



Futuro da Tecnologia do Ambiente Construído e os Desafios Globais
Porto Alegre, 4 a 6 de novembro de 2020

SISTEMATIZAÇÃO DA PRODUÇÃO DE FACHADAS CORTINAS¹

MENEGATTI, Matheus (1); OVIEDO HAITO, Ricardo J. J. (2)

(1) Universidade Federal de Santa Catarina, menegatti_81@hotmail.com

(2) Universidade Federal de Santa Catarina, ricardo.oviedo.haito@ufsc.br

RESUMO

O trabalho manual, por muitas vezes aliado à falta de controle das atividades e o despreparo tanto de gestores quanto dos colaboradores, acaba por gerar um produto final que está muito aquém dos padrões de qualidade e desempenho. Esta situação é comum a diferentes serviços executados nas obras do Brasil e, sendo a digitalização dos serviços um dos caminhos de melhoria. Não obstante, para essa digitalização ser eficaz, precisa-se do conhecimento específico de como executar esses serviços de obra. Neste sentido, o objetivo deste trabalho é contribuir com a sistematização do conhecimento para a produção de fachadas cortinas. Para tanto, um estudo de caso foi conduzido sobre a produção de uma fachada cortina em uma obra de Florianópolis (SC). Como resultado, um fluxograma e ficha de verificação de serviços para a execução para fachadas cortinas foram produzidos, englobando desde o recebimento das peças até a entrega do produto final. Tais resultados contribuem na sistematização do conhecimento na execução de fachadas cortina, viabilizando a digitalização de processos específicos vinculados com o comissionamento das fachadas cortinas.

Palavras-chave: Fachada cortina. Qualidade. Comissionamento. Digitalização.

ABSTRACT

Manual work, often combined with the lack of control over activities and the unpreparedness of both managers and employees, generate a final product that is far below the standards of quality and performance. This situation is common to different construction services performed in Brazil, being the digitalization of construction services one alternative of improvements. However, for this digitization become effective, specific knowledge of how to perform these construction services is needed. In this sense, the objective of this work is to systematize the knowledge of the production of curtain walls. For this purpose, a case study was conducted on the production of a curtain wall in a work in Florianópolis (SC). As a result, a flowchart and service verification form for the execution of curtain walls were produced, ranging from the reception of parts to the delivery of the final product. Such results contribute to the systematization of knowledge in the execution of curtain walls, enabling the digitization of specific processes linked to the commissioning of curtain walls.

Keywords: Curtain wall. Quality. Commissioning. Digitalization.

¹ MENEGATTI, Matheus; OVIEDO HAITO, Ricardo J. J. Sistematização da produção de fachadas cortinas. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 18., 2020, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2020.

1 INTRODUÇÃO

A crescente busca por alternativas tecnológicas que substituíssem as fachadas clássicas compostas de alvenaria e esquadrias encaixilhadas, aliada a uma busca cada vez maior por espaços abertos que permitam a entrada de luz natural, fez com que o mercado da construção civil busque novas alternativas.

Assim, na busca pelo aperfeiçoamento dos sistemas, a inserção da norma de desempenho (NBR 15775) impõe aos sistemas de vedações verticais a cumprirem 14 (quatorze) requisitos de desempenho, relacionados com o conforto, durabilidade, manutenção, entre outros. Indiretamente, é uma forma de agregar valor na qualidade do produto final, pois estabelece um prazo de vida útil mínima para as fachadas, e estimula os ocupantes a instalarem componentes com melhor qualidade e que estejam de acordo com os requisitos normativos, garantindo seu bom uso por muito mais tempo. Este incremento nas exigências quanto aos sistemas construídos vem ao encontro da constante insistência da indústria da construção civil em utilizar mão de obra barata e desqualificada acabando por reduzir a qualidade dos sistemas e gerando retrabalhos durante o processo de construção (MARCONDES, 2011).

Atualmente, a digitalização da construção está se posicionando como um dos vetores para aumentar o desempenho e funcionalidades das fachadas. Por exemplo, Böke; Knaack e Hemmerling (2019) discutem os benefícios atrelados ao uso de fachadas inteligentes, que mediante sensores transmitem informações para uma plataforma digital, a partir da qual tomar decisões quanto ao funcionamento da fachada. No entanto, problemas de qualidade na produção da fachada podem afetar o seu desempenho e, portanto, inibir o valor da sua digitalização. Assim, para aproveitar os benefícios da digitalização na construção de fachadas é necessário incorporar o conhecimento da sua execução.

O objetivo deste trabalho é contribuir com a sistematização do conhecimento da execução de fachadas cortina, também conhecidas como paredes cortina. Este artigo se baseia em um trabalho de conclusão de curso (MENEGATTI, 2019).

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A norma NBR 10821-1 (ABNT, 2017a) define as fachadas cortinas como “esquadrias interligadas e estruturadas, com função de vedação, que formam um sistema contínuo, desenvolvendo-se no sentido da altura e/ou largura da fachada da edificação, sem interrupção, por pelo menos dois pavimentos”. Arruda (2010) complementa, as definindo como “Sistema com vidro aparente em toda fachada”, onde:

Um montante, fixado em locais estruturais da edificação, de alumínio composta por presilha e tampa, onde o perfil tipo presilha é fixado a este montante através de parafuso, pressionando o vidro contra gaxetas de borracha, e o perfil tipo tampa completa o conjunto sendo clicado à presilha escondendo os parafusos. A massa de alumínio visível do lado externo da fachada abrange desde 40mm a 60 mm. (ARRUDA, 2010, p.30)

Os sistemas de fachada cortina se diferenciam pelo grau de pré-fabricação dos seus componentes e menor número de operações no canteiro de obras. Arruda (2010) resume os métodos construtivos utilizados em parede cortina:

- *Stick wall*: Pele de vidro simples/dupla: os quadros de vidros passam a ser aparafusados com presilhas, sobrepostos aos montantes e travessas. Utiliza-se para reduzir a visibilidade dos perfis de alumínio na fachada da edificação, passando a destacar mais os painéis de vidro, apesar de manter a marcação de linhas horizontais e verticais da esquadria;
- *Structural Glazing*: é a evolução da pele de vidro, pois seu sistema de fixação dos painéis é feito com silicone estrutural. A quantidade e espessura do material utilizado determinam-se de acordo com as pressões de vento no local, altura do edifício e linha do perfil utilizado. Os montantes e travessas são contínuos e fixos à estrutura e a montagem é feita manualmente com o uso de plataformas externas.
- Módulos Unitizados: a fachada é composta por painéis independentes estruturados com vidro, que são fixados na estrutura por meio de ancoragens reguláveis. A fixação pode ser do tipo mecânica ou química, e os painéis são totalmente pré-fabricados. Isto junto com uma montagem mecanizada aumentam o controle tecnológico e garantem maior qualidade à fachada.

Alguns fatores são determinantes durante a execução de uma fachada, tais como o correto transporte, armazenamento, inspeção e manuseio das peças. Estas, quando realizadas de maneira correta, são responsáveis pela otimização tanto do canteiro de obras, quanto da execução dos serviços. Além do ganho na agilidade, proporcionam maior controle durante estas etapas que precedem a instalação da fachada.

Segundo Memari (2013), a importância de uma proteção adequada é garantir que o produto, quando instalado, esteja livre de danos desnecessários, o qual, é garantido através do armazenamento adequado das peças. A norma NBR 10821-5 (ABNT, 2017b) recomenda que as esquadrias sejam recebidas preferencialmente em datas próximas à da sua instalação, embaladas em material que garanta sua integridade e identificadas conforme o tipo, andar e posição. Sua armazenagem deve ser acondicionada em local seguro, seco, coberto, sobre estrados de madeira, fora do contato com o chão. Para sua inspeção visual e aceitação preliminar, CBIC (2017) recomenda:

No momento do recebimento, é importante ter em mãos a nota fiscal do pedido e o projeto da esquadria para que seja possível fazer a conferência das dimensões e da tipologia da esquadria; Deve-se verificar se a esquadria entregue e os seus componentes estão em perfeitas condições (sem danos) e se a quantidade de peças entregues corresponde à que consta na nota fiscal e no pedido. (CBIC, 2017, p.115)

A avaliação de desempenho destes sistemas é estabelecida na norma NBR 15575-4 (ABNT, 2013). Wong Wan Sie (2007) explica que todas as paredes externas, independente do material em que são fabricadas, estão sujeitas e devem suportar os efeitos do meio ambiente, tais como a radiação solar, temperatura, água, o vento e a gravidade. Uma das formas de garantir o cumprimento destes requisitos é através do processo de comissionamento.

Segundo ASHRAE (2005) o conceito de comissionamento refere-se a um processo focado na verificação e documentação de que a instalação e todos os sistemas e montagens sejam planejados, projetados, instalados, testados, operados e mantidos para atender aos requisitos de projeto. Para Ishida (2015), no processo de comissionamento, as verificações da instalação, bem como os

testes de operação e desempenho asseguram as características de projeto dos sistemas, evitando gastos desnecessários com energia.

Memari (2013) afirma que uma importante vantagem da realização de testes em campo, é a capacidade de conduzi-los em diversos estágios da incorporação, tais como o início, meio e até 75% de conclusão da construção. Além disso, os ensaios podem ser repetidos em qualquer lugar da fachada. O mesmo autor complementa, que um dos aspectos mais importantes do teste é a documentação.

Assim, um protocolo é seguido, usando os resultados de laboratório ou de campo para ser comparados com a modelagem analítica inicial. Dessa forma, os resultados indicam de antemão o desempenho esperado, e fornecem meios para corrigir em projeto a escolha do material e os métodos construtivos, ou alterações na sequência executiva. Toda esta etapa de comissionamento atua principalmente na qualidade final do produto.

Arditi e Gunaydin (1997) mostram que obter níveis de qualidade aceitáveis na construção tem sido um problema há muito tempo, onde recursos humanos e materiais são desperdiçados a cada ano por causa de ineficientes ou inexistentes procedimentos de gestão de qualidade. Esta pode ser definida como algo que atenda aos requisitos legais, estéticos e funcionais de um projeto. No entanto, só é obtida se os requisitos declarados forem adequados e o projeto concluído estiver em conformidade com os requisitos apresentados.

Segundo Pheng e Teo (2004), os sistemas de qualidade envolvem todo o conjunto da estrutura organizacional, procedimentos, responsabilidades, processos e recursos de modo a implementar a gestão da qualidade, da forma com que haja uma estrutura orientadora para assegurar que todos os processos sejam executados de forma consistente, usando as mesmas informações, métodos, habilidades e controles.

Shammas-Toma, Seymour e Clark (1996) explicam que empresas de construção tendem a confiar na prática de identificação de problemas com a realização de inspeções durante e após a execução. Isso geralmente é impulsionado por sistemas formais de qualidade. Essa abordagem, no entanto, lida com os sintomas, enquanto as causas raízes dos problemas permanecem ocultas.

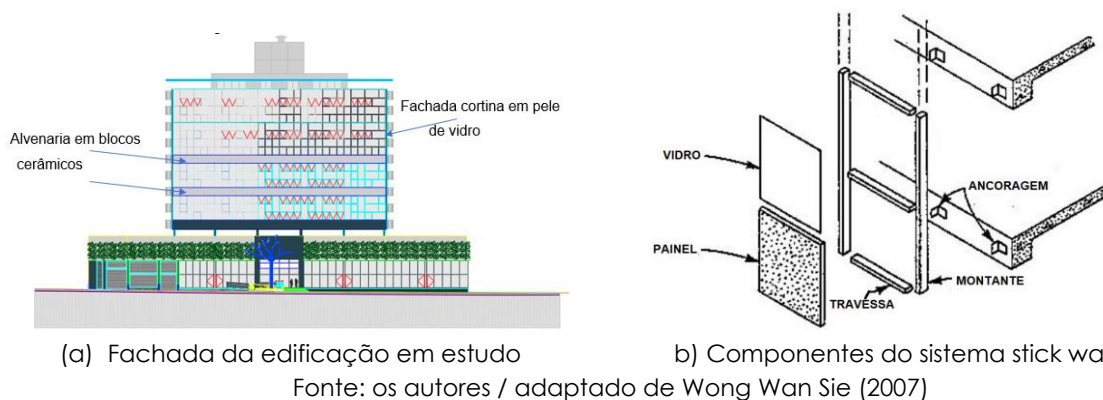
Wong Wan Sie (2007) expõe que a maioria dos fornecedores de paredes cortina fornecem os conhecimentos necessários e as capacidades de produção para construir com qualidade. No entanto, nenhum arquiteto/projetista deve projetar um sistema sem uma compreensão geral das características da tecnologia e métodos construtivos, em particular os requisitos de montagem, programação e teste da parede de cortina em campo ou em laboratório.

3 METODOLOGIA

Este trabalho foi um estudo de caso. Em 2019 estudou-se uma obra localizada em Florianópolis (SC) com fachada em *stick wall* de oito pavimentos. Nela, a construtora subcontratou a execução da fachada para uma empresa especializada. A Figura 1a, ilustra uma representação da fachada da edificação em estudo, enquanto a Figura 1b, mostra as peças componentes de cada painel. O primeiro autor foi estagiário nela, e observou situações corriqueiras de ineficiência vinculadas com a qualidade do produto final, e com a logística no canteiro de obras. Estas situações foram anotadas e

posteriormente organizadas em etapas, desde o recebimento dos materiais até a montagem final da fachada. Outros dados foram obtidos através de conversas com colaboradores e engenheiros da obra.

Figura 1 – Ilustração da fachada



Como exemplo de tais situações destacam-se: a instalação da fachada com peças de vedação ausentes, a espera da equipe de montagem pelos componentes; o recebimento indevido de peças não conformes; estocagem desnecessária de componentes e duplicidade do seu transporte; o transporte de peças individuais e não elementos pré-montados da fachada, entre outras. Com tais dados percebeu-se a existência de etapas redundantes e a ausência de procedimentos de gestão da qualidade.

A partir do ordenamento das etapas observadas foi construída uma sequência da execução, conforme acontecia. Posteriormente, foi comparada com a teoria, baseada na revisão bibliográfica para termos como fachada cortina e *curtain wall*, elaborando-se um fluxograma de montagem sugerido, que inclui também a proposta de etapas de controle da qualidade, listadas em fichas de verificação de serviço ou formulários de inspeção de serviços.

4 RESULTADOS

A Figura 2 ilustra um fluxograma de montagem para o sistema *stick wall*, o qual, foi sugerido com base na análise das etapas observadas em obra e na revisão de literatura, visando aprimorar os processos executados pela empresa responsável pela montagem da esquadria, bem como a inserção de etapas de verificação dos serviços, controle e testes dos materiais.

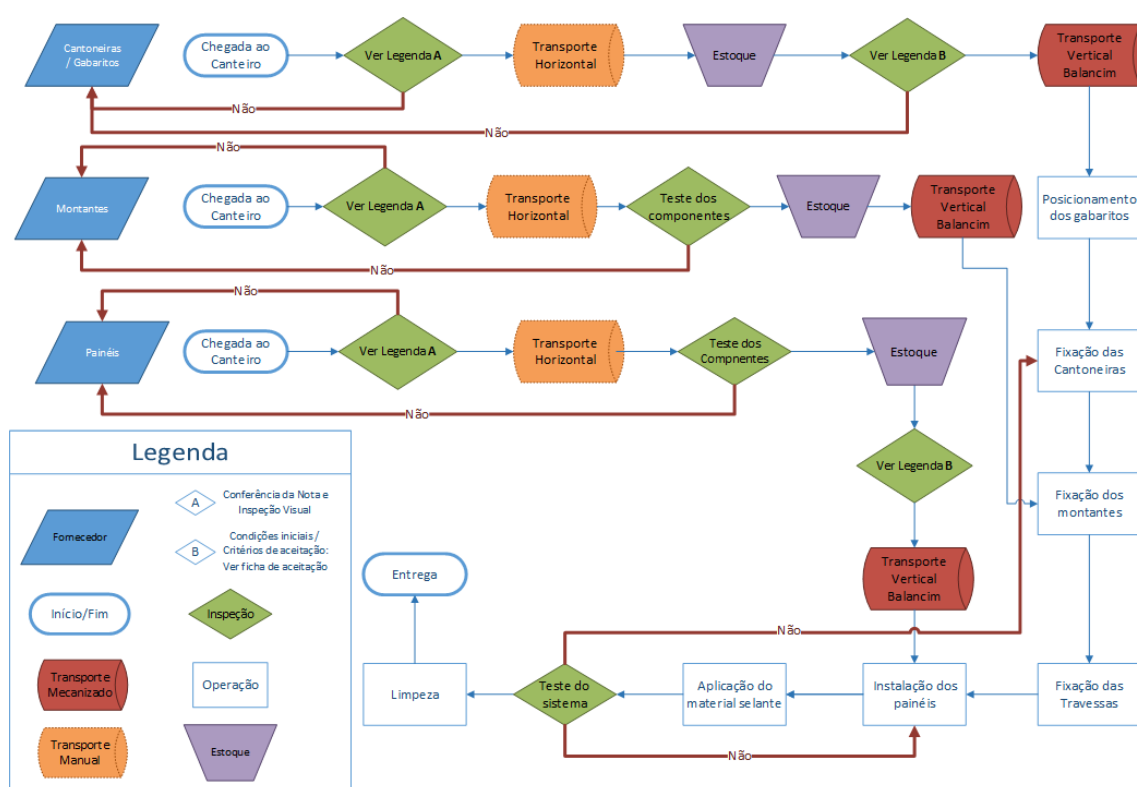
Uma das propostas incorporadas na Figura 2 é a pré-montagem de alguns elementos, como são o caso dos perfis e painéis, que já poderiam vir de fábrica com as borrachas e presilhas instaladas. Outra é a utilização de um gabarito com os locais de furação para a ancoragem dos montantes na superestrutura de forma a minimizar os erros originados na execução. Adicionalmente, durante as etapas de recebimento, transporte e armazenamento, propõe-se a utilização de documentos a serem preenchidos, como parte dos controles dos serviços e materiais.

Com a inserção de procedimentos de execução, inspeção e verificação há ganhos com agilidade no manuseio das peças pois, por exemplo, ao pré-montar elementos para serem transportados ao seu destino final se reduz o tempo em estoque. Além disso, a fachada torna-se passível de ser

comissionada, permitindo que a empresa subcontratada entregue as esquadrias finalizadas e em funcionamento para a construtora.

A importância do fluxograma baseia-se nos valores obtidos por Sommerville (2007) e Josephson, Larsson e Li (2002), nos quais, estima-se que os principais defeitos nos produtos são originados nas fases de projeto e construção. Abdul-Rahman (1996) mostrou que os custos das medidas de prevenção são mínimos quando comparados aos custos de retrabalho. Ou seja, o mapeamento dos processos e a inserção de inspeções e verificações permite prever problemas e corrigi-los ainda em etapas iniciais, incluso antes da execução. Mediante os resultados obtidos propõe-se, também, um modelo de Ficha de verificação de serviço para o sistema utilizado durante a execução da fachada cortina.

Figura 2 – Fluxograma sugerido de montagem de uma fachada cortina para o sistema *stick wall*



Fonte: os autores

Ao analisar-se os processos descritos no fluxograma sugerido para instalação da fachada cortina sugere-se uma possível ficha de verificação de serviço (FVS) a ser utilizada para o acompanhamento da execução deste sistema, a qual é mostrada no Quadro 1. Para esta ficha, optou-se por verificações visuais e manuais com auxílio de determinadas ferramentas. Estabeleceram-se tolerâncias levando em consideração o tipo de cantoneira utilizada, as quais, permitem um certo ajuste dimensional em caso de peças fora de prumo e nível. Mesmo com este ajuste, ainda se faz necessário conferir o nivelamento e prumo dos painéis, com uma tolerância menor. Também é necessário observar o correto encaixe dos painéis nas presilhas, a integridade das borrachas e se as juntas foram devidamente preenchidas da forma a manter a estanqueidade.

Quadro 1 – Modelo de Ficha de Inspeção de Serviços

FORMULÁRIO DE INSPEÇÃO DE SERVIÇOS COLOCAÇÃO DE ESQUADRIAS								
OBRA:			LOCAL DE INSPEÇÃO:			DATA INÍCIO:		
NOME DOS FUNCIONÁRIOS:			RESPONSÁVEL DA INSPEÇÃO/FUNÇÃO:			DATA TÉRMINO:		
Itens de Inspeção	Método de Inspeção	Equip. Utilizado	Tolerância	Situação		OBS:	Situação de Reinspeção	
				A	R		A	R
1. Vigas de borda ou alvenaria de peitoril finalizadas e pintadas?	Visual	-	-					
2. Verificação da diferença de prumo entre as lajes	Manual	Prumo	20 mm					
3. Verificar a Integridade dos perfis e painéis	Visual	-	-					
4. Conferir locação e fixação das ancoragens	Manual/ Visual	Trena, nível de	20 mm					
5. Conferir o nivelamento e prumo dos montantes e travessas	Manual	Prumo, nível de bolha	3 mm					
6. Verificar fixação montantes e travessas	Visual	-	-					
7. Verificar borracha dos perfis e presilhas	Visual/ Tátil	-	-					
8. Verificar nivelamento e fixação dos painéis	Visual/ Manual	Nível	-					
9. Verificar continuidade do material selante	Visual		-					
SITUAÇÃO FINAL: () APROVADO () REPROVADO			JUSTIFICATIVA:			ASSINATURA DO RESPONSÁVEL:		

Fonte: Os autores

5 CONCLUSÕES

Este trabalho possui como resultados o mapeamento do método de execução utilizado por uma construtora na execução de fachada cortina em pele de vidro, a partir da identificação dos processos observados em obra. Com isso, foi possível elaborar um fluxograma da execução e listar as principais etapas de controles em conjunto com uma ficha de verificação de serviço.

A partir do fluxograma sugerido evidencia-se a importância do conhecimento adquirido durante o mapeamento dos processos para o planejamento e racionalização da execução. Da mesma forma, a aplicação de fichas de verificação de serviço, controle e manuseio de materiais são medidas que podem ser facilmente implantadas e que alavancam a qualidade na execução. Adicionalmente, as informações geradas nestas fichas podem ser incorporadas aos meios digitais, fato que facilita e melhora a tomada de decisões, bem como aumenta o valor de tais informações para os gestores.

Desta forma, tais resultados contribuem na sistematização do conhecimento na execução de fachadas cortina, viabilizando a digitalização de processos específicos vinculados com o comissionamento das fachadas cortinas.

REFERÊNCIAS

- ABDUL-RAHMAN, H. Some observations on the management of quality among construction professionals in the UK. **Constr. Manag. Econ.**, v. 14, n. 6, p. 485–495, 1996.
- ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10821-1**: Esquadrias para edificações: Parte 1: Esquadrias externas: Terminologia. Rio de Janeiro, 2017a.
- ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10821-5**: Esquadrias para edificações: Parte 5: Esquadrias externas: Instalação e manutenção. Rio de Janeiro, 2017b.
- ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-4**: Edificações habitacionais: Desempenho Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas: SVVIE. Rio de Janeiro, 2013.
- ARDITI, D.; GUNAYDIN, H. M. Total quality management in the construction process. **International Journal of Project Management**, v. 15, n. 4, p. 235–243, 1997.
- ARRUDA, T. S. **Estudos de Modalidades para a Execução de Fachada Cortina**. 2010. Monografia – Escola politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, RJ, 2010.
- ASHRAE. 2005. ASHRAE Guideline 0-2005, The Commissioning Process. Atlanta: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc.
- BÖKE, J.; KNAACK, U.; HEMMERLING, M. State-of-the-art of intelligent building envelopes in the context of intelligent technical systems. **Intell. Build. Int.**, 11(1), 27-45. 2019.
- CBIC. **Esquadrias para edificações, desempenho e aplicações**: orientações para especificação, aquisição, instalação e manutenção. Brasília: CBIC/SENAI, 2017. E-book.
- ISHIDA, C. DOS S. F. **Modelo conceitual para comissionamento de sistemas prediais**. 2015. Dissertação (Mestrado) – Programa de mestrado em Engenharia da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.
- JOSEPHSON, P.; LARSSON, B.; LI, H. Illustrative benchmarking rework and rework costs in Swedish construction industry. **J. Manage. Eng.**, v. 18, n. 2, p. 76-83, 2002.
- MARCONDES, C. G. N. **Programas de qualificação de mão de obra. Série de cadernos técnicos da agenda parlamentar**. CREA – PR, 2011. 28p.
- MEMARI, A. M. **Curtain wall systems: a primer**. [s.l.] American Society of Civil Engineers (ASCE), 2013.
- MENEGATTI, M. C. **Gestão da Produção de Sistema de Fachada Cortina**. TCC, Universidade Federal de Santa Catarina. Centro Tecnológico. Engenharia Civil, 2019.
- PHENG, L. S.; TEO, J. A. Implementing total quality management in construction firms. **Journal of management in Engineering**, v. 20, n. 1, p. 8–15, 2004.
- SHAMMAS-TOMA, M.; SEYMOUR, D. E.; CLARK, L. The effectiveness of formal quality management systems in achieving the required cover in reinforced concrete. **Construction Management & Economics**, v. 14, n. 4, p. 353-364, 1996.
- SOMMERVILLE, J. Defects and rework in new build: an analysis of the phenomenon and drivers. **Structural Survey**, v. 25, n. 5, p. 391–407, 2007.
- WONG WAN SIE, W. **Analysis and design of curtain wall systems for high rise buildings**. 2007.