

ANÁLISE COMPARATIVA DE VIABILIDADE TÉCNICA ENTRE AS ESTRUTURAS PRÉ-FABRICADAS DE CONCRETO E METÁLICAS: UM ESTUDO DE CASO APLICADO NA CIDADE DE GOVERNADOR VALADARES-MG.

Carolyne Amélia Assis Ávila¹; Gabriel Cotta Gobbi²; Jonathan Charles Lucas Martins Almeida Siqueira³; Marcial Tharles da Costa Peron⁴.

¹Orientadora: Professora Pesquisadora do IFMG, campus Governador Valadares, Minas Gerais, Brasil; carolyne.avila@ifmg.edu.br.

²Bolsista: Aluno de Engenharia Civil do IFMG, campus Governador Valadares, Minas Gerais, Brasil; gacotta@hotmail.com.

³Bolsista: Aluno de Engenharia Civil do IFMG, campus Governador Valadares, Minas Gerais, Brasil; jonathanmartins16@hotmail.com.

⁴Voluntário: Aluno de Engenharia Civil do IFMG, campus Governador Valadares, Minas Gerais, Brasil; tharlesperon@gmail.com.

RESUMO

Cada vez mais a indústria da construção civil anseia por um nível mais alto de eficiência e sustentabilidade nas obras. As exigências atuais do mercado fizeram com que muitas construtoras saíssem do tradicionalismo e buscassem soluções mais inovadoras, visando economia e rapidez na construção. Observa-se um crescimento estável quanto ao uso de estruturas pré-fabricadas no Brasil, destacando-se o uso das estruturas metálicas e pré-fabricadas de concreto. Essas estruturas são produzidas em fábricas seguindo um rigoroso controle tecnológico e de qualidade, sendo posteriormente transportadas e montadas no local da obra, utilizando para isso, mão de obra qualificada e equipamentos específicos. Contudo, para que a obra seja executada com qualidade, economia, e dentro do prazo, faz-se necessário considerar a disponibilidade destes elementos estruturais na região, pois as condições de produção, entrega e montagem influenciam na escolha final por um ou outro sistema construtivo. Neste sentido, este estudo tem como objetivo analisar a viabilidade técnica quanto a utilização das estruturas pré-fabricadas metálicas e de concreto, a fim de se comparar qual dessas apresenta maiores vantagens para utilização na construção de edificações residenciais, comerciais e ou industriais em Governador Valadares, Minas Gerais. Trata-se de uma pesquisa exploratória, com uma abordagem qualitativa e de natureza aplicada. Deste modo, foi feito um levantamento e apanhado geral dos principais estudos já realizados por meio de consulta e acesso a bases de dados diversas, e ainda, um estudo de caso foi aplicado na cidade supracitada, utilizando-se de dois projetos para uma mesma edificação comercial onde, em um projeto utilizavam-se estruturas metálicas e no outro, estruturas pré-fabricadas de concreto. Os dados coletados foram organizados e categorizados para posterior análise de conteúdo, almejando identificar a viabilidade técnica dos sistemas construtivos. Considerou para fins de comparação os aspectos relacionados ao fornecimento (prazo de produção e execução); transporte (condições de transporte e distância entre a fábrica e a obra); e execução das estruturas (necessidade de mão de obra qualificada e equipamentos específicos). Ainda que parciais, os resultados aqui apresentados referem-se ao quantitativo dos elementos estruturais de cada projeto, e a identificação dos fornecedores de estruturas pré-fabricadas na região, sendo estes, dados imprescindíveis para a continuidade do estudo. Contudo, não é possível inferir qual a melhor alternativa de estrutura pré-fabricada, sendo necessário ainda cumprir com as seguintes atividades: verificar com os fabricantes da região os prazos para produção, as condições de transporte e montagem de cada estrutura, e ainda, analisar a viabilidade técnica dos métodos construtivos utilizando modelos matemáticos de regressão linear.

INTRODUÇÃO:

A influência e os impactos da engenharia na evolução do homem e no desenvolvimento social foram observados pelos autores De Luca *et al.* (2018), onde os mesmos concluíram que a engenharia, utilizando uma série de ferramentas e recursos, inclusive intelectuais, funciona como um meio de desenvolvimento do homem e da sociedade. Ainda conforme os autores, a engenharia é responsável pela elaboração de soluções que visam a resolução de problemas, inovando e transpondo desafios a fim de gerar facilidades e novos vieses no contexto da vida.

A evolução da indústria da construção civil aconteceu em diversas fases, sendo cada uma caracterizada por uma diversidade de métodos, tecnologias e arquiteturas próprias. No Brasil, as inovações tecnológicas na construção não acompanham sua inserção no mercado como os países desenvolvidos, ela se dá de forma lenta, sendo utilizadas tardiamente, e quando inseridas, encontram muita resistência por se diferir dos métodos construtivos convencionais. Uma das justificativas por essa aversão se apoia nos poucos estudos comparativos, técnicos e econômicos que permitam uma melhor compreensão e suporte aos

engenheiros civis e arquitetos, para uma melhor escolha dos materiais e técnicas quanto à sua construção (OLIVEIRA, 2010; SERRA; FERREIRA; PIGOZZO, 2005).

Ainda assim, muitas construtoras têm procurado sair do tradicionalismo, investindo em qualidade e em novas tecnologias. Verifica-se uma significativa organização em alguns subsetores, onde são encontrados modernos sistemas construtivos que, segundo Mateus (2004), surgiram para estimular a competitividade no setor da construção civil, visando aumentar o nível de qualidade dos projetos, otimização da produtividade e redução do período de construção.

Alinhado a isto, posteriormente, as preocupações mundiais com o meio ambiente contribuíram para que o conceito de qualidade incluísse aspectos relacionados ao ambiente, uma vez que a indústria da construção civil é responsável, direta ou indiretamente, por uma proporção bastante significativa de impactos ambientais, os quais podem comprometer, a médio ou longo prazo, o futuro das próximas gerações, tornando essencial a sustentabilidade.

A promoção de práticas de uma construção sustentável consiste na busca pelo equilíbrio entre o desempenho econômico, social e ambiental na implementação de projetos de construção. Deve-se, portanto, ter como prioridades o desenvolvimento e fornecimento de soluções inovadoras com vista à minimização deste problema (GERVÁSIO, 2008; LACERDA; GOMES, 2014). E dentre as diversas tecnologias e possibilidades que visam a sustentabilidade da construção, destacam-se o uso de estruturas pré-fabricadas.

De acordo com Revel (1973 *apud* SERRA; FERREIRA; PIGOZZO, 2005, p. 3), “a pré-fabricação em seu sentido mais geral se aplica a toda fabricação de elementos de construção civil em indústrias, a partir de matérias primas e semi-produtos cuidadosamente escolhidos e utilizados, sendo em seguida estes elementos transportados à obra onde ocorre a montagem da edificação”. Ademais, consiste na técnica de construção *offsite*, uma técnica industrial de produção de componentes da construção civil, por meio de elementos fabricados fora do canteiro, e que posteriormente são transportados e montados no local da obra (RODRIGUES, 2021).

A construção *offsite* permite minimizar algumas particularidades que envolvem a construção convencional. Nesse processo construtivo, ao se transferir grande parte do trabalho do canteiro para um ambiente industrial, tem-se um melhor controle e um maior aproveitamento de material dentro da própria indústria. Tem-se, também, uma redução de impacto ambiental, em razão de uma menor produção de entulhos, podendo reduzir em até 30% do valor do custo de construção (RODRIGUES, 2021).

Contudo, a escolha pelo tipo de sistema construtivo a se adotar, depende de muitas variáveis. Dentre as opções disponíveis, o foco deste estudo se refere à dois tipos de estruturas pré-fabricadas: as metálicas e as de concreto. Estas estruturas são oriundas da industrialização da construção civil, que promoveu no Brasil e no mundo, um salto de qualidade nos canteiros de obras, uma vez que estes elementos industrializados apresentam um alto controle tecnológico ao longo de sua produção, com materiais de boa qualidade, fornecedores selecionados e mão-de-obra treinada e qualificada (SERRA; FERREIRA; PIGOZZO, 2005).

A utilização de estruturas pré-fabricadas de concreto vem aumentando cada vez mais no Brasil, isto porque esse sistema construtivo atende, de modo satisfatório e eficiente, as exigências do mercado como cumprimento de prazos e qualidade técnica exigidas pelas edificações destinadas a várias funções (KATAOKA; FERREIRA; EL DEBS, 2012). As estruturas de concreto pré-fabricadas possuem suas peculiaridades quanto a seu processo executivo. Pode-se citar aspectos importantes como: o transporte do elemento de concreto da fábrica até o local de montagem, a disponibilidade de fábricas para a produção das peças; a utilização de maquinários pesados para içamentos das mesmas e, por fim, a necessidade da mão de obra qualificada com o conhecimento específico do processo de produção (EL DEBS, 2017).

Já as estruturas metálicas constituem um esquema estrutural feito com peças de aço. Apresentam características semelhantes em relação às estruturas de concreto pré-fabricadas. Sua montagem exige a utilização de máquinas pesadas, destacando-se o uso de guias e guindastes. É válido pontuar também a necessidade de profissionais qualificados para o serviço, visto que os mesmos devem ser treinados e capacitados para o trabalho (DE LIMA, 2017).

Considerando portanto que, as estruturas pré-fabricadas vêm produzindo soluções cada vez mais eficientes voltadas para a construção de pequenas, médias e grandes obras, visando economia, eficiência, sustentabilidade, e menor prazo para execução, sejam essas estruturas de concreto ou metálicas e, tendo em vista que ambas apresentam algumas características em comum, como processo construtivo sustentável e rápido, necessidade de mão de obra especializada, fundação específica, etc., como optar pela escolha de uma ou outra? Qual apresenta melhor viabilidade técnica ao considerar sua utilização em dada região específica, como no leste do estado de Minas Gerais, na região do Vale do Rio doce?

A probabilidade de uma escolha inadequada, menos econômica e ou ineficiente, torna-se maior à medida que surgem novos modelos construtivos e novos materiais, e não há estudos comparativos e

consultivos disponíveis. Por isso, esta pesquisa se justifica por considerar dois diferentes métodos que podem ser aplicados dentro do contexto social e econômico da região, visando fornecer um estudo da estrutura que apresente uma melhor viabilidade técnica executiva de acordo com as necessidades do cliente e condições locais.

Diante do exposto, o estudo objetiva-se analisar a viabilidade técnica quanto a utilização das estruturas pré-fabricadas metálicas e de concreto, a fim de se comparar qual dessas apresenta maiores vantagens para utilização na construção de edificações residenciais, comerciais e ou industriais em Governador Valadares, Minas Gerais. De acordo com Shull *et al.* (2004), o objetivo principal de um estudo de viabilidade não é encontrar uma resposta definitiva, mas sim criar um corpo de conhecimento sobre a aplicação da tecnologia. Para tanto, é necessária uma descrição dos objetos de estudo sob o ponto de vista técnico, localizando-os geograficamente e identificando suas características mais relevantes.

Especificamente, o estudo almeja identificar através de pesquisas bibliográficas as técnicas construtivas que envolvem estes dois tipos de estruturas, suas vantagens e desvantagens, as restrições e o prazo de execução de cada uma delas; realizar uma busca na região por fornecedores dessas estruturas pré-fabricadas, e ainda, identificar as condições de prazos na produção e de entrega de ambas as estruturas na cidade supracitada. Por fim, busca-se comparar as estruturas pré-fabricadas metálicas e de concreto em relação ao fornecimento (prazo de produção e execução); transporte (condições de transporte e distância entre a fábrica e a obra); e execução das estruturas (necessidade de mão de obra qualificada e equipamentos específicos), onde os dados coletados serão explicitados em um quadro comparativo, considerando características técnicas, localidade da obra e demais informações relevantes.

METODOLOGIA:

Esta pesquisa se classifica como exploratória, com abordagem qualitativa e de natureza aplicada conforme os objetivos propostos. Segundo Marconi e Lakatos (2010), em geral, tal abordagem assume a forma de pesquisas bibliográficas e/ou estudos de caso. E ainda, Fonseca (2002, p. 32) complementa que “a pesquisa bibliográfica envolve o levantamento de referências teóricas publicadas relacionadas ao assunto de interesse, as quais podem ser encontradas em meios escritos e eletrônicos, como artigos científicos, livros, páginas da internet, dentre outros”.

Neste sentido, utilizar-se-á para realização do presente estudo uma revisão bibliográfica e um estudo de caso aplicado na cidade de Governador Valadares, MG, visando a análise comparativa quanto a viabilidade de dois tipos diferentes de estruturas pré-fabricadas: metálicas e de concreto armado. O estudo de caso utilizou dois projetos cedidos pela empresa X, referente à mesma construção onde, cada projeto empregou um tipo de estrutura pré-fabricada.

Para análise de viabilidade técnica e validação dos dados obtidos, pretende-se utilizar um modelo matemático de regressão linear por serem relativamente simples, fornecerem uma fórmula matemática fácil de interpretar podendo gerar previsões, e ainda, pode ser aplicada a diversas áreas de estudo. O foco dos modelos de regressão linear é a realização de inferências, que consistem em, a partir de evidências encontradas para uma amostra, realizar generalizações de resultados para a população. Portanto, refere-se ao interesse em verificar a correlação entre duas ou mais variáveis e testar o quanto se pode confiar nas estimativas encontradas (CHEIN, 2019).

Para uma melhor compreensão dos procedimentos metodológicos utilizados, esta pesquisa foi dividida em duas etapas, conforme descritas abaixo.

- **Primeira etapa – Referencial teórico:** Foi feito um levantamento e apanhado geral dos principais estudos já realizados, os quais estão relacionados à temática da pesquisa por meio da consulta e acesso a bases de dados diversas; realizou-se uma busca na cidade e região por empresas que forneciam as estruturas pré-fabricadas para execução do projeto.
- **Segunda etapa – Estudo de caso:** De posse das informações da primeira etapa, realizou-se a leitura e interpretação dos projetos cedidos para o estudo de caso, para identificar o tipo de estrutura utilizada em cada um; verificou-se os lançamentos dos elementos estruturais da construção, realizando o quantitativo dos elementos de concreto pré-fabricado e metálicos; a partir do quantitativos dos elementos estruturais, as empresas serão consultadas quanto as condições de produção, transporte e montagem das estruturas; e por fim, será analisado a viabilidade técnica dos métodos construtivos

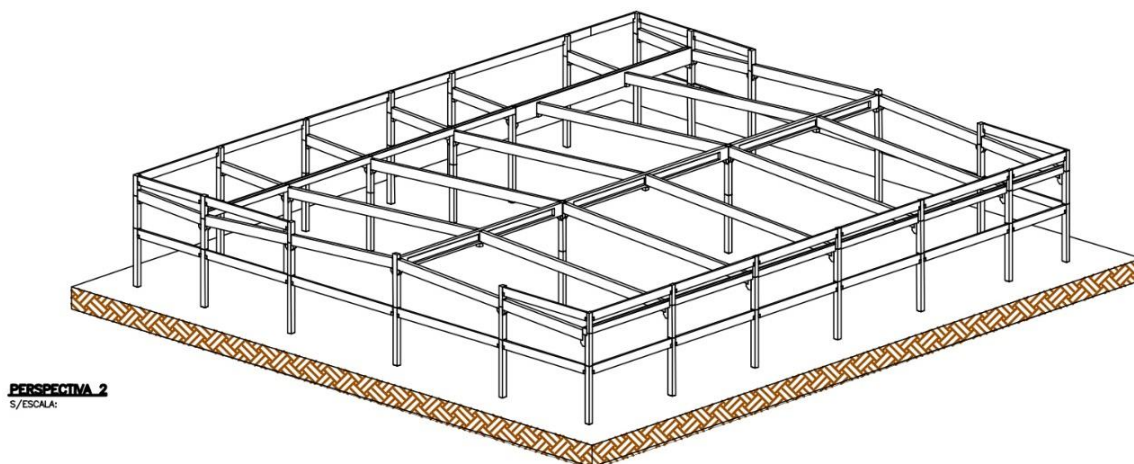
utilizando modelos matemáticos de regressão linear para verificar a correlação entre duas ou mais variáveis e testar o quanto se pode confiar nas estimativas encontradas.

RESULTADOS E DISCUSSÕES:

Os resultados preliminares do estudo foram obtidos pela execução da primeira etapa da pesquisa e algumas atividades da segunda etapa. Após o embasamento teórico foi realizada a leitura e interpretação dos Projetos A e B, cedidos pela Empresa X (Figuras 1 e 2, respectivamente), para levantamento dos elementos que compunham a estrutura utilizada em cada um deles. Os projetos correspondem à mesma edificação, porém, com propostas de dois tipos diferentes de estruturas pré-fabricadas: de concreto e metálicas. A edificação que tem finalidade comercial será executada na cidade de Governador Valadares, MG.

Verificou-se que, o Projeto A propõe a utilização de estruturas pré-fabricadas de concreto, enquanto que, no projeto B, a proposta é pelo uso de estruturas metálicas. Ainda, foi realizado o quantitativo destes elementos estruturais a fim de se verificar a disponibilidade de materiais e as técnicas construtivas que impactariam na melhor escolha, considerando a viabilidade técnica, e indiretamente também econômica.

Figura 1 – Projeto A: Perspectiva isométrica dos elementos estruturais pré-fabricados de concreto.



Fonte: Empresa X, 2022.

Figura 2 – Projeto B: Perspectiva isométrica dos elementos estruturais metálicos.



Fonte: Empresa X, 2022.

As tabelas 1, 2, 3, 4 e 5 apresentam o quantitativo dos elementos pré-fabricados de concreto e dos perfis metálicos.

Tabela 1 – Quantitativo de pilares pré-fabricados de concreto.

	Quant.	Dimensão (cm)	Altura (m)
PILARES	21	50x40	11,3444
	1	50x40	9,8072
	4	50x40	9,2308
	1	50x40	10,9608
	1	50x40	11,3394

Fonte: Autores, 2022.

Tabela 2 – Quantitativo de vigas pré-fabricados de concreto.

	Quant.	Tipo	Dimensão (cm)	Compr. (cm)
VIGAS	1	VRA	20x80	102,4
	2	VRA	20x80	987,8
	2	VRA	20x80	1216,8
	1	VRA	20X80	614,7
	1	VRA	20X80	702
	1	VRA	20X80	1502,2
	1	VRA	20X80	1217,2
	1	VRA	20X80	987,1
	1	VRA	20X80	755
	1	VRA	20X80	677,8
	2	VRA	20X80	1000,9
	3	VRA	20X80	1003,4
	2	VRA	20X80	1002,4
	1	VRA	20X80	1063,6
	5	VRA	40x95	2218,5
	2	VRA	40x95	1215,8
	1	VRA	40x95	956,3
	1	VRA	40x95	957
	1	VRA	20X80	611,2
	1	VRA	20X80	702,3
	1	VRA	20X80	1007,4

Tabela 2 – Quantitativo de vigas pré-fabricados de concreto.

			(conclusão)	
VIGAS	1	VRA	20X80	677,9
	1	VRA	40x95	1216,4
	1	VRA	40x95	985,8
	5	VRA	40x95	2248,5
	1	VRA	40x95	1500,8
	1	VRA	40x95	700
	1	VRA	40x95	612,5
	1	VRA	40x95	634,5
	1	VRA	40x95	672,5
	1	VRA	40x95	692,6
	1	VRA	40x95	720,7
	1	VRA	40x95	748,8
	1	VRA	40x95	753
	1	VRA	20X80	1001,9
	1	VRA	20X80	1005,1
	1	VRA	20X80	1002,8
	1	VRA	20X80	703,6
	1	VRA	20X80	1369,9
	1	VRA	20X80	821
	1	VRA	20X80	1007,3
	1	VRA	20X80	987,3
	1	VRA	20X80	754
	1	VRA	20X80	1070,6
	2	VA	40x115	2044,8
	1	VA	40x115	1850,1
	1	VU	50x150	2211,2
	1	VU	50x60	762,2
	1	VU	50x60	1044,2
4	VU	50x60	1042,4	
1	VU	50x60	1021,9	
1	VU	50x60	730	
1	VU	50x60	1109,4	
1	VU	50x60	1051,9	

Fonte: Autores, 2022.

Conforme disposto nas tabelas 1 e 2, a estrutura referente ao Projeto A é composta por 28 pilares pré-fabricados de concreto com dimensões de 50x40 cm e alturas variadas, 44 vigas do tipo VRA (seção retangular), 3 vigas do tipo VA (seção I), e 11 vigas do tipo VU (seção U) nas mais variadas dimensões. Totalizando, portanto, 86 elementos pré-fabricados de concreto. De posse desse quantitativo, ainda será realizado um contato com empresas da região para levantamento de dados como: prazo para fabricação dos elementos, condições de transporte e de montagem.

Tabela 3 - Quantitativo dos pilares de perfis metálicos.

	Quant.	Bitola (mm x kg/m)	Comp. (m)
PILARES	14	HP 250 x 62.0	9
	1	HP 250 x 62.0	10
	7	HP 250 x 62.0	7
	2	HP 250 x 62.0	7,0796
	12	W 150 x 29.8	9
	1	HP 310 x 79.0	8,65
	1	HP 310 x 79.0	6,65
	2	HP 310 x 79.0	9

Fonte: Autores, 2022.

Tabela 4 - Quantitativo das terças e tesouras de perfis metálicos.

	Quant.	Bitola (mm x kg/m)	Comp. (m)
TERÇAS	1	W 200 x 26.6	24
	1	W 200 x 26.6	6,0781
	1	W 200 x 26.6	8,8888
	1	W 360 x 32.9	6,855
	1	W 360 x 32.9	7,1791
	1	W 360 x 32.9	7,0319
	1	W 360 x 32.9	6,8847
TESOURAS	1	W 360 x 32.9	6,6489
	4	W 360 x 32.9	7,3246
	1	W 360 x 32.9	6,7642
	1	W 360 x 32.9	7,2564
	2	W 360 x 32.9	6,855
	10	W 460 x 52	23,4
	13	W 460 x 52	22,92
	1	W 460 x 52	22,91
	3	W 460 x 52	24,37
	1	W 460 x 52	23,39

Fonte: Autores, 2022.

Tabela 5 - Quantitativo das treliças de perfis metálicos.

	Quant.	Bitola (mm x kg/m)	Comp. (m)
TRELIÇAS	2	W 250 x 32.7	19,1226
	1	W 250 x 32.7	3,9807
	12	W 250 x 32.7	3,4238
	18	W 250 x 32.7	1,65
	2	W 250 x 32.7	3,3268
	4	W 250 x 32.7	3,207
	2	W 250 x 32.7	2,7902
	2	HP 200 x 53.0	2
	1	HP 200 x 53.0	1,65
	2	W 200 x 26.6	2,7902
	1	W 200 x 26.6	3,5135
	2	W 200 x 26.6	3,4004
	1	W 200 x 26.6	14,2508
	1	W 200 x 26.6	4,5
	2	W 200 x 26.6	8,3888
	2	W 200 x 26.6	3,0075
	2	W 200 x 26.6	2,25
	1	W 200 x 26.6	3,4304
	2	W 250 x 44.8	41,7775

Fonte: Autores, 2022.

Já conforme as tabelas 3, 4 e 5, o Projeto B era composto por 40 pilares de perfis metálicos dos tipos W Abas Paralelas - H – HP com dimensões variadas. As terças e tesouras eram compostas por 44 perfis W e as treliças por 60 dos mesmos perfis. O total de elementos metálicos utilizados na estrutura foram 144 perfis com bitolas e comprimentos variados. E, assim como as estruturas pré-fabricadas de concreto, faz-se necessário o contato com empresas que forneçam estes perfis para verificar as condições específicas de fabricação, transporte e montagem.

O prazo de fabricação e montagem de estruturas pré-fabricadas variam de acordo com o porte da obra, orçamento, disponibilidade de material, necessidade de mão de obra e equipamentos especializados, dentre outros fatores. Conforme as Normas Brasileiras Regulamentadoras (NBR) 9062/2017 - Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado e NBR 8800/2008 - Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios, as obras executadas com estas estruturas devem ter sua fabricação e construção executada por empresas especializadas, e devem assegurar a qualidade dos materiais desde a fabricação até a montagem da estrutura (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2008; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2017).

Sabe-se que, uma condicionante para escolha da estrutura é a disponibilidade dos materiais a serem utilizados na obra. Com isso, a pesquisa prosseguiu pela busca por fabricantes na região das estruturas pré-fabricadas.

A disponibilidade das estruturas metálicas na região do Vale do Aço e Vale do Rio doce é muito diversificada, uma vez que, a cidade de Ipatinga, localizada à 107 km de Governador Valadares, conta com um polo de produção de aço - Usiminas. Destacam-se, porém, três grandes empresas reconhecidas comercialmente em Governador Valadares pela venda e aprimoramento de produtos derivados do aço: Santana Ferro e Aço, Paraná Ferragens e ArcelorMittal. Ainda, na região, encontram-se as empresas que prestam o serviço de fabricação e montagem do sistema metálico, dentre elas: J. Junior Engenharia e Estruturas Metálicas; Metalúrgica Lannes; Cedro Engenharia; ROSSONI Estruturas Metálicas e Caldeiras; e a Stromg Estruturas Metálicas.

Já com relação as estruturas pré-fabricadas de concreto, segundo a Associação Brasileira da Construção Industrializada de Concreto – ABCIC (2011) existem diversas empresas que trabalham com o fornecimento de pré-fabricados de concreto. Destaca-se, no estado de Minas Gerais, a PRECON, que atua em toda a região sudeste do Brasil e tem sua fábrica situada na cidade Pedro Leopoldo (à 355 Km de Governador Valadares). Além desta, destaca-se as empresas PREFAZ, atendendo todo o território nacional, com fábrica situada na cidade de Candeias (à 562 Km de Governador Valadares) e outra unidade fabril em Feira de Santana – BA; e a empresa PREDALLE, com fábrica na cidade de Manhuaçu (à 197 Km de Governador Valadares).

Se apenas a distância das empresas que fornecem as estruturas e o local da obra fosse considerada, a melhor opção seria pela estrutura metálica, cujos fornecedores estão na cidade e região, enquanto que, a empresa mais próxima de pré-fabricados de concreto se encontra à 357 km de Governador Valadares. Contudo, embora a disponibilidade do material e as condições de transporte tenham grande influência no prazo e custo final de uma obra, a análise pela viabilidade técnica não pode ser baseada apenas nestes critérios, sendo necessário também, considerar prazo para fabricação, transporte e entrega, e a montagem que considera mão de obra especializada e equipamentos específicos.

Portanto, visando o objetivo proposto, esta pesquisa precisa ainda cumprir com as seguintes atividades das etapas da pesquisa: verificar com os fabricantes da região os prazos para produção, as condições de transporte e montagem de cada estrutura, e ainda, analisar a viabilidade técnica dos métodos construtivos utilizando modelos matemáticos de regressão linear.

CONCLUSÕES:

Os resultados apresentados ainda são parciais, portanto, não é possível inferir qual a melhor alternativa de estrutura pré-fabricada, sendo necessário seguir com o desenvolvimento da pesquisa e cumprir as atividades da segunda etapa conforme descritas na metodologia. Contudo, os dados obtidos referem-se ao levantamento do quantitativo dos elementos estruturais de cada projeto bem como os fornecedores da região, sendo imprescindíveis para a continuidade do estudo.

Considerando a região em que a construção será executada, por estar inserida próxima ao Vale do Aço, espera-se que o uso das estruturas metálicas apresente maior viabilidade técnica, uma vez que, a disponibilidade, o transporte, e a montagem destas estruturas tem grande relevância e impacto no custo e execução da obra, e ainda, conforme apresentado, a fábrica mais próxima de estruturas pré-fabricadas de concreto encontra-se a mais de 300 km de distância.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

Associação Brasileira da Construção Industrializada de Concreto. **Anuário ABCIC 2011**. São Paulo, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8800: Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios**. Rio de Janeiro, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9062: Projeto e Execução de Estruturas de Concreto Pré-Moldado - Procedimento**. Rio de Janeiro, 2017.

CHEIN, F. **Introdução aos modelos de regressão linear: um passo inicial para compreensão da econometria como uma ferramenta de avaliação de políticas públicas**. 1. ed. Brasília: Enap, 2019.

DE LIMA, J. L. R. **Estudo comparativo entre estrutura metálica e de concreto armado em uma edificação: estudo de caso**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Faculdade de Tecnologia e Ciências Sociais Aplicadas, Centro Universitário de Brasília, Brasília, 2017. Disponível em: <<https://repositorio.uniceub.br/jspui/handle/prefix/13187>>. Acesso em: 24 abril 2022.

DE LUCA, M. A. S.; ROMANEL, F. B.; SANCHES, G. H. M.; GONÇALVES, H. S.; PEREIRA, V. A. G.; MOISES, I. C.; DE OLIVEIRA, J. M. B. A Engenharia no contexto social: evolução e desenvolvimento. **Revista eletrônica dos cursos de Engenharia: Gestão Tecnologia e Inovação**. Vol. 2 n. 1, 2018.

EL DEBS, M. K. **Concreto Pré-Moldado. Fundamentos e Aplicações**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2017.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002.

GERVÁSIO, H. A sustentabilidade do aço e das estruturas metálicas. In: **Congresso Latino-Americano da construção metálica CONSTRUMETAL**. São Paulo, Brasil. 2008.

KATAOKA, M. N.; FERREIRA, M. A.; EL DEBS, A. L. H. C. Estudo do comportamento de ligações viga-pilar em estruturas pré-moldadas de concreto: análise experimental. **Revista IBRACON de Estruturas e Materiais**, v. 5, p. 848-873, 2012.

LACERDA, J. F. S. B.; GOMES, J. O. Uma visão mais sustentável dos sistemas construtivos no Brasil: análise do estado da arte. **Revista E-Tech: Tecnologias para Competitividade Industrial**, v. 7, n. 2, p. 167-186, 2014.

MATEUS, R. **Novas tecnologias construtivas com vista à sustentabilidade da construção**. 2004. 271 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade do Minho, Braga, 2004. Disponível em: <<http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/817>>. Acesso em: 23 abril 2022.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

OLIVEIRA, A. I. E. **Inovações tecnológicas como fator de competitividade para empresas de construção civil em Manaus**. 2010. 116 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2010.

RODRIGUES, H. F. **Construção Offsite: um estudo sobre o Método Construtivo Modular**. 2021. 12 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Pontifícia Universidade Católica de Goiás, 2021.

SERRA, S. M. B.; FERREIRA, M. de A.; PIGOZZO, B. N. Evolução dos Pré-fabricados de Concreto. **Núcleo de Estudos e Tecnologia em Pré-moldados (NET-PRÉ), Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de São Carlos**, 2005.

SHULL, F.; MENDONÇA, M. G.; BASILI, V.; CARVER, J.; MALDONADO, J. C.; FABBRI, S.; TRAVASSOS, G.H.; FERREIRA, M. C. Knowledge-sharing issues in experimental software engineering. **Empirical Software Engineering**, v. 9, n. 1, p. 111-137, 2004.