

# ANÁLISE DE VIABILIDADE DA CONSTRUÇÃO MODULAR COMO ALTERNATIVA À CONSTRUÇÃO CONVENCIONAL NO SERTÃO DO PAJEÚ

ANALYSIS OF THE FEASIBILITY OF MODULAR CONSTRUCTION AS AN ALTERNATIVE TO CONVENTIONAL CONSTRUCTION IN THE HINTERLAND OF PAJEÚ

Pedro Victor Tenório Lima <sup>1</sup>

<sup>1</sup>Faculdade de Integração do Sertão – FIS, Serra Talhada-PE, Brasil.

## Resumo

O presente trabalho busca analisar a viabilidade dos métodos construtivos modulares, mais especificamente do Light steel frame (LSF), como alternativa ao método construtivo convencional em concreto armado no Sertão do Pajeú, uma vez que como as construções modulares seguem uma lógica industrial, tendem a suprir demandas do mercado por mais responsabilidade ambiental, competitividade econômica e rapidez, e ao mesmo tempo resolver problemas recorrentes na construção convencional, como dificuldade de acompanhamento do controle de qualidade. O objetivo geral é verificar se o LSF é viável na região frente a construção convencional. A pesquisa foi feita com base na revisão bibliográfica e através de um estudo de caso de um projeto tipo. Foi identificada a possibilidade de reduzir o prazo de execução em aproximadamente 66%, apesar do aumento de 20% nos custos de execução por LSF. Dessa forma foi possível concluir que apesar de mais caro, o custo benefício do LSF é alto, pois entrega uma obra mais rápida, com maior previsibilidade, e maior controle tecnológico.

**Palavras-chave:** Construção modular; Light Steel Frame; Previsibilidade; Sertão do Pajeú.

## Abstract

The present work seeks to analyze the feasibility of modular construction methods, more specifically the Light steel frame (LSF), as an alternative to the conventional construction method in reinforced concrete in Sertão do Pajeú, since as modular constructions follow an industrial logic, they tend to meet market demands for more environmental responsibility, economic competitiveness and speed, and at the same time solve recurrent problems in conventional construction, such as difficulty in monitoring quality control. The general objective is to verify if LSF is viable in the region compared to conventional construction. The research was based on the literature review and through a case study of a typical project. The possibility of reducing the execution time by approximately 66% was identified, despite the 20% increase in execution costs per LSF. Thus, it was possible to conclude that, despite being more expensive, the cost-benefit of LSF is high, as it delivers a job faster, with greater predictability, and greater technological control.

**Key words:** Modular construction; Light Steel Frame ; Predictability; Sertão do Pajeú.

## Introdução

Historicamente a construção civil é uma das indústrias mais conservadoras, e conseqüentemente muito resistente a modernização de processos e implantação de novos métodos construtivos, o que evidencia diversas falhas gerenciais devidas a uma lógica artesanal ainda dominante nas obras, POLITO (2015) afirma que tais falhas fazem surgir problemas como desperdício, ineficiência e atrasos, uma das alternativas apontadas pelo autor é a industrialização da construção.

Argumentando a favor da industrialização dos processos construtivos, BREGATTO (2008) afirma que ela é capaz de trazer racionalidade ao processo construtivo, através da simplificação e da repetição, agregando desta forma eficiência à produção, otimizando custos e prazos, e eliminando o desperdício.

Segundo PATINHA (2011), a construção modular é composta por duas partes: a fabricação dos elementos a serem utilizados na construção, seguida da montagem dos mesmos no canteiro. Embora sejam distintas as fases são complementares, e contribuem mutuamente para aumentar a eficiência da obra.

Nesse contexto, as construções modulares por serem desenvolvidas seguindo padrões industriais, com processos e etapas bem definidos, possibilitarem maior previsibilidade econômica, quantitativa e de prazo, tendem a ser uma alternativa ao método construtivo convencional por atender as demandas do mercado acima pontuadas, e ainda por possibilitar construções ecologicamente corretas, pois através da mentalidade de construção enxuta, "*lean construction*", os recursos são utilizados da forma mais racional possível, gerando menor volume de resíduos.

Desta forma, propõe-se analisar através de revisão bibliográfica e de um estudo de caso, a viabilidade econômica, sustentável e operacional da utilização dos métodos construtivos modulares no Sertão do Pajeú como alternativa à construção convencional, verificando se de fato as obras teriam execuções mais eficientes e operações com melhor desempenho.

## Materiais e Métodos

A pesquisa foi realizada através da abordagem analítica, e do procedimento comparativo entre os métodos construtivos convencional e modulares, com objetivo principal de verificar o custo benefício entre ambos no sertão do Pajeú nos aspectos econômico, sustentável e operacional.

Para atingir os objetivos específicos foram utilizados livros, artigos, teses e dissertações, bem como dados relativos às construções na região disponíveis em documentos de órgãos públicos.

Para traçar o comparativo de custos e prazos entre a construção convencional em concreto armado e a modular, utilizou-se projeto residencial em Steel frame de 50,46 m<sup>2</sup>, disponível de forma pública pelo Projeto Habite, uma plataforma não governamental com o objetivo de compartilhar de projetos e técnicas na Construção. Foi simulada a execução desse projeto na cidade de Serra Talhada- PE, principal polo da região do Sertão do Pajeú. A escolha do método construtivo Light Steel frame se deu por ser o mais relevante modelo modular.

Para analisar a viabilidade econômica, foram definidos os quantitativos de material para execução pelos dois métodos, o convencional e o light steel frame, e em seguida foram definidas as composições de custos para ambos através dos dados do SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Preços e Índices para a Construção Civil).

Para analisar o prazo de entrega da obra, foi utilizado o mesmo projeto tipo mencionado anteriormente, através do qual foram desenvolvidos cronogramas de execução pelos dois métodos, considerando os mesmos índices de produtividade de mão de obra utilizados no orçamento.

Em relação aos aspectos ambiental e gerencial, vale ressaltar que por conta da escassez de dados na região, foi possível apenas fazer observações genéricas sobre os resíduos gerados

pela construção civil no modelo convencional e suas principais deficiências de execução. A dificuldade de mensurar esses dados deriva do modelo construtivo artesanal e pouco tecnológico utilizado atualmente.

Por fim, com base nos prazos e custos mensurados foi desenvolvida uma análise para aferir o custo benefício de cada modelo em relação ao outro.

## Desenvolvimento

Segundo BREGATTO (2008), técnicas modulares são utilizadas desde a antiguidade, porém os métodos utilizados atualmente começaram a surgir a partir da revolução industrial no século XVIII, quando através da máquina a vapor foi possível pré-fabricar peças em ferro e aço e utiliza-las nas construções, diminuindo o desperdício e favorecendo a otimização de processos, no entanto, foi na primeira metade do século XX que a modulação na construção foi difundida com maior intensidade através da publicação de diversas obras, surgimento de novas técnicas como painéis de madeira e concreto, além da normatização do assunto por parte de diversos países, inclusive o Brasil, com a edição da NB-25R pela ABNT em 1950, tratando da coordenação modular e facilitando a industrialização e racionalização dos processos construtivos.

Enfatizando a importância da industrialização da construção civil, PATINHA (2011) aponta a construção modular como um conjunto de modelos construtivos alternativos para atender as demandas cada vez mais crescentes por otimização de custos, prazo e insumos, fundamentando sua afirmação através do aumento da produtividade e dos parâmetros de qualidade, além das vantagens ambientais proporcionadas pela redução do desperdício de insumos através do uso racional dos mesmos.

Argumentando sobre as vantagens sustentáveis e econômicas da construção modular, BALDAUF (2004 apud YEANG, 1999) elenca que 40% de todas as matérias primas produzidas do planeta são utilizadas na construção civil, e de 20% a 26% de todos os resíduos produzidos no planeta são provenientes das construções, o que reforça a possibilidade do uso racional dos recursos através do método modular tornar as construções mais sustentáveis, produtivas e economicamente competitivas.

Para ilustrar quão agressivos são alguns materiais utilizados na construção convencional, BREGATTO (2015 apud SOARES e LANGHANZ, 2003) afirma que os produtos cerâmicos, muito utilizados através de tijolos e telhas, provocam prejuízos ambientais desde a sua extração, no processo de produção através da emissão de poluentes e gera desperdício de até 32% de telhas cerâmicas durante a execução das obras.

Em relação ao prazo de entrega da obra a tendência é que seja bem menor pelo sistema modular, uma vez que a industrialização otimiza os processos e minimiza a ocorrência de problemas de execução, pois segundo BREGATTO (2016) a maior compatibilização e detalhamento dos projetos modulares favorecem o aumento da produtividade e a redução ou inexistência de interrupções que atrasem o prazo de entrega.

Dentre os diversos métodos construtivos modulares, o mais relevante e conhecido é o Light Steel Frame (LSF), que em tradução livre significa estrutura em aço leve. O LSF tem sua estrutura formada por perfis de aço galvanizado zincado moldados a frio, formando os painéis estruturais das paredes, lajes e coberturas, que posteriormente são finalizados através de uma grande diversidade de materiais de fechamento e acabamento como placas de madeira, cimentícias e gesso acartonado (PENNA, 2009).

## ESTUDO DE CASO

Com o objetivo de comparar os custos e os prazos de execução de uma edificação pelos métodos convencional em concreto armado e modular em Light steel frame, foi realizado um estudo de caso utilizando um projeto residencial em Steel frame de 50,46 m<sup>2</sup>, disponível de forma pública na plataforma Projeto Habite. O estudo considera de forma hipotética a execução do projeto em questão por ambos os métodos construtivos na cidade de Serra Talhada-PE, considerada o principal polo da região do Sertão do Pajeú.

Como o projeto original já especifica todos os materiais necessários para execução da obra no método Light steel frame, bem como assegura sua eficiência estrutural, foi elaborado através da versão demonstrativa do programa Eberick projeto estrutural considerando execução pelo método convencional em concreto armado, afim de mensurar as dimensões dos elementos estruturais e quantitativos de materiais demandados.

Na simulação foram consideradas exatamente as mesmas medidas do projeto original, para agregar maior fidedignidade ao comparativo. Ao fim da simulação o Software disponibilizou um relatório com os quantitativos de material para execução dos elementos estruturais: sapatas, pilares e vigas.

Figura 1 – Simulação de estrutura em concreto armado



Fonte: Autor – Eberick Versão Demo (2020)

Posteriormente, foi levantado os quantitativos de materiais para execução por ambos os métodos através dos projetos. Vale ressaltar que como os projetos disponibilizam apenas os quantitativos da estrutura, foi necessário mensurar separadamente os quantitativos para fechamento.

Para o fechamento da estrutura em concreto armado foi considerado tijolo cerâmico de 8 furos com 9cm de espessura, 19cm de altura e 19cm de largura, assentado com argamassa de espessura igual a 2cm por camada, perfazendo um total aproximado de 25 tijolos por  $m^2$ . Como o comprimento total das paredes é de 47,15m, a área total de alvenaria considerando pé direito de 2,6m é igual a  $122,59m^2$ . Para o chapisco e reboco a área total será  $245,18m^2$ , considerando as 2 faces da alvenaria.

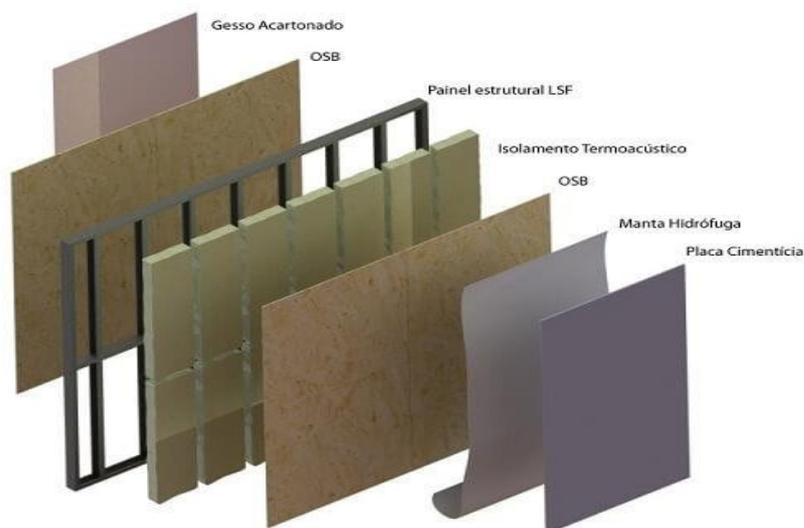
Para o fechamento da estrutura em LSF, foi considerado fechamento externo com placas de madeira em tiras prensada (OSB) de 9,5mm, revestidas com membrana hidrófuga e finalizado com placa cimentícia de 6mm. O fechamento interno foi simulado com placa de OSB de 9,5mm finalizado com placa de gesso acartonado de 4mm. Vale ressaltar que dentro dos painéis estruturais, entre os fechamentos interno e externo foi considerada uma manta de lã de rocha de 2,5mm para isolamento termo acústico.

No estudo comparativo foram desconsiderados os serviços de acabamento, instalações elétricas e hidro sanitárias, uma vez que os quantitativos e técnicas de instalação de tais elementos são estritamente iguais em ambos os sistemas construtivos, e portanto, não agregariam na análise do custo benefício entre os modelos. Desta forma, foram considerados apenas os elementos estruturais, de fechamento e cobertura.

Para a cobertura da edificação em concreto armado considerou-se telhas cerâmicas do tipo portuguesas, suportadas por trama de madeira composta por tesouras, ripas, caibros e terças. Para a construção em LSF foi considerada cobertura em placas OSB revestidas com

membrana hidrófuga (subcobertura) com revestimento de telhas shingle, que agregam conforto termo acústico a edificação. A área coberta em ambos os modelos é de 63m<sup>2</sup>.

Figura 2 – Ilustração da parede em LSF .



Fonte: Viva Decora (2020)

Com a totalização dos quantitativos de material foram efetuadas as cotações para execução em ambos os modelos. Para o orçamento da construção em Concreto armado foram utilizados os parâmetros do SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Preços e Índices para a Construção Civil), não desonerada referência Janeiro 2021 para o Estado de Pernambuco.

Tabela 1 – Orçamento para Construção convencional

Item	Cod SINAP	Descrição	Und.	Quant.	Valor Unit	Valor Total
<b>1.</b>		<b>ESTRUTURA EM CONCRETO ARMADO</b>				
1.1	92777	Armação em aço CA-50 de 8mm	Kg	287,7	14,73	4.237,82
1.2	92778	Armação em aço CA-50 de 10mm	Kg	147,6	13,14	1.939,46
1.3	92779	Armação em aço CA-50 de 12,5mm	Kg	51,0	11,04	563,04
1.4	92775	Armação em aço CA-60 de 5mm	Kg	159,1	16,73	2.661,74
1.5	92722	Concreto fck 25 MPA	m <sup>3</sup>	8,1	411,27	3.331,29
1.6	92263	Forma para pilares em madeira compensada	m <sup>2</sup>	15,8	136,72	2.160,18
1.7	92265	Forma para vigas em madeira compensada	m <sup>2</sup>	36,1	96,99	3.504,57
<b>2.</b>		<b>ALVENARIA</b>				
		Fechamento em tijolo cerâmico de 9x19x19cm (9cm espessura) com argamassa preparada em				
2.1	87496	Betoneira	m <sup>2</sup>	122,59	70,07	8.589,88
2.2	87893	Chapisco - Traço 1:3 preparo manual	m <sup>2</sup>	245,18	5,80	1.422,04
2.3	87530	Reboco - Traço 1:2:8, espessura 20mm	m <sup>2</sup>	245,18	32,65	8.005,13
2.4	101747	Piso em concreto 20 MPA, espessura 7 cm	m <sup>2</sup>	63	59,92	3.774,96
<b>3.</b>		<b>COBERTURA</b>				
3.1	92549	Tesoura de Madeira, Vão de 7m	Und.	2	1.200,55	2.401,10
3.2	92540	Trama de madeira (Ripas, Caibros e Terças)	m <sup>2</sup>	63	54,60	3.439,80
3.3	94198	Telha cerâmica tipo Portuguesa	m <sup>2</sup>	63	33,62	2.118,06
		<b>TOTAL</b>				<b>48.149,08</b>

Fonte: Autor – SINAPI Jan/2021 (2021).

Para orçamentação da construção em Light Steel Frame, não foi possível utilizar os parâmetros do SINAPI ou de outras bases de dados disponíveis por não constarem os elementos demandados nesse método construtivo. Portanto, foi realizada cotação direta dos materiais no mercado, utilizando os valores praticados pela rede de material de construção Leroy Merlin,

adotada por ser a empresa mais próxima a disponibilizar todos os itens necessários para execução do projeto.

Como a unidade da Leroy Merlin mais próxima é localizada em Natal-RN, foram inclusos no orçamento os custos de frete, considerando os valores mínimos definidos pela ANTT (Agência Nacional de Transportes Terrestre). Ademais, levando em consideração que o volume total a ser transportado é de aproximadamente 65 m<sup>3</sup>, o veículo adequado para o frete é um caminhão Truck de dois eixos.

Para o veículo adotado, a tabela de fretes da ANTT considera um custo de R\$ 2,14 por km rodado, acrescido de uma taxa de embarque e desembarque de R\$ 206,83. Deste modo, considerando que o percurso de ida e volta entre Serra Talhada-PE e Natal-RN é de aproximadamente 1.082 km, o custo do quilômetro rodado fica em torno de R\$ 2,34 segundo os parâmetros da ANTT, totalizando um frete de aproximadamente R\$ 2.531,88.

A mão de obra é outro fator que foi considerado separadamente, uma vez que, ao contrário da cotação para construção convencional orçada pelo SINAPI, ela já está inclusa nas composições de preço dos itens a serem aplicados. Como não foram encontradas referências de valores da remuneração de Montador de LSF e Ajudante, levou-se em conta o valor piso da hora de trabalho do Profissional e Ajudante da Construção Civil definidos pelo SINDUCON/PE (Sindicato da Indústria da Construção Civil no Estado de Pernambuco). Considerando oneração de 20% sobre o valor líquido, o custo da hora ficou em R\$ 10,95 para o Montador e R\$ 8,24 para o Ajudante.

Em relação a produtividade, foram levados em conta os coeficientes definidos na 13<sup>a</sup> Edição da TCPO, Tabela para composições de preços para orçamentos (PINI, 2010).

**Tabela 2 – Coeficientes de produtividade LSF**

Profissional	Produtividade	Unidade
Montador	0,5	h / m <sup>2</sup>
Ajudante	0,1	h / m <sup>2</sup>

Fonte: 13<sup>a</sup> Ed. TCPO (PINI, 2010).

Como não foi encontrado parâmetro de produtividade por etapas, foi considerado o mesmo coeficiente para as fases de montagem dos painéis, instalação das paredes e cobertura, tomando sempre como referência o índice do Montador, igual a 0,5 h/m<sup>2</sup>, por ser maior em relação ao ajudante.

**Tabela 3 – Orçamento para Construção em Light Steel Frame**

Item	Cod. SINAP	Descrição	Und	Quant	Valor Unit	Total
<b>1.</b>		<b>FUNDAÇÃO</b>				
1.1	97087	Lona plástica para Radier	m <sup>2</sup>	63	2,15	135,45
1.2	97091	Armação do Radier com tela Q-159	Kg	158,76	11,21	1.779,70
1.3	97096	Concretagem Radier concreto 30 MPA	m <sup>3</sup>	6,3	398,51	2.510,61
<b>2.</b>		<b>ESTRUTURA STEEL FRAME</b>				
2.1	Mercado	Perfis 90mm Guia	m	318	10,97	3.487,40
2.2	Mercado	Perfis 90mm Montante	m	600	10,63	6.380,00
2.3	Mercado	Perfis 140mm Guia	m	51	16,45	838,95
2.4	Mercado	Perfis 140mm Montante	m	252	15,95	4.019,40
<b>3.</b>		<b>FECHAMENTO (INTERNO E EXTERNO)</b>				
3.1	Mercado	Placas de madeira em tiras (OSB) 9,5mm	m <sup>2</sup>	247,68	53,78	13.321,40
3.2	Mercado	Membrana hidrófuga	m <sup>2</sup>	138,50	9,38	1.299,50
3.3	Mercado	Placas cimentícias 6mm	m <sup>2</sup>	123,84	33,99	4.209,70
3.4	Mercado	Isolamento Termo-acustico	m <sup>2</sup>	120	18,45	2.213,40
3.5	Mercado	Placas de gesso acartonado	m <sup>2</sup>	123,12	13,84	1.704,30
3.6	Mercado	Parafusos fixação	Und	500,00	0,24	119,90
3.7	Mercado	Chumbadores Parabolt	Und	48,00	9,49	455,52
3.8	Mercado	Banda Acustica	m	50,00	12,19	609,50

4. COBERTURA						
4.1	Mercado	Placas de madeira em tiras (OSB) 9,5mm	m <sup>2</sup>	63,36	53,78	3.407,80
4.2	Mercado	Sub cobertura	m <sup>2</sup>	93	6,30	585,90
4.3	Mercado	Telhas Shingle	m <sup>2</sup>	65,10	80,61	5.247,90
5. FRETE						
5.1	ANTT	Frete (Serra Talhada - Natal -Serra Talhada)	km	1.082	2,34	2.531,88
6. MÃO DE OBRA STEEL FRAME						
6.1	SINDUSCON /PE	Montagem dos painéis (Montador)	h	61,3	10,95	671,24
6.2	SINDUSCON /PE	Montagem dos painéis (Ajudante)	h	61,3	8,24	505,11
6.3	SINDUSCON /PE	Instalação da obra (Montador)	h	61,3	10,95	671,24
6.4	SINDUSCON /PE	Instalação da obra (Ajudante)	h	61,3	8,24	505,11
6.5	SINDUSCON /PE	Cobertura (Montador)	h	31,5	10,95	344,93
6.6	SINDUSCON /PE	Cobertura (Ajudante)	h	31,5	8,24	259,56
<b>TOTAL</b>						<b>57.815,39</b>

Fonte: Autor (2021).

Nos orçamentos apresentados nas tabelas 1 e 3, é possível constatar que o custo da construção em LSF é 20,08% superior ao custo da construção convencional em concreto armado e tijolo cerâmico. Esse acréscimo se dá pelo fato dos itens aplicados no LSF terem um maior valor agregado em comparação com os materiais de construção convencionais. Outro fator que eleva o custo da construção em LSF é o frete, com participação de 4% a 4,5% no valor total da obra.

A mão de obra do montador de LSF logicamente não está disponível no Sertão do Pajeú, fato justificado pela inexistência de tal sistema construtivo na região, no entanto, os princípios e diretrizes que norteiam a atuação dessa mão de obra são basicamente os mesmos presentes nos profissionais da construção civil convencional, que podem através de um treinamento se adequarem rapidamente a esse método, que é construído totalmente a seco, baseado na montagem.

Embora mais cara, é válido salientar que a construção em LSF entrega uma obra com maior previsibilidade de custos e menor desperdício de material como reflexos de um processo construtivo industrializado, que se traduz ainda em um prazo de entrega mais curto, uma vez que os processos tendem a ser otimizados e falhas tendem a não ocorrer com frequência, pois segundo BREGATTO (2016) os projetos modulares são mais detalhados e compatibilizados em relação aos projetos das construções convencionais, o que impede a existência de interrupções na execução, impactando no prazo de entrega.

Em um segundo momento, foram desenvolvidos através do Software Excel os cronogramas de execução do projeto por ambos os métodos a fim mensurar a diferença entre os prazos de entrega, e em conjunto com os orçamentos fazer uma análise do custo benefício.

Para elaboração do cronograma para execução da obra em LSF foram utilizados os coeficientes de produtividade apresentados na Tabela 2. Em relação ao cronograma para construção em concreto armado, utilizou-se os coeficientes de produtividade dispostos nas composições do SINAPI. Sempre considerando 8 h/dia.

Tabela 4 – Coeficientes de produtividade construção convencional

Etapa	Produtividade	Und.	SINAPI
Concreto armado	0,174	h / m <sup>3</sup>	92722
Alvenaria	1,69	h / m <sup>2</sup>	87496
Chapisco	0,124	h / m <sup>2</sup>	87893
Reboco	0,47	h / m <sup>2</sup>	87530
Piso	0,1119	h / m <sup>2</sup>	101747
Cobertura (Madeira)	0,64	h / m <sup>2</sup>	92540
Cobertura (Telhas)	0,32	h / m <sup>2</sup>	94198

Fonte: SINAPI (2021).

Cronograma 1 – Cronograma para construção em concreto armado

CRONOGRAMA PARA EXECUÇÃO DE OBRA (MÉTODO CONVENCIONAL)

ÍTEM	DESCRIÇÃO	1º MÊS							Seg	Ter	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qui
		1	2	3	4	5	6	7															
1	FUNDAÇÕES																						
1.1	ESCAVAÇÕES E ARMAÇÃO DAS SAPATAS																						
1.2	CONCRETAGEM DAS SAPATAS																						
2	ESTRUTURA																						
2.1	ARMAÇÃO DAS VIGAS BALDRAMES																						
2.2	CONCRETAGEM DAS VIGAS BALDRAMES																						
2.3	ARMAÇÃO DOS PILARES																						
2.4	CONCRETAGEM DOS PILARES																						
2.5	ARMAÇÃO DAS VIGAS																						
2.6	CONCRETAGEM DAS VIGAS																						
3	ALVENARIA																						
3.1	ASSENTAMENTO TIJOLOS CERÂMICOS																						

ÍTEM	DESCRIÇÃO	2º MÊS							Seg	Ter	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qui
		32	33	34	35	36	37	38															
2	ESTRUTURA																						
2.5	ARMAÇÃO DAS VIGAS																						
2.6	CONCRETAGEM DAS VIGAS																						
3	ALVENARIA																						
3.1	ASSENTAMENTO TIJOLOS CERÂMICOS																						
3.2	CHAPISCO																						
3.3	REBOCO																						
4	COBERTURA																						
4.1	ARMAÇÃO DA MADEIRA DE COBERTURA																						
4.2	TELHAS CERÂMICAS																						
5	PISO																						
5.1	PISO EM CONCRETO																						

ÍTEM	DESCRIÇÃO	3º MÊS							Seg	Ter	Qui	Sex	Sáb	Dom
		63	64	65	66	67	68	69						
4	COBERTURA													
4.1	ARMAÇÃO DA MADEIRA DE COBERTURA													
4.2	TELHAS CERÂMICAS													
5	PISO													
5.1	PISO EM CONCRETO													



Dentre os principais fatores que influenciam para uma redução tão significativa no tempo de execução, estão todos os benefícios da industrialização já citados anteriormente, a não necessidade de cura da estrutura por ser uma construção a seco, o emprego de mão de obra qualificada e um método baseado em montagem de módulos, que por serem pré-fabricados, reduzem o desperdício a percentuais próximos de 0%.

Embora seja difícil quantificar de forma precisa o volume de resíduos gerados pela construção civil, o Plano Estadual de Resíduos Sólidos de Pernambuco estima, citando o Sindicato da Indústria da Construção Civil no Estado de Pernambuco SINDUSCON/PE que 1.575 toneladas de resíduos são geradas diariamente pela construção civil no Estado, o que demonstra a dimensão do problema do desperdício e o quanto a construção modular poderia contribuir para reduzir esse número.

Em relação ao gerenciamento da execução e qualidade da obra, é evidente a vantagem dos métodos modulares, também pelo fator da industrialização, capaz de superar o maior desafio gerencial nas construções convencionais que é a execução artesanal e a administração demasiadamente informal, como os processos modulares são repetitivos e otimizados, e os projetos são ricos em detalhes e compatibilizados, a tendência é que não ocorram falhas no momento da execução. Vale ressaltar ainda, que a mão de obra empregada na construção modular por ser mais qualificada, tende a ter uma produtividade maior. POLITO (2015).

**Tabela 5 – Comparativo entre construção convencional e LSF**

Sistema construtivo	Custo total (R\$)	Prazo de entrega (dias)
Concreto armado	48.149,08	69
Light Steel Frame	57.815,39	23

Fonte: Autor (2021).

## Considerações Finais

Embora antiga, a modularização na construção ainda é pouco explorada, e por esse motivo tem muito espaço para crescer no mercado da construção civil, que apresenta diversos problemas, muitos deles apresentados ao longo do presente trabalho. A modularização tem condições de tornar as construções mais sustentáveis, produtivas, rápidas e econômicas, fato comprovado em várias regiões.

Portanto, é fundamental que sejam desenvolvidos estudos no sentido de comprovar tal viabilidade em regiões mais distantes dos grandes centros, como é o caso do Sertão do Pajeú, pois tais regiões tendem a ter os problemas comuns da construção ainda mais evidentes, como mão de obra desqualificada, gestão de obras exageradamente informal, muitas vezes sem acompanhamento profissional, acesso restrito a inovações, meios logísticos ineficientes, dentre outros fatores.

O presente trabalho, através do estudo de caso desenvolvido evidenciou a possibilidade de reduzir em aproximadamente 66% do tempo de execução, ao passo que o custo total da obra foi acrescido em aproximadamente 20%. Embora o custo seja mais elevado, o custo benefício da construção em LSF é alto, por reduzir prazos, proporcionar um retorno financeiro mais rápido e entregar uma obra com maior controle tecnológico.

Diferentemente da construção convencional em concreto armado, os materiais aplicados no LSF são pré-moldados seguindo uma lógica industrial, com rígido controle de processos e qualidade, esse fator minimiza as perdas, maximiza a previsibilidade de custos e prazos, e facilita a gestão de execução e qualidade das obras, evitando a ocorrência de falhas que posteriormente se tornem patologias.

Outro fator positivo do LSF é a sustentabilidade, como construção a seco e processos industrializados, esse sistema construtivo favorece uma drástica redução no volume de resíduos e no uso de água na construção.

Embora exista a dificuldade da inexistência dos materiais e da mão de obra demandados para uma construção em LSF no Sertão do Pajeú, é factível admitir que o custo benefício é positivo com base nos dados anteriores. Desta forma, é relevante que o mercado da região envide esforços para treinar profissionais e criar uma cadeia de suprimentos que atendam as demandas do LSF, certamente tal iniciativa agregaria a construção civil da região.

## Referências

BALDAUF, Alexandra Staudt Follmann. **Contribuição à implementação da coordenação modular da construção no Brasil**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil, 2004.

BREGATTO, P. R. (2008). **Coordenação modular - Parte I e II**. Acesso: 20 de Outubro de 2020, de: <http://bregatto.blogspot.com>.

BREGATTO, P. R. (2016). **Coordenação modular - Parte III e V**. Acesso: 20 de Outubro de 2020, de: <http://bregatto.blogspot.com>.

BREGATTO, P. R. (2015). **Coordenação modular e Arquitetura**. Acesso: 20 de Outubro de 2020, de: <http://bregatto.blogspot.com>.

FREITAS, Filipe Miguel Costa. **Construção modular sustentável: propostas de um projeto tipo**. Dissertação de Mestrado. Instituto Politécnico de Viana do Castelo, Portugal, 2014.

PATINHA, S. D. A. **Construção modular–Desenvolvimento da ideia: casa numa caixa**. Dissertação Mestrado. Universidade de Aveiro, Aveiro, Portugal, 2011.

PENNA, F. C. F. **Análise da viabilidade econômica do sistema light steel framing na execução de habitações de interesse social: uma abordagem pragmática**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

PERNAMBUCO. Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade. **Plano Estadual de resíduos sólidos**, 2012. Disponível em:

<[http://www.cprh.pe.gov.br/downloads/PlanoResiduoSolido\\_FINAL\\_002.pdf](http://www.cprh.pe.gov.br/downloads/PlanoResiduoSolido_FINAL_002.pdf)>. Acesso em: 20 de Outubro de 2020.

PINI. TCPO, **Tabelas de Composições de Preços para Orçamentos**. 13. ed. São Paulo: Pini, 2010.

POLITO, Giulliano. **Gerenciamento de obras: Boas práticas para melhoria da qualidade e da produtividade**. Ed. 1. São Paulo: Pini, 2015.

Recebido: 16/02/2024

Aprovado: 18/03/2024