



COORDENAÇÃO MODULAR APLICADA AO PROJETO CONTRIBUI PARA A QUALIDADE DO PROJETO¹

BARBOZA, Aline S. R.

UFAL, aline@lccv.ufal.br

JOAZEIRO, Fernanda D.

UFAL, fernandajoazeiro@hotmail.com

FERRO, Fernanda M.

UFAL, fmonteferro@gmail.com

RESUMO

No Brasil o processo da construção civil ainda é considerado artesanal devido ao alto índice de desperdício, baixa taxa de produtividade e falta de conectividade entre componentes. Para solucionar o déficit habitacional é necessário que o país encontre soluções tecnológicas com alto grau de industrialização, tornando o processo sustentável. A implantação de sistemas modulares associado a um elevado grau de racionalização pode ser considerado como um processo industrializado. O uso da coordenação modular contribui para a integração de todo o processo construtivo, porém para que os benefícios da coordenação modular sejam alcançados é necessário que todos os agentes envolvidos no processo a conheçam e a utilizem. O presente artigo é parte integrante da pesquisa desenvolvida pela Rede Nacional para Desenvolvimento de um Sistema Integrador Aplicado a Sistemas Construtivos em Alvenaria com Base na Coordenação Modular e na Conectividade entre Componentes - SISMOD, e tem como objetivo mostrar como o uso da ferramenta coordenação modular no projeto arquitetônico pode contribuir para a racionalização da construção e para a qualidade da edificação. A metodologia utilizada foi aplicar os conceitos da coordenação modular para proposição de detalhamento de um projeto arquitetônico, desenvolvido para a construção do espaço físico de um Núcleo de Pesquisa em Sustentabilidade para a Construção Civil, localizado na Universidade Federal de Alagoas. Na proposta de projeto, foi considerado o programa de necessidades e o processo de construção em alvenaria estrutural, com ênfase nos componentes envolvidos. Os resultados encontrados, embora parciais, mostram que ao utilizar a padronização de medidas em função do módulo básico decimétrico resulta em ganho de qualidade para o projeto por detectar sobreposição de componentes e necessidade de detalhamento da conectividade entre os mesmos, o que pode levar a garantia efetiva de execução para o sistema projetado. A aplicação da coordenação modular, com ênfase nos componentes, permite maior integração na coordenação das dimensões, seja para a produção em fábrica, seja para o projeto, seja para a execução, o que se faz cada vez mais necessária para solucionar vários problemas da indústria da construção civil.

Palavras-chave: Coordenação Modular, Projeto, Alvenaria Estrutural.

¹ Trabalho apresentado no IV SBQP 2015. Universidade Federal de Viçosa.

ABSTRACT

In Brazil, the construction process is still considered artisanal due to the high waste rate, low productivity rate and the lack of connectivity between components. To solve the housing deficit, the country needs to find technological solutions with a high degree of industrialization and make the process sustainable. The implementation of modular systems associated with a high degree of rationalization can be considered as an industrial process. The use of the modular coordination contributes to the integration of the entire construction process. However for the benefits of modular coordination to be achieved, all the agents involved in the process needs to know it and use it. This article is an integral part of the research developed by the National Network for the Development of an integral System Applied to Masonry Based Constructive Systems in the Modular Coordination and in the Connectivity between Components – SISMOD – therefor it has as objective to show how the use of the modular coordination tool in architectural design can contribute to the rationalization of the construction and for the quality of the building. The methodology which was used was to apply the concepts of the modular coordination in an architectural design developed for the construction of the prototype of a Center for Research in Sustainability for Civil Construction, located at the Federal University of Alagoas, considering the program of necessities and the design process in structural masonry emphasizing the components. The results obtained, although partial, show that by using the standardized measurements with reference to the decimeter basic module results in quality gain for the project. The application of modular coordination by allowing the coordination of the dimensions of the components produced in the factory with the projects and also with the implementation, making it increasingly necessary to solve several problems in the construction industry.

Keywords: *Modular Coordination, Project, Structural Masonry.*

1 INTRODUÇÃO

A construção civil é considerada uma das atividades mais importantes para o desenvolvimento econômico e social do país, porém causa altos níveis de impactos ambientais devido ao grande consumo de matéria-prima e a geração de resíduos. Diante deste cenário é fundamental a busca por alternativas que ajudem a minimizar os desperdícios gerados por essa cadeia produtiva.

Andrade (2000, p.15) afirma que o principal objetivo da coordenação modular é reunir as diferentes indústrias da construção civil em torno de uma unidade dimensional padrão, determinada pelo módulo, e que possam unir-se entre si e com os outros no processo de montagem do edifício.

Ciqueira (2015, p. 99) se propôs a encontrar um projeto de arquitetura coordenado modularmente para exemplo de caso, e afirmou não ser essa uma tarefa fácil.

Coordenação Modular é a coordenação dimensional mediante o emprego de um módulo básico ou de um multimódulo. O módulo básico é a menor unidade de medida linear da coordenação modular, representado pela letra M, cujo valor normalizado é $M = 100 \text{ mm}$ (ABNT NBR 15.873:2010, p.1). O uso da coordenação modular visa coordenar as dimensões de todas as etapas que cabem à indústria da construção civil desde a fabricação de componentes, projetos, execução, até a manutenção, trazendo otimização, simplificação e racionalização aos processos (BARBOZA e LIMA, 2009 p. 12).

A fase de projeto deve ser considerada parte de um processo maior, um processo de construção de um produto. Ela é responsável pelo desenvolvimento, organização, registro e transferência das características físicas e tecnológicas específicas que devem ser consideradas na execução da edificação (MELHADO, 1994 p. 87). No contexto da alvenaria estrutural a utilização da coordenação modular ganha mais ênfase, por ser um sistema que não permite quebras, cortes dos componentes e tomadas de decisão em obra, necessitando que todos os elementos e componentes de projeto sejam previamente e tenham dimensões coordenadas entre si.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Em um projeto modular, o projetista deve desenvolver as plantas baixas, fachadas e cortes baseadas num quadriculado modular de referência, de forma que permita coordenar a posição e as dimensões dos componentes de construção (Banco Nacional de Habitação e Instituto de Desenvolvimento Econômico e Gerencial, apud GREVEN e BALDAUF, 2007, p. 47). O projetista passa então a ter uma nova visão do projeto que agora envolve a fase de seleção e compra de materiais, execução e avaliação do produto do projeto (BARBOZA e LIMA 2009 p.12). Cabe aos projetistas considerar além dos condicionantes arquitetônicos como, localização, topografia, identidade cultural, também os componentes a serem utilizados e como executar, garantindo assim maior integração do processo projeto/produção (ANDRADE, 2000, p.110).

Segundo Andrade (2000, p127), é comum o fato de que a compatibilização dimensional em projetos de alvenaria estrutural coordenado modularmente seja considerada apenas na fase do projeto de produção, enquanto que o ideal é que a compatibilização seja pensada já na fase de estudo. O uso da coordenação modular em projetos requer modificações nas etapas de projetos. Cita Andrade (2000, p.130) que as principais diferenças para os projetos tradicionais, são as fases de análise e síntese, em que a fase de análise abrange o estudo dos componentes e a fase de síntese envolve os projetos de produto e de produção, os quais devem ser harmoniosos. A união das fases de análise e síntese deve permitir a troca de informações, viabilizando compatibilizar as necessidades de projeto com a produção dos componentes de construção.

Andrade (2000, p.122) lista as etapas e os aspectos diferentes em cada uma delas nos projetos modulares, que são:

- A primeira de um projeto convencional para um projeto modular reside em estabelecer quais componentes serão utilizados para montagem da edificação.
- A etapa de estudo preliminar, em um projeto coordenado modularmente, é bem semelhante a de um projeto comum. Nessa etapa é importante que o projetista tenha o máximo de liberdade para conceber o projeto de modo a atender aos anseios de seus clientes envolvendo considerações sobre os componentes utilizados.
- O anteprojeto é a etapa com maior diferença entre o projeto convencional o projeto coordenado modularmente. O primeiro passo de um anteprojeto modular é o de compatibilizar a solução estabelecida no estudo

preliminar com uma malha plana (quadrícula modular de referência) ou espacial (retícula espacial modular de referência). A partir da proposta, e com base nas dimensões dos componentes empregados, serão definidos os multimódulos a serem adotados para os diferentes projetos. Nos anteprojetos coordenados modularmente devem ser caracterizados os detalhes necessários para a execução.

- Os projetos executivos, coordenados modularmente, apresentam algumas diferenças do projeto convencional. A planta é designada planta modular e deve conter os principais componentes modulares na sua posição definitiva dentro da quadrícula de referência.
- A fase de gerenciamento de projeto compreende a organização, programação, definição de critérios, prioridades, métodos, definindo um cronograma de trabalho para elaboração dos projetos de maneira a se ter uma compatibilização no cronograma dos diferentes projetos. O ideal é que a elaboração dos projetos seja feita concomitantemente, possibilitando uma maior integração entre o projeto e a execução e auxiliando o gerenciamento do projeto.

A pesquisa de campo conduzida por Ciqueira (2015, p.107) mostrou de forma conclusiva, por meio de aplicação de questionário a arquitetos que a discussão sobre Coordenação Modular ainda é pouco conhecida e constantemente é confundida com a Coordenação Dimensional. Também foi possível observar costumes sedimentados como a preferência pela malha octamétrica (1,25 x 1,25m) e a prática de alinhar o eixo do componente com a linha da malha, além da preferência por coordenar distâncias entre pilares e entre paredes e a despreocupação com a coordenação de esquadrias, pisos, forros, etc.

Esse contexto demonstra que mesmo não sendo um tema novo, ainda não se tem efetiva prática e conhecimento sobre o mesmo, e a aplicação em estudo de caso facilita a apropriação

3 METODOLOGIA

Na proposição e detalhamento de um projeto arquitetônico desenvolvido para a construção do espaço físico de um Núcleo de Pesquisa em Sustentabilidade para a Construção Civil, localizado na Universidade Federal de Alagoas, no Campus A. C. Simões na cidade de Maceió - Alagoas foram considerados o programa de necessidades estabelecido, tomando como base a coordenação modular para auxiliar o processo de projeto de um sistema construtivo em alvenaria, a partir da escolha de componentes previamente coordenados em fábrica e sistematizados de forma ordenada para emprego no canteiro sob os aspectos legais, técnicos, econômicos e ambientais.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

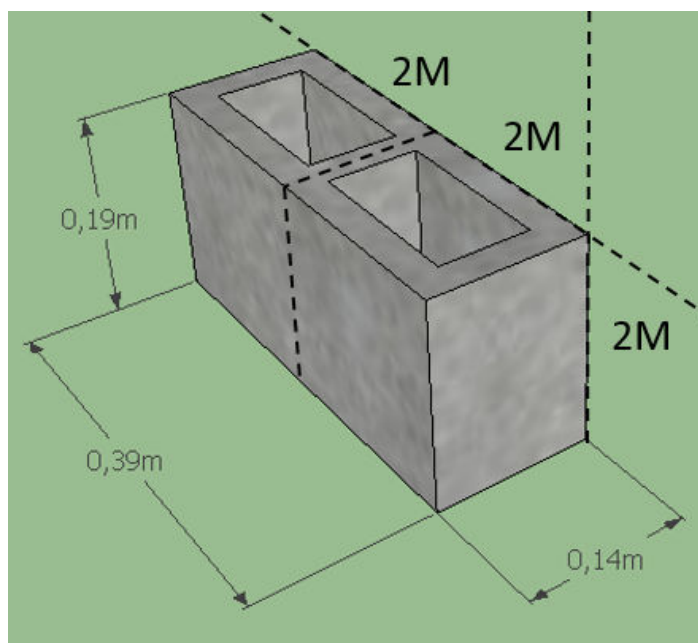
O primeiro passo do projeto modular foi determinar quais componentes seriam utilizados para a montagem da edificação, optando-se pelo bloco de concreto estrutural da família 39 com dimensões de 39x19x14, meio bloco 19x19x14, bloco para encontro em "L" 34x19x14, bloco para encontro em "T" 54x19x14 e o bloco canaleta de 39x19x14. O programa de necessidades

estabelecido compreende no pavimento térreo, a recepção, sala de reunião, cozinha, banheiro, escada, área de serviço e depósito sob a escada, e no pavimento superior duas salas de pesquisa.

Desde o início do estudo preliminar houveram reuniões com todos os projetistas envolvidos no processo a fim de estabelecer uma visão integrada.

O projeto modular básico, que compreende plantas baixas, cortes e fachadas, foi desenvolvido baseado nas dimensões do bloco e com isso foi adotado um quadriculado modular de referência e uma retícula espacial modular de referência de 2M (Figura 1).

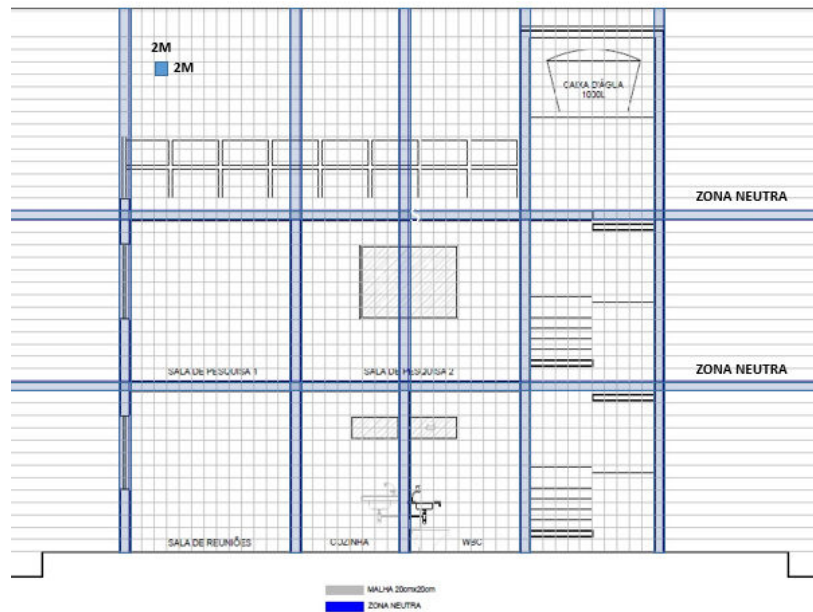
Figura 1 – Bloco estrutural modular



Fonte: Autores (2015)

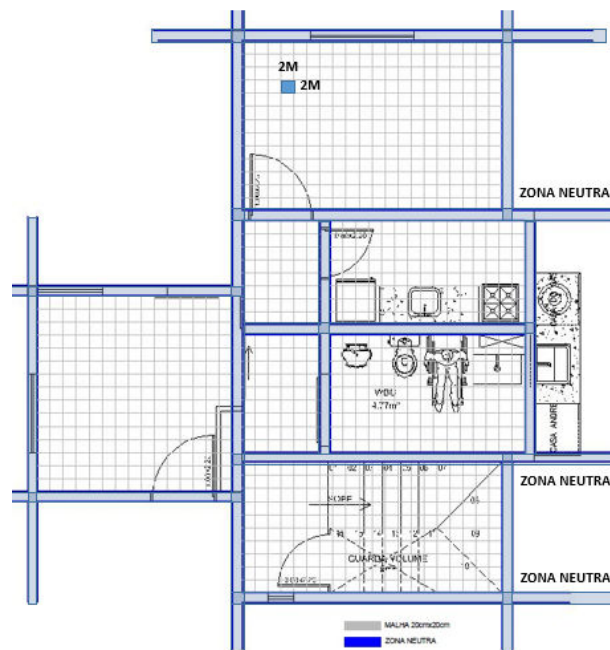
Zona neutra é uma zona não modular que separa reticulados modulares espaciais de referência que por razões construtivas ou funcionais necessitem ser separados entre si. Nessa zona não há obediência da Coordenação Modular (GREVEN e BALDAUF, 2007). A utilização das zonas neutras nas paredes e lajes permitiu uma modulação perfeita. Os blocos possuem largura de 14cm e as lajes espessura de 12cm evitando-se desta forma, a utilização de submódulos e blocos compensadores (Figuras 2 e 3).

Figura 2 – Retícula espacial de referência 2M em corte



Fonte: Autores (2015)

Figura 3 – Quadriculado modular de referência 2M em planta



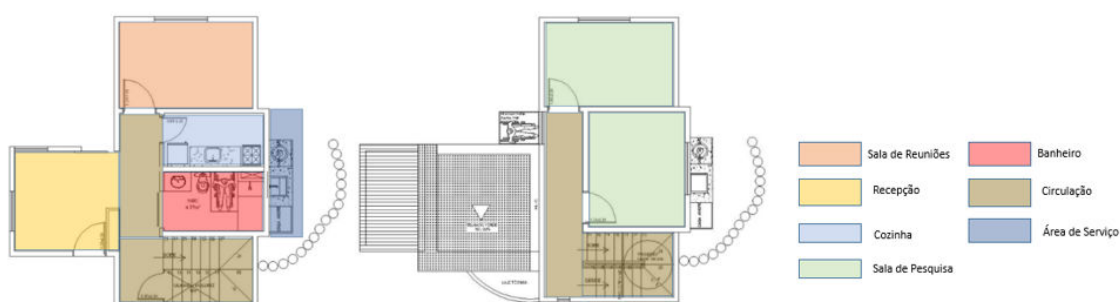
Fonte: Autores (2015)

Do ponto de vista da concepção arquitetônica o desenho começou a ser feito em formato de “L” onde o lado menor compreende a recepção térrea e o lado maior contempla o restante do programa em dois pavimentos transmitindo a sensação de dois módulos. Após várias reuniões com todos projetistas envolvidos no projeto o desenho sofreu adequações quanto ao dimensionamento das áreas e dos espaços físicos para a obtenção de melhor desempenho das funções. O resultado plástico configura uma forma de “L”

deslocado visando uma organização funcional com um jogo de volumetria com diferentes alturas. Durante todo processo foram considerados aspectos de sustentabilidade como: conforto térmico, conforto acústico, iluminação natural e iluminação artificial (Figura 4).

O protótipo terá área total construída de 86m² e sua construção tem por principal finalidade a avaliação da eficiência da técnica construtiva, considerando as instalações elétricas, hidrossanitárias e lógica. Para garantia da Coordenação Modular e facilitar a instalação e a manutenção das redes, a instalação hidráulica passará por shafts e paralela à parede, a instalação elétrica será feita através de canaletas. O protótipo contará também com a instalação de placas de energia solar, distribuição mista de energia, ou seja, por fornecimento da concessionária e células fotovoltaicas. Conterá também com captação, armazenamento e reaproveitamento de água da chuva e da água proveniente do sistema de condensadores, separação de águas cinza e negras que serão encaminhadas para tratamento diferenciado. Para melhorar o desempenho relacionado ao conforto térmico o laboratório terá teto jardim inclinado e plano, que proporcionará um ambiente interno mais fresco, mantendo a edificação protegida de temperaturas extremas, principalmente no verão. A definição dos componentes de cada subsistema integrado à ferramenta de coordenação modular foi estabelecida em reuniões conjuntas com todos os projetistas, e cada detalhamento era incorporado ao projeto.

Figura 4 – Zoneamento



Fonte: Autores (2015)

O uso da coordenação modular como ferramenta para a elaboração do projeto facilitou a observação das interfaces de cada subsistema e resultou na criação de padrões de dimensões, ajudou a estabelecer um padrão para a locação das instalações hidráulicas e elétricas, contribuiu para a integração e a coordenação entre os diferentes projetos.

É fato conhecido que quanto mais clara e brilhante é uma cor, menor sua absorção e conseqüentemente maior a reflexão. As cores de pinturas e revestimentos da fachada possuem um efeito significativo no ganho de calor do ambiente e diante disso os volumes da escada e da recepção receberão revestimentos cerâmicos na cor amarela que marcará a fachada com a malha modular utilizada como parâmetro conceitual (Figuras 5 e 6).

Figura 5 e 6 – Perspectivas externas



Fonte: Autores (2015)

5 CONCLUSÕES

Esse artigo objetivou mostrar como o uso da ferramenta coordenação modular no projeto arquitetônico pode contribuir direta ou indiretamente para a racionalização da construção e para a qualidade da edificação.

Os diversos desafios para o desenvolvimento desde projeto arquitetônico se apresentaram devido às premissas projetuais e as necessidades técnicas e tecnológicas estabelecidas por cada projetista. A proposta Arquitetônica para construção do Núcleo de Pesquisa em Sustentabilidade para a Construção Civil foi elaborada em parceria com os demais projetista envolvidos, gerando maior facilidade no processo de desenvolvimento e de tomada de decisões, na busca por soluções mais consistentes.

A aplicação dos conceitos da coordenação modular na elaboração do projeto arquitetônico básico, por criar padrões de dimensões para a construção e relacioná-los com a produção dando ênfase aos componentes e ao processo de montagem, nos possibilitou padronizar e simplificar os processos de projeto o que resultou em um projeto organizado e conciso. Ficou evidente que o uso de projetos modulares tende a facilitar a coordenação de projetos aumentando a eficiência no processo de elaboração de projetos e execução, contribuindo para o aumento do índice de produtividade, para a racionalização na indústria da construção civil, melhorando assim a qualidade da edificação.

Para que a coordenação modular seja aplicada de forma efetiva é necessário difundir seus conceitos para que os profissionais envolvidos possam aplicá-los. São necessárias mudanças substanciais das técnicas construtivas, modificação dos métodos de fabricação e um nível de projeto com detalhamento mais minucioso, a fim de diminuir os imprevistos corriqueiros que são encontrados em obras. Para a viabilização do sistema de coordenação modular no Brasil é necessário a colaboração entre todos os setores da construção civil. É necessária a capacitação profissional e ajustes na produção de componentes obtendo assim edificações eficientes quanto à produtividade e níveis de desperdícios.

AGRADECIMENTOS

À Financiadora de Estudos e Projetos FINEP, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico CNPQ pelo apoio financeiro. À Universidade Federal de Alagoas - UFAL pelo apoio institucional. À Doutora Aline da Silva Ramos Barboza por coordenação da equipe do Sistema Integrador para Projeto e Execução de Sistemas Construtivos em Alvenaria Coordenada Modularmente – SISMOD.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, M. L. V. X. **Coordenação Dimensional como Ferramenta para a Qualidade em Projetos de Habitação Popular**. 2000 208p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Escola de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília, Brasília.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT) **NRB 15873: 2010** Coordenação Modular para Edificações – Procedimento. Rio de Janeiro, 2010.

BALDAUF, A. S. F. **Contribuição à Implementação da Coordenação Modular da Construção no Brasil**. 2004. 146 f. Dissertação. (Mestrado em Engenharia Civil). Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

BARBOZA, A. S. R., LIMA, S. F. C. **Coordenação Modular Aplicada a Habitação de Interesse Social Unifamiliar**. Manual Técnico, Maceió, 2009, 71p.

CIQUEIRA, C. B. R. P. **A Coordenação Modular como Ferramenta de Projeto de Arquitetura e Levantamento de Componentes Normalizados no Mercado da Construção Civil do Distrito Federal**. 2015 117p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Escola de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília, Brasília.

DEGANI, C. M. **Sistema de Gestão Ambiental em Empresas Construtoras de Edifícios**. 2003. Dissertação. (Mestrado em Construção Civil) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.

GREVEN, H. A., BALDAUF, A. S. F. **Introdução à Coordenação Modular da Construção no Brasil: Uma Abordagem Atualizada**. Coleção Habitare, v. 9. Porto Alegre: ANTAC, 2007, 72p.

MELHADO, S. B. **Qualidade do projeto na construção de edifícios: aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção**. 1994. 308f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.