Industrialização, Digitalização, Desempenho

5º Simpósio Brasileiro de Tecnologia da Informação e Comunicação na Construção e 5º Workshop de Tecnologia de Processos e Sistemas Construtivos

FLORIANÓPOLIS-SC | 20 a 22 de agosto

[1] GESTÃO DE PROJETOS NO CONTEXTO DA INDUSTRIALIZAÇÃO DAS FACHADAS DE EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS

Design management in the context of the industrialization in residential building facades

Luciana Leone Maciel
Escola Politécnica - Universidade de São Paulo | São Paulo, SP | luciana.maciel@usp.br

Silvio Burrattino Melhado
Escola Politécnica - Universidade de São Paulo | São Paulo, SP | silvio.melhado@usp.br

RESUMO

A industrialização das fachadas representa um avanço significativo para a construção de edifícios, com potencial para otimizar o processo construtivo e trazer maior qualidade e sustentabilidade às fachadas. Sua implementação apresenta desafios e provoca transformações no processo de projeto com impacto na construção. Com o objetivo de analisar as mudanças na gestão do projeto no contexto da industrialização de fachadas de edifícios residenciais, foi realizada uma pesquisa com abordagem qualitativa, baseada em estudos de caso em duas empresas brasileiras de construção imobiliária. Os resultados mostraram mudanças relevantes no processo de projeto e na sua gestão, desde as etapas iniciais de escolha do sistema de fachada. Destacaram-se a estreita relação entre as diferentes áreas da empresa, a interação com o fabricante do sistema, a gestão do desempenho da fachada e o nível de detalhamento técnico do projeto, voltado para a fabricação e a montagem na obra. Este estudo contribui para enriquecer a literatura referente à industrialização dos sistemas de fachada, trazendo uma maior compreensão sobre o tema. Além disso, oferece uma contribuição prática às empresas do setor ao indicar os aspectos relevantes para a estruturação do fluxo de projeto compatível com as demandas associadas à industrialização dos sistemas de fachada.

Palavras-chave: Gestão de projetos, Industrialização da construção, Fachadas industrializadas, Edifícios habitacionais.

ABSTRACT

The industrialization of facades represents a significant advancement in building construction, with the potential to optimize the construction process and bring to facades greater quality and sustainability. Its implementation presents challenges and requires a substantial transformation in the construction process, including design development. To analyze the changes in design management related to the adoption of industrialized facade systems, an exploratory and qualitative study was conducted, based on case studies of two real estate companies. The research results revealed important changes in the design process and management, starting from the initial stages of selecting the facade system. Key aspects included the close relationship between different departments within the company, interaction with the system manufacturer, management of facade performance, and the level of technical detailing in the project aimed at manufacturing and on-site assembly. This study contributes to enriching the literature on the industrialization of facade systems, providing a deeper understanding of the subject. Moreover, it offers practical insights for companies in the sector by highlighting relevant aspects for structuring the design workflow in alignment with the demands associated with the industrialization of facade systems.

Keywords: *Design management, Construction industrialization, Industrialized façade systems, Residential buildings.*

1 INTRODUÇÃO

A adoção de sistemas construtivos industrializados é observada de forma crescente no setor, devido aos potenciais benefícios em termos de ganho de produtividade, redução do prazo da obra, redução dos impactos ambientais e melhoria das condições de trabalho (Zakaria et. al., 2018).

Diferente da construção tradicional, a construção industrializada é caracterizada pela pré-fabricação de componentes em um ambiente controlado, com alta padronização do projeto, integração das soluções e mecanização das atividades de construção (Ning; Yingbo, 2010). A pré-fabricação requer o desenvolvimento projeto integrado dos componentes e definições relativas ao fornecimento, instalação, operação e manutenção

[1]MACIEL, L.L. Gestão de projetos no contexto da industrialização das fachadas de edifícios residenciais. In: V WORKSHOP DE TECNOLOGIA DE PROCESSOS E SISTEMAS CONSTRUTIVOS (TECSIC), 2025. Florianópolis. **Anais [...].** Porto Alegre: ANTAC, 2025.

(Wang, 2021).

Assim, a industrialização da construção está alterando significativamente a forma como as empresas de arquitetura, engenharia e construção (AEC) projetam, fabricam, constroem, operam e gerenciam suas atividades (Costa et al., 2023).

Na perspectiva do projeto, uma nova abordagem de gestão foi introduzida com o Building Information Modeling – BIM que funciona como um facilitador das mudanças na condução do projeto, para definição das soluções e modelagem do edifício, sendo analisadas as interfaces entre todos os sistemas, desde as etapas iniciais do projeto (Ahmed; Kassem, 2018). Os autores destacam a importância da visão sistêmica do processo de projeto, com o foco na colaboração efetiva dos agentes envolvidos, que oferece oportunidades para responder aos novos paradigmas de digitalização dos processos e conectividade, emergentes no ambiente construído. Dessa forma, o BIM demonstra eficácia para a solução de questões relacionados à industrialização da construção de edifícios, abrangendo o projeto integrado dos sistemas pré-fabricados, a instalação, a operação e a manutenção (Wang, 2021).

Souza (2015) analisa o importante papel do coordenador de projeto e as mudanças trazidas com o processo de modelagem. Com a implantação do BIM é possível obter a integração inicial das várias disciplinas de projeto e aproximação dos fabricantes na modelagem do edifício, com a especificação dos materiais e componentes e detalhamentos, envolvendo o planejamento, custos e o processo construtivo da obra (Manzione, 2013; Biotto, Formoso e Isatto, 2015; Gonçalves, 2018).

O modelo baseado na atuação integrada e colaborativa de todos os agentes na etapa do projeto não é uma abordagem recente. Melhado (2001) reforça as questões referentes à gestão, cooperação e integração em um modelo voltado à qualidade do processo de projeto na construção de edifícios, com a definição clara das responsabilidades de cada um, segundo uma visão sistêmica e com o foco na produção.

O conceito do projeto para produção pode ser considerado equivalente ao conceito de Design for Manufacture and Assembly (DFMA) adotado na indústria seriada. Gao et al. (2020) abordaram esse conceito, incluindo o foco na montagem, destacando a importância de fortalecer o foco no projeto dos componentes, considerando as interfaces e a compatibilidade com os componentes dos demais subsistemas e com maior precisão para garantir a correta montagem. Fox; Marsh e Cokerham (2001) indicaram que as características do processo de desenvolvimento do projeto na indústria da construção, trazem barreiras à aplicação da metodologia e que precisam ser superadas por meio de uma reestruturação do processo, para que seja possível obter melhoria na produtividade e qualidade na construção.

Quanto às fachadas dos edifícios, elas exercem um impacto significativo no desempenho ambiental e econômico dos edifícios. A escolha do sistema de fachada e o detalhamento dos seus elementos na fase inicial do projeto é imprescindível, sendo considerado um processo complexo que depende de vários fatores técnicos, ambientais e econômicos e envolve diversas partes interessadas (Kassema; Mitchell, 2015).

No contexto global, observa-se que a industrialização das fachadas é um tema emergente no setor da construção. As tendências contemporâneas em projetos de fachadas demonstram o uso intenso de sistemas industrializados em diferentes países, trazendo questões como adaptabilidade, automação, circularidade, luz natural, acústica e interação com o usuário (Knaack; Konstantinou, 2022).

Portanto, as fachadas não são apenas o elemento da qualidade estética externa dos edifícios, mas também um fator determinante para o custo da construção e para o desempenho energético e funcional da edificação (Ramming et al., 2023). No entanto, o desenvolvimento de projetos de fachadas continua sendo um desafio devido ao fluxo de trabalho inadequado, em termos de sequência, prazo, ferramentas e interações entre os agentes envolvidos, conforme destacado pelos autores.

Nas empresas brasileiras, a construção tradicional ainda prevalece e a industrialização dos sistemas de fachada não é amplamente adotada, principalmente em edifícios residenciais. Este segmento é estratégico para a economia e sociedade, apresentando um crescimento significativo nos lançamentos e no volume de vendas nos últimos anos (CBIC, 2024). Embora o crescimento traga previsões otimistas, existem desafios no contexto atual do setor, relacionados à escassez de mão de obra qualificada e aumento dos custos dos materiais (SEBRAE, 2023).

Esse cenário atual favorece a busca pelo aumento da produtividade e industrialização da construção, inclusive das fachadas. Algumas iniciativas podem ser observadas, como a aplicação de componentes industrializados sobre uma base de estrutura ou alvenaria, além da instalação de painéis e módulos que eliminam a necessidade da alvenaria de vedação. São exemplos destas soluções: a) Sistema EIFS – Exterior Insulation Finish System, composto por placas de poliestireno expandido - EPS coladas à base de alvenaria/concreto, na face externa da edificação promovendo um maior isolamento térmico; b) Sistema unitizado de vidro, composto por módulos fabricados sob medida que chegam à obra prontos para serem instalados, de uma laje à outra no pavimento acima; c) Painéis pré-fabricados de concreto, composto por placas de concreto que já recebem o revestimento e chegam à obra para serem fixados à estrutura por meio de inserts metálicos, deixados em pontos específicos da estrutura; d) Painéis estruturados de light steel framing com fechamento em placa cimentícia ou de gesso tipo glass matt, revestidos com argamassa basecoat (AECweb, 2021).

Considerando o papel estratégico das fachadas na construção dos edifícios residenciais, a pesquisa realizada teve como objetivo identificar e analisar as alterações ocorridas no processo de projeto no contexto da industrialização de fachadas, para compreender as dinâmicas, oportunidades e desafios a serem enfrentados nesse tema. Utilizando uma abordagem de pesquisa qualitativa e exploratória, realizada por meio de estudos de caso em duas empresas construtoras e em um fabricante de sistemas de fachada, a pesquisa busca responder a seguinte questão: Quais foram as mudanças ocorridas no processo de projeto relacionadas à industrialização da fachada, envolvendo os agentes internos e externos à organização?

O desenvolvimento da pesquisa trouxe contribuições para a compreensão sobre os fatores a serem considerados e resolvidos na gestão do projeto de sistemas industrializados, desde as etapas iniciais de escolha do sistema de fachada. Destacaram-se a estreita relação entre as diferentes áreas da empresa, a interação com o fabricante do sistema, a gestão do desempenho da fachada e o nível de detalhamento técnico do projeto, voltado para a fabricação e a montagem na obra. Ao discutir esses aspectos, foi possível trazer também uma contribuição prática ao setor, possibilitando uma nova organização do processo de projeto de forma compatível com as demandas associadas à industrialização dos sistemas de fachada.

Este artigo está estruturado da seguinte forma: após esta introdução, é descrito, no item 2, o método utilizado para realizar a pesquisa qualitativa. No item 3, são apresentados os resultados obtidos nos estudos de caso realizados. No item 4 são discutidos os resultados e no item 5 são apresentadas as conclusões, bem como as limitações da pesquisa e os temas para a realização de trabalhos futuros.

2 MÉTODO DE PESQUISA

Para compreender as mudanças na gestão do projeto decorrentes da industrialização dos sistemas de fachada nas empresas de incorporação e construção imobiliária, foi realizada uma pesquisa qualitativa, baseada em estudos de caso (Kothari; Garg, 2019).

Inicialmente, foi realizada a análise da literatura com a finalidade de identificar os principais fundamentos relacionados ao tema e definir o referencial teórico para embasar a condução dos estudos de caso e análise dos resultados.

Para os estudos de caso, foram selecionadas duas empresas incorporadoras e construtoras do setor imobiliário, atuantes em São Paulo, identificadas com as letras A e B. O principal critério para a seleção das empresas foi a identificação prévia da execução de sistemas industrializados nas fachadas de um edifício residencial. As duas empresas atuam em todas as etapas do empreendimento imobiliário, compreendendo as atividades de incorporação, construção, lançamento/vendas e assistência técnica pós-entrega do empreendimento.

A empresa C é um fabricante de painéis arquitetônicos pré-fabricados de concreto que atua no projeto, orçamento, fabricação, transporte e montagem dos painéis nas obras. O fornecimento deste sistema está concentrado nas cidades de São Paulo e Porto Alegre, porém nos últimos cinco anos foi observado um grande crescimento na demanda de obra residencial, representando 50% do total de obras executadas, que era predominantemente do tipo comercial e galpão logístico.

Para a condução dos estudos de caso, foi adotada a técnica de entrevista investigativa, orientada para capturar o conhecimento do entrevistado sobre eventos e atividades, com o objetivo de obter relatos cronológicos e descritivos, trazendo uma base de dados para análise na pesquisa (Langley; Messiani, 2020). Os estudos de

caso foram realizados entre setembro de 2023 e março de 2025, envolvendo reuniões e visitas técnicas realizadas no escritório das empresas, nas obras e na fábrica.

As características gerais das empresas que participaram do estudo de caso e a identificação dos cargos dos entrevistados estão apresentadas no Quadro 1.

Quadro 1: Características das empresas e cargos dos entrevistados

EMPRESA	CARACTERÍSTICAS GERAIS	CARGOS DOS ENTREVISTADOS	ÁREA
A	Atua há 40 anos como incorporadora e construtora de edifícios residenciais, no segmento de empreendimentos de médio padrão. É uma empresa de pequeno porte, com atuação na cidade de São Paulo.	Diretora Técnica	Diretoria técnica (Suprimentos, Planejamento, Obras e Projetos)
B	Atua há 70 anos como incorporadora e construtora de edifícios residenciais de alto luxo. É uma empresa de médio porte, com atuação na cidade de São Paulo.	Gerente de Qualidade, Pós-entrega e Sustentabilidade	Processos, Tecnologia e Qualidade
C	Atua há 31 anos como fabricante para o mercado imobiliário, corporativo, galpão logístico e escola. Atuação na cidade de São Paulo e Porto Alegre.	Diretor Geral	Diretoria (Projeto, Orçamento, Fabricação, Transporte e Instalação)

Fonte: Autores

3 RESULTADOS

Os principais resultados sobre as mudanças do processo de projeto relacionadas à industrialização dos sistemas de fachada, obtidos nos estudos de caso, estão apresentados nos itens a seguir.

3.1 Premissas estratégicas para escolha do sistema industrializado das fachadas

Para o empreendimento da **Empresa A**, foi escolhido o sistema em Light Steel Frame (LSF), com fechamento em placas cimentícias elaboradas a partir de uma mistura homogênea de cimento e fibras vegetais mineralizadas. É um sistema leve e dispensa a aplicação da argamassa basecoat sobre a superfície das placas, trazendo vantagem para esse tipo de sistema devido à redução de etapas de execução da fachada. O sistema permite maior eficiência à construção, com a otimização dos processos e redução dos prazos e custos, conforme estudo de viabilidade realizado pela diretoria da empresa, com elaboração de orçamento e detalhamento do cronograma físico e financeiro.

Durante o desenvolvimento do projeto do empreendimento, a diretoria adotou como premissa estratégica aumentar a industrialização utilizando componentes que já chegam prontos e testados ao canteiro, transformando a obra numa central de montagem dos sistemas. Com esse direcionamento, decidiu-se buscar soluções de sistemas industrializados inclusive para a fachada, projetada inicialmente em alvenaria de vedação com revestimento convencional em argamassa e textura.

Como o projeto estrutural já estava desenvolvido em concreto armado, com vigas de bordo, não seria possível adotar o sistema de painéis pré-fabricados. Dessa forma, foi elaborado o projeto da estrutura em LSF com perfis metálicos engenheirados, entregues cortados na obra, para posterior montagem e fixação na estrutura, seguidos dos demais componentes do sistema.

A composição do sistema foi definida em conjunto com o consultor técnico do fabricante das placas cimentícias, sendo: 2 placas de gesso acartonado RF no lado interno, material de isolamento acústico, membrana hidrófuga, 2 placas cimentícias no lado externo e perfis de alumínio. Sobre as placas externas, foi aplicado o selador e a textura acrílica. Essa composição foi definida considerando o atendimento aos requisitos de desempenho estrutural, resistência ao fogo, estanqueidade, acústico e térmico do sistema de vedação vertical externo, conforme a norma NBR 15.575-4 – Edificações Habitacionais - Desempenho (ABNT, 2021). Os ensaios laboratoriais foram providenciados pela construtora para confirmar o atendimento à norma, pois

cada fabricante apresentou os certificados dos seus produtos, mas não havia um certificado do sistema.

Para o empreendimento da **Empresa B**, foi escolhido o sistema de fachada em painéis arquitetônicos pré-fabricados de concreto, com o fechamento interno em placa de gesso acartonado. A definição foi feita em uma fase preliminar de projeto, na etapa de definição de produto. Mesmo conhecendo a expertise do fornecedor ainda não havia certeza do atendimento ao resultado estético de uma fachada em tijolinho, conforme especificado no projeto de arquitetura. Devido ao alto padrão dos edifícios os requisitos estéticos teriam que ser muito bem resolvidos. O fornecedor do sistema executou o molde para a fabricação do painel, que foi montado para validação da projetista de arquitetura em conjunto com a área de desenvolvimento de produto da construtora.

A decisão estratégica de adotar um novo método construtivo para as fachadas foi direcionada, principalmente, pela necessidade de atender ao prazo de execução da fachada, que não seria exequível com a execução tradicional do revestimento em tijolinho, e de reduzir o potencial de patologias nas fachadas associadas com o revestimento tradicional. Além desses fatores, foi considerada a redução de externalidades associadas à escassez de mão de obra para a execução do revestimento da fachada tradicional.

A especificação completa do sistema foi feita pelo fabricante do sistema, incluindo o dimensionamento e detalhamento dos painéis, fixações e selante para a vedação das juntas. Foi entregue o certificado de garantia indicando o atendimento à norma NBR 16475 - Painéis de parede de concreto pré-moldado (ABNT, 2017), à NBR 9062 - Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado (ABNT, 2017) e à NBR 15.575-4 (ABNT, 2021). Nesse caso, os ensaios relacionados ao sistema para confirmação do atendimento às normas pertinentes foram apresentados pelo fabricante.

3.2 Mudanças ocorridas no processo de projeto envolvendo os agentes internos

Nas **Empresas A e B**, a estrutura organizacional não contempla uma área ou função específica dedicada à condução das mudanças necessárias à industrialização. Essas transformações são planejadas e coordenadas pela diretoria, com o forte envolvimento da área da qualidade ou gestores designados, que se reportam diretamente à diretoria. Esse arranjo favorece uma maior conexão entre os envolvidos, promovendo a consolidação e o compartilhamento mais eficaz das informações.

Na **Empresa A**, a definição do produto, incluindo a fachada em o sistema em Light Steel Frame (LSF), foi conduzida pela diretoria. O fluxo de projeto não foi alterado, sendo desenvolvido nas fases de Estudo Preliminar/Definição de Produto, Anteprojeto, Projeto Executivo e Projeto Liberado para Obra. Como a decisão pela industrialização da fachada foi tomada quando o projeto executivo já estava em fase adiantada de desenvolvimento, as soluções ficaram mais limitadas e precisaram levar em consideração as várias interfaces entre os demais sistemas do edifício, principalmente a estrutura e esquadrias. Além disso, as questões de logística no canteiro também apresentaram algumas restrições que foram resolvidas com o foco sistêmico em todos os processos. O projeto estrutural do LSF foi desenvolvido pelo projetista indicado pelo consultor técnico das placas cimentícias, incluindo o dimensionamento, detalhamento para os cortes das peças e fixações. Porém os detalhes construtivos para a montagem na obra, considerando as interfaces com os outros sistemas não fizeram parte do escopo deste projeto e foram elaborados pela equipe interna da construtora. A coordenação dos projetos foi feita pela diretora e como envolveu vários agentes (projetistas de arquitetura, estrutural, vedações, instalações e esquadrias, fabricantes das placas, dos perfis, dos parafusos, do isolamento acústico, das juntas de alumínio, da textura e consultores) demandou muito esforço para o alinhamento das soluções e gestão do processo. Não foi adotada tecnologia de modelagem da informação da construção (BIM) para o desenvolvimento do projeto.

Na **Empresa B**, a definição do produto foi conduzida pela área de Desenvolvimento de Produto e validada pela diretoria. O fluxo de projeto não foi alterado, sendo desenvolvido nas fases de Estudo Preliminar, Anteprojeto, Projeto Executivo e Projeto Liberado para Obra. A área interna de coordenação de projetos atuou na gestão de todos os agentes envolvidos, contando com uma coordenação de projetos externa. Foi observada uma forte interação entre as áreas, desde as etapas iniciais de definição do produto. A engenharia esteve muito próxima da área de Definição de Produto. Um ponto importante a ser destacado foi a necessidade de validação prévia da estética da fachada, mas em paralelo foi necessário apresentar, de forma detalhada, no início do projeto, o processo construtivo da fachada, destacando a sequência de execução, a logística para

descarga e montagem dos painéis, o equipamento de içamento dos painéis, o projeto do canteiro, além das interfaces com os outros sistemas (estrutura, caixilhos, instalações elétricas, luminárias, impermeabilização, toldos instalados nas fachadas). Todos esses elementos foram fundamentais para o desenvolvimento das soluções de projeto, que precisam ser completas para não deixar pendências a serem resolvidas no momento da obra, pois qualquer indefinição pode causar um impacto muito grande no prazo e no custo, que dependerá da programação e do orçamento da revisão dos painéis na fábrica.

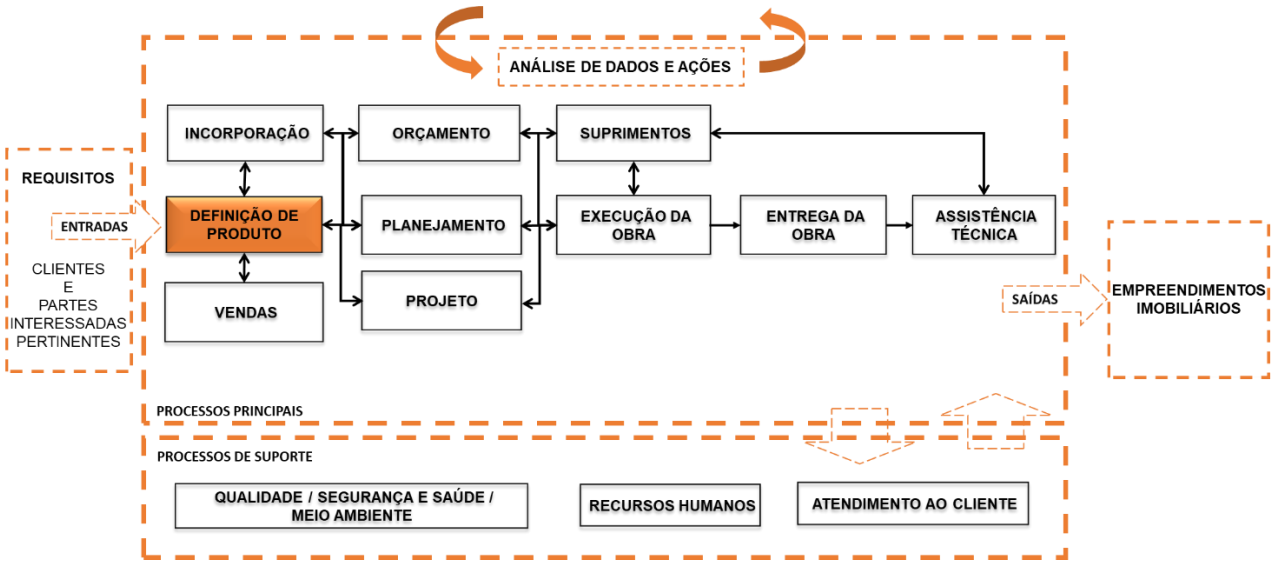
Uma vez definido o uso do sistema de fachada pré-fabricada, foi realizada a estimativa de custo, prazo, forma de execução da fachada, levando em consideração a expertise do fornecedor (equipamento para o içamento do painel, peso máximo, movimentação, logística), envolvendo o orçamento, planejamento, suprimentos e execução da obra. Com o avanço dos estudos as definições foram detalhadas de forma integrada, envolvendo a engenharia do fabricante. Dando sequência, foi feito o orçamento detalhado da obra e elaborados os cronogramas físico e financeiro.

É importante destacar que desde o início do projeto, houve o envolvimento da área da qualidade para o entendimento de todo o sistema e as mudanças necessárias nas ferramentas de gestão dos processos, envolvendo as questões técnicas do desempenho da fachada, os controles durante a execução e na entrega da obra, bem como as informações relativas à manutenção da fachada e assistência técnica pós-entrega.

Na etapa da obra, foi feito um protótipo dos painéis, que possibilitou a identificação de um detalhe da interface do painel com a esquadria, que precisou ser revisado. Essa mudança gerou uma comunicação com a área de projeto, que acionou os envolvidos, inclusive a engenharia do fabricante do sistema, para os ajustes necessários.

Os macroprocessos identificados para a implantação dos sistemas industrializados nas empresas A e B estão representados na Figura 1.

Figura 1: Macroprocessos das empresas incorporadoras e construtoras pesquisadas



Fonte: Autores

3.3 Mudanças ocorridas no processo de projeto envolvendo os agentes externos

Uma questão importante observada nas duas empresas foi a aproximação com os fabricantes de materiais de construção, prestadores de serviço, empresas de tecnologia, consultores e fornecedores do sistema de fachada.

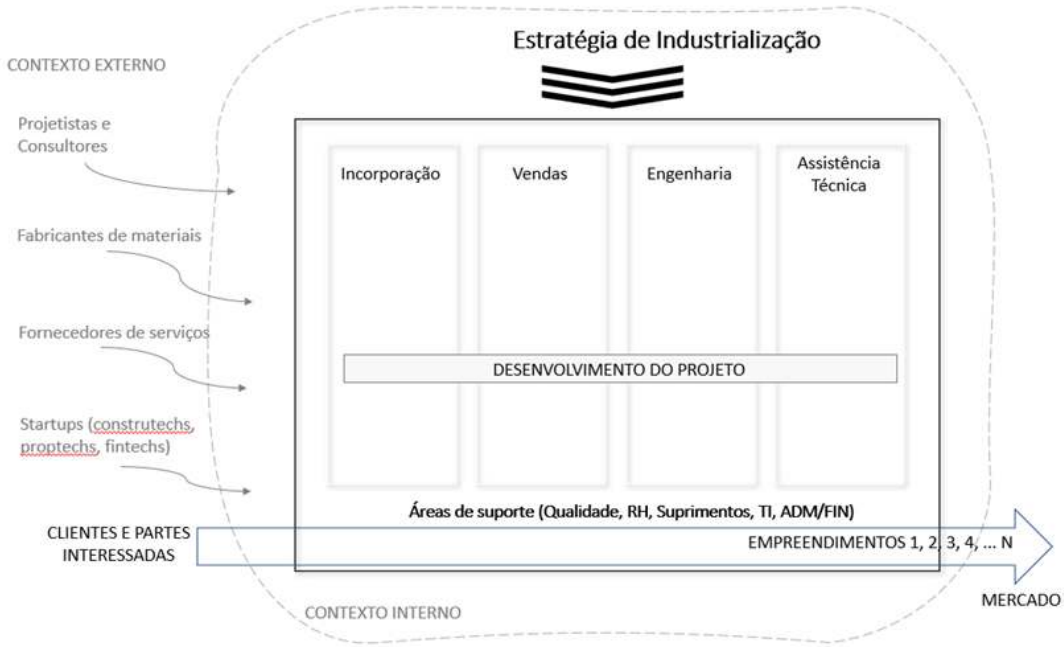
Na **Empresa A**, foi observada a contratação de consultorias especializadas para orientação e direcionamento na condução da estratégia de industrialização da fachada e como o sistema de fachada foi composto por materiais de diferentes fabricantes, houve uma maior necessidade de gestão e articulação destes agentes por parte da diretoria da empresa, responsável pela condução de todo o processo.

Na **Empresa B**, o fabricante do sistema de fachada em painel pré-fabricado de concreto atua junto à construtora desde a definição do produto, fornecendo subsídios técnicos, logísticos, orçamentários e de planejamento para a realização dos estudos iniciais. Ele tem estruturada a sua área de engenharia, que traz uma mudança relevante para a gestão do projeto. Com a evolução das negociações, é iniciado o detalhamento do projeto pela engenharia do fabricante, envolvendo o dimensionamento estrutural dos painéis e o detalhamento para a fabricação de cada elemento. Além deste detalhamento, é feito o projeto para a montagem na obra, que é realizada por equipe própria. Dessa forma, o fornecedor do sistema assume as responsabilidades de projeto, fabricação, transporte e montagem do sistema, trazendo maior segurança à adoção do sistema industrializado pela construtora e facilitando a gestão do processo. A coordenação do projeto foi responsável por gerenciar todo o desenvolvimento dos projetos até a liberação para a obra.

Quanto à atuação do fabricante, a **Empresa C** teve um relacionamento muito próximo com a construtora desde o início dos estudos, apresentando as características do sistema e um estudo de viabilidade inicial, de uma parte da fachada, com o valor do metro quadrado para a composição orçamentária e análise de viabilidade. Após aprovação do estudo, foi desenvolvido o projeto do sistema, incluindo: a) Paginação dos painéis, considerando a capacidade da grua, o pé direito do prédio, limitação de transporte); b) Definição dos sistemas de fixação dos painéis na estrutura e dimensionamento do sistema pelo calculista; c) Projeto de locação de ancoragens, que será entregue ao cliente para utilização na etapa de execução da estrutura; d) Projeto de produção/fabricação dos painéis. Estes projetos foram controlados e disponibilizados para a obra pela coordenação do projeto, seguindo o mesmo fluxo de controle dos demais projetos.

A Figura 2 representa a relação dos agentes externos relacionados com a implementação da industrialização do sistema de fachada, com o foco no desenvolvimento do projeto, que ocorre de forma transversal e envolve, de forma ampla, as áreas da empresa.

Figura 2: Relação dos agentes externos nas estratégias de industrialização



Fonte: Autores

4 DISCUSSÃO

Embora os estudos de caso estejam limitados a duas empresas incorporadoras e construtoras situadas na cidade de São Paulo, é possível apontar algumas considerações sobre as mudanças na gestão do projeto voltadas à industrialização das fachadas.

Uma primeira refere-se à decisão estratégica que vai direcionar as ações de uma equipe multidisciplinar de projeto desde a fase de concepção do produto, com o desenvolvimento do projeto de arquitetura, envolvendo

consultorias específicas e o fornecedor do sistema. É importante conhecer os fatores que motivam essa decisão, que no caso das fachadas, podem estar relacionados aos aspectos estéticos da fachada, definidos no projeto de arquitetura, ao direcionamento da empresa para industrialização dos sistemas construtivos ou mesmo pelas premissas de adotar soluções mais sustentáveis.

Um ponto importante a ser considerado diz respeito ao envolvimento de um gestor do processo de implementação do sistema industrializado, de forma transversal às áreas da empresa. Com isso observa-se uma maior conexão entre os envolvidos, favorecendo a consolidação e o compartilhamento de informações entre as áreas, como planejamento, custos, execução da obra, entrega e assistência técnica, de acordo com as demandas a serem atendidas por cada um.

Além da importância do gestor dedicado à implantação do sistema industrializado de fachada, o entendimento do fluxo de processos na empresa passa a ser fundamental, pois a industrialização não traz mudanças somente nas fases do projeto, mas na condução das atividades e nas suas relações com todos os processos da empresa, promovendo a antecipação da atuação das equipes das diferentes áreas, desde a etapa inicial do desenvolvimento do produto imobiliário.

Quanto aos requisitos técnicos, o atendimento às normas aplicáveis ao sistema de fachada e à norma de desempenho NBR 15575-4 (ABNT, 2021), é uma questão relevante que deve ser resolvida desde as primeiras etapas do projeto. Deve ser avaliado o atendimento à norma, de acordo com as fichas técnicas apresentadas pelo fabricante do sistema e identificada a necessidade de ensaios complementares, a serem realizados para a confirmação do atendimento, em especial questões de segurança estrutural, segurança ao fogo, acústica, estanqueidade e durabilidade.

Com essa nova abordagem, é fundamental considerar a interação com os agentes externos à empresa, incluindo os consultores, fornecedores do sistema, projetistas e empresa de execução. Essas relações favorecem a definição prévia das soluções, de forma sistêmica, pois nos sistemas industrializados as indefinições, que precisam ser resolvidas na etapa da obra, provocam maior impacto nas atividades e, consequentemente, no prazo e custo da obra.

Foi constatado que a existência de um profissional especialista no sistema industrializado da fachada na equipe de projeto desde o início do processo de definição do produto é imprescindível. Destaca-se a importância da participação dos fabricantes dos materiais, componentes e sistemas na capacitação da mão de obra que atua nas etapas de execução de uma fachada industrializada.

Mesmo não tendo sido aplicadas ferramentas para o desenvolvimento do projeto em BIM, observou-se que o projeto do sistema da fachada foi desenvolvido de forma coordenada com os demais projetos do edifício, apresentando o detalhamento para a fabricação e para a montagem dos componentes na obra. Além disso, houve um grande alinhamento das questões relacionadas à logística, ao planejamento físico e financeiro da obra, considerando a montagem da fachada (sequência e prazos) e o planejamento dos custos (curva de desembolso).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo teve como objetivo compreender as mudanças na gestão dos projetos decorrentes da industrialização dos sistemas de fachada. Os resultados mostraram a necessidade de uma nova abordagem do processo de projeto, desde as etapas iniciais de concepção do sistema de fachada. Tal abordagem demanda a antecipação das decisões relacionadas às especificações dos materiais e componentes, definição dos detalhes construtivos, bem como o planejamento integrado da execução da obra e montagem da fachada.

A partir da análise dos resultados, é possível sistematizar pontos importantes que contribuem para a estruturação do processo de projeto no contexto da industrialização do sistema de fachada, tais como:

i. Definição estratégica da implementação do sistema industrializado da fachada, com a visão clara dos objetivos a serem alcançados, como estética, produtividade, sustentabilidade, por exemplo;

ii. Mapeamento dos macroprocessos da empresa e das suas diversas interfaces, tanto internas quando externas, que devem ser geridas de forma integrada no desenvolvimento do projeto;

iii. Definição da estrutura organizacional com atribuição clara de responsabilidades, compatíveis com as demandas específicas da implementação de sistemas industrializados de fachada;

iv. Envolvimento de todos os agentes, desde o início da definição do produto, para a análise da viabilidade e análise risco relacionados à adoção de tecnologias industrializadas;

v. Fortalecimento da interação com os fabricantes e projetistas de sistemas industrializados, que detêm o domínio da tecnologia e devem fornecer os subsídios necessários à análise da viabilidade do sistema;

vi. Desenvolvimento do projeto do sistema da fachada, com um nível de detalhamento técnico altamente preciso, incluindo as fixações e encaixes, de forma a subsidiar a fabricação dos componentes do sistema e a sua montagem na obra;

vii. Planejamento e gestão das mudanças necessárias para adoção do BIM, contemplando a modelagem tridimensional (3D), o planejamento (4D) e o orçamento (5D), visando otimizar o fluxo de trabalho, a gestão das interfaces, a compatibilização dos projetos e a comunicação e o controle durante a execução da obra;

viii. Desenvolvimento das ferramentas de controle a monitoramento da montagem das fachadas, entrega e assistência técnica, para identificação das melhorias e retroalimentação do projeto.

Estes aspectos precisam ser considerados para permitir uma melhor gestão dos riscos na adoção de sistemas industrializados de fachadas. Potencialmente, eles podem ser melhores, mas para tanto a gestão do projeto e da obra precisa ser modificada, caso contrário os benefícios não serão percebidos.

A definição completa e detalhada das especificações e dos detalhes antes do início da obra é essencial, pois quaisquer ajustes ou modificação durante a execução podem gerar impactos significativos no prazo e custo da obra.

Para o desenvolvimento dos projetos das fachadas, com a aplicação do BIM, será necessário definir as ferramentas, os protocolos e desenvolver as bibliotecas para todos os componentes do sistema. Essa evolução ainda não é uma realidade para todas as empresas do setor, mas gradativamente está sendo assimilada por um maior número de empresas.

O estudo apresenta limitações, como o número restrito de empresas e de entrevistas realizadas. Dessa forma, não foi possível ter um maior aprofundamento nas questões abordadas, além de limitar a abrangência dos resultados para outras empresas do setor.

Para pesquisas futuras, pode-se aprofundar a análise dos estudos de caso e obter mais detalhes sobre as transformações ocorridas no processo de projeto voltado para a industrialização das fachadas, incluindo outras empresas que tenham implementado a tecnologia de modelagem da informação da construção (BIM). Vale considerar também a investigação de outros sistemas industrializados para fachada e explorar as interações entre os fabricantes e as empresas construtoras na condução do projeto.

REFERÊNCIAS

AECweb. Sistema unitizado agiliza a instalação de fachadas. São Paulo, 2021. Disponível em: https://www.aecweb.com.br/revista/materias/light-steel-frame-garante-obras-rapidas-e-limpas/13620. Acesso em: 06 ago. 2021.

AHMED, A.L. E KASSEM, M. 2018. A unified BIM adoption taxonomy: Conceptual development, empirical validation and application. **Automation in Construction**. 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT – **NBR 9062**: Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado. 94 p. ABNT, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT – **NBR 15575-4**: Edificações Habitacionais – Desempenho. Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas - SVVIE. 63 p. ABNT, 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT – **NBR 16475**: Painéis de parede de concreto pré-moldado. ABNT, 2017.

BIOTTO, C. N.; FORMOSO; C. T.; ISATTO, E. L. Uso de modelagem 4D e Building Information Modeling na gestão de sistemas de produção em empreendimentos de construção. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 15, n. 2, p. 79-96, abr./jun. 2015.

CBIC – Câmara Brasileira da Indústria da Construção. Boletim Estatístico. Disponível em http://www.cbicdados.com.br/ Acesso em: 16 out. 2024

COSTA, S.; CARVALHO, M.S.; PIMENTEL, C.; DUARTE, C. A Systematic Literature Review and Conceptual Framework of Construction Industrialization. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 149, n.2, 2023

FOX, S.; MARSH, L.; COCKERHAM, G. Design for manufacture: A strategy for successful application to buildings. **Construction Management and Economics**, v. 19, nº 5, p. 493-502, 2001.

GAO, S.; JIN, R., LU, W. Design for manufacture and assembly in construction: a review. **Building Research and Information**, v. 48, p. 538-550, 2020.

GONÇALVES, G.C. **Protocolo de Gerenciamento BIM nas fases de contratação, projeto e obra em empreendimentos civis baseado na ISO 19650**. 2018. 140 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

KASSEMA, M., & MITCHELL, D. Bridging the gap between selection decisions of facade systems at the early design phase: Issues, challenges and solutions. **Journal of Facade Design and Engineering**, v. 3, n. 2, p. 165–183, 2015.

KHOTARI, C.R.; GARG G. **Research Methodology**: Methods and Techniques (4th edition, New Age International Publishers, 2019).

KNAACK, U.; KONSTANTINOU, T. Editorial. **Journal of Facade Design and Engineering**, 10, 2022.

LANGLEY, A.; MEZIANI, N. Making Interviews Meaningful. **The Journal of Applied Behavioral Science**, v. 56, n. 3, p. 370–391, set. 2020.

MANZIONE, L. **Proposição de uma estrutura conceitual de gestão do processo de projeto colaborativo com o uso do BIM**. 2013. 371 p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

MELHADO, S. B. **Gestão, cooperação e integração para um novo modelo voltado à qualidade do processo de projeto na construção de edifícios**. 2001. 235 f. Tese (Livre-Docência) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

NING, W.; YINGBO, J. Analysis on Key Factors to Affect Construction Industrialization Development in China. 2010 3rd International Conference on Information Management, Innovation Management and Industrial Engineering. **Anais**... 2010

RAMMING, L. et al. Prefab Façades – From Prototype to Product? The Kit-of-Parts approach to a facade design. **Journal of Facade Design & Engineering**, v. 11, n.1, p. 61-75, 2023.

SEBRAE https://sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/conheca-as-tendencias-e-desafios-para-a-construcao-civil-em-2023. Acesso em 21 out. 2024.

SOUZA, F. R. **A gestão do processo de projeto em empresas incorporadoras e construtoras**. 2015. 308 p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

WANG, Y.P. Research on the application of feature modeling of prefabricated building components based on bim. **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**. Vol. 676, nº 1 , 2021.

ZAKARIA, S. A. S.; GAJENDRAN, T; ROSE, T.; BREWER, G. Contextual, structural and behavioral factors influencing the adoption of industrialized building systems: a review. **Architectural Engineering and Design Management**, v. 14, n. 1-3, 3-26, 2018.