

## Artigo Técnico

# Utilização de *checklist* estruturado para seleção de sistemas construtivos industrializados em empreendimentos logísticos.

*Using structured checklist for the selection of industrialized construction systems in logistics projects.*

Gabriella Rodrigues Santana<sup>a\*</sup>, Sandra Haruna Hashizume<sup>b</sup>, Hylton Olivieri<sup>c</sup>

<sup>a</sup> Mestrado em Habitação, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A., São Paulo-SP, Brasil.

<sup>b</sup> Docente do Mestrado Profissional em Habitação: Planejamento e gestão de projetos, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo SA., São Paulo-SP, Brasil.

<sup>c</sup> Docente do Mestrado Profissional em Habitação: Planejamento e gestão de projetos, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo SA., São Paulo-SP, Brasil

\*e-mail: gabriellarsantana@hotmail.com

Palavras-chave: sistema construtivo; seleção tecnológica; planejamento; *checklist*.

*Keywords: construction system; technological selection; planning; checklist.*

## Resumo

Na busca pela evolução da construção civil brasileira rumo a um cenário competitivo, a comunidade técnica e científica vem se deparando com a necessidade de obras que utilizem recursos de forma eficiente e que atendam as normas técnicas. Neste aspecto, os sistemas industrializados ganham destaque. O objetivo deste trabalho é identificar os requisitos que influenciam o processo de escolha de um sistema construtivo e propor um *checklist*, que auxilie o responsável por essa definição a escolher qual solução técnica se adequa ao seu cenário. Para a verificação dos requisitos, foram realizadas entrevistas com profissionais atuantes no mercado da construção civil, especializados em construções que utilizam sistemas industrializados. O *checklist* foi aplicado a um estudo de caso de um centro logístico de galpões industriais, executado em sistema pré-moldado de concreto. Os resultados obtidos demonstram que o *checklist*, além de ter preenchimento rápido, permite a identificação das interferências e impactos que o sistema construtivo escolhido possa ter no empreendimento em análise, auxiliando o responsável técnico a selecionar a melhor solução para o projeto ainda na etapa de concepção.

## Abstract

*In the search for the evolution of Brazilian civil construction towards a competitive scenario, the technical and scientific community has been faced with the need for works that use resources efficiently and that meet technical standards. In this respect, industrialized systems gain prominence. The objective of this work is to identify the requirements that influence the process of choosing a constructive system and to propose a checklist, which helps the person responsible for this definition to choose which technical solution fits their scenario. To verify the requirements, interviews were conducted with professionals working in the civil construction market, specialized in constructions that use the industrialized systems. The checklist was applied to a case study of a logistics center of industrial warehouses, executed with precast concrete. The results show that the checklist, in addition to being quick to complete, allows the identification of interferences and impacts that the chosen construction system may have on the project under analysis, helping the technical manager to select the best solution for the project still in the conception stage.*

## 1 Introdução

A construção civil necessita da implementação de novas tecnologias que sejam capazes de suprir as atuais deficiências em relação aos aspectos de produtividade e mão de obra (HANDA; FONTANINI, 2019). No Brasil, de forma geral, ainda predominam os processos artesanais, com excesso de atividades manuais (VIVAN, 2016), que impactam fatores como produtividade e prazos do produto acabado. Por outro lado, nos últimos anos diversas iniciativas vêm sendo implementadas por construtores e incorporadores com o intuito de mudar este cenário.

Neste sentido, uma das soluções adotadas é a industrialização dos processos, com aumento na capacidade produtiva e deslocamento de boa parte dos processos artesanais para a fábrica (LINNER; BOCK, 2012). Esse processo de industrialização pode ser encontrado em sistemas estruturais, como por exemplo o pré-moldado de concreto e o steel frame, que adotam, em sua concepção, materiais pré-fabricados, métodos ágeis de montagem com modulações ou painéis, além da baixa geração de resíduos de obras (KOSINSKI; CAMARGO; CAPRARO, 2016). Exemplo de aplicação destes sistemas são apresentados na **FIGURA 1**.

**Figura 1 – Sistemas Construtivos industrializados**



Fonte: elaborado pelos autores (2023).

Dentre as principais características dos sistemas industrializados, pode-se destacar a redução dos prazos de construções (KOSINSKI; CAMARGO; CAPRARO, 2016), diminuição da quantidade de mão de obra alocada no canteiro de obras (OLIVIERI *et al.*, 2017), aumento dos aspectos de qualidade do produto, maior eficiência na utilização de recursos (OLIVIERI *et al.*, 2017), necessidade de equipamentos com maior capacidade de carga nos canteiros, potencial aumento nos custos (BERNARDES *et al.*, 2012)

e necessidade de definições antecipadas na fase de concepção dos projetos, que devem ser gerados incorporando a utilização destes sistemas.

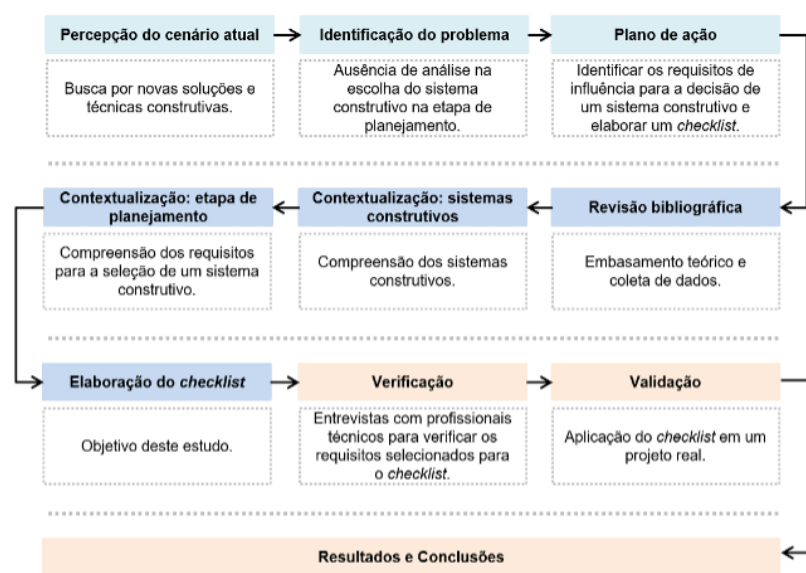
Entretanto, a utilização de sistemas construtivos industrializados ainda encontra barreiras por parte de usuários e construtores, causadas dentre outras pela falta de preparo e de conhecimento técnico de parte dos profissionais atuantes no mercado da construção civil (HANDA; FONTANINI, 2019). Como exemplo, uma barreira comum é a falta de critérios, parâmetros e ferramentas que possam auxiliar os profissionais do setor no processo de decisão em relação à qual sistema utilizar.

O objetivo deste trabalho é identificar os fatores que influenciam o processo de seleção tecnológica de um sistema construtivo para o desenvolvimento de um empreendimento logístico e propor um *checklist* que auxilie os responsáveis por essa decisão, durante a etapa de concepção.

## 2 Procedimento metodológico

O estudo consiste em um método de pesquisa qualitativa, com embasamento em estudos e artigos técnicos a respeito da temática desta pesquisa, além da aplicação de entrevistas e de um estudo de caso. O estudo foi dividido em 10 etapas, conforme ilustrado na FIGURA 2.

Figura 2 – Método de pesquisa.



Fonte: elaborado pelos autores (2023).

Diversos trabalhos abordam roteiros para implementação de novas tecnologias no mercado de construção civil (BARBOSA, 2023; SOUZA, 2003). Entretanto, um dos principais problemas identificados é a falta de critérios e requisitos estabelecidos que sirvam de suporte para o processo de decisão em relação ao sistema construtivo industrializado a ser utilizado em determinado empreendimento. Em busca de compreender o processo que precede a escolha de um sistema construtivo, o plano de ação foi identificar estes requisitos e elaborar um documento, denominado *checklist*, para auxiliar o profissional durante o processo de decisão.

Com a revisão bibliográfica, foi possível identificar os requisitos que influenciam na tomada de decisão por um sistema construtivo durante a etapa de concepção e com esses dados elaborou-se um *checklist* para auxiliar o profissional responsável por essa definição.

Para a verificação dos requisitos, foram realizadas entrevistas com profissionais especializados em sistemas construtivos industrializados. Para a validação, optou-se pela escolha do Light Steel Frame (LSF), por ser um sistema consolidado e utilizado em canteiros de obras de forma recorrente. Em relação às entrevistas, foi elaborado um roteiro fundamentado pela revisão bibliográfica, com 19 questões dissertativas que tinham por objetivo identificar se os requisitos aplicados ao *checklist* são, de fato, necessários. Dessa forma, as entrevistas endossam, ou não, o que a teoria já havia apresentado.

Nota: as entrevistas foram realizadas entre maio/2021 à dezembro/2021, período em que a norma ABNT NBR 16970 estava em desenvolvimento, com publicação oficial em maio/2022.

Para a escolha dos entrevistados, adotou-se a premissa que deveriam ter capacidade para debater tecnicamente os questionamentos, estar ativos no mercado da construção civil e trabalhar diretamente com o sistema LSF por no mínimo 10 anos.

Por fim, o *checklist* foi aplicado a um estudo de caso, um projeto em execução pela construtora onde um dos autores trabalha, com acesso a todos os dados pertinentes ao preenchimento do *checklist*. O objetivo foi validar sua utilização, e verificar a necessidade de algum ajuste para refinar e manter cada vez mais assertiva a análise para auxiliar o responsável técnico a tomar a decisão quanto ao uso de um sistema construtivo industrializado em um projeto novo.

### 3 Requisitos influenciadores para análise e escolha de um sistema construtivo

Por meio da etapa de revisão bibliográfica, foram identificados inicialmente onze requisitos, a serem analisados durante o processo de definição de um sistema construtivo industrializado, sendo:

- i. **Localização do projeto** (ARAUJO; JUNIOR, 2017): identificação dentro das cinco regiões do território nacional (norte, nordeste, centro-oeste, sudeste e sul), especificação da zona (rural, urbana e litorânea) e especificação da cidade.
- ii. **Terreno** (VIVAN, 2011): configuração do terreno (plano, aclive e declive) e tipo de solo (mole e duro).
- iii. **Clima regional** (CORTEZ *et al.*, 2017): classificação da agressividade ambiental (fraca, moderada, forte, muito forte) e a tendência do clima (quente, frio, chuvoso, úmido e seco).
- iv. **Tipologia** (CBCA, 2021): definição do principal uso da edificação: residencial, comercial e industrial.
- v. **Pavimentos** (SINAT, 2016): número total de pavimentos desde a fundação até os pavimentos técnicos.
- vi. **Impacto ambiental** (OLIVIERI *et al.*, 2017): volume de resíduos e recursos utilizados;
- vii. **Prazo** (ABDI, 2015): número total de meses necessário para a execução do projeto.
- viii. **Custo global** (SOUZA, 2014): valor estimado para a execução da obra.
- ix. **Material** (HANDA; FONTANINI, 2019): identificar se a localização dos fornecedores do sistema escolhido atende a região do projeto e conseqüentemente em caso de maiores deslocamentos, identificar a facilidade quanto a logística do transporte dos elementos.

- x. **Mão de obra** (INACIO; KAWAMOTO; GOMIDES, 2015): identificar a disponibilidade de equipe local e em caso negativo, avaliar a logística quanto ao deslocamento de equipes externas. Além das considerações citadas, verificar a existência de treinamentos para capacitação dos profissionais.
- xi. **Norma** (CALDAS; RODRIGUES, 2016): identificação de norma específica nacional e/ou diretrizes.

Após a identificação dos onze requisitos, foi realizada a etapa de entrevistas, onde foi constatada a necessidade de se acrescentar mais cinco requisitos, sendo: i) padrão de acabamento especificado pelo cliente; ii) especificações de projetos quanto a flexibilidade, cargas e vãos; iii) capital disponível para desembolso inicial; iv) necessidade de atender os requisitos das instituições financeiras para acionar financiamentos e v) manutenção e suas garantias pós-obra. O resumo dos dados obtidos nas entrevistas, estruturado em dezesseis requisitos, é apresentado na **FIGURA 3**.

**Figura 3 – Resumo das entrevistas.**

		PROFISSIONAL				
		A	B	C	D	E
<b>Formação</b>		Engenheiro civil	Engenheiro civil + químico	Engenheiro civil	Técnico elétrica e mecânica	Arquiteto e técnico em edificações
<b>Tempo experiência profissional</b>		Mais de 40 anos	31 anos	35 anos	Aproximadamente 10 anos	27 anos
<b>Ramo da atual empresa</b>		Consultoria e perícia	Fábrica - Tintas e revestimentos	Instituições de ensino	Fornecedor e fabricante	Construtora
<b>Cargo</b>		Consultora e perita	Fundador	Gerente de projetos e planejamento	Sócio	Fundador
<b>1. Localização do projeto</b>	-	Impacta	Não Impacta	Impacta	Não impacta	Não impacta
<b>2. Terreno</b>	-	Impacta	Não citado	Não citado	Impacta	Impacta
<b>3. Clima Regional</b>	-	Impacta	Impacta	Não citado	Não citado	Impacta
<b>4. Tipologia</b>	Residencial	Sem restrição	Alto padrão	Sem restrição	Acima de 400m <sup>2</sup>	Sem restrição
	Comercial	Sem restrição	Sem restrição	Sem restrição	Sem restrição	Sem restrição
<b>5. Pavimentos</b>	-	Impacta	Impacta	Impacta	Impacta	Não impacta
<b>6. Impacto Ambiental</b>	Consumo de água	Baixo	Não citado	Não citado	Baixo	Baixo
	Resíduos	Baixo	Não citado	Não citado	Baixo	Baixo
<b>7. Prazo</b>	-	Curto	Curto	Curto	Curto	Curto
<b>8. Custo global</b>	-	Alto	Médio	Alto	Alto	Alto
<b>9. Material</b>	Logística / Transporte	Difícil	Fácil	Fácil	Fácil	Fácil
	Fornecedor	Longe	Todas regiões	Fácil	Difícil	Fácil
<b>10. Mão-de-obra</b>	Disponibilidade	Fácil	Difícil	Difícil	Difícil	Difícil
	Capacitação / Treinamentos	Difícil de encontrar	Difícil de encontrar	Difícil de encontrar	Fornecedores / fabricantes	Fornecedores / fabricantes
<b>11. Norma</b>	Relevância	Média	Alta	Alta	Baixa	Média
	Alternativa	Norma estrangeira	Manual fabricantes / fornecedores	DA Tec	Manual fabricantes / fornecedores	Manual fabricantes / fornecedores
<b>12. Padrão Cliente</b>	-	Impacta	Impacta	Impacta	Impacta	Impacta
<b>13. Projeto</b>	-	Sem restrição	Não citado	Sem restrição	Sem restrição	Sem restrição
<b>14. Desembolso</b>	-	Alto	Não citado	Alto	Não citado	Alto
<b>15. Financiamento</b>	-	Difícil	Não citado	Difícil	Não citado	Difícil
<b>16. Manutenção</b>	Grau de dificuldade	Baixo	Baixo	Não citado	Não citado	Baixo

Fonte: elaborado pelos autores (2024).

Em relação ao padrão, para efeitos deste trabalho, adotamos a nomenclatura utilizada pelo Núcleo de *Real Estate* da Poli (NRE-POLI, 2023), que classifica os empreendimentos logísticos em quatro categorias, considerando o ponto de vista dos usuários e de acordo com os principais atributos prediais: AAA, A, B e C, sendo que AAA é o topo da escala, com empreendimentos de mais alta qualidade e o C de qualidade construtiva mínima e muito vulneráveis.

## 4 Elaboração do Checklist

Com base nos dezesseis requisitos identificados, foi elaborado um *checklist*, conforme FIGURA 4, para ser preenchido e analisado ainda na etapa de concepção de um projeto durante a seleção de um sistema construtivo.

Figura 4 – Checklist – Base.

CHECKLIST							
Sistema construtivo a ser avaliado							
Requisitos		Impacto do Requisito			Características	Auxiliar - Características	Verificação Sistema Construtivo
		Baixo	Médio	Alto			
PROJETO	1. Localização do projeto	1.1 Região				Norte, Nordeste, Centro-oeste, Sudeste e Sul	
		1.2 Zona				Rural, Urbana e Litorânea	
		1.3 Cidade				Nome da cidade	
	2. Terreno	2.1 Configuração do terreno				Plano / Active / Declive	
		2.2 Tipo de solo				Mole / Duro	
	3. Clima regional	3.1 Agressividade ambiental				Fraca, Moderada, Forte e Muito Forte	
		3.2 Clima				Quente / Frio / Chuvoso / Úmido / Seco	
	4. Padrão	4.1 Categoria				AAA / A / B / C	
	5. Tipologia	5.1 Uso destinado ao empreendimento				Residencial / Comercial / Industrial	
	6. Projeto	6.1 Especificações				Vãos livres grandes / Aberturas grandes / Alta sobrecarga	
		6.2 Flexibilidade				Design diferenciado / Possibilidade de modificações	
	7. Pavimentos	7.1 Número de pavimentos				Total de pavimentos	
8. Impacto ambiental	8.1 Expectativa de geração de resíduos em obra				Alto / Baixo		
	8.2 Impacto físico				Alto / Médio / Baixo		
9. Prazo	9.1 Prazo de execução de obra				Total de meses		
10. Custo global	10.1 Estimativa de custo				Valor estimado para a obra		
11. Desembolso	11.1 Fluxo de caixa				Pico no início / Contínuo / Pico no fim		
12. Financiamento	12.1 Necessidade de financiamento				Sim / Não		
SIST. CONSTRUTIVO	13. Material	13.1 Disponibilidade				Localização dos fornecedores	
		13.2 Logística				Facilidade em transporte	
	14. Mão de obra	14.1 Disponibilidade				Equipe local	
		14.2 Logística				Deslocamento de equipe	
		14.3 Capacitação / Treinamentos				Existência de treinamentos	
	15. Norma	15.1 Existência de norma específica nacional				-	
		15.2 Existência de diretrizes				-	
	16. Manutenção	16.1 Manutenção - garantia				-	

Fonte: elaborado pelos autores (2024).

O *checklist* é composto por quatro colunas principais: “Impacto do requisito”, “Características”, “Auxiliar - Características” e “Verificação - Sistema construtivo”, porém apenas a “Auxiliar - Características” não será preenchida durante o processo, pois ela é parte da base do documento.

No *checklist*, a coluna “Impacto do requisito” e “Características” é única para cada empreendimento, já a coluna “Verificação - Sistema construtivo” varia conforme o sistema em estudo para o projeto apresentado. Logo, para um mesmo projeto, o responsável técnico terá um *checklist* em cada opção de sistema escolhido, para compará-los e posteriormente tomar a decisão adequada ao cenário exposto.

Primeiramente, será preenchida a coluna com a definição (baixo, médio e alto) do impacto de cada requisito conforme a opinião e experiência do profissional ou do grupo responsável pelo planejamento de um projeto.

Em seguida, será preenchida a coluna “características”, que representa os dados do cenário escolhido durante a etapa de concepção. Com o objetivo de limitar as possibilidades e auxiliar na análise, a coluna denominada “Auxiliar - Características”, é a base para que o profissional preencha as características do projeto dentro de um universo de respostas específicas e suficientes para a análise adequada de cada produto.

Por fim, é preenchida a coluna da verificação do sistema construtivo em relação a cada requisito. Essa verificação será preenchida com apenas duas opções, “atende” e “não atende” que significam respectivamente, quando o sistema escolhido atende as características do projeto preenchidas anteriormente e quando não atende.

Os requisitos são avaliados de forma individual, como se cada um fosse o principal catalisador da decisão para a escolha do sistema estrutural na etapa de concepção.

## 5. Validação – Estudo de caso

A validação do *checklist* ocorreu por meio de sua aplicação em um estudo de caso, conforme ilustrado na **FIGURA 5**. O projeto escolhido trata-se de um complexo logístico com dois galpões industriais (composto por 37 módulos) e um prédio administrativo comum a todos.

Figura 5 – Ilustração do estudo de caso – Complexo logístico.



Fonte: autores (2023).

Para compreensão do cenário e do tipo de empreendimento analisado, seguem os dados:

- Terreno = 110.095m<sup>2</sup>;
- Área construída = 64.861m<sup>2</sup>;
- 37 módulos com tamanhos entre 1.141m<sup>2</sup> até 2.831m<sup>2</sup> por módulo;
- Cada módulo contém dois pavimentos, térreo e mezanino.
- Docas para carga e descarga de carretas e caminhões;
- Pé direito: 12m;
- Piso de alta resistência: 6 ton;
- 2 Portarias;
- Prédio administrativo: restaurante, auditório, áreas de convivência, ambulatório, escritório;
- Estacionamento: 126 vagas para carretas e caminhões (carga e descarga), 532 vagas de veículos regulares, 360 para bicicletas, 110 de motos, 29 vagas de idosos e 12 para PNE.

Para este projeto o sistema construtivo industrializado avaliado é o pré-moldado de concreto, presente na estrutura e no fechamento da edificação, que já foi utilizado pela construtora em outros empreendimentos com resultados positivos, sendo tecnicamente conhecido pelos envolvidos.

Para o preenchimento do *checklist*, as construções dos anexos não foram analisadas, pois não interferem no funcionamento dos galpões visto que a entrega do empreendimento é parcial, portanto, o foco está na execução dos módulos que serão para fins de locação.

O *checklist* foi apresentado ao arquiteto responsável pelo projeto desse empreendimento e seu preenchimento, conforme **FIGURA 6**, foi acompanhado pela autora para observar quais seriam as possíveis dificuldades durante este processo. Os resultados foram analisados e discutidos por ambos.

**Figura 5 - Ilustração do estudo de caso - Complexo logístico.**

CHECKLIST								
Sistema construtivo a ser avaliado		Pré-moldado de concreto						
Requisitos	Impacto do Requisito	Impacto do Requisito			Características	Auxiliar - Características	Verificação Sistema Construtivo	
		Baixo	Médio	Alto				
PROJETO	1. Localização do projeto	1.1 Região				Sudeste	Norte, Nordeste, Centro-oeste, Sudeste e Sul	Atende
		1.2 Zona				Urbana	Rural, Urbana e Litorânea	Atende
		1.3 Cidade				Santo André	Nome da cidade	Atende
	2. Terreno	2.1 Configuração do terreno				Aclive	Plano / Aclive / Declive	Atende
		2.2 Tipo de solo				Duro	Mole / Duro	Atende
	3. Clima regional	3.1 Agressividade ambiental				Moderada	Fraca, Moderada, Forte e Muito Forte	Atende
		3.2 Clima				Quente / Úmido	Quente / Frio / Chuvoso / Úmido / Seco	Atende
	4. Padrão	4.1 Categoria				AAA	AAA / A / B / C	Atende
	5. Tipologia	5.1 Uso destinado ao empreendimento				Industrial	Residencial / Comercial / Industrial	Atende
	6. Projeto	6.1 Especificações				Vãos livres grandes / Alta sobrecarga	Vãos livres grandes / Aberturas grandes / Alta sobrecarga	Atende
		6.2 Flexibilidade				Possibilidade de modificações	Design diferenciado / Possibilidade de modificações	Não atende
	7. Pavimentos	7.1 Número de pavimentos				2	Total de pavimentos	Atende
	8. Impacto ambiental	8.1 Expectativa de geração de resíduos em obra				Baixo	Alto / Baixo	Atende
		8.2 Impacto físico				Alto	Alto / Médio / Baixo	Atende
	9. Prazo	9.1 Prazo de execução de obra				25	Total de meses	Atende
	10. Custo global	10.1 Estimativa de custo				R\$ 200.000.000,00	Valor estimado para a obra	Atende
11. Desembolso	11.1 Fluxo de caixa				Contínuo	Pico no início / Contínuo / Pico no fim	Não atende	
12. Financiamento	12.1 Necessidade de financiamento				Não	Sim / Não	Atende	
SIST. CONSTRUTIVO	13. Material	13.1 Disponibilidade				-	Localização dos fornecedores	Atende
		13.2 Logística				-	Facilidade em transporte	Atende
	14. Mão de obra	14.1 Disponibilidade				-	Equipe local	Atende
		14.2 Logística				-	Deslocamento de equipe	Atende
		14.3 Capacitação / Treinamentos				-	Existência de treinamentos	Atende
	15. Norma	15.1 Existência de norma específica nacional				-	-	Atende
		15.2 Existência de diretrizes				-	-	Atende
	16. Manutenção	16.1 Manutenção - garantia				-	-	Atende

\*Atende a ABNT NBR 15 575.

Fonte: elaborado pelos autores (2024).

Com todo o *checklist* preenchido, foi feita a análise final para concluir se o pré-moldado seria uma das soluções viáveis para as expectativas do projeto.

Para este estudo de caso, os requisitos “flexibilidade” e “desembolso” não atenderam a verificação e ambos foram classificados como médio impacto pelo arquiteto responsável pelo projeto. Mesmo com a complexidade na execução, a flexibilidade ainda é uma possibilidade desde que dentro de uma modulação estrutural que para esta tipologia de obra é relativamente grande. Quanto ao desembolso, se identificado ainda nesta etapa de concepção, permite programação reduzindo a tendência a eventuais surpresas.

Segue considerações do arquiteto quanto aos requisitos que não atenderam:

**Requisito:** Projeto – Flexibilidade. Consideração: *“Para este tipo de projeto é interessante a possibilidade de modificações, porém o pré-moldado não permite essas alterações depois de executado. Em contrapartida, é possível realizar estruturas com grandes vãos e conseqüentemente o interior fica livre para ser realizado com outros materiais que permitam essa flexibilidade”.*

**Requisito:** Desembolso – Fluxo de caixa. Consideração: *“Com a utilização do pré-moldado de concreto, a empresa fornecedora deste sistema necessita de uma verba inicial para seguir com a produção dos elementos em fábrica, portanto o fluxo de caixa tende a ter um pico de desembolso logo no início da execução”.*

Para este empreendimento, concluiu-se que o pré-moldado é uma escolha viável e para chegar a esta definição, os requisitos de alto impacto como: pavimentos, prazo, material e mão de obra foram atendidos sem ressalvas.

No período de estudo, o principal requisito para a definição do sistema construtivo, de acordo com o arquiteto que estava presente, foi a velocidade de construção que o pré-moldado permite. Este empreendimento é para fins de locação dos galpões, portanto, para a construtora, quanto antes realizar a entrega para os locatários, mais rápido o retorno financeiro do investimento despendido para esta construção.

Em relação ao *checklist*, o arquiteto ressaltou a facilidade e velocidade para o preenchimento completo e também citou os requisitos “configuração do terreno” e “fluxo de caixa” que não foram lembrados no período do estudo deste empreendimento, porém, posteriormente tiveram impacto considerável na execução do projeto e provavelmente, estes impactos seriam reduzidos se discutidos na fase de concepção.

## 6 Conclusões

Os principais requisitos para o processo de escolha de um sistema construtivo em empreendimentos logísticos foram identificados e apresentados no modelo proposto denominado como *checklist*.

Ao todo foram identificados dezesseis requisitos relevantes ao processo de seleção tecnológica de um sistema construtivo, sendo: i) localização do projeto, ii) terreno, iii) clima regional, iv) padrão, v) tipologia, vi) projeto, vii) pavimentos, viii) impacto ambiental, ix) prazo, x) custo global, xi) desembolso, xii) financiamento, xiii) material, xiv) mão de obra, xv) norma e xvi) manutenção.

Os responsáveis pela tomada de decisão pelo emprego de um sistema construtivo em qualquer tipologia de edificação, são os profissionais que vão utilizar esse *checklist* para a avaliação das características, técnicas ou econômicas.

O profissional técnico precisa enxergar o peso dos requisitos ao se analisar um sistema construtivo e ter a percepção que a etapa de concepção deve ir além do custo e do prazo de execução, portanto, a elaboração do *checklist* é responsável por auxiliar a visualização dos requisitos básicos e necessários durante este processo de seleção.

O *checklist* é uma ferramenta que permite aos técnicos a tentar adotar outras soluções técnicas, como os sistemas industrializados, ou pelo menos a questionar seu uso em um determinado projeto e por isso seu preenchimento é rápido e pode ser feito várias vezes dentro de um cenário, com apenas alteração no sistema construtivo avaliado.

O *checklist* não fornecerá uma resposta única e exata, cabendo aos envolvidos neste processo, analisar criteriosamente todos os requisitos apresentados e identificar dentre as opções de sistemas construtivos escolhidos, qual se enquadra melhor para o projeto em estudo.

Com o objetivo de refinar o *checklist* proposto por este estudo, propõe-se como pesquisas futuras aplicar o *checklist* em cenários distintos com a utilização de outros sistemas construtivos industrializados, para identificar a influência do impacto do requisito neste processo e buscar por outros requisitos que possam avaliar mais pontos críticos e até possíveis inviabilizações do projeto em análise. Indica-se também, analisar requisitos como: desempenho estrutural, desempenho ao fogo e durabilidade.

## 7 Referências

ABDI, AGENCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. **Manual da Construção Industrializada**. Vol1, 208 p. Brasília: ABDI, 2015.

ARAUJO, L. L. F.; JUNIOR, C. L. N. Análise da viabilidade econômica de um edifício residencial multifamiliar em João Pessoa-PB. In: ENEGEP – ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO XXXVII, 2017, Joinville – SC. **Anais [...]**. São José dos Campos: ABEPRO, out. 2017.

BARBOSA, I. C. A. **Método para implantação de novas tecnologias e de sistemas construtivos inovadores em empresas construtoras**. 2023. 221f. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2023.

BERNARDES, M. *et al.*, A. Comparativo econômico da aplicação do sistema Light Steel Framing em habitação de interesse social. v. 1, n. 1, pp. 31-40, jan./jun. 2012. **Revista de Arquitetura da IMED**. 2012.

CALDAS, R.B; RODRIGUES, F. C. **Steel Framing: Engenharia**. Série Manual de Construção em aço. 2 ed., 226 p. Rio de Janeiro: IBS/CBCA, 2016.

CBCA, CENTRO BRASILEIRO DE CONSTRUÇÃO EM AÇO (Brasil) (org.). **Cenário dos fabricantes de perfis galvanizados para Light Steel Frame e Drywall 2021**. 8. ed. [S.l]: E8I, 2021. 31 p.

CORTEZ, L. A. R. *et al.* Uso das estruturas de aço no Brasil. **Cadernos de graduação**, Alagoas, v.4, n.2, p. 217-228, nov. 2017.

HANDA, D. K. C.; FONTANINI, P. S. P. Barreiras de implementação do sistema Light Steel Framing no Brasil. In: WORKSHOP DE TECNOLOGIA DE PROCESSOS E SISTEMAS CONSTRUTIVOS, 2., 2019, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo: TECSIC, ago. 2019. 6 p.

INACIO, D. S. A.; KAWAMOTO, M. S.; GOMIDES, M. J. Análise do Sistema Construtivo Empregado em um Edifício na Cidade de Formosa - Goiás. Ano 2015. Artigo. **Revista CTS IFG Luziânia**. Goiás, Vol 1, n1, 2015.

KOSINSKI, E.; CAMARGO, L.; CAPRARO, A. P. B. Análise orçamentária comparativa entre dois métodos construtivos: Light Steel Frame e Alvenaria Convencional com estrutura em concreto armado. Ano 2016. Artigo. **Revista Eletrônica Multidisciplinar** – FACEAR, 2016.

LINNER, T.; BOCK, T. **Evolution of large-scale industrialization and service innovation in japanese prefabrication industry.** Construction Innovation, v. 12, p. 156-178, 2012.

NRE-POLI, 2023. **O sistema de classificação da qualidade.** Disponível em: [https://www.realestate.br/site/conteudo/pagina/1,138+O\\_SISTEMA\\_DE\\_CLASSIFICACAO\\_DA\\_QUALIDADE.html](https://www.realestate.br/site/conteudo/pagina/1,138+O_SISTEMA_DE_CLASSIFICACAO_DA_QUALIDADE.html). Acesso em: 15 nov, 2023.

OLIVIERI, H.; BARBOSA, I. C. A.; ROCHA, A. C.; GRANJA, A. D.; FONTANINI, P. S. P. A utilização de novos sistemas construtivos para a redução no uso de insumos nos canteiros de obras: Light Steel Framing. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 17, n. 4, p. 45-60, out./dez. 2017.

SINAT, SISTEMA NACIONAL DE AVALIAÇÕES TÉCNICAS. **DIRETRIZ SINAT 003 – Revisão 02:** Sistemas construtivos estruturados em perfis leves de aço zincado conformados a frio, com fechamentos em chapas delgadas (Sistemas leves tipo “Light Steel Framing”). Brasília, 2016. 71 p.

SOUZA, E. L. **Construção Civil e Tecnologia: Estudo do Sistema Construtivo Light Steel Framing.** 2014. 137f. Monografia (Pós-Graduação em Construção Civil). Escola de Engenharia. Departamento de Engenharia de Materiais e Construção. UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte: UFMG, 2014.

SOUZA, J. C. S. **Metodologia de avaliação de inovações tecnológicas na construção de edifícios: aplicação para as vedações verticais de gesso acartonado.** 2003. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

VIVAN, A. L. **Projetos para produção de residências unifamiliares em Light Steel Framing.** 209 f. Dissertação (Mestrado em Construção Civil). UFSCAR – Universidade Federal de São Carlos. São Carlos: UFSCAR, 2011.

VIVAN, A. L. **Linha de montagem para a produção de habitações em Light Steel Frame: Projeto e Otimização.** 2016. 295 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2016.

10.29327/2202814.7.25-1

