

# Customização de aplicativo BIM, segundo princípios da Coordenação Modular

## Customization of a BIM application, according to Modular Coordination principles

### Neliza Romcy

Universidade Federal do Ceará, Brasil.  
neliza.romcy@gmail.com

### Daniel Cardoso

Universidade Federal do Ceará, Brasil.  
danielcardoso@ufc.br

### Alexandre Bertini

Universidade Federal do Ceará, Brasil.  
bertini@ufc.br

### André Paes

Universidade Federal do Ceará, Brasil.  
andrenpaes@gmail.com

### ABSTRACT

Modular Coordination and Building Information Modeling emerge as potential strategies to improve the AEC industry, considering that both enhance the integration and communication among the different professionals involved in the project. This study aims to investigate the association between BIM and Modular Coordination, through the development of an application with demonstration purposes and the registration of its methodology. The paper presents how the process of customizing a BIM application was developed and its result: a plug-in designed to automatically generate the layout of ceramic bricks for rationalized masonry, plus the extraction of 2D technical drawings and quantitative lists.

**KEYWORDS:** Building Information Modeling; Coordenação Modular; customização de aplicativo; alvenaria racionalizada.

### Introdução

O fluxo e a integração de informações envolvidas ao longo de toda a cadeia produtiva do empreendimento, a começar pela fase de projeto, têm sido um entrave para a aplicação de melhorias no setor da construção civil.

Nesse contexto, encontram-se como estratégias para redução do problema: o resgate dos conceitos da Coordenação Modular, “antiga inovação” conhecida pelo cenário brasileiro; e a implementação do *Building Information Modeling* (BIM), processo tecnológico digital de construção civil, ainda em fase de conhecimento e apropriação por parte das empresas nacionais.

A Coordenação Modular consiste em uma estratégia de compatibilização dimensional, através de um sistema de referência modular, que norteia o desenvolvimento do projeto da edificação e seus componentes construtivos. No Brasil, a NBR 15873 (ABNT, 2010a) definiu 100 mm como medida modular de referência.

O BIM, ou modelagem de informação da construção (ABNT, 2010b), consiste no uso de um modelo digital para armazenamento e compartilhamento dos dados referentes ao projeto, possível de ser acessado e

modificado por toda a equipe integrante do processo. Os dados são inclusos como parâmetros associados aos elementos de projeto, inseridos ao modelo como objetos paramétricos.

Considerando que a Coordenação Modular inclui princípios que permitem a compatibilização de medidas (sistema decimétrico) e que, no BIM, os elementos de projeto são definidos a partir do estabelecimento de parâmetros (modelagem paramétrica), foi possível deduzir como relação, a transformação dos princípios de compatibilização da Coordenação Modular em parâmetros aplicáveis ao BIM.

Assim, a presente pesquisa investigou como é possível estabelecer essa relação, vislumbrando alcançar benefícios técnicos para a Indústria da AEC, como um aumento da comunicação entre os agentes envolvidos na cadeia produtiva e a aproximação da etapa de projeto com a etapa de execução.

O artigo tem por objetivo apresentar como o processo de customização do aplicativo BIM foi desenvolvido, dentro do contexto da pesquisa. O resultado final foi o registro de uma metodologia para a tradução de princípios da

Coordenação Modular em parâmetros aplicáveis ao BIM e uma primeira versão do produto pretendido: um *plug-in* para a geração automática de paginações de blocos cerâmicos para alvenaria racionalizada, com possibilidades de extração dos desenhos técnicos 2D e lista de quantitativos.

O delineamento do trabalho foi dividido em três etapas: compreensão, desenvolvimento e validação.

A compreensão incluiu a descoberta do problema inicial, considerando sua relevância prática e teórica; e um primeiro estudo dos principais temas envolvidos, visando à obtenção de conhecimento e domínio necessários.

O desenvolvimento consistiu no estudo exploratório realizado ao longo do processo de customização do aplicativo BIM, compreendendo: 1. o desenvolvimento da metodologia para a tradução de parâmetros da Coordenação Modular, aplicada a um primeiro sistema construtivo (alvenaria racionalizada em blocos cerâmicos); 2. a simulação da aplicação da metodologia, inicialmente em linguagem *script*, menos complexa que a programação do *plug-in*; 3. a programação de uma versão inicial do *plug-in*, a partir dos parâmetros levantados no estudo exploratório das etapas anteriores.

A validação incluiu a utilização do *plug-in* em uma situação real e a aplicação da metodologia desenvolvida em um segundo sistema construtivo de vedação (*light steel framing*), englobando um processo de validação externo e interno, consecutivamente. A aplicação da metodologia no sistema *light steel framing* não será aqui apresentada, visto que não envolveu a programação do aplicativo.

## Compreensão

Considerando o objetivo do trabalho de desenvolver uma metodologia que transformasse os princípios da Coordenação Modular em parâmetros para a alimentação de um aplicativo BIM, foi definida como produto final a criação de uma nova função para determinado *software*, através de um *plug-in*.

Para tanto foi necessário o levantamento de algumas decisões preliminares, incluindo que *software* BIM e estratégia de programação seriam utilizados, além dos objetos a serem representados (sistema construtivo).

Para a seleção do *software* BIM, foram definidos como critérios a disponibilidade de acesso gratuito para fins acadêmicos (versão educacional); as possibilidades de customização, observadas a partir de pesquisas anteriores (MONTEIRO, 2011; AYRES, 2009); e, por fim, o conhecimento técnico por parte da equipe da pesquisa.

O aplicativo selecionado foi o ArchiCAD da empresa Graphisoft, que disponibiliza as seguintes opções de

acesso: 1. programação dos objetos paramétricos na sua própria linguagem interna de *script* (*Geometrical Description Language* – GDL), possibilitando a geração dos componentes construtivos customizados; 2. o estabelecimento de uma interface direta com o aplicativo original, através de sua biblioteca de funções (*Graphisoft Application Programming Interface Development Kit* – Graphisoft API), o que permitiu o desenvolvimento do *plug-in*.

Assim, a estratégia de programação adotada buscou a associação de duas opções de acesso e comunicação: *script*, para a programação e customização dos objetos paramétricos, e *plug-in*, para o estabelecimento das relações entre os objetos paramétricos e o aplicativo BIM original.

Como referencial de suporte, foram utilizados manuais específicos (NICHOLSON-COLE, 2000), além de tutoriais em vídeo e documentação digital, disponibilizados pelo site oficial da própria empresa (GRAPHISOFT, 2011).

Para a seleção do subsistema da edificação a ser representado, os critérios foram o grau de influência do subsistema perante os demais e sua importância para o projeto da edificação como um todo. Devido ao seu alto nível de interface com os outros subsistemas do edifício e sua importância para a racionalização da obra, a vedação vertical foi selecionada como o objeto da investigação proposta.

Por fim, para o sistema construtivo, foram adotados como critérios o parque tecnológico disponível no Brasil e a possibilidade de adequação aos critérios da Coordenação Modular, visto que a tradução dos seus princípios para o BIM compreende o objetivo principal da investigação.

Com base em levantamento bibliográfico e visando ao atendimento desses critérios, foi selecionada a alvenaria racionalizada em blocos cerâmicos, a ser representada no desenvolvimento do *plug-in*.

## Desenvolvimento

Para dar início ao estudo, foi necessária a compreensão de como se dispõe uma alvenaria racionalizada em blocos cerâmicos, transformando o processo em parâmetros para sua posterior reconstrução em linguagem computacional (alimentação do modelo BIM).

Entender o objeto como um sistema consiste em percebê-lo como uma estrutura organizada de componentes que se relacionam entre si ou com o meio em que está inserido, gerando as características do todo. Assim, para a decomposição do objeto de estudo, foram selecionadas as seguintes características: 1. componentes, incluindo sua diversidade e sua quantidade; 2. relações, ou seja, a capacidade dos componentes em se conectar; 3. estrutura, ou seja, as conexões estabelecidas no sistema

para um determinado momento e sua construção passo-a-passo.

Os blocos cerâmicos foram determinados como os componentes básicos da alvenaria, enquanto as relações consistem nos tipos de amarração. A estrutura, que depende de um contexto específico, foi verificada posteriormente e se caracteriza pela disposição das alvenarias em um projeto específico.

Considerando o procedimento de amarração de alvenaria que melhor satisfaz à transmissão de esforços entre painéis e à simplicidade da execução, adotou-se alternar um bloco de cada painel a cada fiada, sem o uso de ligações com reforços metálicos ou semelhantes. Para atingir uma gama de relações maior e, conseqüentemente uma maior flexibilidade de soluções, optou-se pela amarração de "terço" (VILATÓ E FRANCO, 2000), que permite: 1. amarração de canto ou encontro em "L"; 2. amarração em topo ou encontro em "T"; 3. amarração cruzada ou encontro em "X" (Figura 1).

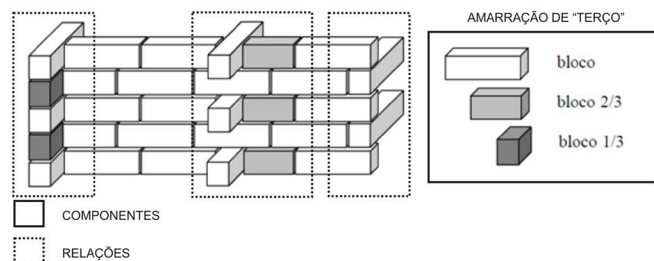


Fig. 1. Amarração "de terço" e as disposições dos encontros em "T", "X" e "L", respectivamente.

De acordo com tal tipo de amarração, foi selecionada uma família de blocos cerâmicos coordenados modularmente, desenvolvida pela própria Universidade Federal do Ceará (MEHIS, 2010) e baseada na malha decimétrica como referência espacial, o que reforça sua adequação aos objetivos do presente trabalho.

O bloco principal possui 10 cm de espessura, incluindo 1 cm de reboco, e foi pensado pela composição de um módulo triplo, podendo-se trabalhar com os três tipos de componentes: bloco 1M (10cm x 10cm), bloco 2M (10cm x 20cm) e bloco 3M (10cm x 30cm). Essas medidas correspondem aos blocos 1/3; 2/3 e inteiro,

## Blocos básicos (medidos em cm)

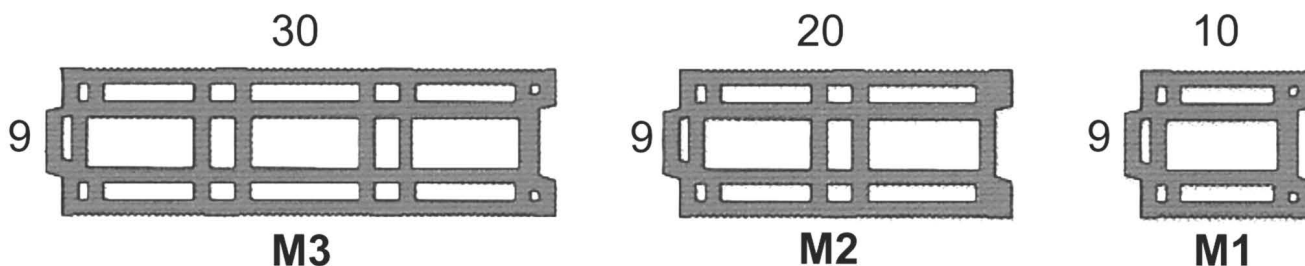


Fig. 2. Desenho em planta dos blocos básicos da família MEHIS, com suas principais dimensões.

respectivamente (Figura 2).

Selecionados os componentes e as relações, deu-se início às investigações sobre a estrutura do objeto, que pode ser relacionada à coesão do todo e sua construção passo-a-passo. A partir daí, foi realizado um estudo da alvenaria isolada, para posteriormente serem estudados os encontros possíveis (L, T e X).

A alvenaria isolada foi estudada como um objeto a ser decomposto em seus componentes básicos (blocos M1, M2 e M3), que seriam distribuídos de acordo com as propriedades dimensionais da alvenaria (altura, espessura e comprimento). O comprimento foi percebido como dimensão problema, devido à sua maior complexidade, pois depende do número e da disposição de blocos cerâmicos de cada tipo (10 cm, 20 cm, 30 cm).

Foram percebidos três padrões de disposições de blocos em função do comprimento que, dividido por 30 cm (comprimento do bloco inteiro), pode apresentar três tipos de resto (10 cm, 20cm e zero), classificados respectivamente como R1, R2 e R3.

O estudo dos encontros em L, T e X partiu das regras estabelecidas para a alvenaria isolada. Cada encontro foi caracterizado construtivamente e, respeitadas suas peculiaridades, adequado à classificação baseada nos possíveis comprimentos (R1, R2 e R3).

Com os parâmetros pré-definidos, foi realizada sua aplicação em desenho 2D (AutoCAD) para dois projetos A e B, previamente selecionados, seguindo como critérios: estarem voltados à Habitação de Interesse Social (HIS) e se adequarem às regras da Coordenação Modular.

Os parâmetros e o procedimento de aplicação mostraram-se insuficientes para suprir as características particulares dos encontros vislumbrados. Destaca-se, ainda, a dificuldade de visualização dos problemas e de possíveis soluções, devido ao uso exclusivo de desenho 2D. Assim, deu-se prosseguimento ao momento seguinte da pesquisa, com o uso do *script*, em uma primeira simulação no ambiente BIM.

Primeiramente foi necessária a criação dos objetos paramétricos que representariam os blocos cerâmicos.

Um objeto GDL, linguagem própria do *software* ArchiCAD, caracteriza-se como um conjunto de *scripts* 2D e 3D, que trabalha com variáveis e operações pré-estabelecidas. Vale salientar que, nessa fase, os processos de distribuição dos blocos não são automatizados.

Foi realizado um primeiro estudo genérico com o estabelecimento das configurações possíveis para um conjunto de paredes, organizadas em uma disposição com baixa complexidade, que permitisse todos os encontros dos tipos previstos. Tal estudo mapeou 27 combinações diferentes, a partir das dimensões R1, R2 e R3, onde foram encontradas configurações semelhantes, mesmo para situações diferentes.

O mapeamento prévio dessas configurações é justificável para a verificação de recorrências e garantia de que não seja aberto precedente para a geração de soluções que tragam problemas de projeto e execução. Posteriormente, essas configurações foram revisadas e as recorrências foram agrupadas, facilitando sua organização para posterior identificação.

Como resultado foi gerada uma tabela de configurações (Figura 3), relacionando em pares todos os encontros levantados (L, T, X e extremidade livre), para as dimensões R1, R2 e R3, e foi realizada uma nova aplicação nos projetos A e B para conferência das alterações.

G06	X		
	R1	R2	R3
X			
T			
Li			

Fig. 3. Trecho da tabela de configurações, referente ao grupo 06, onde são apresentadas as combinações entre encontro X e encontros X, Li e T, para as dimensões R1, R2 e R3. Destaque para as recorrências de configurações mesmo para combinações diferentes.

Em resumo, a classificação de cada alvenaria se dá em função dos encontros em suas extremidades e da dimensão do vão gerado entre os blocos de extremidade (R1, R2, R3), tendo a primeira fiada como referência. A partir dessa classificação, a configuração dos blocos cerâmicos para as fiadas pares e ímpares pode ser verificada na tabela pré-estabelecida. O resultado foi satisfatório, visto que as paginações das alvenarias de ambos os projetos A e B foram representadas corretamente, permitindo, assim, o início da programação do *plug-in*.

Nessa etapa foi utilizada a biblioteca de funções do aplicativo original, denominada API (*Application Programming Interface*), que compreende um ambiente disponibilizado pela própria empresa para que os

programadores possam gerar novas ferramentas (ou *“add-ons”*), aumentando sua funcionalidade. No caso do ArchiCAD, a linguagem de programação utilizada para tanto é o C ou C++ (GRAPHISOFT, 2011).

Assim como no procedimento realizado para a geração dos parâmetros, para a programação também houve a necessidade de se investigar primeiramente a alvenaria como objeto único e isolado, para só posteriormente se verificar como seriam estabelecidas as relações entre alvenarias diferentes (encontros).

Para a descrição da alvenaria isolada, as características dimensionais (altura, espessura e comprimento) foram referenciadas a partir dos comandos de descrição do objeto parede (*wall*), retirados do *API\_WallType*, enquanto para os encontros foram referenciadas as conexões realizadas entre objetos paredes diferentes, a partir do *API\_WallRelation*.

A programação seguiu a estrutura *“if...then”*, que se caracteriza pela determinação de uma condição a ser avaliada, podendo resultar em dois valores: *true* (verdadeiro) ou *false* (falso). Se a condição for verdadeira, os comandos pré-estabelecidos são executados.

A sequência de passos a serem tomados pelo *software* a partir do *plug-in* foi baseada na investigação realizada nas etapas anteriores, porém o programador teve total liberdade para propor novas alterações, se necessário.

O procedimento a ser realizado automaticamente pelo *plug-in* incluiu: 1. a identificação dos locais onde ocorrem encontros entre alvenarias; 2. a divisão das alvenarias em diferentes segmentos a partir dos encontros identificados; 3. a classificação desses segmentos em função do seu comprimento (R1, R2, R3); 4. a classificação final de cada segmento em função dos encontros em suas extremidades e do comprimento do segmento; 5. o preenchimento da primeira e da segunda fiadas com os blocos cerâmicos, de acordo com a classificação, verificando-se a tabela de configurações pré-estabelecida.

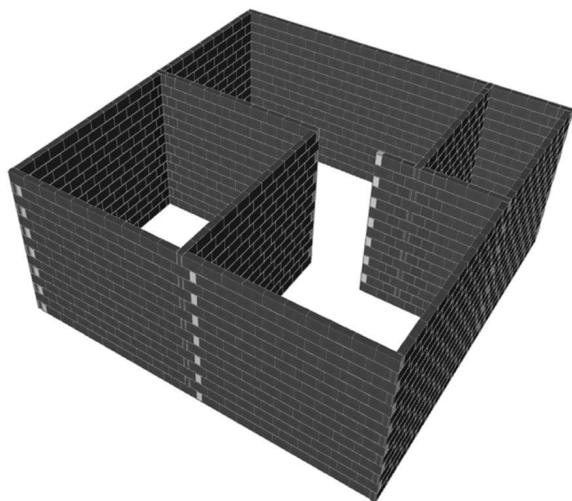
A função desenvolvida consistiu na adição de uma nova aba, denominada *“Alvenaria”* (Figura 4), contendo o comando *“Gerar Fiadas”*. Sempre que selecionado o comando e clicado um determinado objeto parede, sua paginação é gerada automaticamente através da distribuição dos blocos cerâmicos em formato GDL.



Fig. 4. Nova ferramenta *“Alvenaria”* criada pelo *plug-in* no menu original do *software* ArchiCAD.

Para a averiguação de seu correto funcionamento, a ferramenta foi testada nos projetos A e B, utilizados ao longo de toda a pesquisa. Somou-se ainda, a

possibilidade da extração dos desenhos 2D, a partir do gerenciamento de *layers* (camadas), e a geração automática de tabelas com os quantitativos dos blocos cerâmicos, discriminados por tipo (30 cm, 20 cm, 10 cm). O resultado da aplicação do *plug-in* para o projeto A pode ser observado na Figura 5, com a apresentação do modelo BIM e a respectiva tabela de quantitativos dos blocos cerâmicos dispostos.



Lista Inventário de Objectos					
Quant...	Tipo de Bloco	Comprimento	Altura	Largura	
21	Bloco Um Terco	0.10	0.19	0.10	
161	Bloco Dois Terços	0.20	0.19	0.10	
1505	Bloco Inteiro	0.30	0.19	0.10	
1687					

Fig. 5. Perspectiva do modelo BIM para o projeto A e a respectiva tabela de quantitativos, geradas a partir do *plug-in*.

Assim, a primeira versão do *plug-in* foi concluído satisfatoriamente com o cumprimento da sua função de distribuir automaticamente os blocos cerâmicos em fiadas, segundo os parâmetros pré-estabelecidos.

## Considerações Finais

Com a conclusão da primeira versão do *plug-in*, foi realizada sua demonstração juntos aos projetistas dos projetos A e B para a obtenção de *feedback* externo. Esse momento foi de extrema importância para a reflexão sobre a aplicabilidade e importância da presente pesquisa, com a contribuição de profissionais da área que não tiveram envolvimento direto com o trabalho. Constatou-se, assim, em um processo de validação externa.

As demonstrações foram feitas em separado para cada equipe e englobaram a apresentação da pesquisa, a demonstração do uso do *plug-in* para o respectivo projeto, e a abertura para discussão, com a solicitação de dúvidas, sugestões e opiniões sobre a importância do trabalho.

Os projetistas demonstraram interesse em utilizar a ferramenta, visto sua capacidade de automatizar funções antes realizadas de forma manual. Foi destacado que a automatização de atividades que não agregam

valor, como a distribuição dos blocos cerâmicos em paginações e a extração dos quantitativos, disponibiliza mais tempo para atividades que realmente envolvam o trabalho intelectual dos projetistas.

Como sugestão, foi mencionada a inclusão de outras famílias de blocos cerâmicos e dos blocos especiais (U e J) para a interface com outros sistemas construtivos, além da possibilidade de se selecionar mais de um objeto parede ao mesmo tempo para a criação da paginação.

Assim, as contribuições da presente pesquisa incluíram: 1. a customização de um aplicativo BIM, referência para trabalhos futuros de intuito semelhante; 2. o desenvolvimento de uma metodologia para a tradução de sistemas modulados em parâmetros, visando à alimentação de aplicativos BIM; 3. a reflexão teórica sobre os benefícios trazidos pela associação entre BIM e Coordenação Modular, embasada pela investigação desenvolvida.

## Referências

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). 2010a. NBR 15873: Coordenação Modular para edificações. Rio de Janeiro.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). 2010b. NBR ISO 12006-2: Construção de edificação – Organização de informação da construção. Parte2: Estrutura para classificação de informação. Rio de Janeiro.
- AYRES, C. 2009. Acesso ao modelo integrado do edifício. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná.
- GRAPHISOFT. 2011. Graphisoft API Development Kit Documentation. 2011. Acesso em abril de 2011, de <http://www.graphisoft.com/support/developer/documentation/DocAPIDevKit.html>.
- MEHIS – Habitações Sustentáveis com Melhoria dos Processos Tradicionais. 2010. Desenvolvimento e difusão de tecnologias construtivas para habitação social no Ceará. Rede Habitare/FINEP.
- MONTEIRO, A. 2011. Projeto para produção de vedações verticais em alvenaria em uma ferramenta CAD-BIM. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de São Paulo.
- NICHOLSON-COLE, D. 2000. Object Making with ArchiCAD: GDL for beginners. Graphisoft.
- VILATÓ, R. R., FRANCO, L. S. 2000. Racionalização do projeto de edifícios em alvenaria estrutural. (Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil; PCC-2515 Alvenaria Estrutural). São Paulo.