

Análise comparativa: cimbramento metálico x cimbramento de madeira

Comparative analysis: metallic cimbration x wood cimbration

Análisis comparativo: cimbrado metálico x cimbrado de madera

Recebido: 07/05/2019 | Revisado: 17/05/2019 | Aceito: 20/05/2019 | Publicado: 29/05/2019

Pedro Emílio Amador Salomão

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9451-3111>

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Brasil

E-mail: pedroemilioamador@yahoo.com.br

Hamilton Costa Júnior

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9620-9284>

Universidade Presidente Antônio Carlos, Brasil

E-mail: hamilton.engenharia@gmail.com

Gustavo Botelho Esperança

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3951-8790>

Universidade Presidente Antônio Carlos, Brasil

E-mail: gustavobotelhoesperanca@gmail.com

Acly Ney Santiago de Oliveira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8759-7211>

Universidade Presidente Antônio Carlos, Brasil

E-mail: aclyney@gmail.com

Resumo

Este artigo está inserido na área do planejamento de obras, onde buscou a comparação de técnicas construtivas almejando o melhor custo benefício da mesma, procurando atingir a eficiência e a economia para o projeto proposto e mantendo a qualidade do serviço. É muito relevante o aprofundamento nos diversos procedimentos executivos que a engenharia nos oferece, pois eles tendem a clarividenciar os prós e contras, sendo imprescindível para a tomada de decisão. O presente trabalho teve como objetivo realizar um estudo comparativo entre duas tecnologias de execução do cimbramento, utilizando materiais metálicos e de madeira. O estudo se deu através da aplicação das mesmas no planejamento da obra de construção do Pavilhão Pedagógico do Colégio Militar de Belém/ PA, utilizando uma planilha de referência de preço da Secretaria de Obras Públicas do estado do Pará, sendo realizada uma

análise do custo de mão de obra, material e o valor total de cada técnica construtiva, juntamente com o tempo de execução das mesmas. Foi verificado que o cimbramento de madeira apresentou uma viabilidade maior, representando uma economia de aproximadamente 14% em relação ao cimbramento metálico para o projeto supracitado. Portanto, para o caso analisado, o cimbramento de madeira se mostrou mais viável, reduzindo o custo da edificação em cerca de R\$ 130.000,00.

Palavras - chave: Orçamento; Cimbramento; comparação; Custos; Obras públicas.

Abstract

This article is inserted in the scope of construction planning, and it sought to compare construction techniques aiming at their best cost benefit, seeking to achieve efficiency and economy for the project proposed and maintaining the quality of the service. It is of utmost relevance to understand more deeply the various execution procedures provided by engineering because they tend to clarify the pros and cons of the project, which is essential for the decision making process. This work aims to carry out a comparative study between two technologies of formwork performance, using metallic and wooden materials. The study was carried out through the application of these technologies in the planning of the construction project of the Teaching Pavilion of the Military School of Belém, Pará, using a reference pricing list from the Secretariat of Public Works of the State of Pará. The study analyzed the labor cost, the material and the total value of each construction technique as well as their respective execution time. It was verified that the wooden formwork presented greater viability, representing an economy of approximately 14% in relation to the metallic formwork for the project aforementioned. Therefore, for the case analyzed, the wooden formwork proved to be more viable, reducing the construction cost by approximately R\$ 130,000.

Keywords: Budget; Anchors; Comparison; Costs; Public works.

Resumen

Este artículo se inserta en el alcance de la planificación de la construcción, y buscó comparar las técnicas de construcción con el objetivo de obtener el mejor costo beneficio, buscar la eficiencia y la economía para el proyecto propuesto y mantener la calidad del servicio. Es de la mayor importancia para comprender más a fondo los diversos procedimientos de ejecución proporcionados por la ingeniería, ya que tienden a aclarar las ventajas y desventajas del proyecto, que es esencial para el proceso de toma de decisiones. El objetivo de este trabajo es realizar un estudio comparativo entre dos tecnologías de encofrado, utilizando materiales

metálicos y de madera. El estudio se llevó a cabo mediante la aplicación de estas tecnologías en la planificación del proyecto de construcción del Pabellón Docente de la Escuela Militar de Belém, Pará, utilizando una lista de precios de referencia de la Secretaría de Obras Públicas del Estado de Pará. El estudio analizó el costo de mano de obra, el material y el valor total de cada técnica de construcción, así como su respectivo tiempo de ejecución. Se verificó que el encofrado de madera presentó una mayor viabilidad, lo que representa una economía de aproximadamente el 14% en relación con el encofrado metálico para el proyecto mencionado anteriormente. Por lo tanto, para el caso analizado, el encofrado de madera resultó ser más viable, reduciendo el costo de construcción en aproximadamente R \$ 130,000.

Palabras clave: Presupuesto; Anclas; Comparacion Los costos; Trabajos públicos.

1 INTRODUÇÃO

No panorama atual em que se encontra a Construção Civil, tem-se procurado cada vez mais a viabilidade de técnicas construtivas e a análise comparativa entre as mesmas, buscando a melhor alternativa de como fazer mais com menos, com o objetivo de reduzir o prazo de execução e o custo do empreendimento.

Segundo o Pmbok (2008) o projeto é um esforço temporário para atingir um objetivo pré-estabelecido, devendo ser bem definido e claro, com um propósito de desenvolver uma solução dentro de parâmetros bem delineados, seja um produto, serviço ou um novo método. O foco de um projeto é atingir as metas previamente definidas, sendo todas as partes envolvidas responsáveis por conduzi-lo rumo a concretização dos objetivos almejados. Sendo assim podemos dizer que o projeto tem três características em comum: particularidade, pois as condições, recursos e envolvidos são únicos; temporariedade, pois tem duração e recursos limitados; e progressividade, pois tem início, meio e fim definidos. (Cristina, P. 2018)

Salienta Finocchio Júnior *et al.* (2007) que Gerenciamento de Projetos é o termo empregado para definir a comunhão de conhecimento, habilidade, ferramenta e técnica, que quando postas juntas tem a capacidade de dirigir as atividades que compõe um projeto, sempre se baseando na premissa de satisfazer todas as necessidades e atender os requisitos dos interessados. Os três principais pilares de um projeto são escopo, tempo e custo. O escopo é a parte mais importante de um projeto, sendo a coleção de todos os serviços, atividades ou produtos combinados com o cliente. (Salomão, P. E. A. 2019)

É necessário adequar o escopo para que não exista impactos durante a execução. Nada vai dar certo se você não souber exatamente o que deve ser feito. Se não se conhece o escopo,

não existe condição plena de definir tempo e custo. O tempo é irremediável, e só pode ser administrado por meio de muito planejamento. Elevar o tempo do projeto pode significar o aumento do custo. O custo sofre influência direta do escopo e do tempo e é o mais delicado dos três pilares. Analisar o impacto financeiro nas decisões é necessário para manter o orçamento da obra, pois uma decisão equivocada pode onerar consideravelmente o projeto, reduzindo a margem de resultado e inviabilizando o mesmo. (Salomão, P. E. A. 2018)

Para Holanda (2003) em virtude do contentamento dos desejos e das premissas estipuladas pelos clientes, as empreiteiras têm procurado opções de ganho na produção dentro do canteiro de obras para atingir uma elevada produtividade, buscando a redução nas despesas e no tempo de execução do projeto.

O cimbramento de uma estrutura em concreto armado se enquadra neste estudo preliminar, onde podemos buscar opções de como fazê-lo e quais materiais podem ser empregados, procurando saber qual a melhor forma, analisando o custo e o tempo para a execução do serviço.

O presente trabalho tem como objetivo geral um estudo comparativo, buscando a melhor alternativa do custo-benefício entre o cimbramento metálico e cimbramento de madeira para a construção do Pavilhão Pedagógico do Colégio Militar de Belém/PA. Tendo como objetivos específicos a comparação entre o custo unitário do serviço, bem como o prazo de execução do mesmo, com a mesma equipe de trabalho, para as duas metodologias mencionadas acima, identificando o custo total que elas representam na obra e qual será o lapso temporal de cada uma, permitindo a confrontação almejada. Serão apresentadas as características, vantagens e desvantagens de cada um dos métodos, buscando viabilizar a execução do serviço e atender os critérios técnicos de sua funcionalidade.

Este trabalho justifica-se pela grande importância de analisarmos o custo-benefício das fôrmas para o fundo das vigas e lajes na execução de um projeto, dado as inúmeras formas, com diversos tipos de materiais que se têm para executar o escoramento da superestrutura de uma edificação. Contudo, qual dos cimbramentos, metálico e de madeira, possui melhor viabilidade de aplicação para o projeto proposto?

2. CIMBRAMENTO

Podemos definir o cimbramento como uma estrutura de suporte temporária, constituída por um grupo de elementos que apoiam as fôrmas do fundo da laje/ vigas, resistindo as cargas atuantes sem evidenciar excessivas variações e propagando-as ao piso ou

estrutura imediatamente inferior em que estão apoiadas. Qualquer distorção na estrutura de suporte é capaz de gerar uma adversidade na estrutura de concreto armado. É um agente que motiva muito na durabilidade e qualidade do sistema estrutural, pois no dia a dia o que se vê em obras de médio e pequeno porte é a inexistência de sistemas apropriados de escoramento, passíveis de acidentes e falhas. Os elementos componentes do cimbramento são o suporte (escoras e torres), trama (longarinas, denominada como vigotas principais e barrotes conhecido como vigotas secundárias) e os acessórios (peças que ajustam, unem e posicionam as anteriores) (Barcelos, 2014).

2.1. Materiais Utilizados

Atualmente temos disponíveis no comércio duas tipologias de materiais, sendo a madeira e o metal a serem empregados no método do escoramento. A madeira pode se dividir em dois tipos, trata-se da madeira serrada e a madeira bruta. É muito importante realizar uma análise aprofundada para definir qual material será aplicado no projeto, pois o barato pode sair caro no término da obra (Do Carmo, 2007).

2.1.1. Madeira

No método de utilização do cimbramento de madeira, empregam-se basicamente pontaletes com medidas de 7,5 x 7,5 cm e escoras cilíndricas de eucalipto com bitola por volta de 10 cm. Embora com o valor inferior em relação às demais técnicas, retratam como desvantagens a pequena resistência de carregamento (quando se faz uma analogia com o escoramento metálico), podendo ocasionar o empenamento das escoras e, por conseguinte dos elementos estruturais, possui pequena taxa de reutilização e seu ajuste é dificultoso. Sua aplicação não é aconselhada para projetos de ampla dimensão ou em lugares onde a exigência da qualidade executiva é muito rigorosa (COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO, 2015).

2.1.1.1. Madeira Bruta

Comumente encontra-se em formato de fuste de eucalipto, conforme apresenta a figura 1, elucidando melhor a aplicação de um cimbramento de madeira em uma obra, na qual o material fica disposto a melhor aproveitamento do espaço e economia de espaço e material.

Figura 1: Escoramento em madeira bruta



Fonte: Carmo (2007)

Pode-se observar um conjunto bem grosseiro, em que o elemento identificado é bastante híbrido, gerando uma análise mais criteriosa na hora de elaborar os cálculos para o dimensionamento e sempre pegando o pior caso, fazendo com que haja um superdimensionamento no emprego das escoras.

O respectivo nivelamento é bastante dificultoso, carecendo a todo momento de cunhas, de acordo com a figura 2.

Figura 2: Cunha em madeira para regulagem do escoramento



Fonte: Carmo (2007)

Observa-se, na figura, a solidez não assegurada, havendo a necessidade da utilização de sarrafos para contenção vertical, consumindo uma elevada mão de obra. Possui preço baixo e é naturalmente achado no mercado de acordo com a ABCP (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND).

2.1.1.2 Madeira Serrada

Segundo Carmo (2007), a madeira serrada é um material apropriado para projetos com ritmos mais lentos quando confrontada com o sistema metálico. Foi elaborada juntamente com a metodologia da “forma pronta”, sendo constituída por madeiras aparelhadas, uniformizadas e com junção previstas. A Associação Brasileira de Cimento Portland demonstra que essa espécie de material é formada habitualmente de:

- Escoras simples de pontaletes 3” x 3” para lajes;
- Escoras duplas (garfos) de pontaletes 3” x 3” para as vigas;
- Longarinas de sarrafos 1” x 6” duplos;
- Barrotes de sarrafos 1” x 4” ou pontaletes 3” x 3”.

Da mesma maneira que na madeira bruta, a madeira serrada tem como desvantagem a utilização de cunhas para o seu nivelamento e sua aplicabilidade é limitada somente a uma

determinada obra, possuindo um enorme obstáculo para restauração e ajuste a outras proporções. A figura 3 apresenta a utilização da madeira serrada como cimbramento.

Figura 3: Cimbramento com madeira serrada



Fonte: Internet “fotos de cimbramento com madeira serrada”

Autores, por gentileza, comentem após a figura, em pelo menos um parágrafo dizendo o que o leitor deve observar de importante na figura.

2.1.2 Metal

Atualmente, existem diversas empresas especializadas nesta espécie de equipamento, sendo confeccionadas por alumínio ou aço, dividindo-se na maioria das vezes em dois tipos de sistemas: escoras e torres. Essas firmas atuam no aluguel e venda destes equipamentos, possuindo como particularidade a elasticidade, grande rigidez, regulagem precisa e facilidade na montagem com objetos de encaixe. Além disso, o trabalho é monitorado por grupos de técnicos e profissionais que dimensionam e buscam a melhor alternativa para as diversas tipologias de projetos, fazendo um acompanhamento e inspeção no local a ser empregado o escoramento depois de executado, resguardando de possíveis adversidades a posteriori com os elementos que serão concretados, por causa do emprego inadequado dos dispositivos de cimbramento. Os objetos metálicos são bastante recomendados quando não se admite deformidade na laje (Do carmo, 2007).

Como descrito por Guilherme, 2004, os elementos metálicos possuem as seguintes vantagens:

- Não existe armazenamento de equipamento na obra, devido os mesmos serem destinados de acordo com o projeto;
- Grande reutilização do equipamento;
- Produção veloz e fácil;
- Organização e higienização na obra, resguardando a qualquer eventualidade e concedendo uma boa circulação entre o equipamento montado, diferentemente da madeira, onde os pontaletes encontram-se bem perto um do outro.

2.1.2.1 Escoras (Sistema Pontual)

Para Batista e Mascia, 2006, são objetos de fácil junção, composta de dois tubos que se resvalam um dentro do outro, possuindo a peça de baixo uma bitola maior que a peça de cima, denominada por flauta, já que dispõe de aberturas circulares a cada 10 cm para regulagem por meio de um pino. Na parte de cima do tubo possui uma luva metálica, com duas alças e roscas para a adequação milimétrica, conforme podemos observar na Figura 4.

Figura 4: Escoras metálicas



Fonte: Internet “escoras metálicas”

Verifica-se que as escoras metálicas são firmes e possuem um grande benefício em comparação à madeira quando se trata da exatidão no nivelamento e na resistência.

Para a Comunidade da Construção, 2015, as escoras metálicas retratam propriedades superiores em relação às escoras de madeira, a título de exemplo, a reutilização em diversas possibilidades, ajustes para várias alturas, nivelamento bem preciso e uma enorme capacidade de carga. Essas características, configuram os elementos metálicos objetos extraordinários a serem utilizados em edificações onde se busca o maior estágio de qualidade e onde dispensa as grandes deformações.

2.1.2.2 Torres Metálicas

Em relação às escoras metálicas, as torres é um mecanismo mais complexo, no entanto retrata um suporte de carga bastante superior, conforme a ABCP. É constituída por objetos verticais diferentes, unidos entre si (através de tubos ou diagonais), criando quadros. É indicada quando se tem alturas elevadas ou pé direito duplo, uma vez que o seu sistema de preparação não restringe ao alcance da maneira que ocorre com as escoras, como é apresentado na figura 5.

Figura 5: Torre metálica utilizada para pé direito alto/ duplo.



Fonte: Internet “cimbramento com torre metálica”

Observa-se por meio da figura que a estrutura metálica libera mais espaço, é fornece a impressão de ser mais limpa e organizada. Destacamos como vantagem para o sistema

supracitado a grande estabilidade oferecida, concedendo aos profissionais que estiverem trabalhando a circulação sobre ele.

3 METODOLOGIA

A elaboração do presente trabalho foi baseado em índices da construção civil da SEDOP (Secretaria de Estado e Desenvolvimento Urbano e Obras Públicas do Estado do Pará) referente ao mês de abril de 2019. Além de toda metodologia de pesquisa supracitada, efetuou-se um estudo de caso baseado em pesquisa de campo perante à obra de construção do Pavilhão Pedagógico do Colégio Militar de Belém/ PA, para analisar qual dos tipos de cimbramentos melhor se aplica ao projeto, visando o custo benefício mais vantajoso dentre as duas alternativas.

Este trabalho decorre da análise de viabilidade, buscando qual o melhor custo em menor tempo, entre a utilização do sistema de cimbramento metálico e cimbramento de madeira. Através desse diagnóstico, poderemos conhecer qual tecnologia será mais favorável ao projeto proposto. Ressalta-se que cada obra possui suas particularidades e cada cenário se adequa às tipologias dos diferentes materiais existentes.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Levantamento do Quantitativo de Serviço e a Planta do Projeto a ser utilizado

Foi utilizado como referência para a análise comparativa entre o cimbramento metálico e cimbramento de madeira, o projeto da Construção do Pavilhão Pedagógico do Colégio Militar de Belém/PA, indicado na Figura 6.

Figura 6 – Área de Implantação do Projeto

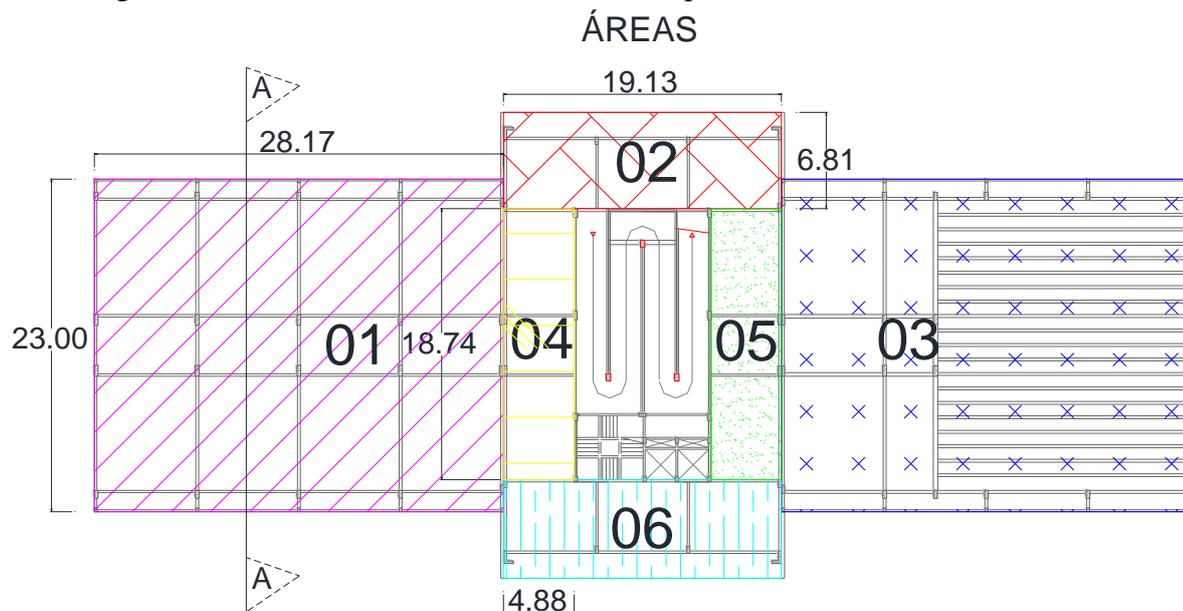


Fonte: Projetos disponibilizados pela CRO/8 referente ao Edital da Concorrência N° 04/2017
– Comando da 8ª RM

Como mostrado na figura anterior, pode ser visto o projeto de implantação da edificação, na qual foi utilizado uma área já existente e disponível ao lado de outras edificações construídas, sendo que dessa forma ocorrerá um interação entre a estrutura existente a planejada.

A área de implantação do projeto é detalhada na Figura 7, que apresenta a planta baixa com as áreas para o levantamento de serviço, visando facilitar o levantamento do volume de cimbramento.

Figura 7 - Planta Baixa das divisões das áreas para o cálculo do volume de cimbramento



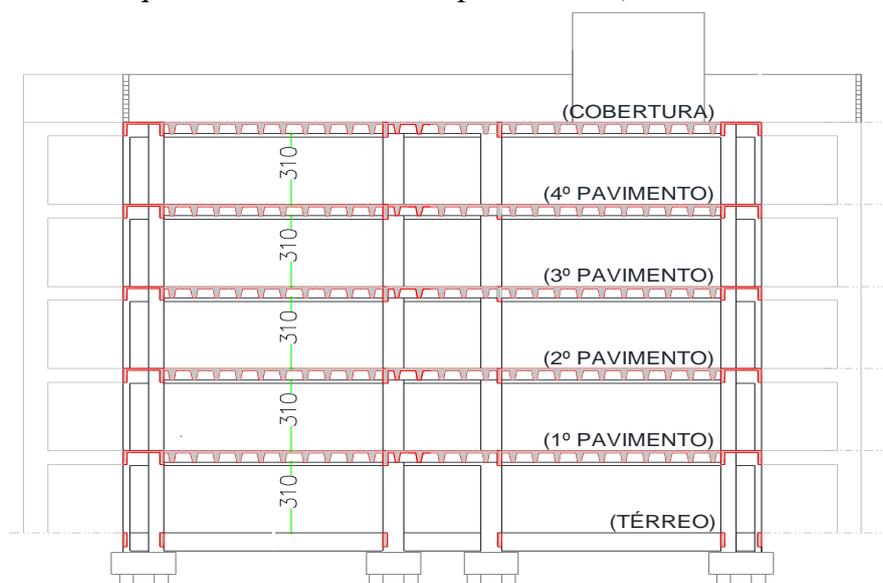
PLANTA DE CIMBRAMENTO - PAVIMENTO TIPO
1º, 2º 3º 4º e 5º PAVIMENTO

Fonte: Projetos disponibilizados pela CRO/8 - Edital N° 04/2017 – Comando da 8ª RM

Na Figura 7, o projeto descreve melhor as divisões das áreas que serão construídas, de forma que o será respeitado uma escala de tamanho, facilitando na elaboração de projetos futuros e interpretação frente aos executoras.

A Figura 8 apresenta o detalhamento do corte AA, indicando o pé direito de 3,10 metros e os cinco pavimentos da edificação.

Figura 8 – Corte esquemático estrutural dos pavimentos (corte AA – medidas em cm)



Fonte: Projetos disponibilizados pela CRO/8 - Edital N° 04/2017 – Comando da 8ª RM

O corte esquemático dos pavimentos, previamente ilustrado na Figura 8, mostra das dimensões e estrutura de cada setor onde será dividida a os pavimentos.

A partir das informações apresentadas, como o comprimento, a largura e o pé direito, encontramos o volume de 5.391,75m³ de cimbramento a ser utilizado para cada pavimento, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1: Levantamento de Serviços

A	B	C	D	E
LOCAL	COMPRIMENTO (M)	LARGURA (M)	PÉ DIREITO (M)	VOLUME DE CIMBRAMENTO PARA UM PAV. (M ³)
ÁREA 01	28,17	23,00	3,10	2008,52
ÁREA 02	19,13	6,81	3,10	403,85
ÁREA 03	28,17	23,00	3,10	2008,52
ÁREA 04	4,88	18,74	3,10	283,50
ÁREA 05	4,88	18,74	3,10	283,50
ÁREA 06	19,13	6,81	3,10	403,85
TOTAL:				5391,75

Fonte: Autoria Própria.

Após as descrições do projeto, como dimensões, tamanho e noção de alguns materiais, pode ser feito os cálculos frente a questão do volume de cimbramento que será necessário, na qual em cima desses dados, será feitos os cálculos dos valores podendo comparar qual o melhor modelo a seguir.

4.2 Composição de Preço Unitário

Para a análise do custo de um determinado serviço, é necessário a elaboração de uma composição de preço unitário, onde constará o consumo e o custo dos materiais a serem utilizados, da mão de obra a ser empregada e quando necessário dos equipamentos. Todo serviço possui uma unidade determinada, sendo este por área (m²), por volume (m³), por item (unidade), por distância (m³ x km), entre outros.

Foram utilizadas no comparativo a referência de custo e índices para as composições de preço unitário do cimbramento metálico e cimbramento de madeira a tabela da SEDOP (Secretaria de Estado e Desenvolvimento Urbano e Obras Públicas do Estado do Pará).

4.2.1 Composição de Preço unitário do cimbramento metálico e Custo Total

Após o levantamento de serviço identificado anteriormente, foi coletada da planilha da SEDOP a composição do serviço de cimbramento metálico exposta na Tabela 2, levando em consideração a mão de obra e os insumos para a execução de um m³ do serviço em questão.

Tabela 2: Composição do Cimbramento Metálico

COMPOSIÇÃO DO CIMBRAMENTO METÁLICO					
011217	Cimbramento metálico com altura até 3,50m	M3		R\$	49,10
CÓDIGO	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	UNIDADE	COEFICIENTE	VALOR UNITÁRIO	VALOR PARCIAL
MÃO DE OBRA					
O00015	Montador com encargos complementares	H	0,5400	R\$ 15,16	R\$ 8,19
O00018	Ajudante especializado	H	1,0000	R\$ 16,47	R\$ 16,47
MATERIAL					
D00384	Aluguel de cimbramento metálico	M3/MÊS	1,0000	R\$ 13,10	R\$ 13,10
D00005	Peça em madeira de lei 6"x3" 4 m apar.	UN	0,1000	R\$ 113,35	R\$ 11,34
Valor total do serviço com encargos complementares:				R\$	49,10

Fonte: Planilha de custos da SEDOP.

A Tabela 2 ilustra de forma clara a descrição dos serviços e valores unitários, na qual essas dados serão um complemento para a interpretação dos próximos dados.

A Tabela 3 apresenta o custo do serviço por pavimento e o custo total, tendo em vista que será necessária a locação do cimbramento por no mínimo 3 meses, levando em consideração que após a concretagem das lajes, a remoção do mesmo se dá após 15 dias, então, considera-se que será utilizado o cimbramento metálico para dois pavimentos por mês.

Tabela 3: Custo Total do Cimbramento Metálico

CUSTO DO CIMBRAMENTO METÁLICO POR PAVIMENTO						
LOCAL	VOLUME	TEMPO DE UTILIZAÇÃO DA LOCAÇÃO DO CIMBRAMENTO	PREÇO UNITÁRIO	PREÇO TOTAL PARCIAL	RECURSOS A SEREM UTILIZADOS	
TÉRREO	5391,75	3 MESES	R\$ 49,10	R\$ 264.734,93	TODOS DA COMPOSIÇÃO	
1º PAVIMENTO	5391,75		R\$ 24,66	R\$ 132.960,56	MÃO DE OBRA	
2º PAVIMENTO	5391,75		R\$ 37,76	R\$ 203.592,48	ALUGUEL CIMBRAMENTO + MÃO DE OBRA	
3º PAVIMENTO	5391,75		R\$ 24,66	R\$ 132.960,56	MÃO DE OBRA	
4º PAVIMENTO	5391,75		R\$ 37,76	R\$ 203.592,48	ALUGUEL CIMBRAMENTO + MÃO DE OBRA	
CUSTO TOTAL DO SERVIÇO:				R\$	937.841,01	

Fonte: Autoria Própria.

Como o projeto é composto por 5 pavimentos, será preciso locar por 2 meses e 15 dias, salientando que devido a locação ser mensal, considera-se 3 meses para fins do cálculo. Será necessário o montante de R\$ 937.841,01 para a execução do serviço. A composição da Tabela 2 evidencia que em um dia o montador consegue executar 14,81 m³ de cimbramento e o ajudante especializado 8 m³, totalizando uma produção diária de 22,81 m³.

4.2.2 Composição de Preço unitário do cimbramento de madeira e Custo Total

A Tabela 4 apresenta a composição de preço unitário do cimbramento de madeira, coletada através da planilha da SEDOP, apresentando os insumos e a mão de obra para a execução de um m³ do serviço.

Tabela 4: Composição do Cimbramento de Madeira

COMPOSIÇÃO DO CIMBRAMENTO DE MADEIRA					
011294	Cimbramento de madeira	M3		R\$	42,42
CÓDIGO	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	UNIDADE	COEFICIENTE	VALOR UNITÁRIO	VALOR PARCIAL
MÃO DE OBRA					
O00005	Carpinteiro com encargos complementares	H	0,6000	R\$ 17,25	R\$ 10,35
O00006	Servente com encargos complementares	H	1,2000	R\$ 13,78	R\$ 16,54
MATERIAL					
D00191	Prego (preço médio)	KG	0,0500	R\$ 9,96	R\$ 0,50
D00281	Pernamanca 3" x 2" 4 m - madeira branca	DZ	0,1000	R\$ 135,27	R\$ 13,53
D00016	Tábua de madeira branca 4m	DZ	0,0200	R\$ 75,14	R\$ 1,50
Valor total do serviço com encargos complementares:				R\$	42,42

Fonte: Planilha de custos da SEDOP

Os dados da Tabela 4, vem de forma clara a ilustrar a descrição dos serviços, sendo de fundamental importância para interpretação para os próximos passos de cálculo de valores dentro do artigo.

A Tabela 5 esclarece o custo do serviço por pavimento e o custo total, considerando a aquisição dos materiais apenas para o pavimento térreo, devido à possibilidade do reaproveitamento de 5 vezes das peças de madeira. Para os demais pavimentos será empregado apenas a mão de obra dos profissionais. O montante final para a execução do serviço totalizou a quantia de R\$ 808.654,68. A composição da Tabela 4, evidencia que em um dia o carpinteiro consegue executar 13,33 m³ de cimbramento e o servente 6,67 m³, totalizando uma produção diária de 20 m³.

Tabela 5: Custo Total do Cimbramento de Madeira

CUSTO DO CIMBRAMENTO DE MADEIRA POR PAVIMENTO					
LOCAL	VOLUME	PREÇO UNITÁRIO	PREÇO TOTAL PARCIAL	RECURSOS A SEREM UTILIZADOS	
TÉRREO	5391,75	R\$ 42,42	R\$ 228.718,04	TODOS DA COMPOSIÇÃO	
1º PAVIMENTO	5391,75	R\$ 26,89	R\$ 144.984,16	MÃO DE OBRA	
2º PAVIMENTO	5391,75	R\$ 26,89	R\$ 144.984,16	MÃO DE OBRA	
3º PAVIMENTO	5391,75	R\$ 26,89	R\$ 144.984,16	MÃO DE OBRA	
4º PAVIMENTO	5391,75	R\$ 26,89	R\$ 144.984,16	MÃO DE OBRA	
CUSTO TOTAL DO SERVIÇO:			R\$ 808.654,68		

Fonte: Autoria Própria.

Na Tabela 5, observa-se o cálculo do custo final de cada pavimento em cima dos valores de volume de cada um dos pavimentos que são mostrados na Figura 8.

4.3 Análise e Confronto dos Resultados

Baseando-se nas informações apresentadas anteriormente, a Tabela 6 expõe o valor total de mão de obra e materiais para a plena realização do cimbramento metálico e cimbramento de madeira, assim como as variações entre eles.

Tabela 6: Custo Total do Cimbramento de Madeira

CUSTO TOTAL E VERIFICAÇÃO DA PRODUTIVIDADE PARA OS DOIS MÉTODOS DE CIMBRAMENTO				
SERVIÇO	TEMPO DE PRODUÇÃO (DIÁRIAS)	CUSTO TOTAL DE MÃO DE OBRA	CUSTO TOTAL DE MATERIAL	CUSTO TOTAL
CIMBRAMENTO METÁLICO	1181,88	R\$ 664.802,79	R\$ 273.038,22	R\$ 937.841,01
CIMBRAMENTO DE MADEIRA	1347,94	R\$ 724.920,80	R\$ 83.733,88	R\$ 808.654,68
VARIAÇÃO (METÁLICO - MADEIRA):	-166,06	-R\$ 60.118,01	R\$ 189.304,34	R\$ 129.186,33

Fonte: Autoria Própria.

Percebe-se que o cimbramento metálico apresentou um custo de mão de obra bem inferior em relação ao cimbramento de madeira, sendo a diferença de R\$ 60.118,01, caracterizando uma discrepância de aproximadamente 166 diárias de trabalho da equipe de produção. Em contrapartida, o custo com os materiais e a locação do cimbramento metálico é bem maior, representando uma distorção de R\$ 189.304,34 quando comparado ao cimbramento de madeira.

Podemos avaliar que quando se busca agilidade e redução do prazo de execução do projeto, o método sugerido é a utilização do cimbramento metálico, pois apresenta uma produtividade bem interessante quanto conflitado ao cimbramento de madeira, porém apresentando um custo um pouco maior com a locação mensal dos materiais metálicos. Salienta-se que a aplicação deste método deve ser planejada, pois fatores tais como as precipitações, atraso na programação das concretagens, paralisação parcial da obra, entre outros, podem onerar muito, visto que o custo de locação é de periodicidade mensal.

Por fim, destacamos que para o projeto proposto, uma vez sendo o prazo de execução contratual de 36 meses e analisando os índices pluviométricos da cidade de Belém/PA, optou-se pela emprego do cimbramento de madeira, que será menos oneroso no valor global, porém consumirá mais diárias de trabalho, não necessitando de velocidade para a entrega da edificação. Caso o prazo fosse de 20 meses por exemplo, necessitaria de agilidade no andamento da obra, daí justificando a busca de alternativas com menor tempo de execução. Em toda a análise das diárias julgou como parâmetro somente uma equipe de trabalho, sendo para o cimbramento metálico, 1 montador e 1 ajudante especializado, e para o cimbramento de madeira, 1 carpinteiro e 1 ajudante.

A Tabela 7 apresenta uma projeção das equipes de produção, resumindo a quantidade de determinada equipe e em quantas diárias ela consegue realizar o serviço.

Tabela 7: Equipes de Produção

EQUIPES DE PRODUÇÃO		
SERVIÇO	QUANTIDADE DE EQUIPES DE PRODUÇÃO	TEMPO DE PRODUÇÃO (DIÁRIAS)
CIMBRAMENTO METÁLICO	1,00	1181,88
	5,00	236,38
	10,00	118,19
	15,00	78,79
CIMBRAMENTO DE MADEIRA	1,00	1347,94
	5,00	269,59
	10,00	134,79
	15,00	89,86

Fonte: Autoria Própria.

Com base na Tabela 7, pode ser visto que em determinados momentos os cálculos mostrou que o cimbramento de madeira apresenta algumas vantagens e desvantagens frente a de aço, que também tem suas peculiaridades.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho em questão retratou um estudo de caso visando uma análise comparativa entre a utilização de cimbramento metálico e cimbramento de madeira para a obra de construção do Pavilhão Pedagógico do Colégio Militar de Belém/ PA, evidenciando a importância da exploração dos dados financeiros de um determinado projeto. Para buscar o resultado e a viabilidade, é necessário o aprofundamento nas tecnologias e técnicas construtivas de execução dos serviços que o mercado nos oferece.

No balanço final, percebemos que o preço total do cimbramento de madeira apresentou um custo benefício mais interessante, no montante de R\$ 808.654,68, representando uma economia de R\$ 129.186,33 para a empresa, apesar de consumir mais diárias de trabalho por parte da equipe de produção, o que não prejudica a realização do serviço, uma vez que na situação em questão o prazo não é restrição, sendo a alternativa mais indicada adotada para o projeto proposto. O cimbramento metálico não se mostrou viável para a sua locação, apresentando uma quantia de R\$ 937.841,01, apesar de se tratar de um método passível de praticidade, agilidade, limpeza e organização dentro do canteiro de obras. Com relação à mão de obra, houve uma redução de aproximadamente 166 diárias de trabalho da equipe em comparação com a mão de obra do cimbramento de madeira.

O estudo nos mostra uma instrução para a escolha da execução do cimbramento em edificações de todas as tipologias, destacando a necessidade do estudo analítico de cada projeto, pois o mesmo é singular, temporário e progressivo, possuindo particularidades que irão influenciar de maneira decisiva na escolha das tecnologias a serem empregadas.

REFERÊNCIAS

Associação Brasileira de Cimento Portland. Fôrmas. Disponível em: http://www.dptoce.ufba.br/construcao1_arquivos/F%F4rmas_ABCP.pdf . Acesso: 17 de set. 2007.

Associação Brasileira de Cimento Portland. Escoramento. Disponível em: [http://www.comunidadeaconstrucao.com.br/comunidade/filesmg.nsf/Ativos/cimbramento.pdf/\\$File/cimbramento.pdf](http://www.comunidadeaconstrucao.com.br/comunidade/filesmg.nsf/Ativos/cimbramento.pdf/$File/cimbramento.pdf) . Acesso: 17 de set. 2007.

Barcelos, C. A. A. (2014). Pró-Reitoria de Graduação Curso de Engenharia Civil Trabalho de Conclusão de Curso.

Batista, A.M. & Mascia, N.T. (2006). *Escoras metálicas empregadas em cimbramentos para edificações em concreto armado*. In: Anais da XXXII Jornadas Sulamericanas de Engenharia Estrutural.

COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO. Cimbramento: sistemas. S.L., 2015.

Cristina, P., Salomão, P. E. A., Cangussú, L., & de Carvalho, P. H. V. (2018). Tijolo solo cimento com adição de fibra vegetal: uma alternativa na construção civil. *Research, Society and Development*, 7(9), 12.

COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO. Fôrmas – materiais. S.L., 2015.

Do Carmo, E.J.Z. (2007). Fôrmas e escalonamento. Monografia, Engenharia Civil da Universidade São Francisco

GUILHERME, Marcos Roberto. Apostila de escoramento (material interno Mekan industria e locação de equipamentos para construção civil). 2004.

Holanda, E.P.T. (2003). *Novas tecnologias construtivas para produção de vedações verticais: diretrizes para o treinamento da mão-de-obra*. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

JÚNIOR, FINOCCHIO et al. Fundamentos do Gerenciamento de Projetos. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2007, 170p.

Pereira, A.S.; Shitsuka, D.M.; Parreira, F.J. & Shitsuka, R. (2018). *Metodologia da pesquisa científica*. [e-book]. Ed. UAB/NTE/UFSM, Santa Maria/RS. Disponível em: http://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1

PMBOK, GUIA. Um guia do conjunto de conhecimentos em gerenciamento de projetos (guia pmbok®). em português. Project Management Institute, Inc. EUA, 2008.

Salomão, P. E. A., Porto, T. B., Cabrai, S. C., da Silva, W. L., & de Oliveira, A. N. S. (2018). Elaboration of tables for concrete dosage based on the aggregates used in Northeast Mineiro. *Research, Society and Development*, 7(4), 1274305.

Salomão, P. E. A., Oliveira, L. L. S., Rhis, A. R., & Coelho, S. S. F. (2019). Analysis and study of materials for perutable floor water advantage when compared with conventional pavement. *Research, Society and Development*, 8(4), 3584912.

Secretaria de Estado e Desenvolvimento Urbano e Obras Públicas do Estado do Pará, SEDOP. Disponível em: <http://www.sedop.pa.gov.br/index.php/component/content/article/2-sem-categoria/102-planilha-de-custo-abril-2019>

Participação na Escrita

Pedro Emílio Amador Salomão – 10%

Hamilton Costa Júnior – 20%

Gustavo Botelho Esperança – 50%

Acly Ney Santiago de Oliveira – 10%