realizada na indústria, uma das conclusões mais expressivas é a de que um dos impedimentos mais importantes para a adaptação à Coordenação Modular é representado pela dualidade existente nos sistemas de medida, nos quais não se poderia continuar com dois sistemas de medida. E no relatório, há a afirmação: “é de competência da ABNT estipular as medidas necessárias para cobrar de todas as indústrias a obediência a um sistema que constitui o fundamento de toda e qualquer padronização dimensional”. (BNH; CBCB, 1970).

A implantação de um novo método de trabalho pode sugerir várias abordagens. Para os Grupos de Trabalho, a implantação de um sistema da natureza da Coordenação Modular, em escala nacional, apresentava em suas linhas gerais algumas dificuldades, se seus objetivos não fossem perfeitamente definidos. Dentro desse contexto, foram levantadas duas alternativas principais de aplicação: a volumétrica e a compulsória. (BALDAUF, 2004).

Baldauf (2004) afirma que a aplicação voluntária poderia ser obtida de várias formas: por meio da publicação de uma norma recomendada, preparada por um órgão normalizador oficial; como consequência da atividade de divulgação e promoção desenvolvidas por associações ou organizações particulares, de caráter nacional ou internacional; com base em um processo educativo, gerado nas escolas de Arquitetura e Engenharia, ou, melhor, por uma ação integrada de todos esses intervenientes. A aplicação compulsória poderia ser conseguida parcialmente ou de forma global, baseada em uma norma oficial, publicada por um órgão normalizador e tornada de caráter obrigatório por lei ou por inclusão em códigos de edificação ou, ainda, a ela condicionando a obtenção de financiamentos públicos e a participação em concorrências nacionais.

Segundo o Banco Nacional de Habitação; Centro Brasileiro da Construção Bouwcentrum (1970), no relatório os Grupos de Trabalho, há a consideração da aplicação compulsória como a melhor alternativa. Tais estudiosos acreditavam que, assim, haveria uma maior probabilidade de sucesso, desde que o ato ou documento de obrigatoriedade fosse precedido por uma série de providências destinadas a fornecer aos interessados o que convencionalmente se chama de ‘instrumentos’ da implantação. Por outro lado, a voluntária não deixaria de ter possibilidade de êxito, mas, isso só aconteceria a longo prazo e com dificuldades.

Segundo Baldauf (2004), os Grupos de Trabalho acreditavam que a Coordenação Modular deveria ser aplicada a todos os materiais de construção e que, na comissão de elaboração de uma norma, deveriam estar representadas todas as indústrias diretamente interessadas, pois, o valor dessa representação seria muito limitado.

O pensamento da época levava à conclusão de que era pouco provável que a indústria tivesse condições de adaptar sua produção às exigências da Coordenação Modular, se não recorresse a novos instrumentos, mesmo que reduzidos, salvo poucas exceções. Em função disso, a indústria precisaria saber claramente, o que, por que e como deveria ser normalizado o serviço. Devido a essas considerações, os Grupos de Trabalho acreditavam ser óbvio que a norma, como instrumento válido de implantação, só poderia ser aceita como um dos fatos conclusivos do Plano e não como uma previsão. (BNH; CBCB, 1970).

Os Grupos de Trabalho montaram um esquema, abrangendo automaticamente todos os tipos de edificações. Em termos habitacionais, a maior preocupação daquele período, no Brasil, era promover a habitação residencial, principalmente, a popular, em função do elevado déficit habitacional que acometia o país. É comum que esse tipo de

habitação devesse merecer mais atenção, aproveitando a oportunidade dos estudos da Coordenação Modular, ocupando as primeiras posições da lista quanto às etapas de implantação. (BALDAUF, 2004).

Quanto ao estudo e projeto dos componentes, os Grupos de Trabalho partiriam do exame da NB-25 e dos subsídios fornecidos pela pesquisa preliminar na indústria. Dessa forma, queriam chegar a uma padronização tipológica e dimensional do componentes. Com relação ao estudo e projeto de edifícios, a idéia era a de estabelecer regras para a aplicação adequada dos componentes a serem utilizados. Também um estudo de normas e códigos de edificações foi proposto, com base no levantamento de normas de outros países, além de um exame dos componentes construtivos, cujas características e dimensões pudessem sofrer restrições por parte dos códigos de edificação. Ainda seriam elaborados manuais de aplicação da Coordenação Modular para o uso dos intervenientes, além de serem oferecidos cursos de treinamento básico. (BALDAUF, 2004).

5.1.2 Segunda etapa

De acordo com Baldauf (2004), as atividades previstas para a segunda etapa do Plano de implantação da Coordenação Modular eram os estudos teóricos, realizados por dois Grupos de Trabalho e uma equipe auxiliar, coordenados pelo engenheiro civil Teodoro Rosso. Nessa segunda etapa, foram estudados detalhadamente: componentes modulares: paredes, coberturas e forros, acabamentos, elementos secundários em paredes, serviço, aproveitamento racional da madeira, projeto modular.

Juntamente com a proposta das dimensões modulares dos componentes, o CBC reuniu todos os seus estudos e análises para propor 27 projetos de normas ou padronizações para 40 itens diferentes. Além das normas, tratava-se de simbologias modulares e de alteração ou complementação de normas já existentes. Estes projetos e proposta seriam encaminhados à Comissão de Coordenação Modular da ABNT que, após exame, daria início ao processo habitual por meio das comissões de estudo e dos comitês permanentes, a fim de que, após discussão, fossem publicados em estágio experimental. (BALDAUF, 2004).

A segunda etapa foi finalizada com o projeto de dois edifícios, com um partido arquitetônico considerado como comum pelo Grupos de Trabalho, em que foram empregados todos os princípios estudados ao longo do Plano e experimento aos vários materiais (CBCB, 1971b).

5.1.3 Terceira etapa

No Centro Brasileiro da Construção Bouwcentrum (1971a) não foram encontrados dados sobre a existência de relatórios referentes à terceira etapa do Plano de Implantação. Contudo, o Noticiário da Coordenação Modular, de 1971, dá a informação de que, na terceira etapa, que não se iniciava, seriam publicados manuais para os interessados da área de componentes construtivos e também programados cursos e seminários. O CBC contava com o auxílio do BNH para organizar canteiros experimentais, viabilizando soluções estudadas e propostas nas duas etapas anteriores.

6 ANÁLISE

Este capítulo teve por objetivo fazer um levantamento, em termos gerais, de maneira a demonstrar o estado da arte da construção civil no Brasil, no que tange à Coordenação Modular. Exemplo é dado com base em um estudo do Edifício da Petrobrás, que está situado no Rio de Janeiro.

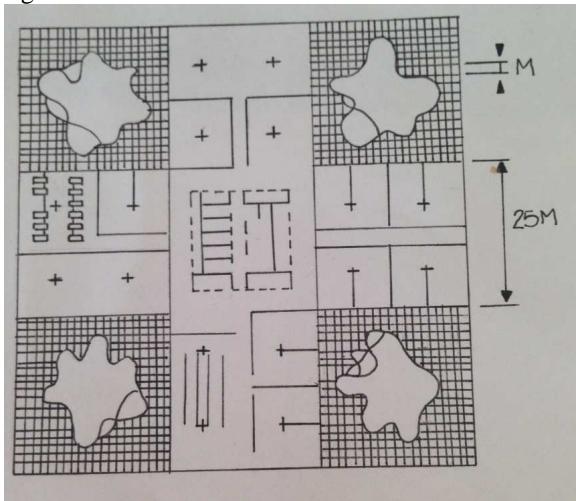
6.1 EDIFÍCIO SEDE PETROBRÁS – RIO DE JANEIRO

Para o desenvolvimento do seguinte trabalho, sugere-se a realização de uma pesquisa sobre o edifício da Petrobrás (1966-67), localizado na urbanização frustrada da Avenida Chile, no centro do Rio de Janeiro – RJ, havendo uma revisão crítica detalhada para que se observem diretrizes e busquem-se soluções para projetos futuros, no que diz respeito ao uso da Coordenação Modular.

6.1.1 Análise Modular

Foi possível analisar, com base nas referências de estudos e trabalhos já feitos sobre tal edifício, que a planta estaria na adoção de 75 metros de lado. Esta, foi subdividida em nove quadrados de 25 metros de lado (figura 02).

Figura 02 - Planta edifício Petrobrás



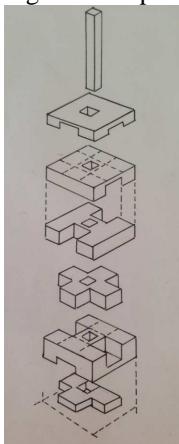
Fonte: pesquisa

Por sua vez, foram pensados estruturalmente como uma mesa de quatro pernas, com o tampo em balanço nos quatro lados. O vão central entre os pilares é de 12,5 metros e o dos balanços periféricos é de 6,25 metros. Em outras palavras, trata-se da aplicação de estrutura Dom-Ino de Le Corbusier.

No quadrado situado ao centro da grande planta, o núcleo de 12,5 metros de lado foi reservado para serviços como: circulações verticais, sanitários, depósitos, shafts, centrais de ar condicionado, etc. Ao todo, são vinte e dois elevadores de uso funcional e dois de uso exclusivo de serviço, completados por duas escadas de incêndio.

A divisão da planta em nove quadrados iguais permitiu a alternância de tipo em 'H' e em cruz. Os vazios restantes, de três a quatros pés direitos, livres de altura, seriam tratados como jardins (figura 03). O recurso foi utilizado para conseguir horizontalidade; essa foi a ferramenta usada para se conseguir um equilíbrio entre a ocupação do terreno e a altura do edifício, de modo que se obtivesse a melhor distribuição de área por pavimento e diminuição de circulações vertical e horizontal.

Figura 1 - Tipos de plantas



Fonte: Pesquisa

As críticas mais severas ao projeto vencedor recaem sobre sua proporção, próxima a de um cubo, se descontarmos a altura do embasamento. Essa sensação de massa, que se esforça desconfortavelmente contra o solo, é acentuada pela presença de inúmeras texturas aplicadas. A começar pelos amplos e profundos vazios alternados, destinados aos jardins, sempre tomados por sombras.

As faces envirgadadas mais externas receberam a correta aplicação de brises, horizontais na face norte e verticais nas faces leste e oeste. O intrincado jogo destes elementos, tão apreciados em edifícios laminares, aqui, contribui ainda mais para o problema mencionado. Os pilares cruciformes têm suas hipotenusas fechadas por placas metálicas, o que os transforma em encorpados octaedros, que refletem a luz natural em diferentes intensidades.

6.2 ANALISE DOS DADOS OBTIDOS

O objetivo final da pesquisa foi fazer uma contribuição à implementação das teorias da Coordenação Modular, na construção. Foi realizado um levantamento de ações no passado, de forma a verificar como se aplicavam tais teorias, pois, com o passar do tempo, a riqueza do desenho geométrico está se afastando da sensibilidade formal que faz parte do espaço e compõe o todo. Hoje em dia, os pensamentos contemporâneos abrangem não só a importância da liberdade na arquitetura, mas, também, relembram o fato de que a arquitetura deve ter um significado e também um inovação, pois os padrões devem evoluir.

Analizando-se os dados levantados durante a pesquisa, pode ser feitas as seguintes colocações:

- Com relação às normas de Coordenação Modular; são pouco claras e pouco objetivas, provocando dúvidas quanto à sua interpretação. O fato de as NBRs não especificarem dimensões para os componentes é, provavelmente, um dos motivos pelos quais elas não sejam seguidas.
- O fato de o ensino de graduação não contemplar o estudo da Coordenação Modular é contribuição para que os profissionais não tenham conhecimento sobre o assunto e, quando se deparam com tal situação, adquirem certa aversão.
- O edifício da Petrobrás constitui-se em um bom exemplo de uso dos princípios de Coordenação Modular, pois, encaixa-se nos instrumentos que foram elencados por essa pesquisa.
- O edifício mostra a necessidade real de se ter uma padronização, pois facilita a disposição dos ambientes e a organização do projeto, evitando conflitos durante a obra.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após essa análise, algumas considerações poderam ser feitas. Verificou-se que, realmente, foram realizados muitos estudos em prol da proporção no passado, porém, com a extinção do BNH, foram extintas as iniciativas mais importantes para implementação da Coordenação Modular.

Foi possível afirmar que a Coordenação modular, indubitavelmente, não vem sendo adotada, quer seja por falta de conhecimento, quer seja por negligência dos intervenientes da cadeia produtiva, haja vista que, dentro dos aspectos analisados pela pesquisa, a normalização dos projetos difere da normalização de Coordenação Modular para os mesmos.

O trabalho desenvolvido permitiu, também, entender que, com as dimensões dos componentes construtivos especificados dentro dos princípios da coordenação modular, o consumidor poderá se deter em outros quesitos da construção, como durabilidade, estética, resistência e praticidade. Para tal, o edifício Petrobrás é um exemplo a ser seguido pelos intervenientes, pois está adequado aos critérios exigidos, sem distorção dos princípios da Coordenação Modular.

Foi importante analisar, através do presente trabalho, como os textos utilizados nos capítulos anteriores demonstraram como a Coordenação Modular está amplamente ligada a arquitetura e à vida cotidiana moderna; a realização desse trabalho possibilita a percepção de tais fatos, por meio dos dados coletados.

Com a obra escolhida para o estudo de caso, foi possível visualizar claramente, com base nos fundamentos e aspectos apresentados durante o trabalho, a implantação da Coordenação modular.

Na etapa anterior à pesquisa, foram atingidos alguns objetivos específicos, propostos no início do trabalho, sendo eles: difundir o conhecimento da técnica para implementação da Coordenação Modular; realizar o resgate histórico do tema, citando fundamentos da percepção e composição formal; ressaltar as técnicas mais famosas de estudo da Coordenação Modular e citar correlatos dos principais períodos em questão. Nessa última etapa, o estudo atingiu o restante dos objetivos específicos, sendo estes: analisar, nos casos apresentados e com os elementos elencados, a ocorrência da Coordenação Modular; concluir, em resposta ao problema da pesquisa, validando ou refutando a hipótese inicial.

Para a confirmação ou contestação da hipótese apresentada, discorreu-se sobre os meios e os benefícios da Coordenação Modular. Para tanto, abordou-se o método tipo exploratório, com o objetivo de proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais conciso.

Ao longo do trabalho, foram expostos os teóricos que abordam sobre o tema da Coordenação Modular, além de apresentar a legislação utilizada, realizando a ligação entre os temas presentes nesse trabalho.

Por meio da análise aplicada, foi possível concluir que a dissertação apresentada não traz solução às questões relativas à Coordenação Modular, mas se constitui em uma fonte para futuros trabalhos e, como o edifício Petrobrás, projetado no período contemporâneo, possui princípios da Coordenação Modular, a construção no Brasil possui, sim, potencial para possíveis implementações da Coordenação Modular.

Pela diversidade, essa pesquisa aqui não se encerra, mas abre oportunidades para novas temáticas e abordagens, como a revisão crítica detalhada das normas de Coordenação Modular; pesquisa junto à indústria de componentes da construção para verificar sua receptividade, quando há mudanças nos equipamentos; estudo das questões urbanísticas e de parcelamento do solo versus a Coordenação Modular.

REFERÊNCIAS

- ALBERTI, L. B. **On the art of building in ten books.** Traduzido por J. Rykwert, N. Leach e R. Tavernor. Cambridge: The MIT Press, 1988. 441p.
- _____. **Da Arte edificatória (ed. A. M. Espírito Santo).** Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2011.
- ABNT. Conheça a **ABNT: 60 anos.** Rio de Janeiro, 2000.
- ABNT. **NBR 5706.** Coordenação Modular na construção: Procedimento. Rio de Janeiro, 1977.
- BALDAUF, A. S. F. **Contribuição à implementação da Coordenação Modular da Construção no Brasil.** Porto Alegre: UFRGS, 2004
- BNH. **Banco Nacional da Habitação: documenta.** S.L.: BNH, 1974.
- BNH; INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO ECONIMICO E GERENCIAL. **Coordenação modular da construção.** Rio de Janeiro: BNH/IDEG, 1976.
- BRUNA,P.J.V. **Arquitetura, industrialização e desenvolvimento.** São Paulo: Perspectiva, 1976.
- CBCB. **Noticiário de a coordenação modular,** São Paulo: BNH/CBC, n. 01, DEZ. 1969.
- _____. **Noticiário de a coordenação modular,** São Paulo: BNH/CBC, n. 11, out. 1970
- _____. **Noticiário de a coordenação modular,** São Paulo: BNH/CBC, n. 23/24. out/nov. 1971.
- _____. **Noticiário da Coordenação Modular.** São Paulo: BNH/CBC, n. 21/22, ago/set. 1971a.
- _____. **Plano de implantação da Coordenação Modular.** BNH/CBC, 3. Fase, 2 etapa, 2. Volume, 1971b
- CHEMILLIER, P. **Industrializacion de la constrcción.** Barcelona: Editores técnicos associados, 1980.
- CHING, F. D. K. **Arquitetura: Forma, espaço e ordem - 2ºed.** - São Paulo: Martin Fontes, 2008.
- DUNN, JR. Jerry Camarillo.**O Partenon e a Acrópolis.** Disponível em: <viagem.hsw.uol.com.br/partenon-e-acropolis.htm>. Acesso em: 26 set. 2014
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** São Paulo: Atlas, 2009.
- GRISOTTI, M.A industrialização da construção em relação à primeira e à segunda revolução industrial. In: **A industrialização da construção,** v.2., FAUUSP, set.1971
- GYMPPEL, Jan. **História da Arquitetura: Da antiguidade aos nossos dias.** ERMANY: Editora Konneman, 1998.
- GOSSEL, P.; LEUTHAUSER, G. **Architecture in the Twentieth century.** Koln: Taschen, 1991.
- LISBOA, Ministério de obras públicas. Laboratorio Nacional de Engenharia Civil. Racionalização do processo de projeto 1 - **coordenação dimensional modular: princípios e aplicações.** Lisboa: Ministério de Obras Públicas, 1970.
- LUCINI, H. C. **Manual técnico de modulação de vãos e esquadrias.** São Paulo: Pini, 2001.
- MASCARÓ. L. E. R. **Coordinacion modular? Que és?** Summa, Buenos Aires, n 103, p. 20-21, ago. 1976
- ROBERTSON, D. S. **Arquitetura grega e romana.** São Paulo: Martins Fontes. 1997.
- ROSSO, T. **Teoria e Prática da Coordenação Modular.** São Paulo: FAUUSP, 1976
- OSORIO, A. S.; OLIVEIRA, G. B.; ANDRADE, I. F. **Modernismo.** Santa Catarina: UFSC, 2011.

PACHECO. F. S. **Concinnitas, ordinatio, lineamenti, virtu e outras do vocabulário de Leon Battista Alberti.** Rio Grande do Sul: UFRGS, 2004.

PACHECO. P. C. B. **O riscos do Paraná e os concursos nacionais de Arquitetura 1962-1981.** Curitiba: PUC, 2005.

PALLADIO, A. **The four books on architecture** . ed. R. Tavernor e R. Schofield. Cambridge, MIT Press, 1997.

PRAXEDES. A. L., FAGUNDES. G, BANDUCCI. I., SODRE. P. **Paternon.** 2008, Disponível em: histeo.dec.ufms.br/trabalhos/teoria1_2008/Partenon%20-Ana%20Laura,%20Gabriela,%20Isadora%20e%20Pedro.pdf

RAMOS. F. G. V. **O desenho e a arquitetura em Leon Battista Alberti e Giorgio Vasari.** Campinas: UNICAMP, 2011.

ROBERTSON, D. S. **Arquitetura grega e romana.** São Paulo: Martins Fontes. 1997.

ROSSO, T. **Teoria e Prática da Coordenação Modular.** São Paulo: FAUUSP, 1976

STUMPP. M. M. **A simetria modular e as villas de Andrea Palladio.** Rio Grande do Sul: UFRGS, 2013

TAVARES, Domingos. **Andrea Palladio – a grande Roma.** Porto: Dafne, 2008

VITRUVIUS, M. P. **the ten books on architecture.** ed. I. Rowland e T. Howe. Cambridge: Cambridge University Press, 1999.

_____. **Tratado de arquitetura/Vitrúvio** (trad. M. Justino Maciel). São Paulo: Martins Fontes, 2007.