

CENTRO UNIVERSITÁRIO DA FUNDAÇÃO ASSIS GURGACZ
CLEIDIVAM OLIVEIRA GODOI

**CONSTRUÇÕES INDUSTRIALIZADAS E PRÉ-FABRICADAS: DESENVOLVIMENTO
DE UM MODELO DE RESIDÊNCIA GEMINADA DE 2 PAVIMENTOS EM ESTRUTURA
METÁLICA**

CASCADEL - PR

2021

CENTRO UNIVERSITÁRIO DA FUNDAÇÃO ASSIS GURGACZ
CLEIDIVAM OLIVEIRA GODOI

**CONSTRUÇÕES INDUSTRIALIZADAS E PRÉ-FABRICADAS: DESENVOLVIMENTO
DE UM MODELO DE RESIDÊNCIA GEMINADA DE 2 PAVIMENTOS EM ESTRUTURA
METÁLICA**

Trabalho apresentado como requisito parcial
para conclusão da disciplina de Trabalho de
Curso: Qualificação, do Curso de Arquitetura e
Urbanismo, do Centro Universitário da
Fundação Assis Gurgacz.

Prof. Orientador: Heitor Othelo Jorge Filho.

CASCADEL - PR

2021

CENTRO UNIVERSITÁRIO DA FUNDAÇÃO ASSIS GURGACZ
CLEIDIVAM OLIVEIRA GODOI

**CONSTRUÇÕES INDUSTRIALIZADAS E PRÉ-FABRICADAS: DESENVOLVIMENTO
DE UM MODELO DE RESIDÊNCIA GEMINADA DE 2 PAVIMENTOS EM ESTRUTURA
METÁLICA**

Monografia apresentada no Curso de Arquitetura e Urbanismo, do Centro Universitário da Fundação Assis Gurgacz, exigido como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Arquitetura e Urbanismo, sob orientação do Professor Heitor Othelo Jorge Filho, tendo sido _____ com a nota _____, na data de ____/____/____.

BANCA EXAMINADORA

Professor Orientador
Centro Universitário da Fundação Assis Gurgacz
Heitor Othelo Jorge Filho
Arquiteto e Docente

Professor Avaliador
Centro Universitário da Fundação Assis Gurgacz
Moacir Dalmina Junior
Arquiteto e Docente

Cascavel/PR, 25 de maio de 2021.

RESUMO

O cenário brasileiro da Construção Civil, é considerado como um dos setores de maior importância e influência no que diz respeito ao desenvolvimento dos setores econômicos e construtivos do país. Porém, o seu setor não vem apresentando valores muito significativos nos últimos anos, principalmente, quando a questão é sobre a evolução de seus métodos e processos construtivos. Dessa forma, começaram a aparecer, atualmente, um número muito positivo de sistemas que estão apresentando novos olhares, e um dos métodos que estão tirando benefícios disso são chamados de sistemas construtivos industrializados e pré-fabricados em aço. Com isso, o objetivo dessa pesquisa busca desenvolver o corpo de um protótipo de construção industrializada por meio do sistema construtivo pré-fabricado, com ênfase na utilização das estruturas metálicas. Portanto, buscou-se saber aqui como é que as construções industrializadas e pré-fabricadas em estrutura metálica podem se tornar uma alternativa mais eficiente para solucionar as falhas encontradas no mercado das construções convencionais em alvenaria nos dias de hoje? Contudo, para responder ao problema de pesquisa buscou-se, basicamente, realizar o projeto preliminar de um módulo mínimo industrializado e padronizado que seja capaz de se adaptar à várias soluções por meio da combinação de seus sistemas e elementos construtivos em aço. A pesquisa ainda se propõe a realizar uma simulação de como esse módulo mínimo pode ser aproveitado para imaginar a arquitetura de uma residência geminada de dois pavimentos pensada para a cidade de Cascavel, em lote mínimo. Para alcançar os resultados esperados, utilizou-se duas metodologias: a primeira acontece por meio de três procedimentos: a) seleção do método de abordagem, b) entendimento do método e c) conexão do método com os elementos do projeto de pesquisa. A segunda, destina-se em dar continuidade a primeira, só que dessa vez através da ótica do projeto do protótipo, que foi esquematizado em quatro etapas: a) levantamento de dados e informações; b) desenvolvimento do projeto; c) coleta dos dados e informações e d) simulação do projeto.

Palavras-Chave: Construção Industrializada; Construção Pré-Fabricada em Aço; Estruturas Metálicas;

Assunto/Tema da Pesquisa

O assunto dessa pesquisa busca estudar o crescimento do mercado da Construção Civil no Brasil e como o avanço das suas tecnologias vêm, nos últimos anos, apresentando algumas alternativas e formas de construção mais eficientes através da introdução de novos métodos e sistemas construtivos, os chamados sistemas industrializados e pré-fabricados.

Com base nisso, o tema pretende investigar como esses sistemas vêm ganhando força e destaque no cenário atual da Construção Civil, só que dessa vez através da ótica do sistema industrializado e pré-fabricado em aço que, basicamente, são compostos pelas estruturas metálicas.

Justificativa da Pesquisa

O cenário brasileiro da Construção Civil, é considerado como um dos setores de maior importância e influência no que diz respeito ao desenvolvimento dos setores econômicos e construtivos do país (ROSA, 2006, p. 12).

Porém, o seu setor não vem apresentando valores muito significativos nos últimos anos, principalmente, quando a questão é sobre a evolução de seus métodos e processos construtivos, que em muitas vezes são marcados por tecnologias que não proporcionam o aprimoramento necessário voltado a qualidade final de seus produtos, das circunstâncias apropriadas para exercer um bom trabalho e das competências profissionais e culturais que os trabalhadores precisam para executar uma boa obra (ROSA, 2006).

Em consequência disso, uma grande parte das construções realizadas no Brasil são ainda muito praticadas por meio de métodos e processo, predominantemente, executados de forma artesanal e manual (SANTIAGO, 2008 apud BARROS e SABBATINI, 2003), que é o caso dos sistemas construtivos convencionais em alvenaria de tijolos.

Para Cassar (2018), esse tipo de construção revela uma série de erros e falhas que, desagradavelmente, são caracterizados, por exemplo, pela inexistência de processos de otimização das atividades em canteiro, pelo descontrole da qualidade dos serviços prestados e pela falta de planejamento durante as fases de execução da obra (CASSAR, 2018 apud SANTIAGO, 2010).

No entanto, segundo Leal (2015), a escolha por essa alternativa de se construir vem sofrendo, ultimamente, uma grande dose de críticas e comentários negativos, e isso significa

que a construção brasileira está caminhando, dia após dia, a um novo cenário de mudanças (LEAL, 2015).

Dessa forma, começaram a aparecer, atualmente, um número muito positivo de sistemas construtivos que estão apresentando novos olhares, novas ideias e pensamentos dos quais se propõem a solucionar e eliminar os erros e as falhas cometidas por conta dos métodos artesanal e manual, como citado anteriormente (SANTIAGO, 2008 apud BARROS e SABBATINI, 2003).

Esses novos sistemas são considerados mais eficientes do ponto de vista produtivo, pois sua ideia é justamente reduzir os desperdícios gerados pela construção convencional, melhorando de forma relevante as etapas de gerenciamento e controle dos métodos e processos utilizados para se construir atualmente (SANTIAGO, 2008 apud BARROS e SABBATINI, 2003).

Sendo assim, um dos métodos que estão tirando benefícios desse novo tipo de construção são chamados de sistemas construtivos industrializados e pré-fabricados em aço, que são compostos pelas estruturas metálicas. Basicamente, essa alternativa de construção está contribuindo em muito para melhorar, dia após dia, o mercado brasileiro, preenchendo assim as lacunas e curando da maneira mais correta as falhas da Construção Civil.

Portanto, acredita-se que um dos principais caminhos a ser percorridos para mudar a realidade da Construção Civil, é sempre marchando na direção das construções industrializadas, passando assim a fomentar a inserção de seus produtos no mercado, com o reforço de tecnologias mais inovadoras (CRASTO, 2005 apud DIAS, 2001).

Formulação do Problema

Portanto, buscou-se saber aqui como é que as construções industrializadas e pré-fabricadas em estrutura metálica podem se tornar uma alternativa mais eficiente para solucionar as falhas encontradas no mercado das construções convencionais em alvenaria nos dias de hoje?

Formulação da Hipótese

Para responder ao problema de pesquisa, buscou-se, basicamente, realizar o projeto preliminar de um módulo mínimo industrializado e padronizado em estrutura metálica, que seja

capaz de se adaptar à várias soluções por meio da combinação de seus sistemas e elementos construtivos em aço.

Com isso, a ideia é conseguir formar uma série de novos padrões e tipologias que possam ser aplicados em diferentes construções residenciais unifamiliares de pequeno porte.

Nesse último caso em específico, a pesquisa propõe-se a realizar uma simulação, um teste, aonde na verdade procurou-se demonstrar como o módulo mínimo pode ser aproveitado para imaginar a arquitetura de uma residência geminada de dois pavimentos pensada para a cidade de Cascavel, em lote mínimo e padronizado.

Objetivo Geral da Pesquisa

O objetivo principal é desenvolver o corpo de um protótipo de construção industrializada por meio do sistema construtivo pré-fabricado com ênfase na utilização das estruturas de aço.

Objetivos Específicos da Pesquisa

Para dar mais corpo ao objetivo principal, buscou-se reforçar e identificar alguns objetivos menores e mais específicos que possa vir a ser alcançados à curto prazo:

- a) Levantar uma série de materiais bibliográficos sobre o conteúdo que está sendo investigado, filtrando-se de leituras e autores que em algum momento aproximam-se do assunto e tema de pesquisa;
- b) Desenvolver o design do módulo mínimo, apresentando como acontece a união da interface entre os sistemas e elementos construtivos por via da modelagem da arquitetura e da elaboração de diagramas gráfico-explicativos;
- c) Testar como os sistemas e elementos do módulo mínimo pode ser pensado por meio da simulação de uma residência geminada de dois pavimentos, em lote mínimo e padronizado.
- d) Coletar os resultados por meio do levantamento de materiais e instrumentos de representação da arquitetura: desenhos, modelagens, diagramas e maquetes físicas, com a finalidade de comprovar e confirmar se o objetivo desejado foi alcançado.

Fundamentação Teórica da Pesquisa

HISTÓRIAS E TEORIAS DA ARQUITETURA

A história da industrialização, apesar de recente, pode ter seu princípio encontrado em épocas mais remotas. Desde a Grécia antiga e o tempo dos Romanos já era possível identificar exemplos de modulação e padronização na construção civil (MARCO, 2015 apud BENEVOLO, 1994).

Segundo Marco (2015) as tarefas realizadas pelo homem foram substituídas pela industrialização de máquinas que executam as tarefas feitas antes manualmente, substituindo sua mão de obra por padronização e fabricação em série, onde atingiu vários setores sociais, dentre eles o da construção civil (MARCO, 2015).

Segundo Bruna (1976), o processo de industrialização em primeiro momento, ocorre o surgimento das máquinas que reproduzem as mesmas funções manuais antes exercidas pelo homem, logo, ocorre a otimização dos equipamentos, o trabalho físico é substituído pelas funções de operações das máquinas, onde os operários necessitam passar por uma especialização para atingir melhores resultados econômicos, quantitativos e qualitativos, sendo que acontece a integração entre produção e transporte do produto final. Por fim, nos anos de 1950 ocorre então a substituição das atividades do homem pelas funções das máquinas de forma progressiva, a fabricação em série passou a ser entendida por fluxo de informação, proporcionando a produção em série, permitindo a adequação da produção às exigências das obras (MARCO, 2015 apud BRUNA, 1976).

METODOLOGIAS DE PROJETO

Segundo Castro (2005), a diferenciação do sistema tradicional em concreto para o sistema construtivo em aço não ocorre pura e simplesmente por uma troca de materiais, existindo toda uma modificação no conceito da produção. Enquanto no primeiro a maioria dos trabalhos são realizados na obra, no segundo, grande parcela destes são executados fora da mesma, configurando o sistema industrializado. Essa característica gera implicações diretas no processo de projeto, reforçando a simultaneidade das atividades e, consequentemente, a redução do tempo de execução (CASTRO, 2005).

Além das etapas de concepção e desenvolvimento do produto-projeto, o subprocesso da estrutura metálica possui fases de negociação e contratação da estrutura, assim como de fabricação, transporte e montagem (CASTRO, 2005).

No que diz respeito ao projeto como produto, Dias (1997) ressalta que, para o projeto de estrutura de uma obra em aço ser completo, ele precisa envolver três atividades distintas e complementares: projeto de engenharia, projeto de fabricação e projeto de montagem (CASTRO, 2005 apud DIAS, 1997).

URBANISMO E PLANEJAMENTO URBANO

Segundo Penna (S.A. a.), a industrialização e a urbanização estão interligadas no processo industrial, que impulsionou a sociedade a modernização, estimulando os migrantes vindos do campo por meio de múltiplos atributos do urbano (PENNA, S.A. a.), que acabou aumentando o fluxo populacional, reestruturando as atividades, e proporcionando equipamentos das diferentes técnicas econômicas, que logo com o avanço da comunicação e transporte atingiu-se a globalização (PENNA, S.A. b.).

Ainda de acordo Penna (S.A. a.), o processo de industrialização se difundiu pelo mundo e com ela a urbanização também cresceu, a ponde de ter se tornado, predominantemente urbano, com a maior parte da população residindo em cidades, fazendo com que as elas se tornem mais visadas em termos de migração, o que proporciona maior crescimento de seus espaços, graças a maior oferta de empregos, que demandará mais trabalho no setor comercial e também na prestação de serviços (PENNA, S.A. a.).

A TECNOLOGIA DA CONSTRUÇÃO

Segundo Leal (2015), o aço tem alta resistência mecânica criando condições de executar obras complexas de grandes vãos, ademais que por sua leveza e menores dimensões de peças, a carga aplicada sobre a fundação é reduzida, e também tem a vantagem de aumento de área útil, tendo um aproveitamento melhor do espaço interno e por se tratar de peças leves compactas fazem com que o as peças sejam transportadas de forma reduzida (LEAL, 2015).

O aço também reduz até 40% no tempo de execução de uma construção, pois é um sistema que pode ser feita várias etapas ao mesmo tempo, enquanto as peças estão sendo fabricadas na indústria os processos no canteiro de obra são feitos paralelos, como esse sistema construtivo tem especificações dimensionais exata sua estrutura estará aprumada e nivelada, o que ajuda na redução de desperdício de materiais (LEAL, 2015).

Metodologia da Pesquisa

Após definido e bem alinhado os objetivos, partiu-se logo depois para mapear e esquematizar de forma mais direta o que precisa ser feito e como deve ser feito para que a pesquisa possa alcançar o resultado então esperado.

Em outras palavras, é aqui que os encaminhamentos metodológicos dão luz a uma linha de raciocínio mais clara e organizada, sem desvios e direcionando-se, principalmente, para seguir de forma pontual todas as etapas de planejamento da metodologia.

Portanto, a metodologia é dividida em duas partes principais:

1. Metodologia da pesquisa – basicamente, a primeira parte acontece por meio de três procedimentos: primeiro precisou-se selecionar um método de abordagem, para depois entendê-lo com mais calma e por último conectá-lo com os elementos do projeto de pesquisa. Dessa perspectiva, o método aqui selecionado é o hipotético-dedutivo de Popper (1975).

2. Metodologia do projeto – a segunda parte destina-se em dar continuidade ao planejamento da primeira, só que dessa vez através da ótica do projeto do protótipo. Dessa forma, esquematizou-se um processo de raciocínio linear que está organizado em quatro etapas sequenciais:

- a) Levantamento de dados e informações – primeiro (1), buscou-se revisar em livros, artigos, periódicos, dissertações e teses informações pontuais sobre o tema e o assunto em discussão; segundo (2), procurou-se pesquisar em manuais técnicos informações a respeito de como funciona o método de industrialização do sistema pré-fabricado em aço, e terceiro (3), necessitou-se procurar em catálogos informações e especificações técnicas sobre os produtos comercializados e disponibilizados pelos fornecedores e fabricantes de aço na região de Cascavel.
- b) Desenvolvimento do projeto do protótipo – concluído a primeira etapa, parte-se para desenvolver o projeto preliminar do módulo mínimo de construção. Portanto, é aqui que ele vai ganhar corpo e também aparência, especialmente, através da etapa de elaboração dos estudos preliminares. Para isso, definiu-se alguns processos: (1) Definir as relações das medidas máximas e mínimas; (2) Definir as tecnologias do sistema construtivo; (3) Definir os tipos de conexões e ligações do sistema da estrutura; (4) Apresentar as possibilidades de combinação entre os módulos.

- c) Coletagem dos dados e informações – após ter levantado e desenvolvido os itens a) e b), passa-se para o momento de reuni-los e apresenta-los através de uma composição gráfica e visual a arquitetura do módulo. Portanto, essa etapa acontece por meio de quatro procedimentos: (1) modelagem da arquitetura: para representar os sistemas e elementos industrializados e padronizados do módulo, será usado o programa SketchUp Pro 2020; (2) elaboração de diagramas gráficos e arquitetônicos; (3) elaboração de maquete física da arquitetura e (4) desenvolvimento de desenhos conceituais e técnicos.
- d) Simulação do projeto do protótipo – Por fim, a última etapa busca reunir os itens b) e c) e aplicá-los através da demonstração de um projeto fictício com ênfase em uma residência geminada de dois pavimentos pensadas por meio das estruturas metálicas.

Considerações Parciais

Respondendo, parcialmente, ao problema levantado pela pesquisa, acredita-se que o método e sistema construtivo industrializado e pré-fabricado em estrutura metálica são, nos dias de hoje, uma das alternativas mais importantes e indispensáveis para, se não solucionar, pelo menos minimizar grande parte dos efeitos gerados pelo impacto das construções convencionais executadas em larga escala atualmente.

Com o desenvolvimento do projeto preliminar do módulo mínimo industrializado e padronizado em estrutura metálica é possível, de início, comprovar o efeito de sua aplicação através das possibilidades de combinação dos módulos.

Sobre o objetivo geral da pesquisa, é importante destacar aqui que ele foi atingido com êxito e apresentou um bom resultado alcançado por meio do desenvolvimento da segunda parte das metodologias.

Referências Bibliográficas

BARROS, Mércia Maria Semensato B.; SABBATINI, Fernando Henrique. **Diretrizes para o Processo de Projeto para Implantação de Tecnologias Construtivas Racionalizadas na Produção de Edifícios**. São Paulo: Boletim Técnico da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo - EPUSP 2003.

CASSAR, Bernardo Camargo. **Análise Comparativa de Sistema Construtivo para Empreendimentos Habitacionais: Alvenaria Convencional x Light Steel Framing**. Rio de Janeiro: Projeto de Graduação – Curso de Engenharia Civil da Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, 2018.

CRASTO, Renata Cristiana Moraes de. **Arquitetura e Tecnologia em Sistemas Construtivos Industrializados: Light Steel Framing**. Ouro Preto: Dissertação de Mestrado – Departamento de Engenharia Civil da Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP, 2005.

DIAS, Luís Andrade de Matos. **Aço e Arquitetura: Estudo de Edificações no Brasil**. São Paulo: Editora Zigurate, 2001.

LEAL, Maria Luísa Campos Machado. **Manual da Construção Industrializada – Conceitos e Etapas – Volume 1: Estrutura e Vedação**. Brasília: Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial – ABDI, 2015.

ROSA, Wilhelm. **Arquitetura Industrializada: A Evolução de um Sonho à Modularidade**. São Paulo: Dissertação de Mestrado – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo – FAUUSP, 2006.

SANTIAGO, Alexandre Kokke. **O Uso do Sistema Light Steel Framing Associado a outros Sistemas Construtivos como Fechamento Vertical Externo Não-Estrutural**. Ouro Preto: Dissertação de Mestrado – Departamento de Engenharia Civil da Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP, 2008.

SANTIAGO, Alexandre Kokke; RODRIGUES, Máira Neves; OLIVEIRA, Márcio Sequeira de. **Light Steel Framing como Alternativa para a Construção de Moradias Populares**. In: CONSTRUMETAL – Congresso Latino-Americano da Construção Metálica. São Paulo, 31 de ago. a 02 set., 2010.