

## **Sistema construtivo de blocos de encaixe: uma experiência didática de integração em tecnologia da construção, desenvolvimento e design de produto.**

### ***Building block system: a didactic experience of integration in construction technology, development and product design***

**André de Paula França, Arquiteto, Escola de Arquitetura da UFMG**

E-mail: andre\_franca22@yahoo.com.br

**Ingrid Morais, Arquiteta, Escola de Arquitetura da UFMG**

E-mail: ing.morais92@gmail.com

**Rejane Magiag Loura, Doutora, Departamento de Tecnologia do Design, da Arquitetura e do Urbanismo da Escola de Arquitetura da UFMG**

E-mail: rejaneml@gmail.com

**Sofia Araújo Lima Bessa, Doutora, Departamento de Tecnologia do Design, da Arquitetura e do Urbanismo da Escola de Arquitetura da UFMG**

E-mail: sofiabessa@ufmg.br

### **Resumo**

A busca pela inovação e o problema da baixa produtividade na construção civil brasileira tem despontado como agenda dos diversos atores envolvidos nessa cadeia, o que tem, em alguma medida, relação com a formação dos arquitetos no Brasil. Diante desse contexto, este artigo se propôs discutir uma experiência pedagógica com base no ensino tecnológico para estudantes de arquitetura e urbanismo. A experiência se baseou numa abordagem integrada de conhecimentos tecnológicos do campo da arquitetura, da construção civil e do design de produto para o desenvolvimento de uma solução construtiva industrializada e racional voltada para a autoconstrução de habitações unifamiliares. O sistema proposto de blocos autoportantes com montagem a seco (sem argamassa ligante) foi produzido a partir de concreto com rejeitos de mineração em sua composição. A partir dos resultados obtidos, pode-se concluir que, pelo ponto de vista tecnológico, constatou-se que o microconcreto desenvolvido mostrou-se adequado e que há necessidade de aprimoramento no desenho dos blocos e das fôrmas. Pedagogicamente, houve um ganho muito significativo para os estudantes de arquitetura que tiveram de trabalhar de maneira integrada e prática, na conceituação de uma tipologia arquitetônica a partir do desenvolvimento de um sistema construtivo, e na materialidade de cada bloco que compõe o sistema.

**Palavras-chave:** Sistemas construtivos; Ensino de Arquitetura; Microconcreto; Resíduos.

## **Abstract**

*The search for innovation and the problem of loss of productivity in Brazilian civil construction has emerged as an agenda for the various actors involved in this chain, which has to some extent a relation with the training of architects in Brazil. In this context, this article aims to discuss a pedagogical experience based on technological teaching for students of architecture and urbanism. The experience was based on an integrated approach of technological knowledge from the field of architecture, civil construction and product design to the development of an industrialized and rational constructive solution for the self-construction of single-family dwellings. The proposed system of self-supporting dry blocks (without bonding mortar) was produced from concrete with mining tailings in its composition. From the obtained results, it can be concluded that, from the technological point of view, it was verified that the developed microconcrete was adequate and that there is a need for improvement in the design of the blocks and the forms. Pedagogically, there was a very significant gain for architecture students who had to work in an integrated and practical way, in the conceptualization of an architectural typology from the development of a constructive system, and in the materiality of each block that composes the system.*

**Keywords:** *Construction systems; Architecture Teaching; Microconcrete; Wastes.*

## **1. Introdução**

A busca pela inovação na construção civil brasileira tem despontado como agenda dos diversos atores envolvidos nessa cadeia, desde produtores de materiais até dos construtores. Entretanto, observa-se poucos avanços no desenvolvimento de produtos inovadores para atender a demanda deste setor. Percebe-se que a evolução dos materiais, da terra crua para o concreto armado, teve um impacto limitado sobre o processo de industrialização e de racionalização das obras habitacionais unifamiliares (MENDES, *et al.*, 2010).

A partir da segunda metade do século XIX, o modo de produção vernacular em terra crua (taipa e adobe), madeira e pedra foi sendo alterado pela introdução de um novo produto: o tijolo cerâmico queimado (REIS FILHO, 2002; MENDES, *et al.*, 2010).

O material foi evoluindo, passando a ser vazado e de várias dimensões, mas desde então o tijolo passou a ser o material preferido e era utilizado inclusive com finalidades estruturais, passando também a serem produzidos em concreto. Com o advento do concreto armado, os tijolos passaram a ser utilizados como sistema de vedação, e seu uso permanece nos dias de hoje, porém sua função estrutural não foi abandonada (LEMOS, 1985).

Apesar das alterações provocadas pelo tijolo cerâmico queimado, nota-se a permanência das características artesanais de produção de edificações, presentes desde a arquitetura vernacular colonial, na qual permanece ainda altos índices de desperdício. A cultura construtiva brasileira é caracterizada, ainda, por grandes perdas nas fases de concretagem, alvenaria, emboço/reboco e revestimento (OLIVEIRA *et al.*, 2011).

Nos diversos processos e sistemas construtivos convencionais usados nas edificações, observa-se perda de produtividade devido, entre outros motivos, à baixa conectividade entre os componentes envolvidos nos sistemas. Tal constatação influencia de forma direta o bom andamento e a qualidade da obra (BARBOZA, *et al.*, 2011).

A coordenação modular, nesse aspecto, pode ser uma ferramenta importante na busca por maiores índices de qualidade, uma vez que atua diretamente nos componentes de um sistema construtivo, sejam eles mão de obra ou modulação prévia das dimensões ainda em projeto, compatibilizando-os de forma integrada.

Ao longo do tempo, a necessidade de racionalização levou os países europeus a se unirem em comitês em detrimento da criação de uma única medida modular, que fosse responsável por comandar toda a produção de materiais para a construção civil. No Século XX, onde a necessidade de racionalizar a construção era extrema, devido ao grande déficit habitacional deixado pelas duas guerras mundiais, foi definido o módulo de 10 cm - ou 4 polegadas (GREVEN e BALDAUF, 2007).

No que se refere à alvenaria, a modulação objetiva acertar suas dimensões em planta associada também ao pé-direito da edificação, em função das dimensões dos componentes, de modo a não necessitar, ou pelo menos reduzir, cortes ou ajustes necessários à sua execução (BARBOZA, *et al.*, 2011).

Esse contexto técnico-produtivo do setor convive simultaneamente com alto déficit habitacional, em torno de seis milhões de unidades faltantes, e elevado número de habitações autoconstruídas sem qualquer tipo de acompanhamento técnico, aproximadamente 85% das unidades (FJP, 2016; CAU e DATAFOLHA, 2015).

Segundo o panorama da situação dos resíduos sólidos no Brasil, elaborado pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais – ABRELPE, do ano de 2017, em torno de 62% de todo o resíduo sólido gerado no Brasil teve como origem as atividades de construção e de demolição, o que equivale a, aproximadamente, 45 milhões de toneladas de resíduos de construção e demolição (RCD) gerados por ano num total 71,6 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos. Os dados apontam um total de 123 mil t/dia de RCD, sendo cerca de 64 mil t/dia coletadas apenas na região Sudeste (51,75%) (ABRELPE, 2017).

Dentre os resíduos estão os cacos de blocos e de tijolos, que são cortados para se adaptar às dimensões das paredes e para a passagem de dutos. Dessa forma, fica evidente a necessidade de racionalizar a produção e a utilização das alvenarias, colocando em prática técnicas de modulação e diminuindo, assim, a quantidade de perda de material.

A baixa inovação nas soluções técnicas tem, em alguma medida, relação com a formação dos arquitetos no Brasil. De acordo com Leite (2014), há mais de 30 anos estudos revelam a inexistência de um ensino verdadeiramente tecnológico. Ainda segundo a autora, há apenas um ensino “proto-tecnológico” que se caracteriza por concepções curriculares de extrema fragmentação e de abstração dos conteúdos, comportamento didático “enciclopédico” e reprodutivo, e, principalmente, ausência de contato com a realidade. Leite (2014) aponta que a ação tecnológica deve partir de uma conjectura inicial, imaginativa, e concretizar-se através da inventividade e do enfrentamento do real.

Diante do amplo contexto apresentado, este artigo se propôs discutir uma experiência pedagógica com base no ensino tecnológico para estudantes de arquitetura e urbanismo. A experiência ocorreu durante os trabalhos de conclusão de curso de dois alunos e se baseou numa abordagem integrada de conhecimentos tecnológicos do campo da arquitetura, da construção civil e do design de produto para o desenvolvimento de uma solução construtiva industrializada e racional voltada para a autoconstrução de habitações unifamiliares. O

sistema proposto de blocos autoportantes com montagem a seco (sem argamassa ligante) foi produzido a partir de concreto com rejeitos de mineração em sua composição.

## 2. Blocos modulares de encaixe

Os blocos de encaixe sem argamassa ligante são temas de pesquisa em diversos países. Há modelos, inclusive, utilizados em soluções para habitações de interesse social ao redor do mundo. Para exemplificar, cita-se modelos apresentados por BARROS (2011) que apresentam características semelhantes aquele presente neste trabalho.

### a) Sistema Construtivo Haener

Desenvolvido pelo Dr. Juan Haener, membro da *New York Academy of Sciences*, o Sistema é chamado de *US 2-Block System*, constituído por dois tipos de blocos: um principal com 40 cm de comprimento e um de meio, com 20 cm de comprimento, com mecanismos de encaixe patenteados. Também podem ser produzidos blocos principais com dimensões de 20x20x40 cm, 30x20x40 cm, 20x15x40 cm, 15x20x40 cm e 15x15x30 cm. São produzidos a partir de concreto leve e possuem três furos, além do design que permite os encaixes horizontais e verticais (Figura 1).

### b) Sistema Construtivo Etherington

O sistema construtivo foi criado pelo Professor Bruce Etherington da Universidade do Havaí em 1983, e posteriormente desenvolvido pelo *Asian Institute of Technology*. O conceito do sistema é que pudesse ser utilizado em construções de baixo custo em países em desenvolvimento, portanto, também é um sistema que permite a utilização de mão de obra pouco qualificada. Foi largamente utilizado em construções de interesse social em países como Malásia, Tailândia e Filipinas e também nos Emirados Árabes Unidos. O projeto do bloco possibilita encaixes verticais e horizontais e seus furos internos permitem reforços com armaduras de aço.

### c) Sistema Construtivo Sparlock

Desenvolvido no Canadá, esse sistema difere-se dos anteriores devido à geometria dos blocos. Estes são assentados em alturas intercaladas, que aumentam a resistência do sistema às cargas, além de melhorar o comportamento acústico e a estanqueidade ao fogo (Figura 1).



**Figura 1.** Blocos Haener (esq.) e Sistema Construtivo Sparlock (dir.). Fonte: Barros, 2011.

### d) Sistema de Alvenaria Azar

Esse sistema foi desenvolvido pela empresa canadense *Azar Group Inc.* e é composto por uma família de três blocos: o bloco completo, o meio bloco e o bloco de “empilhamento”. Neste é possível realizar encaixes tanto na vertical quanto na horizontal e sua execução exige mão de obra pouco qualificada.

### 3. Materiais e Métodos

A experiência pedagógica relatada neste artigo ocorreu durante dois anos em orientação de trabalhos de conclusão de curso (TCC) subsequentes de dois alunos no curso de arquitetura e urbanismo da Universidade Federal de Minas Gerais.

A motivação inicial dos trabalhos foi o interesse dos próprios alunos em explorar uma abordagem tecnológica durante o TCC. A discussão tecnológica poderia acontecer durante o processo de desenvolvimento de uma edificação, como mais costumeiramente se dá os TCCs. Entretanto, vislumbrou-se a possibilidade de discutir soluções tecnológicas para habitações unifamiliares a partir do desenvolvimento de um sistema construtivo. Essa discussão trouxe para o grupo de orientadores, além de professoras Arquitetas e Urbanistas com trabalhos de pesquisa em Tecnologia da Construção, outros professores Designers de Produto. A equipe de orientadores interdisciplinar permitiu que as discussões percorressem aspectos da escala macro da edificação e chegasse a pontos relevantes da produção dos blocos.

O cronograma semestral do TCC organizou as atividades desenvolvidas em 4 etapas, a saber;

- Etapa 1: Estudos bibliográficos sobre blocos, tradição construtiva, metodologias para design de produtos; Conceituação e propostas preliminares do sistema construtivo;
- Etapa 2: Consolidação formal do sistema construtivo; Modelos em escala real; Primeira prototipagem; Análises dos resultados e reflexões sobre a materialidade da edificação sob o uso da tecnologia proposta;
- Etapa 3: Desenvolvimento de novas soluções de fôrmas para prototipagem e de novo tipo de concreto;
- Etapa 4: Definição das características do concreto e das fôrmas; Ensaio de resistência do concreto; Análise dos resultados e reflexões sobre a materialidade da edificação sob o uso da tecnologia proposta.

#### 3.1 Desenvolvimento do conceito do sistema construtivo

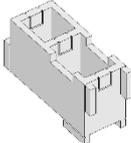
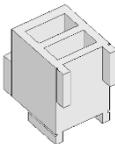
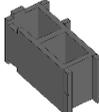
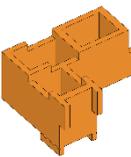
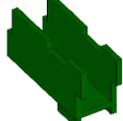
A conceituação do sistema construtivo partiu de estudos da tradição construtiva brasileira (a alvenaria de tijolos), das normas técnicas vigentes e de metodologias para design para novos produtos. Após o levantamento inicial, foi proposto um sistema de encaixe no qual não fosse necessário o uso de argamassa de ligação entre os componentes com o objetivo de racionalizar, simplificar e agilizar o processo de produção das vedações.

As dimensões básicas utilizadas em cada elemento seguiram a coordenação modular baseada no módulo  $M=10\text{cm}$  presente na NBR 15873 (ABNT, 2010). A espessura dos septos dos blocos seguiu a NBR 15270-2 (ABNT, 2005), na qual há a indicação de que as paredes internas e externas, de blocos estruturais, devam ter espessura mínima de 7 mm e 8 mm, respectivamente. Entretanto, neste primeiro momento, optou-se por dimensões bastante

conservadoras (25 mm e 20 mm, respectivamente) a fim de garantir a característica autoportante dos elementos construtivos.

A forma dos blocos foi definida com base na valorização da agilidade na execução. Trata-se basicamente da inserção de uma característica típica de construção seca em uma técnica originalmente de construção úmida: a) Maior interação com sistemas complementares através da previsão de espaço na parte interna dos blocos para passagem horizontal e vertical de tubulações de água e esgoto; b) Redução das perdas de material através da limitação de quebra dos encaixes presentes nos blocos, possibilitando remover apenas o necessário para possíveis adaptações. A descrição formal detalhada de cada bloco do sistema construtivo está apresentada na Tabela 1.

A família de blocos desenvolvida é composta por cinco elementos construtivos: bloco principal (adaptável para passagem de tubulações), meio bloco, bloco de canto 01 (para encontro de duas paredes), bloco de canto 02 (para encontro de três e quatro paredes) e bloco canaleta.

	<p>Bloco principal / de instalações (BP): Elemento principal da família, servindo como base para criação dos demais. Possui sulcos em suas paredes internas para que a área delimitada seja quebrada, de modo a liberar espaço para passagem de tubulações.                  Dimensões: 40 (C) x 20 (H) x 15 cm (L).</p>
	<p>Meio bloco (MB): Segue o mesmo padrão do bloco principal, com exceção da parte relativa à passagem de tubulações. Sua parede interna é prolongada em 3 cm para baixo, a fim de proporcionar travamento do tijolo na fiada em que for colocado.                  Dimensões: 20 x 20 x 15 cm.</p>
	<p>Bloco de canto 1 (BC1): Bloco elaborado para o encontro entre duas paredes. Possui encaixes superiores para junção entre blocos iguais e encaixes passíveis de quebra nas laterais para os blocos principais. Dimensões: 35 x 20 x 15 cm.</p>
	<p>Bloco de canto 2 (BC2): Quando há encontro de três paredes, ele é empregado em fiadas alternadas, juntamente com os blocos principais; quando há encontro de quatro paredes, apenas o BC2 é empregado nas junções, sendo disposto normalmente na primeira fiada e em posição invertida na fiada superior. Dimensões: 40 x 35 cm; 15 cm de espessura e 20 cm de altura.</p>
	<p>Bloco canaleta (BC): Empregado da mesma forma que a canaleta tradicional.                  Dimensões: 40 x 20 x 15 cm.</p>

**Tabela 01.** Descrição dos blocos desenvolvidos

### 3.2 Desenvolvimento das fôrmas

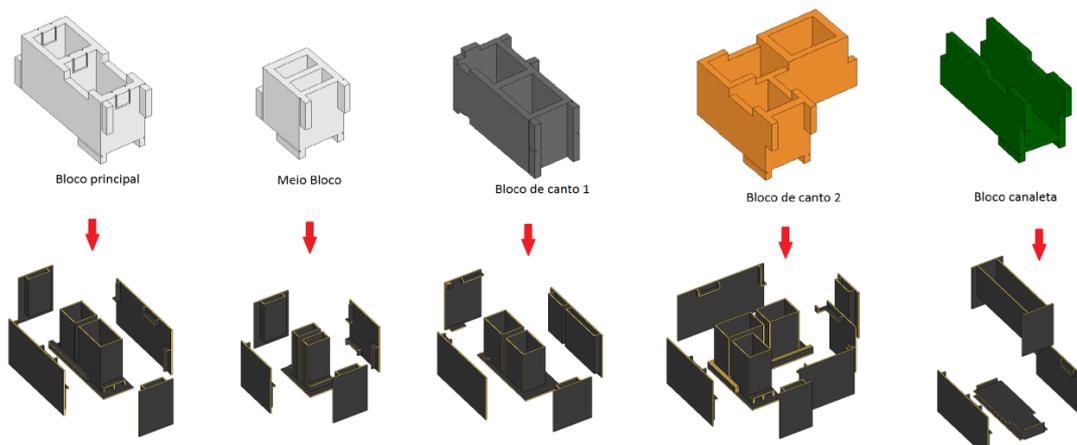
Durante o desenvolvimento da família de blocos, foram feitos modelos em escala e modelos em dimensão real para avaliar a eficiência dos encaixes (com poliestireno expandido – Figura 2). Entretanto, foi preciso avaliar também o processo de produção dos

mesmos, o processo de desforma e a integridade final do bloco. Por isso, fez-se o planejamento de fôrmas para realização da moldagem e da desmoldagem.



**Figura 2.** Modelo em escala real feito em poliestireno expandido. Fonte: Elaborado pelos autores

Na Figura 3, são apresentados os tipos de blocos e a suas respectivas fôrmas que foram produzidas, inicialmente, em compensado naval (e=6 mm).



**Figura 3.** Blocos e suas fôrmas. Fonte: Elaborado pelos autores

A terceira etapa do trabalho teve foco principal na melhoria do processo de produção dos blocos. No segundo conjunto de fôrmas produzido, utilizou chapas de MDF de 15 mm de espessura e protegidas com Sayerlack Marítimo (fabricante: Sparlack). Posteriormente, ainda foram aplicadas uma camada de cera de desmolde (Marca: *TecGlaze-N Mold Release*), uma camada de silicone protetivo para automóveis (Orbi Sil) e uma camada de óleo diesel ou óleo para desmolde similar.

O terceiro conjunto de fôrmas foi produzido em aço (Figura 4) e testadas com o objetivo de melhorar o processo de desmolde.



**Figura 4.** Forma metálica. Fonte: acervo dos autores

### 3.3 Desenvolvimento do microconcreto autoadensável

Para que o adensamento do concreto usado fosse mais eficiente, desenvolveu-se um microconcreto autoadensável, no qual não há necessidade de qualquer tipo de vibração e/ou conformação do material na forma.

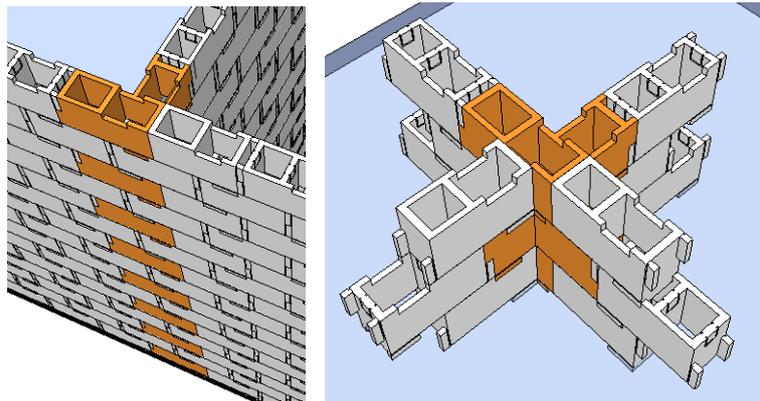
O cimento utilizado foi do tipo CP V ARI, a areia de granulometria média (dimensão máxima característica – DMC 2,4 mm) e a brita do tipo 00 (DMC 6,3 mm - pedrisco), todos materiais convencionais comercialmente encontrados na Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH).

Como agregado fino, utilizou-se o rejeito de minério de ferro inerte, cedido pela Samarco, que foi caracterizado por meio de ensaio de granulometria (NBR NM 248, 2003). A mineralogia da amostra foi determinada por meio da técnica de difração de raios x, realizada com equipamento SHIMADZU, modelo XRD-7000, operando com radiação *k-alfa* de Cu (40kV/30mA),  $2\theta$  de  $10^\circ$  a  $80^\circ$ , passo de  $2^\circ/\text{min}$ .

Para produzir o microconcreto, partiu-se do estudo realizado por Tutikian (2004) e escolheu-se o traço 1:0,55:0,57:1,88 (cimento:finos:areia:brita – proporção 1:3), com 53% de teor de argamassa e fator água/cimento = 0,55. O plastificante usado foi a base de poliacrilatos (marca: *MC-PowerFlow* 1180, fabricante: *MC-Bauchemie*) no teor de 1%.

## 4. Resultados e discussões

A interação entre os elementos construtivos foi testada, primeiramente, em ambiente virtual 3D (Figura 5). Pelo que foi observado, os encaixes propostos foram adequados a todos os tipos de conexão com os demais elementos construtivos (portas, janelas, instalações, etc.).

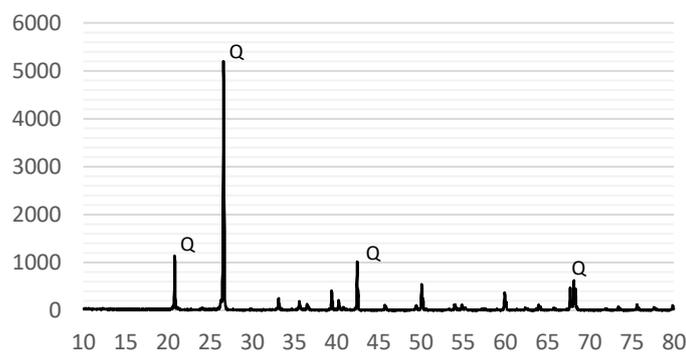


**Figura 5.** Interação entre blocos principais e blocos de canto 1 em encontro entre três paredes (esq.); Blocos de canto 2 em encontro entre quatro paredes (dir.). Fonte: acervo dos autores.

Na primeira etapa de moldagem, observou-se que as fôrmas em compensado naval não foram satisfatórias e aderiram ao concreto, o que impossibilitou a desmoldagem adequada. Problemas na moldagem também foram verificados, como a presença de bolhas, o que é característico de adensamento deficiente. Essa desmoldagem mostrou, também, que as partes frágeis são, principalmente, as saliências e as reentrâncias feitas para que o bloco encaixe sem a necessidade de argamassa de assentamento. Essas partes são mais sujeitas a esforços de cisalhamento, que é um tipo de tensão não adequado em peças de concreto não armado.

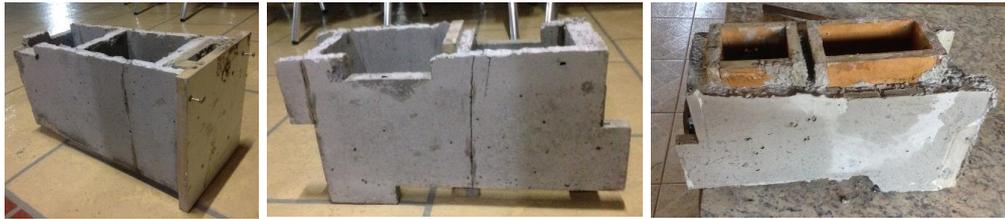
Para a moldagem das fôrmas em MDF e metálica em aço (terceira e quarta etapa), foi utilizado o microconcreto autoadensável com rejeito de minério de ferro (RMF) no traço 1:0,55:0,57:1,88 (cimento:RMF:areia:brita). A fluidez do concreto, medida pela abertura no *Slump Test* ficou em 45 cm, adequada para que um concreto possa ser considerado autoadensável. Com essas características, o concreto preencheu toda a fôrma facilmente.

O RMF apresentou dimensão máxima característica (DMC) de 0,30 mm e Módulo de Finura (MF) no valor de 0,13. Esses valores permitiram que o RMF pudesse atuar como agregado e como filer, principalmente pela sua acentuada característica cristalina, com picos de quartzo (Q) como pode-se observar na Figura 6.



**Figura 6.** Difratometria de raios X. Fonte: autores

A moldagem com o microconcreto ocorreu sem problemas na fôrma de MDF. Após 48h, a desmoldagem foi iniciada, mas, novamente, o bloco ficou aderido à fôrma (Figura 7).



**Figura 7.** Problemas na desmoldagem dos blocos – formas em MDF. Fonte: acervo dos autores

Na quarta etapa, a fôrma metálica mostrou-se eficiente na montagem e durante a moldagem com o microconcreto. Em paralelo ao teste de viabilidade da forma, foram moldados corpos de prova (10x20 cm) com o microconcreto autoadensável para avaliação da resistência mecânica do material aos 7 dias (Figura 8).



**Figura 8.** Moldagem dos corpos de prova e do bloco com forma metálica. Fonte: elaborado pelo autor

Ao final do período de 7 dias foi realizada a tentativa de desmolde do bloco na fôrma metálica, o que não foi satisfatório. Como das outras vezes, os vazios internos do bloco foram as partes que aderiram à forma e não foi possível desmoldá-lo sem quebras.

A resistência à compressão média do microconcreto, aos 7 dias, ficou em 57,15 MPa, valor mais que satisfatório para o momento da desmoldagem. Tal fato demonstra que o bloco não resistiu intacto ao desmolde por conta do desenho proposto para a fôrma e não por conta de problemas na resistência do concreto.

Pelo ponto de vista pedagógico, pode-se avaliar que, ao aplicar os cinco conceitos recomendados por Leite (2014) - domínio tecnológico do arquiteto, resolução global dos problemas e complexidade evolutiva, aprendizado por problematização e estímulo à inventividade, conhecimento vivenciado em atividade pública, competência e o compromisso com o acerto – foi, em grande parte, bem-sucedida.

Durante as proposições, análises e reflexões, cada um dos alunos foi capaz de relacionar o sistema construtivo proposto com os demais sistemas presentes em edificações. Destaca-se:

- (i) O desenho proposto que visava a integração das tubulações nas vedações sem necessidade de quebra dos blocos: para se garantir condições de segurança estrutural e manutenibilidade das instalações sanitárias, detectou-se a necessidade de não considerar função estrutural para as vedações de áreas molhadas;
- (ii) Reflexões sobre execução de obra e de produtividade dos canteiros: os protótipos produzidos alcançaram pesos elevados que comprometeriam a produtividade;
- (iii) O desenho e a composição dos blocos não deixaram de lado os aspectos de desempenho térmico e acústico da envoltória; entre outros.

Além disso, para a equipe de professores orientadores, o processo também foi de grande aprendizagem.

## 5. Conclusões

A partir dos resultados obtidos, pode-se concluir que, pelo ponto de vista tecnológico, constatou-se que o microconcreto desenvolvido mostrou-se adequado para a produção dos blocos de concreto sem necessidade de adensamento ou de compactação e que há necessidade de aprimoramento no desenho dos blocos e das fôrmas.

Os ajustes devem visar, num primeiro momento, a eliminação dos pontos de fragilidade detectados para que a desmoldagem seja bem-sucedida. Subsequente a isso, deve-se trabalhar na produção de um concreto mais leve para aumentar a produtividade no canteiro de obras.

Pedagogicamente, houve um ganho muito significativo para os estudantes de arquitetura que tiveram de trabalhar de maneira integrada e prática, na conceituação de uma tipologia arquitetônica a partir do desenvolvimento de um sistema construtivo, e na materialidade de cada bloco que compõe o sistema.

## Referências

ABRELPE (2017). **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil - 2017**. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. São Paulo, 2015. Disponível em: <<http://abrelpe.org.br/download-panorama-2017/>>. Acesso em 21 dez. 2018.

Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT. (2014). **NBR 6136**: Blocos vazados de concreto simples para alvenaria — Requisitos. Rio de Janeiro: ABNT.

\_\_\_\_\_. (2005). **NBR 15270**: Componentes cerâmicos Parte 1: Blocos cerâmicos para alvenaria de vedação - Terminologia e requisitos. Rio de Janeiro: ABNT.

\_\_\_\_\_. (2005). **NBR 15270**: Componentes cerâmicos Parte 2: Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural - Terminologia e requisitos. Rio de Janeiro: ABNT.

\_\_\_\_\_. (2005). **NBR 15270**: Componentes cerâmicos Parte 3: Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural e de vedação - Métodos de ensaio. Rio de Janeiro: ABNT.

\_\_\_\_\_. (2010). **NBR 15873**: Coordenação modular para edificações. Rio de Janeiro: ABNT.

\_\_\_\_\_. (2003). **NBR NM 248**: Agregados - Determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro, ABNT.

BARBOZA, A. da S. R.; SILVA, M. M. P.; SILVA, L. L. da; ARAÚJO JÚNIOR, J. C. de. A técnica da coordenação modular como ferramenta direta de projeto. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 11, n. 2, p. 97-109, abr./jun. 2011.

BARROS, J. G. B. (2011). **Sistemas estruturais em alvenaria à base de blocos de betão sem argamassa**. 106 Folhas. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

CAU e DATAFOLHA. (2015). **Pesquisa CAU/BR:** Datafolha. 2015. CAU-BR. Disponível em: <<http://www.caubr.gov.br/pesquisa2015/>>.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO - FJP (2016). **Déficit habitacional no Brasil 2013-2014.** Belo Horizonte: Fundação João Pinheiro.

GREVEN, H. A.; BALDAUF, A. S. F. Introdução à Coordenação Modular da Construção no Brasil: uma abordagem atualizada, 2007, 72 Folhas, **Coleção Habitare**, volume 9, Editora ANTAC, Porto Alegre.

LEITE, M. A. D. F. D. (2014). A Aprendizagem Tecnológica do Arquiteto – conceitos norteadores para inovação curricular. *In: III Encontro da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo*, ENANPARQ, São Paulo.

LEMOS, C. A. C (1985). **Alvenaria burguesa.** Rio de Janeiro: Nobel.

MENDES, C., VERÍSSIMO, C., BITTAR, W. (2010). **Arquitetura no Brasil:** de Cabral a Dom João VI. Rio de Janeiro: Imperial Novo Milênio.

OLIVEIRA, M. E. D., SALES, R. J. M., OLIVEIRA, L. A. S., CABRAL, A. E. B. (2011) Diagnóstico da geração e da composição dos RCD de Fortaleza/CE. **Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental**, vol. 16, n. 3, p. 219-224.

REIS FILHO, N. G. (2002). **Quadro da arquitetura no Brasil.** São Paulo: Editora Perspectiva.

TUTIKIAN, B. F. (2004). **Método para dosagem de concretos autoadensáveis.** Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, Brasil.