GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS NA CONSTRUÇÃO INTEGRADA MODULAR

Palavras-chave: Construção modular; Cadeia de suprimentos; Estratégia de produção.

Nicolas Watanabe Tsu Wan Kwok - Unicamp

Prof. Dr. Ariovaldo Denis Granja - Unicamp

OBJETIVOS DA PESQUISA

O objetivo geral desta pesquisa é investigar os desafios e as oportunidades associados à gestão da cadeia de suprimentos na construção modular, a partir do estudo de diferentes abordagens de produção adotadas internacionalmente e da análise de suas possibilidades deimplementação no contexto brasileiro. Busca-se compreender como os sistemas produtivos empregados em outros países têm viabilizado a integração entre os agentes da cadeia e quais adaptações seriam necessárias para sua adoção no ambiente nacional.

Para atingir tal finalidade, foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- Identificar os fatores que influenciam a integração entre os stakeholders (partes interessadas) na construção modular, com ênfase na colaboração interorganizacional, no compartilhamento de informações e na sincronização de processos;
- Propor diretrizes para construtoras e incorporadoras brasileiras adaptarem sua gestão da cadeia de suprimentos com base em práticas internacionais bem-sucedidas, visando a maior integração dos subsistemas construtivos e o avanço da construção modular integrada no Brasil.

MÉTODO DE PESQUISA

Durante o período de vigência da pesquisa, diversas atividades foram realizadas conforme o cronograma estabelecido. Dentre essas etapas, a revisão sistemática de literatura (RSL) desempenhou um papel central, sendo conduzida com o auxílio da plataforma Start (Fabbri, 2016) para a organização e análise dos artigos selecionados. Inicialmente, foram definidas as strings de busca, resultando na identificação de 160 trabalhos relevantes. Após um processo de triagem e extração, foram selecionados 52 artigos, os quais foram lidos e organizados com base em sua relevância para o projeto, sendo elaborado um resumo de seus principais resultados. Após a leitura, foram descartados 26 artigos por não contribuírem para o objetivo final, assim, restando apenas 26 artigos. Todo processo da revisão sistemática será anexado no relatório final.

A realização dessa RSL permitiu a identificação dos principais desafios e oportunidades relacionados à gestão da cadeia de suprimentos na construção integrada modular, contexto de interesse desta pesquisa. Além disso, foram analisadas diferentes abordagens de produção adotadas internacionalmente, buscando compreender as possibilidades de adaptação dessas estratégias ao contexto brasileiro. Dessa forma, os resultados obtidos fornecem subsídios para o avanço da pesquisa e a formulação de diretrizes aplicáveis à realidade nacional.

Além disso, foram realizadas 3 entrevistas individuais e online para compreender como as diversas estratégias de produção podem ser utilizadas para atingir os objetivos de investimento na construção. Os resultados do MSL foram expostos e debatidos, de forma individual, com administradores de três empresas de incorporação e construção que desenvolvem produtos de CiM.

- Empresa A de Santa Catarina que desenvolve empreeendimentos verticais de alto padrão;
- Empresa B de São Paulo que desenvolve empreendimentos de alto e médio padrão;
- Empresa C do Paraná que desenvolve bairros integrados.

As evidências obtidas na literatura e na prática possibilitaram a formulação de diretrizes para a implementação das estratégias de produção na construção, enfatizando a relação com os fornecedores de componentes e sistemas modulares. Destaca-se que já se obteve a autorização junto à Plataforma Brasil – CHS, permitindo a condução da entrevista com o gestor (CAAE: 84513224.1.0000.8142).

No contexto de fabricação, é importante considerar diferentes abordagens de produção, como Engineer-to-order (ETO), Configure-to-Order (CTO) e Modify to-Order (MTO) (Hvam et al., 2008; Jünge, et al., 2023). Além disso, para ter uma escolha com precisão do método de produção é necessário elencar suas vantagens e desvantagens.

O ETO é frequentemente adotado por empresas que estão iniciando uma transição da produção tradicional em canteiros de obra para a CIM. Essa abordagem envolve a criação de produtos únicos e altamente personalizados, projetados de acordo com os requisitos específicos de cada cliente. Isso requer uma abordagem mais complexa e demorada, onde cada produto é desenvolvido individualmente em colaboração com o cliente. Para um modelo de produção que exija agilidade e um custo mais baixo, essa abordagem não é a mais adequada. Por outro lado, o CTO permite que os clientes escolham entre um conjunto predefinido de opções para configurar seus produtos de acordo com suas preferências. Esse tipo de abordagem facilita a cadeia de produção e agiliza os processos mas continua com uma dependência grande das exigências do cliente. Já o MTO envolve a montagem de produtos com base em componentes pré-fabricados assim que um pedido é recebido, oferecendo uma certa flexibilidade sem a necessidade de produção totalmente personalizada. As principais vantagens e desvantagens de cada abordagem de produção estão no Quadro 1.

Estratégia de produção para a construção integrada modular

CPTo
DTO
ETO
MTO
MdTO
ATO
CTO
ETS
STS
MTF
SV

Características da cadeia de suprimentos

- Redução de incerteza da fonte e disponibilidade de recursos
- Redução de custos de produção
- Redução de barreiras para desenvolvimento de colaboração e compartilhamento de informação
- Aumento no equilíbrio das relações de poder entre empresa-fornecedor
- Melhoria nas oportunidades de negociações de custos e desenvolvimento de novos produtos
- Aumento no número de intermediários entre o fabricante e o cliente final
- Aumento na dependência de tecnologia de fornecedores
- Aumento de necessidade de especialização da mão de obra

Quadro 1: Elementos associados à escolha da estratégia de produção na CiM
Fonte: Autor baseado na RSL

Essas diferentes abordagens de produção destacam a necessidade de flexibilidade e eficiência nos processos industriais, o que pode ser alcançado por meio da integração modular na cadeia de suprimentos e na produção, como proposto pela CIM (Gosling & Naim, 2009). Ao adotar uma abordagem integrada e modular, é possível promover uma gestão mais eficiente e alcançar melhorias significativas na qualidade, produtividade e sustentabilidade não apenas na construção civil, mas também na fabricação de produtos sob medida.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Integração entre stakeholders na construção modular: fatores influenciadores

A integração entre os stakeholders na construção modular é fortemente influenciada pelo grau de customização e padronização adotado pelas empresas, o que afeta diretamente a colaboração interorganizacional, o compartilhamento de informações e a sincronização de processos. As entrevistas com três gestores de empresas brasileiras atuantes em CiM, representando diferentes estratégias produtivas, ETO, CTO e SV, revelaram padrões distintos de interação entre as partes interessadas.

Na estratégia ETO, onde predomina a alta customização, os projetos são singulares e complexos, exigindo colaboração intensa desde as fases iniciais de projeto entre projetistas, fornecedores e cliente final. Apesar da variabilidade, observa-se a tentativa de incorporar componentes padronizados, como kits predimensionados, o que exige alinhamento prévio e detalhado entre as partes para assegurar compatibilidade e eficiência. A gestão da informação é mais artesanal, com maior dependência de comunicação informal e ciclos iterativos.

Na abordagem CTO, há um equilíbrio entre padronização e personalização, o que favorece maior previsibilidade nos processos. A colaboração se dá com foco na adaptação de módulos configuráveis às especificações do projeto, exigindo fluxos de informação mais estruturados, especialmente entre projetistas, fabricantes de módulos e instaladores. A sincronização dos processos ainda apresenta desafios, mas a previsibilidade operacional facilita a coordenação entre as empresas envolvidas.

Já na estratégia SV, a integração é promovida por meio de sistemas rígidos e altamente padronizados. A comunicação entre stakeholders é mais vertical e orientada por processos claros, apoiados em plataformas digitais e rotinas de produção em escala. Como o cliente não interfere no design do produto, a cadeia de suprimentos opera com máxima eficiência e integração.

Diretrizes para construtoras e incorporadoras

- Adoção de componentes padronizados sempre que possível (ETO): Mesmo em empreendimentos de alta customização, recomenda-se a padronização de partes do projeto, como kits predimensionados ou esquadrias industrializadas, para facilitar o planejamento e a sincronização com fornecedores.
- Configuração modular com flexibilidade controlada (CTO): As empresas devem investir em módulos configuráveis que conciliem eficiência produtiva com personalização parcial, o que exige integrar desde cedo fornecedores e projetistas por meio de plataformas colaborativas de projeto e gestão de dados.
- Projetos totalmente padronizados com integração total (SV): Em modelos de produção em escala, recomenda-se o uso intensivo de sistemas integrados e pré-fabricados, com foco na repetição e na padronização desde a concepção.
- Estabelecimento de parcerias de longo prazo com fornecedores: A confiança mútua e o alinhamento estratégico são facilitados por contratos de fornecimento estáveis, o que permite um planejamento conjunto e maior eficiência na sincronização de entregas.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos indicam que diferentes estratégias de produção podem ser implementadas dependendo dos objetivos de investimento na criação de empresas de construção e incorporação. São também são discutidos os efeitos da escolha de cada estratégia nos processos de produção e logística, na interação com os clientes, nas qualidades do produto e na conexão com a cadeia de suprimentos. Por último, as diretrizes oferecem implicações práticas para a implementação das estratégias de produção e fornecem oportunidades para o crescimento da cadeia de suprimentos, particularmente para os fornecedores de componentes e sistemas modulares.

REFERÊNCIAS

FABBRI, Sandra et al. Improvements in the StArt tool to better support the systematic review process. In: Proceedings of the 20th international conference on evaluation and assessment in software engineering. 2016. p. 1-5.

GOSLING, J.; NAIM, M. M. Engineer-to-order supply chain management: A literature review and research agenda. International Journal of Production EconoCIMs, v. 122, n.2, 741–754, dez. 2009.

HVAM, Lars; MORTENSEN, Niels Henrik; RIIS, Jesper. Product Customization. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2008.

JÜNGE, G., ALFNES, E., NUJEN, B., EMBLEMSVAG, J., & KJERSEM, K. Understanding and eliminating waste in Engineer-To-Order (ETO) projects: a multiple case study. Production Planning & Control, 34(3), 225–241, 2023