ENTAC 2024
XX ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO
Maceió, Brasil, 9 a 11 de outubro de 2024

Produção de HIS - estudo de adequação de sistemas construtivos com apoio do BIM

HIS production - a study on the adequacy of building systems with the support of BIM

Teresa Taíssa Colares de Brito
Universidade Federal do Ceará | Fortaleza | Brasil | teresataissacb@gmail.com
Neliza Maria e Silva Romcy
Universidade Federal do Ceará | Fortaleza | Brasil | nelizaromcy@daud.ufc.br

Resumo

Este trabalho aborda a produção de HIS na perspectiva de que os sistemas construtivos adotados podem não garantir o melhor desempenho e conforto ao usuário. A partir de um Estudo de Caso, o objetivo é realizar uma análise crítica da produção habitacional, com foco em sistemas construtivos e análise de custo com apoio do BIM. Dessa forma, a metodologia adotada utiliza bibliografias e relatórios técnicos, estabelecendo critérios de seleção dos sistemas mais adequados ao contexto (desempenho, flexibilidade e parque tecnológico). Em seguida, é feita a análise de composições de custo com uso de software BIM, baseado em um projeto de autoria própria, para a seleção de sistemas construtivos com melhor custo-benefício. Como resultado, identificou-se que a produção de HIS apresenta uma perspectiva mercadológica, o que pode prejudicar a qualidade final da edificação, além de uma padronização nacional que traz maior comprometimento do conforto do usuário, quando desconsiderado o contexto local. Soma-se, ainda, como contribuição da pesquisa, uma metodologia de tomada de decisão e escolha de sistemas construtivos, considerando critérios de desempenho, onde o custo é incluído.

Palavras-chave: Sistemas construtivos. HIS. Desempenho. Composição de custo. BIM.

Abstract

This work looks at the production of social housing from the perspective that the construction systems adopted may not guarantee the best performance and comfort for the user. Based on a case study, the aim is to carry out a critical analysis of housing production, focusing on construction systems and cost analysis with the support of BIM. In this way, the methodology adopted uses bibliographies and technical reports, establishing criteria for selecting the most appropriate systems for the context (performance, flexibility and technological park). This is followed by an analysis of cost compositions using BIM software, based on a project of the author's own, in order to select the most cost-effective construction systems. As a result, it was identified that the production of HIS has a market perspective, which can harm the final quality of the building, in addition to a national standardization that brings greater compromise to user comfort, when disregarding the local context. The research also contributes to a methodology for making decisions and choosing building systems, taking performance criteria into account, including cost.
Keywords: Building systems. HIS. Performance. Cost composition. BIM.

Como citar:
BRITO, T.; ROMCY, N. Produção de HIS: estudo de adequação de sistemas construtivos com apoio do BIM. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 20., 2024, Maceió. **Anais**... Maceió: ANTAC, 2024.

INTRODUÇÃO

A questão habitacional, mesmo sendo debatida há décadas, está longe de uma solução eficaz, visto que sua atual forma de produção possui um viés industrial, onde o foco está na quantidade e não na qualidade [1]. Nesse contexto, a produção de habitação de interesse social (HIS), desenvolvida por programas como o Minha Casa Minha Vida (MCMV), acaba por trazer reproduções de um projeto padrão que desconsidera o contexto local, prejudicando a qualidade do espaço construído. Considerando esse contexto, o presente artigo é parte de uma pesquisa que pretende elaborar uma metodologia que dê suporte à escolha de soluções e sistemas construtivos aplicados a HIS, que considere critérios adequados ao contexto local, associados ao fator custo, com apoio da Modelagem da Informação da Construção (BIM).

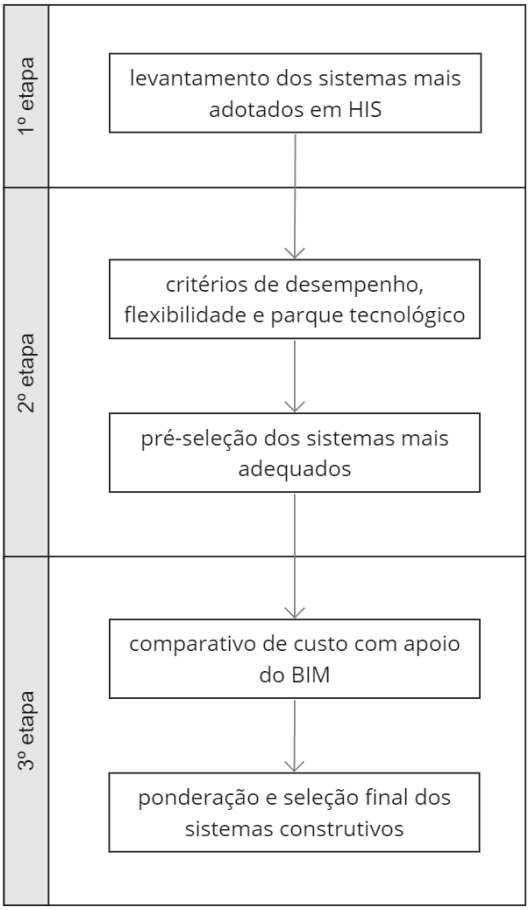
OBJETIVO

O artigo visa apresentar uma análise crítica da produção habitacional em HIS, considerando as características de um contexto específico, tendo como foco os sistemas construtivos e um levantamento de custos baseado em modelo BIM.

METODOLOGIA

A pesquisa se caracteriza como exploratória, desenvolvida a partir de um Estudo de Caso de projeto arquitetônico em HIS, onde a metodologia estabelece 3 etapas de avaliação, buscando dar suporte à seleção do(s) sistema(s) construtivo(s) mais adequado(s) ao contexto de implantação: 1. levantamento dos sistemas adotados na produção de HIS no Brasil (amostra inicial); 2. análise técnica, considerando desempenho, flexibilidade e parque tecnológico local (critérios de exclusão); 3. levantamento de custo, com apoio do BIM (comparativo de custo-benefício). A Figura 1 apresenta a estruturação das etapas.

Figura 1: Diagrama resumo da metodologia de pesquisa.

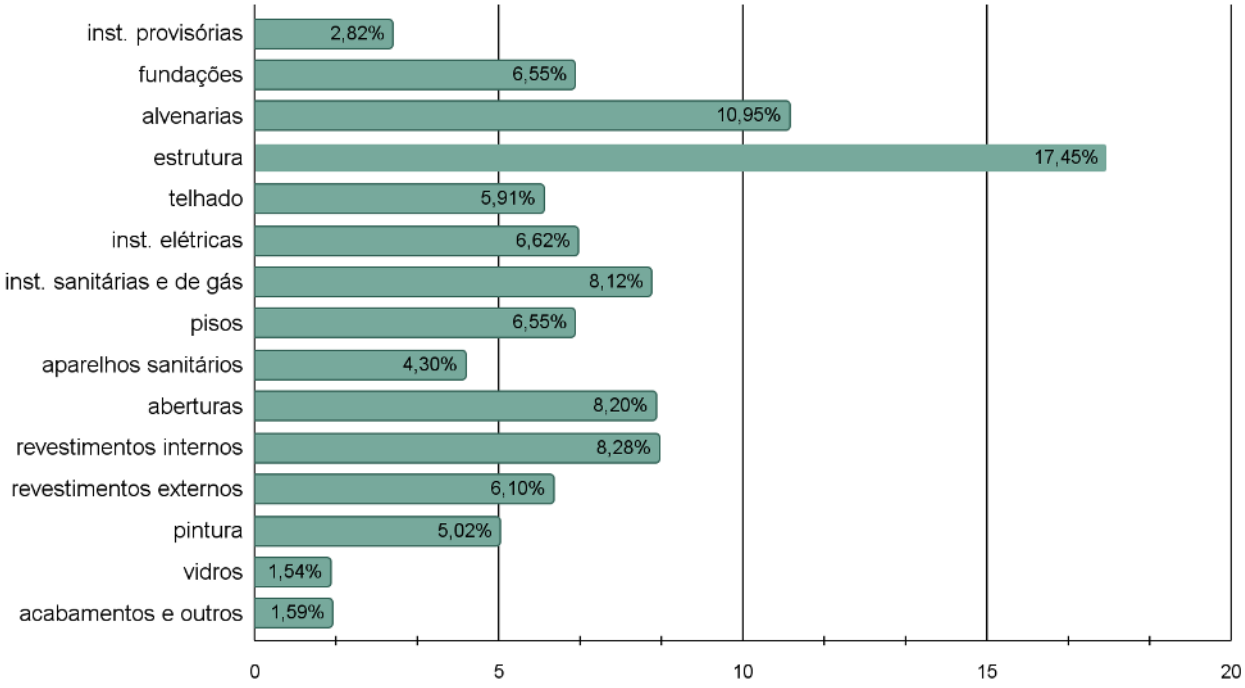


Fonte: Elaborado pela autora.

Destaca-se como recorte do estudo os sistemas de estrutura, vedação e cobertura, tanto por se tratarem dos principais envoltórios de uma edificação, representando maior impacto no projeto arquitetônico, como pelo percentual de custo que representam na construção de uma edificação residencial[1] (Gráfico 1) [2].

[1] Os sistemas escolhidos equivalem a cerca de 34,31% do custo total da construção de uma edificação residencial.

Gráfico 1: Percentual dos sistemas construtivos no custo total de uma edificação residencial



Fonte: adaptado de [2]. A autora.

Por fim, o levantamento de custo será viabilizado por modelagem em BIM, através do software Archicad (Graphisoft), aplicado a um projeto em HIS de autoria própria, desenvolvido para o estudo em questão.

REFERENCIAL TEÓRICO

As políticas habitacionais têm sido incapazes de resolver a questão do déficit habitacional, além de terem criado um padrão de execução de HIS que não condiz com a realidade dos usuários. No caso do MCMV, isso ocorre porque as próprias construtoras são promotoras do programa, submetendo a produção de HIS aos seus interesses, de modo que as questões econômicas se sobrepõem às questões sociais e de moradia digna [3]. Acrescenta-se ainda que essa produção reforça a ideia de que produzir muito é a solução para o déficit habitacional, retirando o foco de questões qualitativas e implicando em moradias incapazes de atender as necessidades dos usuários [1].

Dessa forma, apesar de se reconhecer a presença de outros aspectos que influenciam a produção habitacional, como a localização dos empreendimentos e o desenho arquitetônico das unidades, o presente estudo investiga o recorte de como o atual modo de execução e decisões construtivas em HIS podem contribuir para uma edificação inadequada.

CRITÉRIOS DE SELEÇÃO

Na construção civil há a tendência pela adoção de sistemas mais racionais, garantindo rapidez na execução, economia e otimização dos materiais. Além da racionalização, o maior grau de pré-fabricação também é fundamental, pois não só facilita o processo

de execução, como também proporciona maior qualidade à edificação, já que gera componentes mais precisos e uniformes, seguindo o mesmo padrão [4].

Porém, apesar de adotados como justificativa na escolha dos sistemas construtivos, tais fatores perdem a garantia da qualidade quando não são alinhados a determinadas características do cenário local. Nesse caso, para além da racionalidade construtiva, se observa a necessidade de se contemplar critérios relacionados ao desempenho da edificação, considerando-se um determinado contexto.

Quando se trata de desempenho, é importante entender sua relação com funcionalidade, adequabilidade e, sobretudo, atendimento às necessidades dos usuários, tornando-o um critério de maior relevância, para além de questões de prazo e custo [5]. Além disso, o desempenho é um aspecto que depende do contexto local, sendo influenciado, por exemplo, pela zona bioclimática em que a edificação está inserida.

Assim, para a garantia de um bom desempenho, a ABNT NBR 15575 identifica requisitos dos usuários relacionados à segurança, habitabilidade e sustentabilidade, podendo ser destacados aspectos como: 1. segurança estrutural, contra o fogo, uso e operação; 2. estanqueidade à água; 3. desempenho térmico, acústico e lumínico; 4. durabilidade, manutenibilidade e impacto ambiental [6].

Porém, quando consideradas qualidades da unidade habitacional que impactam o custo, importante incluir, ainda, o fator flexibilidade, devido à sua importância na garantia da funcionalidade do espaço construído, considerando-se imprescindível que os sistemas construtivos possibilitem alterações posteriores na configuração espacial, a partir de necessidades e escolhas dos próprios usuários [1][5].

Por fim, definiu-se como último critério a adequação ao parque tecnológico, descrito como a disponibilidade local dos materiais construtivos necessários para a execução do sistema. Considerar a disponibilidade dos materiais no contexto da obra é fundamental, tanto para minimizar os impactos ambientais da obra, quanto para uma maior qualidade da edificação, a partir do uso de materiais condizentes com as características do local [7].

Para a análise técnica foram utilizados relatórios técnicos e bibliografias como fonte, considerando o contexto local[2]. Os relatórios técnicos utilizados são parte dos conteúdos disponibilizados pelo Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H), responsável pela análise de desempenho dos sistemas construtivos adotados nacionalmente na construção civil. Acrescenta-se, ainda, a plataforma Projetando Edificações Energeticamente Eficientes (ProjetEEE), que também realiza análise de sistemas construtivos, tendo como maior foco o conforto térmico.

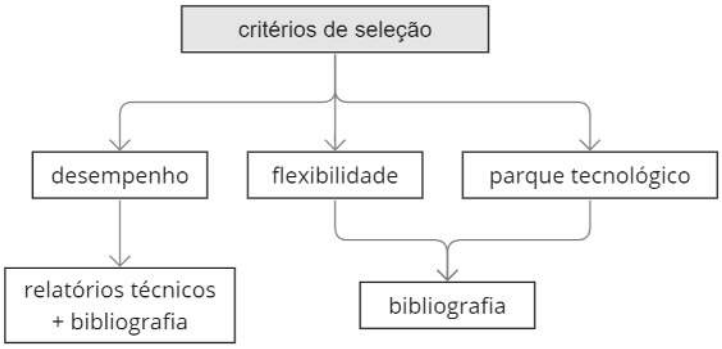
Vale ressaltar que os relatórios técnicos consultados, como as Fichas de Avaliação de Desempenho (FAD), se referem a determinados sistemas de modo representativo, se aplicando a exemplos específicos. Assim, na prática, o uso dos relatórios técnicos pressupõe que os insumos – materiais e componentes – analisados apresentam as

[2] A análise dos relatórios foi feita considerando-se a zona bioclimática 8, correspondente aos contexto local de estudo.

mesmas características, ou equivalentes, aos utilizados para a elaboração das fichas. Nesse contexto, as fichas não são obrigatórias para nenhum sistema construtivo, uma vez que a ABNT NBR 15575 já especifica os requisitos e critérios de desempenho que os sistemas devem atender, bem como os respectivos métodos de avaliação. Porém, para o presente trabalho, serão utilizadas como referência para o embasamento técnico da análise, visto que são desenvolvidas com base em ensaios, pareceres e simulações.

A Figura 2 resume os critérios adotados para a análise técnica e as seguintes fontes para consulta durante a pesquisa.

Figura 2: Diagrama resumo dos critérios adotados na pesquisa e suas respectivas fontes.



Fonte: A autora.

LEVANTAMENTO E ANÁLISE DOS SISTEMAS CONSTRUTIVOS

SISTEMAS DE ESTRUTURA E VEDAÇÃO

Sistemas racionais e pré-fabricados vêm sendo cada vez mais adotados na produção de HIS, considerando um levantamento de 2015, onde mais da metade dos empreendimentos do MCMV se utilizavam de parede de concreto moldada *in loco* (52%), seguido pelos sistemas de alvenaria estrutural em blocos cerâmicos/de concreto (35%) [8]. Partindo desse cenário, considerou-se como amostra inicial para os sistemas de estrutura e vedação, aqueles que pudesse associar ambas as funções, incluíndo: 1. alvenaria estrutural de blocos cerâmicos, 2. alvenaria estrutural de bloco de concreto, 3. parede de concreto moldada *in loco*, 4. light steel frame.

ALVENARIA ESTRUTURAL DE BLOCO CERÂMICO E BLOCO DE CONCRETO

Para a avaliação do sistema de alvenaria estrutural de bloco cerâmico, segundo o critério de desempenho, consultou-se a Ficha de Avaliação de Desempenho (FAD) nº 50 (2022), que trata da avaliação para “parede estrutural em alvenaria de blocos cerâmicos vazados de 14cmx19cmx29cm (EST 120) com revestimento de argamassa em ambas as faces”. A FAD é elaborada a partir de ensaios e pesquisas feitas em laboratório, considerando todos os critérios de desempenho presentes na NBR 15.575-2013, e apresenta como conclusão que esse sistema de alvenaria estrutural em bloco cerâmico atende à norma plenamente.

Em relação ao bloco de concreto estrutural, utilizou-se a FAD nº 33 (2020), que trata de “parede estrutural em alvenaria de blocos de concreto de 14x19x39cm com

revestimento de argamassa na face externa e gesso na interna". Em termos gerais, a consulta concluiu que tal sistema também atende à norma de desempenho, com uma ressalva: quanto ao desempenho térmico, essa adequação ocorre apenas quando as fachadas possuem cores médias e claras, havendo comprometimento caso sejam adotadas cores escuras.

Além das FADs, outros autores também reforçam que ambos os sistemas de bloco cerâmico e de concreto estruturais, de modo geral, atendem à norma em termos gerais e trazem vantagens em relação à racionalização e economia do processo de execução da obra, concluindo-se que os sistemas possuem bom desempenho térmico e acústico [3], porém destacando-se que, para o contexto da zona bioclimática 8, o bloco cerâmico possui melhor desempenho térmico [8].

No que diz respeito às vantagens de execução, destaca-se que esse tipo de alvenaria estrutural apresenta baixo custo, mão de obra acessível e bom potencial de aproveitamento [9].

No quesito flexibilidade, os autores apontam como problemática a limitação da alvenaria estrutural para ambos os blocos, pois seu aspecto estrutural traz a impossibilidade de remoção ou cortes nas paredes da habitação [9][10]. Porém, quanto à disponibilidade no mercado, acrescenta-se que o parque tecnológico garante amplo acesso a fornecedores, já que é um sistema bastante utilizado em todo o país.

PAREDE DE CONCRETO MOLDADA *IN LOCO*

Para a avaliação do sistema, utilizou-se o Documento de Avaliação Técnica (DATEC) nº 026-A, que aborda "paredes estruturais Tecnometa de concreto leve armado moldadas no local com revestimento em argamassa em ambas as faces". A partir da consulta, percebem-se considerações quanto à norma de desempenho para o contexto em que o trabalho está sendo proposto, com destaque ao desempenho térmico, visto que condições padrões de ventilação e sombreamento não garantem que o sistema ofereça conforto térmico por si só (Figura 3).

Figura 3: Considerações do sistema de parede de concreto moldada *in loco* no quesito conforto térmico para zona bioclimática 8.

cor do acabamento da parede					
zona	tipologia	condição padrão	condição com sombreamento	condição com ventilação	condição com sombreamento e ventilação
8	térrea	✗	✗	✓✓	✓✓
	sobreposta	✗	✗	✓	✓

Fonte: DATEC nº026-A. A autora.

Questões de desempenho para a parede de concreto moldada in loco também foram identificados no referencial bibliográfico, destacando-se a necessidade de maior tratamento térmico e acústico, quando comparada aos demais sistemas adotados em HIS [11]. Devido à sua baixa inércia térmica, o sistema de parede moldada in loco deixa os ambientes internos mais quentes com maior rapidez, fator que gera desconforto ao usuário se considerada a zona bioclimática 8 [8].

Por fim, destaca-se um custo mais elevado e baixo potencial de reaproveitamento, além da necessidade de mão de obra com maior especialização [9]. Por outro lado, no que diz respeito à disponibilidade, reforça-se que o sistema é o mais adotado no país no contexto de HIS, o que garante um parque tecnológico de amplo acesso aos elementos necessários para sua execução [8].

LIGHT STEEL FRAME

Para a avaliação do sistema, foi utilizado o DATec Nº 014C (2021) para "sistema construtivo a seco Saint Gobain - Light Steel Frame com revestimento em argamassa em ambas as faces". Apesar desse relatório ser específico para sua aplicação em casas térreas, entende-se que os critérios de desempenho investigados no presente trabalho são equivalentes, mesmo em diferentes gabaritos. Consultando-se o relatório, identifica-se que o sistema atende à norma de desempenho, porém, com considerações quanto ao desempenho térmico para a zona bioclimática do presente trabalho, que só pode ser garantido em situações com sombreamento ou com sombreamento e ventilação (Figura 4).

Figura 4: Considerações do sistema light steel frame no quesito conforto térmico para zona bioclimática 8.

cor do acabamento da parede					
zona	camada de isolante	condição padrão	condição com sombreamento	condição com ventilação	condição com sombreamento e ventilação
8	100 mm	✗	✓	✗	✓

Fonte: DATEC nº014-C. A autora.

Em relação às questões de flexibilidade, execução e sustentabilidade, as vantagens são [12]: 1. durabilidade e longevidade da estrutura; 2. sustentabilidade, pois além da construção a seco, o aço utilizado também pode ser reciclado; 3. rapidez de execução; 4. variedade nos modos de execução, trazendo flexibilidade ao projetista.

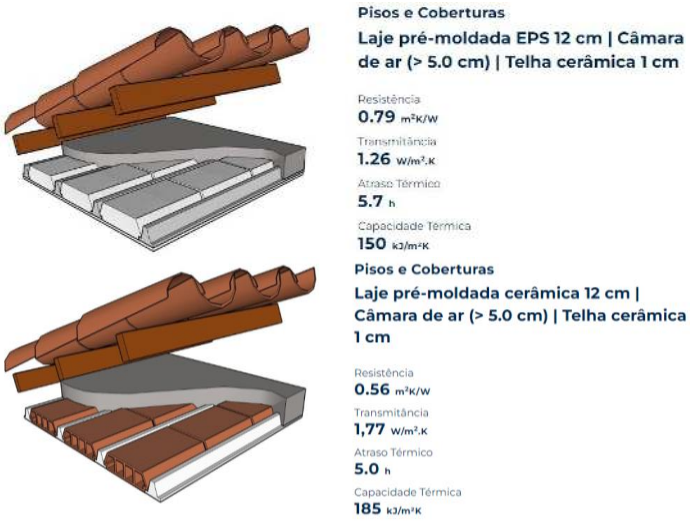
Ademais, no critério parque tecnológico, há limitações de fornecedores próximos à região de estudo, devendo-se considerar os gastos com transporte.

SISTEMAS DE COBERTURA

Além de estrutura e alvenaria, o sistema de cobertura também foi analisado. Nesse caso, o processo de seleção partiu dos 3 tipos mais adotados nacionalmente, inclusive de maior uso na construção em HIS: 1. telha cerâmica; 2. telha de fibrocimento; e 3. telha metálica [13].

Tratando-se das telhas cerâmicas, identificou-se um bom desempenho térmico, acústico e alta resistência ao fogo [13]. Seu bom desempenho térmico também é reforçado, quando consultados dados de desempenho a partir da base do ProjetEEE (Figura 5).

Figura 5: Dados de desempenho térmico para telhados cerâmicos.



Fonte: PROJETEEE, 2023.

O segundo tipo de telhado estudado, com uso de telhas de fibrocimento, é um sistema versátil e que melhor se adapta aos variados tipos de cobertura [13]. Quanto à análise de desempenho térmico, a telha de fibrocimento é semelhante à telha cerâmica em vários quesitos, porém apresenta uma menor capacidade térmica, ou seja, esquenta com maior rapidez [14] (Figura 6).

Figura 6: Dados de desempenho térmico para telhados de fibrocimento.



Fonte: PROJETEEE, 2023.

O telhado metálico foi o último analisado, apresentando diversas vantagens técnicas, como leveza, rápida instalação e maior durabilidade [13]. No entanto, no quesito desempenho térmico, é a opção com menor atraso térmico, apresentando um atraso total de 4.8h. Tal valor indica o tempo máximo que o telhado metálico consegue retardar a passagem de calor, sendo o menor dentre os sistemas de telhado analisados [14] (Figura 7).

Figura 7: Dados de desempenho térmico para telhados metálicos.



Fonte: PROJETEEE, 2023.

A partir dos dados consultados, é possível perceber que os telhados do tipo cerâmico e de fibrocimento são próximos quanto ao quesito desempenho térmico. Porém, se consideradas todas as opções analisadas, o melhor desempenho é encontrado para o tipo cerâmico, enquanto o pior está com o tipo metálico.

Assim, considerando-se as restrições de desempenho para o contexto da presente pesquisa, os sistemas de parede de concreto e light steel frame (estrutura e vedação), e o sistema em telha metálica (cobertura) não foram incluídos na etapa seguinte de comparativo de custo.

SELEÇÃO DOS SISTEMAS E COMPARATIVO DE CUSTO

Para a etapa de comparativo de custos, os sistemas construtivos selecionados foram: 1. alvenaria estrutural de blocos cerâmicos e alvenaria estrutural de blocos de concreto (estrutura e vedação); 2. coberta de telhas cerâmicas e coberta de telhas de fibrocimento (cobertura). Partindo-se da análise anterior, foi identificado como cada sistema responde minimamente aos critérios pré-definidos de desempenho, flexibilidade e parque tecnológico local (Figuras 8 e 9).

Figura 8: Resumo da análise dos sistemas de estrutura e vedação.

sistema	atendimento à norma de desempenho		flexibilidade	parque tecnológico
	relatórios técnicos	outros autores		
alv. est. de bloco cerâmico	✓ ✓	✓ ✓	✓	✓ ✓
alv. est. de bloco de concreto	✓ ✓	✓ ✓	✓	✓ ✓
parede de concreto molda in loco	✓	✗	✗	✓ ✓
light steel frame	✓	-	✗	✓ ✓

Fonte: A autora.

Figura 9: Resumo da análise do sistema de cobertura.

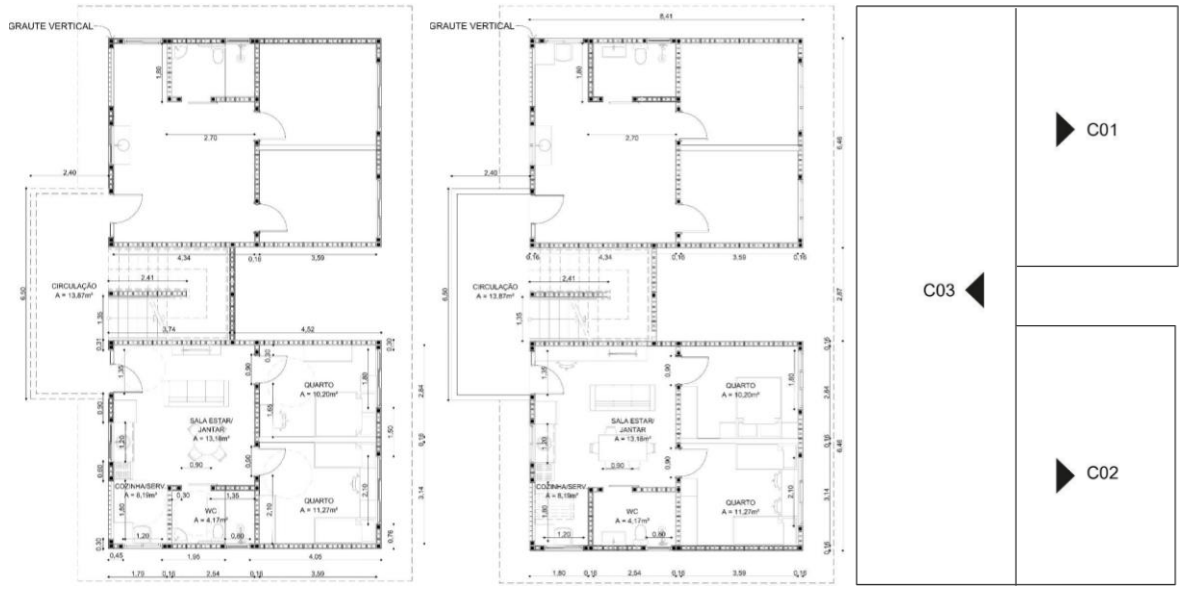
sistema	conforto térmico	observação
cob. cerâmica	✓ ✓	-
cob. de fibrocimento	✓ ✓	menor capacidade térmica
cob. metálica	✓ ✓	menor atraso térmico e alta transmitância térmica

Fonte: A autora.

Vale destacar que a investigação visa selecionar os sistemas construtivos com o melhor custo-benefício, portanto a pesquisa finaliza com uma ponderação considerando a análise desenvolvida nas demais etapas. Assim, essa seleção deverá ponderar os aspectos relativos aos critérios já discutidos (desempenho, flexibilidade e parque tecnológico) que juntos formam o critério de adequabilidade, somados à análise de comparativo de custo, apresentada a seguir.

Para a composição de custo dos sistemas, fez-se necessária a aplicação em um modelo comum, desenvolvido a partir de um projeto de autoria própria. O projeto corresponde à um bloco de HIS, onde foram adotadas diretrizes com foco na qualidade da edificação, tais como: conforto térmico, com posicionamento dos ambientes considerando a insolação e ventilação, racionalização do desenho da unidade, proporcionando flexibilidade ao espaço construído e economia com a junção de áreas molhadas (Figura 10).

Figura 10: Plantas pavimento térreo, 1º pavimento e coberta do projeto



Fonte: A autora.

A partir da modelagem do projeto em BIM, foi possível configurar as equações e mapas do software Archicad, de modo a realizar o levantamento de quantitativos necessários e o cálculo com os respectivos custos unitários para a composição dos sistemas selecionados.

Para o caso das alvenarias, foram considerados os seguintes serviços: alvenaria de blocos estruturais, grauteamento e armação. Considerando a base fornecida pelo Sistema Nacional de Preços e Índices para a Construção Civil (SINAPI), de agosto de 2023, têm-se que a alvenaria estrutural de bloco de concreto possui custo total de

R$24.469,30, enquanto a de bloco cerâmico custa R$16.539,74, constituindo uma diferença de 47,9%.

No comparativo de custo-benefício, identificou-se que os dois sistemas possuem desempenho semelhantes, apresentando equivalência no critério de adequabilidade. Assim, considerando-se apenas o critério de menor custo, a alvenaria estrutural de bloco cerâmico apresentou-se como melhor resultado (Figura 11).

Figura 11: Seleção do sistema de vedação e estrutura com base em adequabilidade, volumetria e identidade visual e custo.

critérios	bloco cerâmico	bloco de concreto
adequabilidade	✓ ✓	✓ ✓
custo	✓ ✓	✓

Fonte: A autora.

Para as coberturas, foram definidos como serviços: trama de madeira, telhamento, pontaletes, cumeeira e calha, de modo que a coberta cerâmica apresentou custo de R$30.271,87, enquanto a de fibrocimento de R$24.629,15, havendo uma diferença de preço de 22,9%. Assim, tem-se que, apesar de ambas serem adequadas ao uso no contexto do projeto, optou-se pela telha cerâmica, tendo base no sistema com melhor desempenho, considerando que este é o critério mais importante da análise e que a diferença de custo entre os sistemas não foi significativa. Além disso, a telha cerâmica corresponde melhor ao partido arquitetônico, pois seu resultado volumétrico tem grande relação no contexto local. (Figura 12).

Figura 12: Seleção do sistema de cobertura com base em adequabilidade, volumetria e identidade visual e custo.

critérios	coberta cerâmica	coberta de fibrocimento
adequabilidade	✓ ✓	✓
custo	✓	✓ ✓

Fonte: A autora.

CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa considera inicialmente que as HIS têm sido produzidas sob a lógica do mercado imobiliário, que priorizam o custo e a produtividade acima da melhor qualidade das moradias e demandas dos usuários. Inseridos nesse contexto, os sistemas adotados podem não ser adequados ao contexto local e não apresentar desempenho que garanta o conforto mínimo aos moradores. Como exemplo, foi identificado que o sistema analisado, do tipo parede de concreto moldada in loco, exige maiores cuidados quanto ao desempenho térmico para a zona bioclimática 8. Assim, considerando que esse tipo de sistema é o mais adotado no país, é fundamental ter atenção no momento da escolha e nos possíveis tratamentos, para garantir sua adequação ao contexto local, o que pode implicar em custos adicionais.

Nessa perspectiva, a pesquisa buscou identificar os critérios necessários para uma melhor seleção dos principais sistemas construtivos em HIS. A partir disso, deu-se

continuidade à avaliação dos sistemas com a inclusão do quesito custo no processo, ponderando-se junto à análise feita sobre os critérios anteriores, foram selecionados os sistemas de alvenaria estrutural de blocos cerâmicos e cobertura de telha cerâmica. Outro apontamento importante a ser feito é que, no caso das coberturas, a cerâmica era mais cara, no entanto sua seleção se justifica principalmente por seu desempenho térmico - fator a ser priorizado. Ainda na perspectiva de uma metodologia para a seleção de sistemas construtivos, o BIM se apresentou como tecnologia imprescindível para a composição de custo dos serviços necessários para a execução dos sistemas, devido à rapidez em que se pôde realizar o levantamento de seus quantitativos, contribuindo para a tomada de decisão no processo projetual.

Por fim, em relação aos objetivos inicialmente traçados, pode-se concluir que os estudos teóricos e as composições de custo possibilitaram uma análise crítica acerca da forma de produção em HIS, buscando-se prever o custo associado às questões de desempenho durante a seleção dos sistemas construtivos. Nesse caso, reforça-se que para a adoção de sistemas que apresentem restrições para o contexto em que será aplicado, é possível que gastos adicionais sejam necessários para sua maior adequação, o que deve ser considerado em uma análise de melhor custo benefício.

REFERÊNCIAS

[1] LAMOUNIER, R. F. Viabilidade projetual, construtiva e econômica, e acessibilidade financeira à habitação social brasileira a partir da abordagem brasileira: uma prospecção arquitetural. ARQUISUR REVISTA, Belo Horizonte, v. 1, p. 1-32, 2019.

[2] MASCARÓ, J. L. O custo das decisões arquitetônicas. 5a edição. Porto Alegre: Mas Quatro, 2010.

[3] MASTRODI, J. e ZACCARA, S. M. L. O que é o objeto “moradia” do Programa Minha Casa, Minha Vida? / What is the "housing" object of the Minha Casa, Minha Vida Program?. 2006. Revista De Direito Da Cidade, 8(3), 859–885. https://doi.org/10.12957/rdc.2016.22506

[4] MELLO, C. W. Avaliação de sistemas construtivos para habitações de interesse social. 2004. 172 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2004.

[5] LIMA, P. R. B. Consideração do projeto no desempenho dos sistemas construtivos e qualidade da edificação-proposição de um modelo de banco de dados. 2005. 175 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas) Departamento de Engenharia de Estruturas, Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2005.

[6] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15575-1: Edifícios habitacionais de até 5 pavimentos - Desempenho - Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2008. 52p.

[7] BISSOLI-DALVI, M. A sustentabilidade como premissa para a seleção de materiais. 2014, 195 p. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) - Facultad de Arquitectura, Construcción y Diseño, Universidad del Bío-Bío, Chile, 2017.

[8] SILVA, L. A. C. da. Avaliação de desempenho e conforto térmico de habitações multifamiliares em clima quente e úmido. 2019. 127 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: Estruturas e Construção Civil, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019.

[9] LAMOUNIER, R. F. et al. Sistemas, subsistemas e componentes construtivos brasileiros aderentes à metodologia Open Building. In: Congresso Interdisciplinar de Pesquisa Iniciação Científica e Extensão Universitária, 4. 2019. Minas Gerais. Anais [...] Minas Gerais. Centro Universitário Metodista Izabela Hendrix, 2019.

[10] FÉLIX, F. R. R. Modelo de tomada de decisão para seleção de sistema construtivo para habitação de interesse social. 2017. 105 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil)-Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: Estruturas e Construção Civil, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.

[11] BERTINI, A. A. et al. Como melhorar o conforto do usuário no ambiente construído: modelo para seleção de sistemas construtivos em habitações de interesse social. Revista Produção Online. Florianópolis, SC, v.21, n.2, p.312-331, 2021.

[12] CENTRO BRASILEIRO DE CONSTRUÇÃO EM AÇO – CBCA. Steel Framing: Arquitetura. Disponível em: <https://www.cbca-acobrasil.org.br/site/publicacoes-manuais.php>. Acesso em: maio de 2023.> Acesso em: junho de 2023

[13] SILVA, G. K. D. et al. Estudo e análise de sistemas de cobertura para habitação de interesse social na cidade de Montes Claros-MG considerando parâmetros de sustentabilidade. 2017. 57 p. Monografia (Especialização em Construção Civil) Escola De Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, 2017.

[14] PROJETEEE. PROJETANDO EDIFICAÇÕES ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES. Componentes Construtivos. Projeteee, 2023. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/projeteee/componentes-construtivos/#pisos-e-coberturas. > Acesso em: junho de 2023

[15] PROGRAMA BRASILEIRO DA QUALIDADE E PRODUTIVIDADE DO HABITAT. **FAD Nº 50**: Parede estrutural em alvenaria de blocos cerâmicos vazados de paredes vazadas de 14cmx19cmx29cm - Brasília, 2022. Disponível em: <https://pbqp-h.mdr.gov.br/biblioteca/fad-no-050/> Acesso em: maio de 2023.

[16] PROGRAMA BRASILEIRO DA QUALIDADE E PRODUTIVIDADE DO HABITAT. **FAD Nº 33**: Parede estrutural em alvenaria de blocos de concreto de 14x19x39cm - Brasília, 2020. Disponível em: <https://pbqp-h.mdr.gov.br/biblioteca/fad-n-033/> Acesso em: maio de 2023.

[17] PROGRAMA BRASILEIRO DA QUALIDADE E PRODUTIVIDADE DO HABITAT. **DATEC Nº 026-A**: Paredes estruturais Tecnometa de concreto leve armado moldadas no local. - Brasília, 2018. Disponível em: <https://pbqp-h.mdr.gov.br/biblioteca/datec-n-026-a/> Acesso em: maio de 2023.

[18] PROGRAMA BRASILEIRO DA QUALIDADE E PRODUTIVIDADE DO HABITAT. **DATEC Nº 014-C**: Sistema construtivo a seco SaintGobain - Light Steel Frame - Brasília, 2021. Disponível em: <https://pbqp-h.mdr.gov.br/biblioteca/datec-n-014-c/> Acesso em: maio de 2023.