

## **A importância da confecção de modelos físicos: alternativas habitacionais sob a perspectiva da sustentabilidade**

### *The importance of physical models construction: alternatives to housing from the perspective of sustainability*

**Lisiane Ilha Librelotto, Dr. Eng., PósARQ/UFSC**

lisiane.librelotto@ufsc.br

**Francielli Hang Telli, Acadêmica do Curso de Arquitetura**

franciellitelli@hotmail.com

**Paulo Cesar Machado Ferroli, Dr. Eng., EGR/UFSC**

ferroli@cce.ufsc.br

#### **Resumo**

A população de baixa renda do Brasil vem sofrendo continuamente com a ineficiência de programas habitacionais, que não conseguem atender a grande demanda por residências, mantendo a qualidade mínima do produto final. Visando garantir um resultado mais favorável no momento de implantação dos projetos de Habitação de Interesse Social (HIS), busca-se através da execução de modelos físicos um aprimoramento das fases de estudo dos projetos arquitetônicos, numa tentativa de solucionar possíveis problemas de concepção e encontrar novas possibilidades para os sistemas construtivos empregados. Dentre os sistemas analisados, o sistema de Concreto PVC originou um projeto de HIS para um contexto emergencial, e com base na proposta inicial, foi elaborado um modelo físico da residência. A partir do modelo físico mudanças puderam ser propostas visando a melhor adequação do projeto dentro dos preceitos de sustentabilidade. Os métodos empregados na pesquisa foram a revisão bibliográfica, coleta de dados sobre processos e sistemas construtivos que possam ser empregados em HIS, catalogação destes sistemas em fichas, elaboração de proposições projetuais e a construção de modelos físicos para análise e avaliação desses sistemas.

**Palavras-chave:** sustentabilidade, habitação de interesse social, sistema construtivo, modelo físico.

#### **Abstract**

*The low-income population of Brazil has suffered continuously with the inefficiency of housing programs, that can't meeting the big demand for homes, keeping the minimum quality of the final product. To ensure a more favorable result at the time of project implementation of Social Housing, is seek through the implementation of physical models an improvement of the study phases of architectural design in an attempt to resolve potential design problems and find new possibilities for the constructive process employed. Among the systems analyzed, the PVC Concrete originated a Social Housing project to an emergency context, and based on the initial proposal, a physical model of residence was elaborated. From the physical model, changes could be proposals to better fit the project within the principles of sustainability. The methods that were used in the research were the bibliographic review, data collection about processes and constructive systems that can be employed on Social Housing, cataloguing of these systems in chips, elaboration of projectual proposals and the construction of physical models for study and evaluation of these processes.*

**Keywords:** sustainability, social housing, constructive process, physical model

## 1. Introdução

A habitação possui um papel fundamental na história da civilização, primeiramente por ser o local de abrigo, local onde as pessoas estão protegidas dos perigos e das intempéries. Ainda, serve como um local para convívio do núcleo familiar e acomoda funções referentes ao descanso, alimentação, necessidades fisiológicas e lazer.

A importância da habitação e sua durabilidade, cada vez maior com o emprego de novas tecnologias na construção civil, fez com que esse bem, imprescindível para qualquer ser humano, atingisse valores cada vez mais altos no mercado, desfavorecendo a aquisição desta pelas classes menos favorecidas. Portanto, nota-se, no Brasil, um contexto onde a maior demanda por habitação imediata se encontra nas classes baixas. (FJP, 2013).

O termo Habitação de Interesse Social (HIS) refere-se à habitação que atende uma demanda da população considerada de baixa-renda. No Brasil, essa solução de moradia normalmente é financiada através do poder público, numa tentativa de suprir o déficit habitacional e incluir a população de menor renda em sistemas de crédito para a aquisição de moradia. Portanto, atualmente o “sonho do casa própria” se mostra possível de ser concretizado por uma parcela grande da população.

Os projetos de implantação de HIS levam em conta aspecto, tendo em vista que em um curto espaço de tempo existe a necessidade de se executar uma grande quantidade de habitações. Assim critérios como rápida execução, preços baixos, facilidade em encontrar materiais e mão de obra qualificada são fundamentais na hora de se determinar qual o processo construtivo que deve ser adotado. No entanto, muitas vezes, esses critérios se sobrepõem a fatores como a qualidade de execução, ergonomia dos ambientes, necessidades do usuário, adequação ao contexto onde será implantado, gerando ambientes inadequados, insalubres, com patologias e que não atendem a demanda dos moradores.

Nesse contexto, a confecção de modelos físicos se mostra relevante para que o projetista visualize suas ideias sendo aplicadas, solucione possíveis problemas de projeto que passam muitas vezes despercebidos quando trabalhados em 2D, encontre novas possibilidades para o sistema construtivo empregado, resolva impossibilidades funcionais, garantindo um resultado mais favorável no momento de implantação do projeto.

Espera-se que com a utilização desse artifício as construções dos projetos de HIS passem a apresentar um número menor de falhas em seus processos de projeto e execução, oferecendo ao usuário uma moradia digna, mais agradável, funcional e que assegure ao morador a garantia da estabilidade de poder fazer uso da edificação por um longo período.

Este artigo faz parte de um projeto de pesquisa sobre tecnologias e sistemas construtivos aplicados à HIS, que tem o objetivo de avaliar a sustentabilidade de diferentes sistemas construtivos, culminando na proposição de modelos habitacionais e novos componentes adequados para a construção de HIS, a partir da ótica da sustentabilidade.

A pesquisa se desenvolveu a partir das seguintes etapas:

- Coleta de dados sobre tecnologias e sistemas construtivos que possam ser empregados em projetos de HIS;
- Catalogação dos sistemas construtivos em fichas;

- Elaboração de proposições projetuais;
- Modelagem das proposições;
- Reprojeto;
- Realização de ensaios laboratoriais com modelos físicos reduzidos.

**Este artigo tem o intuito específico de demonstrar uma das etapas da pesquisa: o uso da modelagem no desenvolvimento de projeto habitacional e concepção tecnológica de seu sistema construtivo.**

Ressalta-se que esta pesquisa integra um grupo de ações investigatórias e disseminativas, tendo como foco a sustentabilidade habitacional, unindo pesquisadores de iniciação científica e pós-graduação, bem como atividades de extensionistas.

## 2. Revisão Bibliográfica

A fim de fundamentar a pesquisa e para obtenção de uma base conceitual sobre a questão da Habitação de Interesse Social (HIS) no Brasil, assim como apresentar/compreender a importância da confecção de modelos para as fases de estudo dos projetos arquitetônicos, fez-se necessária a busca por referências que elucidassem os principais conceitos que norteiam este trabalho. A conceituação relativa à modelagem física será apresentada a seguir.

O Desenvolvimento de Produtos, fora da construção civil, é realizado através de métodos e processos muito bem estruturados. A figura 1 demonstra o esquema do PDP (Processo de Desenvolvimento de Produtos), com todos os seus sub-processos. A este processo associou-se metodologias de projeto, fatores intervenientes (como o ciclo de vida do objeto projetado e de seus componentes) e ferramentas que podem ser utilizadas no seu decorrer. No que tange aos aspectos metodológicos, ressalta-se o uso de modelos, entendidos por vez como modelos físicos, geométricos ou assumindo outras denominações.

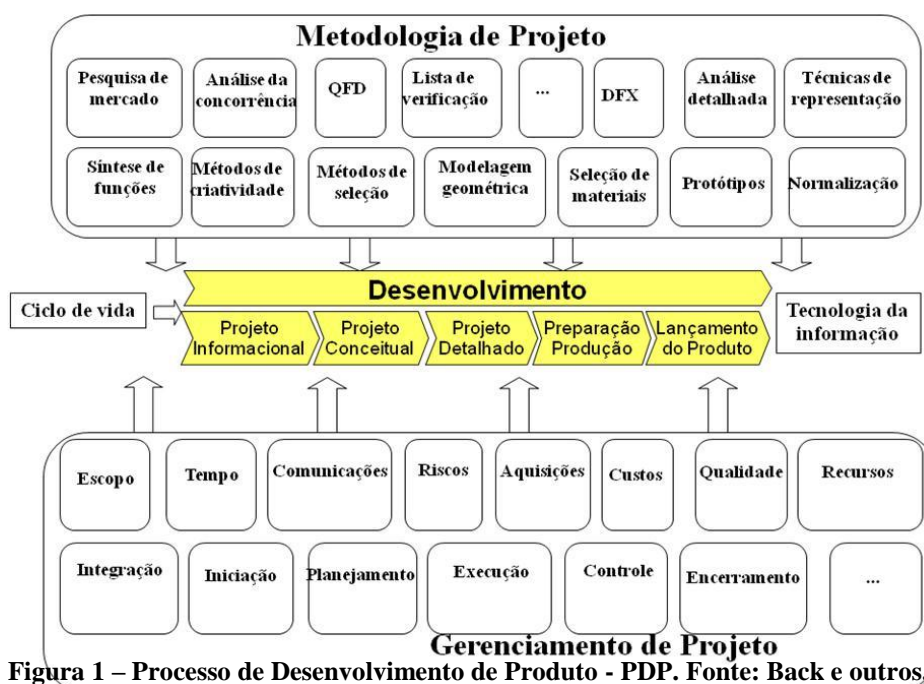


Figura 1 – Processo de Desenvolvimento de Produto - PDP. Fonte: Back e outros, 2008.

Os modelos físicos podem ser entendidos como representações tridimensionais de objetos ou produtos em fase de desenvolvimento. Simulam determinadas propriedades dos objetos em estudo, permitindo corrigir defeitos e insuficiências do produto durante as etapas de projeto.

Vários são os tipos de modelos que podem ser utilizados nas diversas etapas de desenvolvimento de um produto: modelos preliminares, como por exemplo, modelos volumétricos; *mock-up* ou modelo experimental; modelo em escala reduzida ou maquete. Os modelos em escala reduzida são amplamente utilizados na Arquitetura e Engenharia, pois permitem a promoção do produto, estudo de cores, avaliação de formas, testes de aerodinâmica, etc.. (PENNA, 2002).

As maquetes são utilizadas para o desenvolvimento de projetos arquitetônicos desde o tempo do Renascimento, sua utilização, em princípio, se devia ao fato de os clientes que requisitavam projetos para palácios e igrejas não estarem aptos a compreenderem os desenhos técnicos de plantas, cortes e fachadas. Através da confecção de modelos, portanto, a assimilação das informações projetuais se dava a tridimensionalmente de forma facilitada.

No decorrer do tempo, mesmo com a elaboração de diversas ferramentas de desenho, a maquete mantém a sua premissa básica de comunicação de ideias. Ela possibilita que o usuário ou projetista teste ou entenda uma ideia complexa e tome decisões através da experimentação tátil e visual.

A necessidade de tridimensionalidade e de materialidade nos sistemas de representação levou, nos últimos tempos, a revalorizar o papel da elaboração de maquetes, entendido como uma antecipação tridimensional, da proposta de arquitetura em escala reduzida. (GONZALES, 2001)

O modelo físico reduzido permite que as características do projeto, suas qualidades e defeitos, se revelem de maneira mais rápida e direta do que as observações feitas em 2D.

Uma maquete permite ainda buscar a modulação mais apropriada, facilitando à execução do sistema de forma a integrar o conceito de sustentabilidade a concepção da habitação.

O quadro 1 apresenta, de acordo com as fases do projeto, os tipos de modelagem possíveis de se utilizar conforme as perguntas a serem respondidas pelo pesquisador/projetista. Por exemplo, no início do desenvolvimento do produto podem ser utilizados modelos em papelão e em espuma para testar a forma e posição de peças e componentes. (BAXTER, 2003)

O quadro 2 mostra que a modelagem propriamente dita passa a ser viável e aumenta a sua complexidade conforme evolui-se no processo de desenvolvimento de produtos.

Na construção civil, a modelagem de edificações vêm sendo usada a bastante tempo, com a principal finalidade de visualização da forma da edificação pelo cliente, nos showrooms e plantões de venda. São raras as aplicações históricas dos modelos para teste das edificações e de seus componentes. Mais recentemente, percebe-se uma variedade de novas aplicações para a modelagem, quer física ou virtual, nas avaliações de desempenho, testes de montagem, disposição de ambientes, entre outras.

<b>Etapas do projeto</b>	<b>Atividades necessárias</b>	<b>Resultados procurados</b>	<b>Materiais de teste</b>
Projeto conceitual	Teste de marketing dos princípios funcionais e de estilo	Os princípios que se baseiam foram bem aceitos e os conceitos entendidos?	Esboços ou renderings do produto conceitual
		A inovação proposta pelo conceito é válida?	Quadro contendo informações do ponto de venda ou sobre o uso do produto
		Como se compara com os princípios de outros produtos existentes?	Modelos simples de blocos
Configuração e projeto detalhado	Desenvolvimento do projeto	Forma das peças componentes	Modelos em papelão, espuma ou madeira
	Estudo de falhas do produto	Avaliação das possíveis falhas e correções no projeto para evitá-las	Protótipo físico e estrutural de peças ou funções do produto, projetados para testes específicos
	Teste de fabricação e montagem	O produto fabricado e montado atende as especificações?	Componentes iguais ao que serão fabricados
	Teste de mercado	O produto oferece valor suficiente pelo preço?	Protótipo de fabricação ou produção

Quadro 1: Tipos e usos dos modelos. Fonte: Baxter (2003).

<b>Etapas do projeto</b>	<b>Ênfase em</b>	<b>Formas de apresentação</b>
Estudo preliminar	Forma, funções, componentes, materiais básicos, características construtivas e funcionais, etc.	Rendering, esboços proporcionais, <b>modelos preliminares</b>
Anteprojeto	Dimensões, estruturas, conjuntos e suas partes, acabamentos, estudos ergonômicos, etc. (definição dos fatores ergonômicos e de segurança do produto)	Perspectivas, vistas explodidas, cortes, detalhamentos, <b>Mock-up ou maquete</b>
Projeto executivo	Projeto para execução ou montagem	Desenho técnico, relatório final, <b>protótipo</b>
Ensaio e testes	Diagnósticos, realimentação de informações, registro	Cronograma de produção, divulgação de previsão de ciclo de vida, <b>protótipo cabeça de série.</b>

Quadro 2: Etapas de projetos, principais ênfases e tipos de modelos utilizados em cada etapa. Fonte: Baxter (2003).

### 3. MÉTODO

A pesquisa de tecnologias e processos construtivos para HIS surgiu da necessidade de aliar em um mesmo projeto agilidade de construção, viabilidade e conforto para pessoas que tenham uma condição econômica desfavorável, dentro dos preceitos da sustentabilidade.

Para tanto foi realizada a coleta de dados sobre diversas tecnologias e sistemas construtivos, bem como tipologias projetuais possíveis de serem empregados em HIS. As opções construtivas foram catalogadas em fichas, com a reunião de informação sobre seu desempenho e realização de ensaios laboratoriais, como construção de maquete física.

As catalogações dos sistemas construtivos foram organizadas em fichas, que ficam disponíveis para consulta pública no Portal Virtuhab. Portal Virtuhab é um site, que pretende proporcionar aos estudantes e pesquisadores contato com os projetos desenvolvidos por diferentes Grupos de Pesquisa, dentro do conceito de Tecnologias Sustentáveis.

As fichas são padronizadas e trazem os seguintes dados sobre os processos: conceito; fundação; estrutura; vedação; instalações elétricas e hidráulicas; aberturas; cobertura; acabamento; propriedades (observações); referências.

Até o momento foram catalogados 27 processos construtivos, sendo que maioria dos sistemas analisados neste trabalho já foi empregada na prática, demonstrando sua viabilidade para uma aplicação sustentável na região de Florianópolis. Os catálogos dos sistemas construtivos foram disponibilizados no Portal Viruthab (<http://portalvirtuhab.paginas.ufsc.br/>). Em relação ao uso, de forma geral estes procedimentos foram aplicados para fins de moradia, mas a presença de projetos para alojamentos, espaços educativos, postos de saúde, espaços comerciais e industriais é significativa.

A avaliação da sustentabilidade de cada sistema construtivo foi alvo de publicação específica e não será abordada neste artigo (Librelotto; Telli; Ferroli, 2016 e Telli, 2014). Após a catalogação dos sistemas e sua avaliação, deu-se início à etapa da execução de modelos físicos.

Os modelos, utilizados para exposição e futuros estudos, mostraram-se de vital importância para o processo de projeto das residências de HIS, permitindo testar a eficácia dos sistemas e facilidades na execução do projeto, além de oportunizar a visualização das modulações mais apropriadas.

#### **4. PROPOSTA: CASA CONCRETO PVC**

Dentre os sistemas construtivos já catalogados, o Sistema de PVC e Concreto deu origem à um projeto para habitação de interesse social, para aplicação em situações pós-catástrofe. Esse sistema construtivo pode ser utilizado em situações provisórias, tendo em vista a facilidade de sua montagem e transporte, e em situações permanentes, além de estar atrelado aos conceitos de sustentabilidade, tanto pelos materiais empregados em sua construção como por permitir variabilidade em suas plantas e consequentemente atender a demanda de diferentes usuários. Atualmente o projeto está sendo estudado em laboratório através da construção de maquete física.

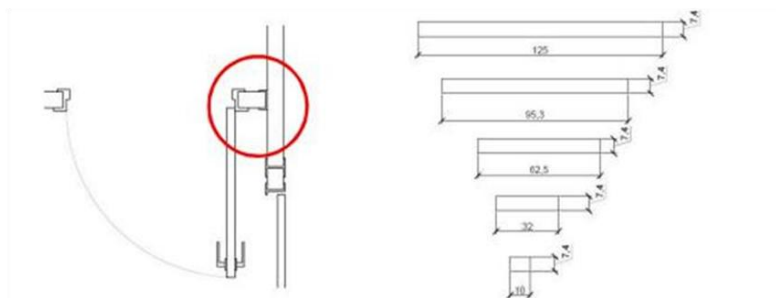
A sustentabilidade deve ser entendida como o equilíbrio entre as questões econômicas, sociais e ambientais (Librelotto, 2012). Neste sentido o PVC, embora oriundo de uma fonte não renovável, contribui para sustentabilidade por ser reciclável e de grande durabilidade. O sistema foi desenvolvido para propiciar a montagem e a desmontagem da habitação em situações emergenciais e transitórias, podendo ser tornado permanente. Assim o uso de PVC permite a reciclabilidade do sistema e aproveita-se a potencialidade do material com uma durabilidade variando de 300 a 500 anos. Permite a montagem de um sistema econômico, que poderá ser reutilizado diversas vezes, sendo um material leve e de fácil montagem, o que permite seu uso em sistemas de auto-ajuda (inserção social). Este é o grande desafio dos projetistas no que se refere ao projeto para sustentabilidade: driblar as restrições técnicas e aproveitar a potencialidade do material.

O projeto consiste em uma estrutura Steel Frame, composta por perfis leves de aço formados a frio, e vedação de PVC. O PVC foi escolhido por ser um material leve, de fácil transporte e manuseio, além de ser modular. Este sistema construtivo é de rápida

montagem e pode ser erigido em um terreno provisório, em uma situação pós-catástrofe, e após ser realocado em um terreno definitivo, sem que os elementos que compõe a residência sejam danificados.

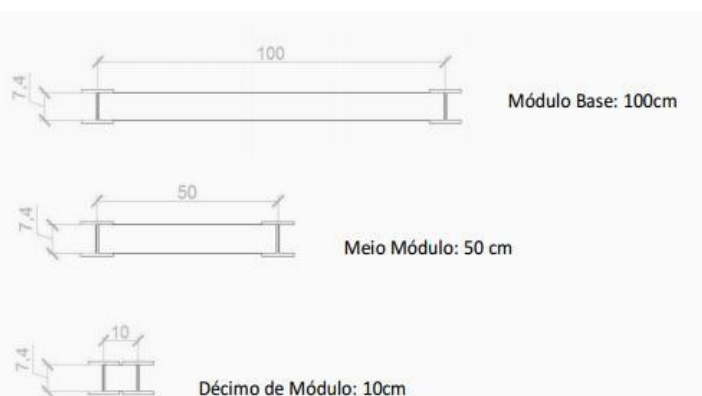
O projeto é composto de um núcleo principal, onde se localizam a sala de estar e cozinha, os demais cômodos podem ser anexados com o decorrer do tempo, permitindo grande variabilidade de layouts, de acordo com as necessidades dos moradores.

Para que a proposta pudesse ser analisada mais satisfatoriamente, optou-se por construir um modelo físico da Casa Concreto PVC, em escala reduzida 1:10. Ao se iniciar a montagem da maquete foi possível constatar alguns problemas de projeto que até o momento haviam passado despercebidos, como a falha do encaixe entre placas de PVC e a estrutura em aço em alguns pontos do projeto (assinalado na figura 2), além do excesso de módulos que dificultavam o processo de execução da residência. Foi a observação em maquete que permitiu a tomada de decisões projetuais para que alterações necessárias fossem feitas, adequando o projeto ao conceito que suporta a pesquisa: a sustentabilidade.



**Figura 2: Problemas diagnosticados no projeto inicial. Fonte: Elaborado pelo autor.**

Priorizando uma modulação mais apropriada para a construção de habitações em larga escala, de maneira rápida e eficiente, foi optado em se reduzir ao máximo a possibilidade de variação dos módulos das paredes de PVC (módulos apresentados na figura 3).



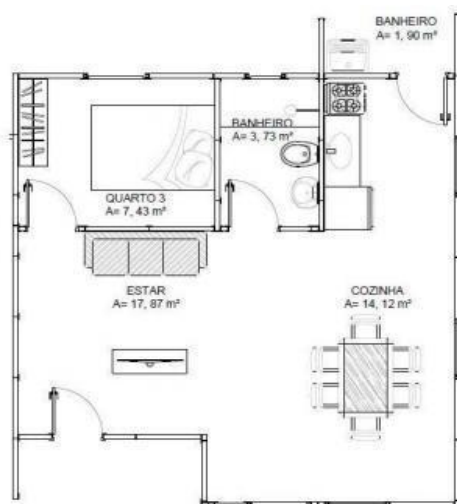
**Figura 3: Nova modulação da proposta Casa Concreto PVC. Fonte: Elaborado pelo autor.**

O módulo base possui 100 cm, além deste, foram propostos meio módulos e para acabamento foi utilizado um módulo de 10 cm (modulação indicada pela Norma Brasileira NBR 15873/2010 (ABNT, 2010)). Ainda a medida facilita o manuseio do material,

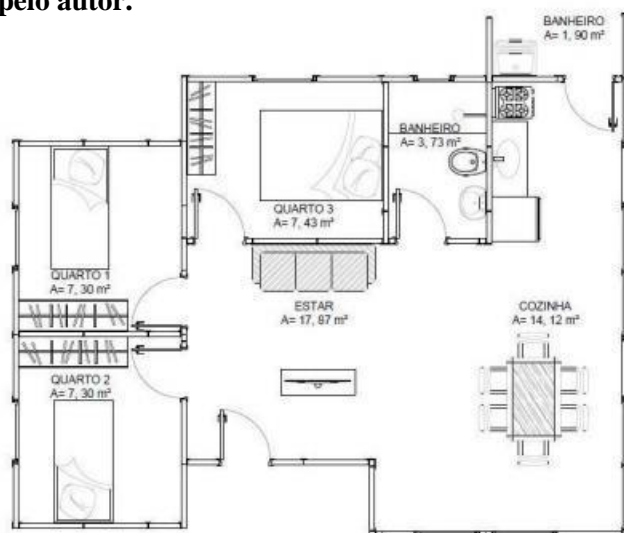


respeita o limite de carga do corpo humano em caso de transporte manual e é compatível com o espaçamento entre perfis em aço.

A residência proposta possui 7 cômodos, sendo que a sala de estar e a cozinha são integradas, e os quartos podem acomodar até duas pessoas (figura 4). A partir da planta inicial, diversas propostas podem ser realizadas, como a mostrada na figura 5.



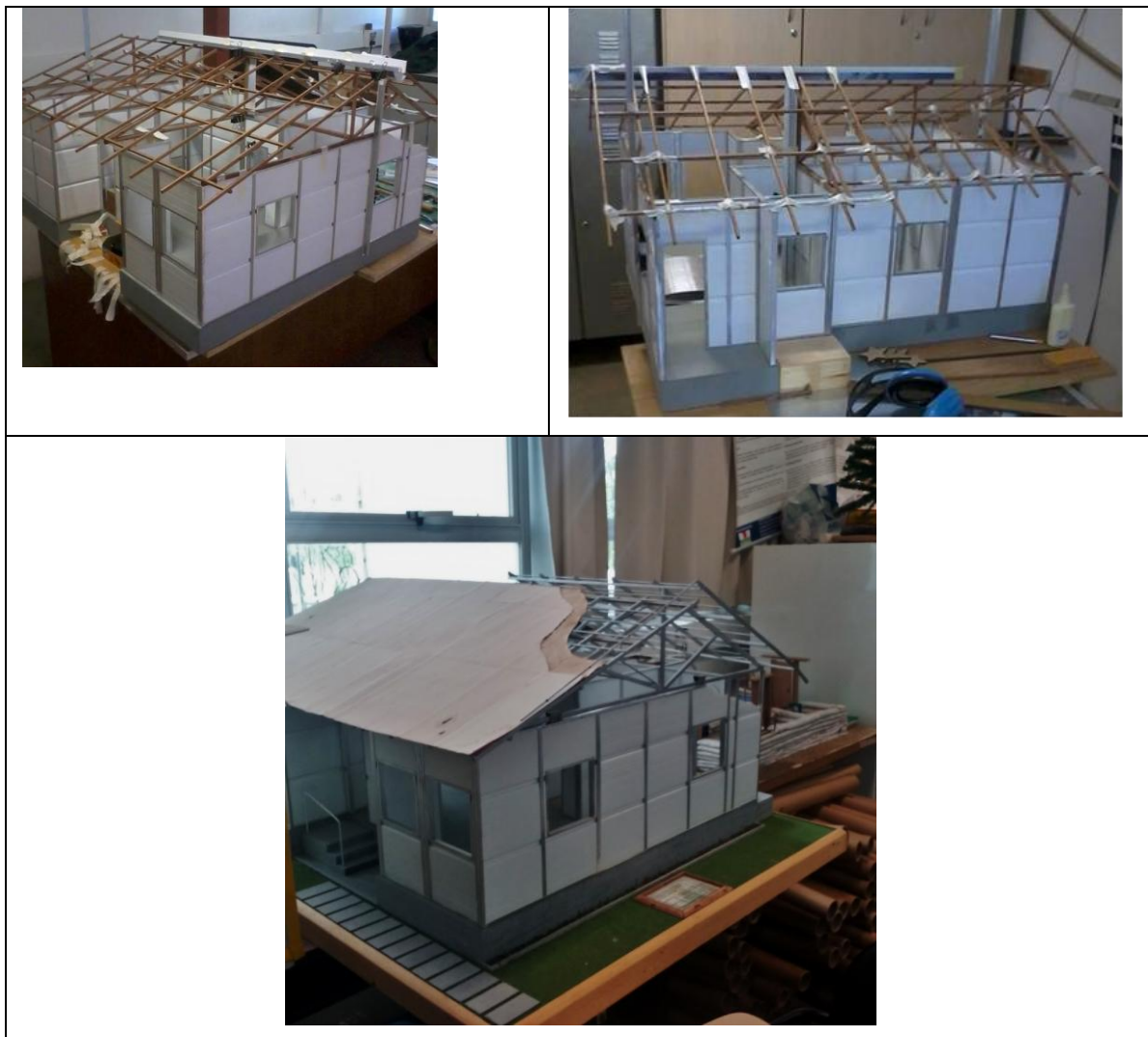
**Figura 4: Núcleo principal da Casa Concreto PVC, com alterações de modulação. Fonte: Elaborado pelo autor.**



**Figura 5: Casa Concreto PVC com anexos de ambientes, com alterações de modulação. Fonte: Elaborado pelo autor.**

O modelo físico da Casa Concreto PVC está sendo executado em um laboratório de maquetes e ficará disponível para estudos. Espera-se que até o encerramento da pesquisa também sejam produzidas as maquetes dos outros sistemas construtivos catalogados. A

figura 6 (a, b e c) mostra o modelo sendo construído no laboratório até seu acabamento final.



**Figura 6: Maquete da Casa Concreto PVC. Fonte: Elaborado pelo autor.**

## 5. CONCLUSÃO

As fases iniciais da pesquisa, que já foram finalizadas, começaram a delinear os futuros resultados do estudo. Observa-se que o Brasil ainda possui um longo caminho para trilhar tanto na esfera da habitação de interesse social quanto na da sustentabilidade.

Pode-se concluir que a utilização dos modelos físicos trazem parâmetros que auxiliam no lançamento dos projetos arquitetônicos para HIS e nas suas etapas de desenvolvimento à execução. Lançando mão desse artifício as residências podem obter um nível superior de qualidade, tendo em vista que os problemas podem ser solucionados

ainda na etapa de projeto, aliados a economia, sustentabilidade e racionalidade de uso dos materiais.

Todos os sistemas construtivos catalogados até o momento demonstram ter vantagens quando comparados aos métodos tradicionais adotados na construção civil brasileira, no entanto estudos mais aprofundados são necessários para que os projetos realizados com esses sistemas impactem positivamente a qualidade de vida da população que ocupará as residências e o meio-ambiente.

Os projetistas precisam estar atentos às ferramentas de estudo e trabalho disponíveis para a elaboração de seus projetos, não devendo se ater somente as pranchetas de desenho e aos programas de computador, pois estes muitas vezes enrijecem o trabalho e não permitem uma visualização mais aprofundada do projeto que está sendo proposto.

Além da proposta apresentada neste artigo, foram realizados pela pesquisa, outros dois modelos de Habitação, um utilizando o contêiner e outro usando o superadobe (também conhecido como terra ensacada). Para análise e resultados conclusivos sobre o impacto ambiental, econômico e ambiental de cada sistema construtivo, muitos estudos ainda necessitam ser realizados.

## REFERÊNCIAS

- ABNT. *NBR 15873/2010*. Coordenação modular para edificações. Rio de Janeiro, 2010.
- AGOPYAN, Vahan; JOHN, Vanderley M.; GOLDEMBERG, José. **O desafio da sustentabilidade na construção civil**. 5. ed. São Paulo: Blucher, 2011.
- BACK, Nelson; OGLIARI, André; DIAS, Aaires; SILVA, Jonny C.. **Projeto Integrado de Produtos** – Planejamento, concepção e modelagem. Barueri, SP: Manole, 2008.
- BAXTER, Mike. **Projeto de Produto: guia prático para o desenvolvimento de novos produtos**. 2 ed. São Paulo: EditoraEdgardBlücher, 2003.
- GONZALES, L. **Maquetes: a representação do espaço no projeto arquitetônico**. Barcelona: Gustavo Gili, 2001.
- Fundação João Pinheiro. Brasil. **Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Habitação**. Déficit habitacional no Brasil 2008 / Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Habitação. – Brasília, Ministério das Cidades, 2011. 140 p.
- KOHLER, Niklaus. *The relevance of Green Building Challenge: an observer's perspective*. *Building Research & Information* nº 27 pp. 309 - 320, Routledge, 1999.
- LIBRELOTTO, Lisiane; TELLI, Francielli, FERROLI, Paulo. **Habitação de Interesse Social (HIS): alternativas para oferta de residências de caráter emergencial sob a ótica da sustentabilidade**. ENSUS 2016. IV Encontro de Sustentabilidade em Projeto. Florianópolis, UFSC, 2016.
- MALPAS, Peter; *Housing and the new Welfare State. Conference Transforming Social Housing. Sheffield: Hallam University, HSA, 2004.*
- PENNA, Elô. **Modelagem – modelos em Design**. São Paulo: Catálise, 2002.

TELLI, Francielli. Sistemas Construtivos Aplicados a HIS – Etapa 2. Relatório final da pesquisa. PIBIC. 2014. Orientador: Lisiane Ilha Librelotto. Florianópolis: UFSC, 2014. Disponível em: <http://portalvirtuhab.paginas.ufsc.br/relatorios-portal-viruthab/>. Acesso: março de 2016./

### **AGRADECIMENTO**

O presente trabalho foi realizado com o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq – Brasil, na modalidade PIBIC.