



**CENTRO UNIVERSITÁRIO – UNIFG  
BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL**

**BRUNO SANTANA SANTOS  
FELIPE DE JESUS SOUZA**

**VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DO USO DE FÔRMAS METÁLICAS  
PARA PILARES EM OBRAS NO MUNICÍPIO DE GUANAMBI-BA**

**Guanambi - BA  
2021**

**BRUNO SANTANA SANTOS  
FELIPE DE JESUS SOUZA**

**VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DO USO DE FÔRMAS METÁLICAS  
PARA PILARES EM OBRAS NO MUNICÍPIO DE GUANAMBI-BA**

Artigo científico apresentado ao curso de Engenharia Civil do Centro Universitário FG-UNIFG como requisito de avaliação da disciplina Trabalho de Conclusão de Curso II.

Orientador: Prof. Esp. Matheus Figueiredo Teixeira.

**Guanambi - BA**

**2021**

BRUNO SANTANA SANTOS  
FELIPE DE JESUS SOUZA

VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DO USO DE FÔRMAS METÁLICAS PARA  
PILARES EM OBRAS NO MUNICÍPIO DE GUANAMBI-BA

Artigo científico apresentado ao curso de Engenharia Civil do Centro Universitário FG-UNIFG como requisito de avaliação da disciplina Trabalho de Conclusão de Curso II.

Orientador: Matheus Figueiredo Teixeira.

Guanambi, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de\_\_\_\_\_

BANCA EXAMINADORA

---

Centro Universitário - UNIFG

---

Centro Universitário - UNIFG

---

Centro Universitário – UNIFG

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>6</b>
<b>2 MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>7</b>
2.1.1 DEFINIÇÃO DO AMBIENTE DE ESTUDO.....	7
2.1.2 CRITÉRIOS PARA DEFINIÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DAS FORMAS .....	7
2.2 PROCEDIMENTOS PARA COLETA.....	8
2.3 ANÁLISES DE CUSTOS .....	8
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>8</b>
3.1 OBRAS ESTUDADAS.....	8
3.1.1 OBRA 01.....	9
3.1.2 OBRA 02.....	10
3.1.3 OBRA 03.....	10
3.1.4 OBRA 04.....	11
3.3 ANÁLISE DOS DADOS DOS PILARES.....	12
3.4 PROJETO DAS FORMAS.....	14
3.4.1 CROQUI .....	15
3.4.2 CHAPA LISA COMO MOLDE PRINCIPAL .....	15
3.4.3 CANTONEIRA PARA FIXAÇÃO DAS PARTES E ESTRUTURAÇÃO .....	17
3.4.4 REFORÇOS TRANSVERSAIS.....	18
3.4.5 FIXAÇÃO POR PARAFUSOS .....	19
3.4.6 APRUMADORES.....	21
3.4.7 AJUSTE DE LARGURA.....	22
3.5 ANÁLISE DE VIABILIDADE FINANCEIRA.....	23
3.5.1 ORÇAMENTO PARA FÔRMAS DE MADEIRA .....	23
3.5.2 ORÇAMENTO PARA FÔRMAS METÁLICAS .....	28
<b>4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>33</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>35</b>

## VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DO USO DE FÔRMAS METÁLICAS PARA PILARES EM OBRAS NO MUNICÍPIO DE GUANAMBI-BA

Bruno Santana Santos <sup>1</sup>, Felipe de Jesus Souza <sup>1</sup>, Matheus Figueiredo Teixeira <sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Graduandos do curso de Engenharia Civil, Centro Universitário FG-UNIFG.

<sup>2</sup>Docente do curso de Engenharia Civil, Centro Universitário FG-UNIFG.

**RESUMO:** A Engenharia Civil surgiu mediante a necessidade dos seres humanos em se aprimorar na jornada rumo ao desenvolvimento social e tecnológico, visando melhorias na sua qualidade de vida. Um Engenheiro Civil tem um mundo de possibilidades a sua disposição, assim como todos os recursos que o mundo pode oferecer, entretanto, sabe-se que atualmente grande parte de tais recursos estão sendo requisitados em um ritmo que ultrapassa a velocidade de recomposição natural, o que nos leva a refletir sobre como os profissionais da área estão gerenciando as forças da natureza. Se fazendo presente em um canteiro de obra, é perceptível a magnitude dos impactos gerados no exercício da profissão, pois todos os materiais utilizados tanto na composição do produto final quanto em seu processo de execução são extraídos do meio ambiente, de forma que na grande maioria das vezes gera impactos negativos. Após uma observação focada na fase de execução de estruturas de concreto armado em quatro obras situadas na cidade de Guanambi-BA, percebeu-se uma possibilidade de intervenção. Visto o uso elevado de madeira para a confecção de fôrmas na execução de pilares estruturais em concreto, e posteriormente os desperdícios relacionados a essa prática construtiva, o presente artigo tem por objetivo analisar a viabilidade da substituição das fôrmas de madeira por fôrmas metálicas, levando em consideração aspectos ambientais, econômicos e de trabalhabilidade em sua utilização.

**PALAVRAS-CHAVE:** Engenharia civil, estruturas em concreto armado, fôrmas metálicas, formas de madeira.

1

**ABSTRACT:** Civil Engineering arose from the need of human beings to improve themselves on the journey towards social and technological development, aiming at improving their quality of life. A Civil Engineer has a world of possibilities at his disposal, as well as all the resources the world can offer, however, it is known that currently a large part of such resources are being requested at a pace that exceeds the speed of natural recomposition, the which leads us to reflect on how professionals in the field are managing the forces of nature. Being present at a construction site, the magnitude of the impacts generated in the exercise of the profession is noticeable, as all the materials used both in the composition of the final product and in its execution process are extracted from the environment, so that in the vast majority sometimes generates negative impacts. After an observation focused on the execution phase of reinforced concrete structures in four works located in the city of Guanambi-BA, a possibility of intervention was perceived. Given the high use of wood for the manufacture of forms in the execution of structural columns in concrete, and later the waste related to this constructive practice, this article aims to analyze the feasibility of replacing wooden forms with metal forms, leading to environmental, economic and workability aspects in its use.

**KEY-WORDS:** Civil engineering, reinforced concrete structures, metallic forms, wood forms.

---

<sup>1</sup>**Endereço para correspondência:** AV. Pedro Felipe Duarte 4911- Bairro São Sebastião- 46430-000- Guanambi-Bahia. Direcionado ao Colegiado de Engenharia Civil.  
**Endereço eletrônico:** E-mail: felipejs.eng@gmail.com

## 1 INTRODUÇÃO

Com os avanços tecnológicos, é crescente a demanda por novas construções residenciais. Além disso, em tempos de instabilidade econômica, a segurança ao investir em imóveis foi a opção de muitos investidores. Em paralelo com a necessidade de atender a demanda, surgiram espaços para a consolidação de novas técnicas construtivas no Brasil (ABCP, 2008).

O setor da construção civil é caracterizado pelo alto consumo de materiais, como o cimento, agregados, madeira e metal. Além dos impactos durante a exploração e produção, os desperdícios destes materiais na construção resultam em um elevado volume de resíduos sólidos. Estima-se, que a geração de resíduos de construção civil no Brasil, represente de 300 a 500 kg/habitante por ano (GUSMÃO, 2008).

O uso de fôrmas metálicas surgiu como alternativa diante da necessidade de se produzir em grande escala, com ritmo acelerado, e com menor custo. Na prática, a utilização desse sistema gera redução na demanda de mão de obra, com maior produtividade em comparação ao sistema convencional, promove uma grande redução no uso de madeira, e conseqüentemente na quantidade de resíduos sólidos que são gerados (FERREIRA, 2012).

A utilização de fôrmas metálicas, inicialmente apresenta um custo elevado, no entanto, ao passo que o sistema é utilizado, o investimento se justifica devido as inúmeras vantagens. Além disso, as formas metálicas promovem a padronização e o aumento na produção, por ser de fácil utilização, com montagem intuitiva, por minimizar erros e o retrabalho. Além disso, a alta durabilidade, e capacidade para reutilização, compensará o investimento feito inicialmente (PANZONI, 2013).

Visando desenvolver maior conhecimento sobre o uso de fôrmas metálicas na construção civil, o presente trabalho aborda-se uma análise de viabilidade para a utilização de fôrmas metálicas como opção de substituir as fôrmas de madeira, levando em consideração aspectos ambientais, econômicos e de trabalhabilidade em sua utilização.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho de pesquisa foi desenvolvido por meio de fontes primárias, com o levantamento de dados e pesquisas de campo, e secundárias, através de pesquisas bibliográficas on-line, com o intuito de realizar um estudo contendo caráter exploratório qualitativo, visando a validação da proposta apresentada. Foram feitos estudos de viabilidade econômica e social, levantamentos de custos de materiais e mão de obra, em quatro obras unifamiliares em processo de execução, situadas na cidade de Guanambi-BA, com o objetivo de observar, analisar e interpretar os resultados obtidos.

### 2.1.1 DEFINIÇÃO DO AMBIENTE DE ESTUDO

Após a definição da ideia chave, que tratasse do estudo de viabilidade na inserção de fôrmas metálicas no processo de execução de pilares, o ambiente de estudo foi delimitado em quatro projetos. Como critério de escolha, foram definidas amostrar obras cuja estrutura em concreto armado ainda esteja sendo construída, por meio de uma coleta de dados ocasional. Em seguida, foi realizada uma análise de conteúdo nos projetos, contabilizando todos os pilares presentes em cada obra e as suas respectivas dimensões.

### 2.1.2 CRITÉRIOS PARA DEFINIÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DAS FORMAS

Com base na frequência de ocorrência de pilares com mesmas dimensões, foi possível observar qual tamanho de fôrmas teriam uma produção justificável, com isso será possível fabricar o número de fôrmas necessárias para cada dimensão. Dessa forma, é preciso um maior número de fôrmas para pilares com maior incidência, bem como uma menor quantidade para pilares com menor incidência, com a análise de viabilidade para os pilares com dimensões isoladas.

Foram feitas análises, com intuito de observar a quantidade de pilares semelhantes e as dimensões dos mesmos em cada obra, como a largura, comprimento e altura, com o objetivo de ter dados mais precisos sobre as características das fôrmas a serem adquiridas, levando em consideração suas possibilidades de utilização. Esses critérios foram adotados tendo em vista que após

utilizada em um pilar, a mesma poderá ser reutilizada em outro com mesmas dimensões no eixo X (comprimento), podendo variar para mais a sua dimensão em Y (largura). Análises foram utilizadas para relacionar a frequência de ocorrência de cada cessão de pilar com a quantidade de fôrmas a serem produzidas, garantindo que a produtividade se mantenha igual no canteiro de obra.

## 2.2 PROCEDIMENTOS PARA COLETA

As atividades em campo iniciaram, com visitas nas quatro obras selecionadas, teve-se o acesso direto com as técnicas de execução de pilares usadas no presente momento. Isso, possibilitou uma observação referente a produtividade e possíveis ganhos com a adoção de uma nova maneira de desempenhar tal função, utilizando um modelo de fôrma eficiente.

Fora do canteiro de obra, foi elaborado um projeto de uma fôrma metálica. O objetivo, proporcionar benefícios como melhores condições de trabalho, redução dos riscos físicos e ergonômicos, e diminuição da carga de trabalho mental, tendo em vista que o uso da mesma é simplificado e intuitivo.

Ferramentas online foram utilizadas, por meio de pesquisas no Google acadêmico.

## 2.3 ANÁLISES DE CUSTOS

Foram analisados o custo para fabricação, manutenção, e mão de obra para instalação. Com isso, sendo a madeira o material utilizado atualmente, e o metal a nova possibilidade.

# 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

## 3.1 OBRAS ESTUDADAS

Mediante a percepção de deficiências no uso da madeira na confecção de fôrmas para execução de pilares de concreto, como o seu elevado custo, dificuldades

de manuseio e baixa produtividade, as fôrmas compostas por perfis e chapas metálicas se mostrou uma excelente opção.

Após observar o processo executivo destes elementos, a iniciação do presente estudo se deu pelo levantamento dos dados de cada obra observada, tendo como foco as informações dos pilares a serem executados em cada uma delas, com isso se torna possível prosseguir o estudo em desenvolver uma metodologia mais eficiente.

### 3.1.1 OBRA 01

Trata-se de uma edificação térrea, com destinação de médio porte unifamiliar, sendo executada em um terreno com área total de 930,00 m<sup>2</sup>, na cidade de Guanambi-BA, área construída de 533,24 m<sup>2</sup>, e taxa de ocupação igual a 57,33%

**Tabela 01-** Quantidade e dimensões dos pilares da obra 01.

<b>DIMENSÕES (L x C)</b>	<b>Nº PILARES</b>
20 cm x 60 cm	1
18 cm x 60 cm	6
16 cm x 60 cm	1
15 cm x 60 cm	1
18 cm x 50 cm	2
14 cm x 50 cm	10
14 cm x 40 cm	32
18 cm x 35 cm	1
14 cm x 30 cm	1
<b>TOTAL</b>	<b>55 PILARES</b>

Fonte: Autor, 2021.

**Figura 01-** Obra 01. Pilares confeccionados com utilização de fôrmas de madeira.



Fonte: Autor, 2021.

### 3.1.2 OBRA 02

Uma edificação térrea, com destinação residencial unifamiliar, sendo executada em um terreno com área total de 336,00 m<sup>2</sup>, na cidade de Guanambi-BA, área construída de 196,49 m<sup>2</sup>, e taxa de ocupação igual a 58.48 %.

**Tabela 02-** Quantidade e dimensões dos pilares da obra 02.

<b>DIMENSÕES (L x C)</b>	<b>Nº PILARES</b>
15 cm x 30 cm	3
12 cm x 30 cm	34
<b>TOTAL</b>	<b>37 PILARES</b>

Fonte: Autor, 2021.

### 3.1.3 OBRA 03

Edificação térrea, com destinação residencial unifamiliar, sendo executada em um terreno com área total de 336,00 m<sup>2</sup>, na cidade de Guanambi-BA, área construída de 198,7 m<sup>2</sup>, e taxa de ocupação igual a 59.14 %.

**Tabela 03-** Quantidade e dimensões dos pilares da obra 03.

<b>DIMENSÕES (L x C)</b>	<b>Nº PILARES</b>
15 cm x 30 cm	6
12 cm x 30 cm	23
<b>TOTAL</b>	<b>29 PILARES</b>

Fonte: Autor, 2021.

#### 3.1.4 OBRA 04

Uma edificação composta um pavimento térreo e um pavimento superior, com destinação residencial unifamiliar, sendo executada em um terreno com área total de 360,00 m<sup>2</sup>, na cidade de Guanambi-BA, área construída de 300,59 m<sup>2</sup>, e taxa de ocupação igual a 47,17 %.

**Tabela 04-** Quantidade e dimensões dos pilares da obra 04.

<b>DIMENSÕES (L x C)</b>	<b>Nº PILARES</b>
17 cm x 40 cm	3
16 cm x 40 cm	2
15 cm x 40 cm	4
14 cm x 40 cm	13
14 cm x 32 cm	2
15 cm x 30 cm	2
14 cm x 30 cm	14
13 cm x 30 cm	1
<b>TOTAL</b>	<b>41 PILARES</b>

Fonte: Autor, 2021.

**Figura 02-** Obra 04- Montagem de fôrmas de madeira.



Fonte: Autor, 2021.

### 3.3 ANÁLISE DOS DADOS DOS PILARES

Considerando que uma determinada construtora seja responsável pela execução das quatro obras estudadas, e posteriormente, a detentora das fôrmas metálicas a serem produzidas, a análise de viabilidade teve como ponto de partida a delimitação da quantidade de fôrmas a serem adquiridas em 10 unidades, com dimensões variando de acordo a necessidade. Vale salientar que essa restrição de quantidade trata-se de uma maneira de simplificar este estudo preliminar. Entretanto, essa quantidade pode variar de acordo com a demanda e cronograma de cada contrato de execução para obras futuras.

Considerou-se também que as obras em questão ainda seriam iniciadas, assim, esta comparação entre o método convencional de fôrmas de madeira e a nova opção em fôrmas metálicas deu-se na etapa de orçamentos e elaboração do contrato de execução, onde a opção escolhida seria devidamente documentada.

Reorganizando os dados dos pilares, teremos (Tabela 05):

**Tabela 05-** Pilares agrupados por dimensões.

<b>DIMENSÕES (L x C)</b>	<b>Nº PILARES</b>
20 cm x 60 cm	1
18 cm x 60 cm	6
16 cm x 60 cm	1
15 cm x 60 cm	1
18 cm x 50 cm	2
14 cm x 50 cm	10
17 cm x 40 cm	3
16 cm x 40 cm	2
15 cm x 40 cm	4
14 cm x 40 cm	45
18 cm x 35 cm	1
14 cm x 32 cm	2
15 cm x 30 cm	11
12 cm x 30 cm	57
14 cm x 30 cm	15
13 cm x 30 cm	1
<b>TOTAL</b>	<b>162 PILARES</b>

Fonte: Autor, 2021.

Com todos os pilares agrupados na tabela acima, podemos observar que existem um total de 16 seções diferentes. Deste modo, seriam necessárias 16 formas metálicas com dimensões particulares para construí-los. Isso elevaria muito custo do investimento, por este motivo, foi pensado uma maneira ajustar as formas em relação a sua largura. Por exemplo, a mesma fôrma usada para confeccionar um pilar de seção 12 cm x 30 cm, com o uso de um espaçador de 2 cm, seria possível confeccionar um pilar de 14 cm x 30 cm (os detalhes deste ajuste estão descritos no item 3.4.7). Ou seja, pode-se ajustar a largura da fôrma, mantendo fixo somente o seu comprimento.

Com a variação de seções de fôrmas necessárias reduzidas a apenas 6 possibilidades, e voltando a considerar que serão produzidas 10 unidades, a probabilidade de ocorrência será o parâmetro utilizado para definir quais e quantas deveram ser produzidas para cada seção, respectivamente.

**Tabela 06-** Ocorrência de pilares em relação ao comprimento.

<b>DIMENSÃO (C)</b>	<b>N° PILARES</b>	<b>OCORRÊNCIA</b>
60 cm	9	5,6%
50 cm	12	7,4%
40 cm	54	33,3%
35 cm	1	0,62%
32 cm	2	1,23%
30 cm	84	51,85%
<b>TOTAL</b>	<b>162 PILARES</b>	

Fonte: Autor, 2021.

Concluindo, das 10 unidades a serem produzidas, com base na probabilidade de ocorrência, teremos cinco unidades F30, três unidades F40, uma unidade F60, e uma unidade F50. Devido a baixa ocorrência de pilares com comprimento de 35 e 32 centímetros, a produção de uma fôrma para ambos se torna inviável. Existe uma possibilidade de aumentar a seção dos mesmos, consultando o engenheiro calculista responsável, para que seja possível a utilização da forma F40 para este caso.

**Tabela 07-** Dimensões das fôrmas.

<b>FÔRMA</b>	<b>LARGURA</b>	<b>COMPRIMENTO</b>	<b>ALTURA</b>
F60	AJUSTÁVEL	60 cm	300 cm
F50	AJUSTÁVEL	50 cm	300 cm
F40	AJUSTÁVEL	40 cm	300 cm
F30	AJUSTÁVEL	30 cm	300 cm

Fonte: Autor, 2021.

### 3.4 PROJETO DAS FORMAS

Com o auxílio do software REVIT, da AutoDesk, foi feita a elaboração do projeto de uma fôrma metálica pensada para atender a demanda na execução de pilares de forma eficaz, atendendo aos critérios normativos relacionados a esta função.

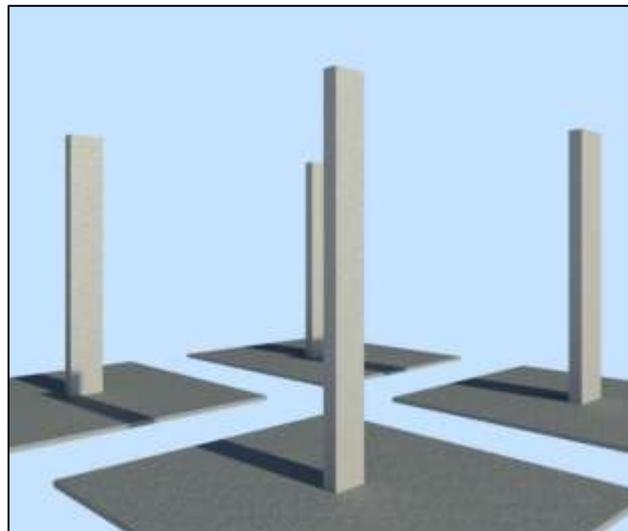
Detalhes relacionados ao manuseio das peças, tanto no processo de fabricação quanto no uso em obra tiveram uma atenção extra, tendo em vista as dificuldades enfrentadas pelos colaboradores em seu ambiente de trabalho.

Ao utilizarmos a mão de obra efetiva em processos construtivos, estamos lidando com seres humanos, pessoas que enfrentam a dura jornada de trabalho em prol de suas necessidades. Além disso, o cansaço físico e mental reduz significativamente a produtividade dos mesmos. Portanto, um material que seja prático de fácil manuseio traz inúmeras contribuições em âmbito geral, estes foram parâmetros que tiveram grande peso no rumo do projeto.

#### 3.4.1 CROQUI

Conhecendo a função principal do produto a ser concebido, o início do projeto se deu em um processo reverso. Inicialmente, a maquete conta com pilares seguinte fôrma pronta, assim, os mesmos serão parâmetros de orientação para as etapas seguintes.

**Figura 03-** Croqui.



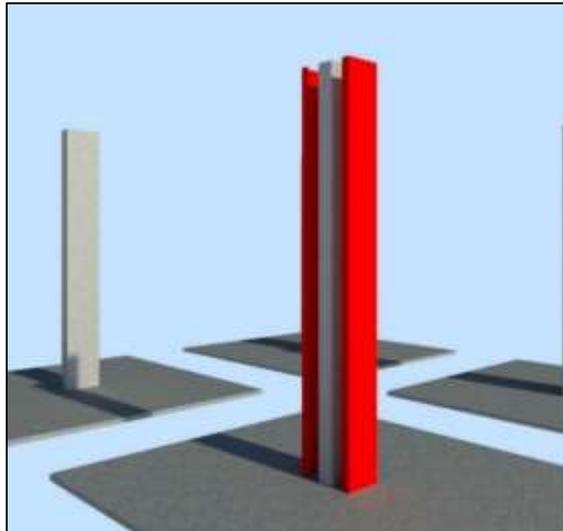
Fonte: Autor, 2021.

#### 3.4.2 CHAPA LISA COMO MOLDE PRINCIPAL

Esta chapa estará em contato direto com o concreto, com a função efetiva de retê-lo e moldá-lo na forma desejada, até que o concreto atinja sua resistência de

desmolde. Composta por aço carbono, possui características positivas no cumprimento da norma citada anteriormente, apresenta uma ótima durabilidade, absorção de água praticamente nula, é um material impermeável, resistente a ruptura, além de oferecer baixa aderência ao concreto quando untada com um desmoldante.

**Figura 04-** Fôrma F30- chapa metálica.



Fonte: Autor, 2021.

A chapa escolhida possui 1,5 mm de espessura (Em polegadas: 1/16”), levando em consideração a resistência necessária para que a mesma consiga desempenhar a função na qual será submetida, além disso, essa espessura nos permite que a mesma já seja entregue devidamente cortada e dobrada pelo fornecedor como pede o projeto, comercializada por um valor unitário de R\$ 598,70, com dimensões de 300 mm x 120 mm.

**Figura 05-** Chapa de aço carbono 1,5 mm

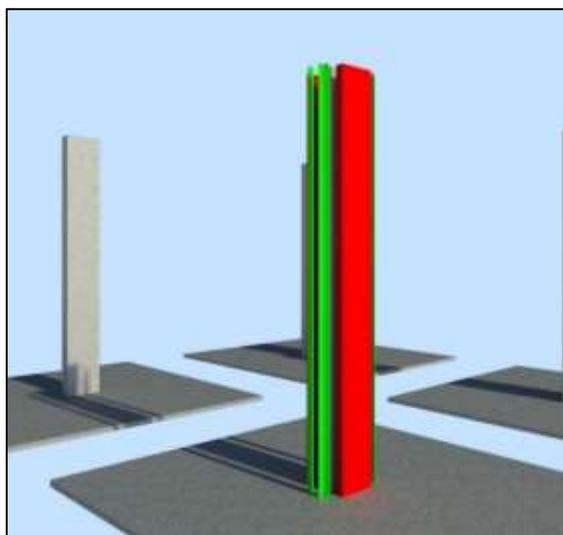


Fonte: [www.casadoserralheiro.com.br](http://www.casadoserralheiro.com.br), 2021.

### 3.4.3 CANTONEIRA PARA FIXAÇÃO DAS PARTES E ESTRUTURAÇÃO

Com a função de unir as duas partes da chapa, e proporcionar rigidez ao conjunto, foi adicionado ao projeto um perfil L (cantoneira) de 50,8 mm x 50,8 mm, com espessura de 4,762 mm (Em polegadas: 2"x3/16").

**Figura 06-** Fôrma F30- perfil L.



Fonte: Autor, 2021.

Composto por aço carbono, este perfil é comercializado em barras de 6 metros, com custo unitário de R\$ 221,00.

**Figura 07-** Perfil L 2" X 3/16".

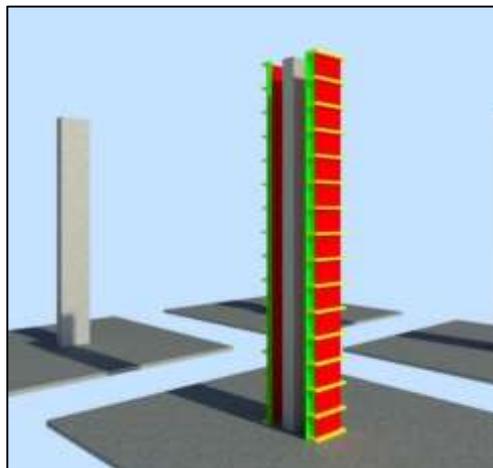


Fonte: COSTAFERRO, 2021.

#### 3.4.4 REFORÇOS TRANSVERSAIS

Para garantir que empuxo gerado pelo concreto em seu estado fluido não venha a deformar a chapa, que posteriormente fugiria da forma ideal do pilar acabado, foi necessário adicionar reforços transversais a peça, que atuarão de forma semelhante aos sarrafos de madeira nas formas convencionais.

**Figura 08-** Fôrma F30- reforços transversais.



Fonte: Autor, 2021.

O material escolhido foi o perfil tubular retangular 30 mm x 20mm, com sua maior inercia voltada para combater o esforço da chapa que tenderá a criar “bucho”. Além disso, quando unidos por solda aos perfis “L”, estes reforços também terão uma contribuição para com a rigidez do conjunto. A espessura de parede do tudo será 1,2 mm (em polegadas: 1/18”), comercializadas em barras de 6 metros, por um valor unitário de R\$ 66,67.

**Figura 09-** Perfil retangular 30 mm x 20 mm.



Fonte: [mercadaochapaferro.com.br](http://mercadaochapaferro.com.br), 2021.

#### 3.4.5 FIXAÇÃO POR PARAFUSOS

Para efetuar a junção das duas partes da fôrma e mantê-las unidas formando uma só peça, a solução encontrada foi o uso de parafusos, posicionados nos planos das cantoneiras como mostra a Figura 10, prendendo uma à outra de forma eficiente e segura.

**Figura 10-** Forma F30- parafusos de fixação.



Fonte: Autor, 2021.

O parafuso escolhido é o M10 x 100, cabeça plana e sextavada, rosca MA (rosca grossa), com porca e chave de aperto tamanho 17. A rosca de 10 centímetros de comprimento traz consigo a possibilidade de aumentarmos a largura da fôrma. No caso da forma F30, por exemplo, sua largura inicial de 12 centímetros, pode chegar a 20 centímetros adicionando espaçadores na junção das partes.

**Figura 11-** Parafuso M10 x 100.

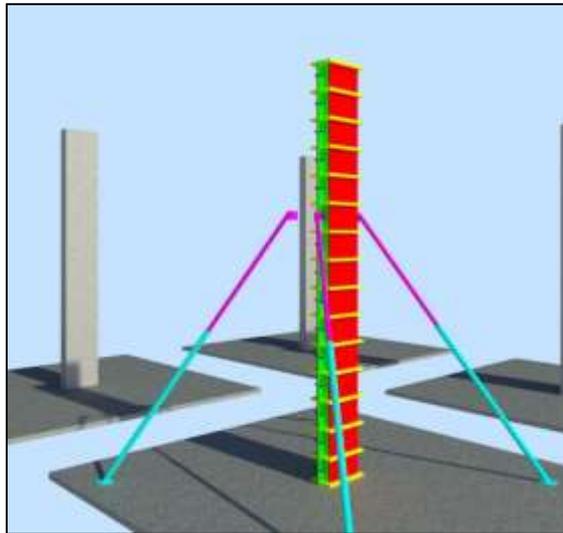


Fonte: Mult-Hidro, 2020.

### 3.4.6 APRUMADORES

Os aprumadores são peças responsáveis por manter a fôrma na posição adequada no momento da concretagem, impedindo movimentos laterais e garantindo que a mesma se mantenha no prumo.

**Figura 12-** Forma F30- Aprumadores para fôrmas.



Fonte: Autor, 2021.

Este mecanismo funciona de forma simples e intuitiva. Trata-se de dois tubos de aço carbono com espessuras diferentes, de modo que o de menor bitola (1.1/4") consegue adentrar pelo tubo de maior bitola (1.1/2), permitindo o ajuste. Após encontrar o ajuste ideal, basta fixar a posição apertando o parafuso situado próximo a extremidade superior do tubo de 1.1/2".

Vendidos em barras de 6 metros, com valor de R\$ 99,40 para a bitola de 1.1/2", e R\$ 84,65 para a bitola de 1.1/4, ambos com parede de 1,5 mm.

**Figura 13-** Perfil tubular

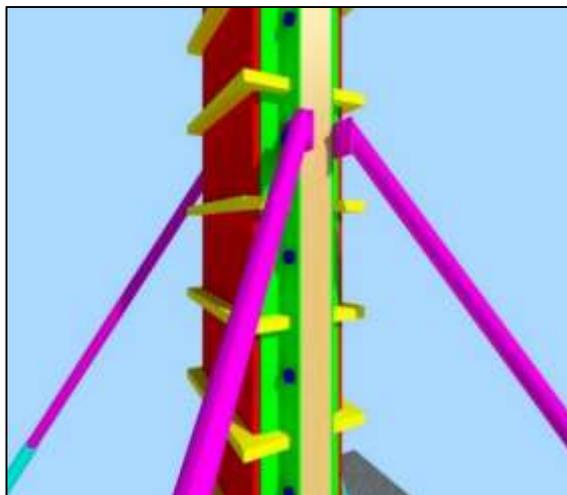


Fonte: Autor, 2021.

#### 3.4.7 AJUSTE DE LARGURA

Como descrito no item 3.3 deste trabalho, a solução encontrada para viabilizar o uso de fôrmas metálicas se deu pela possibilidade de utilização de uma mesma fôrma em pilares com larguras variadas e mesmo comprimento, sem a necessidade de grandes modificações no projeto inicial, utilizando espaçadores de madeira de forma simples e eficiente.

**Figura 14-** Espaçador de madeira.



Fonte: Autor, 2021

No exemplo acima, temos a fôrma F30, que originalmente tem 12 centímetros de largura e 30 centímetros de comprimento. Para a execução de um pilar 18 cm x 30 cm, foi adicionado um espaçador de madeira com 6 centímetros de espessura.

### 3.5 ANÁLISE DE VIABILIDADE FINANCEIRA

A análise de viabilidade financeira se deu pela comparação entre métodos construtivos existentes para a execução de pilares, sendo eles, as fôrmas convencionais de madeira usadas atualmente, e as fôrmas metálicas propostas neste artigo.

Sabendo que o campo de amostragem engloba quatro obras, teremos um total de 162 pilares de seções variadas a serem executados (tabela 05), portanto, o método de comparação baseou-se na elaboração de orçamentos para ambas as possibilidades, visando que o objetivo principal é a entrega de todos os pilares prontos.

Vale salientar que se trata de modelos de fôrmas diferentes, portanto, a metodologia orçamentaria também se distinguem.

#### 3.5.1 ORÇAMENTO PARA FÔRMAS DE MADEIRA

Por meio dos dados do SINAPI (Sistema Nacional de Custos e Índices da Construção Civil), considerou-se o reuso das fôrmas de madeira por 4 ciclos, sendo que, esse valor poderá sofrer variações devido a maneira de confeccionamento das mesmas, como o manuseio dos insumos, exposição a fatores externos, relacionados a umidade e variações de temperatura.

**Tabela 08**– Quantidade e dimensões dos pilares das obras em estudos.

<b>DIMENSÕES (LxC)</b>	<b>Nº PILARES</b>	<b>Nº FÔRMAS</b>
20 cm x 60 cm	1	1
18 cm x 60 cm	6	2
16 cm x 60 cm	1	0
15 cm x 60 cm	1	0
18 cm x 50 cm	2	1
14 cm x 50 cm	10	3
17 cm x 40 cm	3	2
16 cm x 40 cm	2	0
15 cm x 40 cm	4	1
14 cm x 40 cm	45	12
18 cm x 35 cm	1	1
14 cm x 32 cm	2	0
15 cm x 30 cm	11	3
14 cm x 30 cm	15	4
13 cm x 30 cm	1	0
12 cm x 30 cm	57	15
<b>TOTAL</b>	<b>162 PILARES</b>	<b>45 FÔRMAS</b>

Fonte: Autor, 2021.

Devido a possibilidade de reuso de uma fôrma para moldar 4 pilares, através da desforma e remontagem em outro com mesmas dimensões, foi possível chegar ao número necessário de fôrmas para confeiçoar o número total de pilares estudados. Por exemplo, uma fôrma para uso em um pilar com dimensões 18 cm x 60 cm, poderá ser usada em outros 3 de mesmas proporções. Ou, uma fôrma para pilar com medidas 17 cm x 40 cm poderá ser usada em outro com tamanho 16 cm x 40 cm, desde que haja um reajuste na largura da mesma por meio de ferramentas, como a utilização de serra circular, desta maneira, irá promover a diminuição de custos e materiais.

No entanto, por outro lado, um menor número de fôrmas, irá prolongar o tempo para montagem e desmontagem, uma vez que haverá redução na quantidade de pilares que poderão ser executados ao mesmo tempo. Através da metodologia aplicada, foi possível estimar a quantidade de 45 fôrmas, com dimensões apresentadas na Tabela 09, necessárias para condir os 162 pilares das 4 obras estudadas.

**Figura 15- SINAPI - Fabricação de fôrma para pilares e estruturas similares, em chapa de madeira compensada, resinada. AF\_09/20.**

Código / Seq.			Unidade	
01.FUES.FOCA.001/01		FABRICAÇÃO DE FÔRMA PARA PILARES E ESTRUTURAS SIMILARES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, E = 17 MM. AF_09/2020	M2	
Código SIPC 92263				
		Vigência: 12/2015	Atualização: 09/2020	
COMPOSIÇÃO				
Item	Código	Descrição	Unidade	Quant.
C	91693	SERRA CIRCULAR DE BANCADA COM MOTOR ELÉTRICO POTÊNCIA DE 5HP, COM COIFA PARA DISCO 10" - CHI DIURNO. AF_08/2015	CHI	0,186
C	91692	SERRA CIRCULAR DE BANCADA COM MOTOR ELÉTRICO POTÊNCIA DE 5HP, COM COIFA PARA DISCO 10" - CHP DIURNO. AF_08/2015	CHP	0,063
C	88239	AJUDANTE DE CARPINTEIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,25
C	88262	CARPINTEIRO DE FORMAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	1,248
I	1358	CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA PARA FORMA DE CONCRETO, DE *2,2 X 1,1* M, E = 17 MM	M2	1,336
I	4491	PONTALETE DE MADEIRA NAO APARELHADA *7,5 X 7,5* CM (3 X 3 ") PINUS, MISTA OU EQUIVALENTE DA REGIAO	M	2,308
I	4517	SARRAFO DE MADEIRA NAO APARELHADA *2,5 X 7,5* CM (1 X 3 ") PINUS, MISTA OU EQUIVALENTE DA REGIAO	M	9,237
I	5068	PREGO DE ACO POLIDO COM CABECA 17 X 21 (2 X 11)	KG	0,208

Fonte: SINAPI, 2021.

Segundo o portal do IBGE (2021), o SINAPI tem como principal objetivo a definição e apresentação de custos, insumos e serviços correlacionados aos índices do setor da construção civil. Através dos dados consultados no site da Caixa Econômica Federal, foi possível observar os tipos, quantidade de materiais, mão de obra, e custo com equipamentos, necessários para a montagem de 1 m<sup>2</sup> de fôrma de madeira, para confeccionamento em pilares e estruturas similares. Com isso, por meio da área, foi possível o levantamento de custos das 45 fôrmas estimadas.

**Tabela 09** – Dimensões e área de fôrma dos pilares das obras.

<b>DIMENSÕES (L x C)</b>	<b>ALTURA (H)</b>	<b>ÁREA ((L x H) x 2) + ((C x H) x 2)</b>	<b>Nº FORMAS</b>	<b>ÁREA TOTAL (A x Nº FORMAS)</b>
0,20 m x 0,73 m	3 m	5,58 m <sup>2</sup>	1	5,58 m <sup>2</sup>
0,18 m x 0,73 m	3 m	5,46 m <sup>2</sup>	2	10,92 m <sup>2</sup>
0,18 m x 0,63 m	3 m	4,86 m <sup>2</sup>	1	4,86 m <sup>2</sup>
0,14 m x 0,63 m	3 m	4,62 m <sup>2</sup>	3	13,86 m <sup>2</sup>
0,17 m x 0,53 m	3 m	4,20 m <sup>2</sup>	2	8,40 m <sup>2</sup>
0,15 m x 0,53 m	3 m	4,08 m <sup>2</sup>	1	4,08 m <sup>2</sup>
0,14 m x 0,53 m	3 m	4,02 m <sup>2</sup>	12	48,24 m <sup>2</sup>
0,18 m x 0,48 m	3 m	3,96 m <sup>2</sup>	1	3,96 m <sup>2</sup>
0,15 m x 0,43 m	3 m	3,48 m <sup>2</sup>	3	10,44 m <sup>2</sup>
0,14 m x 0,43 m	3 m	3,42 m <sup>2</sup>	4	13,68 m <sup>2</sup>
0,12 m x 0,43 m	3 m	3,30 m <sup>2</sup>	15	49,50 m <sup>2</sup>
<b>SOMATÓRIO</b>		<b>50,34 m<sup>2</sup></b>	<b>45 FÔRMAS</b>	<b>173,52 m<sup>2</sup></b>

Fonte: Autor, 2021.

Para o cálculo da área, foi considerado um acréscimo de 0,13 m na dimensão C, que corresponde ao comprimento da fôrma, pois a parte interna da mesma é composta por um sarrafo de 0,05 m em cada lado, responsável pela fixação do fundo, para que no momento de aplicação do concreto, diminua a possibilidade de um possível rompimento, e o fundo corresponde a espessura de 0,03 m, totalizando o acréscimo de 0,13 m.

Com base no cálculo da área das fôrmas, através das dimensões, largura, comprimento e altura, obteve-se a área de cada uma das mesmas, bem como o somatório de todas elas, ao qual corresponde a 173,52m<sup>2</sup>.

**SINAPI** – SISTEMA NACIONAL DE PESQUISA DE CUSTOS E ÍNDICES DA CONSTRUÇÃO CIVIL.

Pci.818.01 – Custos de composições analítico.

Encargos sociais sobre preços da mão de obra: 114,47% (hora); 70,91% (mês).

Data de emissão: 16/11/2021 23:34:04.

Data de referência técnica: 16/11/2021.

**Tabela 10-** Custo para fabricação de fôrma para pilares e estruturas similares, em chapas de madeira compensada, resinada. AF\_09/20.

DESCRIÇÃO	UND.	ORIGEM PREÇO	COEF.	PREÇO UNITÁRIO (R\$/M²)	QUANT. (M²)	CUSTO TOTAL (R\$)
CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA PARA FÔRMA DE CONCRETO, DE 2,2 x 1,1 M, E= 17 MM	M²	CR	1,336	85,42	173,52	19.802,29
PONTALETE 0,75 x 0,75 M, EM PINUS, MISTA OU EQUIVALENTE DA REGIÃO.	M	CR	2,308	8,83	173,52	3.536,27
SARRAFO 0,25 x 0,75 M, EM PINUS MISTA OU EQUIVALENTE DA REGIÃO.	M	CR	9,237	3,09	173,52	4.952,66
PREGO DE AÇO POLIDO COM CABEÇA 17x21 (2x11).	KG	CR	0,208	19,73	173,52	712,09
AJUDANTE DE CARPINTEIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES.	H	CR	0,250	22,42	173,52	972,57
CARPINTEIRO DE FÔRMAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES.	H	C	0,248	26,39	173,52	1.315,63
SERRA CIRCULAR DE BANCADA COM MOTOR ELÉTRICO, POTÊNCIA DE 5HP, COM COIFA PARA DISCO 10" - CHP DIURNO. AF_08/2015.	CHP	CR	0,063	34,09	173,52	372,66
SERRA CIRCULAR DE BANCADA COM MOTOR ELÉTRICO, POTÊNCIA DE 5HP, COM COIFA PARA DISCO 10" - CHI DIURNO. AF_08/2015.	CHI	CR	0,186	31,18	173,52	1.006,32
<b>SOMATÓRIO</b>						<b>32.670,49</b>

Fonte: SINAPI, 2021.

Por meio dos dados descritos na Tabela 10, é possível observar os componentes que serão utilizados na produção e uso das fôrmas. O coeficiente é calculado em relação a quantidade de insumos necessários para produção de 1 m² de alvenaria em fôrma de madeira. Por exemplo, como descrito na Figura 15, é necessário 1,336 m² de chapa de madeira compensada, para montagem de 1 m² de fôrma. Por meio das características dos pilares, das quatro obras unifamiliares na cidade de Guanambi-BA, obteve-se dados como o número de pilares das mesmas, bem como suas respectivas dimensões. Usou-se a metodologia do sistema do SINAPI, para realizar o levantamento de custos, contendo valores como equipamentos, mão de obra, ferramentas e insumos.

Diante da incidência de pilares, e na quantidade de reuso de cada fôrma, chegou-se com a adoção da metodologia empregada, a necessidade de 45 fôrmas de madeira, com área total de 153,52 m<sup>2</sup> para realizar a confecção dos mesmos. Por meio do cálculo de área de fôrma das 45 unidades, foi possível calcular o custo estimado para fabricação das mesmas.

Com base nos dados apresentados anteriormente, por meio dos cálculos, chegou-se ao custo total para as 45 fôrmas necessárias, que corresponde a R\$ 32.670,49. Embora a quantidade das mesmas seja suficiente para montagem em 45 pilares, será necessária a adoção de uma quantidade maior de mão de obra, e alguns componentes como o uso de pregos, uma vez que não serão reutilizados, para os 162 pilares analisados.

Visto que, serão necessários a montagem de fôrmas em 117 pilares restantes após a desforma das 45 unidades iniciais, haverá a necessidade de mão de obra para os mesmos, bem como o uso de pregos durante a montagem. Com isso, calculou-se os valores adicionais de, R\$ 2.917,71 para o ajudante de carpinteiro, R\$ 3.946,89 para o carpinteiro, e R\$ 2.136,26 para a compra de pregos, resultando em um custo total de R\$ 9.000,86.

Através da análise dos dados, e custos envolvidos desde a compra dos insumos, até o produto final, obteve-se o valor de R\$ 41.671,35, que corresponde a todos os valores envolvidos desde a fabricação das 45 fôrmas necessárias, e a montagem e remontagem até a obtenção do resultado esperado, que é o levantamento de todos os fatores para confeccionar os 162 pilares, das 4 obras.

### 3.5.2 ORÇAMENTO PARA FÔRMAS METÁLICAS

Dando continuidade ao que está descrito no tópico 3.3, o orçamento de fôrmas metálicas para a execução dos 162 pilares se resume ao custo total de aquisição das 10 unidades em questão, tendo em vista que as mesmas foram pensadas para atender esta demanda, levando em consideração as variadas sessões e a necessidade de um elevado número de ciclos de utilização. Por se tratar de peças prontas para o uso, a mão de obra e o tempo para montagem se reduz

significativamente quando comparamos à montagem de uma forma de madeira convencional.

A confecção das fôrmas metálicas exige basicamente 6 tipos de peças de aço carbono. Os quatro modelos (F60, F50, F40 e F30), possuem propriedades semelhantes, utilizam dos mesmos materiais, variando somente as dimensões das chapas e reforços transversais para se ajustarem as medidas pretendidas.

O custo de mão de obra do serralheiro para a fabricação é igual para todos os modelos, tendo em vista que independentemente do tamanho, todas terão a mesma quantidade de cortes, soldas, furos para parafusos, além do fato dos aprumadores serem iguais, sendo assim, o custo de fabricação por unidade foi estabelecido em R\$ 300,00. Assim, chegamos ao primeiro valor do orçamento, com o total de R\$ 3.000,00 referente a mão de obra para fabricação das 10 peças.

Os subtópicos do item 3.4 detalha o uso e função de cada material no projeto, e traz o custo unitário de cada um deles em proporções comerciais, logo abaixo, os mesmos serão reorganizados em unidades de metro linear para os perfis, e área para a chapa, a fim de facilitar o detalhamento de custo de cada modelo de fôrma.

**Tabela 11-** Custos de material.

<b>MATERIAL</b>	<b>UNIDADE DE MEDIDA</b>	<b>PREÇO UNITARIO</b>
CHAPA LISA 1,5 mm	m <sup>2</sup>	R\$ 138,59
CANTONEIRA 2 X 3/16	m	R\$ 36, 83
TUBO 30 X 20 1,2 mm	m	R\$ 11,11
PARAFUSO M10 x 100	uni.	R\$ 2,87
TUBO 1.1/2 1,5 mm	m	R\$ 16.57
TUBO 1.1/4 1,5 mm	m	R\$ 14,10

Fonte: Autor, 2021.

**Tabela 12-** Fôrma F30.

<b>MATERIAL</b>	<b>QUANTIDADE</b>	<b>PREÇO TOTAL</b>
CHAPA LISA 1,5 mm	2,52 m <sup>2</sup>	R\$ 349,24
CANTONEIRA 2 X 3/16	12,0 m	R\$ 441,96
TUBO 30 X 20 1,2 mm	15,27 m	R\$ 169.58
PARAFUSO M10 x 100	34 uni.	R\$ 97,58
TUBO 1.1/2 1,5 mm	5,4 m	R\$ 89,47
TUBO 1.1/4 1,5 mm	6,8 m	R\$ 95,88
	<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 1.243,71</b>

Fonte: Autor, 2021.

**Tabela 13-** Fôrma F40.

<b>MATERIAL</b>	<b>QUANTIDADE</b>	<b>PREÇO TOTAL</b>
CHAPA LISA 1,5 mm	3,24 m <sup>2</sup>	R\$ 449,03
CANTONEIRA 2 X 3/16	12,0 m	R\$ 441,96
TUBO 30 X 20 1,2 mm	19,75 m	R\$ 219,35
PARAFUSO M10 x 100	34 uni.	R\$ 97,58
TUBO 1.1/2 1,5 mm	5,4 m	R\$ 89,47
TUBO 1.1/4 1,5 mm	6,8 m	R\$ 95,88
	<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 1.393,27</b>

Fonte: Autor, 2021.

**Tabela 14-** Fôrma F50.

<b>MATERIAL</b>	<b>QUANTIDADE</b>	<b>PREÇO TOTAL</b>
CHAPA LISA 1,5 mm	3,84 m <sup>2</sup>	R\$ 532,18
CANTONEIRA 2 X 3/16	12,0 m	R\$ 441,96
TUBO 30 X 20 1,2 mm	22,94 m	R\$ 254,90
PARAFUSO M10 x 100	34 uni.	R\$ 97,58
TUBO 1.1/2 1,5 mm	5,4 m	R\$ 89,47
TUBO 1.1/4 1,5 mm	6,8 m	R\$ 95,88
	<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 1.511,97</b>

Fonte: Autor, 2021.

**Tabela 15-** Fôrma F60.

<b>MATERIAL</b>	<b>QUANTIDADE</b>	<b>PREÇO TOTAL</b>
CHAPA LISA 1,5 mm	4,44 m <sup>2</sup>	R\$ 615,33
CANTONEIRA 2 X 3/16	12,0 m	R\$ 441,96
TUBO 30 X 20 1,2 mm	26,144 m	R\$ 290,46
PARAFUSO M10 x 100	34 uni.	R\$ 97,58
TUBO 1.1/2 1,5 mm	5,4 m	R\$ 89,47
TUBO 1.1/4 1,5 mm	6,8 m	R\$ 95,88
	<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 1.630,68</b>

Fonte: Autor, 2021.

Após o detalhamento de materiais e custos de cada modelo de fôrma, foi definido o custo total de materiais para a produção das 10 unidades.

**Tabela 16-** Valor total para 10 unidades de fôrmas.

<b>MODELO</b>	<b>QUANTIDADE</b>	<b>PREÇO UNITÁRIO</b>	<b>PREÇO TOTAL</b>
F30	5 peças	R\$ 1.243,71	R\$ 6.238,55
F40	3 peças	R\$ 1.393,27	R\$ 4.179,81
F50	1 peça	R\$ 1.511,97	R\$ 1.511,97
F60	1 peça	R\$ 1.630,68	R\$ 1.630,68
		<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 13.561,01</b>

Fonte: Autor, 2021.

Os espaçadores de madeira (item 3.4.7) responsáveis por ajustar a largura das fôrmas terão a função de possibilitar este ajuste em intervalos de um centímetro. Para isso são necessários sarrafos de madeira com espessuras de 1 cm, 2 cm, 3 cm, 4 cm, 5 cm e 6 cm, todos com a segunda dimensão igual a 5 cm, coincidindo com a largura das cantoneiras. Como a altura da fôrma é de 3 metros, e existem dois pontos a serem espaçados, para cada espessura de sarrafo serão necessárias duas unidades de 3 metros.

O orçamento destes espaçadores foi feito em uma madeireira, por se tratar de peças que se diferem das medidas comerciais padrões para elementos de madeira. Houve a necessidade de englobar neste orçamento valores referentes a cortes, pois para a confecção dos mesmos serão utilizados perfis de com dimensões maiores, já considerando a mão de obra e as perdas relativas relacionadas aos cortes, o valor total cobrado foi de R\$ 700,00.

Para a pintura das fôrmas, será utilizada uma tinta do tipo esmalte sintético, específica para superfícies metálicas, na cor laranja por se tratar de peças que não fazem parte do produto final. A estimativa é de que sejam necessários aproximadamente 3 litros desta tinta, entretanto, a quantidade comercial mais próxima é 3,6 litros, custando um valor de R\$ 135,00. A pintura já está inclusa no valor de mão de obra do serralheiro.

Abaixo, a composição total dos custos para aquisição das formas:

**Tabela 17-** Composição de custos para aquisição de 10 fôrmas metálicas.

<b>COMPONENTE</b>	<b>PREÇO</b>
Mão de obra do serralheiro	R\$ 3.000,00
Perfis, chapas e parafusos	R\$ 13.561,01
Espaçadores de madeira	R\$ 700,00
Tinta esmalte sintético	R\$ 135,00
<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 17.396,01</b>

Fonte: Autor, 2021.

Se tratando da mão de obra para montagem e desmontagem de fôrmas para execução dos 162 pilares em questão, podemos estimar que o uso de formas metálicas possibilitará um ganho de 60% quando comparado à utilização de fôrmas de madeira, ganho justificável por se tratar de peças pré-fabricadas e de fácil manuseio. O valor estimado de mão de obra para fôrmas de madeira, conforme a Tabela 11 e as considerações sobre a mesma, é de R\$ 9.152,80 referente a montagem e desmontagem para os 162 pilares. Sendo assim, o uso de formas metálicas corresponde a 40% deste valor, totalizando R\$ 3.661,12.

Somando o valor de R\$ 17.396,01, referente a aquisição de 10 unidades de fôrmas metálicas, ao custo de mão de obra para montagem e desmontagem das mesmas, R\$ 3.661,12. Conclui-se que o valor total para a execução dos 162 pilares será R\$ 20.057,13.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O elevado índice de resíduos sólidos provenientes da construção civil é uma realidade cada vez mais comum. Tal acontecimento citado, está vinculado à crescente demanda por novas construções, ligado ao aumento gradativo na quantidade de insumos utilizados, bem como os resíduos gerados após o confeccionamento e uso dos mesmos.

Em uma breve observação no momento de execução de construções, é visível a quantidade de materiais que remanesce em canteiros de obras, como partes de madeira, e concreto. Desta forma, o acúmulo desses componentes traz efeitos negativos ao próprio empreendimento, uma vez que pode levar a algum acidente, ou servir de abrigo para animais peçonhentos, e ao meio ambiente, contribuindo para a poluição.

Com base no presente artigo, a substituição das fôrmas de madeira por componentes metálicos se mostra vantajoso, uma vez que promove praticidade durante o uso, reduz o índice de erros por se tratar de um método intuitivo e simplificado. A adoção no uso de fôrmas metálicas promove um ambiente de trabalho mais seguro, em comparação ao uso de madeira, pois para montagem dispensa o uso de energia elétrica em máquinas como serra circular e furadeira, e ferramentas como os martelos, atuando dessa forma na redução dos acidentes nas obras.

Nesta conclusão, por meio do levantamento de custos para o confeccionamento dos 162 pilares das 04 obras, chegou-se ao valor total, contento insumos, mão de obra, e equipamentos. Com isso, o custo para fôrmas de madeira foi de R\$ 41.671,35 para as 45 unidades necessárias, e R\$ 20.057,13 para as 10 fôrmas metálicas, ambas destinadas a mesma função. No entanto, a diferença de quantidade de fôrmas se justifica devido as características próprias dos materiais empregados, por apresentar maior vida útil, e maior resistência e capacidade de proporcionar maior ciclo de reuso, as 10 fôrmas com componentes metálicos foram suficientes. Embora, por meio do reuso das fôrmas em madeira por 4 ciclos, segundo metodologia do SINAPI, necessitou de uma maior quantidade.

Por apresentar melhor custo benefício na construção em longa escala a médio e longo prazo, bem como as demais vantagens apresentadas neste artigo, as fôrmas metálicas se mostraram com melhor viabilidade financeira, econômica e ambiental nas

condições citadas, contribuindo na redução dos resíduos descartados, e para um ambiente de trabalho mais seguro, limpo, e com mais rendimento.

Diante da metodologia proposta, percebe-se que o trabalho poderia ter sido realizado por meio de um ambiente de estudo mais amplo, para análise de uma quantidade maior de obras, com o intuito de obter resultados com maior precisão. Podendo de tal forma, promover a coleta de dados em mais obras, embora nesse trabalho houve uma limitação de tempo, bem como de recursos, como o acesso a mais projetos, sendo possível uma análise de quantidade pequena de pilares.

Como sugestões para trabalhos futuros, é interessante análise em um ambiente mais amplo, e acrescentar como objetivo de estudo de viabilidade o uso em fôrmas para vigas e baldrame.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14931: **Execução de estruturas de concreto – procedimentos**. 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15696: **Fôrmas e escoramentos para estruturas de concreto – projetos, dimensionamento e procedimentos executivos**. 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16055: **Parede de Concreto Moldada no Local para a Construção de Edificações**. Rio de Janeiro, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE SERVIÇOS DE CONCRETAGEM; INSTITUTO BRASILEIRO DE TELAS SOLDADAS. **Parede de Concreto: coletânea de ativos 2007/2008**. São Paulo, 2008. Disponível em: <<http://www.comunidadeconstrucao.com.br/upload/ativos/9/anexo/colpc0708.pdf>>. Acesso em: 04 de nov. de 2021.

FREITAS, I. M. **Os resíduos da construção civil no município de Araraquara/SP**. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente). – Centro universitário de Araraquara, Araraquara, 2009.

GUSMÃO, A.D. **Manual de Gestão dos Resíduos da Construção Civil**. Recife/PE. Gráfica Editora, 2008.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: < <https://www.ibge.gov.br/>. > Acesso em: 02 de nov. de 2021.

SINAPI. **Sistema Nacional de custos e índices da Construção Civil**. Disponível em < [https://www.caixa.gov.br/Downloads/sinapi-composicoes-aferidas-lote1-habitacao-fundacoes-estruturas/SINAPI\\_CT\\_MT1\\_FORMAS\\_PARA\\_ECA\\_v010.pdf](https://www.caixa.gov.br/Downloads/sinapi-composicoes-aferidas-lote1-habitacao-fundacoes-estruturas/SINAPI_CT_MT1_FORMAS_PARA_ECA_v010.pdf)>. Acesso em: 01 de nov. de 2021.

PONZONI, J. PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS IN LOCO: **Verificação do atendimento às recomendações da Norma NBR 16055/2012 Nos procedimentos executivos em obra de edifício residencial**. Porto Alegre, 2013.

ROMÁRIO FERREIRA. Portal PINIweb. **Fôrmas metálicas**. 48. 2012. Disponível em: <http://equipedeobra17.pini.com.br/construcaoreforma/48/formas-metalicas-productividade-e-influenciada-pelo-processo-demontagem-259972-1.aspx>. Acesso em: 04 nov. de 2021.