



XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

SELEÇÃO TECNOLÓGICA DE SISTEMAS DE FACHADA PARA EDIFÍCIOS COMERCIAIS E INSTITUCIONAIS¹

CARRARO, Marília (1); OLIVEIRA, Luciana Alves (2)

(1) IPT, e-mail: carraro.marilia@gmail.com; (2) IPT, e-mail: luciana@ipt.br

RESUMO

A fachada é uma parte complexa do edifício que influencia no seu desempenho do ponto de vista da habitabilidade, da segurança, da durabilidade e do impacto ambiental, tendo também importância, na estética arquitetônica, prazo e custo global da obra. Deste modo, o resultado da seleção tecnológica do sistema de fachada pode interferir positivamente, ou negativamente, no atendimento às premissas (programa de necessidade) do edifício em termos de requisitos de desempenho. Este artigo objetiva analisar os métodos e requisitos considerados pelos projetistas na seleção dos sistemas de fachada, os agentes decisórios e a etapa de tomada de decisão, bem como discutir a relevância dos parâmetros considerados neste processo, tal qual praticado no mercado. Para isso, foi feita uma revisão bibliográfica e uma pesquisa exploratória acerca do processo de seleção dos sistemas de fachada para edifícios comerciais e institucionais, por meio de entrevistas semiestruturadas com projetistas de arquitetura, consultores e construtoras/ incorporadoras na cidade de São Paulo. As entrevistas revelam decisões tomadas de forma segmentada pelos agentes envolvidos e análises de alternativas restritas a aspectos de custo e prazo; tratando-se de modo subjetivo os aspectos de desempenho técnico como consumo energético, habitabilidade e durabilidade.

Palavras-chave: Projeto de Fachada. Seleção tecnológica. Desempenho.

ABSTRACT

The facade is a part of the building which influences on its performance from the perspective of habitability, safety, durability and environmental impact. It is also important in architectural aesthetics, time and overall cost of the project. Thus, the facade system chosen can interfere positively or negatively in meeting the project assumptions in terms of performance requirements. This article aims to analyze the methods and criteria considered by the designers in the selection of facade systems, the decision-makers involved and project stage. Moreover, it is discussed the relevance of the criteria considered in the process. Then it was made a literature review and an exploratory research through semi-structured interviews with architectural designers, consultants and builders/developers in São Paulo about the decision-making process to select facade systems for commercial and institutional buildings. The interviews reveal a segmented decision process in which the analysis of alternatives is restricted to cost and time points, while technical performance requirements, such as energy consumption, habitability and durability, are taken subjectively.

Keywords: Facade design. Decision-making. Performance.

¹ CARRARO, Marília; OLIVEIRA, Luciana Alves. Seleção tecnológica de sistemas de fachada para edifícios comerciais e institucionais. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2016.

1 INTRODUÇÃO

A fachada influencia o desempenho do edifício do ponto de vista da habitabilidade, da segurança, da durabilidade e do impacto ambiental, tendo também importância, na estética arquitetônica, prazo e custo global da obra. Deste modo, o resultado da seleção tecnológica dos sistemas de fachada (ou tecnologias de fachada) pode interferir positivamente, ou negativamente, no atendimento às premissas (programa de necessidade) do edifício em termos de requisitos de desempenho técnico e ambiental.

Diante da oferta cada vez maior no mercado de produtos para a construção, a seleção dos sistemas de fachada requer uma análise comparativa, com informações claras quanto ao desempenho, para possibilitar uma tomada de decisão técnica. De acordo com Mitropoulos e Tatum (1999), nas empresas de construção, o processo decisório ainda é limitado, não deixando claro o método e a justificativa para a seleção de uma nova tecnologia, por exemplo.

Os projetistas não conseguem ter domínio técnico das alternativas na velocidade em que as mesmas crescem, podendo recair em duas situações desinteressantes: restringir as especificações ao universo de tecnologias com as quais estão habituados a trabalhar, ou especificar novos produtos sobre os quais não têm informações suficientes sobre desempenho (ARDIT; NAWAKORAWIT, 1999).

A especificação da fachada de um edifício é um processo complexo que se desenvolve ao longo das etapas do projeto e envolve diversos agentes. Segundo Laufer *et al* (1996), o coordenador deve gerir a tomada de decisão, garantindo o atendimento às premissas do projeto e as medidas para o desempenho desejado. Mesmo com a contribuição dos diversos agentes durante o processo de projeto, os requisitos de desempenho nem sempre são analisados de forma sistemática e comparativa. De acordo com Melhado (2001), a concepção do projeto é muitas vezes consequência de aspectos exclusivamente estéticos e é realizada sem uma análise técnica da construtibilidade e do desempenho. E ainda, segundo Medeiros (1999), a seleção dos revestimentos de fachada, por exemplo, não se baseia numa análise sistêmica de critérios e por vezes é restrita ao custo e a estética, desprezando outras variáveis importantes para atingir a melhor relação custo-benefício, como durabilidade e desempenho.

Carraro e Oliveira (2015) analisaram falhas no processo de projeto das fachadas de um edifício que impactaram na execução e, potencialmente, no desempenho e, entre estas falhas, apontaram a escolha equivocada do sistema de fachada, que embora fosse reconhecido pela alta produtividade e qualidade final, não apresentou tais resultados nas circunstâncias em que foi empregado.

Segundo John (1995 Apud SOUZA, 2003), o setor da construção civil tem caráter empírico e falta tradição na pesquisa e desenvolvimento tecnológico, de modo que comumente adotam-se inovações tecnológicas sem que haja critérios objetivos para seleção.

De acordo com Souza (2003), as decisões no processo de seleção tecnológica deverão sempre ser tomadas pelos profissionais envolvidos e, conseqüentemente, terão uma parcela de subjetividade. No entanto, o autor também afirma que a aplicação de métodos de auxílio à decisão ajuda na estruturação racional da questão, estimula o levantamento sistemático de dados, e a sua análise permite uma escolha mais consciente dos fatores envolvidos. Graeml e Ehrlich (1999, Apud SOUZA, 2003) destacam que a importância do uso de métodos para auxílio à decisão não é resultado obtido em si, mas a reflexão gerada acerca do problema.

Jin e Overend (2014) afirmam que há duas dificuldades principais na seleção de uma solução ótima para fachada: o número de variáveis envolvidas e o fato de cada uma delas impactar em uma série de requisitos de desempenho simultaneamente e, portanto, deve-se identificar e focar nas variáveis que mais impactarão no desempenho do edifício. Para isso, é preciso considerar que a alternativa mais adequada e os requisitos de desempenho mais relevantes podem variar de acordo com os objetivos do empreendimento, conforme destacado por Oliveira (2009).

Alguns trabalhos vêm sendo desenvolvidos sobre o processo de seleção tecnológica na construção. Entre eles, pode-se citar Souza (2003), Gondim (2007) e Morettini (2011). E, a fim de disponibilizar informações para seleção de alguns sistemas de fachada, o CBCA lançou um manual sobre tecnologias de fachada (MEDEIROS *et al*, 2014).

O objetivo deste artigo é analisar os métodos e requisitos considerados pelos projetistas na seleção dos sistemas de fachada, os agentes decisórios e a etapa de tomada de decisão, bem como discutir a relevância dos parâmetros considerados.

2 MÉTODO DA PESQUISA

Desenvolveu-se uma pesquisa exploratória por meio de entrevistas semiestruturadas com projetistas de arquitetura, consultores e construtoras/incorporadoras a fim de complementar a experiência profissional da autora sobre a seleção dos sistemas de fachada no processo de projeto.

A área de abrangência desta pesquisa foi a cidade de São Paulo, devido à facilidade de acesso às informações e à representatividade deste município no contexto nacional quanto à introdução de novas tecnologias e de processos industrializados na construção.

A pesquisa objetivou obter informações sobre como se dá seleção dos sistemas de fachada no mercado atualmente, os principais requisitos e diretrizes considerados, os agentes decisórios, a etapa da tomada de decisão e o principal motivador para o uso de novas tecnologias. Permitindo, também, uma discussão dos parâmetros considerados.

A amostragem das entrevistas foi definida de modo a permitir explorar o cenário do mercado sob a ótica de diferentes agentes; não tendo como intuito mapear o cenário nacional ou gerar estatísticas. Assim como define

Yin (2001), os estudos exploratórios realizados basearam-se em fundamento lógico e no direcionamento para seleção dos entrevistados, para melhor entender o processo de seleção tecnológica praticado no mercado atualmente.

Para realização das entrevistas semiestruturadas foi elaborado um roteiro para uniformizar a abordagem e possibilitar comparação. Foram coletadas as seguintes informações: características da empresa; cargo do entrevistado; identificação dos agentes envolvidos no processo e suas interfaces; identificação das tecnologias mais empregadas nos últimos dez anos; identificação dos parâmetros analisados e do método para seleção dos sistemas de fachada. Foram conduzidas pesquisas exploratórias em sete empresas, conforme Quadro 1.

Quadro 1: Caracterização dos Estudos de Caso

	ATUAÇÃO	CARGO DO ENTREVISTADO	TEMPO NO MERCADO	NÚMERO DE FUNCIONÁRIOS
A	Consultoria e projeto de fachada (esquadrias e vidro)	Diretor	26 anos	Até 10
B	Consultoria e projeto de fachada (vedação e revestimento)	Sócio-diretor	07 anos	Até 20
C	Incorporação e construção	Engenheiro responsável (construção de novos negócios)	35 anos	Até 5000
D	Incorporação e construção	Coordenador de suprimentos	50 anos	Cerca de 1500
E	Arquitetura	Sócio-diretor	50 anos	Até 20
F	Arquitetura	Diretor	45 anos	Cerca de 60
G	Arquitetura (Desenvolvimento e concepção de projetos)	Sócio-diretor	06 anos	Até 10

Fonte: Os autores

3 ANÁLISE E DISCUSSÃO DA PESQUISA

As respostas foram analisadas e seu conteúdo sintetizado e discutido, conforme os tópicos em que a mesma foi conduzida.

3.1 Agentes e etapas

O Quadro 2 sintetiza as respostas dos entrevistados quanto à influência dos agentes na seleção dos sistemas de fachada. As linhas de A a G representam os sete estudos de caso.

Quadro 2: Influência dos agentes na seleção tecnológica do sistema de fachada

	ARQUITETO	CONSTRUTORA	CLIENTE / INCORPORADOR	CONSULTOR
A	Concepção	-	Valida definições	Especificações técnicas e acompanha execução
B	Concepção	Propõe alternativas	Valida definições	Especificações técnicas
C	Concepção conforme premissas	Discute aspectos logísticos	Sugere aspecto geral e valida definições	Especificações técnicas e ajustes na arquitetura
D	Concepção (20% da escolha)	Propõe alternativas (10% da escolha)	Valida definições (40% da escolha)	Especificações técnicas e análise crítica do projeto (30% da escolha)
E	Concepção	Propõe alternativas	Indica premissas e valida definições	Especificações técnicas
F	Concepção	Propõe alternativas	Indica premissas e valida definições	Especificações técnicas
G	Concepção e adequações no detalhamento	Discute aspectos logísticos	Sugere aspecto geral e valida definições	Especificações técnicas e ajustes na arquitetura
* A escala de cores indica o grau de influência de cada agente no processo, de acordo com o entrevistado. (quanto mais forte a cor, maior a influência).				

Fonte: Os autores

Nos estudos de caso, destacou-se a importância do cliente como agente decisório, a partir de suas premissas estéticas, de prazo, custo, entre outras. Estas premissas são base para o desenvolvimento da proposta da arquitetura, que frequentemente é seguida em termos geométricos e estéticos ao longo do processo de desenvolvimento do projeto e de contratação do fornecedor. De modo que o arquiteto e o cliente (incorporador) são apontados como os agentes com maior influência na definição inicial da fachada.

A definição pelo uso de novas tecnologias também costuma ocorrer nesta etapa. Em geral, para dar ao edifício uma identidade atrelada à inovação ou sustentabilidade. Quando não ocorre no Estudo Preliminar, esta definição é parte da análise do processo construtivo na contratação do sistema de fachada. Normalmente, no desenvolvimento do anteprojeto, agregam-se outros projetistas e refinam-se as soluções, permitindo atribuir à fachada materiais e alternativas tecnológicas. Para que, no projeto executivo, soluções técnicas específicas, interfaces e demais especificações possam ser resolvidas. Consultores voltados para o conforto, o desempenho energético e a certificação podem atuar desde a fase de especificação dos materiais, buscando alternativas que viabilizem a concepção arquitetônica dentro dos requisitos desejáveis.

Todos os entrevistados mencionaram que a participação de consultores no processo é bastante comum quando se trata de sistemas industrializados de fachada (especialmente caixilharia ou sistemas com subestrutura metálica). Segundo A, D, F, G, estes consultores podem atuar durante o anteprojeto, mas na maioria dos casos, atuam apenas no projeto executivo.

Em um dos escritórios de arquitetura (F) há um consultor interno de fachada, que desenvolve um trabalho constante de pesquisa e contato com

fornecedores para auxiliar os responsáveis por cada projeto na seleção e detalhamento da vedação, revestimento e caixilharia. Sua participação não suprime a necessidade posterior de um consultor externo, para elaborar um projeto conceitual do sistema de fachada.

A entrada da empresa construtora no processo também pode impactar na solução adotada; seja por conta do processo construtivo e equipamentos necessários, da disponibilidade de mão de obra, ou da interface com outras atividades de canteiro. No caso da variação de fornecedores com produtos similares, também ocorre a proposição de ajustes no projeto para viabilizar soluções com menor custo.

De modo geral, as entrevistas revelaram um processo segmentado, onde os agentes envolvidos não atuam conjuntamente na definição do sistema de fachada. A cada agente cabe uma análise, que ocorre de forma sequencial, limitando sua interferência em definições previamente consolidadas.

Dentre as implicações do processo de projeto sequencial estão o risco de não atender ao programa de necessidades do edifício e de baixo desempenho, uma vez que não são contempladas as demandas de todos os agentes, como, por exemplo, dos fornecedores (BALLARD, 2002). Um cenário colaborativo com a atuação de um coordenador onde desde as fases iniciais os agentes envolvidos no projeto e na execução das fachadas participam da discussão pode agregar qualidade ao projeto, permitindo uma tomada de decisão global, reduzindo futuros problemas de interfaces.

3.2 Alternativas Tecnológicas

Questionados sobre a influência do uso do edifício no sistema de fachada adotado, todos os entrevistados apontaram para uma maior incidência de fachada envidraçada (especialmente painéis unitizados) nos edifícios corporativos, em decorrência da importância de aspectos estéticos e velocidade de execução. Quanto às áreas opacas, A, B, D, F afirmaram que os painéis pré-fabricados de concreto ganham mercado pela rapidez na montagem e controle no processo de produção.

O entrevistado B também destacou que em edifícios de logística, shoppings e indústrias, devido à importância da velocidade de execução e do custo, aumenta-se o uso de painéis pré-fabricados (de concreto e termo isolantes). Em edifícios institucionais e comerciais de menor altura, onde além dos aspectos estéticos, o custo é fator decisivo sobre o prazo, segundo A, é comum soluções de caixilharia em sistema *stick* (aquele montado *in loco*).

Os entrevistados elencaram as tecnologias de fachada com as quais trabalharam nos últimos 10 anos e apontaram as soluções que acreditam que continuarão ganhando espaço no mercado. Embora a alvenaria ainda se mostre presente, predomina o uso de fachada envidraçada combinada a sistemas de vedação industrializados (painel pré-fabricado, Light Steel Frame - LSF), conforme Quadro 3.

Quadro 3 : Tendência de utilização de tecnologias de fachada nos estudos de caso

TECNOLOGIAS COM MAIOR TENDÊNCIA DE UTILIZAÇÃO	VEDAÇÃO				REVESTIMENTO		FACHADA ENVIDRAÇADA		
	LSF	PAINÉIS PRÉ-FABRICADOS DE CONCRETO	PAINÉIS TERMOISOLANTES	ALVENARIA	ARGAMASSA/ MASSA TEXTURIZADA	ACM	UNITIZADO	STICK	CAIXILHOS ENTRE-VÃOS
	57%	71%	29%	43%	14%	29%	71%	29%	14%

* o valor refere-se ao percentual de entrevistados que indicou cada tecnologia

Fonte: Os autores

Sobre os principais motivadores e entraves para o emprego de novas tecnologias, A, D, E, G apontaram o custo e o prazo de execução como os principais fatores considerados. De acordo com B, C, E, F, G, premissas estéticas ou “de inovação” (associada à marca) costumam impulsionar o uso de novas tecnologias. Apenas A e G citaram a falta de desempenho comprovado como limitador no seu emprego.

3.3 Parâmetros analisados para a seleção da fachada

A análise e a contribuição para o processo de seleção do sistema de fachada passam pelo entendimento de como isto é tratado no mercado atual. Portanto, as entrevistas realizadas para este artigo buscaram conhecer os parâmetros utilizados, e como estes são avaliados, entendendo que o domínio deste processo pode levar as empresas a resultados que impactam na qualidade da execução e do edifício em uso.

No entanto, as respostas convergiram para um processo não sistemático onde predominam custo, prazo de execução e estética; variando em peso conforme premissas do empreendimento.

Outros parâmetros são analisados com maior ou menor frequência dependendo do projeto. O Quadro 4 sintetiza estes parâmetros e a frequência com que foram apontados pelos entrevistados.

Quadro 4 : Parâmetros considerados na seleção do sistema de fachada

CUSTO	100%
PRAZO	93%
ESTÉTICA	93%
CONFIABILIDADE DO FORNECEDOR/ DISPONIBILIDADE DE ENSAIOS E GARANTIAS	71%
MARKETING/ INTENÇÃO DE INOVAR	71%
DURABILIDADE	71%
MANUTENIBILIDADE	64%
DESEMPENHO TÉRMICO	64%
CERTIFICAÇÃO	57%
SEGURANÇA ESTRUTURAL	36%
ESTANQUEIDADE	29%
ACÚSTICA	7%

* O percentual refere-se à frequência com que os entrevistados apontaram cada parâmetro como relevante para a seleção tecnológica da fachada

Fonte: Os autores

Os arquitetos (E, F, G) focam sua análise em aspectos diretamente

relacionados às premissas do cliente; como estética, custo, prazo, durabilidade, manutenibilidade, atendimento à certificação e desempenho térmico. A análise destes últimos dois parâmetros se completa apenas com a participação de um consultor, ainda em fase de desenvolvimento do Anteprojeto, podendo interferir na concepção da arquitetura. Quando avaliada a durabilidade e manutenibilidade, utilizam-se referências disponibilizadas pelos fornecedores, especialmente obras executadas. Posteriormente, há uma análise mais objetiva da durabilidade, por exemplo, no caso de projetos específicos de caixilharia em que se especificam os componentes conforme normas, com vistas à durabilidade.

Os engenheiros de empresas de construção/ incorporação (C, D), além de custo e prazo, avaliam a confiabilidade dos fornecedores (ao que associam, também, a durabilidade), a manutenibilidade e o atendimento à certificação. Sua análise ocorre com o projeto avançado (projeto executivo em andamento ou finalizado) e prioriza a fidelidade à proposta da arquitetura.

Uma pesquisa realizada com as 211 maiores empresas de projeto dos EUA por Ardit e Nawakorawit (1999) mostrou que a sequência de prioridade dada aos critérios na seleção de materiais nos projetos de edifícios é: custo inicial, estética e, por fim, manutenibilidade; ainda que 70% dos projetistas consultados concordem que as considerações sobre manutenibilidade poderiam ter maior impacto se consideradas nas fases iniciais de projeto. Os autores ainda concluíram que decisões equivocadas nestas fases geram a maior parte das falhas de desempenho do edifício.

Os consultores (A, B) apontaram um número maior de requisitos técnicos analisados, como confiabilidade dos fornecedores, manutenibilidade, durabilidade, desempenho térmico, segurança estrutural e estanqueidade. Sua análise, também em etapa avançada, não contribui para solução global da fachada, apenas define a especificação dos componentes.

Oliveira (2009), ao analisar o processo de projeto de fachada, destaca que na França, ao contrário do que ocorre no Brasil, os consultores são contratados no início do processo, permitindo que auxiliem na racionalização das soluções de projeto.

No entanto, no processo sequencial, como normalmente transcorrem os projetos no Brasil, o custo e o prazo de execução são premissas do projeto, indicados pelo cliente. Aspectos estéticos também costumam integrar as premissas, especialmente no caso de edifícios corporativos e institucionais, pois sua fachada reflete a identidade da marca. Também associada à questão da incorporação e venda do produto, o desempenho ambiental e a certificação energética podem ser considerados. Por outro lado, demais requisitos de desempenho técnico, como os citados na norma de desempenho para edifícios habitacionais ABNT NBR 15.575², nem sempre são

² Apesar de este artigo não tratar de edifícios habitacionais, entende-se que os requisitos constantes nesta norma servem como referência para análise do desempenho técnico da fachada.

contemplados.

Quanto ao método de análise das alternativas, nenhum entrevistado apresentou processos sistemáticos ou métodos específicos para a definição do sistema de fachada. Além dos parâmetros citados como frequentemente considerados no processo (Custo, Prazo, Estética), os demais parâmetros variam conforme a etapa da análise e os agentes envolvidos. A ausência de análises sistemáticas torna o processo decisório subjetivo e limitado à experiência prévia dos envolvidos.

4 CONCLUSÕES

Pôde-se observar que a seleção da tecnologia de fachada se desenvolve ao longo de todo o processo de projeto, com a participação de agentes com diferentes interesses e repertórios; porém de forma segmentada, o que restringe a interferência dos especialistas no processo.

Frequentemente os consultores são contratados apenas na etapa de detalhamento e a arquitetura assimila aspectos geométricos para viabilizar o uso de cada tecnologia, mas não avalia o desempenho técnico ou ambiental e, tão pouco, consideram-nos como diferencial entre as alternativas no processo de seleção tecnológica.

Nos estudos de caso desenvolvidos, apenas na empresa F observou-se a contribuição de um consultor (interno) nas definições iniciais da fachada. Isto permite maior domínio sobre a seleção técnica da fachada, evitando que os projetistas atribuam exclusivamente aos fornecedores e executores a responsabilidade sobre o desempenho do sistema.

A Norma de Desempenho para Edifícios Habitacionais (ABNT NBR 15.575:2013) propõe responsabilidade compartilhada entre todos os agentes da cadeia construtiva, de modo que pode ser ingênua a opção de confiar exclusivamente na “marca”, se não houver condições de averiguar o desempenho dos produtos.

A seleção da tecnologia feita no início do processo de projeto impacta em todo seu curso, no andamento das atividades em obra e no desempenho do edifício. Devendo, portanto, contemplar os fatores relevantes para cada uma destas etapas, contribuindo positivamente com seus resultados. Conforme já mencionado anteriormente, é importante para o processo de seleção tecnológica a compilação de dados e sua análise crítica, ampliando os parâmetros considerados e conscientizando os agentes decisórios das implicações de cada alternativa; não apenas no que concerne às premissas do cliente, mas também aos demais aspectos de desempenho técnico, por vezes negligenciados.

Os estudos de caso aqui apresentados e discutidos fazem parte de uma análise inicial e explora o processo de seleção tecnológica no mercado atual. A dissertação em desenvolvimento, a qual o presente estudo integra, propõe um método e os respectivos critérios para orientar a seleção do sistema de fachada durante a concepção do edifício, quando as decisões

têm maior potencial de intervir no seu desempenho global, ao mesmo tempo em que as informações para tomada de decisão são mais escassas.

REFERÊNCIAS

- ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575**: Edificações habitacionais - Desempenho. Rio de Janeiro, 2013.
- ARDITI, D.; NAWAKORAWIT, M.. Designing buildings for maintenance: designers' perspective. **Journal Of Architectural Engineering**, v. 5, n. 4, p.107-116, dez., 1999.
- BALLARD, G.. Managing work flow on design projects: a case study. **Engineering Construction and Architectural Management**, v. 9, n. 3, p.284-291, jun., 2002.
- CARRARO, M.; OLIVEIRA, L.A.. Os impactos do processo de projeto na execução e desempenho da fachada. **IV SBQP**, Viçosa, ago. 2015.
- GONDIM, I.A.. **Modelo de apoio à decisão para seleção de tecnologias de revestimento de fachadas**. 180 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Engenharia Civil, UFRS, Porto Alegre, 2007.
- JIN, Q.; OVEREND, M.. Sensitivity of façade performance on early-stage design variables. **Energy and Buildings**, v. 77, p.457-466, jul. 2014.
- LAUFER, A.; DENKER, G. R.; SHENHAR, A. J.. Simultaneous management: the key to excellence in capital projects. **Journal of Project Management**, v. 14, n. 4, p.189-199, 1996.
- MEDEIROS, J.S.; MELLO, B.M.; ROGGERO, M.V.V.; SEGUNDO, M.J.P.; PIETRANTONIO, V.B.. **Tecnologias de vedação e revestimento para fachadas**. Rio de Janeiro: Instituto do Aço Brasil / CBCA, 2014. (Série Manual de construção em aço).
- MEDEIROS, J.S.. **Tecnologia e projeto de revestimentos cerâmicos de fachadas de edifícios**. 459 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia, USP, São Paulo, 1999.
- MELHADO, S.B.. **Gestão, cooperação e integração para um novo modelo voltado à qualidade do processo de projeto na construção de edifícios**. 235 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, USP, São Paulo, 2001.
- MITROPOULOS, P.; TATUM, C.B.. Technology adoption decisions in construction organizations. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 125, n. 5, p.330-338, out, 1999.
- MORETTINI, R.. **Tecnologias construtivas para a reabilitação de edifícios**: tomada de decisão para uma reabilitação sustentável. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia, USP, São Paulo, 2011.
- OLIVEIRA, L.A.. **Metodologia para desenvolvimento de projetos de fachadas leves**. 267 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, USP, São Paulo, 2009.

SOUZA, J.C.S. **Metodologia de análise e seleção de inovações tecnológicas na construção de edifícios:** aplicação para a vedação vertical de gesso acartonado. 205 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, USP, São Paulo, 2003.

YIN, R.K.. **Estudo de Caso:** Planejamento e Métodos. 2. ed. [s.l.]: Sage Publications, 1994. 205 p. Trad: Daniel Grassi, Bookman, 2001.