



XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

PROPOSTA DE UMA FAMÍLIA DE BLOCOS MODULARES COM GEOMETRIA DIFERENCIADA PARA ALVENARIA DE VEDAÇÃO EM HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL¹

SILVA, Fábria (1); BARROS, Bruna (2); MAGALHÃES, Emanuelle (3)

(1) UFAL, e-mail: engenhariacivil.fabia@gmail.com; (2) UFRGS, e-mail: brunarb@gmail.com; (3) UFAL, e-mail: smagalhaes.emanuelle@gmail.com

RESUMO

O desenvolvimento tecnológico avança em diversos setores da indústria. Porém na construção civil, observa-se que esta ainda carece de tecnologias que facilitem o processo construtivo. Tecnologias construtivas exercem uma grande importância para as construções em geral, sempre em vista à minimizar custos e desperdícios. Nesta perspectiva, pode-se citar as Habitações de Interesse Social (HIS) que necessitam de materiais construtivos de qualidade, e portanto, carecem de avanços dessas referidas tecnologias, sendo dessa forma, necessário atuar de maneira mais enfática nesta área. Diante disso, este trabalho apresenta uma proposta de uma família de blocos modulares com geometria diferenciada para alvenaria de vedação, composto por blocos e uma canaleta, com sugestão de aplicação de argamassa apenas na horizontal. Internamente nos blocos, vãos livres facilitam a passagem de instalações elétricas e hidráulicas nas duas direções, diminuindo a quantidade de danos no assentamento e na passagem das instalações. Durante a criação dos blocos, foram utilizados softwares de representação gráfica e modelagem tridimensional. A relevância do trabalho versa ao debate sobre inovação tecnológica direcionada à modulação, além dos benefícios intrínsecos da incorporação da coordenação modular na construção civil, com racionalização construtiva.

Palavras-chave: Coordenação Modular. Construção Civil. Alvenaria de vedação.

ABSTRACT

The technological development is present in various sectors of the industry, however in the construction side it is notable a lack of technology to facilitate the construction process. Nevertheless, construction technologies play an important role in Social Houses (SH), minimizing prices and wastage, so it becomes important to focus on improving that field. Thus, this paper proposes a family of modular bricks with a differentiated geometry, to be used in masonry partition. This family of bricks is composed by bricks and a channel and the plaster application is intended to horizontal direction. In addition, the bricks have internal voids which facilitate electrical and hydraulics installations along its axis, reducing the possible damages. In order to visualize the processes better, this work made use of some 3D software. The relevance of this paper lies especially in the debate about technological innovation in modulation, out of the intrinsic benefits of the incorporation of the modular coordination in the construction field, with construction rationalization.

Keywords: Modular coordination. Construction Field. Masonry Partition.

¹ SILVA, Fábria; BARROS, Bruna; MAGALHÃES, Emanuelle. Proposta de uma família de blocos modulares com geometria diferenciada para alvenaria de vedação em HIS. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2016.

1 INTRODUÇÃO

A alvenaria de vedação tem sido um dos processos tradicionais de maior importância nas construções. Com o avanço das tecnologias construtivas, novas formas de vedação de compartimentos foram desenvolvidas, a exemplo da vedação com gesso acartonado e *wood frame*. O uso destas, no entanto, não é tão expressivo quanto o do modelo tradicional de alvenaria de vedação.

Dando continuidade, alvenarias de vedação são aquelas destinadas a preencher vãos de estruturas, sejam elas de concreto armado, aço ou madeira e usadas para construção de habitações. Devem suportar o peso próprio, cargas provenientes de equipamentos ou móveis e resistir a ações dos ventos e chuvas (INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS, 2009).

Nesse panorama, vários estudos sobre sistemas construtivos foram desenvolvidos nas últimas décadas, com vistas a atender as necessidades de moradia para população de baixa renda. Porém, alguns sistemas são caros e necessitam de mão de obra especializada, o que inviabiliza sua utilização em construções para pessoas de classe C, D ou E. Atualmente, os blocos cerâmicos são os componentes construtivos mais utilizados por essas classes.

Dessa forma, surge a necessidade de se criar novos componentes construtivos que atendam aos principais requisitos para construções desse tipo: fácil aplicação e com mínimo desperdício.

Baseando-se no exposto, é importante ressaltar que a modernização tecnológica dos processos de produção da construção civil não se dará de forma rápida, com a substituição absoluta e imediata das técnicas e características do método tradicional. Essa mudança ocorre de forma gradativa, passando pela racionalização tradicional da construção, para aos poucos alcançar as inovações tecnológicas (SILVA, 2003).

Assim, este trabalho apresenta uma proposta de blocos modulares para alvenaria de vedação visando facilitar o processo tradicional de construção civil. Os blocos consistem em um novo elemento construtivo, de geometria diferenciada, que possibilita encaixes precisos e utilização de argamassa apenas na direção horizontal.

2 METODOLOGIA

Os procedimentos metodológicos fundamentaram-se na necessidade de blocos para alvenaria de vedação que se encaixassem nas duas direções, sem impedir a passagem das instalações elétricas e hidráulicas. Desta forma, diminui-se a quantidade de blocos quebrados. Para tanto, os autores realizaram pesquisas bibliográficas com ênfase na coordenação modular, de forma que os conceitos pudessem ser aplicados no presente trabalho.

Foram traçados desenhos buscando o desenvolvimento de um modelo com medidas que possibilitassem a amarração da parede, e que seus encaixes, não interferissem nos furos dos blocos. A seguir, com o auxílio de softwares de

representação gráfica e modelagem tridimensional, deu-se forma ao modelo.

3 RACIONALIZAÇÃO DA CONSTRUÇÃO E A PROBLEMÁTICA DA RELAÇÃO PROJETO-OBRA

O desenvolvimento da indústria da construção civil provocou a criação de diferentes sistemas de construção e componentes construtivos, distinguidos por uma variedade de métodos, tecnologias e arquiteturas próprias. Atualmente, verifica-se uma expressiva organização em alguns setores, no qual encontram-se modernos sistemas construtivos e metodologias de gestão industriais que facilitam o processo construtivo (SERRA; FERREIRA; PIGOZZO, 2005).

Nestes termos, um conceito muito conhecido de racionalização é mencionado por Nogueira de Paula (1932) apud Melhado (1994), em que "racionalização é um sistema de organização que deve provocar o acréscimo do rendimento econômico e, paralelamente, o acréscimo da produção, o abaixamento dos preços e o melhoramento da qualidade dos produtos."

Entende-se que a racionalização de um processo é um conjunto de diretrizes que objetiva substituir as práticas convencionais arcaicas por novas tecnologias fundamentadas em sistemas que visam eliminar os exercícios empiristas (RIBEIRO, 2002).

Dando continuidade, Melhado e Agopyan (1995) propõem uma formulação distante de diretrizes para preparação de projetos, visando à qualidade e a implementação de uma filosofia fundamentada em princípios de enriquecimento tecnológico, racionalização e construtibilidade, oferecendo assim um novo conteúdo.

4 COORDENAÇÃO MODULAR E OS BENEFÍCIOS PARA A CONSTRUÇÃO

A coordenação modular faz referência a um sistema que utiliza dimensões pré-estabelecidas de simetria e proporção que objetiva arranjar o ambiente da construção por meio de medidas que se fundamenta em um sistema modular com dimensões organizadas (PARIZZOTO 2004).

De acordo com a ABNT NBR 15873 (2010), a coordenação modular é a técnica que admite integrar medidas de projeto com medidas modulares por meio de um reticulado espacial modular de referência, visando aumentar a intercambiabilidade de elementos tanto na construção inicial quanto em reformas e melhorias ao longo da vida útil da edificação.

Segundo Baldauf (2004), para que a construção civil torne-se apta a cumprir o desempenho a que é estabelecida pela realidade contemporânea, é necessário que se encontre capacitada a produzir edificações que, além de respeitarem qualidades indispensáveis, a exemplo de habitabilidade, funcionalidade e durabilidade igualmente proporcionem características pautadas à produtividade, baixo custo e comportamento ambiental.

Dentro desse contexto, Mamede (2001) menciona algumas vantagens que são obtidas através da coordenação modular:

- Simplificação da elaboração de projeto;
- Normalização dos componentes de construção;
- Otimização das dimensões com redução do número de formato dos componentes da construção;
- Diminuição dos problemas de interface entre componentes e subsistemas;
- Padronização dos detalhes e precisão dimensional.

No Brasil o modelo com coordenação modular que ganha mais destaque é o de alvenaria estrutural, executada com blocos de concreto. Nesse caso, é indispensável o uso da coordenação modular para garantir a racionalização da construção frente os requisitos estabelecidos no projeto (AZUMA, 2008).

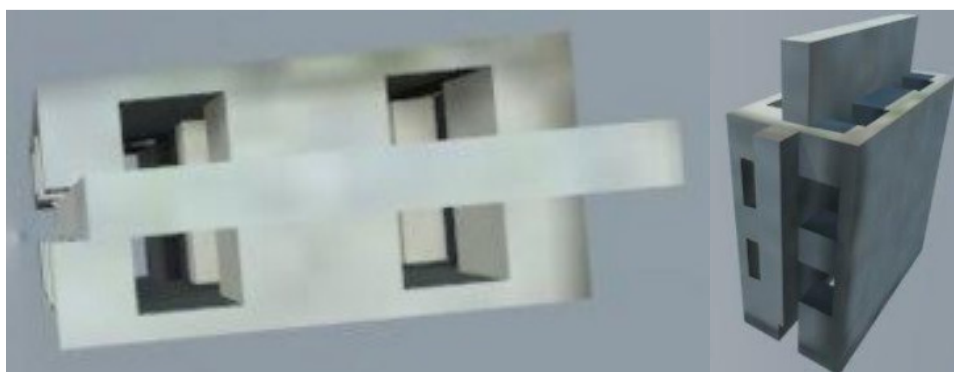
5 PROPOSTA DE UMA FAMÍLIA DE BLOCOS MODULARES COM GEOMETRIA DIFERENCIADA

5.1 Família de blocos

Analisando a problemática abordada, a partir desta seção, apresenta-se uma família de blocos modulares, composta por três componentes construtivos e uma canaleta para cinta de amarração. O material sugerido para confecção dos blocos é o concreto simples, que geralmente é utilizado para confeccionar blocos para alvenaria de vedação sem função estrutural, seguindo os critérios da NBR 12118 (2013).

Para a moldagem dos blocos, é necessário dimensionar uma forma que atenda ao modelo proposto. Depois, com o auxílio de uma mesa vibratória, deve-se adensar os blocos para eliminar as bolhas de ar. Na Figura 1, apresenta-se o primeiro componente desta família.

Figura 1 – Bloco Contínuo



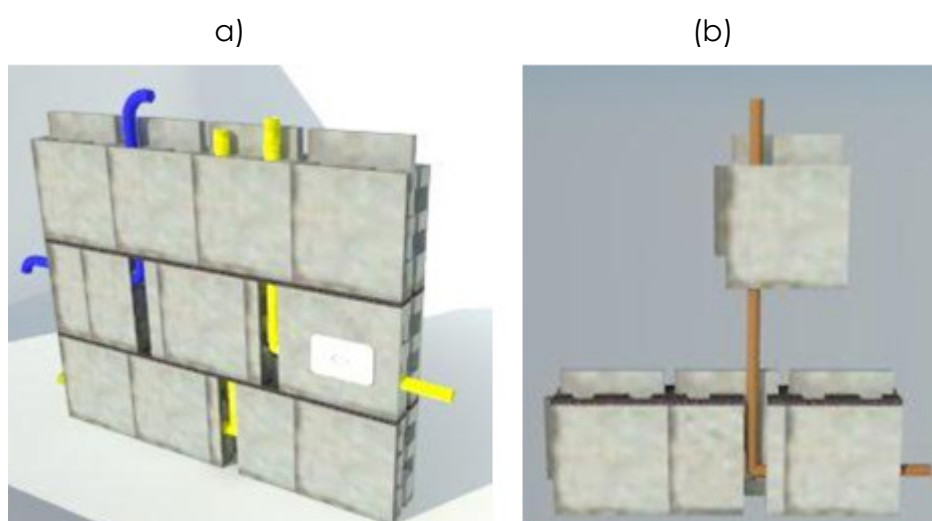
Fonte: Os autores (2016)

O primeiro componente consiste em um bloco com quatro furos na vertical e quatro na horizontal, que possibilitam a passagem de eletrodutos nas duas

direções sem que haja quebras na parede. Porém, é necessário que, na medida em que os encaixes forem acontecendo, as instalações dos eletrodutos e do sistema hidráulico sejam inseridas e feitas as aberturas dos pontos elétricos e hidráulicos.

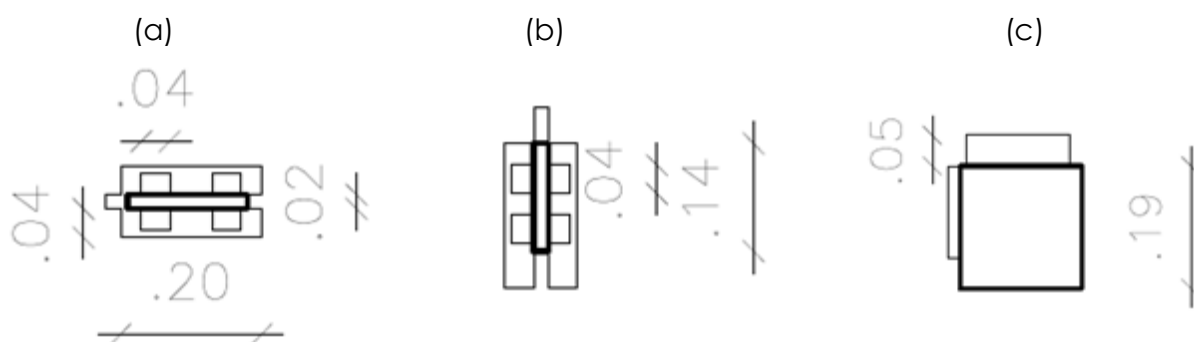
A Figura 2 mostra como devem ser colocados os eletrodutos, bem como a instalação hidráulica: da vertical para a horizontal. Os blocos permitem a passagem de tubulação hidrossantiária com diâmetro máximo de (2,5 cm), e para colocar conexões, a exemplo de joelho com 90°, faz-se uma abertura em apenas um bloco, que depois é corrigido com o reboco. Na Figura 3, apresentam-se as vistas e comprimentos dos blocos.

Figura 2 – Instalações: (a) Eletrodutos e sistema pex; (b) Sistema hidráulico com tubos de PVC



Fonte: Os autores (2016)

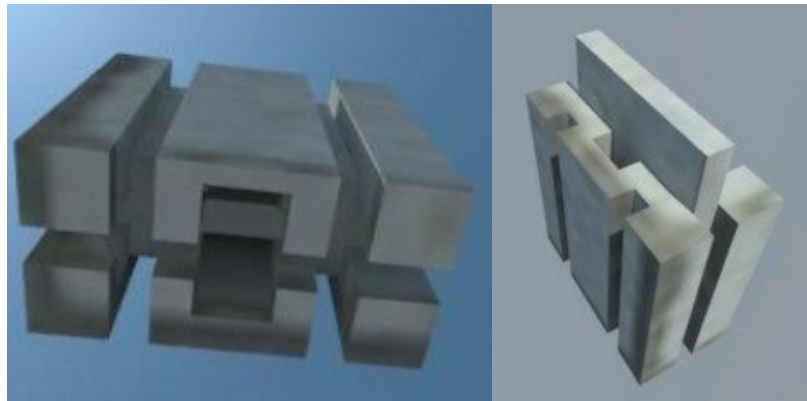
Figura 3 – Vistas do bloco contínuo: (a) superior; (b) frontal; (c) lateral



Fonte: Os autores (2016)

O segundo componente desta família modular, conforme ilustrado na Figura 4, é utilizado apenas para as amarrações em L, T e Cruz. A geometria deste bloco possibilita que o bloco contínuo seja encaixado nos cantos.

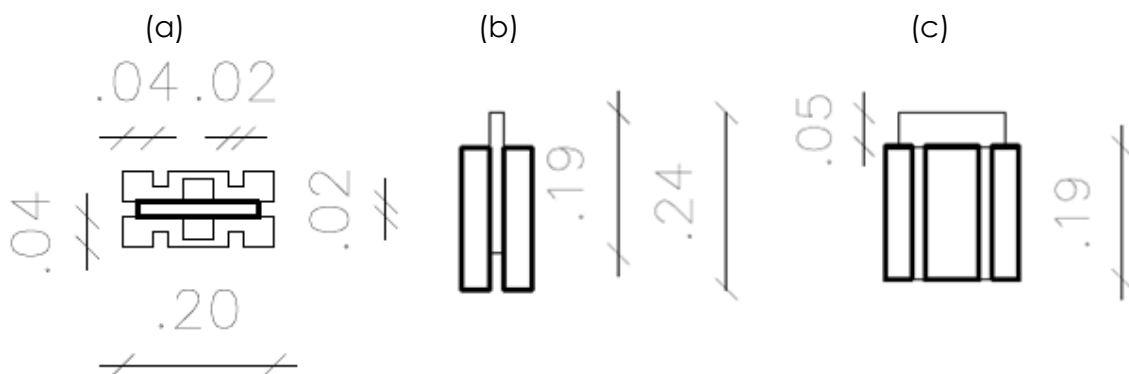
Figura 4 - Bloco de amarração



Fonte: Os autores (2016)

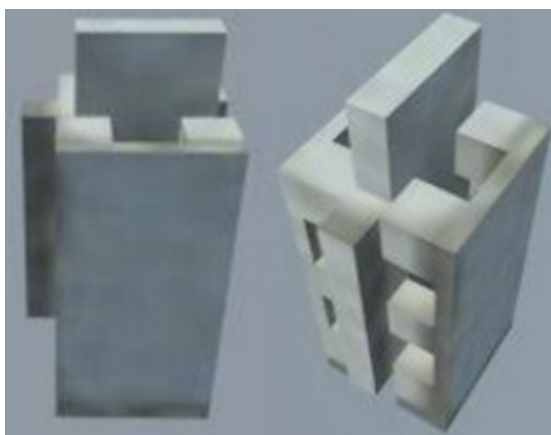
Conforme exposto, percebe-se que este bloco, em comparação com o bloco contínuo, tem apenas dois furos na vertical e nenhum na horizontal. Esta particularidade deve-se ao fato de que, por se tratar de um bloco com função apenas de amarrar a parede nos cantos, não é necessário ter furos na horizontal. No mais, ele apresenta seis cavas de encaixe, para facilitar a montagem da alvenaria em qualquer direção. A seguir, na Figura 5, exibe-se o comprimento e vistas do bloco de amarração.

Figura 5 – Vistas do bloco de amarração: (a) superior; (b) frontal; (c) lateral



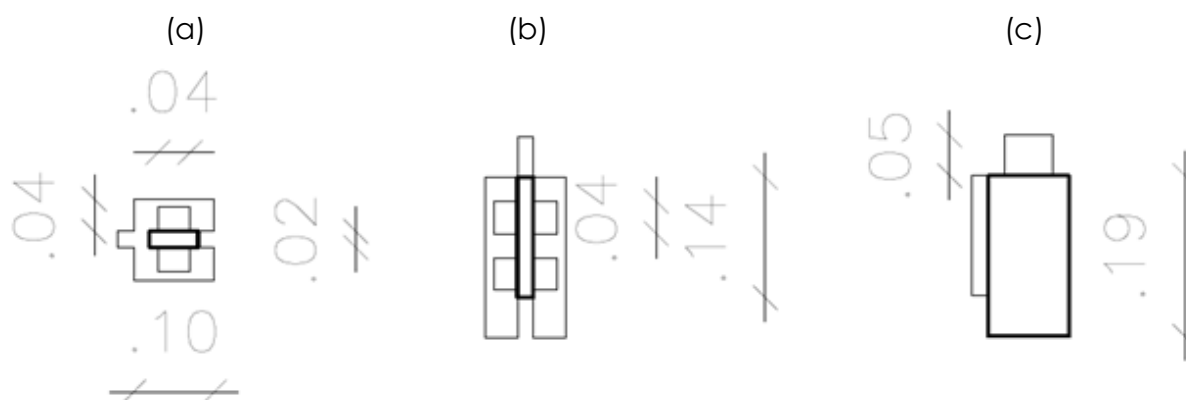
Fonte: Os autores (2016)

Figura 7– Meio bloco



Fonte: Os autores (2016)

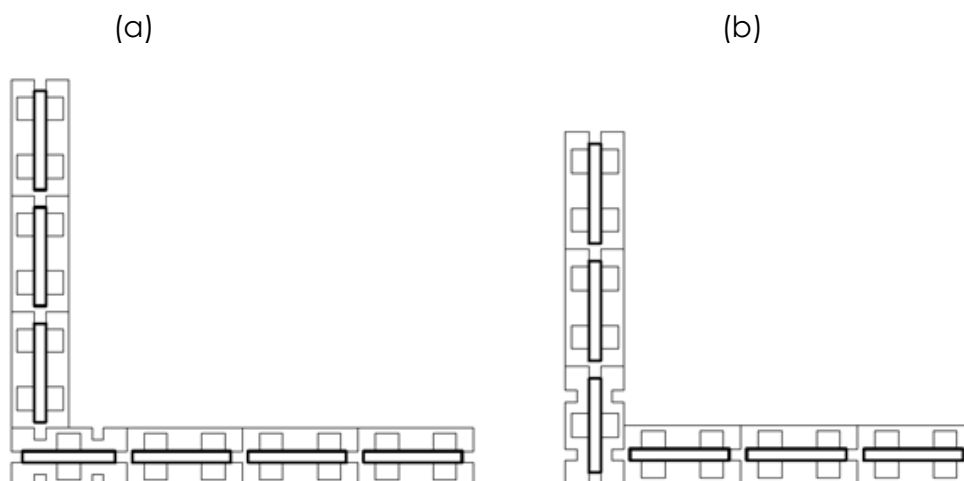
Figura 7 – Vistas do meio bloco: (a) superior; (b) frontal; (c) lateral



Fonte: Os autores (2016)

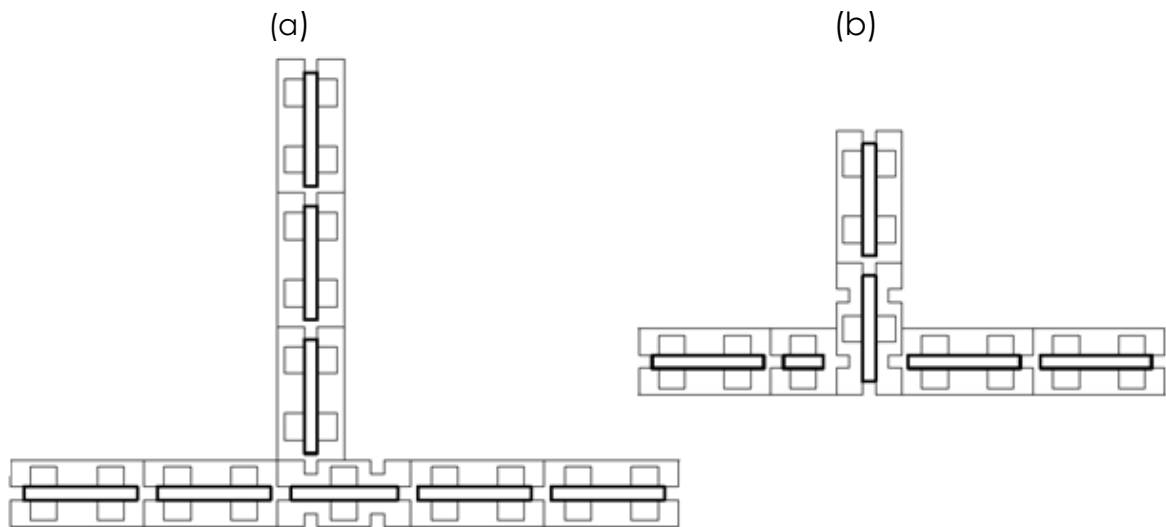
Para melhor exemplificar como os encaixes e as amarrações são feitas, apresenta-se na Figura 8 a planta baixa da amarração em L com primeira e segunda fiada, e nas Figuras 9 e 10, as amarrações em T e cruz.

Figura 8- Amarração em L: (a) Primeira fiada; (b) Segunda fiada



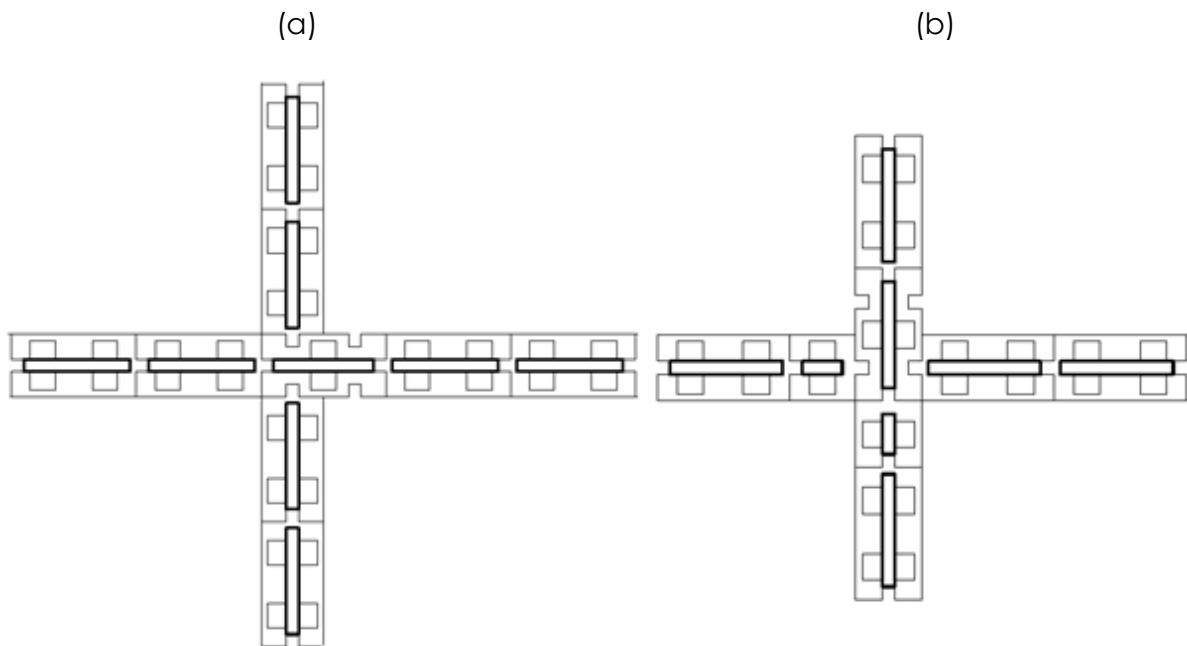
Fonte: Os autores (2016)

Figura 9- Amarração em T: (a) primeira fiada; (b) Segunda fiada



Fonte: Os autores (2016)

Figura 10- Amarração em cruz: (a) Primeira fiada; (b) Segunda fiada



Fonte: Os autores (2016)

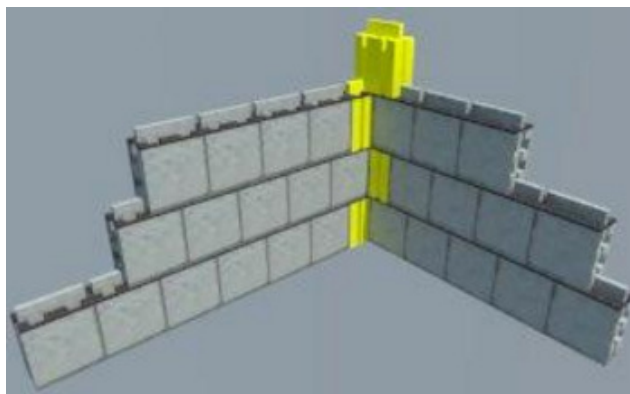
Na Figura 6, apresenta-se o último componente da família dos blocos, o meio bloco. O mesmo foi criado para evitar quebras na vedação. Na Figura 7, mostram-se as vistas e comprimentos do meio bloco.

Observa-se que os blocos atendem aos principais requisitos de amarrações necessárias para uma edificação. Com o encaixe nos dois eixos, sugere-se aplicação de argamassa de 1cm de espessura na direção horizontal.

Dando continuidade, expõe-se as amarrações em perspectiva juntamente com a representação da argamassa na horizontal. Tal ilustração é mostrada

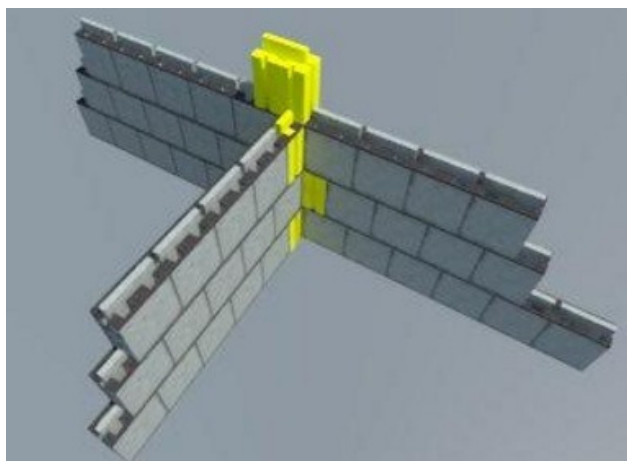
na Figura 11, com a amarração em L, e, em seguida, na Figura 12 exibe-se a amarração em T e, na Figura 13, a amarração em cruz. Para uma melhor visualização das perspectivas, o bloco de amarração foi destacado.

Figura 11 – Perspectiva da amarração em L



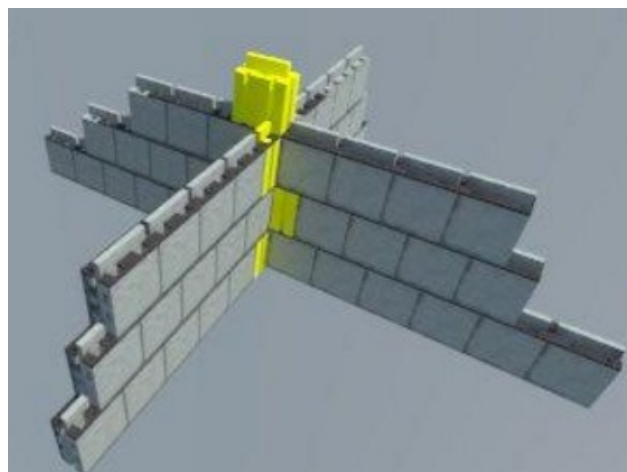
Fonte: Os autores (2016)

Figura 12 – Perspectiva da amarração em T



Fonte: Os autores (2016)

Figura 13 – Perspectiva da amarração em cruz

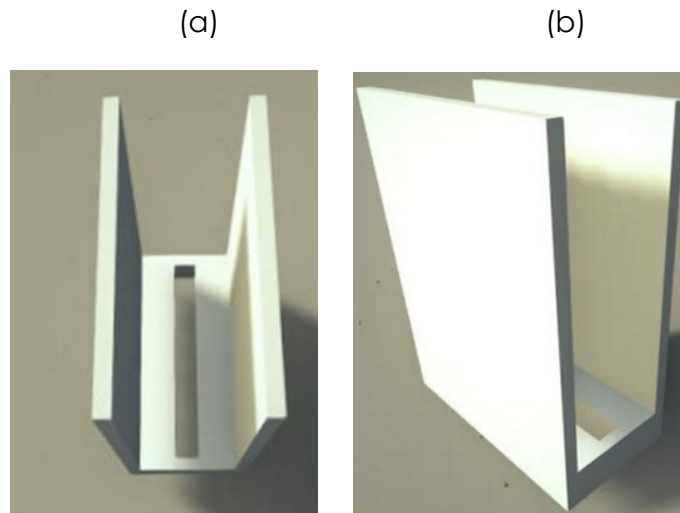


Fonte: Os autores (2016)

5.2 Canaleta e sua aplicação

As canaletas exercem uma função muito importante na construção, sendo utilizadas na cinta de amarração após o pé direito e nas vergas e contravergas de janelas e portas. Sendo assim, desenvolveu-se uma canaleta que corresponde com o encaixe dos blocos criados. Na Figura 14 mostra-se a geometria da canaleta em perspectiva.

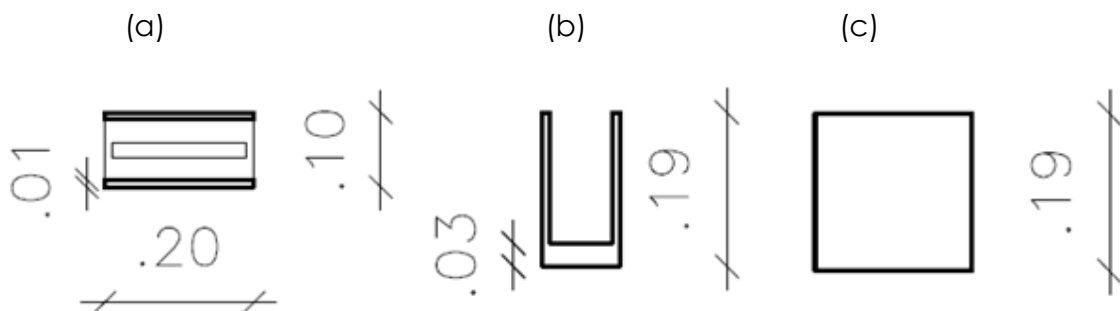
Figura 14 – (a) Vista superior em perspectiva; (b) Vista diagonal em perspectiva



Fonte: Os autores (2016)

Percebe-se que a canaleta apresentada tem uma abertura na direção do comprimento. Esta abertura serve como encaixe na parte de cima dos blocos. Após o encaixe, instalam-se perfis de aço e concretam-se os blocos, criando a cinta de amarração. A seguir, na Figura 15, exibem-se as dimensões e vistas da mesma.

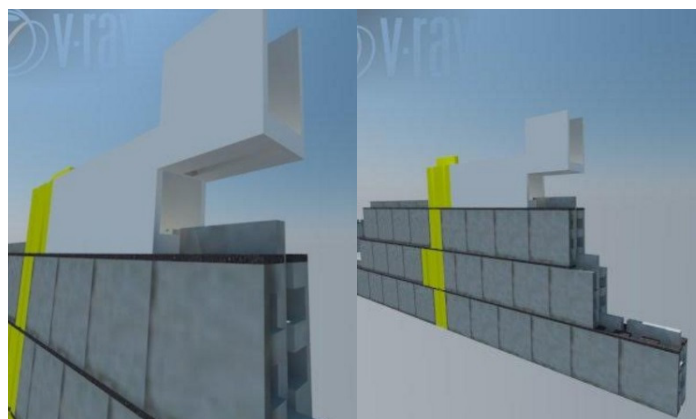
Figura 15 – Vistas da canaleta: (a) Superior; (b) Frontal; (c) Lateral



Fonte: Os autores (2016)

O encaixe da canaleta nos blocos é mostrado na Figura 16.

Figura 16 – Encaixe da canaleta

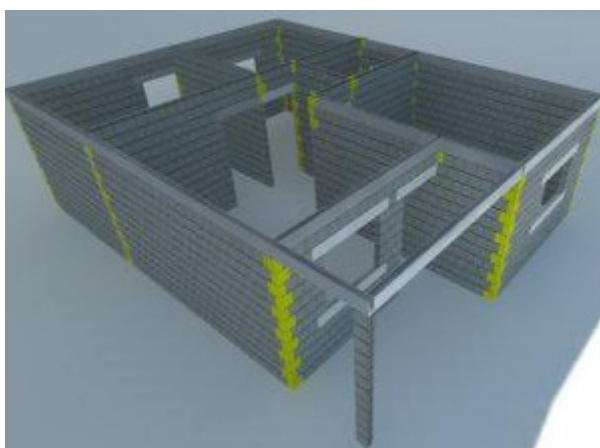


Fonte: Os autores (2016)

Observa-se que a canaleta projetada corresponde com o encaixe nos blocos, possibilitando que os perfis de aço e graute para concretagem sejam depositados.

À título de verificação, montou-se uma casa com padrões de uma HIS de 63 m² usando os referidos blocos para confirmar se desempenhariam, de fato, uma modulação e encaixes precisos no decorrer de uma construção. A Figura 17 apresenta o modelo da casa usando os blocos propostos.

Figura 17 – Montagem até o pé direito



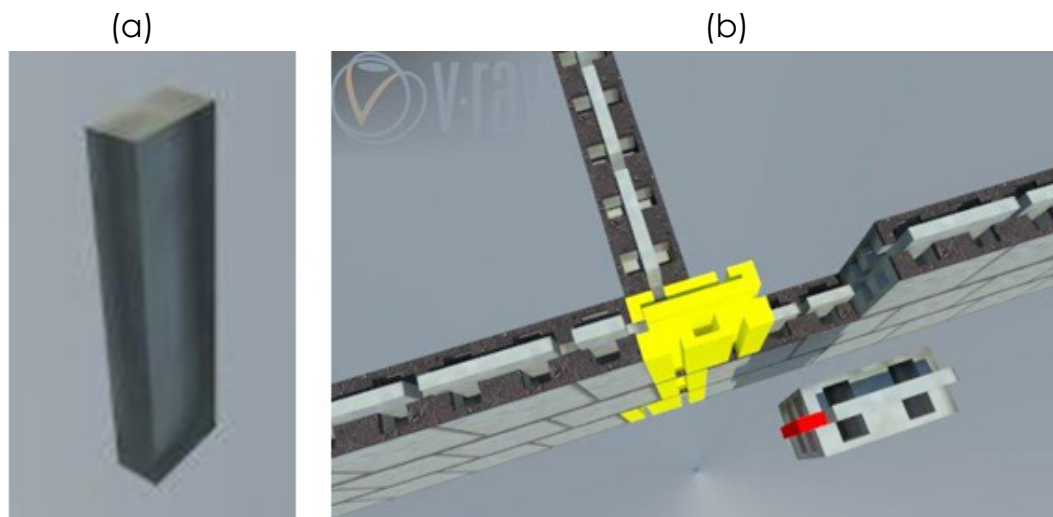
Fonte: Os autores (2016)

Ao desenvolver o modelo completo da casa, ficou evidente que o bloco contínuo tinha um problema. Dependendo do lado que se começa o assentamento, esquerdo ou direito, haverá um lado em que o bloco contínuo não se encaixará, pois ele só tem parede de encaixe de um lado. Consequentemente, no decorrer do assentamento e encaixe em uma fiada, o bloco contínuo não se encaixará na cava de encaixe do bloco de amarração.

Para solucionar o problema citado, criou-se mais um componente, conhecido na literatura como bloco compensador, o qual possibilitou o

encaixe sem maiores complicações. Nesse panorama, na Figura 18 apresenta-se o bloco compensador juntamente com o encaixe na extremidade esquerda do bloco de amarração. Para uma melhor visualização, o bloco compensador foi destacado no encaixe, de vermelho.

Figura 18 – (a) Bloco compensador; (b) Representação do encaixe no lado esquerdo



Fonte: Os autores (2016)

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As tecnologias apresentam transformações em vários setores, e um destes é a construção civil. Com o déficit habitacional vivente no país, essas transformações tornam-se ainda mais urgentes. Desta forma, é indispensável a busca por elementos construtivos que utilizem os conceitos da coordenação modular, visando diminuir a geração de resíduos, agrupando rapidez e baixo custo, com desempenho e qualidade superior ou igual aos convencionais.

Desta forma, com os conceitos da coordenação modular aplicados na concepção de novos componentes construtivos para vedação, com ênfase no processo de montagem, estes possibilitam simplificar e uniformizar as etapas de construção, e como consequência, permitem construir de forma mais organizada e precisa, com menos desperdícios e erros.

A proposta apresentada neste trabalho surge como uma alternativa viável para alvenaria de vedação, tendo como vantagens: fácil aplicabilidade; redução de perdas no canteiro de obras; diminuição do consumo de argamassas; facilidade nas instalações elétricas e hidráulicas. O uso dos blocos também permite a compatibilização com projetos, já que as dimensões dos blocos apresentados são as mesmas dos blocos cerâmicos utilizados em diversas construções, dentre elas, as HIS.

Entretanto, ressalta-se que para essa proposta cumprir com as condições para o qual foi projetada, os materiais aplicados devem ser apropriados para que as propriedades mecânicas dos blocos não sejam afetadas. Assim,

entende-se que mais estudos são necessários para chegar a resultados específicos.

Portanto, como sugestão para realização de novos estudos, propõe-se a confecção de protótipos para avaliar o desempenho de possíveis construções com os referidos blocos. Com isso, compreende-se que será possível obter informações mais detalhadas referentes à proposta apresentada.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente ao nosso Deus e a professora Bruna Rosa por nos orientar e estar sempre disponível a sanar nossas dúvidas e também pelo incentivo à pesquisa e à busca constante por conhecimento.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15873: Coordenação modular para edificações. Rio de Janeiro 2010.

_____. NBR 12118: Blocos vazados de concreto simples para alvenaria- Métodos de Ensaio. Rio de Janeiro, 2013.

AZUMA, F. Uma contribuição através de um sistema CAD baseado na web para aplicação da coordenação modular nas habitações de interesse social. 2008. 256 f. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Setor de Tecnologia, UFPR, Curitiba. Disponível em: <<http://www.ppgcc.ufpr.br/dissertacoes/d0096.pdf>>. Acesso em: 16 Jan. 2016.

BALDAUF, A.S.F. Contribuição à implementação da Coordenação Modular da construção no Brasil. 2004. 148 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFRGS, Porto Alegre. Disponível em: <http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/4885/000416640.pdf?sequence=1>. Acesso em: 03 Fev. 2016.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. Códigos de práticas Nº1. Alvenaria de vedação em blocos cerâmicos. 2009. Disponível em: http://www.ipt.br/projeto/2-codigos_de_praticas_na_construcao_civil.htm. Acesso em: 10 Jun. 2016

MELHADO, S. B. Qualidade do projeto na construção de edifícios: Aplicação às empresas de incorporação e construção. 1994. 310 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.

MELHADO, S. B.; AGOPYAN, V. O conceito de Projeto na Construção de Edifícios: Diretrizes para sua Elaboração e Controle. 1995. 22 f. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP (Departamento de Engenharia de Construção Civil).

MAMEDE, F. C. Utilização de pré-moldados em edifícios de Alvenaria Estrutural. 2001. 206 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas) – Escola de Engenharia de São Paulo, São Carlos. Disponível em:

http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/.../2001ME_FabianaMamede.pdf. Acesso em: 18 Jul. 2015.

PARIZOTTO FILHO, S. (2004). Análise arquitetônica e construtiva de tipos habitacionais edificados com painéis pré-fabricados com blocos cerâmicos. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Florianópolis, 2004.

RIBEIRO, M. S. A industrialização como requisito para a racionalização da construção. 2002. 37 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, PROARQ/FAU, Rio de Janeiro, 2002. Disponível em: http://www.poli.ufrj.br/leeamb/Arquivos_para_Download/Dissertacao_Marcellus_Serjo_Ribeiro.pdf. Acesso em: 31 Mar. 2016.

SERRA, S.M.; FERREIRA, M.de A.; PIGOZZO, B. N. Evolução dos Pré-fabricados de Concreto. 2005. 1º Encontro Nacional de Pesquisa-Projeto-Produção em Concreto Pré-moldado. São Carlos, SP. Disponível em: http://www.set.eesc.usp.br/1enpppcpm/cd/conteudo/trab_pdf/164.pdf. Acesso em: 11 Jan. 2016.

SILVA, M. M. A. Diretrizes para o projeto de avenarias de vedação. 2003. 274 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-01032004-150128/pt-br.php>. Acesso em: 10 Mar. 2016.