

**Comparação de custos de construção entre o sistema convencional e o sistema industrial****Comparison of construction costs between the conventional system and the industrial system**

DOI:10.34117/bjdv6n11-655

Recebimento dos originais: 03/10/2020

Aceitação para publicação: 30/11/2020

**Elder Sousa Araújo**

Formação acadêmica mais alta: Cursando Ensino Superior em Engenharia Civil  
Instituição: Universidade de Gurupi - UnirG  
Endereço: Rua 322 Quadra 65 Lote 08 - Jardim dos Buritis, Gurupi-TO, 77430-380  
E-mail: eldersousa@outlook.com.br

**Andressa Araújo Pessoa**

Formação acadêmica mais alta: Cursando Ensino Superior em Engenharia Civil  
Instituição: Universidade de Gurupi - UnirG  
Endereço: Rua N7 Qd. 25 Lt. 06 - Novo Horizonte, Gurupi-TO, 77413170  
E-mail: andressaaraujopessoa@gmail.com

**Fábio Pegoraro**

Formação acadêmica mais alta: Doutor em Engenharia Industrial e Sistemas  
Instituição: Universidade de Gurupi - UnirG  
Endereço: Rua Antônio Nunes da Silva, 2195 - Res. Parque das Acacias, Gurupi - TO, 77425-500  
E-mail: fabiopegoraro@unirg.edu.br

**Nelita Gonçalves Faria de Bessa**

Formação acadêmica mais alta: Doutora em Biologia e Ecologia Tropical  
Instituição: Universidade de Gurupi - UnirG  
Endereço: Rua Antônio Nunes da Silva, 2195 - Res. Parque das Acacias, Gurupi - TO, 77425-500  
E-mail: eduambiental@unirg.edu.br

**RESUMO**

Em um projeto de construção civil, é necessário controlar vários parâmetros que podem afetar a qualidade, produtividade ou segurança. Tanto a confiabilidade dos dados quanto sua disponibilidade são elementos essenciais para um correto controle do projeto. O setor da construção civil iniciou uma fase de "industrialização" na maioria dos países desenvolvidos. Noutros ainda está numa fase muito inicial, mas é, sem dúvida, um fenômeno que poderá se concretizar de forma exponencial nos próximos anos e transformar substancialmente a forma como se desenvolvem as obras. Supostamente, o chamado "Sistema de Construção Industrializado" (SCI) é um dos principais constituintes dos sistemas de construção e é o termo para representar o pré-fabricação e construção industrializada. O termo foi cunhado para mudar o paradigma típico dos sistemas pré-fabricados em comparação com o sistema de construção convencional. O sistema industrializado foi variado e regulado de uma maneira completamente diferente afetando assim as declarações do método de construção, o projeto e principalmente as implicações de custo (CIDB, 2000). O método utilizado foi o exploratório, as técnicas contemplam a pesquisa bibliográfica seguido de entrevista e análise de documentos da empresa pesquisada. A análise de dados se deu por meio qualitativo e quantitativo, sendo a qualitativa

considerada exploratória usada para descobrir tendências em pensamentos e opiniões dos profissionais, enquanto a pesquisa quantitativa foi usada para quantificar o problema por meio da geração de dados numéricos. Nesse sentido, o presente trabalho apresenta um estudo de caso e os dados necessários para esse estudo foram gerados por meio de entrevistas. A partir dos resultados do estudo de caso realizado, pode-se concluir que o Sistema Predial Industrializado apresenta melhor economia de custos de construção quando comparado ao sistema convencional.

**Palavras-chave:** Sistema convencional, Comparação de custos de construção, Sistema de construção industrializado.

## **ABSTRACT**

In a civil construction project, it is necessary to control several parameters that can affect quality, productivity or safety. Both the reliability of the data and its availability are essential elements for a correct control of the project. The civil construction sector started a phase of "industrialization" in most developed countries. In others it is still at a very early stage, but it is undoubtedly a phenomenon that MAY materialize exponentially in the coming years and will substantially transform the way in which the works are developed. Supposedly, the so-called "Industrialized Construction System" (SCI) is one of the main constituents of construction systems and is the term to represent industrialized prefabrication and construction. The term was coined to change the typical paradigm of prefabricated systems compared to the conventional construction system. The industrialized system was varied and regulated in a completely different way, thus affecting the declarations of the construction method, the project and mainly the cost implications (CIDB, 2000). The method used was exploratory, the techniques include bibliographic research followed by interviews and analysis of documents of the researched company. Data analysis took place through qualitative and quantitative means, the qualitative one being considered exploratory used to discover trends in professionals' thoughts and opinions, while quantitative research was used to quantify the problem through the generation of numerical data. In this sense, the present work presents a case study and the necessary data for this study were generated through interviews. From the results of the case study carried out, it can be concluded that the Industrialized Building System presents better savings in construction costs when compared to the conventional system.

**Keywords:** Conventional system, Construction cost comparison, Industrialised building system.

## **1 INTRODUÇÃO**

O Brasil, é um dos países que está emergido na industrialização em todos os aspectos do desenvolvimento, já alcançou um considerável aumento no setor da indústria da construção. A indústria aparentemente cresceu tão rapidamente no início da década de 1990 e, como novo país em desenvolvimento naquela época, o Brasil enfatizou seriamente a necessidade da economia industrial como seu principal recurso de renda.

Para Andres (2018), as elevadas demandas do governo para obter seus recursos financeiros por meio do setor asseguraram e aumentaram significativamente as demandas dos operários da construção. Isso pode ser visto pelo aumento de 50% no número de trabalhadores estrangeiros trazidos para o país.

Mas no final da década de 1990, a indústria começou a desacelerar e este problema contribuiu para um elevado número de atrasos nos projetos de construção e também na demissão de trabalhadores.

Segundo Al-Khaiat (2017), é necessário fazer um estudo para melhorar a produtividade na indústria de canteiros de obras e uma pesquisa para resolver o problema que está causando os atrasos. E, conseqüentemente, com a implementação da pesquisa que estuda como melhorar a produtividade, ela será capaz de recuperar todas as dificuldades ocorridas e indiretamente melhorar a estabilidade do setor de construção.

O uso do sistema de construção industrializada (SCI) tem apresentado várias vantagens em relação ao método convencional. Segundo Badir (2018), alguns exemplos das vantagens são a redução do trabalho do canteiro, redução de desperdícios, redução de volume de materiais de construção e um incremento da limpeza ambiental e da obra.

Para Kumarasivam (2016), o SCI também proporciona um canteiro de obras mais seguro e organizado, além de reduzir o tempo de execução da obra. Tudo isso significa indiretamente que o SCI é muito mais econômico em termos de custo de construção do que o sistema convencional, embora o custo de construção envolva todas as questões, inicialmente ou ao longo da vida da obra.

Neste sentido, este presente estudo tem como objetivo a geração de projetos de comparação de custos de construção usando o método de construção convencional e os projetos usando SCI e posteriormente, fornecer informações que orientem a comparação dos custos de construção dos dois sistemas.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 CLASSIFICAÇÃO DO SISTEMA DE EDIFÍCIO INDUSTRIALIZADO**

Industrialização neste estudo significa basicamente os métodos industriais empregados, referindo-se à pré-fabricação, mecanização e padronização. Para Lessing (2010) o SCI pode ser definido como um sistema, que é utilizado na produção industrial que utiliza técnicas tanto na produção de componentes quanto na montagem de edifícios ou ambas.

Basicamente, SCI é um termo usado na indústria da construção, que indica o processo industrializado pelo qual os componentes de uma construção são concebidos, planejados e fabricados, transportados ou erguidos no local. Também significou como um termo dado à tecnologia de construção onde métodos sistematizados modernos de design, planejamento de produção e controle, bem como manufaturas mecanizadas e automatizadas são aplicados.

De acordo com Mattos (2010) o objetivo principal do sistema é reduzir o edifício a um número de partes constituintes comuns, onde a maior parte pode ser pré-fabricada ou fabricada em operações de produção de longo prazo, frequentemente longe do canteiro de obras e instalação no local.

Esses componentes com dimensão padrão e características específicas são então entregues ao local e reorganizados de acordo com certos padrões para formar edifícios estruturados. Em outras

palavras, é um sistema construtivo no qual os componentes estruturais são fabricados na fábrica, dentro ou fora do local, transportados e montados em uma estrutura com adição mínima de obras no local (VALERIANO,2001).

Segundo Vieira (2015) a Coordenação Modular visa diminuir a inconsistência das dimensões dos componentes do edifício, o que obviamente significa o arranjo interdependente das dimensões básicas do edifício com uma unidade primária aceita como um módulo. Ao conceber uma unidade de dimensão básica relativamente grande (módulo básico) e ao limitar as dimensões dos componentes do edifício para recomendar tamanhos preferidos, permite uma adaptação fácil dos componentes pré-fabricados a qualquer layout e à sua capacidade de intercâmbio dentro do edifício. Isso deveria ser alcançado definindo a localização de cada componente no edifício com referência a uma grade modular comum em vez de uma referência a outros componentes. Eventualmente, isso levaria à eficiência de custos no projeto, fabricação e construção.

## 2.2 TIPOS DE SCI QUE SE APLICAM À CONSTRUÇÃO

Com base no CIDB (2003), a classificação do SCI no Brasil é dividida em cinco categorias, que é um painel de estrutura de concreto pré-moldado e sistema de caixa, sistema de cofragem de aço, sistema de estrutura de aço, sistema de bloco de trabalho e sistema de estrutura de madeira. SCI é um processo de construção que utiliza tecnologia, produtos, componentes e instalação no local do sistema de construção. A partir da classificação estrutural cinco da seção de exibição SCI, que são principalmente classificados de acordo com algumas modificações, os principais grupos no Brasil pelo CIDB. (CIDB,2003)

### 2.2.1 Estrutura De Concreto Pré-Moldado, Painel E Sistema De Caixa

Os componentes de concreto pré-fabricado são os elementos pré-fabricados mais comuns no Brasil. Os elementos de concreto pré-moldado são o produto de concreto que é fabricado em ambiente controlado e transportado até o canteiro de obras para instalação. Existem concreto pré-moldado para colunas, lajes, concreto pré-moldado leve, fôrma de concreto permanente e vigas. Além disso, ele também consiste em componentes 3-D, como escadas, banheiro, varandas, câmara de elevador e etc (Mattos, 2010).

O alto grau de flexibilidade é uma das vantagens do sistema em relação ao maior vão livre entre os pilares, resultando em maior espaço aberto e liberdade de maiores áreas.

As estruturas de grandes painéis são um dos tipos industriais de elementos estruturais mais progressivos. Na construção moderna, eles são usados na construção de prédios de apartamentos, edifícios públicos e industriais, estradas, campos de aviação, represas e canais. Eles se tornaram mais

comuns em residências de grande escala e construção civil, onde a construção de edifícios de grandes painéis fabricados em combinações e fábricas de construção de casas possibilita uma redução no tempo de construção por um fator de 1,5-2,0 em comparação com a construção dos edifícios de tijolo ou outros materiais tradicionais, bem como uma diminuição de 30-40 por cento nas despesas de mão-de-obra no local de construção (Tomo, 2013).

### **2.2.2 Sistemas De Cofragem De Aço**

Este é o sistema de fôrma projetado pelo fabricante para substituir uma fôrma de madeira convencional. A fôrma de aço é fabricada na fábrica e depois montada no canteiro de obras. O reforço de aço e o conduíte de serviço serão instalados no local antes da instalação das formas de aço e a instalação é muito fácil usando um sistema de suporte simples. Pode ser descrito como um molde em que o concreto úmido pode ser despejado no molde e obter a forma desejada; esses sistemas de cofragem de aço são submetidos ao controle de qualidade (Scariot, 2016).

Segundo Junior (2010), este tipo de método SCI é considerado o 'nível baixo' na indústria da construção. O sistema de cofragem de aço é usado em vigas, cofragens permanentes, formas de túneis e formas de moldagem de coluna.

### **2.2.3 Sistemas De Estrutura De Aço**

O aço é um material forte e rígido, adequado para um alto grau de flexibilidade em toda a estrutura de construção de longo prazo e reabilitação dos detalhes arquitetônicos da estrutura de construção. Os componentes do sistema de estrutura de aço são laminados em tamanhos padronizados. Os componentes são então fabricados o que envolve corte, perfuração, jateamento, soldagem e pintura (Wendler,2009).

Estruturas de aço são erguidas, soldagem e aperto do parafuso após a fabricação. Os sistemas de estrutura de aço têm sido uma escolha popular e são amplamente utilizados em projetos de construção de via rápida, o sistema comumente usados com laje de concreto pré-moldado, colunas de aço e vigas (Wendler,2014).

### **2.2.4 Sistema De Estrutura De Madeira Pré-Fabricada**

No início da década de 1970, casas com terraço de baixo custo de um andar eram construídas principalmente com estrutura de madeira pura e paredes de tijolo rebocado de um metro de altura e tirando vantagens da fundação de jangada simples devido ao peso da superestrutura. Esses sistemas de estrutura de madeira pré-fabricada estão usando a madeira na indústria de construção para a construção. Normalmente, o sistema de estrutura de madeira consiste em estruturas de madeira e treliças de telhado

de madeira. A placa de aço está sendo usada durante a pré-fabricação de madeira para unir os membros da treliça. Todos os membros precisam ser tratados com produtos químicos anti-pragas (Molina,2010).

### **2.2.5 Sistemas De Bloco De Trabalho**

As tarefas tradicionais de assentamento de tijolos demoradas são geralmente simplificadas com o uso de sistemas de trabalho em bloco. Unidades de alvenaria de concreto intertravadas (CMU) e blocos de concreto leves estão envolvidos no sistema de trabalho de blocos. A fabricação e a cura dos componentes ocorrem na planta. Os elementos são normalmente usados como tijolos em estruturas e pavimentos de blocos de concreto intertravados (Tomo, 2013).

## **2.3 VANTAGENS DO SCI PARA HABITAÇÃO PÚBLICA**

Existem muitas vantagens na implementação do SCI em comparação ao método convencional. A seguir estão breves descrições sobre uma série de vantagens do uso de SCI para habitação pública segundo CIDB (2003).

### **- Reduz o tempo de construção**

SCI exigirá menos tempo de construção, como tanto o trabalho no local quanto a fabricação do elemento podem ocorrer simultaneamente, o trabalho no local somente pode ser feito na montagem dos componentes SCI. Portanto, isso leva a uma ocupação anterior do edifício.

Economiza custo

- Reduzindo os custos de mão-de-obra dos contratados para os trabalhadores locais
- Minimizando o custo de transferência de materiais residuais devido ao controle de qualidade e redução de materiais residuais.
- Isenção do Imposto de Construção para desenvolvedores de habitação que utilizam componentes SCI superiores a 70%. (CIDB 2010).
- Proporciona ocupação antecipada do edifício, reduzindo assim o pagamento de juros ou despesas de capital (Azman,2015).

### **Economizando no trabalho**

- Como os componentes SCI são produzidos na fábrica e em maior grau de utilização da máquina, isso reduzirá a dependência do trabalho e diminuirá o custo do trabalho.

De acordo com Kumarasivam (2016), a economia de trabalho em elementos pré-fabricados pode chegar a cerca de 80% de sua necessidade convencional. Assim, reduzirá a necessidade total de trabalhadores estrangeiros na indústria da construção.

**Uso otimizado de materiais**

-Um maior grau de precisão e exatidão na produção pode ser alcançado usando a máquina para produzir componentes SCI e, conseqüentemente, reduzir o desperdício de material. Assim, o desperdício no local será reduzido se usar o SCI.

**Alta qualidade e melhores acabamentos**

-O controle de qualidade é uma exigência cada vez maior em todas as construções.

-Ambiente controlado em fator, seleção de material superior e alta tecnologia mecanizada levam a produtos controlados de alta qualidade.

-Produtos finais de alta estética através dos processos de pré-fabricação controlada e instalações simplificadas têm mantido e garantido a qualidade do trabalho na indústria da construção.

-Melhor controle de qualidade, uma vez que a produção na fábrica está em um ambiente protegido.

-Melhor qualidade reduzirá as despesas de manutenção porque os componentes pré-fabricados requerem menos reparos e manutenção preventiva.

**Operação de construção menos afetada pelo clima**

-A fabricação dos componentes SCI não será afetada por mudanças climáticas, ela é feita na fábrica e apenas a montagem dos componentes ocorre no local.

Conclusão mais rápida do projeto devido ao rápido progresso em todas as construções climáticas.

**Flexibilidade**

-Diferentes sistemas podem usar diferentes métodos de construção de pré-fabricação. O SCI fornecerá mais flexibilidade no design do elemento pré-fabricado Pela flexibilidade no projeto arquitetônico.

**Aumente a segurança e limpeza do local**

-Este método pode ser obtido em condições de local mais limpas e seguras através deste método.

-Promove um ambiente de trabalho seguro e sistemático na fábrica, pois o mínimo de trabalhadores, materiais e resíduos de construção são necessários no local. (CIDB 2003).

-O processo de construção pode ser menos complexo usando componentes SCI, especialmente para o trabalho úmido no local.

## 2.4 DESVANTAGENS DO SCI PARA HABITAÇÃO PÚBLICA

Embora existam muitas vantagens do SCI, também existem limitações para este sistema ser usado. As desvantagens do SCI segundo CIDB (2003) são as seguintes:

### **Alto custo de capital inicial**

- O custo de capital inicial do SCI é geralmente maior do que o método convencional.
- O custo inicial inclui as camas de fundição, custo de construção da fábrica e maquinários de apoio. Este método só pode ser alcançado em caso de grande demanda por projeto habitacional.

### **Problema de articulações**

- Esses métodos são muito sensíveis aos erros e trabalhos negligentes.
- O vazamento de água entre as juntas de articulações costuma ser o maior problema quando o SCI está sendo usado. Esse problema de vazamento é mais claro no Brasil, onde as chuvas ocorrem rapidamente ao longo do ano.

### **Plantas sofisticadas e operadores qualificados**

- O sistema de pré-fabricação depende fortemente de instalações sofisticadas, quando operadores qualificados são necessários para coordenar e manter o processo de fabricação. Todo o projeto ficaria parado se alguma parte da seção pré-fabricada viesse a quebrar.

## 2.5 MÉTODO DE COMPARAÇÃO DE CUSTOS DE CONSTRUÇÃO ENTRE O SISTEMA DE CONSTRUÇÃO CONVENCIONAL E INDUSTRIALIZADO NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO.

Para Badir (2018), referindo-se aos estudos realizados e publicados, existem 3 abordagens principais significativas para comparar os custos de projetos de construção.

### 1. Comparação de edifícios idênticos padronizados.

Mesmos desenhos e especificações, não representativos.

### 2. Comparação de edifícios padrão com modificações locais.

Representativo quando modificações para circunstâncias locais.

### 3. Comparação de edifícios funcionalmente semelhantes.



Comparação de edifícios funcionalmente semelhantes significa tipos de edifícios, que são representativos. Não apenas localmente divergente circunstâncias e níveis de qualidade são levados em consideração, mas também várias performances e critérios estéticos, que refletem os requisitos típicos do cliente ou inquilino expectativas de um edifício nesse setor. Os prédios e os custos são representativos, mas não necessariamente comparável. Indiscutivelmente, "maçãs" estão sendo comparadas com 'laranjas'. Uma comparação significativa deve levar em consideração todos os componentes de custo relevantes (dependentes do tempo e da quantidade), classificados como segue:

#### A- Custo

O custo do trabalho pode ser classificado da seguinte forma:

##### - Custos de material

Custo do material significa o custo de aquisição do material. O custo do material não significa apenas o custo de compra do material do fornecedor, pelo contrário, o custo do material inclui todos os gastos que são diretamente atribuídos à aquisição de qualquer material (Wendler,2009).

##### - Custos de mão de obra

Custo da mão de obra significa todo o pagamento feito pela empresa para a aquisição dos serviços da mão de obra conforme definido acima. Significa o salário e vencimentos pagos ao empregado ou assalariados, juntamente com todos os benefícios adicionais, como contribuição para o fundo de previdência, gratificação, incentivo, bônus etc. fornecidos aos empregados (Valeriano,2001).

##### - Custo do equipamento

Custo do Equipamento significa o valor que o Locador paga pelo Equipamento e quaisquer custos semelhantes com relação ao equipamento (Wendler,2009).

##### - Custos gerais

É uma categoria de equilíbrio que contém todas os custos gerais, exceto material e mão de obra. Isso pode incluir o custo da utilidade, uma despesa com material enviado para o trabalho de fora, despesas de auditoria, depreciação, etc (Scariot,2016).

Para Pires (2014), O principal valor dessas classificações é que elas nos ajudam a examinar e analisar o custo de construção. Se um custo não se encaixa em uma das classificações, as classificações não estão necessariamente erradas; pode haver mais deles. Porém, menos classificações são mais gerenciáveis e muitas delas prejudicam seu propósito.

#### B- Velocidade

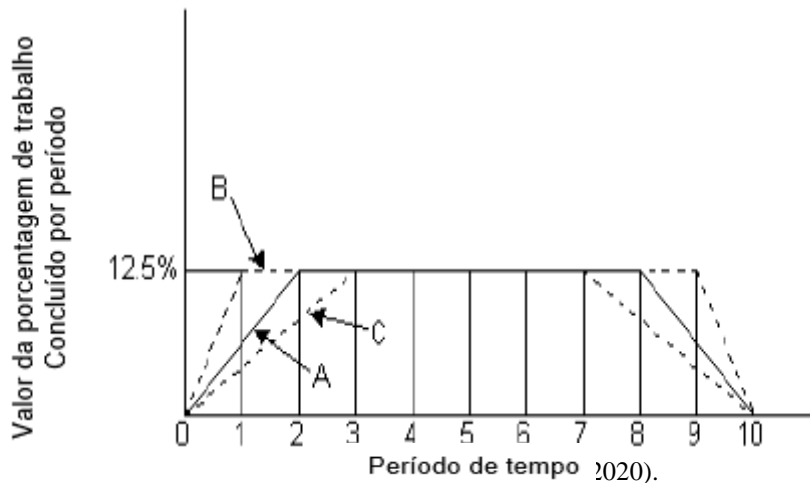
Qual sistema eventualmente requer um período de construção mais curto? Como os custos de construção são incorridos durante toda a fase de construção de um projeto, muitas vezes é necessário determinar os valores a serem gastos em vários períodos para derivar o perfil de fluxo de caixa, especialmente para grandes projetos com longa duração. Conseqüentemente, é importante examinar a

porcentagem de trabalho que se espera que seja concluída em vários períodos de tempo para os quais o custo seria cobrado.

Em geral, a obra em uma obra avança gradativamente desde o momento da mobilização até atingir um platô; então, o trabalho diminui gradualmente e finalmente para no momento da conclusão. A taxa de trabalho realizado durante vários períodos de tempo (expressa na porcentagem do custo do projeto por unidade de tempo) é mostrada esquematicamente na Figura 1, na qual dez períodos de tempo foram assumidos. A linha contínua A representa o caso em que a taxa de trabalho é zero no tempo  $t = 0$  e, aumenta linearmente para 2,5% do custo do projeto em  $t = 2$ , enquanto a taxa começa a diminuir de 2,5% em  $t = 8$  para 0% em  $t = 10$ .

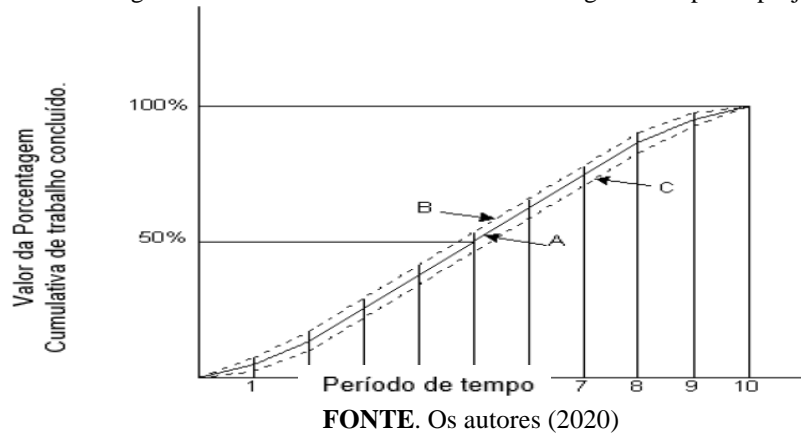
A linha pontilhada B representa o caso de mobilização rápida atingindo 2,5% do custo do projeto em  $t = 1$ , enquanto começa a diminuir de 2,5% em  $t = 7$  para 0% em  $t = 10$ . A linha tracejada C representa o caso de mobilização lenta ao atingir 2,5% do custo do projeto em  $t = 3$ , enquanto começa a diminuir de 2,5% em  $t = 9$  para 0% em  $t = 10$ .

Figura 1. Taxa de progresso do trabalho ao longo do tempo do projeto



O valor do trabalho concluído em um determinado momento (expresso como uma porcentagem cumulativa do custo do projeto) é mostrado esquematicamente na Figura 2. Em cada caso (A, B ou C), o valor do trabalho realizado pode ser representado por uma curva "em forma de S". Os efeitos da mobilização rápida e lenta são indicados pelas posições das curvas B e C em relação à curva A, respectivamente.

Figura 2. Valor do trabalho concluído ao longo do tempo do projeto



FONTE. Os autores (2020)

Embora as curvas mostradas nas Figuras 1 e 2 representem casos altamente idealizados, elas sugerem a latitude para ajustar os cronogramas para várias atividades em um projeto. Embora a taxa de progresso do trabalho possa ser alterada drasticamente dentro de um único período, como a mudança de uma mobilização rápida para uma mobilização lenta nos períodos 1, 2 e 3 na Figura 1, o efeito sobre o valor do trabalho concluído ao longo do tempo diminuirá em significância, conforme indicado pelas percentagens cumulativas para períodos posteriores na Figura 2. Assim, o ajuste da programação de algumas atividades pode melhorar a utilização de mão de obra, material e equipamento, e qualquer atraso causado por tais ajustes para atividades individuais provavelmente não causará problemas para o eventual progresso em direção à conclusão de um projeto.

#### C- Trabalho

Qual sistema eventualmente usa menos mão de obra? As taxas de mão de obra incluem todos os custos de mão de obra, tanto os custos diretos quanto os indiretos. Os custos diretos do trabalho são salários e outros pagamentos feitos aos trabalhadores. Custos de mão de obra indireta são outros pagamentos feitos por um contratante em nome do funcionário, e incluem benefícios adicionais e pagamentos legais. A taxa de salário é o custo direto por hora. A taxa de trabalho é o custo total direto e indireto por hora (Andres, 2018).

#### D- Qualidade

Qual sistema eventualmente contribui para uma construção de alta qualidade? Nesse termo, o empreiteiro deve saber que o projeto e a aparência podem influenciar muito o projeto e a escolha dos materiais e do método de construção, afetando assim o custo da construção. Isto é particularmente verdadeiro no caso de residências e edifícios de varejo em que a aparência é um meio de atrair o cliente hora (Mattos, 2010).

### 3 METODOLOGIA DE PESQUISA

O método utilizado foi o exploratório, as técnicas contemplam a pesquisa bibliográfica seguido de entrevista e análise de documentos da empresa pesquisada. A análise de dados se deu por meio qualitativo e quantitativo, sendo a qualitativa considerada exploratória usada para descobrir tendências em pensamentos e opiniões dos profissionais, enquanto a pesquisa quantitativa foi usada para quantificar o problema por meio da geração de dados numéricos. Após breve leitura sobre as fontes encontradas, um acervo foi montado com as referências de alta correlação com o tema, constituindo a referência bibliográfica encontrada nesse trabalho. Teses, livros e artigos, de diferentes datas de publicação e autores, foram considerados.

No tocante ao estudo de caso, o seu conteúdo também foi formado mediante análise dos dados adquiridos cedidos pela empresa selecionada e aos profissionais entrevistados.

Uma vez que os dados necessários consistem no custo geral de construção para um determinado projeto de construção, entrevistas com alguns dos respondentes selecionados sobre o objetivo principal do tema foram realizadas para a fase de análise de dados.

Dados gerais do custo de construção para o sistema de construção convencional e industrializado foram coletados da empresa consultora escolhida. Esses dados são basicamente para a análise de comparação para os dois tipos diferentes de sistema construtivo. Isso reforçaria diretamente as informações obtidas por meio da entrevista que precisam ser feitas.

O processo de coleta de dados aconteceu nas dependências da empresa selecionada. Foi utilizado a entrevista estruturada, que, segundo Batista (2017), é um método de pesquisa quantitativa em que o entrevistador tem um conjunto de perguntas fechadas preparadas na forma de um cronograma.

O grupo de profissionais da construção civil que foi entrevistado é constituído por 15 pessoas, as quais, todos foram esclarecidos sobre o objetivo do estudo e, uma vez aceitando participar, foram agendadas as entrevistas de acordo com a disposição de cada entrevistado.

As entrevistas foram gravadas em Mp4 e posteriormente transcritas para fins de análise. A análise dos dados teve como referencial metodológico a análise de conteúdo que, segundo Bardin (1977), é um “conjunto de técnicas de análise de comunicações visando obter, por meio de procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo da mensagem, indicadores (quantitativos ou não) que permitem a inferência do conhecimento das condições de produção / recepção (variáveis inferidas) dessas mensagens”.

Elo e Kyngäs (2008) acrescenta que a análise de conteúdo é um “método de análise da comunicação de mensagens escritas, verbais ou visuais”. É um método flexível, onde não existem diretrizes simples para a análise dos dados, o que o torna um desafio para o pesquisador. Uma das

vantagens desse método é o uso de grandes volumes de informações e fontes de dados utilizadas para confirmar evidências.

A coleta de informações foi realizada na forma que foi capaz de cobrir todos os casos estatísticos e por outro lado o valor da informação deve ser tão alto quanto confiável. Os estágios do experimento são explicados como:

A. Determinação dos recursos de pesquisa

Os recursos do experimento são divididos em duas partes principais como teóricos e práticos:

- Recursos teóricos: Revisão de literatura, Livros, Códigos e regulamentos, etc.

Em associação com estruturas de concreto armado neste estudo, três operações diferentes foram observadas. Estas as operações são as seguintes:

1- Fôrma de pilares, armadura e concreto

2- Cofragem de pavimentos, armadura e betão

B. Classificação e Análise de Informação

Nesta parte do estudo, as informações coletadas são classificadas e então em relação às experiências e informações teóricas são analisado. Durante a análise tentou-se identificar qual o melhor modelo a ser utilizado pelos construtores sendo apresentado o industrial e o convencional.

#### **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Neste estudo de caso, buscou identificar como os profissionais da construção civil de um município da região Norte do Brasil (Palmas, estado Tocantins; população: 1,497 milhões; área: 277.621km<sup>2</sup> (IBGE,2018)) pensam sobre a comparação de custos de construção entre o sistema convencional e o SCI. Quinze profissionais entre eles engenheiros e construtores foram questionados por meio de entrevistas construídas segundo a técnica do Modelo de Registro de Discurso Padronizado e, para a análise qualitativa, todo o material coletado foi analisado segundo um conjunto de técnicas amplamente aplicáveis denominado Análise de Conteúdo.

Os critérios de seleção da amostra baseiam-se em seu papel na indústria da construção como amostragem intencional. Alguns deles foram representantes de fornecedores, consultores e também empreiteiros com experiência no setor da construção civil de aproximadamente mais de 5 anos. Portanto, os dados coletados são certamente relevantes para o objetivo desta pesquisa.

O projeto selecionado para esse trabalho representa um projeto de incorporação de um condomínio (260 unidades). O condomínio é composto basicamente por 3 blocos de unidades habitacionais, que são os blocos 5, 6 e 7. Esses 3 blocos serão construídos em 11 níveis de altura que localizam 88 unidades de área residencial, uma área de estacionamento no nível do solo e 2 andares para equipamentos mecânicos e elétricos.

Já para o bloco 7, o número de área residencial que será construída é de 84 unidades. Outras instalações compiladas são uma unidade de posto de guarda, duas quadras de jogos, playground e uma unidade de área de disposição.

Com base no contrato documental deste projeto, o tipo de contrato que está sendo utilizado inicialmente é o tipo tradicional / convencional. Inicialmente, o custo total proposto pelo empreiteiro para este projeto em particular foi estimado em cerca de R\$ 25.301.911,54 e o documento do concurso foi tratado como uma Planilha de Quantidades.

Então, por causa dos aumentos de certos materiais de construção como barras de aço e BRC, concreto armado e também areias para gesso, reboco e concretagem, o novo custo revisado da licitação foi licitado para um novo valor R\$ 25.999.709,02. Mas, uma vez que o custo da proposta revisado era bastante alto, o cliente pediu ao empreiteiro que reduzisse o custo da proposta para um valor revisado inferior. Assim, novas revisões de custeio têm sido feitas no intuito de alterar todas essas circunstâncias, o que poderia canalizar o contratante a propor um preço mais econômico.

Depois de algumas discussões entre os organizadores, decidiram enviar o valor proposto em uma nova soma revisada de R\$ 25.799.709,02. Este montante está sujeito aos termos e condições do documento do concurso, no qual o concurso se baseia.

Para este novo preço do concurso revisto, o âmbito das obras deve ser demarcado em termos de obras de construção (unidade de habitação) devem ser construídas utilizando o método do sistema de cofragem (SCI) enquanto as outras obras de construção ainda se baseiam no método convencional.

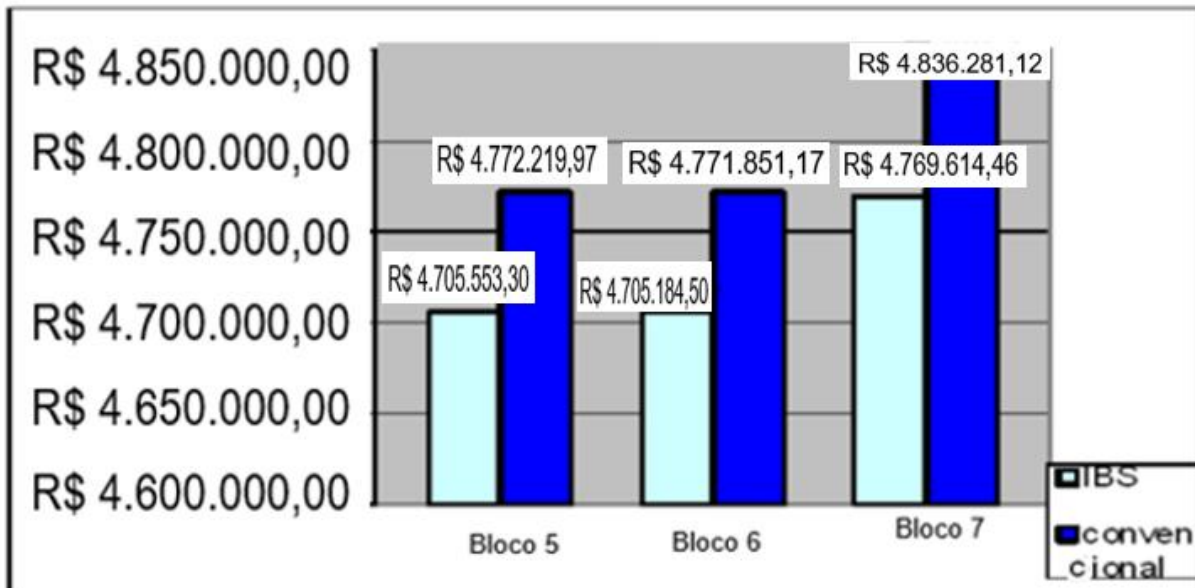
E como no novo documento de licitação, será tratado como um montante fixo em relação aos desenhos SCI propostos e o tipo de contrato é alterado para o conceito de projeto e construção. O Cliente aceitou este novo valor, portanto, um documento oficial do contrato é feito para a explicação desse novo custo revisado do contrato.

O objetivo principal deste trabalho é basicamente comparar as diferenças em termos de custo de construção entre estes 2 sistemas, que são o sistema convencional / tradicional e o SCI (sistema de fôrmas). Em outras palavras, este estudo de caso deve considerar um estudo sobre a comparação de custos desses 3 blocos de condomínio. Para o sistema convencional, a estimativa é baseada na condição da lista de quantidade, enquanto para o SCI é tratada como um montante fixo em relação aos desenhos do concurso. Os custos que serão apresentados são significados de acordo com os elementos do edifício que já estão sendo finalizados na seção de análise.

Conforme ilustrado na Figura 3, o custo de construção do bloco 5 (unidade residencial) para SCI é R\$ 4.705.553,30, enquanto para o sistema convencional é R\$ 4.772.219,97. Para o bloco 6, o custo é R\$ 4.705.184,50 para SCI e R\$ 4.771.851,17 para o sistema convencional. Enquanto para o

bloco 7, o custo do SCI é de cerca de R\$ 4.769.614,46 e o sistema convencional é avaliado em cerca de R\$ 4.836.281,12.

Figura 3: Comparação de custos para cada bloco entre o sistema convencional e o SCI (unidade de habitação)

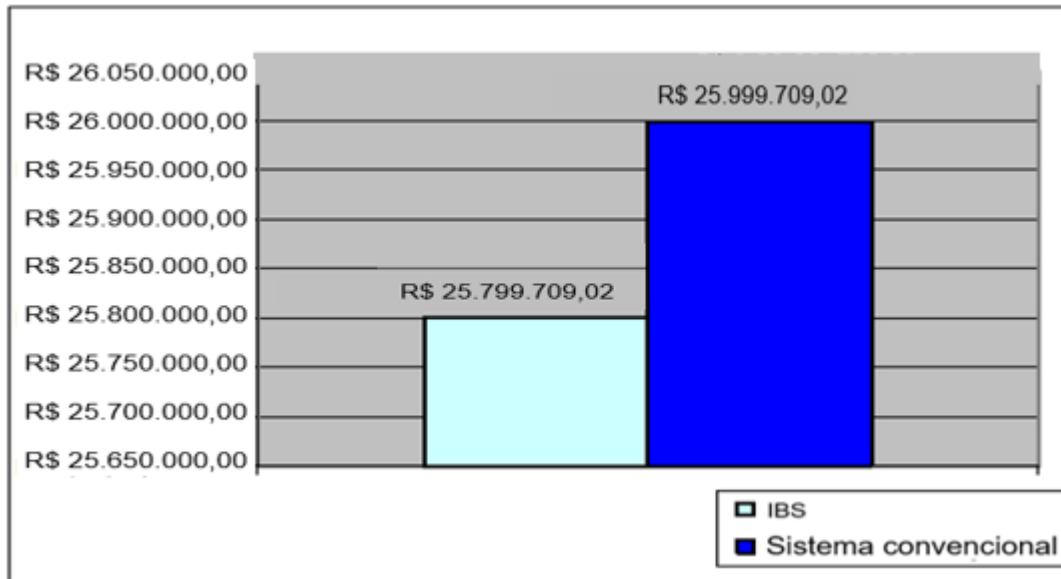


FONTE. Os autores (2020)

Assim, a Figura 3 aparentemente, mostra que o custo de construção da unidade de habitação para cada bloco é mais barato usando o SCI em comparação com o sistema convencional. A diferença de custo para ambos os sistemas é de cerca de R\$ 66. 666,67.

Na Figura 4, mostra que o custo geral de construção para sistema convencional é R\$ 25.999.709,02 enquanto o custo para SCI é R\$ 25.799.709,02. Então pode ser concluir que o custo de construção usando método de sistema é mais elevado do que usar o SCI. A diferença de custo é de R\$ 200.000,00.

Figura 4: A diferença de custo de construção entre os dois sistemas.



FONTE. Os autores (2020)

#### 4.1 AS VANTAGENS DO SCI EM COMPARAÇÃO COM O MÉTODO DE CONSTRUÇÃO CONVENCIONAL INDICADAS PELOS ENTREVISTADOS

A partir das entrevistas que foram realizadas, surgiram muitas respostas que mostram diferentes opiniões a respeito desta pesquisa. E aquelas opiniões que foram indicadas pelos entrevistados realmente com base em seu sistema de construção preferido. As vantagens são:

- A leveza do sistema geralmente evita a necessidade de reforçar ou ajustar o edifício existente. Portanto, o sistema de construção é adequado para construção no topo.
- Adequado para qualquer projeto arquitetônico e layout.
- Reduz a necessidade de mão de obra no canteiro de obras.
- O trabalho de estuque pode ser desprezado, uma vez que as juntas entre dois elementos podem ser facilmente preenchidas com gesso e camada superficial com tinta, papel de parede ou gesso.
- Adequado para intempéries.
- Como escoramento para operações de fôrma e posteriormente como andaime de trabalho para montagem do telhado, todas as tarefas de andaime podem ser realizadas de forma econômica com um único sistema.
- Equipamento de sistema adaptável e barato para paredes, colunas e lajes.
- O ângulo final do batente é ideal para intersecções e cantos de cofragem de viga e ramificação de viga. As vigas até 60 cm de altura podem ser fechadas sem ancoragem.
- Pode apontar para uma plataforma de trabalho segura, um acesso seguro e o uso de paletes aumentam a produção do pessoal.



- Permite que as alterações ou renovações sejam realizadas de forma adequada com o mínimo de restrições.
- A fundição de todos os painéis é realizada no local. O canteiro de obras está arrumado com o mínimo de entulho criado durante o período de construção.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Da pesquisa acima, pode-se concluir que o sistema convencional ainda é o principal sistema que frequentemente usado na indústria de construção do Brasil. A principal razão pela qual todos os contratantes preferiram este sistema porque o sistema pode adaptar qualquer tipo de projeto de construção. Uma vez que o sistema convencional é frequentemente usado para a maioria dos projetos neste país, portanto, o conhecimento e as experiências em relação ao sistema são bastante amplos em comparação com SCI. O sistema convencional também exigia uma grande quantidade de mão de obra necessário para o sistema que indiretamente contribui para um aumento do custo de construção para um determinado projeto.

Quanto à análise do estudo acima, o custo do SCI para habitação unidade de cada bloco é inferior ao custo do convencional sistema. Isso ocorre porque, ao utilizar a cofragem aprimorada, a construção de um prédio alto pode ser feita facilmente e mais rápido.

Os benefícios do IBS estão bem documentados. No entanto, o ritmo na implementação de IBS na indústria de construção no Brasil parece ser mais lenta do que o esperado. Com base na revisão da literatura, as vantagens dariam valores para a aplicação do IBS em vez das barreiras. Essas barreiras são devido a percepções negativas que podem ser superadas com o apoio do governo bem como a própria indústria. IBS é, sem dúvida, adequado para funções de construção que requerem produção em massa, como habitação. A construção fora do local e rápida esquadrias, portanto isso pode ser aplicado aos projetos que possuem cofragem típicos, que precisam de soluções de design mais padronizadas e uniformes. Além disso, o IBS precisa ser continuamente melhorado no que diz respeito à qualidade, produtividade, trabalho, segurança, e invenção de pesquisa.

Por outro lado, as universidades que possuem o corpo docente de Meio Ambiente, por exemplo, Arquitetura, Engenharia Estrutural e Civil Engenharia, deve enfatizar e promover a conscientização e o conhecimento de Sistema de Edifícios Industrializados (SCI). Isso reduziria as percepções negativas do IBS e, posteriormente, aumentar a vontade de adotar o SCI na indústria da construção.

Assim, o SCI que está sendo selecionado para a construção pode ainda ser dito o sistema mais adequado para um edifício padrão uma vez que o sistema poderia fornecer uma construção geral mais barata custo do projeto. Isso ocorre porque pode reduzir a quantidade de obras de construção desde que

o sistema seja adequado quando trata-se de uma construção de unidades repetitivas ou espelhadas em grandes número.

### REFERÊNCIAS

Andres, C.K., e Smith, R.C., (2018) **Principais práticas de Construção pesada**, 5ª edição Nova York: Prentice Hall.

Al-Khaiat, H., e Qaddumi, N., (2017) **Uso de sistemas de construção pré-fabricados em projetos de habitação**. vol. 13 (3), pg. 243-250

Azman, M.N.A., Ahmad, M.S.S., 2015. **Um qualitativo estudo de plantas pré-fabricadas no Brasil**. Betão Diário. 86, pp. 47-58.

Badir, Y.F., Kadir, M.R.A e Ali, A.A.A (2018). **Teoria de Classificação dos Sistemas Construtivos**. IJM, JURUTERA, outubro, pg.50-56

BARDIN, L. (1977): **Análise de Conteúdo**. Lisboa: Edições 70.

BATISTA, Eraldo Carlos. MATOS, Luís Alberto Lourenço. NASCIMENTO, Alessandra Bertasi. **A entrevista como técnica de investigação na pesquisa qualitativa**. Revista Interdisciplinar Científica Aplicada, Blumenau, v.11, n.3, p.23-38, TRI III 2017. ISSN 1980-7031

CIDB (2000) **Manual de Avaliação de Edifícios Industrializados**, Ed. 1

CIDB (2003) **Manual de Avaliação de Edifícios Industrializados**, Ed. 2

CIDB, 2010. Implementação da Política SCI no Brasil: **A cronologia dos eventos**. SCI DIgest.

ELO, S., & Kyngäs, H. : **“O processo de análise de conteúdo qualitativo”**. Journal of Advanced Nursing, vol. 62 (2008), nº 1, pp. 107-115.

IBGE. Censo de 2018. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2018/default.shtm>>. Acesso em: 15 junho.2020.

JUNIOR. C.J.P.. **Edifícios de pequeno porte contraventados com perfis de chapa fina de aço**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio de Janeiro 2010.

Kumarasivam, K., (2016). **Rumo à industrialização na indústria da construção**. processo de um Workshop regional UNESCO / FIESEAP na UPM. pg.65

Lessing.J. **Construção civil industrializada -conceito e processos [dissertação]**. Departamento de Ciências da Construção: Instituto de Tecnologia Universidade de Campinas, UNICAMP. Campinas, 2010.

MATTOS, A. D. **Planejamento e Controle de Obras**. 1. ed. São Paulo: PINI, 2010.

MOLINA, J.C; CALIL JUNIOR, C. Sistema construtivo em *wood frame* para casas de madeira. **Semina: Ciências exatas e tecnológicas**, londrina, v.31, n.2, p.143-156, jul./dez.2010

PIRES, DANIEL. **Aplicação de Técnicas de Controle e Planejamento em Edificações**. Minas Gerais: UFMG, 2014.

SCARIOT, I.Z. **Implementação de um processo de planejamento e controle da produção em uma obra residencial**. Florianópolis, UFSC, 2016.

TOMO, F. C. **Critérios para projeto de edifícios com paredes portantes de concreto pré-moldado**. 2013. 117 f. Tese (Mestrado em Engenharia Civil) - Departamento de Engenharia de Estruturas, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2013.

VALERIANO, D. L. **Gerenciamento estratégico e administração por projetos**. São Paulo: Makron, 2001.

VIEIRA, RAFAEL MUNIZ. **Incorporação de empreendimentos multiresidenciais a preço de custo**. Rio de Janeiro: POLI/UFRJ, 2015.

WENDLER A. **Sistema Construtivo Parede de Concreto: Um sistema com bom desempenho**. In: Concrete Show, 2009. São Paulo.

WENDLER, A. **Balanço sobre os sistemas de alvenaria estrutural e paredes de concreto**: entrevista. São Paulo: Técnica, ed.205, p.10-16, abr., 2014. Entrevista concedida a Luciana Tamaki.