



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE TECNOLOGIAS E RECURSOS NATURAIS  
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA CIVIL  
VITOR FERREIRA TORQUATO

**CONSTRUÇÕES COMERCIAIS: COMPARATIVO DE CUSTOS ENTRE  
SUPRAESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO E AÇO LAMINADO**

Campina Grande – PB

2017



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE TECNOLOGIAS E RECURSOS NATURAIS  
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA CIVIL  
VITOR FERREIRA TORQUATO

**CONSTRUÇÕES COMERCIAIS: COMPARATIVO DE CUSTOS ENTRE  
SUPRAESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO E AÇO LAMINADO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Campina Grande, vinculado a Unidade Acadêmica de Engenharia Civil e ao programa de bacharelado como requisito à obtenção do título de Engenheiro Civil.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Cássia Mendonça dos Anjos

Campina Grande – PB

2017

## **TERMO DE APROVAÇÃO**

VITOR FERREIRA TORQUATO

### **CONSTRUÇÕES COMERCIAIS: COMPARATIVO DE CUSTOS ENTRE SUPRAESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO E AÇO LAMINADO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Campina Grande como requisito à obtenção do título de Engenheiro Civil Institucional, pela seguinte banca examinadora:

---

Prof.<sup>a</sup> Msc. Cássia Mendonça dos Anjos

Orientadora

Universidade Federal, UFCG

---

Prof. Msc. Macel Wallace Queiroz Fernandes

Examinador Interno

Universidade Federal, UFCG

---

Prof. Esp. Fabrício Macedo Furtado

Examinador Externo

Centro Universitário, UNIFACISA

Campina Grande – PB

2017

*Dedico minha trajetória acadêmica a meu pai Cícero Torquato, a minha mãe Cristina Lúcia ao meu irmão Igor Torquato e a minha filha Laura, que sempre serão meus maiores motivos para excelência do trabalho, deixo minha pequena homenagem a minha avó materna (voinha Silvia) ao meu avô José Jaime dos Santos (in memorian) que mesmo vindo de uma cidade do interior de Alagoas, com muita sabedoria deixou a melhor herança que pode aos seus filhos, netos e bisneta: educação.*

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradeço a Deus por todas as graças de minhas presentes e futuras conquistas.

À Professora orientadora Cássia pelo acompanhamento, simpatia e orientação.

Aos meus pais pelo imensurável apoio emocional nessa longa jornada que finda numa realização de um sonho conjunto, um sonho que se torna realidade. Toda paciência, sabedoria e motivação passadas.

À minha filha que vem sendo minha pequena alegria e meu pequeno refúgio de toda minha motivação em sempre prestar o meu melhor.

Por fim, ao colegiado do curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Campina Grande.

*"Faça o teu melhor, na condição que você tem, enquanto você não tem condições melhores,  
para fazer melhor ainda!"*

**Mário Sergio Cortella**

## **RESUMO**

Diante das maiores adversidades econômicas e busca de novos rumos construtivos, o presente trabalho tem como base uma visão gerencial, comercial e econômica sob o ponto de vista de novos conceitos estruturais pouco usuais no que se diz respeito à construção civil não só em Campina Grande – PB, bem como em todo Nordeste e também em todo território nacional. O critério de análise entre o modelo convencional de superestrutura em concreto armado e o modelo em perfis de aço laminado foi feito tomando como base o TCPO14 e a tabela de preços do SINAPI. Foi elaborado um orçamento das duas estruturas para uma edificação comercial, após a apresentação dos dados, foram discutidos os custos entre os dois modelos estruturais levando em consideração suas vantagens, desvantagens e tempo de execução e por fim, verificando a viabilidade do uso de estruturas metálicas em detrimento do uso do concreto armado.

Palavras-chave: Sistemas estruturais, orçamento, composição de custos, cronograma.

## **ABSTRACT**

Facing the greater economic adversities and the search of new constructive paths, the present work is based on a managerial, commercial and economic overview under a point of view of new unusual structural concepts in the regard of civil construction not only in Campina Grande - PB, but also throughout the Northeast region and national territory as a whole. The analysis criterion between conventional model of superstructure in reinforced concrete and model of laminated steel profiles was made assuming TCPO14 and the SINAPI price table. It was elaborated a budget from the two structures to a commercial building, after the presentation of the data, it was discussed the costs between both structures models taking into account their advantages, disadvantages and execution time and finally verifying the viability of the use of steel structures instead of using reinforced concrete.

Keywords: Structural systems, budget, cost breakdown, schedule.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ponte de <i>Coalbrookdale</i> .....	18
Figura 2. Edifício Garagem América .....	19
Figura 3. Vergalhões GERDAU GG-50 .....	20
Figura 4. Estribos dobrados e posicionados em pilar .....	21
Figura 5. Bobinas de uso comercial CA-60 .....	21
Figura 6. Estrutura metálica para elevador.....	22
Figura 7. Detalhe de chapa com furos e soldada em pilar metálico .....	23
Figura 8. <i>Steel Deck</i> posicionado em obra .....	24
Figura 9. Conectores tipo U posicionados em linha na laje <i>Steel Deck</i> .....	25
Figura 10. Perfis metálicos finalizados .....	26
Figura 11. Motor de ferro fundido .....	26
Figura 12. Portão residencial utilizando ferro forjado .....	27
Figura 13. Exemplos de rolos de laminação.....	28
Figura 14. Perfis metálicos em estoque.....	29
Figura 15. <i>Wadr's Castle</i> .....	31
Figura 16. Exemplificação de laje, viga, pilar e fundação .....	32
Figura 17. Produção manual do concreto.....	33
Figura 18. Preparação mecanizada de concreto.....	33
Figura 19. Exemplificação do transporte de concreto .....	34
Figura 20. Esquema de fôrmas em pilares .....	35
Figura 21. Esquema de formas para vigas.....	36
Figura 22. Esquema de escoramento e fôrma para laje maciça .....	36
Figura 23. Posicionamento de armaduras positiva e negativa .....	37
Figura 24. Caranguejos sobre laje.....	37
Figura 25. Estrutura com montagem final.....	40
Figura 26. Chegada do caminhão com perfis ao interior do galpão .....	41
Figura 27. Funcionários posicionando perfil para corte .....	42
Figura 28. Máquina de corte com perfil sendo ajustado .....	42
Figura 29. Funcionário executando perfuração com máquina perfuradora .....	45
Figura 30. Chapas metálicas perfuradas.....	45
Figura 31. Posicionamento de perfil para execução de furos .....	47
Figura 32. Execução de furos depois de devido posicionamento .....	48

Figura 33. Perfil totalmente perfurado .....	48
Figura 34. Marcação das posições das chapas .....	49
Figura 35. Pontos de solda e detalhe de linha guia para posicionamento de chapa .....	49
Figura 36. Funcionário executando a solda .....	50
Figura 37. Detalhe de solda em chapa de conexão .....	50
Figura 38. Grau A superfície de aço com carepa de laminação .....	56
Figura 39. Superfície de aço com início de oxidação e da qual .....	56
Figura 40. Carepa de laminação já deu lugar a oxidação. ....	56
Figura 41. Superfície de aço onde já se apresenta corrosão .....	56
Figura 42. Perfil posicionado para retirada da camada de ferrugem .....	57
Figura 43. Tonel de armazenamento de granalha .....	57
Figura 44. Compressor a ar utilizado no jateamento .....	57
Figura 45. Perfis pós tratamento com granalha de aço .....	58
Figura 46. Perfis posicionados para pintura sobre cavalete metálico .....	60
Figura 47. Funcionário executando a pintura dos perfis .....	60
Figura 48. Perfis com pintura finalizada .....	61
Figura 49. Pilares retirados do caminhão e posicionados no chão .....	62
Figura 50. Pilar sendo içado .....	62
Figura 51. Funcionários apertando parafusos .....	63
Figura 52. Pilares em posicionamento final .....	63
Figura 53. Vigas posicionadas para locação in loco .....	65
Figura 54. Viga içada por caminhão Munck .....	65
Figura 55. Viga devidamente posicionada .....	66

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Especificações técnicas para vergalhões.....	20
Quadro 2. Especificações técnicas para estribos .....	22
Quadro 3. Dimensões de chapas .....	23
Quadro 4. Prazos de desfôrma para diversos elementos estruturais .....	38
Quadro 5. Medições de corte de perfil em máquina .....	43
Quadro 6. Tabela de composição para serviço de corte de perfis .....	44
Quadro 7. Observações de perfuração em chapas .....	46
Quadro 8. Continuação das observações de perfuração em chapa .....	47
Quadro 9. Tabela de composição para o serviço de perfuração de chapas de aço .....	47
Quadro 10. Observações de furos em perfil metálico .....	48
Quadro 11. Tabela de composição para o serviço de perfuração em perfis metálicos .....	49
Quadro 12. Tabela de observação para solda .....	51
Quadro 13. Tabela de observação para solda .....	51
Quadro 14. Tabela de observação para solda .....	51
Quadro 15. Tabela de observação para solda .....	52
Quadro 16. Tabela de observação para solda .....	52
Quadro 17. Tabela de observação para solda .....	52
Quadro 18. Tabela de observações para solda.....	53
Quadro 19. Tabela de observações para solda.....	53
Quadro 20. Tabela de observações para solda.....	53
Quadro 21. Tabela de observações para solda.....	53
Quadro 22. Tabela de observações para solda.....	54
Quadro 23. Tabelas de observações para solda .....	54
Quadro 24. Tabela de observações para solda.....	54
Quadro 25. Tabela de observações para solda.....	54
Quadro 26. Tabela de observações para solda.....	54

Quadro 27. Tabela de composição do serviço de solda .....	55
Quadro 28. Observações para serviço de Jateamento .....	58
Quadro 29. Continuação das observações para o serviço de Jateamento .....	59
Quadro 30. Tabela de composição para o serviço de Jateamento .....	59
Quadro 31. Observações para o serviço de pintura .....	61
Quadro 32. Tabela de composição para serviço de pintura.....	61
Quadro 33. Observações para o serviço de posicionamento de pilares <i>in loco</i> .....	64
Quadro 34. Tabela de composição para locação de pilares <i>in loco</i> .....	64
Quadro 35. Quadro de observações para locação de vigas .....	66
Quadro 36. Continuação das observações para vigas .....	67
Quadro 37. Continuação das observações de locação de vigas .....	68
Quadro 38. Tabela de composição para locação de vigas .....	69
Quadro 39 – Resumo dos quantitativos do projeto metálico.....	69
Quadro 40 – Custo total para execução dos cortes em vigas e pilares .....	70
Quadro 41 – Serviço de perfuração de chapa metálica .....	70
Quadro 42 – Serviço de perfuração de Perfil Metálico .....	70
Quadro 43 – Custo total do serviço de Solda de chapas metálicas .....	71
Quadro 44 – Custo total do serviço de Jateamento.....	71
Quadro 45 – Custo total do serviço de pintura .....	71
Quadro 46 – Custo total do serviço de locação de pilares <i>in loco</i> .....	72
Quadro 47 – Custo total do serviço de locação de vigas .....	72
Quadro 47 – Custo total de locação de <i>Steel Deck</i> .....	73
Quadro 48 – Quadro resumo dos valores de serviços para estrutura metálica .....	73
Quadro 49. Resumo de vergalhões .....	74
Quadro 50. Resumo de volume de concreto e área de fôrmas .....	74
Quadro 51. Resumo do custo total da obra em concreto armado .....	75
Quadro 52. Custo por peso das duas estruturas.....	76
Quadro 53. Tempo estimado para execução de superestrutura em concreto armado .....	77

Quadro 54. Volume de resíduos sólidos para concreto armado .....	77
Quadro 55. Volume de resíduos sólidos para concreto armado .....	77

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	16
1.1 JUSTIFICATIVA .....	16
1.2 OBJETIVOS.....	17
1.2.1 OBJETIVO GERAL .....	17
1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	17
1.3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS .....	17
2. DESENVOLVIMENTO .....	18
2.1 ESTRUTURAS METÁLICAS .....	18
2.1.1 UTILIZAÇÃO DO AÇO NA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	18
2.1.1.1 Vergalhões .....	19
2.1.1.2 Estribos .....	21
2.1.1.3 Perfis Estruturais .....	22
2.1.1.4 Chapas .....	23
2.1.1.5 Laje <i>Steel Deck</i> .....	24
2.1.2 TIPOS USUAIS DE METAIS FERROSOS .....	25
2.1.2.1 Aço .....	25
2.1.2.2 Ferro Fundido.....	26
2.1.2.3 Ferro Forjado .....	27
2.1.3 PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE PERFIS METÁLICOS .....	27
2.1.3.1 Processo de laminação.....	28
2.1.4 VANTAGENS E DESVANTAGENS.....	29
2.2 ESTRUTURAS DE CONCRETO MOLDADO <i>IN LOCO</i> .....	30
2.2.1 UTILIZAÇÃO DO CONCRETO NA CONSTRUÇÃO CIVIL .....	31
2.2.1.1 Concreto preparado em obra.....	32
2.2.1.2 Transporte do concreto .....	34
2.2.2 FÔRMAS E ESCORAMENTO .....	34
2.2.2.1 Fôrmas de Pilares.....	35

2.2.2.2 Fôrmas de Vigas .....	35
2.2.2.3 Fôrmas de Lajes .....	36
2.2.3 EXECUÇÃO DA ARMADURA .....	37
2.2.4 RETIRADAS DE FÔRMAS E ESCORAS .....	37
2.2.5 CURA DO CONCRETO .....	38
2.2.6 VANTAGENS E DESVANTAGENS.....	39
3. CARACTERIZAÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO .....	40
3.1 CUSTO DAS ESTRUTURAS METÁLICAS .....	41
3.1.1 TRATAMENTO DOS PERFIS .....	41
3.1.1.1 Corte.....	41
3.2.1.2 Perfuração de Chapas e Perfis .....	45
3.2.1.3 Solda das ligações.....	49
3.2.1.4 Jateamento.....	55
3.2.1.5 Pintura.....	60
3.2.2 POSICIONAMENTO DOS ELEMENTOS ESTRUTURAIS .....	62
3.2.2.1 Posicionamento de Pilares.....	62
3.2.2.2 Posicionamento de Vigas .....	65
3.2.3 CUSTO TOTAL DO PROJETO EM ESTRUTURA METÁLICA .....	69
3.3 CUSTO DAS ESTRUTURAS DE CONCRETO.....	74
3.3.1 EXECUÇÃO DOS ELEMENTOS ESTRUTURAIS EM CONCRETO ARMADO .....	74
4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	76
5 CONCLUSÃO.....	78
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	79
7 ANEXOS.....	81

## 1. INTRODUÇÃO

Uma edificação deve apresentar o uso de diferentes materiais que venha a contribuir com um processo mais limpo, barato e rápido. Novas tecnologias devem ser implementadas na construção civil, trazendo consigo métodos cada vez mais precisos que os sistemas convencionais.

Desde o início de sua utilização para construção civil no século XVIII, o uso de estruturas metálicas vem proporcionando a arquitetos, engenheiros e construtores, formas mais eficientes em diferentes pontos de vista, quer sejam eles econômico, qualitativo ou construtivo. (PORTAL METÁLICA, 2014). Deve-se ao fato de que os métodos de construção com uso de perfis metálicos trazem maior agilidade e racionalização dos insumos necessários para construção de quaisquer que sejam os empreendimentos desejados.

O desenvolvimento dos sistemas estruturais e construtivos fez surgir, a partir da década de 60 do século passado, sistemas formados por elementos mistos aço-concreto, com a combinação de perfis metálicos e concreto armado, visando aproveitar as vantagens de cada material, tanto em termos estruturais quanto construtivos. (QUEIROZ, 2014)

O concreto é um dos materiais mais empregados na construção devido a sua facilidade de modelagem em diferentes formas e seu baixo custo de produção. Porém, ainda que o concreto apresente boas características físicas, não são características que apresentem extrema resistência, o que faz com que muitas das vezes, seu uso seja feito de forma incorreta.

“Para utilização estrutural, o concreto sozinho não é adequado como elemento resistente, pois, enquanto tem uma boa resistência à compressão, pouco resiste à tração” (CARVALHO e FIGUEIREDO, 2015, p. 19). Os procedimentos de controle tecnológico na hora de execução do traço adequado muitas das vezes é negligenciado por funcionários, acarretando assim, na deterioração precoce, os quais poderiam e devem ser evitados. Muitas vezes, são ocasionados pela má qualificação profissional presente no país.

### 1.1 JUSTIFICATIVA

Devido à grande necessidade por agrupamentos estruturais mais eficientes tanto econômica como estruturalmente, levando a contribuição mútua de todos os materiais, o presente trabalho traz comparativos econômicos, tempo de execução, utilização de insumos e mão de obra do sistema estrutural metálico em comparação com o sistema de concreto armado *in loco* para obras comerciais de pequeno porte situada na cidade de Campina Grande – PB.



## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 OBJETIVO GERAL

Realizar estudo dos processos de fabricação, industriais e montagem dos perfis metálicos desde a chegada à fábrica e quantificar cada etapa: mão de obra necessária, uso de materiais e tempo de execução.

### 1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Quantificar o processo de fabricação das estruturas metálicas desde seu recebimento em fábrica, incorporação de ligações, furos, soldas e serviços afins;
- Elaborar tabelas de composições de preços para melhor estimativa de tempo de execução de determinados serviços;
- Estabelecer comparativo final de supra estrutura dos dois modelos: Metálico e Concreto armado;
- Comparar mão de obra, insumos, tempo de execução e custo.

## 1.3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O presente trabalho foi desenvolvido utilizando procedimento experimental coletando dados em campo, controlando todos os procedimentos de fabricação e adequando para montagem em obra. O consumo foi obtido por meio de observações no local, buscando a quantificação do tempo de execução de serviços prestados para elaboração de perfil metálico e devida comparação com sistema em concreto armado.

## 2. DESENVOLVIMENTO

### 2.1 ESTRUTURAS METÁLICAS

O aço vem possibilitando várias soluções arrojadas para engenheiros e arquitetos, possibilitando peças e formas mais esbeltas além de vencer, com maior facilidade, grandes vãos. Permitem maior agilidade na concepção da superestrutura de obras, fazendo com que o prazo de entrega da obra reduza em 30% quando comparado ao concreto armado moldado *in loco*, podendo chegar até 50% (VERZONI, 2007).

Perfis comumente utilizados na construção civil são os perfis laminados, podendo ter diferentes dimensões e separados pelas formas “I” ou “H” com utilização de chapas para confecção de conexões.

#### 2.1.1 UTILIZAÇÃO DO AÇO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

As estruturas metálicas vêm ganhando espaço no mercado da construção civil. Sua utilização foi iniciada a partir do século XII, sendo empregada na forma de tirantes e pendurais de ferro fundido, onde funcionavam como estruturas auxiliares para peças em madeira. A partir do século XVI as estruturas para telhados em ferro fundido tornaram-se um sistema comum. No final do século XVIII começaram a ser construídas cúpulas de igrejas e pontes; essas últimas possuíam forma em arco e treliças utilizando o férreo fundido representado pela Figura 1.

“A Revolução Industrial dos séculos XVIII e XIX marcou o casamento do ferro fundido com a construção de pontes. A *"Ironbridge"* (literalmente a ponte de ferro), construída por *Abraham Darby* III em 1779, foi a primeira ponte de todos os tempos construída em ferro fundido.” (USP, 2006).

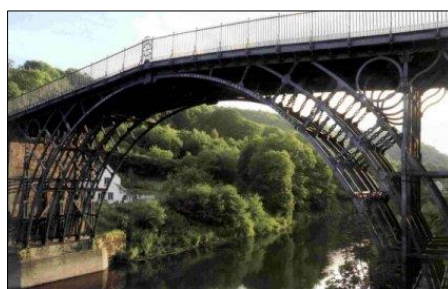


Figura 1. Ponte de *Coalbrookdale*

Fonte: *Structurae*, 2012

Segundo Coelho e Inaba (2015), no Brasil, a história é mais recente. Foi no final do século XIX e início do século XX que o aço começou a ser utilizado, mas ainda na forma de estruturas pré-fabricadas importadas para atender à demanda crescente por pontes e edifícios. Apenas a partir do início de operação da Companhia Siderúrgica Nacional, CSN, a primeira siderúrgica integrada instalada no país, em 1946, é que o aço importado passou a ser substituído pelo produto de fabricação nacional.

Diante da capacidade física dos perfis metálicos atuarem bem na construção, e solucionar o problema de falta de local como estacionamento, a utilização do aço no Brasil foi iniciada através do primeiro edifício em estrutura metálica o “Garagem América” em 1954 conforme Figura 2. Segundo Andrade (2011), inicialmente o projeto era previsto em concreto armado, porém as dimensões das colunas do primeiro pavimento atingiriam tamanhos tais que deixariam uma largura pouco maior que nove metros, insuficiente para o estacionamento de dois carros frente a frente, dificultando a entrada e saída.



Figura 2. Edifício Garagem América

Fonte: Portal metálica, 2014

#### 2.1.1.1 Vergalhões

Também conhecidos como barras, são produzidos seguindo as NBR 7480. São divididos nas seguintes categorias mais utilizadas: CA-25, CA-50 e CA-60. As categorias correspondem respectivamente a resistência característica de tração do aço ( $f_{yk}$ ), onde são dadas por: 250 MPa, 500 MPa e 600 MPa.

De acordo com Ambrozewicz (2015, p. 123), A sigla CA, para a classe dos vergalhões, corresponde a Concreto Armado, ou seja, o aço utilizado em concreto armado.

Segundo GERDAU (2015), os vergalhões são comercializados em barras retas com diâmetros diferenciados que variam de 6,3 mm a 40 mm. Os feixes de barras possuem comprimento de até 12 metros. Para que seja feito um pedido, é necessário o peso requerido para obra; para isso, é necessário a utilização do Quadro 1, em que é fornecido o peso por metro linear de vergalhão, quilograma por metro (Kg/m). Além de informações adicionais e diâmetro nominal (DN). É possível ainda de acordo com a Figura 3, observarmos a forma e detalhes dos vergalhões comercializados.

Quadro 1. Especificações técnicas para vergalhões (Fonte: GERDAU, 2015)

Diâmetro Nominal (DN) (mm)	Massa Nominal (kg/m)	Ensaio de Tração (valores mínimos)				Diâmetro do Pino para Dobramento a 180° (mm)
		Tolerância Massa Linear (%)	Resistência Característica de Escoamento (fy) (MPa)	Limite de Resistência (MPa)	Alongamento em 10Ø	
6,3	0,245	±7	500	1,08 x fy	8%	3 x DN
8,0	0,395					
10,0	0,617	±6				
12,5	0,963					
16,0	1,578	±5				6 x DN
20,0	2,466					
25,0	3,853	±4				
32,0	6,313					
40,0	9,865					

\* Mediante consulta prévia, poderão ser atendidos pedidos com comprimentos especiais.  
 \*\* O Vergalhão Gerdau GG 50 em barra é soldável a partir da bitola 8 mm.  
 \*\*\* O Vergalhão Gerdau GG 50 em rolo é soldável em todas as bitolas sob consulta.



Figura 3. Vergalhões GERDAU GG-50

Fonte: GERDAU, 2015

A diferença física notável entre as diferentes classes de vergalhões, em comparação ao CA-50, é que para CA-25, não apresenta superfície nervurada, assim como o vergalhão CA-60 de diâmetro nominal 5,0mm, são utilizados, majoritariamente, como estribos.

#### 2.1.1.2 Estribos

É a armadura transversal que proporciona segurança, mantém a fissuração dentro dos limites aceitáveis (limites admissíveis) (CARVALHO e FIGUEIREDO, 2015, p. 276). Os estribos são comumente utilizados com aço CA-60 e diâmetro nominal de 5,0 mm (Figura 4), com principal função a resistência de esforços de cisalhamento tanto em vigas como em pilares.

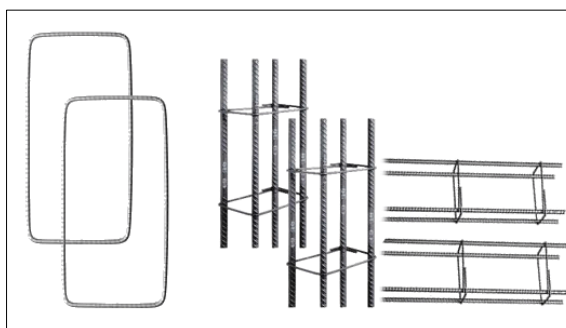


Figura 4. Estribos dobrados e posicionados em pilar

Fonte: Soluções industriais, 2014

Da mesma forma que os vergalhões, os estribos dispõem de diferentes diâmetros (Quadro 2) pra venda e segundo GERDAU (2015), o estribo feito de CA-60 é comercializado em: rolos com peso aproximado de 200 Kg, barras de 12 metros de comprimento, feixes de 1.000 Kg e bobinas de 1.000 a 2.000 Kg para uso industrial como mostra a Figura 5.



Figura 5. Bobinas de uso comercial CA-60

Fonte: GERDAU, 2015

Quadro 2. Especificações técnicas para estribos (Fonte: GERDAU, 2015)

Diâmetro Nominal (DN) (mm)	Massa Nominal (kg/m)	Ensaio de Tração (valores mínimos)				Relação $f_{st}/f_y$	Diâmetro do Pino para Dobramento a 180° (mm)
		Tolerância Massa Linear (%)	Resistência Característica de Escoamento ( $f_y$ ) (MPa)	Limite de Resistência (MPa)	Alongamento em 100		
4,20	0,109	±6	600	660	5%	>=1,05	5 x DN
5,00	0,154						
6,00	0,222						
7,00	0,302						
8,00	0,395						
9,50	0,558						

\* Mediante consulta prévia, poderão ser atendidos pedidos com comprimentos especiais.  
 \*\* Outras opções de embalagens sob consulta.

### 2.1.1.3 Perfis Estruturais

Os perfis são classificados ainda quanto a utilização dentro da edificação, são divididos em perfis laminados e soldados. No processo de fabricação do perfil laminado, não é utilizado solda para união, o perfil é moldado continuamente, por processo de laminação com alturas pré-definidas. Já os perfis soldados são perfis fabricados por meio do processo de solda, em que são utilizadas chapas metálicas para fabricação do perfil seguindo recomendação do projeto.

De acordo com GERDAU (2015), os perfis estruturais atendem uma crescente demanda onde o tempo é fator determinante para realização e a execução do projeto. Dentro das grandes aplicações dos perfis estruturais para construção civil pode ser utilizado em: edifícios de múltiplos andares comerciais (Figura 6) e residenciais, edifícios garagem, hotéis, hospitais, farmácias, shoppings, mezaninos, estádios e ginásios, metrô, pontes, viadutos e passarelas, fundações e contenções.



Figura 6. Estrutura metálica para elevador

Fonte: Arquivo Pessoal, 2017

Ainda de acordo com GERDAU (2015), os perfis laminados atendem as seguintes especificações técnicas: ampla variedade de bitolas, ganhos de escala, uniformidade da composição química e das propriedades mecânicas, material certificado com garantia de qualidade e disponível para pronta entrega além de serem comercializados da mesma forma que vergalhões, peças de até 12 metros de comprimento com diferentes massas por comprimento linear (Kg/m).

#### 2.1.1.4 Chapas

De acordo com GERDAU (2015), as chapas são comercializadas em bobinas laminadas a quente ou em chapas planas, produzidas nas espessuras de 2 mm a 20 mm e larguras de 900 mm a 2050 mm como especificado no Quadro 3.

Quadro 3. Dimensões de chapas (Fonte: GERDAU, 2015)

Bobinas Laminadas a Quente	
Espessura Mínima	2 mm
Espessura Máxima	20 mm
Largura Mínima	900 mm
Largura Máxima	2050 mm
Diâmetro Interno Máximo	762 mm
Diâmetro Interno Mínimo	610 mm
Peso Máximo	29 toneladas

Geralmente são utilizadas nas conexões para vigas e pilares (Figura 7). Pelo fato de serem comercializadas em grandes dimensões, se comparadas as dimensões de uso na construção, são inicialmente cortadas, perfuradas e soldadas. Tal procedimento será melhor detalhado nos próximos capítulos.



Figura 7. Detalhe de chapa com furos e soldada em pilar metálico

### 2.1.1.5 Laje *Steel Deck*

É uma laje composta por telha de aço galvanizado e uma camada de concreto. O aço é dimensionado para resistir aos esforços de tração enquanto o concreto resiste aos esforços de compressão (PORTAL METÁLICA, 2014). O perfil do *steel deck* é um perfil formado a frio que possui nervuras para melhor interação do concreto com o aço, o que possibilita o cálculo de elementos mistos, o que ocasiona uma redução do peso da estrutura.

Ainda segundo Portal Metálica (2014), a telha de aço é fabricada com aço especial galvanizado, podendo ser encontrado nas espessuras de 0,80 mm, 0,95 mm e 1,20 mm e comprimento de 12 metros. Uma de suas principais vantagens a ser abordada é o fato de não necessitar de escoramento para vãos de 2 a 4 metros, fazendo com que o ambiente de trabalho de pedreiros seja maior e evitando custos com locação de escoras metálicas ou de madeira além do acabamento conforme mostra a Figura 8.



Figura 8. *Steel Deck* posicionado em obra

Para que se tenha melhor interação da laje com os elementos estruturais, são instalados ainda, conectores (Figura 9), com a principal função de combater ou distribuir os efeitos dos esforços de cisalhamento. Para isso, os conectores são instalados e locados com auxílio de solda para que haja melhor interação do concreto com a telha *Steel Deck*.

“O *Steel Deck* ainda não possui normas técnicas nacionais. Mas há vários textos normativos que servem de referência aos projetistas. Entre eles, a NBR 6118 (Projeto de Estrutura de Concreto - Procedimento), a NBR 8800 (Projeto de Estruturas de Aço e de Estruturas Mistas de Aço e Concreto de Edifícios), a NBR 10735 (Chapas de Aço de Alta Resistência Mecânica Zincadas) e a NBR 14323 (Dimensionamento de Estruturas de Aço de Edifícios em Situação de Incêndio - Procedimentos). Outras normas internacionais, como as da ASTM (*American Society for Testing and Materials*), também podem servir de referência aos profissionais.” (PORTAL METÁLICA, 2014)





Figura 9. Conectores tipo U posicionados em linha na laje *Steel Deck*

### 2.1.2 TIPOS USUAIS DE METAIS FERROSOS

Ligas de ferro e carbono podem apresentar na sua composição elementos como: fósforo, manganês, silício, cobre, enxofre, entre outros.

A rigor, possuem uma porcentagem de ferro superior a 90%; portanto, a denominação de metais ferrosos refere-se a uma porcentagem máxima de carbono de 5% e demais elementos tendo presença reduzida. (PORTAL METÁLICA, 2017).

Os metais ferrosos são fáceis de serem trabalhados, com eles é construída a maior parte de máquinas, ferramentas, estruturas e instalações que possuam a eventual necessidade de material com alta resistência.

#### 2.1.2.1 Aço

Dentro das formas mais usuais de metais ferrosos são o aço, o ferro fundido e o ferro forjado ou laminado, sendo o aço, atualmente, o mais importante dos três. (PFEIL e PFEIL, 2010, p. 1). O aço encontra-se muito bem representado na Figura 10 por perfis laminados já finalizados para locação em obra.

De acordo com Chiaverini (1996), o aço tem teor de carbono que varia entre 0,008% à 2,11 %. A alta concentração de carbono nas estruturas metálicas dá a peça maior resistência aos esforços de tração e compressão, no entanto, torna a peça mais frágil. “Os aços com baixo teor de carbono têm menor resistência à tração, porém são mais dúcteis.” (PFEIL e PFEIL, 2010, p.1).

A utilização do aço como elemento estrutural no Brasil foi feita de forma tardia devido as altas temperaturas necessárias para fabricação, o que encareciam seu processo de fabricação,

logo, fazendo com que o aço não fosse amplamente popularizado comercialmente. As usinas siderúrgicas são empresas responsáveis pela transformação do minério de ferro em aço, fazendo com que esse possa ser utilizado comercialmente. O processo de transformação do minério de ferro em aço tem o nome de redução. (FERRAZ, 2016).



Figura 10. Perfis metálicos finalizados

#### 2.1.2.2 Ferro Fundido

O ferro fundido apresenta teor de carbono que varia entre 1,8% e 4,5%, logo, sua resistência à tração é superior ao do aço, porém considerada baixa, alcançando uma resistência máxima de 400MPa. (PORTAL METÁLICA, 2017).

Pfeil e Pfeil (2010) explicam que o ferro fundido comercial contém de 2,0% a 4,3% de carbono e possui resistência à compressão de no mínimo 500 MPa, no entanto, a resistência à tração é apenas cerca de 30% da primeira. Existem diferentes formas de ferro fundido que são: cinza, branco, maleável e nodular. O ferro fundido tem grande utilização em máquinas de forma irregular e motores representado pela Figura 11 a seguir.



Figura 11. Motor de ferro fundido

Fonte: Aquino, 2012

### 2.1.2.3 Ferro Forjado

Conforme Pfeil e Pfeil (2010), a produção do ferro forjado já não existe mais atualmente. Considerado um aço de baixo carbono, o ferro forjado é conhecido popularmente como “ferro batido”, é comercialmente puro, resistente, maleável, dúctil e facilmente soldável. Devido à baixa concentração de carbono, entorno de 0,15%, o aço forjado é macio demais para uso em lâminas.

O nome de ferro forjado é dado devido ao seu processo de fabricação manual: uma vez aquecido, o mesmo pode ser conformado a quente e martelado numa bigorna, ou em prensa para que se obtenha a forma desejada (BEALER, 1995). No caso, muito utilizado em corrimão, detalhes de mão francesa e portões (Figura 12).



Figura 12. Portão residencial utilizando ferro forjado

Fonte: serralhariadirecta.com

### 2.1.3 PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE PERFIS METÁLICOS

Primeiramente o minério de ferro é aquecido em fornos especiais denominados de auto fornos, produzindo assim o ferro fundido que posteriormente passa por processo de refinamento em conversor de oxigênio. A partir disso, é obtido o chamado ferro gusa que contém de 3,5% a 4,0% de carbono. Com o resultado de outras fusões, a concentração de carbono vai diminuindo e a adição de outros elementos na mistura é feita a fim de obter o aço especificado.

“A fabricação dos materiais metálicos usualmente segue o mesmo procedimento. Primeiramente, mistura-se o metal (minério de ferro) extraído das fontes minerais, com elementos (carvão dentre outros) capazes de melhorar as propriedades do conjunto final. A seguir, a mistura é colocada dentro de um forno (com temperatura acima do ponto de fusão do material) para fundir, misturar e homogeneizar adequadamente a composição química final do material.” (MIRANDA, H. C., 2012, p. 12)

Os aços podem ser diferenciados pela forma, tamanho e uniformidade entre seus grãos, além de serem diferenciados pela composição química, onde, dependendo da finalidade do aço, há concentrações diferenciadas de elementos como: silício, fósforo, enxofre, manganês etc. que, por sua vez, alteram características como a resistência mecânica, ductilidade, resistência à corrosão etc. (PFEIL e PFEIL, 2010, p.6)

### 2.1.3.1 Processo de laminação

Consiste na deformação plástica do metal utilizando rolos para moldar o perfil com o uso de tensões compressivas devido a atuação dos rolos. A laminação a quente é feita na etapa inicial do processo com o material quente, passível de deformações com maior facilidade.

A laminação é um dos processos mais importantes na fabricação de perfis metálicos de acordo com Metais & Ligas (2016). A partir do processo, o aço é transformado em um dos principais produtos siderúrgicos utilizados pela indústria da construção civil conforme Pfeil e Pfeil (2010).

“As placas são introduzidas a dois rolos giratórios que comprimem a placa, reduzindo a seção e aumentando seu comprimento onde são necessárias várias passagens no laminador e a distância entre os rolos são reduzidas de acordo com o andamento do processo.” (PFEIL e PFEIL. 2010, p.8).

Miranda (2012) diz que os processos mecânicos de conformação plástica são especiais, pois participam de 80% dos produtos metálicos onde são submetidos a vários estágios de processo de conformação. A laminação consiste na passagem de uma peça aquecida entre rolos cilíndricos que geram a mesma velocidade e giram em sentidos opostos segundo Figura 13.

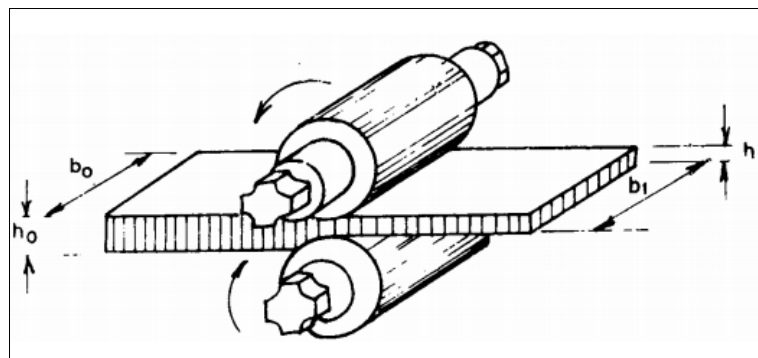


Figura 13. Exemplos de rolos de laminação

Fonte: Miranda, 2012

Perfis estruturais utilizados para construção civil, Figura 14, passam pelo processo de laminação, onde tomam a forma pré-determinada de fabricação e utilização em edificações seguindo especificações técnicas quanto ao seu uso sendo, evidentemente, calculadas de acordo com as normas técnicas vigentes.



Figura 14. Perfis metálicos em estoque

#### 2.1.4 VANTAGENS E DESVANTAGENS

De acordo com Souza (2016), o avanço do aço vem ganhando cada vez mais espaço na construção civil uma vez que o material permite grandes vãos e balanços, uma vez que os ambientes nas residências são integrados.

Conforme Souza (2016), as vantagens da utilização do aço laminado podem ser destacadas a seguir:

- **Racionalização de material e mão-de-obra:** O sistema industrializado permite a construção, meios com menor desperdício de material e maior precisão na construção;
- **Confecção de trabalhos em paralelo:** Enquanto as fundações estão sendo executadas, as fabricações das estruturas metálicas já podem ser fabricadas;
- **Obra limpa e organizada:** Pelo fato das colunas de concreto e vigas serem substituídas pelo aço, reduz o consumo de cimento, areia e brita, conseqüentemente, a geração de resíduos é menor;
- **Maior área útil e distância entre vãos:** Os pilares e as vigas são mais esbeltos, fazendo com que a área interna aumente;

- **Possibilidade de reciclagem:** o aço tem alto valor de revenda e pode ser derretido para a confecção de outras peças.

Ainda segundo Souza (2016), as desvantagens são as seguintes:

- **Custos elevados:** Um projeto que utiliza estruturas metálicas em detrimento das estruturas em concreto, o preço pode ser 5% a 20% maior que o procedimento convencional;
- **Dificuldade de transporte:** Uma vez que os perfis não são fabricados *in loco*, há dificuldade no seu transporte em centros urbanos ou cidades distantes;
- **Contração e dilatação constantes:** Como o aço tem essa característica, caso não seja respeitada, podem surgir trincas nas paredes e nos pisos;
- **Precisão é fundamental:** Pelo fato das estruturas metálicas trabalharem com exatidão milimétrica, o controle com execução de fundações deve ser mais rigoroso e, conseqüentemente, a mão-de-obra melhor qualificada.

## 2.2 ESTRUTURAS DE CONCRETO MOLDADO *IN LOCO*

Medeiros (2009) explica que o concreto é um material que resulta da mistura do aglomerante (cimento), agregados miúdos (areia), agregados graúdos (brita) e água. É considerada a mistura mais importante para construção civil, uma vez que possui diversas aplicações além da estrutural.

Conforme Carvalho e Figueiredo (2016), o concreto não é adequado como elemento resistente à tração, pois enquanto tem uma boa resistência à compressão, pouco resiste à tração (cerca de 1/10 da resistência à compressão). Logo, para que o concreto seja empregado como material de boa adequação e trabalhabilidade dentro do sistema estrutural do edifício, é preciso o uso de materiais resistentes à tração; como consequência, o uso de vergalhões de aço incorporados a massa de concreto foi fundamental para que houvesse contribuição mútua dos materiais quando submetidos a diferentes esforços.

“Dessa maneira, os dois materiais, concreto e aço, deverão trabalhar solidariamente, o que é possível devido às forças de aderência entre a superfície do aço e concreto” (CARVALHO e FIGUEIREDO, 2016, p. 20).

O concreto é o material mais utilizado dentre as residências de pequeno, médio e grande porte, visto que é um dos materiais mais consumidos do Brasil e do mundo. Cordeiro

(2006) diz que o concreto de cimento Portland ainda é o principal material de engenharia utilizado pelo homem. Os principais fatores que atribuem essa escolha como material construtivo se devem ao fato da boa resistência mecânica apresentada, adequação ao moldes e formas utilizados, baixo custo e etc.

Muitas construções atuais ainda utilizam o sistema de moldagem *in loco* do concreto, método esse utilizado desde as primeiras construções com o concreto armado. As inovações tecnológicas, uso de aditivos e implementação de sistemas estruturais com diferentes materiais permitiriam que o concreto passasse a contribuir ainda mais significativamente para resistência de determinadas estruturas.

### 2.2.1 UTILIZAÇÃO DO CONCRETO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

De acordo com Carvalho e Figueiredo (2016), em 1873, o americano W. E. Ward construiu uma casa de concreto armado em Nova York, cujo nome é *Ward's Castle*, representada na Figura 15.



Figura 15. Wadr's Castle

Fonte: Bryam Girls, 2009

A finalidade do concreto na construção civil é, geralmente, estrutural. Faz parte de elementos estruturais como vigas, pilares e lajes, melhor exemplificados na Figura 16. Ainda de acordo com Carvalho e Figueiredo (2016), para melhorar a resistência do concreto, é necessário a associação de um material que tenha boa resistência à tração e seja mais deformável, mais comumente se emprega o aço para ocupar o lugar de elemento resistente a esforços de tração. Portanto, os materiais trabalham de forma solidária devido a aderência dos vergalhões.

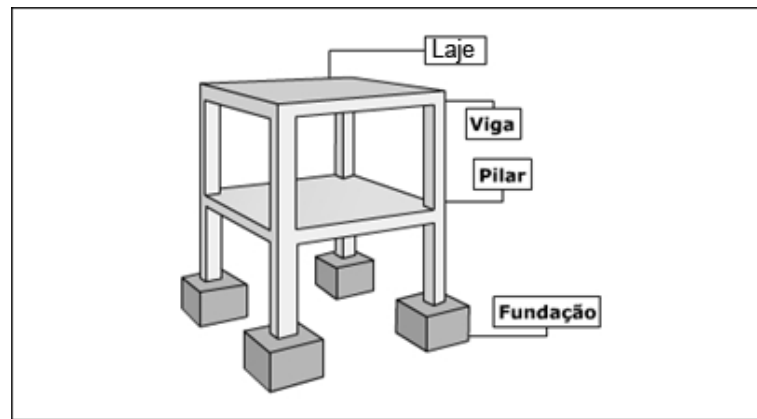


Figura 16. Exemplificação de laje, viga, pilar e fundação

Fonte: Rocha, 2017

“Quando os elementos estruturais de sua superestrutura são lajes, vigas e pilares previamente dimensionados e que tem a finalidade de resistir ao seu peso próprio e a todas as cargas atuantes, [...] podendo ser as estruturas serem construídas em concreto armado” (AMBROZEWICZ, P. H. L, 2015, p. 95)

Ainda segundo Ambrozewicz (2015), as lajes representam o elemento estrutural mais importante, uma vez que ocorrem em quase todas as construções e pelo volume que representam na obra que por sua vez, se apoiam em elementos lineares denominados vigas que, depois, transmitem os esforços para os pilares e por fim, para a fundação.

#### 2.2.1.1 Concreto preparado em obra

Para Ambrozewicz (2015), a fabricação do concreto também é conhecida como amassamento do concreto, tem objetivo de mesclar os materiais componentes (cimento, areia, brita e água), de modo a obter-se uma mistura homogênea em forma de pasta de cimento junto com os agregados formando assim, o concreto. Pode ser produzido de forma manual ou mecânica representada na Figura 17.

Para a preparação do concreto, segue a seguinte sequência: mistura-se a seco agregado miúdo (areia) e cimento, de maneira a homogeneizar os materiais. A seguir, o agregado graúdo (brita) é adicionado e misturado, então, o material deve ser afastado de maneira a produzir um vago no centro de forma semelhante a um vulcão. Logo após a abertura, é adicionada água e a mistura continua. (AMBROZEWICZ, P. H. L, 2015, p. 108)



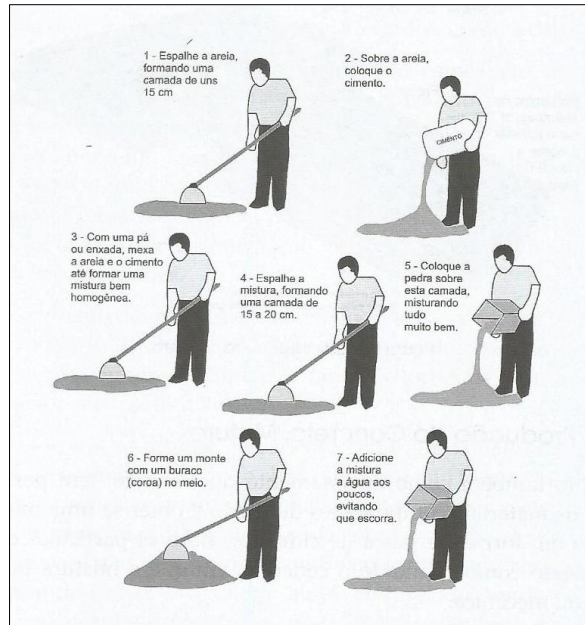


Figura 17. Produção manual do concreto

Fonte: Ambrozewicz, 2015

Conforme Ambrozewicz (2015), o concreto pode ser fabricado de forma mecanizada com utilização de equipamento chamado de betoneira, segundo Figura 18. Não existem regras gerais para o preparo do concreto. Mas de modo geral, aconselha-se a sequência: coloca-se primeiro a brita, depois metade da água é colocada, mistura-se o cimento, coloca-se o agregado miúdo (areia) e por fim, o restante da água.



Figura 18. Preparação mecanizada de concreto

Fonte: Ambrozewicz, 2015

### 2.2.1.2 Transporte do concreto

O transporte deve permitir o lançamento do concreto direto nas formas que são previamente montadas, feito em carrinhos providos de rodas, bombeando o concreto, calhas, etc. (Figura 19). O transporte deve ser feito respeitando as propriedades dos materiais evitando o fenômeno de segregação, que seria a separação do agregado graúdo da pasta de cimento (areia, cimento e água) (AMBROZEWICZ, 2015).

Para transporte com caminhão betoneira, segundo ABNT (2012), o concreto dosado em central precisa, independentemente das condições de tráfego e da distância entre a central e o local da obra que contratou o serviço, entregar o material que carrega no tempo máximo de 150 minutos. Sendo 90 minutos para o transporte até o local da obra, 30 minutos para o início da descarga e 30 minutos para aplicação (lançar e adensar).

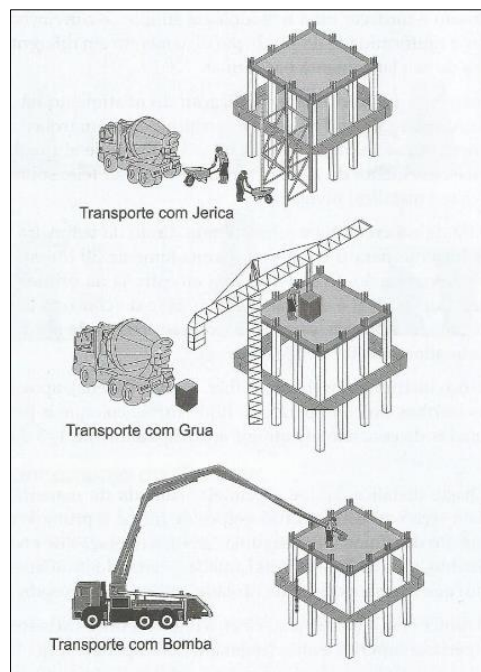


Figura 19. Exemplificação do transporte de concreto

Fonte: Ambrozewicz, 2015

### 2.2.2 FÔRMAS E ESCORAMENTO

De acordo com Ambrozewicz (2015), são estruturas provisórias, podendo ser de madeira ou metálicas, são destinadas a dar suporte e forma aos elementos de concreto até sua solidificação.

“Além da madeira, que pode ser reutilizada várias vezes, ultimamente o uso de fôrmas metálicas e mistas tem sido difundido, combinado elementos de madeira com peças metálicas, plásticos, papelão e pré-moldados.” (AMBROZEWICZ, P. H. L, 2015, p. 116)

### 2.2.2.1 Fôrmas de Pilares

Para o início do procedimento de montagem das fôrmas dos pilares, deve-se fazer a correta marcação onde são feitas as transferências dos eixos de projeto para posicionamento do eixo de simetria do pilar. Para correto lançamento seja feito, a execução deve ocorrer através de aparelhos de precisão (teodolito e trena) segundo Ambrozewicz (2015).

Após a marcação dos eixos coordenados, esticam-se linhas de náilon para sua visualização e procede-se então à execução dos ganchos (fixação dos grampos) (AMBROZEWICZ, P. H. L, 2015, p. 118).

Para melhor exemplificação do esquema de fôrmas que é realizado na obra para concretagem, a Figura 20 representa de forma clara o esquema com painéis de madeira.

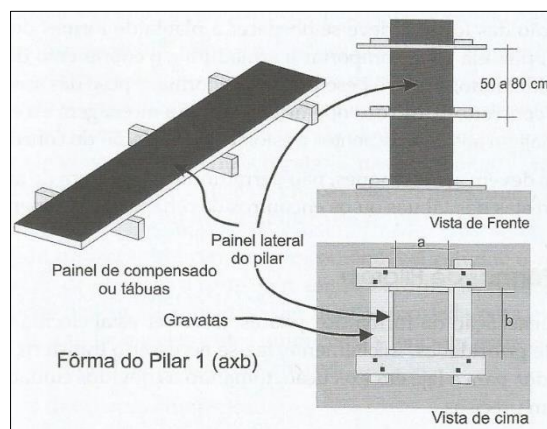


Figura 20. Esquema de fôrmas em pilares

Fonte: Ambrozewicz, 2015

### 2.2.2.2 Fôrmas de Vigas

O procedimento para escoramento das vigas é feito no sentido vertical, proporcionando a acomodação das formas de madeira na horizontal de acordo com a Figura 21. Segundo Ambrozewicz (2015), as fôrmas podem ser iniciadas após a concretagem dos pilares, ou também junto com as fôrmas dos pilares.

A sequência de montagem da fôrma da viga deve ter início pelos painéis de fundo [...] sobre a cabeça dos pilares ou sobre a borda das fôrmas dos pilares, providenciando apoios intermediários (espaçamento mínimo) (AMBROZEWICZ, P. H. L, 2015, p. 119).

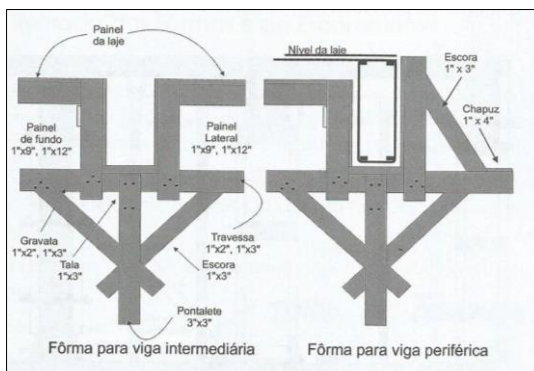


Figura 21. Esquema de formas para vigas

Fonte: Ambrozewicz, 2015

### 2.2.2.3 Fôrmas de Lajes

A execução da fôrma da laje depende do seu tipo (maciça, cogumelo, nervurada, etc). Mas em sua generalidade, o procedimento para montagem das fôrmas (figura 22), tem início na fixação das longarinas e de escoramento mínimo na área abaixo da laje, que podem ser feitos com o uso de escoras de madeira ou metálicas.

Antes da concretagem, faz-se necessário limpar, passar desmoldante, executar a armadura, posicionar os espaçadores (Figura 23) e conferir nos projetos das instalações os pontos de passagens... (AMBROZEWICZ, P. H. L, 2015, p. 120).

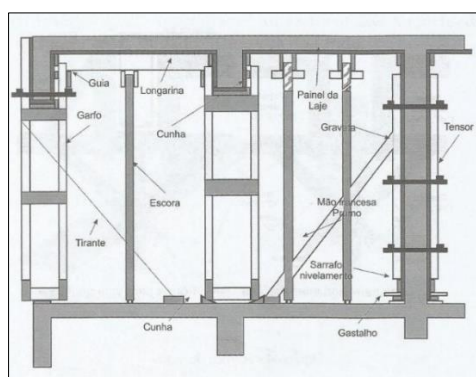


Figura 22. Esquema de escoramento e fôrma para laje maciça

Fonte: Ambrozewicz, 2015

### 2.2.3 EXECUÇÃO DA ARMADURA

A armadura é o componente estrutural responsável por resistir aos esforços de tração que as peças de concreto são submetidas. O processo de armação de um edifício é feito em três etapas segundo Ambrozewicz (2015): Projeto estrutural, fabricação e fornecimento do aço, montagem da armadura.

Para correto posicionamento das armaduras positivas e negativas, exemplificadas na Figura 23, é necessário o uso de “caranguejos” (espaçadores verticais) para correta fixação de acordo com a Figura 24.

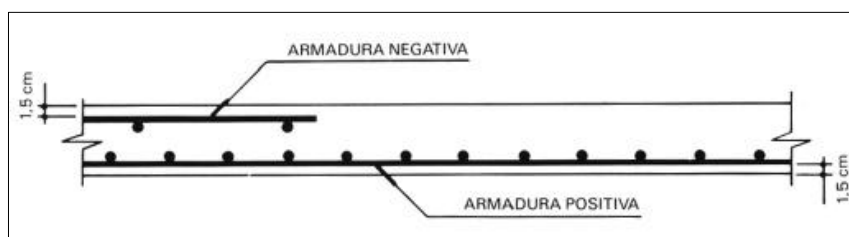


Figura 23. Posicionamento de armaduras positiva e negativa

Fonte: epoxipiso, 2017



Figura 24. Caranguejos sobre laje

Fonte: Jeruel Plásticos, 2017

### 2.2.4 RETIRADAS DE FÔRMAS E ESCORAS

De acordo com a NBR 6118:2014 (item 14.2), a retirada das fôrmas e do escoramento só poderá ser feita quando o concreto apresentar consistência de endurecimento suficiente para resistir às ações que sobre ele devem atuar. Quando existir a eventual necessidade de rápida

retirada das fôrmas, é recomendável a utilização de concreto com Alta Resistência Inicial (ARI) ou utilização de aditivos para acelerar o processo de cura.

Segundo Ambrozewicz (2015), as retiradas das fôrmas e do escoramento podem ser realizadas nos seguintes prazos:

- **Faces laterais:** 3 dias;
- **Faces inferiores** (deixando pontaletes bem encunhados e espaçados): 14 dias
- **Faces inferiores** (sem pontaletes): 21 dias

O Quadro 4, a seguir, demonstra os tempos de desfôrma para outros tipos de elementos estruturais.

Quadro 4. Prazos de desfôrma para diversos elementos estruturais (Fonte: Ambrozewicz, 2015)

Tipos de fôrmas	PRAZO DE DESFÔRMA	
	Concreto comum	Concreto com ARI
Paredes, pilares e faces laterais de vigas	3 dias	2 dias
Lajes até 10 cm de espessura	7 dias	3 dias
Faces inferiores de vigas com reescoramento	14 dias	7 dias
Lajes com mais de 10 cm de espessura e faces inferiores de vigas com menos de 10 m de vão	21 dias	7 dias
Arcos e faces inferiores de vigas com mais de 10 m de vão	28 dias	10 dias

## 2.2.5 CURA DO CONCRETO

Medeiros (2009) explica que a cura são procedimentos utilizados para manter o concreto saturado com água, fazendo com que o cimento seja hidratado durante a reação. Após o início de pega (endurecimento do concreto), é importante evitar a perda de água por fatores como a evaporação, uma vez que pode ocorrer o surgimento de trincas e, por consequência, a queda de resistência.

Ainda de acordo com Medeiros (2009), alguns procedimentos de cura podem ser adotados durante a obra e são listados a seguir:

- Cobrir a superfície exposta do concreto com areia molhada, serragem molhada, etc;
- Molhar frequentemente a superfície, criando uma película de água sobre as peças;

- Manter úmidas as superfícies o tempo mais longo possível;
- Membranas plásticas.

## 2.2.6 VANTAGENS E DESVANTAGENS

Segundo Medeiros (2009), o concreto é visto como material que apresenta várias vantagens em relação a outros materiais utilizados na construção civil bem como existem desvantagens (restrições) quanto ao seu uso e trabalhabilidade.

São destacadas as seguintes vantagens por Medeiros (2009):

- **Moldável:** Permite que haja grande variabilidade de formas e de concepções arquitetônicas;
- **Boa resistência:** A maioria das solicitações nas edificações, utilizando de um bom dimensionamento, faz com que o concreto seja adequado para os elementos estruturais;
- **Baixo custo dos materiais:** Água, agregados graúdos e miúdos possuem baixo custo de compra no mercado;
- **Baixo custo de mão de obra:** Geralmente, não é necessário qualificação ou alto nível de profissionalismo.

Da mesma forma que o material apresenta qualidades, também apresenta certas restrições ou desvantagens segundo Medeiros (2009):

- **Baixa resistência à tração:** Enquanto o material apresenta boa resistência a compressão, por outro lado sua resistência a tração chega a no máximo 1/10 da resistência de compressão;
- **Fissuração:** Quando há solicitações além do normal, o concreto pode apresentar fissuras, essas facilitam a entrada de água no interior e assim, fazendo com que a armadura fique exposta e dando início ao processo de corrosão;
- **Peso próprio elevado:** O peso próprio do concreto armado é, por norma, de 25 KN/m<sup>3</sup>;
- **Custo de formas para moldagem:** Para a concepção das formas desejadas pelos arquitetos e projetos assim desenvolvidos, é necessário um investimento em formas para viabilizar o formato desejado;

### 3. CARACTERIZAÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO

A obra estudada terá fins comerciais, mais especificamente no ramo farmacêutico localizada no bairro da Prata na cidade de Campina Grande – PB, no cruzamento entre as ruas Rodrigues Alves e Rua Antenor Navarro. Foi solicitada para a superestrutura da obra a substituição da estrutura convencional de concreto armado para perfis metálicos laminados como exemplificado na Figura 25.



Figura 25. Estrutura com montagem final

Para definição de custo e orçamento, Ambrozewicz (2015), diz que o orçamento é o custo total do empreendimento que é composto de diversos custos unitários, sendo esses custos unitários compostos mediante o cálculo de consumo de materiais, mão de obra e equipamentos.

Para melhor entendimento dos custos unitários, serão desenvolvidas tabelas de composições onde possuem a quantificação do serviço como concreto  $m^3$ /hora homem (preparo e lançamento) além de outros exemplos dispostos posteriormente.

O consumo dos materiais segundo Ambrozewicz (2015) é catalogado de acordo com a experiência pessoal na execução do serviço ou por meio de literatura da área, para o trabalho, utilizamos o livro TCPO 14 da Editora PINI e preços unitários dispostos pelo Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção (SINAPI).



### 3.1 CUSTO DAS ESTRUTURAS METÁLICAS

Para definição com precisão do custo da mão-de-obra e material para concepção da estrutura estudada, é necessário conhecimento, documentação e quantificação dos serviços de beneficiamento dos perfis metálicos laminados GERDAU.

#### 3.1.1 TRATAMENTO DOS PERFIS

O tratamento nada mais é que todos os serviços necessários para beneficiamento dos perfis que chegam no local de tratamento, onde são cortados, perfurados, soldados, retirada a camada superficial de corrosão, pintura e transporte ao local da obra.

##### 3.1.1.1 Corte

O serviço de corte é iniciado a partir do momento em que os perfis são posicionados na esteira com rolamentos (ponte rolante) com objetivo de facilitar o procedimento. É feito de forma automática com o uso de máquina específica, evitando falhas no corte e posterior necessidade de tratamento.

Para o posicionamento dos perfis, é necessário o auxílio de caminhão Munck para posicionar os perfis que a força física dos funcionários não é capaz de suportar sem gerar lesões (figura 26).



Figura 26. Chegada do caminhão com perfis ao interior do galpão

Para o correto posicionamento e adequação dos perfis, é necessário a presença de dois funcionários para estabilizar qualquer movimento brusco ocasionado pelo transporte do perfil até a esteira de corte como demonstra as Figuras 27 e 28.

Para verificação do serviço, foram feitas 20 observações de cortes, com variados tipos e tamanhos de perfis, a fim de se obter uma média para o serviço específico, assim, para a criação de tabelas e fichas de composição.



Figura 27. Funcionários posicionando perfil para corte



Figura 28. Máquina de corte com perfil sendo ajustado

O seguinte Quadro 5 apresenta em seu cabeçalho o serviço executado, e nas colunas: o tipo de perfil, número de funcionários necessários para o serviço, comprimento do perfil, peso e tempo de execução do corte.

Para quantificação do serviço, foi utilizado cronômetro e uma ficha auxiliar onde eram anotados: tipo de perfil, comprimento, peso e tempo de execução individual.

Quadro 5. Medições de corte de perfil em máquina

<b>CORTE DE PERFIL LAMINADO - UTILIZANDO MÁQUINA DE CORTE COM FITA SERRA</b>						
<b>Nº de func.</b>	<b>Quant.</b>	<b>Perfil</b>	<b>Comprimento (m)</b>	<b>Peso (Kg)</b>	<b>Tempo total (min : seg)</b>	<b>Índice (h/Kg)</b>
1	1	<b>W250X17,9</b>	3,55	63,545	07:15	<b>0,0019</b>
1	1	<b>W250X17,9</b>	3,55	63,545	05:45	<b>0,0015</b>
1	1	<b>W250X17,9</b>	2,43	43,497	06:15	<b>0,0024</b>
1	1	<b>W250X17,9</b>	3,55	63,545	09:16	<b>0,0024</b>
1	1	<b>W200X15</b>	0,62	11,098	04:19	<b>0,0065</b>
1	1	<b>W200X15</b>	3,38	60,502	04:02	<b>0,0011</b>
1	1	<b>W200X15</b>	3,38	60,502	05:56	<b>0,0016</b>
1	1	<b>W200X15</b>	2,27	40,633	03:15	<b>0,0013</b>
1	1	<b>W200X15</b>	3,38	60,502	05:46	<b>0,0016</b>
1	1	<b>W360X39</b>	2,88	112,32	12:08	<b>0,0018</b>
1	1	<b>W360X9</b>	2,88	112,32	13:46	<b>0,0020</b>
1	1	<b>W360X39</b>	2,88	112,32	10:12	<b>0,0015</b>
1	1	<b>W360X39</b>	2,88	112,32	11:31	<b>0,0017</b>
1	1	<b>W150X23</b>	2,83	65,09	08:51	<b>0,0023</b>
1	1	<b>W360X39</b>	1,09	42,51	13:20	<b>0,0052</b>
1	1	<b>W360X39</b>	1,09	42,51	10:32	<b>0,0041</b>
1	1	<b>W360X39</b>	1,09	42,51	09:43	<b>0,0038</b>
1	1	<b>W360X39</b>	1,13	44,07	12:00	<b>0,0045</b>
1	1	<b>W250X17,9</b>	6,75	120,83	13:22	<b>0,00184</b>
1	1	<b>W250X17,9</b>	6,75	120,83	12:46	<b>0,00176</b>

Para criação da tabela, foi utilizado o software Excel para formatação e cálculos, para criação dos índices de cada corte efetuado. Como exemplificação de cálculo, tomemos como exemplo a primeira linha, onde temos:

**Número de funcionários (Nº de funcionários): 01**

**Quantidade (Relativa a quantidade de perfis): 01**

**Perfil (Tipo de perfil vide tabela GERDAU): W250X17,9**

**Comprimento (comprimento linear dado em metros): 3,55 m**

**Peso (Kg) = 63,54 Kg**

Para o cálculo do peso, de forma rápida e prática, basta apenas pegar a informação do tipo de perfil, onde seu segundo número (**17,9 Kg/m**) corresponde ao peso por metro linear e multiplicar pelo comprimento total, possibilitando o cálculo imediato do peso.

$$\text{Peso (Kg)} = (17,9 \text{ Kg/m}) \times (3,55 \text{ m}) = \mathbf{63,54 \text{ Kg}}$$

**Tempo total de execução:** 07:15 (Sete minutos e quinze segundos)

Onde o tempo total de execução do serviço corresponde ao manuseio do perfil até a esteira de corte e devido alinhamento para corte até sua retirada da máquina.

Para tanto, é necessário a conversão do tempo de minutos e segundos para horas. A conversão é dada da seguinte forma:

$$1 \text{ hora} = 60 \text{ min} = 3600 \text{ segundos}$$

$$7 \text{ minutos} = 7/60 = 0,117 \text{ horas}$$

$$15 \text{ segundos} = 15/3600 = 4,17 \times 10^{-3} \text{ horas}$$

Portanto, **00:07:15 (hora:minuto:segundo) = 0,12117 horas**

Para o cálculo do índice, foi escolhida a unidade hora por quilograma (h/Kg), fazendo com que apenas fosse realizada uma simples divisão do tempo total convertido em horas, pelo peso total em quilograma.

$$\text{Índice 01} = 0,12117 \text{ horas} / 63,54 \text{ Kg} = 1,91 \times 10^{-3} \text{ h/Kg} = \mathbf{0,0019 \text{ h/Kg}}$$

Para melhor aproveitamento do tempo e precisão dos dados, foi utilizado o Excel e inseridas as fórmulas de conversão do tempo e, automaticamente, o mesmo procedimento é feito para as demais observações.

Com os valores de baixa, média e alta produtividade, pôde-se confeccionar a tabela de composição de acordo com a mão-de-obra (MOD), materiais (MAT) e equipamentos (EQH) com seus respectivos índices demonstrados no Quadro 6 a seguir:

Quadro 6. Tabela de composição para serviço de corte de perfis

<b>Descrição</b>	<b>Unidade</b>	<b>Classe</b>	<b>Coefficiente</b>
Corte de perfil metálico em máquina de corte	Kg		Médio
Operador de máquina	<b>h</b>	MOD	<b>0,003</b>
Máquina de corte com fita-serra	<b>h</b>	EQH	<b>0,0026</b>
Óleo solúvel	<b>l</b>	MAT	<b>0,01</b>

### 3.2.1.2 Perfuração de Chapas e Perfis

Para perfuração das chapas, foram feitas 54 observações no total, dispostas nos Quadros 7 e 8, em que o funcionário posiciona a perfuradora magnética sobre as chapas e executa o furo com a utilização de óleo para lubrificar a lâmina. (Melhor exemplificado nas Figuras 29 e as chapas finalizadas na Figura 30).



Figura 29. Funcionário executando perfuração com máquina perfuradora



Figura 30. Chapas metálicas perfuradas

Quadro 7. Observações de perfuração em chapas

Nº	Tempo de execução	Dimensões da chapa (cm)	Espessura (mm)	Peso (Kg/m <sup>2</sup> )	Peso (Kg)	Consumo (h/Kg)
1	00:40	17,5 X 16	8,0	62,2	1,74	<b>0,006</b>
2	00:18	17,5 X 15,5	9,52	74,7	2,02	<b>0,002</b>
3	00:56	17,5 X 15,5	9,52	74,7	2,02	<b>0,008</b>
4	00:42	17,5 X 15,5	9,52	74,7	2,02	<b>0,006</b>
5	01:16	16,5 X 10	8,0	62,2	1,02	<b>0,021</b>
6	00:56	16,5 X 10	8,0	62,2	1,02	<b>0,015</b>
7	01:12	16,5 X 10	8,0	62,2	1,02	<b>0,020</b>
8	01:23	16,5 X 10	8,0	62,2	1,02	<b>0,023</b>
9	00:57	16,5 X 10	8,0	62,2	1,02	<b>0,016</b>
10	01:13	16,5 X 10	8,0	62,2	1,02	<b>0,020</b>
11	01:14	45,5 X 10	9,52	74,7	3,39	<b>0,006</b>
12	00:49	45,5 X 10	9,52	74,7	3,39	<b>0,004</b>
13	01:11	45,5 X 10	9,52	74,7	3,39	<b>0,006</b>
14	00:55	45,5 X 10	9,52	74,7	3,39	<b>0,005</b>
15	00:52	17,5 X 19	8,0	62,2	2,06	<b>0,007</b>
16	01:07	17,5 X 19	8,0	62,2	2,06	<b>0,009</b>
17	01:04	17,5 X 19	8,0	62,2	2,06	<b>0,009</b>
18	00:59	17,5 X 19	8,0	62,2	2,06	<b>0,008</b>
19	01:59	17,5 X 19	8,0	62,2	2,06	<b>0,016</b>
20	00:58	17,5 X 19	8,0	62,2	2,06	<b>0,008</b>
21	01:39	23 X 10	8,0	62,2	1,4306	<b>0,019</b>
22	02:18	23 X 10	8,0	62,2	1,4306	<b>0,003</b>
23	01:06	23 X 10	8,0	62,2	1,4306	<b>0,013</b>
24	02:24	23 X 10	8,0	62,2	1,4306	<b>0,028</b>
25	02:48	23 X 10	8,0	62,2	1,4306	<b>0,033</b>
26	01:08	23 X 10	8,0	62,2	1,4306	<b>0,013</b>
27	01:17	23 X 10	8,0	62,2	1,4306	<b>0,015</b>
28	01:36	23 X 10	8,0	62,2	1,4306	<b>0,019</b>
29	02:40	23 X 10	8,0	62,2	1,4306	<b>0,031</b>
30	01:09	23 X 10	8,0	62,2	1,4306	<b>0,013</b>
31	02:08	23 X 10	8,0	62,2	1,4306	<b>0,025</b>
32	01:45	23 X 10	8,0	62,2	1,4306	<b>0,020</b>
33	01:59	23 X 10	9,52	74,7	1,7181	<b>0,019</b>
34	02:14	23 X 10	9,52	74,7	1,7181	<b>0,022</b>
35	02:17	23 X 10	9,52	74,7	1,7181	<b>0,022</b>
36	01:52	23 X 10	9,52	74,7	1,7181	<b>0,018</b>
37	02:11	23 X 10	9,52	74,7	1,7181	<b>0,021</b>
38	01:41	23 X 10	9,52	74,7	1,7181	<b>0,016</b>
39	01:39	23 X 10	9,52	74,7	1,7181	<b>0,016</b>
40	02:05	23 X 10	8,0	62,2	1,4306	<b>0,024</b>
41	02:09	23 X 10	8,0	62,2	1,4306	<b>0,025</b>
42	02:48	23 X 10	8,0	62,2	1,4306	<b>0,033</b>
43	02:07	23 X 10	8,0	62,2	1,4306	<b>0,025</b>
44	02:11	23 X 10	8,0	62,2	1,4306	<b>0,025</b>
45	01:41	23 X 10	8,0	62,2	1,4306	<b>0,020</b>

Quadro 8. Continuação das observações de perfuração em chapa

Nº	Tempo de execução	Dimensões da chapa (cm)	Espessura (mm)	Peso (Kg/m <sup>2</sup> )	Peso (Kg)	Consumo (h/Kg)
46	01:29	23 X 10	8,0	62,2	1,4306	<b>0,017</b>
47	01:33	23 X 10	8,0	62,2	1,4306	<b>0,018</b>
48	02:51	23 X 10	8,0	62,2	1,4306	<b>0,033</b>
49	01:36	23 X 10	8,0	62,2	1,4306	<b>0,019</b>
50	01:28	23 X 10	8,0	62,2	1,4306	<b>0,017</b>
51	01:41	23 X 10	8,0	62,2	1,4306	<b>0,020</b>
52	01:35	23 X 10	8,0	62,2	1,4306	<b>0,018</b>
53	01:26	23 X 10	8,0	62,2	1,4306	<b>0,017</b>
54	01:59	23 X 10	8,0	62,2	1,4306	<b>0,023</b>

Com os valores dos índices observados, é possível agora obtermos a média para execução do serviço, onde será expresso pela média aritmética dos índices, sendo assim representada pelo valor de 0,017 h/Kg. Os demais consumos foram obtidos através de estimativas devido ao pouco tempo para coleta de dados (Quadro 9).

Quadro 9. Tabela de composição para o serviço de perfuração de chapas de aço

Descrição	Unidade	Classe	Coefficiente
Furo com utilização de perfuradora magnética de bancada	Und.		Médio
Operador de máquina	<b>h</b>	MOD	<b>0,017</b>
Perfuradora magnética de mesa	<b>h</b>	EQH	<b>0,017</b>
Óleo solúvel	<b>l</b>	MAT	<b>0,01</b>

Para o serviço, devido ao pouco número de observações, apenas será esclarecido seu procedimento, de forma análoga ao anterior, porém como objeto de execução do procedimento, um perfil tipo I. Seguem Figuras 31, 32 e 33 que exemplificam o procedimento.



Figura 31. Posicionamento de perfil para execução de furos



Figura 32. Execução de furos depois de devido posicionamento



Figura 33. Perfil totalmente perfurado

Procedimento análogo aos demais apresentados até o momento, portanto foram obtidas as seguintes verificações catalogadas de acordo com o Quadro 10.

Quadro 10. Observações de furos em perfil metálico

Observação	Tempo (segundos)
1	27
2	25
3	26
4	26

Devido aos poucos dados obtidos do procedimento, trabalha-se com a média entre as verificações observadas:

$$\text{Média} = 26 \text{ segundos} / \text{und.} = \mathbf{0,0072 \text{ h/und.}}$$

O procedimento gerou a criação da seguinte tabela de composição representada pelo Quadro 11 a seguir:



Quadro 11. Tabela de composição para o serviço de perfuração em perfis metálicos

Descrição	Unidade	Classe	Coefficiente
Perfuração de elementos de aço (Perfil Metálico)	Und.		Médio
Operador de máquina	<b>h</b>	MOD	<b>0,0072</b>
Perfuradora magnética de mesa	<b>h</b>	EQH	<b>0,0072</b>
Óleo solúvel	<b>l</b>	MAT	<b>0,01</b>

### 3.2.1.3 Solda das ligações

Antes do procedimento de solda ser de fato inicializado, é necessário o posicionamento prévio das chapas de aço. Esse serviço é realizado por um funcionário, onde primeiramente marca a posição de projeto com giz e logo após, posiciona as chapas com pontos de solda mostradas nas Figuras 34 e 35 com mais detalhes.



Figura 34. Marcação das posições das chapas



Figura 35. Pontos de solda e detalhe de linha guia para posicionamento de chapa

Depois do prévio posicionamento das chapas, é dado o início ao serviço de solda. O serviço de solda foi contabilizado seguindo o mesmo procedimento do serviço de corte, porém

para a contagem do peso das peças, foi necessário extrair o peso de cada ligação e contabilizado o tempo de execução para uma estrutura completa, como por exemplo: Solda de pilar completo com suas ligações e chapas de base.

A Figura 36, mostra funcionário executando a solda e logo após, na Figura 37, pode-se observar o detalhe da solda finalizada.



Figura 36. Funcionário executando a solda



Figura 37. Detalhe de solda em chapa de conexão

Para o serviço de solda, foi verificado além do tempo de execução, as dimensões de cada peça soldada bem como seu respectivo peso. Assim, obtemos um índice em h/Kg (Quadro 12 a 26).

Quadro 12. Tabela de observação para solda

TEMPO TOTAL DE EXECUÇÃO: 00:42:00							
Descrição da peça	Quant.	Dimensões (cm)		Espessura (mm)	Peso (Kg)	Consumo (h/Kg)	
		Comprimento	Largura				
<b>CABEÇA DO PILAR</b>							
Chapas de ligação	1	16,5	10,0	8,00	1,036	0,016	
Enrijecedores	4	13,5	7,50	8,00	2,543		
<b>MEIO DO PILAR</b>							
Chapas de ligação	2	16,5	10,0	9,52	2,466		
Chapas de ligação	2	18	16,0	9,52	4,305		
Chapas de ligação	2	24	10,0	9,52	3,587		
Enrijecedores	4	13,5	7,5	8,00	2,543		
<b>BASE DO PILAR</b>							
Chapa de fundação	1	40,5	35	16,0	17,804		
Enrijecedores	2	40,5	23,5	6,00	8,965		
<b>PESO TOTAL (KG)</b>					<b>43,250</b>		

Quadro 13. Tabela de observação para solda

TEMPO TOTAL DE EXECUÇÃO: 00:45:23							
Descrição da peça	Quant.	Dimensões (cm)		Espessura (mm)	Peso (Kg)	Consumo (h/Kg)	
		Comprimento	Largura				
<b>CABEÇA DO PILAR</b>							
Chapas de ligação	2	16,5	10,0	9,52	2,466	0,016	
Chapas de ligação	1	17,5	16,0	9,52	2,092		
Enrijecedores	4	14,0	7,50	8,00	2,638		
<b>MEIO DO PILAR</b>							
Chapas de ligação	2	16,5	10,0	9,52	2,466		
Chapas de ligação	2	24	10,0	9,52	3,587		
Chapas de ligação	2	16,5	10,0	9,52	2,466		
Enrijecedores	8	14	7,50	8,00	5,275		
<b>BASE DO PILAR</b>							
Chapa de fundação	1	40	35,5	16,0	17,835		
Enrijecedores	2	40	23,5	6,00	8,855		
<b>PESO TOTAL (KG)</b>					<b>47,681</b>		

Quadro 14. Tabela de observação para solda

TEMPO TOTAL DE EXECUÇÃO: 01:14:00							
Descrição da peça	Quant.	Dimensões (cm)		Espessura (mm)	Peso (Kg)	Consumo (h/Kg)	
		Comprimento	Largura				
<b>CABEÇA DO PILAR</b>							
Ligações	2	17,5	19,0	6,30	3,289	0,023	
Enrijecedores	6	14	7,5	6,30	3,116		
<b>MEIO DO PILAR</b>							
Chapas de ligação	1	30,5	30,5	12,00	8,763		
Ligações	2	25	23,0	8,00	7,222		
Enrijecedores	8	27,5	15,00	12,00	31,086		
<b>BASE DO PILAR</b>							
<b>PESO TOTAL (KG)</b>					<b>53,475</b>		

Quadro 15. Tabela de observação para solda

TEMPO TOTAL DE EXECUÇÃO:							
08.06.2017		00:50:00					
Descrição da peça	Quant.	Dimensões (cm)		Espessura (mm)	Peso (Kg)	Consumo (h/Kg)	
		Comprimento	Largura				
<b>CABEÇA DO PILAR</b>							
Ligações	2	17,5	19,0	6,30	3,289	0,016	
Enrijecedores	6	14	7,5	6,30	3,116		
<b>MEIO DO PILAR</b>							
Chapas de ligação	1	30,5	30,5	12,00	8,763		
Ligações	2	25	23,0	8,00	7,222		
Enrijecedores	8	27,5	15,00	12,00	31,086		
<b>BASE DO PILAR</b>							
<b>PESO TOTAL CONEXÕES (KG)</b>					<b>53,475</b>		

Quadro 16. Tabela de observação para solda

TEMPO TOTAL DE EXECUÇÃO:							
27.06.2017		01:22:00					
Descrição da peça	Quant.	Dimensões (cm)		Espessura (mm)	Peso (Kg)	Consumo (h/Kg)	
		Comprimento	Largura				
<b>CABEÇA DO PILAR</b>							
Ligações	1	29	20,5	9,52	4,443	0,025	
Ligações	1	29	20,0	8,00	3,642		
Enrijecedores	4	18	10,0	8,00	4,522		
<b>MEIO DO PILAR</b>							
Ligações	2	19,5	18,5	8,00	4,531		
Ligações	2	30	20,0	9,52	8,968		
Enrijecedores	8	18	10,00	8,00	9,043		
<b>BASE DO PILAR</b>							
Enrijecedores	6	10	10,00	12,00	5,652		
Chapa de ligação	1	39,5	39,50	12,00	14,698		
<b>PESO TOTAL CONEXÕES (KG)</b>					<b>55,498</b>		

Quadro 17. Tabela de observação para solda

TEMPO TOTAL DE EXECUÇÃO:							
27.06.2017		01:00:00					
Descrição da peça	Quant.	Dimensões (cm)		Espessura (mm)	Peso (Kg)	Consumo (h/Kg)	
		Comprimento	Largura				
<b>CABEÇA DO PILAR</b>							
Ligações	3	20	15,0	6,30	4,451	0,032	
Enrijecedores	4	18,5	9,5	12,00	6,622		
<b>MEIO DO PILAR</b>							
Ligações	2	20	15,0	6,30	2,967		
Enrijecedores	8	18,5	9,50	12,00	13,245		
<b>BASE DO PILAR</b>							
Chapa de ligação	1	20	20,00	12,00	3,768		
<b>PESO TOTAL CONEXÕES (KG)</b>					<b>31,053</b>		

Quadro 18. Tabela de observações para solda

27.06.2017 TEMPO TOTAL DE EXECUÇÃO: 01:51:00							
Descrição da peça	Quant.	Dimensões (cm)		Espessura (mm)	Peso (Kg)	Consumo (h/Kg)	
		Comprimento	Largura				
<b>CABEÇA DO PILAR</b>							
Chapa de ligação	1	20	20,0	12,00	3,768	<b>0,030</b>	
Enrijecedores	2	18,5	9,5	12,00	3,311		
Enrijecedores	2	20	15,0	6,30	2,967		
Ligações	1	15	10,0	6,30	0,742		
<b>MEIO DO PILAR</b>							
Ligações	2	15	10,0	6,30	1,484		
Ligações	4	18,5	9,5	12,00	6,622		
Enrijecedores	12	18,5	9,50	12,00	19,867		
<b>BASE DO PILAR</b>							
Enrijecedores	4	18,5	9,50	12,00	6,622		
Ligações	2	18,5	9,50	9,52	2,627		
Chapa de ligação	1	39,5	39,50	12,00	14,698		
<b>PESO TOTAL CONEXÕES (KG)</b>					<b>62,708</b>		

Quadro 19. Tabela de observações para solda

27.06.2017 TEMPO TOTAL DE EXECUÇÃO: 00:52:00							
Descrição da peça	Quant.	Dimensões (cm)		Espessura (mm)	Peso (Kg)	Consumo (h/Kg)	
		Comprimento	Largura				
<b>CABEÇA DO PILAR</b>							
Enrijecedores	4	18	8,0	8,00	3,617	<b>0,265</b>	
Ligações	1	14,5	10,0	12,00	1,366		
Ligações	1	18	15,5	8,00	1,752		
<b>MEIO DO PILAR</b>							
Ligações	2	18	15,5	8,00	3,504		
Enrijecedores	8	18	8,00	8,00	7,235		
<b>BASE DO PILAR</b>							
Chapa de ligação	1	20	20,00	12,00	3,768		
<b>PESO TOTAL CONEXÕES (KG)</b>					<b>21,242</b>		

Quadro 20 - Tabela de observações para solda

28.06.2017 TEMPO TOTAL DE EXECUÇÃO: 01:40:00 565cm de solda						
Descrição da peça	Quant.	Dimensões (cm)		Espessura (mm)	Peso (Kg)	Consumo (h/Kg)
		Comprimento	Largura			
<b>CABEÇA DO PILAR</b>						
Enrijecedores	4	17	15,0	8,00	6,406	<b>0,017</b>
Chapa de ligação	1	60	60,0	32,00	90,432	
<b>PESO TOTAL CONEXÕES (KG)</b>					<b>96,838</b>	

Quadro 21. Tabela de observações para solda

28.06.2017 TEMPO TOTAL DE EXECUÇÃO: 01:46:00 565 cm de solda						
Descrição da peça	Quant.	Dimensões (cm)		Espessura (mm)	Peso (Kg)	Consumo (h/Kg)
		Comprimento	Largura			
<b>CABEÇA DO PILAR</b>						
Enrijecedores	4	17	15,0	8,00	6,406	<b>0,018</b>
Chapa de ligação	1	60	60,0	32,00	90,432	
<b>PESO TOTAL CONEXÕES (KG)</b>					<b>96,838</b>	

Quadro 22. Tabela de observações para solda

30.06.2017 TEMPO TOTAL DE EXECUÇÃO: 01:40:00 565 cm de solda						
Descrição da peça	Quant.	Dimensões (cm)		Espessura (mm)	Peso (Kg)	Consumo (h/Kg)
		Comprimento	Largura			
<b>CABEÇA DO PILAR</b>						
Enrijecedores	4	17	15,0	8,00	6,406	0,017
Chapa de ligação	1	60	60,0	32,00	90,432	
<b>PESO TOTAL CONEXÕES (KG)</b>					<b>96,838</b>	

Quadro 23. Tabelas de observações para solda

30.06.2017 TEMPO TOTAL DE EXECUÇÃO: 01:55:00 565 cm de solda						
Descrição da peça	Quant.	Dimensões (cm)		Espessura (mm)	Peso (Kg)	Consumo (h/Kg)
		Comprimento	Largura			
<b>CABEÇA DO PILAR</b>						
Enrijecedores	4	17	15,0	8,00	6,406	0,020
Chapa de ligação	1	60	60,0	32,00	90,432	
<b>PESO TOTAL CONEXÕES (KG)</b>					<b>96,838</b>	

Quadro 24. Tabela de observações para solda

30.06.2017 TEMPO TOTAL DE EXECUÇÃO: 00:56:00							
Descrição da peça	Quant.	Dimensões (cm)		Espessura (mm)	Peso (Kg)	Consumo (h/Kg)	
		Comprimento	Largura				
<b>CABEÇA DO PILAR</b>							
Ligações	2	20	15,5	6,30	3,066	0,020	
Enrijecedores	4	18	9,5	12,00	6,443		
<b>MEIO DO PILAR</b>							
Ligações	4	20	15,5	6,30	6,132		
Enrijecedores	8	18	9,50	12,00	12,887		
<b>BASE DO PILAR</b>							
Enrijecedores	3	10	9,50	12,00	2,685		
Chapa de ligação	1	39,5	39,50	12,00	14,698		
<b>PESO TOTAL CONEXÕES (KG)</b>					<b>45,911</b>		

Quadro 25. Tabela de observações para solda

30.06.2017 TEMPO TOTAL DE EXECUÇÃO: 01:35:00 565 cm de solda						
Descrição da peça	Quant.	Dimensões (cm)		Espessura (mm)	Peso (Kg)	Consumo (h/Kg)
		Comprimento	Largura			
<b>CABEÇA DO PILAR</b>						
Enrijecedores	4	17	15,0	8,00	6,406	0,016
Chapa de ligação	1	60	60,0	32,00	90,432	
<b>PESO TOTAL CONEXÕES (KG)</b>					<b>96,838</b>	

Quadro 26. Tabela de observações para solda

30.06.2017 TEMPO TOTAL DE EXECUÇÃO: 01:58:00 565 cm de solda						
Descrição da peça	Quant.	Dimensões (cm)		Espessura (mm)	Peso (Kg)	Consumo (h/Kg)
		Comprimento	Largura			
<b>CABEÇA DO PILAR</b>						
Enrijecedores	4	17	15,0	8,00	6,406	0,020
Chapa de ligação	1	60	60,0	32,00	90,432	
<b>PESO TOTAL CONEXÕES (KG)</b>					<b>96,838</b>	

Com os índices obtidos, agora é possível obter a média para confeccionar a tabela de composição para o serviço de solda de chapas metálicas em pilares, representada pelo Quadro 27 que segue:

Quadro 27. Tabela de composição do serviço de solda

Descrição	Unidade	Classe	Coefficiente
Solda de chapas metálicas em perfis	Kg		Médio
Soldador	<b>h</b>	MOD	<b>0,04</b>
Máquina de solda	<b>h</b>	EQH	<b>0,04</b>

#### 3.2.1.4 Jateamento

Jateamento é o procedimento de retirada de camada de ferrugem superficial utilizando granalha de aço, material que consiste em pequenas esferas de aço que, através de um pressurizador, é aplicada pressão suficiente para projetar a granalha contra o perfil e pulverizar a camada de ferrugem.

Gonzaga (2016) explica que o jateamento é um tratamento a frio de superfícies metálicas. Basicamente, pode-se resumir o jateamento como um procedimento indispensável, uma vez que o tratamento inadequado prejudica a durabilidade das peças.

Ainda de acordo com Gonzaga (2016), existem diferentes níveis de oxidação classificados em graus sendo eles:

- **Grau “A”**: Estado da superfície do aço logo após a laminação com carepa (película de óxido de ferro); (Figura 38)
- **Grau “B”**: A superfície começa a apresentar vestígios de oxidação. Aplica-se o jateamento do tipo comercial; (Figura 39)
- **Grau “C”**: Quando a superfície da peça está começando a se deteriorar pela oxidação mas ainda não atingiu camadas mais profundas; (Figura 40)
- **Grau “D”**: A superfície já apresenta cavidades. (Figura 41)



Figura 38. Grau A superfície de aço com carepa de laminação

Fonte: WEG, p. 4, 2016



Figura 40. Carepa de laminação já deu lugar a oxidação.

Fonte: WEG, p.4, 2016



Figura 39. Superfície de aço com início de oxidação e da qual

Fonte: WEG, p.4, 2016



Figura 41. Superfície de aço onde já se apresenta corrosão

Fonte: WEG, p.4, 2016

O início do procedimento se dá com o deslocamento dos perfis até o local específico para receber o tratamento e posicionado em cima de cavaletes metálico como mostrado na Figura 42.





Figura 42. Perfil posicionado para retirada da camada de ferrugem

Depois de posicionado, o perfil e os outros demais que seguem para tratamento, é dado o início do processo com o recolhimento da granalha no tonel e ligando o compressor como é exemplificado nas Figuras 43 e 44.



Figura 43. Tonel de armazenamento de granalha



Figura 44. Compressor a ar utilizado no jateamento

Feito o correto armazenamento da granalha e ligando o compressor, é dado início ao procedimento. Observando a Figura 45 a seguir, é possível perceber a diferença do perfil limpo, segundo Figura 45. De acordo com projeto, o tipo de limpeza foi a SSPC – SP10 (Jato ao metal quase branco), que é feita com a retirada quase total dos óxidos, carecas de laminação, admitindo-se cerca de 5% da área limpa com manchas ou raios de óxidos encrustados (WEG, p.7, 2016).



Figura 45. Perfis pós tratamento com granalha de aço

Analogamente, foram coletados os dados do devido procedimento e feita uma tabela com auxílio do Excel para agrupar os dados dos perfis que foram tratados bem como o tempo de execução dos grupos de perfis de acordo com os Quadros 28 e 29.

Quadro 28. Observações para serviço de Jateamento

n°	n° de func.	Tipo de perfil	Comp. (m)	Peso (Kg)	Tempo total	Consumo (h/Kg)
N1	2	W250X25,3	5,00	126,50	01:16:00	0,0032
N2	2	W200X19,3	5,17	99,781		
N3	2	W250X25,3	5,40	136,62		
N4	2	W250X25,3	1,20	30,36		
N5	2	W150X29,8	8,74	260,45	01:37:00	0,0021
N6	2	W150X29,8	8,70	259,26		
N7	2	W150X29,8	8,75	260,75		
N8	2	W150X29,8	10,00	298,00	01:20:00	0,0016
N9	2	W150X29,8	8,90	265,22		
N10	2	W150X29,8	8,75	260,75		
N11	2	W150X29,8 / W310X97	5,15 / 3,58	500,73	01:00:00	0,0020
N12	2	W150X29,8 / W310X97	5,15 / 3,59	500,73	01:00:00	0,0020
N13	2	W250X22,3	8,15	207,54	01:02:00	0,0017
N14	2	W250X22,3	8,15	207,54		
N15	2	W250X22,3	8,15	207,54		

Quadro 29. Continuação das observações para o serviço de Jateamento

n°	n° de func.	Tipo de perfil	Comp. (m)	Peso (Kg)	Tempo total	Consumo (h/Kg)
N16	2	W250X17,9	2,27	40,633	01:16:00	0,0022
N17	2	W250X17,9	2,17	38,843		
N18	2	W250X17,9	2,35	42,065		
N19	2	W250X17,9	2,05	36,695		
N20	2	W250X17,9	2,24	40,096		
N21	2	W250X17,9	2,56	45,824		
N22	2	W250X17,9	2,38	42,602		
N23	2	W250X17,9	4,34	77,686		
N24	2	W250X17,9	4,45	79,655		
N25	2	W250X17,9	4,48	80,192		
N26	2	W250X17,9	3,18	56,922		
N27	2	W610X113	6,93	821,65	01:20:00	0,0016
N28	2	W200X15	1,39	20,85	02:33:00	0,0079
N29	2	W200X15	2,69	40,35		
N30	2	W200X15	2,69	40,35		
N31	2	W200X15	2,69	40,35		
N32	2	W200X15	2,69	40,35		
N33	2	W200X15	1,31	19,65		
N34	2	W200X15	1,31	19,65		
N35	2	W200X15	1,31	19,65		
N36	2	W200X15	1,43	21,45		
N37	2	W200X15	1,38	20,7		
N38	2	W200X15	1,43	21,45		
N39	2	W200X15	1,31	19,65		
N40	2	W250X17,9	46,49	832,171	02:48:00	0,0034
N41	2	W200X19,3	24,65	475,745	00:40:00	0,0014
N42	2	W200X19,3 / W250X25,3		394,28	01:16:00	0,0032
N43	2	W310X21	6,18	110,622	01:44:00	0,0028
N44	2	W310X21	6,18	119,274		
N45	2	W200X15	6,82	394,28		
N46	2	W310X28,3	6,76	191,308	02:20	0,0033
N47	2	W310X28,3	6,82	193,006		
N48	2	W200X15	2,33	34,95		
N49	2	W200X15	2,33	34,95		
N50	2	W200X15	2,34	35,1		
N51	2	W200X15	2,34	35,1		
N52	2	W200X15	3,16	47,4		
N53	2	W200X15	3,17	47,55		
N54	2	W200X15	3,39	50,85		
N55	2	W200X15	2,28	34,2		

Com a coleta dos dados e criação dos índices para o serviço de Jateamento, é possível obter a média de 0,0027 h/Kg, facilitando a criação da tabela de composição representada pelo Quadro 30.

Quadro 30. Tabela de composição para o serviço de Jateamento

Descrição	Unidade	Classe	Coefficiente
Jateamento de perfil Metálico com suas conexões	Kg		Médio
Operador do Jateamento	h	MOD	0,009
Compressor de ar 119 HP 89 KW	h prod	EQH	0,008

### 3.2.1.5 Pintura

O procedimento é dado início logo após o tratamento com a granalha de aço, em que a camada superficial de ferrugem (corrosão) é eliminada e proporcionando melhor adequação da tinta junto à superfície metálica, como pode-se observar na Figura 46.

Para o serviço, a quantificação do tempo de execução é análoga, porém, devido ao baixo número de observações, não foi feito o tratamento estatístico e separação em grupos de baixa, média e alta produtividade.



Figura 46. Perfis posicionados para pintura sobre cavalete metálico

Depois de posicionados, os perfis são pintados com uso de tinta automotiva e executado manualmente por funcionário utilizando compressor a ar e pistola para pintura de acordo com a Figura 47 e sua finalização é observada na Figura 48.



Figura 47. Funcionário executando a pintura dos perfis



Figura 48. Perfis com pintura finalizada

A quantificação do serviço foi feita da mesma forma seguindo os mesmos procedimentos de serviços anteriores, onde, de acordo com o Quadro 31, têm-se os valores dos índices observados e, devido à pouca quantidade de dados observados, a tabela de composição foi confeccionada seguindo a média simples dos índices das observações realizadas observadas no Quadro 32.

Quadro 31. Observações para o serviço de pintura

Nº de func.	Quant.	Perfil	Comprimento (m)	Peso (Kg)	Início	Fim	Tempo total	Consumo (h/Kg)
1	1	<b>W200X19,3</b>	5,00	96,5	07:00	08:01	01:01:00	<b>0,0105</b>
1	1	<b>W150X22,5</b>	15,8	355,5	08:05	08:36	00:29:00	<b>0,0014</b>
1	1	<b>W610X113</b>	6,93	821,65	07:30	09:00	01:30:00	<b>0,0018</b>
1	8	<b>W200X19,3</b>	10,48	202,26	13:00	17:00	04:00	<b>0,0037</b>
1	2	<b>W250X17,9</b>	11,48	205,49				
1	4	<b>W200X15</b>	18,99	284,85				
1	2	<b>W200X19,3</b>	11,56	223,11				
1	2	<b>W200X15</b>	11,12	166,80				

Obtemos um valor médio de 0,0044 h/Kg como índice para o serviço de pintura de perfis metálicos.

Quadro 32. Tabela de composição para serviço de pintura

Descrição	Unidade	Classe	Coefficiente
Pintura de Perfil	Kg		Médio
Pintor de perfis metálicos	<b>h</b>	MOD	<b>0,0044</b>
Tinta automotiva AMBRA	<b>L</b>	MAT	<b>0,01</b>
Compressor de ar 119 HP 89 KW	<b>h prod</b>	EQH	<b>0,008</b>

### 3.2.2 POSICIONAMENTO DOS ELEMENTOS ESTRUTURAIS

#### 3.2.2.1 Posicionamento de Pilares

Locação de elemento estrutural vertical, onde foi observado e contabilizado o tempo de posicionamento dos perfis metálicos com auxílio do caminhão Munck. Para o presente serviço, foram observados a retirada dos perfis e seu posicionamento em obra (pilares vindos de fábrica). Inicialmente, os pilares são retirados da carroceria do caminhão e posicionados no chão, Figura 49, logo, são içados para devido posicionamento, conforme Figura 50.



Figura 49. Pilares retirados do caminhão e posicionados no chão



Figura 50. Pilar sendo içado

Após a retirada do pilar, é posicionado e seus parafusos de base são apertados manualmente, conforme Figura 51; então, o serviço é repetido para os demais pilares até chegarem ao posicionamento final, que pode ser visto na Figura 52.



Figura 51. Funcionários apertando parafusos

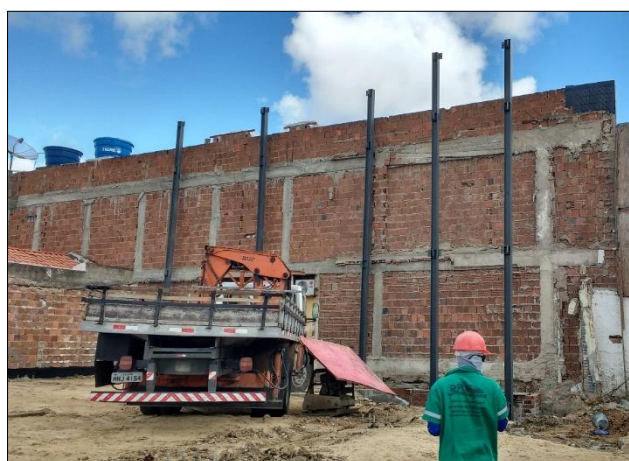


Figura 52. Pilares em posicionamento final

Para locação dos pilares, foram realizadas, no total, 20 observações contendo a nomenclatura do pilar, quantidade de funcionários necessário para execução do serviço, tipo de perfil, comprimento do perfil, peso, tempo de execução e por fim, o índice h/Kg como disposto no Quadro 33.

Quadro 33. Observações para o serviço de posicionamento de pilares *in loco*

Nº	Pilar	nº de func.	Tipo de perfil	Comp. (m)	Peso (Kg)	Tempo total (hr:min:seg)	Consumo (h/Kg)
1	P02	5	W150X29,8	8,74	260,45	00:13:22	0,0008
2	P19	5	W150X29,8	8,70	259,26	00:13:02	0,0008
3	P13	5	W150X29,8	8,75	260,75	00:10:39	0,0006
4	P08	5	W150X29,8	10,00	298,00	00:09:40	0,0005
5	P16	5	W150X29,8	8,75	260,75	00:06:08	0,0004
6	P23	5	W150X29,8	9,00	268,2	00:46:00	0,0010
7	P24	5	W150X29,8	8,89	264,92		
8	P15	5	W150X29,8	8,75	260,75		
9	P18	5	W150X29,8	8,80	262,24	00:08:24	0,0005
10	P11	5	W150X29,8	8,76	261,05	00:11:10	0,0007
11	P05	5	W150X29,8	8,75	260,75	00:09:40	0,0006
12	P09	5	W150X29,8	9,89	294,72	00:10:27	0,0006
13	P12	5	W150X29,8	8,74	260,45	00:06:02	0,0004
14	P14	5	W150X29,8	8,77	261,35	00:12:42	0,0008
15	P21	5	W150X29,8	9,00	268,20	00:10:57	0,0007
16	P43	5	W150X29,8	8,88	264,62	00:09:56	0,0006
17	P20	5	W310X97 / W150X29,8	3,58 / 5,15	1263,27	02:55:00	0,0005
18	P20	5	W310X97 / W150X29,8	3,58 / 5,15	1263,27		
19	P07	5	W310X97 / W150X29,8	3,58 / 5,15	1263,27		
20	P26	5	W150X29,8	9,00	268,20		

Com os dados referentes ao posicionamento dos pilares, trabalhando com o índice médio, constituído apenas pela média aritmética dos índices de consumo, pôde-se estabelecer um índice médio de 0,0006 h/Kg para a equipe de 5 funcionários e o caminhão Munck realizando o transporte do serviço. Para transformação do valor correspondente a um operário, devemos multiplicar o fator pela quantidade de funcionários, ficando assim com:  $4 \times 0,0006 \text{ h/Kg} = 0,0024 \text{ h/Kg}$  para a mão de obra e o mesmo fator de produtividade para o caminhão Munck. Assim, têm-se a tabela de composição representada pelo Quadro 34.

Quadro 34. Tabela de composição para locação de pilares *in loco*

Descrição	Unidade	Classe	Coefficiente
Locação de pilares <i>in-loco</i>	Kg		Médio
Montador	h	MOD	0,0025
Caminhão Munck	h	EQH	0,0060



### 3.2.2.2 Posicionamento de Vigas

Procedimento análogo ao anterior, visto que a mesma equipe e equipamentos são utilizados para o serviço podendo ser claramente mostrado segundo as Figuras 53, 54 e 55.



Figura 53. Vigas posicionadas para locação in loco



Figura 54. Viga içada por caminhão Munck

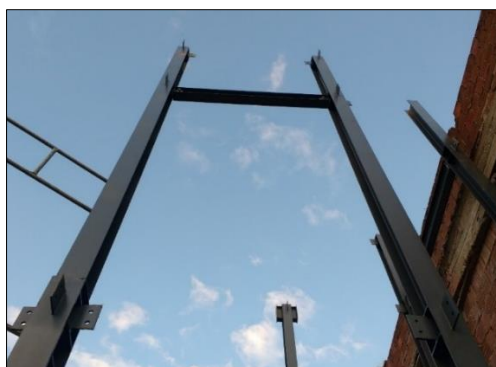


Figura 55. Viga devidamente posicionada

Para locação das vigas foram feitas 37 observações de locação das vigas contendo a nomenclatura da viga, tipo do perfil, comprimento, peso, tempo de execução e índices h/Kg. Para o cálculo, utilizamos a média aritmética das observações, onde segundo os Quadros 35, 36 e 37, obtemos o valor médio para 4 funcionários um índice médio de posicionamento de 0,0031 h/Kg, para obter o valor de apenas um funcionário, multiplicamos o valor pelo número que executaram o serviço:  $4 \times 0,0031 \text{ h/Kg} = 0,0124 \text{ h/Kg}$  e para o caminhão Munck, os valores dos índices permanecem os mesmos.

Com os valores médios, é possível obter a tabela de composição representada pelo quadro 44 para o serviço de posicionamento dos pilares *in loco*.

Quadro 35. Quadro de observações para locação de vigas

Nº	Viga	nº de func.	Tipo de perfil	Comp. (m)	Peso (Kg)	Tempo total (hr:min:seg)	Consumo (h/Kg)
N1	V15	5	W200X15	1,87	28,05	04:00:00	0,015
N2	V15	5	W200X15	1,87	28,05		
N3	V19	5	W200X15	1,87	28,05		
N4	V04	5	W200X15	1,87	28,05		
N5	V02	5	W200X15	1,89	28,35		
N6	V21	5	W200X15	2,37	35,55		
N7	V15	5	W200X15	1,87	28,05		
N8	V15	5	W200X15	1,87	28,05		
N9	V04	5	W200X15	1,87	28,05		
N10	V27	5	W200X15	3,87	58,05	00:47:00	0,0016
N11	V34	5	W200X15	3,86	57,90		
N12	V29	5	W310X28,4	3,87	109,91		
N13	V35	5	W310X28,4	3,86	109,62		
N14	V48	5	W200X15	3,38	50,70		
N15	V68	5	W310X28,4	3,38	95,99		

Quadro 36. Continuação das observações para vigas

Nº	Viga	nº de func.	Tipo de perfil	Comp. (m)	Peso (Kg)	Tempo total (hr:min:seg)	Consumo (h/Kg)
N16	V35	5	W310X28,4	3,86	109,62	00:13:00	0,0020
N17	V34	5	W200X15	3,89	58,35	00:07:00	0,0020
N18	V40	5	W200X15	3,29	49,35	00:13:00	0,0044
N19	V94	5	W200X15	2,63	39,45	00:11:00	0,0046
N20	V77	5	W310X28,4	2,34	66,46	00:16:00	0,0040
N21	V82	5	W200X15	2,29	34,35	00:08:00	0,0039
N22	V75	5	W200X15	3,87	58,05	00:10:00	0,0029
N23	V86	5	W310X28,4	1,5	42,60	00:12:00	0,0047
N24	V84	5	W200X15	4,34	65,10	00:11:00	0,0028
N25	V53	5	W200X15	1,89	28,35	00:17:00	0,0100
N26	V22	5	W200X15	4,34	65,10	00:07:00	0,0018
N27	V52	5	W200X15	1,5	22,50	00:04:00	0,0030
N28	V23	5	W200X15	4,59	68,85	00:11:00	0,0027
N29	V53	5	W200X15	1,87	28,05	00:10:20	0,0061
N30	V23	5	W200X15	5,03	75,45	00:11:42	0,0026
N31	V63	5	W200X15	3,38	50,70	00:09:23	0,0031
N32	V16	5	W200X15	1,2	18,00	00:05:30	0,0051
N33	V40	5	W200X15	3,09	46,35	00:10:34	0,0038
N34	V46	5	W200X15	3,55	53,25	00:06:32	0,0020
N35	V08	5	W200X15	3,77	56,55	00:08:40	0,0026
N36	V52	5	W200X15	1,51	22,65	00:13:10	0,0097
N37	V38	5	W200X15	3,36	50,40	00:05:23	0,0018
N38	V25	5	W200X15	5,00	75,00	03:00:00	0,012
N39	V78	5	W200X15	4,62	69,3		
N40	V92	5	W200X15	3,65	54,75		
N41	V70	5	W200X15	3,85	57,75		
N42	V76	4	W310X101	10,79	1089,79	00:19:23	2,96E-04
N43	V33	4	W200X15	3,85	57,75	00:09:53	0,0029
N44	V44	4	W200X15	1,9	28,5	01:37:00	0,0087
N45	V85	4	W200X15	1,87	28,05		
N46	V87	4	W200X15	1,51	22,65		
N47	V81	4	W200X15	1,87	28,05		
N48	V80	4	W200X15	1,51	22,65		
N49	V67	4	W200X15	1,87	28,05		
N50	V61	4	W200X15	1,87	28,05		
N51	V14	4	W200X15	1,9	28,5	00:05:03	0,0030
N52	V14	4	W200X15	1,9	28,5	00:09:17	0,0054
N53	V15	4	W200X15	1,9	28,5	00:05:38	0,0033
N54	V03	4	W200X15	1,87	28,05	00:03:51	0,0023
N55	V97	4	W200X15	3,83	57,45	00:04:38	0,0013
N56	V17	4	W200X15	2,45	36,75	00:05:17	0,0024
N57	V01	4	W200X15	1,5	22,5	00:02:42	0,0020
N58	V73	4	W610X113	14,43	1630,59	00:21:15	0,0002
N59	V62	4	W250X17,9	3,83	68,56	00:06:37	0,0016

Quadro 37. Continuação das observações de locação de vigas

Nº	Viga	nº de func.	Tipo de perfil	Comp. (m)	Peso (Kg)	Tempo total (hr:min:seg)	Consumo (h/Kg)
N60	V45	4	W250X17,9	3,83	68,56	00:03:57	0,0010
N61	V45	2	W250X17,9	3,88	69,45	00:09:32	0,0023
N62	V62	4	W250X17,9	3,88	69,45	00:10:11	0,0024
N63	V62	4	W250X17,9	3,88	69,45	00:08:53	0,0021
N64	V62	4	W250X17,9	3,88	69,45	00:09:45	0,0023
N65	V62	4	W250X17,9	3,88	69,45	00:12:58	0,0031
N66	V62	4	W250X17,9	3,88	69,45	00:07:48	0,0019
N67	V50	4	W250X17,9	3,88	69,45	00:13:57	0,0033
N68	V47	4	W250X17,9	2,00	35,8	00:05:35	0,0026
N69	V36	4	W530X66	5,87	387,42	04:00:00	0,0011
N70	V55	4	W530X66	10,77	710,82		
N71	V74	4	W610X113	14,41	1628,33		
N72	V54	4	W250X17,9	3,86	69,09		
N73	V54	4	W250X17,9	3,86	69,09		
N74	V54	4	W250X17,9	3,86	69,09		
N75	V54	4	W250X17,9	3,86	69,09		
N76	V91	4	W200X15	2,52	37,80		
N77	V95	4	W250X17,9	3,87	69,27		
N78	V93	4	W200X15	3,63	54,45		
N79	V51	4	W250X17,9	3,77	67,483		
N80	V51	4	W250X17,9	3,77	67,483		
N81	V51	4	W250X17,9	3,77	67,483		
N82	V51	4	W250X17,9	3,77	67,483		
N83	V07	4	W250X17,9	3,77	67,483		
N84	V51	3	W250X17,9	3,77	67,48	00:04:00	0,0010
N85	V51	3	W250X17,9	3,77	67,48	00:06:25	0,0016
N86	V07	3	W250X17,9	3,77	67,48	00:07:31	0,0019
N87	V09	3	W200X15	3,77	56,55	00:11:22	0,0034
N88	V90	3	W200X15	3,39	50,85	00:05:41	0,0019

Índices calculados, com auxílio do Excel, é possível obter a média para os valores, sendo a média para o serviço de posicionamento de viga descrita pelo Quadro 38.

Quadro 38. Tabela de composição para locação de vigas

Descrição	Unidade	Classe	Coefficiente
Locação de vigas <i>in-loco</i>	Kg		Médio
Montador	<b>h</b>	MOD	<b>0,013</b>
Caminhão Munck	<b>h</b>	MAT	<b>0,0031</b>

### 3.2.3 CUSTO TOTAL DO PROJETO EM ESTRUTURA METÁLICA

Para o custo total dos serviços de beneficiamento foram utilizadas as tabelas de composição desenvolvidas no presente trabalho bem como um quadro resumo com as especificações de chapas e vigas conforme Anexos A ao I. Um quadro resumo (Quadro 39) foi elaborado com valores referentes ao peso de vigas, pilares e chapas, além da quantidade de furos e área de laje para desenvolver o orçamento.

Quadro 39. Resumo dos quantitativos do projeto metálico

Descrição	Quantidade	Unidade
<b>Peso de Pilares</b>	7.845,51	<b>Kg</b>
<b>Peso de Vigas</b>	10.104,86	<b>Kg</b>
<b>Peso de Chapas</b>	1.237,37	<b>Kg</b>
<b>Total de furos em chapa</b>	794,00	<b>Und.</b>
<b>Total de furos em vigas</b>	722,00	<b>Und.</b>
<b>Área total de Laje</b>	292,62	<b>m<sup>2</sup></b>

Com auxílio do *software* Excel, é possível inserir dados importantes para realização do custo da obra, como as Leis Sociais (LS) que corresponde aos tributos que incidem sob a mão-de-obra e o Bônus Despesas Indiretas (BDI), porcentagem correspondente às despesas como administração e custos que não incidem diretamente com a produção dos elementos estruturais. Para o presente trabalho, foi realizado o cálculo da LS de 156,51% e BDI estimado em 25%.

- **Serviço de corte:** Para o serviço de corte, deve ser somado os valores dos pesos de vigas e pilares para inserir o peso total como valor de entrada na tabela, sendo a soma igual a 17.950,37 Kg. O custo total para o serviço pode ser descrito no Quadro 40.

Quadro 40. Custo total para execução dos cortes em vigas e pilares

<b>CORTE EM MÁQUINA DE FITA-SERRA</b>					
<b>Descrição</b>	<b>Unidade</b>	<b>Classe</b>	<b>Coefficiente</b>	<b>Preço Unitário</b>	<b>Consumo</b>
Corte de perfil metálico em máquina de corte	Kg		Médio	R\$	Médio
Operador de máquina	<b>h</b>	MOD	<b>0,003</b>	R\$ 11,85	R\$ 638,14
Máquina de corte com fita-serra	<b>h</b>	EQH	<b>0,0026</b>	R\$ 3,47	R\$ 161,95
Óleo solúvel	<b>l</b>	MAT	<b>0,01</b>	R\$ 12,30	R\$ 2.207,90
<b>Valor Total sem Taxa</b>					R\$ 3.007,98
<b>LS</b>					R\$ 998,75
<b>BDI</b>					R\$ 752,00
<b>Total com Taxas</b>					<b>R\$ 4.758,72</b>

- **Serviço de Perfuração de Chapas e Perfis:** Para o serviço é necessário a utilização das quantidades de furos necessários para vigas e chapas, sendo respectivamente 722 und. e 794 und. Inserindo os valores nas tabelas, o custo total do serviço fica evidente nos Quadros 41 e 42.

Quadro 41. Serviço de perfuração de chapa metálica

<b>PERFURAÇÃO DE CHAPA METÁLICA</b>					
<b>Descrição</b>	<b>Unidade</b>	<b>Classe</b>	<b>Coefficiente</b>	<b>Preço Unitário</b>	<b>Consumo</b>
Furo com utilização de perfuradeira magnética de bancada	Und.		Médio	R\$	Médio
Operador de máquina	<b>h</b>	MOD	<b>0,017</b>	R\$ 11,85	R\$ 159,95
Perfuradora magnética de mesa	<b>h</b>	EQH	<b>0,017</b>	R\$ 1,87	R\$ 25,24
Óleo solúvel	<b>l</b>	MAT	<b>0,01</b>	R\$ 12,30	R\$ 97,66
<b>Valor Total sem Taxa</b>					R\$ 282,85
<b>LS</b>					R\$ 250,34
<b>BDI</b>					R\$ 70,71
<b>Total com Taxas</b>					<b>R\$ 603,91</b>

Quadro 42. Serviço de perfuração de Perfil Metálico

<b>PERFURAÇÃO DE PERFIL METÁLICO</b>					
<b>Descrição</b>	<b>Unidade</b>	<b>Classe</b>	<b>Coefficiente</b>	<b>Preço Unitário</b>	<b>Consumo</b>
Perfuração de elementos de aço (Perfil Metálico)	Und.		Médio	R\$	Médio
Operador de máquina	<b>h</b>	MOD	<b>0,0072</b>	R\$ 11,85	R\$ 61,60
Perfuradora magnética de mesa	<b>h</b>	EQH	<b>0,0072</b>	R\$ 1,87	R\$ 9,72
Óleo solúvel	<b>l</b>	MAT	<b>0,01</b>	R\$ 12,30	R\$ 88,81
<b>Valor Total sem Taxa</b>					R\$ 160,13
<b>LS</b>					R\$ 96,41
<b>BDI</b>					R\$ 40,03
<b>Total com Taxas</b>					<b>R\$ 296,57</b>

- **Serviço de Solda de Chapas Metálicas:** Utilizando o peso total das chapas catalogadas em projeto (1.237,37 Kg), entramos com o valor na tabela respectiva do serviço e obtemos seu valor total demonstrado no Quadro 43.

Quadro 43. Custo total do serviço de Solda de chapas metálicas

<b>SOLDA DE CHAPAS EM PERFIL METÁLICO</b>					
<b>Descrição</b>	<b>Unidade</b>	<b>Classe</b>	<b>Coefficiente</b>	<b>Preço Unitário</b>	<b>Consumo</b>
Solda de chapas metálicas em perfis	Kg		Médio	R\$	Médio
Soldador	<b>h</b>	MOD	<b>0,04</b>	R\$ 11,85	R\$ 586,51
Máquina de solda	<b>h</b>	EQH	<b>0,04</b>	R\$ 3,31	R\$ 163,83
<b>Valor Total sem Taxa</b>					R\$ 750,34
<b>LS</b>					R\$ 917,95
<b>BDI</b>					R\$ 187,59
<b>Total com Taxas</b>					<b>R\$ 1.855,88</b>

- **Serviço de Jateamento:** Como o jateamento é feito com os perfis acabados, ou seja, todas as ligações soldadas, é necessário efetuar a soma dos pesos de Viga, Pilar e Chapas para obtermos o valor de entrada na tabela de composição, a soma dos valores resultou num peso total de 19.187,74 Kg e seu custo pode ser visto no Quadro 44.

Quadro 44. Custo total do serviço de Jateamento

<b>JATEAMENTO EM PERFIL METÁLICO</b>					
<b>Descrição</b>	<b>Unidade</b>	<b>Classe</b>	<b>Coefficiente</b>	<b>Preço Unitário</b>	<b>Consumo</b>
Jateamento de perfil Metálico com suas conexões	Kg		Médio	R\$	Médio
Operador do Jateamento	<b>h</b>	MOD	<b>0,009</b>	R\$ 11,85	R\$ 2.046,37
Compressor de ar 119 HP 89 KW	<b>h prod</b>	EQH	<b>0,008</b>	R\$ 3,53	R\$ 541,86
<b>Valor Total sem Taxa</b>					R\$ 2.588,24
<b>LS</b>					R\$ 3.202,78
<b>BDI</b>					R\$ 647,06
<b>Total com Taxas</b>					<b>R\$ 6.438,07</b>

- **Serviço de Pintura:** O serviço é feito analogamente ao serviço de jateamento, onde o perfil se encontra no estágio de tratamento final, portanto, para valor de entrada na tabela, é utilizado o peso de 19.187,74 Kg e custo total observado no Quadro 45.

Quadro 45. Custo total do serviço de pintura

<b>PINTURA DE PERFIS METÁLICOS INCLUINDO CHAPAS</b>					
<b>Descrição</b>	<b>Unidade</b>	<b>Classe</b>	<b>Coefficiente</b>	<b>Preço Unitário</b>	<b>Total (R\$)</b>
Pintura de Perfil	Kg		Médio	R\$	Médio
Pintor de perfis metálicos	<b>h</b>	MOD	<b>0,0044</b>	R\$ 11,85	R\$ 1.000,45
Tinta automotiva AMBRA	<b>L</b>	MAT	<b>0,01</b>	R\$ 25,00	R\$ 4.796,94
Compressor de ar 119 HP 89 KW	<b>h prod</b>	EQH	<b>0,008</b>	R\$ 3,53	R\$ 541,86
<b>Valor Total sem Taxa</b>					R\$ 6.339,25
<b>LS</b>					R\$ 1.565,80
<b>BDI</b>					R\$ 1.584,81
<b>Total com Taxas</b>					<b>R\$ 9.489,86</b>

- **Serviço de Posicionamento de Pilares *in loco*:** Para o serviço, o valor de entrada é o peso correspondente ao peso total dos pilares de 7.845,51 Kg e seu custo total observado no Quadro 46.

Quadro 46. Custo total do serviço de locação de pilares *in loco*

<b>LOCAÇÃO DE PILARES <i>IN LOCO</i></b>					
<b>Descrição</b>	<b>Unidade</b>	<b>Classe</b>	<b>Coefficiente</b>	<b>Preço Unitário</b>	<b>Consumo</b>
Locação de pilares <i>in-loco</i>	Kg		Médio	R\$	Médio
Montador	<b>h</b>	MOD	<b>0,0025</b>	R\$ 7,08	R\$ 138,87
Caminhão Munck	<b>h</b>	MAT	<b>0,0060</b>	R\$ 12,50	R\$ 588,41
<b>Valor Total sem Taxa</b>					R\$ 727,28
<b>LS</b>					R\$ 217,34
<b>BDI</b>					R\$ 181,82
<b>Total com Taxas</b>					<b>R\$ 1.126,44</b>

- **Serviço de posicionamento de vigas *in loco*:** Para o custo total do serviço, foi utilizado o peso total das vigas da estrutura, sendo igual a 10.104,86 Kg, obtendo assim, segundo o Quadro 47 o custo total do serviço.

Quadro 47. Custo total do serviço de locação de vigas

<b>LOCAÇÃO DE VIGAS <i>IN LOCO</i></b>					
<b>Descrição</b>	<b>Unidade</b>	<b>Classe</b>	<b>Coefficiente</b>	<b>Preço Unitário</b>	<b>Consumo</b>
Locação de vigas <i>in-loco</i>	Kg		Médio	R\$	Médio
Montador	<b>h</b>	MOD	<b>0,013</b>	R\$ 7,08	R\$ 930,05
Caminhão Munck	<b>h</b>	MAT	<b>0,0031</b>	R\$ 12,50	R\$ 391,56
<b>Valor Total sem Taxa</b>					R\$ 1.321,62
<b>LS</b>					R\$ 1.455,62
<b>BDI</b>					R\$ 330,40
<b>Total com Taxas</b>					<b>R\$ 3.107,64</b>

- **Serviço de posicionamento do *Steel Deck*:** Para a presente obra, a laje escolhida foi uma *Steel Deck* de 1,25 mm de espessura e sua composição de locação pode ser encontrada no livro TCPO 14. Para tanto, é necessário a área correspondente as lajes presentes na edificação, sendo a área total de 292,62 m<sup>2</sup>. Com o valor de entrada obtido, é possível também obter o custo total representado pelo Quadro 48.



Quadro 48. Custo total de locação de *Steel Deck*

<b>10. LOCAÇÃO DE LAJE STEEL DECK COM CONCRETO fck = 25 Mpa</b>					
<b>Descrição</b>	<b>Unidade</b>	<b>Classe</b>	<b>Coefficiente</b>	<b>Preço Unitário</b>	<b>Consumo</b>
Laje Steel Deck	Kg		Médio	R\$	Médio
Montador	<b>h</b>	MOD	<b>0,17</b>	R\$ 7,08	R\$ 347,84
Pedreiro	<b>h</b>	MOD	<b>0,82</b>	R\$ 11,85	R\$ 2.808,21
Servente	h	MOD	<b>0,85</b>	R\$ 8,79	R\$ 2.159,26
Concreto fck 25MPa	m <sup>3</sup>	MAT	<b>0,113</b>	R\$ 287,54	R\$ 9.390,19
Tela de aço CA-60	Kg	MAT	<b>1,05</b>	R\$ 4,06	R\$ 1.232,01
Chapa de aço #1,25mm	m <sup>2</sup>	MAT	<b>1</b>	R\$ 50,20	R\$ 14.507,80
<b>Valor Total sem Taxa</b>					R\$ 30.445,32
<b>LS</b>					R\$ 8.319,00
<b>BDI</b>					R\$ 7.611,33
<b>Total com Taxas</b>					<b>R\$ 46.375,65</b>

Fonte: TCPO14, 2015

Com todos os valores obtidos por meio das tabelas estabelecidas anteriormente, obtemos o custo total da obra de R\$ 167.593,01 para execução em estrutura metálica e tempo total estimado de 33 dias conforme Anexo O contendo desde o início do procedimento, ou seja, do corte dos perfis até seu posicionamento final em obra. Para simplificação dos dados obtidos, foi criado o Quadro 49, contendo resumidamente os valores totais para cada serviço e por fim, o custo total.

Quadro 49. Quadro resumo dos valores de serviços para estrutura metálica

<b>Nº</b>	<b>Descrição do Serviço</b>	<b>Valor (R\$)</b>
<b>N1</b>	Total em material (Perfis e chapas)	R\$ 93.540,26
<b>N2</b>	Laje Steel Deck	R\$ 46.375,65
<b>N3</b>	Pintura de Perfil	R\$ 9.489,86
<b>N4</b>	Jateamento de perfil Metálico com suas conexões	R\$ 6.438,07
<b>N5</b>	Corte de perfil metálico em máquina de corte	R\$ 4.758,72
<b>N6</b>	Locação de vigas in-loco	R\$ 3.107,64
<b>N7</b>	Solda de chapas metálicas em perfis	R\$ 1.855,88
<b>N8</b>	Locação de pilares in-loco	R\$ 1.126,44
<b>N9</b>	Furo com utilização de perfuradeira magnética de bancada	R\$ 603,91
<b>N10</b>	Perfuração de elementos de aço (Chapas e Perfis)	R\$ 296,57
<b>Valor total da superestrutura metálica</b>		<b>R\$ 167.593,01</b>

### 3.3 CUSTO DAS ESTRUTURAS DE CONCRETO

Para quantificação dos materiais, a contagem de volume de concreto, peso dos vergalhões e área de fôrmas foram obtidos com auxílio do *software* Eberick V9, separando suas devidas quantidades seguindo os elementos estruturais: pilares, vigas e lajes; utilizado para cálculo estrutural e projeto concedido pela orientadora do presente trabalho.

Extraídos todos os valores e quantidades de projeto, as composições presentes no livro TCPO14, bem como os preços unitários dispostos na tabela de insumos do SINAPI, foram usados para elaborar o custo total para superestrutura em concreto armado. Para isso, foram coletados todos os dados referentes a quantidades dispostas nos Quadros 50 e 51. Como a superestrutura corresponde a parte acima do solo, as armações, volume de concreto e área de fôrma para fundações, foram desprezadas.

Quadro 50. Resumo de vergalhões (Fonte: Anjos, 2017)

Aço	Diâmetro (mm)	Peso + 10%				Total
		Vigas	Pilares	Lajes	Fundações	
CA-50	6,3	236,10		10,10	103,50	349,70
	8,0	582,50		50,10	78,00	710,60
	10,0	318,80	687,90	242,20	99,20	1348,10
	12,5	560,00	285,60			845,60
	16,0	503,40	269,00			772,40
	20,0	339,10	93,90			433,00
CA-60	5,0	677,60	306,30	181,60	21,50	1187,00

Quadro 51. Resumo de volume de concreto e área de fôrmas (Fonte: Anjos, 2017)

Volume de concreto (m³)		Vigas	Pilares	Lajes	Fundações	Total
		C-20	C-25			
	C-20				9,80	9,80
	C-25	38,80	12,50	29,30		80,60
	Área de forma (m²)	614,90	216,00	44,70	25,90	901,50

#### 3.3.1 EXECUÇÃO DOS ELEMENTOS ESTRUTURAIS EM CONCRETO ARMADO

Para total execução dos pilares, vigas e lajes, seguiram os procedimentos dispostos anteriormente passando pela armação, fôrmas, concretagem e desforma, cada serviço contabilizado e utilizando as respectivas composições unitárias. Para maior entendimento da elaboração do custo total de todos os serviços, as composições estão dispostas do Anexo J ao AN, facilitando assim, o entendimento do custo total disposto no Quadro 52. Como pode ser

observado, o custo total para execução dos elementos estruturais em concreto armado foi de R\$ 190.230,94, onde estão inclusos toda a mão-de-obra e materiais necessários para execução da superestrutura.

Quadro 52. Resumo do custo total da obra em concreto armado

<b>Descrição</b>	<b>Und.</b>	<b>Total</b>	<b>Valor Total (R\$)</b>
<b>1. Pilares</b>			<b>R\$ 42.252,11</b>
1.1 Armadura	<b>Kg</b>	1.642,70	R\$ 24.708,56
1.2 Fôrmas	<b>m<sup>2</sup></b>	216,00	R\$ 11.700,47
1.3 Concreto	<b>m<sup>3</sup></b>	12,50	R\$ 5.843,09
<b>2. Vigas</b>			<b>R\$ 97.403,72</b>
2.1 Armadura	<b>Kg</b>	3.217,50	R\$ 49.427,21
2.2 Escoramento	<b>m<sup>2</sup></b>	177,07	R\$ 9.353,06
2.3 Fôrmas	<b>m<sup>2</sup></b>	614,90	R\$ 20.486,50
2.4 Concreto	<b>m<sup>3</sup></b>	38,80	R\$ 18.136,94
<b>3. Lajes</b>			<b>R\$ 50.575,12</b>
3.1 Armadura	<b>Kg</b>	302,40	R\$ 6.802,39
3.2 Escoramento	<b>m<sup>2</sup></b>	436,92	R\$ 18.415,83
3.3 Fôrmas	<b>m<sup>2</sup></b>	44,70	R\$ 781,39
3.4 Concreto	<b>m<sup>3</sup></b>	29,3	R\$ 13.696,19
3.5 Vigotas pré-moldadas	<b>m<sup>2</sup></b>	436,92	R\$ 10.879,31
<b>Total para superestrutura em concreto</b>			<b>R\$ 190.230,94</b>

#### 4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Fica evidente que o custo da estrutura metálica se tornou mais econômico quando comparado ao de uma em concreto armado, uma vez que a disposição arquitetônica no projeto trouxe limitações para as dimensões das vigas fez com que houvesse a necessidade de acréscimo de pilares centrais (Anexo AR). Além disso, é importante observar que algumas vigas apresentaram altura superior ao permitido pelo forro, em uma tentativa de minimizar o acréscimo de pilares. Devido às cargas atuantes no centro da estrutura, houve a utilização de algumas lajes maciças, resultando em uma diferença de R\$ 22.637,93 no orçamento, correspondente a um percentual de 11,90%. Embora o preço da estrutura metálica para a obra específica ter sido mais barato, em sua generalidade, refletem valores maiores. Tal fato ocorre quando há uma comparação do custo por peso da obra (R\$/Kg), evidenciado no Quadro 53.

Quadro 53. Custo por peso das duas estruturas

	<b>Peso (Kg)</b>	<b>Custo (R\$)</b>	<b>R\$/Kg</b>
<b>Concreto Armado</b>	201.500,00	R\$ 190.230,94	R\$ 0,94
<b>Estrutura Metálica</b>	19.187,74	R\$ 167.593,01	R\$ 8,73

Com a diferença dos pesos entre os sistemas estruturais, pode-se afirmar que há um alívio de cargas que chegam à fundação com a utilização de elementos metálicos, fazendo com que as fundações sejam menores e por sua vez, menos onerosas. No entanto, o peso acarreta numa maior precaução com as forças atuantes devido ao vento, fazendo com que, em algumas ocasiões, seja necessário o uso de perfis para contraventamento.

Ainda foi possível estabelecer um cronograma para execução da estrutura metálica, disponível em forma de diagrama de Gantt no Anexo AO, prevendo um tempo de execução total do serviço desde a chegada do perfil até seu posicionamento final em obra de 33 dias, valor correspondente pouco mais que o prazo de 28 dias recomendados por norma para retirada das escoras de lajes.

Para a estrutura em concreto armado, foram utilizados os consumos dispostos nas tabelas de composição do livro TCPO14 para definição dos prazos das atividades dispostas, obtendo um prazo de 120 dias (Quadro 54) para execução da superestrutura, ou seja, minimamente 4 meses.

Quadro 54. Tempo estimado para execução de superestrutura em concreto armado

Descrição do Serviço	Quant.	Und.	Coefficiente	Duração (horas)	Duração (dias)
<b>1. PILARES</b>					
1.1 Armaduras	1.642,70	KG	0,04	65,71	8
1.2 Fôrmas	216,00	M2			
1.2.2 Montagem			0,07	15,12	2
1.2.3 Desmontagem			0,042	9,10	1
1.3 Concretagem	12,5	M3	6	75	9
<b>2.VIGAS</b>					
1.1 Armaduras	3.217,50	KG	0,04	128,7	16
1.2 Escoramento	177,07	M2	0,45	80	10
1.3 Fôrmas	614,90	M2			
1.3.2 Montagem			0,139	85,50	11
1.3.3 Desmontagem			0,059	36,30	5
1.4 Concretagem	38,80	M3	3	116,4	15
<b>3.LAJES</b>					
1.1 Armaduras	302,40	KG	0,08	24,20	3
1.2 Escoramento	436,92	M2	0,45	197	25
1.3 Fôrmas	44,70	M2			
1.3.2 Montagem			0,139	6,21	1
1.3.3 Desmontagem			0,059	2,64	1
1.4 Concretagem	29,30	M3	3	87,9	11
1.5 Locação das vigotas	436,92	M2	0,07	31	4

É evidente a redução no prazo de duração da obra em estrutura metálica (Anexo AQ), aqui para o caso em estudo, foi de 27,5% na redução do prazo, também é possível perceber que a utilização de estruturas metálicas reduz a quantidade de resíduos sólidos, uma vez que os resíduos gerados para fôrmas e escoras (Quadro 55). Para melhor compreensão das diferenças de custos entre os dois sistemas, o Quadro 56 traz o custo entre a mão-de-obra e os materiais para os dois sistemas, podendo observar que devido ao menor volume de material empregado na construção metálica, a mão-de-obra em comparação ao do concreto armado, torna-se bem mais barata, porém o custo com os materiais apresenta-se mais caro.

Quadro 55. Volume de resíduos sólidos para concreto armado

Material Residual sólido	Volume (m <sup>3</sup> )
Chapas compensadas de 12mm	10,52
Sarrafo 3x3"	10,92
Tábua de 25 mm	10,02
<b>Total</b>	<b>31,46</b>

Quadro 56. Volume de resíduos sólidos para concreto armado

	Mão-de-Obra (R\$)	Materiais (R\$)
<b>Estrutura Metálica</b>	R\$ 5.909,78	R\$ 133.253,48
<b>Concreto Armado</b>	R\$ 28.720,68	R\$ 75.448,96

## 5 CONCLUSÃO

Dadas as apresentações aqui feitas, é possível confirmar a viabilidade econômica da substituição do sistema convencional em concreto armado para o metálico dependendo de alguns fatores predominantes na concepção do projeto. Para o caso, foi possível observar que as limitações impostas pelo concreto fizeram com que fossem adicionados elementos estruturais para fazer com que o pé direito, imposto pelo projeto arquitetônico, fosse respeitado.

No presente trabalho também foi possível quantificar cada etapa do processo de beneficiamento dos perfis metálicos, passando por cada etapa, evidentemente devido ao curto prazo de tempo para elaboração das tabelas, alguns consumos de determinados materiais não puderam ser devidamente catalogados e assim, deixando de enriquecer ainda mais as tabelas de composições. Todos os serviços como corte, perfurações tanto em chapas como em perfis, ligações, soldas e serviços de finalização (jateamento e pintura) puderam ser computados.

As tabelas de composições foram criadas para melhorar uma estimativa de preço e tempo de execução para um tipo de serviço que antes não dispunha de tais dados, fazendo com que agora, todos os serviços, mediante cautela a respeito do uso dos índices, possam ser incorporados em um pré-orçamento de estruturas metálicas.

Ainda foi possível estabelecer comparativos finais entre os dois segmentos dispostos no mercado da construção civil, para isso, foi confirmado um custo mais elevado na mão de obra e do preço dos materiais para estruturas metálicas, porém, no custo final quando comparados para a obra em questão, devido a arquitetura e acréscimo de elementos estruturais, a utilização do aço com custo total de R\$ 167.593,01 se tornou vantajosa, visto que ficou 11,9% mais barata que a utilização do concreto armado com custo total de R\$ 190.230,94.

É de grande satisfação que uma das principais vantagens apresentadas pelo sistema metálico foi o tempo de execução de 33 dias, contabilizando desde a chegada do perfil à fábrica até o posicionamento e execução da *Steel Deck*.

Conclui-se, portanto, que a edificação em estrutura metálica é uma opção tecnicamente e economicamente viável para obras comerciais que exigem menor tempo, menor equipe e uma obra mais limpa.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMBROZEWICZ, P. H. L. **Construção de Edifícios do início ao fim da obra**. 1 ed. São Paulo, 2015.

ANDRADE, P. A. **Primeiro Edifício em Estrutura Metálica do Brasil - Garagem América: Um exemplo de pioneirismo e arrojo tecnológico**. Portal metálica. Disponível em: < <http://www.metalica.com.br/pioneirismo-em-estrutura-metalica-no-brasil>>. Acesso em 13 de Março de 2017.

BEALER, Alex W. (1995). **The Art of Blacksmithing**. Edison, NJ: Castle Books. pp. 28–45.

CARVALHO, R.C; FIGUEIREDO FILHO, J.R. **Cálculo e Detalhamento de Estruturas Usuais de concreto armado**. 4 ed. São Carlos: EdUFSCar, 2016.

CEAM – UFMG. **Metais Ferrosos**. Disponível em: < <https://sites.google.com/site/acoufmg/home/metais-ferrosos> >. Acesso em 28 de Jun. 2017

CHIAVERINI, V. **Aço e Ferros Fundidos**. 7ª ed. São Paulo: Associação Brasileira de Metais, 1996.

**Construções Metálicas: O uso do Aço na Construção Civil**. Portal metálica. Disponível em: <<http://www.metalica.com.br/construcoes-metalicas-o-uso-do-aco-na-construcao-civil>>. Acesso em 10 de Junho de 2017.

CORDEIRO, G.C. **Utilização de Cinzas Ultrafinas do Bagaço de Cana-de-Açúcar e da Casca de Arroz como Aditivos Mineraiis em Concreto**. Rio de Janeiro. 445p. Tese (Doutorado), Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE/UFRJ, 2006.

FREITAS, Walter. **Estruturas de madeira**. Infoescola. Disponível em: < <http://www.infoescola.com/engenharia-civil/estruturas-de-madeira>>. Acesso em: 12 de Março 2017.

GERDAU, 2015. **Construção civil**. Disponível em: < <https://www.gerdau.com/br/pt> >. Acesso em: 27 de Março de 2017

GESUALDO, F. A. R.; **Notas de Aula de Estruturas de Madeira – FECIV – UFU**.

INCOPRE. **Conheça os 6 tipos de concreto utilizados em construções**. Incopre pré-fabricados de concreto. Disponível em: < <http://incopre.com.br/index.php/conheca-os-6-principais-tipos-de-concreto-utilizados-em-construcoes>>. Acesso em 13 de Mar. 2017.

MEDEIROS, Talita R, **Materiais de construção experimental**. Campina Grande. P. 111. Tese (Mestrado), Universidade Federal de Campina Grande, CTRN/UFCEG, 2009.

PFEIL W. e PFEIL M. **Estruturas de madeira**. 6 ed. Rio de Janeiro: LTC. 2015

PORTAL METÁLICA, **Lajes Steel Deck**, Disponível em: < <http://www.metalica.com.br/lajes-steel-deck> >. Acesso em 15 de Jul. 2017

PORTAL METÁLICA, **O Aço na construção civil**. Disponível em: < <http://www.metalica.com.br/o-aco-na-construcao-civil> >. Acesso em 28 de Jun. 2017

QUEIROZ, Gilson. **Estruturas híbridas e mistas de Aço e Concreto**. Centro Brasileiro da Construção em Aço. Disponível em: < <http://www.cbca-acobrasil.org.br/noticias-detalhes.php?cod=6155>>. Acesso em 12 de Mar. 2017.

SANTOS, Altair, **Transporte do concreto requer cuidados especiais**. Disponível em: <  
<http://www.cimentoitambe.com.br/transporte-do-concreto-requer-cuidados-especiais>>.  
Acesso em 16 de Jul. 2017

SOUZA, Izadora, **Vantagens e Desvantagens do aço na construção civil**. Disponível em: <  
<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=19&Cod=1938>>. Acesso em 16 de  
Jul. 2017

USP. **Ponte de Coalbrookdale**. Estruturas. Disponível em: <  
<http://www.lmc.ep.usp.br/people/hlinde/estruturas/coal.htm>>. Acesso em 13 de Mar. 2017.

VERZONI, José Eliseu. **Segmentos de shoppings**. Revista Construção Metálica. n. 83.  
Associação Brasileira da Construção Metálica (ABCEM). Rio de Janeiro, 2007.

WEG, Tintas. **Manual de preparação de superfícies**. Disponível em: <  
[file:///C:/Users/Vitor%20Ferreira/Desktop/BACKUP/UFCG/10.%20PER%C3%8DODO/TC  
C/WEG-preparacao-de-superficie-manual-portugues-br.pdf](file:///C:/Users/Vitor%20Ferreira/Desktop/BACKUP/UFCG/10.%20PER%C3%8DODO/TC%20C/WEG-preparacao-de-superficie-manual-portugues-br.pdf)>. Acesso em 01 de Ago. 2017.



## 7 ANEXOS

ANEXO A – Tabela de peso de chapas metálicas computados em projeto

Pilar	Tipo	Quantidade	Dimensões			Peso (Kg)
			Altura (cm)	Base (cm)	Espessura (mm)	
P07	Placas	8	15	27	12,5	31,8
	Enrijecedores fund.	1	31	31	12,5	9,4
	Chapa de fund.	1	53	53	30	66,2
P06	Placas	8	15	27	12,5	31,8
	Enrijecedores fund.	1	31	31	12,5	9,4
	Chapa de fund.	1	53	53	30	66,2
P20	Placas	8	15	27	12,5	31,8
	Enrijecedores fund.	1	31	31	12,5	9,4
	Chapa de fund.	1	53	53	30	66,2
P20	Placas	8	15	27	12,5	31,8
	Enrijecedores fund.	1	31	31	12,5	9,4
	Chapa de fund.	1	53	53	30	66,2
P05	Ligações	4	9	16	10	4,5
	Enrijecedores fund.	2	15	42	10	9,9
	Chapa de fund.	1	35	40	16	17,6
P11	Ligações	2	9	16	10	2,3
	Chapas	4	7,5	14	10	3,3
	Enrijecedores fund.	2	15	42	10	9,9
	Chapa de fund.	1	35	40	16	17,6
P15	Ligações	1	9	16	10	1,1
	Chapas	4	7,5	14	10	3,3
	Enrijecedores fund.	2	15	42	10	9,9
	Chapa de fund.	1	35	40	16	17,6
P18	Ligações	2	9	16	10	2,3
	Chapas	2	7,5	14	10	1,6
	Enrijecedores fund.	2	15	42	10	9,9
	Chapa de fund.	1	35	40	16	17,6
P24	Ligações	4	9	16	10	4,5
	Chapas	4	7,5	14	10	3,3
	Enrijecedores fund.	2	15	42	10	9,9
	Chapa de fund.	1	35	40	16	17,6

Fonte: Arquivo Pessoal, 2017

ANEXO B - Tabela de peso de chapas metálicas computados em projeto

Pilar	Tipo	Quantidade	Dimensões			Peso (Kg)
			Altura (cm)	Base (cm)	Espessura (mm)	
P23	Ligações	4	9	16	10	4,5
	Chapas	8	7,5	14	10	6,6
	Enrijecedores fund.	2	15	42	10	9,9
	Chapa de fund.	1	35	40	16	17,6
P01	Ligações	4	9	16	10	4,5
	Chapas	8	7,5	14	10	6,6
	Enrijecedores fund.	2	15	42	10	9,9
	Chapa de fund.	1	35	40	16	17,6
P12	Ligações	5	9	16	10	5,7
	Chapas	6	7,5	14	10	4,9
	Enrijecedores fund.	2	15	42	10	9,9
	Chapa de fund.	1	35	40	16	17,6
P13	Ligações	7	9	16	10	7,9
	Chapas	12	7,5	14	10	9,9
	Enrijecedores fund.	2	15	42	10	9,9
	Chapa de fund.	1	35	40	16	17,6
P14	Ligações	6	9	16	10	6,8
	Chapas	4	7,5	14	10	3,3
	Enrijecedores fund.	2	15	42	10	9,9
	Chapa de fund.	1	35	40	16	17,6
P16	Ligações	8	9	16	10	9,0
	Chapas	10	7,5	14	10	8,2
	Enrijecedores fund.	2	15	42	10	9,9
	Chapa de fund.	1	35	40	16	17,6
P17	Ligações	12	9	16	10	13,6
	Chapas	12	7,5	14	10	9,9
	Enrijecedores fund.	2	15	42	10	9,9
	Chapa de fund.	1	35	40	16	17,6
P19	Ligações	8	9	16	10	9,0
	Chapas	12	7,5	14	10	9,9
	Enrijecedores fund.	2	15	42	10	9,9
	Chapa de fund.	1	35	40	16	17,6
P43	Ligações	7	9	16	10	7,9
	Chapas	12	7,5	14	10	9,9
	Enrijecedores fund.	2	15	42	10	9,9
	Chapa de fund.	1	35	40	16	17,6

ANEXO C - Tabela de peso de chapas metálicas computados em projeto

Pilar	Tipo	Quantidade	Dimensões			Peso (Kg)
			Altura (cm)	Base (cm)	Espessura (mm)	
P21	Ligações	8	9	16	10	9,0
	Chapas	12	7,5	14	10	9,9
	Enrijecedores fund.	2	15	42	10	9,9
	Chapa de fund.	1	35	40	16	17,6
P09	Ligações	11	9	16	10	12,4
	Chapas	16	7,5	14	10	13,2
	Enrijecedores fund.	2	15	42	10	9,9
	Chapa de fund.	1	35	40	16	17,6
P08	Ligações	11	9	16	10	12,4
	Chapas	16	7,5	14	10	13,2
	Enrijecedores fund.	2	15	42	10	9,9
	Chapa de fund.	1	35	40	16	17,6
P02	Ligações	11	9	16	10	12,4
	Chapas	16	7,5	14	10	13,2
	Enrijecedores fund.	2	15	42	10	9,9
	Chapa de fund.	1	35	40	16	17,6
P26	Ligações	11	9	16	10	12,4
	Chapas	16	7,5	14	10	13,2
	Enrijecedores fund.	2	15	42	10	9,9
	Chapa de fund.	1	35	40	16	17,6

ANEXO D – Tabela de peso de pilares metálicos

Descrições do Pilar						
Tipo	Kg/m	Comp.	Tipo	Kg/m	Comp.	Peso pilar (Kg)
W310	97,0	3,5	W150	29,8	5,95	516,81
W310	97,0	3,5	W150	29,8	5,95	516,81
W310	97,0	3,5	W150	29,8	5,95	516,81

ANEXO E – Tabela de peso de pilares metálicos

<b>Descrições do Pilar</b>						
<b>Tipo</b>	<b>Kg/m</b>	<b>Comp.</b>	<b>Tipo</b>	<b>Kg/m</b>	<b>Comp.</b>	<b>Peso pilar (Kg)</b>
<b>W310</b>	<b>97,0</b>	<b>3,5</b>	<b>W150</b>	<b>29,8</b>	<b>5,95</b>	<b>516,81</b>
<b>W150</b>	<b>29,8</b>	<b>3,5</b>	<b>W150</b>	<b>29,8</b>	<b>5,95</b>	<b>281,61</b>
<b>W150</b>	<b>29,8</b>	<b>3,5</b>	<b>W150</b>	<b>29,8</b>	<b>5,95</b>	<b>281,61</b>
<b>W150</b>	<b>29,8</b>	<b>3,5</b>	<b>W150</b>	<b>29,8</b>	<b>5,95</b>	<b>281,61</b>
<b>W150</b>	<b>29,8</b>	<b>3,5</b>	<b>W150</b>	<b>29,8</b>	<b>5,95</b>	<b>281,61</b>
<b>W150</b>	<b>29,8</b>	<b>3,5</b>	<b>W150</b>	<b>29,8</b>	<b>5,95</b>	<b>281,61</b>
<b>W150</b>	<b>29,8</b>	<b>3,5</b>	<b>W150</b>	<b>29,8</b>	<b>5,95</b>	<b>281,61</b>
<b>W150</b>	<b>29,8</b>	<b>3,5</b>	<b>W150</b>	<b>29,8</b>	<b>5,95</b>	<b>281,61</b>
<b>W150</b>	<b>29,8</b>	<b>3,5</b>	<b>W150</b>	<b>29,8</b>	<b>5,95</b>	<b>281,61</b>
<b>W150</b>	<b>29,8</b>	<b>3,5</b>	<b>W150</b>	<b>29,8</b>	<b>5,95</b>	<b>281,61</b>
<b>W150</b>	<b>29,8</b>	<b>3,5</b>	<b>W150</b>	<b>29,8</b>	<b>5,95</b>	<b>281,61</b>
<b>W150</b>	<b>29,8</b>	<b>3,5</b>	<b>W150</b>	<b>29,8</b>	<b>5,95</b>	<b>281,61</b>
<b>W150</b>	<b>29,8</b>	<b>3,5</b>	<b>W150</b>	<b>29,8</b>	<b>5,95</b>	<b>281,61</b>
<b>W150</b>	<b>29,8</b>	<b>3,5</b>	<b>W150</b>	<b>29,8</b>	<b>5,95</b>	<b>281,61</b>
<b>W150</b>	<b>29,8</b>	<b>3,5</b>	<b>W150</b>	<b>29,8</b>	<b>5,95</b>	<b>281,61</b>
<b>W200</b>	<b>35,9</b>	<b>3,5</b>	<b>W200</b>	<b>35,9</b>	<b>5,95</b>	<b>339,255</b>
<b>W200</b>	<b>35,9</b>	<b>3,5</b>	<b>W200</b>	<b>35,9</b>	<b>5,95</b>	<b>339,255</b>
<b>W200</b>	<b>35,9</b>	<b>5,0</b>	<b>W200</b>	<b>35,9</b>	<b>5,95</b>	<b>393,105</b>
<b>W200</b>	<b>35,9</b>	<b>5,0</b>	<b>W200</b>	<b>35,9</b>	<b>5,95</b>	<b>393,105</b>
<b>W150</b>	<b>29,8</b>	<b>5,0</b>	<b>W150</b>	<b>29,8</b>	<b>5,95</b>	<b>326,31</b>
<b>W150</b>	<b>29,8</b>	<b>5,0</b>	<b>W150</b>	<b>29,8</b>	<b>5,95</b>	<b>326,31</b>

ANEXO F – Tabela de peso de vigas de projeto

<b>VIGAS DO PRIMEIRO PAVIMENTO (+3.500)</b>				
<b>Viga</b>	<b>Tipo Perfil</b>	<b>Peso linear (Kg/m)</b>	<b>Comprimento (m)</b>	<b>Peso total (Kg)</b>
<b>V60</b>	W200	15	4,32	64,8
<b>V83</b>	W200	15	4,45	66,75
<b>V39</b>	W200	15	3,16	47,4
<b>V65</b>	W530	66	10,91	720,06
<b>V74</b>	W610	113	13,91	1571,83
<b>V73</b>	W610	113	13,91	1571,83
<b>V14</b>	W200	15	1,67	25,05
<b>V15</b>	W200	15	1,67	25,05
<b>V76</b>	W610	101	12,31	1243,31
<b>V59</b>	W200	15	4,39	65,85
<b>V79</b>	W200	15	4,39	65,85
<b>V40</b>	W200	15	2,26	33,9
<b>V33</b>	W200	15	3,7	55,5
<b>V28</b>	W200	15	3,69	55,35
<b>V57</b>	W200	15	2,19	32,85
<b>V17</b>	W200	15	2,27	34,05
<b>V93</b>	W200	15	3,18	47,7
<b>V01</b>	W200	15	1,33	19,95
<b>V03</b>	W200	15	1,72	25,8
<b>V97</b>	W250	17,9	3,63	64,977

ANEXO G - Tabela de peso de vigas de projeto

<b>VIGAS DO PRIMEIRO PAVIMENTO (+3.500)</b>				
<b>Viga</b>	<b>Tipo Perfil</b>	<b>Peso linear (Kg/m)</b>	<b>Comprimento (m)</b>	<b>Peso total (Kg)</b>
V07	W250	17,9	3,44	61,576
V09	W200	15	3,52	52,8
V12	W200	15	2,45	36,75
V55	W200	15	1,58	23,7
V54	W250	17,9	3,65	65,335
V51	W250	17,9	3,65	65,335
V51	W250	17,9	3,65	65,335
V51	W250	17,9	3,65	65,335
V51	W250	17,9	3,65	65,335
V51	W250	17,9	3,65	65,335
V07	W250	17,9	3,65	65,335
V51	W250	17,9	3,52	63,008
V50	W250	17,9	3,66	65,514
V62	W250	17,9	3,66	65,514
V62	W250	17,9	3,66	65,514
V62	W250	17,9	3,66	65,514
V62	W250	17,9	3,66	65,514
V62	W250	17,9	3,66	65,514
V45	W250	17,9	3,66	65,514
V18	W200	15	1,7	25,5
V61	W200	15	1,7	25,5
V67	W200	15	1,7	25,5
V81	W200	15	1,7	25,5
V86	W200	15	1,7	25,5
V56	W200	15	1,33	19,95
V58	W200	15	1,33	19,95
V80	W200	15	1,33	19,95
V87	W200	15	1,33	19,95
V90	W200	15	3,18	47,7
V44	W200	15	2,35	35,25
V54	W250	17,9	3,65	65,335
V54	W250	17,9	3,65	65,335
V54	W250	17,9	3,65	65,335
V36	W530	66	5,42	357,72
V91	W200	15	2,33	34,95
V95	W250	17,9	3,62	64,798
V47	W250	17,9	1,83	32,757
V64	W200	15	1,61	24,15
V72	W200	15	1,61	24,15
V64	W200	15	1,61	24,15

ANEXO H - Tabela de peso de vigas de projeto

<b>VIGAS DO SEGUNDO PAVIMENTO (+7.100)</b>				
<b>Viga</b>	<b>Tipo Perfil</b>	<b>Peso linear (Kg/m)</b>	<b>Comprimento (m)</b>	<b>Peso total (Kg)</b>
V0	W200	15	77,11	1156,65
V1	W310	28,3	3,75	106,125
V2	W310	28,3	3,75	106,125
V4	W200	15	1,73	25,95
V4	W200	15	1,73	25,95
V4	W200	15	1,73	25,95
V5	W200	15	1,3	19,5
V5	W200	15	1,3	19,5
V5	W200	15	1,3	19,5

ANEXO I - Tabela de peso de vigas de projeto

<b>VIGAS DO TERCEIRO PAVIMENTO (+8.750)</b>				
<b>Viga</b>	<b>Tipo Perfil</b>	<b>Peso linear (Kg/m)</b>	<b>Comprimento (m)</b>	<b>Peso total (Kg)</b>
V0	W200	15	37,27	559,05

ANEXO J – Composição de preços para armadura de Pilares

<b>Armadura de aço CA-50 para estruturas de concreto armado, corte, dobra e montagem</b>	<b>Und.</b>	<b>Total (Kg)</b>	<b>Consumo</b>	<b>Preço Unit. (R\$)</b>	<b>Preço Total (R\$)</b>
<b>Componentes</b>			<b>Ø 10 mm</b>		
Ajudante de Armador	h	687,90	0,14	R\$ 8,90	<b>R\$ 857,12</b>
Armador	h	687,90	0,08	R\$ 11,85	<b>R\$ 652,13</b>
Máquina de dobrar ferro, elétrica, potência 5hp (3,7 KW), capacidade de dobra para aço CA-25 até 32mm e CA-50 até 25mm - vida útil 20.000 h	h prod	687,90	0,06	R\$ 14,53	<b>R\$ 599,71</b>
Aço CA-50	Kg	687,90	1,1	R\$ 3,78	<b>R\$ 2.860,29</b>
Arame recozido nº 18 BWG - 1,25mm	Kg	687,90	0,025	R\$ 10,00	<b>R\$ 171,98</b>
Espaçador circular de plástico para pilares, funso e laterais de vigas, lajes, pisos e estacas (cobrimento: 30mm)	Und.	687,90	11,4	R\$ 0,11	<b>R\$ 862,63</b>
<b>Total s/ Taxa:</b>					R\$ 6.003,85
				<b>Leis Sociais</b> 156,51%	R\$ 2.362,13
				<b>BDI:</b> 25,00%	R\$ 1.500,96
<b>Total c/ Taxa:</b>					<b>R\$ 9.866,95</b>

Fonte: TCPO 14, 2015

ANEXO K – Composição de preços para armadura de Pilares

<b>Armadura de aço CA-50 para estruturas de concreto armado, corte, dobra e montagem</b>	<b>Und.</b>	<b>Total (Kg)</b>	<b>Consumo</b>	<b>Preço Unit. (R\$)</b>	<b>Preço Total (R\$)</b>
<b>Componentes</b>			<b>Ø 12,5 mm</b>		
Ajudante de Armador	h	285,60	0,14	R\$ 8,90	<b>R\$ 355,86</b>
Armador	h	285,60	0,08	R\$ 11,85	<b>R\$ 270,75</b>
Máquina de dobrar ferro, elétrica, potência 5hp (3,7 KW), capacidade de dobra para aço CA-25 até 32mm e CA-50 até 25mm - vida útil 20.000 h	h prod	285,60	0,06	R\$ 14,53	<b>R\$ 248,99</b>
Aço CA-50	Kg	285,60	1,1	R\$ 3,60	<b>R\$ 1.130,98</b>
Arame recozido nº 18 BWG - 1,25mm	Kg	285,60	0,025	R\$ 10,00	<b>R\$ 71,40</b>
Espaçador circular de plástico para pilares, funso e laterais de vigas, lajes, pisos e estacas (cobrimento: 30mm)	Und.	285,60	11,4	R\$ 0,11	<b>R\$ 358,14</b>
<b>Total s/ Taxa:</b>					R\$ 2.436,11
				<b>Leis Sociais</b> 156,51%	R\$ 980,70
				<b>BDI:</b> 25,00%	R\$ 609,03
<b>Total c/ Taxa:</b>					<b>R\$ 4.025,84</b>

Fonte: TCPO 14, 2015

ANEXO L – Composição de preços para armadura de Pilares

<b>Armadura de aço CA-50 para estruturas de concreto armado, corte, dobra e montagem</b>	<b>Und.</b>	<b>Total (Kg)</b>	<b>Consumo</b>	<b>Preço Unit. (R\$)</b>	<b>Preço Total (R\$)</b>
<b>Componentes</b>			<b>ø 16 mm</b>		
Ajudante de Armador	h	269,00	0,228	R\$ 8,90	<b>R\$ 545,85</b>
Armador	h	269,00	0,13	R\$ 11,85	<b>R\$ 414,39</b>
Máquina de dobrar ferro, elétrica, potência 5hp (3,7 KW), capacidade de dobra para aço CA-25 até 32mm e CA-50 até 25mm - vida útil 20.000 h	h prod	269,00	0,098	R\$ 14,53	<b>R\$ 383,04</b>
Aço CA-50	Kg	269,00	1,1	R\$ 3,60	<b>R\$ 1.065,24</b>
Arame recozido nº 18 BWG - 1,25mm	Kg	269,00	0,025	R\$ 10,00	<b>R\$ 67,25</b>
Espaçador circular de plástico para pilares, funso e laterais de vigas, lajes, pisos e estacas (cobrimento: 30mm)	Und.	269,00	11,4	R\$ 0,11	<b>R\$ 337,33</b>
				<b>Total s/ Taxa:</b>	R\$ 2.813,11
				<b>Leis Sociais</b>	156,51% R\$ 1.502,89
				<b>BDI:</b>	25,00% R\$ 703,28
				<b>Total c/ Taxa:</b>	<b>R\$ 5.019,27</b>

Fonte: TCPO 14, 2015

ANEXO M – Composição de preços para armadura de Pilares

<b>Armadura de aço CA-50 para estruturas de concreto armado, corte, dobra e montagem</b>	<b>Und.</b>	<b>Total (Kg)</b>	<b>Consumo</b>	<b>Preço Unit. (R\$)</b>	<b>Preço Total (R\$)</b>
<b>Componentes</b>			<b>ø 20 mm</b>		
Ajudante de Armador	h	93,90	0,228	R\$ 8,90	<b>R\$ 190,54</b>
Armador	h	93,90	0,13	R\$ 11,85	<b>R\$ 144,65</b>
Máquina de dobrar ferro, elétrica, potência 5hp (3,7 KW), capacidade de dobra para aço CA-25 até 32mm e CA-50 até 25mm - vida útil 20.000 h	h prod	93,90	0,098	R\$ 14,53	<b>R\$ 133,71</b>
Aço CA-50	Kg	93,90	1,1	R\$ 3,36	<b>R\$ 347,05</b>
Arame recozido nº 18 BWG - 1,25mm	Kg	93,90	0,025	R\$ 10,00	<b>R\$ 23,48</b>
Espaçador circular de plástico para pilares, funso e laterais de vigas, lajes, pisos e estacas (cobrimento: 30mm)	Und.	93,90	11,4	R\$ 0,11	<b>R\$ 117,75</b>
				<b>Total s/ Taxa:</b>	R\$ 957,18
				<b>Leis Sociais</b>	156,51% R\$ 524,61
				<b>BDI:</b>	25,00% R\$ 239,30
				<b>Total c/ Taxa:</b>	<b>R\$ 1.721,09</b>

Fonte: TCPO 14, 2015

ANEXO N – Composição de preços para armadura de Pilares

<b>Armadura de aço CA-60 para estruturas de concreto armado, corte, dobra e montagem</b>	<b>Und.</b>	<b>Total (Kg)</b>	<b>Consumo</b>	<b>Preço Unit. (R\$)</b>	<b>Preço Total (R\$)</b>
<b>Componentes</b>					
Ajudante de Armador	h	306,30	0,122	R\$ 8,90	<b>R\$ 332,58</b>
Armador	h	306,30	0,07	R\$ 11,85	<b>R\$ 254,08</b>
Máquina de dobrar ferro, elétrica, potência 5hp (3,7 KW), capacidade de dobra para aço CA-25 até 32mm e CA-50 até 25mm - vida útil 20.000 h	h prod	306,30	0,0525	R\$ 14,53	<b>R\$ 233,65</b>
Aço CA-60	Kg	306,30	1,1	R\$ 3,36	<b>R\$ 1.132,08</b>
Arame recozido nº 18 BWG - 1,25mm	Kg	306,30	0,02	R\$ 10,00	<b>R\$ 61,26</b>
Espaçador circular de plástico para pilares, funso e laterais de vigas, lajes, pisos e estacas (cobrimento: 30mm)	Und.	306,30	15,2	R\$ 0,11	<b>R\$ 512,13</b>
<b>Total s/ Taxa:</b>					R\$ 2.525,79
<b>Leis Sociais</b>				156,51%	R\$ 918,18
<b>BDI:</b>				25,00%	R\$ 631,45
<b>Total c/ Taxa:</b>					<b>R\$ 4.075,41</b>

Fonte: TCPO 14, 2015

ANEXO O – Composição de preços para fôrmas de Pilares

<b>FÔRMA para pilares, com chapa compensada plastificada, e = 12mm, pré-fabricada - MONTAGEM</b>	<b>Und.</b>	<b>Total (m²)</b>	<b>Consumo</b>	<b>Preço Unit. (R\$)</b>	<b>Preço Total (R\$)</b>
<b>Componentes</b>					
Ajudante de carpinteiro	h	216,00	0,07	R\$ 8,90	<b>R\$ 134,57</b>
Carpinteiro	h	216,00	0,3	R\$ 11,85	<b>R\$ 767,88</b>
Chapa de madeira compensada plastificada 1,1 x 2,2 m # 12 mm	m²	216,00	1	R\$ 27,27	<b>R\$ 5.890,32</b>
Desmoldante de fôrmas para concreto	h prod	216,00	0,02	R\$ 14,68	<b>R\$ 63,42</b>
Prego com cabeça dupla 17x27 (compriemnto: 62,1 mm / diâmetro: 3 mm)	Kg	216,00	0,1	R\$ 10,37	<b>R\$ 223,99</b>
<b>Total s/ Taxa:</b>					R\$ 7.080,18
<b>Leis Sociais</b>				156,51%	R\$ 1.412,42
<b>BDI:</b>				25,00%	R\$ 1.770,04
<b>Total c/ Taxa:</b>					<b>R\$ 10.262,64</b>

Fonte: TCPO 14, 2015

ANEXO P – Composição de preços para fôrmas de Pilares

<b>FÔRMA para pilares, com chapa compensada plastificada, e = 12mm, pré-fabricada - DESMONTAGEM</b>	<b>Und.</b>	<b>Total (m²)</b>	<b>Consumo</b>	<b>Preço Unit. (R\$)</b>	<b>Preço Total (R\$)</b>
<b>Componentes</b>					
Ajudante de carpinteiro	h	216,00	0,042	R\$ 8,90	<b>R\$ 80,74</b>
Carpinteiro	h	216,00	0,168	R\$ 11,85	<b>R\$ 430,01</b>
<b>Total s/ Taxa:</b>					R\$ 510,75
<b>Leis Sociais</b>				156,51%	R\$ 799,38
<b>BDI:</b>				25,00%	R\$ 127,69
<b>Total c/ Taxa:</b>					<b>R\$ 1.437,82</b>

Fonte: TCPO 14, 2015



ANEXO Q – Composição de preços para concretagem de Pilares

<b>Concreto preparado na obra, controle "B", brita 1, abatimento 8 ± 1 cm (fck = 25 Mpa)</b>	<b>Und.</b>	<b>Total (Kg)</b>	<b>Consumo</b>	<b>Preço Unit. (R\$)</b>	<b>Preço Total (R\$)</b>
<b>Componentes</b>			<b>ø 5 mm</b>		
Servente	h	12,50	6	R\$ 8,79	<b>R\$ 659,25</b>
Areia lavada tipo média	m³	12,50	0,578	R\$ 57,45	<b>R\$ 415,08</b>
Brita 1	m³	12,50	0,712	R\$ 50,00	<b>R\$ 445,00</b>
Cimento Portland CP-32	Kg	12,50	373	R\$ 0,38	<b>R\$ 1.771,75</b>
Betoneira, elétrica, potência 2hp (1,5 KW), capacidade 400 l - vida útil 10.000 h	h prod	12,50	0,306	R\$ 10,00	<b>R\$ 38,25</b>
<b>Total s/ Taxa:</b>					R\$ 3.329,33
<b>Leis Sociais</b>				156,51%	R\$ 1.681,43
<b>BDI:</b>				25,00%	R\$ 832,33
<b>Total c/ Taxa:</b>					<b>R\$ 5.843,09</b>

Fonte: TCPO 14, 2015

ANEXO R – Composição de preços para armadura de Vigas

<b>Armadura de aço CA-50 para estruturas de concreto armado, corte, dobra e montagem</b>	<b>Und.</b>	<b>Total (Kg)</b>	<b>Consumo</b>	<b>Preço Unit. (R\$)</b>	<b>Preço Total (R\$)</b>
<b>Componentes</b>			<b>ø 6,3 mm</b>		
Ajudante de Armador	h	236,10	0,14	R\$ 8,90	<b>R\$ 294,18</b>
Armador	h	236,10	0,08	R\$ 11,85	<b>R\$ 223,82</b>
Máquina de dobrar ferro, elétrica, potência 5hp (3,7 KW), capacidade de dobra para aço CA-25 até 32mm e CA-50 até 25mm - vida útil 20.000 h	h prod	236,10	0,06	R\$ 14,53	<b>R\$ 205,83</b>
Aço CA-50	Kg	236,10	1,1	R\$ 3,96	<b>R\$ 1.028,45</b>
Arame recozido nº 18 BWG - 1,25mm	Kg	236,10	0,025	R\$ 10,00	<b>R\$ 59,03</b>
Espaçador circular de plástico para pilares, funso e laterais de vigas, lajes, pisos e estacas (cobrimento: 30mm)	Und.	236,10	11,4	R\$ 0,11	<b>R\$ 296,07</b>
<b>Total s/ Taxa:</b>					R\$ 2.107,38
<b>Leis Sociais</b>				156,51%	R\$ 810,73
<b>BDI:</b>				25,00%	R\$ 526,85
<b>Total c/ Taxa:</b>					<b>R\$ 3.444,95</b>

Fonte: TCPO 14, 2015

ANEXO S – Composição de preços para armadura de Vigas

<b>Armadura de aço CA-50 para estruturas de concreto armado, corte, dobra e montagem</b>	<b>Und.</b>	<b>Total (Kg)</b>	<b>Consumo</b>	<b>Preço Unit. (R\$)</b>	<b>Preço Total (R\$)</b>
<b>Componentes</b>			<b>ø 8,0 mm</b>		
Ajudante de Armador	h	582,50	0,14	R\$ 8,90	<b>R\$ 725,80</b>
Armador	h	582,50	0,08	R\$ 11,85	<b>R\$ 552,21</b>
Máquina de dobrar ferro, elétrica, potência 5hp (3,7 KW), capacidade de dobra para aço CA-25 até 32mm e CA-50 até 25mm - vida útil 20.000 h	h prod	582,50	0,06	R\$ 14,53	<b>R\$ 507,82</b>
Aço CA-50	Kg	582,50	1,1	R\$ 4,45	<b>R\$ 2.851,34</b>
Arame recozido nº 18 BWG - 1,25mm	Kg	582,50	0,025	R\$ 10,00	<b>R\$ 145,63</b>
Espaçador circular de plástico para pilares, funso e laterais de vigas, lajes, pisos e estacas (cobrimento: 30mm)	Und.	582,50	11,4	R\$ 0,11	<b>R\$ 730,46</b>
<b>Total s/ Taxa:</b>					R\$ 5.513,25
<b>Leis Sociais</b>					156,51%
<b>BDI:</b>					25,00%
<b>Total c/ Taxa:</b>					<b>R\$ 8.891,76</b>

Fonte: TCPO 14, 2015

ANEXO T – Composição de preços para armadura de Vigas

<b>Armadura de aço CA-50 para estruturas de concreto armado, corte, dobra e montagem</b>	<b>Und.</b>	<b>Total (Kg)</b>	<b>Consumo</b>	<b>Preço Unit. (R\$)</b>	<b>Preço Total (R\$)</b>
<b>Componentes</b>			<b>ø 10,0 mm</b>		
Ajudante de Armador	h	318,80	0,14	R\$ 8,90	<b>R\$ 397,22</b>
Armador	h	318,80	0,08	R\$ 11,85	<b>R\$ 302,22</b>
Máquina de dobrar ferro, elétrica, potência 5hp (3,7 KW), capacidade de dobra para aço CA-25 até 32mm e CA-50 até 25mm - vida útil 20.000 h	h prod	318,80	0,06	R\$ 14,53	<b>R\$ 277,93</b>
Aço CA-50	Kg	318,80	1,1	R\$ 3,78	<b>R\$ 1.325,57</b>
Arame recozido nº 18 BWG - 1,25mm	Kg	318,80	0,025	R\$ 10,00	<b>R\$ 79,70</b>
Espaçador circular de plástico para pilares, funso e laterais de vigas, lajes, pisos e estacas (cobrimento: 30mm)	Und.	318,80	11,4	R\$ 0,11	<b>R\$ 399,78</b>
<b>Total s/ Taxa:</b>					R\$ 2.782,42
<b>Leis Sociais</b>					156,51%
<b>BDI:</b>					25,00%
<b>Total c/ Taxa:</b>					<b>R\$ 4.572,73</b>

Fonte: TCPO 14, 2015

ANEXO U – Composição de preços para armadura de Vigas

<b>Armadura de aço CA-50 para estruturas de concreto armado, corte, dobra e montagem</b>	<b>Und.</b>	<b>Total (Kg)</b>	<b>Consumo</b>	<b>Preço Unit. (R\$)</b>	<b>Preço Total (R\$)</b>
<b>Componentes</b>			<b>Ø 12,5 mm</b>		
Ajudante de Armador	h	560,00	0,14	R\$ 8,90	<b>R\$ 697,76</b>
Armador	h	560,00	0,08	R\$ 11,85	<b>R\$ 530,88</b>
Máquina de dobrar ferro, elétrica, potência 5hp (3,7 KW), capacidade de dobra para aço CA-25 até 32mm e CA-50 até 25mm - vida útil 20.000 h	h prod	560,00	0,06	R\$ 14,53	<b>R\$ 488,21</b>
Aço CA-50	Kg	560,00	1,1	R\$ 3,60	<b>R\$ 2.217,60</b>
Arame recozido nº 18 BWG - 1,25mm	Kg	560,00	0,025	R\$ 10,00	<b>R\$ 140,00</b>
Espaçador circular de plástico para pilares, funso e laterais de vigas, lajes, pisos e estacas (cobrimento: 30mm)	Und.	560,00	11,4	R\$ 0,11	<b>R\$ 702,24</b>
<b>Total s/ Taxa:</b>					R\$ 4.776,69
<b>Leis Sociais</b>					156,51% R\$ 1.922,94
<b>BDI:</b>					25,00% R\$ 1.194,17
<b>Total c/ Taxa:</b>					<b>R\$ 7.893,80</b>

Fonte: TCPO 14, 2015

ANEXO V – Composição de preços para armadura de Vigas

<b>Armadura de aço CA-50 para estruturas de concreto armado, corte, dobra e montagem</b>	<b>Und.</b>	<b>Total (Kg)</b>	<b>Consumo</b>	<b>Preço Unit. (R\$)</b>	<b>Preço Total (R\$)</b>
<b>Componentes</b>			<b>Ø 16 mm</b>		
Ajudante de Armador	h	503,40	0,228	R\$ 8,90	<b>R\$ 1.021,50</b>
Armador	h	503,40	0,13	R\$ 11,85	<b>R\$ 775,49</b>
Máquina de dobrar ferro, elétrica, potência 5hp (3,7 KW), capacidade de dobra para aço CA-25 até 32mm e CA-50 até 25mm - vida útil 20.000 h	h prod	503,40	0,098	R\$ 14,53	<b>R\$ 716,81</b>
Aço CA-50	Kg	503,40	1,1	R\$ 3,60	<b>R\$ 1.993,46</b>
Arame recozido nº 18 BWG - 1,25mm	Kg	503,40	0,025	R\$ 10,00	<b>R\$ 125,85</b>
Espaçador circular de plástico para pilares, funso e laterais de vigas, lajes, pisos e estacas (cobrimento: 30mm)	Und.	503,40	11,4	R\$ 0,11	<b>R\$ 631,26</b>
<b>Total s/ Taxa:</b>					R\$ 5.264,38
<b>Leis Sociais</b>					156,51% R\$ 2.812,46
<b>BDI:</b>					25,00% R\$ 1.316,09
<b>Total c/ Taxa:</b>					<b>R\$ 9.392,93</b>

Fonte: TCPO 14, 2015

ANEXO W – Composição de preços para armadura de Vigas

<b>Armadura de aço CA-50 para estruturas de concreto armado, corte, dobra e montagem</b>	<b>Und.</b>	<b>Total (Kg)</b>	<b>Consumo</b>	<b>Preço Unit. (R\$)</b>	<b>Preço Total (R\$)</b>
<b>Componentes</b>			<b>ø 20 mm</b>		
Ajudante de Armador	h	339,10	0,228	R\$ 8,90	<b>R\$ 688,10</b>
Armador	h	339,10	0,13	R\$ 11,85	<b>R\$ 522,38</b>
Máquina de dobrar ferro, elétrica, potência 5hp (3,7 KW), capacidade de dobra para aço CA-25 até 32mm e CA-50 até 25mm - vida útil 20.000 h	h prod	339,10	0,098	R\$ 14,53	<b>R\$ 482,86</b>
Aço CA-50	Kg	339,10	1,1	R\$ 3,36	<b>R\$ 1.253,31</b>
Arame recozido nº 18 BWG - 1,25mm	Kg	339,10	0,025	R\$ 10,00	<b>R\$ 84,78</b>
Espaçador circular de plástico para pilares, funso e laterais de vigas, lajes, pisos e estacas (cobrimento: 30mm)	Und.	339,10	11,4	R\$ 0,11	<b>R\$ 425,23</b>
<b>Total s/ Taxa:</b>					R\$ 3.456,66
<b>Leis Sociais</b>					156,51% R\$ 1.894,53
<b>BDI:</b>					25,00% R\$ 864,17
<b>Total c/ Taxa:</b>					<b>R\$ 6.215,36</b>

Fonte: TCPO 14, 2015

ANEXO X – Composição de preços para armadura de Vigas

<b>Armadura de aço CA-60 para estruturas de concreto armado, corte, dobra e montagem</b>	<b>Und.</b>	<b>Total (Kg)</b>	<b>Consumo</b>	<b>Preço Unit. (R\$)</b>	<b>Preço Total (R\$)</b>
<b>Componentes</b>			<b>ø 5 mm</b>		
Ajudante de Armador	h	677,60	0,122	R\$ 8,90	<b>R\$ 735,74</b>
Armador	h	677,60	0,07	R\$ 11,85	<b>R\$ 562,07</b>
Máquina de dobrar ferro, elétrica, potência 5hp (3,7 KW), capacidade de dobra para aço CA-25 até 32mm e CA-50 até 25mm - vida útil 20.000 h	h prod	677,60	0,0525	R\$ 14,53	<b>R\$ 516,89</b>
Aço CA-60	Kg	677,60	1,1	R\$ 3,36	<b>R\$ 2.504,41</b>
Arame recozido nº 18 BWG - 1,25mm	Kg	677,60	0,02	R\$ 10,00	<b>R\$ 135,52</b>
Espaçador circular de plástico para pilares, funso e laterais de vigas, lajes, pisos e estacas (cobrimento: 30mm)	Und.	677,60	15,2	R\$ 0,11	<b>R\$ 1.132,95</b>
<b>Total s/ Taxa:</b>					R\$ 5.587,57
<b>Leis Sociais</b>					156,51% R\$ 2.031,20
<b>BDI:</b>					25,00% R\$ 1.396,89
<b>Total c/ Taxa:</b>					<b>R\$ 9.015,67</b>

Fonte: TCPO 14, 2015

ANEXO Y – Composição de preços para escoramento de Vigas

<b>FABRICAÇÃO de escoramento em madeira para vigas de edificação, com escoras de eucalipto</b>	<b>Und.</b>	<b>Total (m²)</b>	<b>Consumo</b>	<b>Preço Unit. (R\$)</b>	<b>Preço Total (R\$)</b>
<b>Componentes</b>					
Ajudante de carpinteiro	h	177,07	0,056	R\$ 8,90	<b>R\$ 88,25</b>
Carpinteiro	h	177,07	0,225	R\$ 11,85	<b>R\$ 472,11</b>
Escora de eucalipto (DN 100mm)	m	177,07	3,4	R\$ 2,03	<b>R\$ 1.222,14</b>
Pontaletes (seção transversal: 3x3" / altura: 75 mm / largura: 75 mm)	m	177,07	1,1	R\$ 5,43	<b>R\$ 1.057,64</b>
Sarrafo (seção transversal: 1 x 3" / espessura: 25mm / altura: 75 mm)	m	177,07	1	R\$ 5,43	<b>R\$ 961,49</b>
Tábua (espessura: 25 mm / Largura: 150 mm / seção transversal: 1 x 6")	m	177,07	2	R\$ 5,82	<b>R\$ 2.061,09</b>
Prego com cabeça dupla 17x27 (compriemnto: 62,1 mm / diâmetro: 3 mm)	Kg	177,07	0,05	R\$ 12,55	<b>R\$ 111,11</b>
<b>Total s/ Taxa:</b>					R\$ 5.973,84
<b>Leis Sociais</b>					156,51% R\$ 877,03
<b>BDI:</b>					25,00% R\$ 1.493,46
<b>Total c/ Taxa:</b>					<b>R\$ 8.344,32</b>

Fonte: TCPO 14, 2015

ANEXO Z – Composição de preços para escoramento de Vigas

<b>MONTAGEM de escoramento em madeira para vigas de edificação</b>	<b>Und.</b>	<b>Total (m²)</b>	<b>Consumo</b>	<b>Preço Unit. (R\$)</b>	<b>Preço Total (R\$)</b>
<b>Componentes</b>					
Ajudante de carpinteiro	h	177,07	0,02	R\$ 8,90	<b>R\$ 31,52</b>
Carpinteiro	h	177,07	0,115	R\$ 11,85	<b>R\$ 241,30</b>
Prego com cabeça dupla 17x27 (compriemnto: 62,1 mm / diâmetro: 3 mm)	Kg	177,07	0,01	R\$ 12,55	<b>R\$ 22,22</b>
<b>Total s/ Taxa:</b>					R\$ 295,04
<b>Leis Sociais</b>					156,51% R\$ 426,99
<b>BDI:</b>					25,00% R\$ 73,76
<b>Total c/ Taxa:</b>					<b>R\$ 795,80</b>

Fonte: TCPO 14, 2015

ANEXO AA – Composição de preços para escoramento de Vigas

<b>DESMONTAGEM de escoramento em madeira para vigas de edificação</b>	<b>Und.</b>	<b>Total (m²)</b>	<b>Consumo</b>	<b>Preço Unit. (R\$)</b>	<b>Preço Total (R\$)</b>
<b>Componentes</b>					
Ajudante de carpinteiro	h	177,07	0,048	R\$ 8,90	<b>R\$ 75,64</b>
<b>Total s/ Taxa:</b>					R\$ 75,64
<b>Leis Sociais</b>					156,51% R\$ 118,39
<b>BDI:</b>					25,00% R\$ 18,91
<b>Total c/ Taxa:</b>					<b>R\$ 212,95</b>

Fonte: TCPO 14, 2015

ANEXO AB – Composição de preços para fôrmas de Vigas

<b>FÔRMA para vigas, com chapa compensada plastificada, e = 12 mm, pré-fabricada - MONTAGEM</b>	<b>Und.</b>	<b>Total (m²)</b>	<b>Consumo</b>	<b>Preço Unit. (R\$)</b>	<b>Preço Total (R\$)</b>
<b>Componentes</b>					
Ajudante de carpinteiro	h	614,90	0,139	R\$ 8,90	<b>R\$ 760,69</b>
Carpinteiro	h	614,90	0,554	R\$ 11,85	<b>R\$ 4.036,76</b>
Desmoldante de fôrmas para concreto	m	614,90	0,02	R\$ 14,68	<b>R\$ 180,53</b>
Prego com cabeça dupla 17x27 (compriemnto: 62,1 mm / diâmetro: 3 mm)	Kg	614,90	0,1	R\$ 12,55	<b>R\$ 771,70</b>
<b>Total s/ Taxa:</b>					R\$ 5.749,68
<b>Leis Sociais</b>				156,51%	R\$ 7.508,49
<b>BDI:</b>				25,00%	R\$ 1.437,42
<b>Total c/ Taxa:</b>					<b>R\$ 14.695,59</b>

Fonte: TCPO 14, 2015

ANEXO AC – Composição de preços para fôrmas de Vigas

<b>FÔRMA para vigas, com chapa compensada plastificada, e = 12 mm, pré-fabricada - DESMONTAGEM</b>	<b>Und.</b>	<b>Total (m²)</b>	<b>Consumo</b>	<b>Preço Unit. (R\$)</b>	<b>Preço Total (R\$)</b>
<b>Componentes</b>					
Ajudante de carpinteiro	h	614,90	0,059	R\$ 8,90	<b>R\$ 322,88</b>
Carpinteiro	h	614,90	0,238	R\$ 11,85	<b>R\$ 1.734,20</b>
<b>Total s/ Taxa:</b>					R\$ 2.057,09
<b>Leis Sociais</b>				156,51%	R\$ 3.219,55
<b>BDI:</b>				25,00%	R\$ 514,27
<b>Total c/ Taxa:</b>					<b>R\$ 5.790,90</b>

Fonte: TCPO 14, 2015

ANEXO AD – Composição de preços para fôrmas de Vigas

<b>Concreto preparado na obra, controle "B", brita 1, abatimento <math>8 \pm 1</math> cm (fck = 25 Mpa)</b>	<b>Und.</b>	<b>Total (Kg)</b>	<b>Consumo</b>	<b>Preço Unit. (R\$)</b>	<b>Preço Total (R\$)</b>
<b>Componentes</b>			<b>ø 5 mm</b>		
Servente	h	38,80	6	R\$ 8,79	<b>R\$ 2.046,31</b>
Areia lavada tipo média	m³	38,80	0,578	R\$ 57,45	<b>R\$ 1.288,40</b>
Brita 1	m³	38,80	0,712	R\$ 50,00	<b>R\$ 1.381,28</b>
Cimento Portland CP-32	Kg	38,80	373	R\$ 0,38	<b>R\$ 5.499,51</b>
Betoneira, elétrica, potência 2hp (1,5 KW), capacidade 400 l - vida útil 10.000 h	h prod	38,80	0,306	R\$ 10,00	<b>R\$ 118,73</b>
<b>Total s/ Taxa:</b>					R\$ 10.334,23
<b>Leis Sociais</b>				156,51%	R\$ 5.219,15
<b>BDI:</b>				25,00%	R\$ 2.583,56
<b>Total c/ Taxa:</b>					<b>R\$ 18.136,94</b>

Fonte: TCPO 14, 2015

ANEXO AE – Composição de preços para armação de Lajes

<b>Armadura de aço CA-50 para estruturas de concreto armado, corte, dobra e montagem</b>	<b>Und.</b>	<b>Total (Kg)</b>	<b>Consumo</b>	<b>Preço Unit. (R\$)</b>	<b>Preço Total (R\$)</b>
<b>Componentes</b>			<b>ø 6,3 mm</b>		
Ajudante de Armador	h	10,10	0,14	R\$ 8,90	<b>R\$ 12,58</b>
Armador	h	10,10	0,08	R\$ 11,85	<b>R\$ 9,57</b>
Máquina de dobrar ferro, elétrica, potência 5hp (3,7 KW), capacidade de dobra para aço CA-25 até 32mm e CA-50 até 25mm - vida útil 20.000 h	h prod	10,10	0,06	R\$ 14,53	<b>R\$ 8,81</b>
Aço CA-50	Kg	10,10	1,1	R\$ 3,96	<b>R\$ 44,00</b>
Arame recozido nº 18 BWG - 1,25mm	Kg	10,10	0,025	R\$ 10,00	<b>R\$ 2,53</b>
Espaçador circular de plástico para pilares, funso e laterais de vigas, lajes, pisos e estacas (cobrimento: 30mm)	Und.	10,10	11,4	R\$ 0,11	<b>R\$ 12,67</b>
<b>Total s/ Taxa:</b>					R\$ 90,15
<b>Leis Sociais</b>				156,51%	R\$ 34,68
<b>BDI:</b>				25,00%	R\$ 22,54
<b>Total c/ Taxa:</b>					<b>R\$ 147,37</b>

Fonte: TCPO 14, 2015

ANEXO AF – Composição de preços para armação de Lajes

<b>Armadura de aço CA-50 para estruturas de concreto armado, corte, dobra e montagem</b>	<b>Und.</b>	<b>Total (Kg)</b>	<b>Consumo</b>	<b>Preço Unit. (R\$)</b>	<b>Preço Total (R\$)</b>
<b>Componentes</b>			<b>ø 8,0 mm</b>		
Ajudante de Armador	h	50,10	0,14	R\$ 8,90	<b>R\$ 62,42</b>
Armador	h	50,10	0,08	R\$ 11,85	<b>R\$ 47,49</b>
Máquina de dobrar ferro, elétrica, potência 5hp (3,7 KW), capacidade de dobra para aço CA-25 até 32mm e CA-50 até 25mm - vida útil 20.000 h	h prod	50,10	0,06	R\$ 14,53	<b>R\$ 43,68</b>
Aço CA-50	Kg	50,10	1,1	R\$ 4,45	<b>R\$ 245,24</b>
Arame recozido nº 18 BWG - 1,25mm	Kg	50,10	0,025	R\$ 10,00	<b>R\$ 12,53</b>
Espaçador circular de plástico para pilares, funso e laterais de vigas, lajes, pisos e estacas (cobrimento: 30mm)	Und.	50,10	11,4	R\$ 0,11	<b>R\$ 62,83</b>
<b>Total s/ Taxa:</b>					R\$ 474,19
<b>Leis Sociais</b>				156,51%	R\$ 172,03
<b>BDI:</b>				25,00%	R\$ 118,55
<b>Total c/ Taxa:</b>					<b>R\$ 764,77</b>

Fonte: TCPO 14, 2015

ANEXO AG – Composição de preços para armação de Lajes

<b>Armadura de aço CA-50 para estruturas de concreto armado, corte, dobra e montagem</b>	<b>Und.</b>	<b>Total (Kg)</b>	<b>Consumo</b>	<b>Preço Unit. (R\$)</b>	<b>Preço Total (R\$)</b>
<b>Componentes</b>			<b>ø 10,0 mm</b>		
Ajudante de Armador	h	242,20	0,14	R\$ 8,90	<b>R\$ 301,78</b>
Armador	h	242,20	0,08	R\$ 11,85	<b>R\$ 229,61</b>
Máquina de dobrar ferro, elétrica, potência 5hp (3,7 KW), capacidade de dobra para aço CA-25 até 32mm e CA-50 até 25mm - vida útil 20.000 h	h prod	242,20	0,06	R\$ 14,53	<b>R\$ 211,15</b>
Aço CA-50	Kg	242,20	1,1	R\$ 3,78	<b>R\$ 1.007,07</b>
Arame recozido nº 18 BWG - 1,25mm	Kg	242,20	0,025	R\$ 10,00	<b>R\$ 60,55</b>
Espaçador circular de plástico para pilares, funso e laterais de vigas, lajes, pisos e estacas (cobrimento: 30mm)	Und.	242,20	11,4	R\$ 0,11	<b>R\$ 303,72</b>
<b>Total s/ Taxa:</b>					R\$ 2.113,87
<b>Leis Sociais</b>					156,51% R\$ 831,67
<b>BDI:</b>					25,00% R\$ 528,47
<b>Total c/ Taxa:</b>					<b>R\$ 3.474,01</b>

Fonte: TCPO 14, 2015

ANEXO AH – Composição de preços para armação de Lajes

<b>Armadura de aço CA-60 para estruturas de concreto armado, corte, dobra e montagem</b>	<b>Und.</b>	<b>Total (Kg)</b>	<b>Consumo</b>	<b>Preço Unit. (R\$)</b>	<b>Preço Total (R\$)</b>
<b>Componentes</b>			<b>ø 5 mm</b>		
Ajudante de Armador	h	181,60	0,122	R\$ 8,90	<b>R\$ 197,18</b>
Armador	h	181,60	0,07	R\$ 11,85	<b>R\$ 150,64</b>
Máquina de dobrar ferro, elétrica, potência 5hp (3,7 KW), capacidade de dobra para aço CA-25 até 32mm e CA-50 até 25mm - vida útil 20.000 h	h prod	181,60	0,0525	R\$ 14,53	<b>R\$ 138,53</b>
Aço CA-60	Kg	181,60	1,1	R\$ 3,36	<b>R\$ 671,19</b>
Arame recozido nº 18 BWG - 1,25mm	Kg	181,60	0,02	R\$ 10,00	<b>R\$ 36,32</b>
Espaçador circular de plástico para pilares, funso e laterais de vigas, lajes, pisos e estacas (cobrimento: 30mm)	Und.	181,60	15,2	R\$ 0,11	<b>R\$ 303,64</b>
<b>Total s/ Taxa:</b>					R\$ 1.497,50
<b>Leis Sociais</b>					156,51% R\$ 544,37
<b>BDI:</b>					25,00% R\$ 374,37
<b>Total c/ Taxa:</b>					<b>R\$ 2.416,24</b>

Fonte: TCPO 14, 2015



ANEXO AI – Composição de preços para escoramento de Lajes

<b>FABRICAÇÃO de escoramento em madeira para lajes de edificação, com pontaletes</b>	<b>Und.</b>	<b>Total (m²)</b>	<b>Consumo</b>	<b>Preço Unit. (R\$)</b>	<b>Preço Total (R\$)</b>
<b>Componentes</b>					
Ajudante de carpinteiro	h	436,92	0,051	R\$ 8,90	<b>R\$ 198,32</b>
Carpinteiro	h	436,92	0,205	R\$ 11,85	<b>R\$ 1.061,39</b>
Pontalete (seção transversal: 3x3" / altura: 75 mm / largura: 75 mm)	m	436,92	2,5	R\$ 5,43	<b>R\$ 5.931,19</b>
Sarrafo (seção transversal: 1 x 3" / espessura: 25mm / altura: 75 mm)	m	436,92	0,36	R\$ 5,43	<b>R\$ 854,09</b>
Tábua (espessura: 25 mm / Largura: 150 mm / seção transversal: 1 x 6")	m	436,92	1,3	R\$ 5,82	<b>R\$ 3.305,74</b>
Prego com cabeça dupla 17x27 (compriemnto: 62,1 mm / diâmetro: 3 mm)	Kg	436,92	0,03	R\$ 12,55	<b>R\$ 164,50</b>
<b>Total s/ Taxa:</b>					R\$ 11.515,22
<b>Leis Sociais</b>					156,51% R\$ 1.971,57
<b>BDI:</b>					25,00% R\$ 2.878,81
<b>Total c/ Taxa:</b>					<b>R\$ 16.365,59</b>

Fonte: TCPO 14, 2015

ANEXO AJ – Composição de preços para escoramento de Lajes

<b>MONTAGEM de escoramento em madeira para lajes de edificação, com pontaletes</b>	<b>Und.</b>	<b>Total (m²)</b>	<b>Consumo</b>	<b>Preço Unit. (R\$)</b>	<b>Preço Total (R\$)</b>
<b>Componentes</b>			<b>h = 15 cm</b>		
Ajudante de carpinteiro	h	436,92	0,02	R\$ 8,90	R\$ 77,77
Carpinteiro	h	436,92	0,115	R\$ 11,85	R\$ 595,41
Prego com cabeça (17x27)	Kg	436,92	0,01	R\$ 10,37	R\$ 45,31
<b>Total s/ Taxa:</b>					R\$ 718,49
<b>Leis Sociais</b>					156,51% R\$ 1.053,60
<b>BDI:</b>					25,00% R\$ 179,62
<b>Total c/ Taxa:</b>					<b>R\$ 1.951,72</b>

Fonte: TCPO 14, 2015

ANEXO AK – Composição de preços para escoramento de Lajes

<b>DESMONTAGEM de escoramento em madeira para lajes de edificação</b>	<b>Und.</b>	<b>Total (m²)</b>	<b>Consumo</b>	<b>Preço Unit. (R\$)</b>	<b>Preço Total (R\$)</b>
<b>Componentes</b>					
Ajudante de carpinteiro	h	436,92	0,009	R\$ 8,90	<b>R\$ 35,00</b>
<b>Total s/ Taxa:</b>					R\$ 35,00
<b>Leis Sociais</b>					156,51% R\$ 54,77
<b>BDI:</b>					25,00% R\$ 8,75
<b>Total c/ Taxa:</b>					<b>R\$ 98,52</b>

Fonte: TCPO 14, 2015

ANEXO AL – Composição de preços para fôrmas de Lajes

<b>FÔRMA para lajes, com chapa compensada plastificada, e = 12 mm, pré-fabricada - MONTAGEM</b>	<b>Und.</b>	<b>Total (m²)</b>	<b>Consumo</b>	<b>Preço Unit. (R\$)</b>	<b>Preço Total (R\$)</b>
<b>Componentes</b>					
Ajudante de carpinteiro	h	44,70	0,074	R\$ 8,90	<b>R\$ 29,44</b>
Carpinteiro	h	44,70	0,297	R\$ 11,85	<b>R\$ 157,32</b>
Desmoldante de fôrmas para concreto	m	44,70	0,02	R\$ 14,68	<b>R\$ 13,12</b>
Prego com cabeça dupla 17x27 (compriemnto: 62,1 mm / diâmetro: 3 mm)	Kg	44,70	0,02	R\$ 12,55	<b>R\$ 11,22</b>
<b>Total s/ Taxa:</b>					R\$ 211,10
<b>Leis Sociais</b>					156,51% R\$ 292,30
<b>BDI:</b>					25,00% R\$ 52,78
<b>Total c/ Taxa:</b>					<b>R\$ 556,17</b>

Fonte: TCPO 14, 2015

ANEXO AM – Composição de preços para fôrmas de Lajes

<b>FÔRMA para vigas, com chapa compensada plastificada, e = 12 mm, pré-fabricada - DESMONTAGEM</b>	<b>Und.</b>	<b>Total (m²)</b>	<b>Consumo</b>	<b>Preço Unit. (R\$)</b>	<b>Preço Total (R\$)</b>
<b>Componentes</b>					
Ajudante de carpinteiro	h	44,70	0,032	R\$ 8,90	<b>R\$ 12,73</b>
Carpinteiro	h	44,70	0,127	R\$ 11,85	<b>R\$ 67,27</b>
<b>Total s/ Taxa:</b>					R\$ 80,00
<b>Leis Sociais</b>					156,51% R\$ 125,21
<b>BDI:</b>					25,00% R\$ 20,00
<b>Total c/ Taxa:</b>					<b>R\$ 225,21</b>

Fonte: TCPO 14, 2015

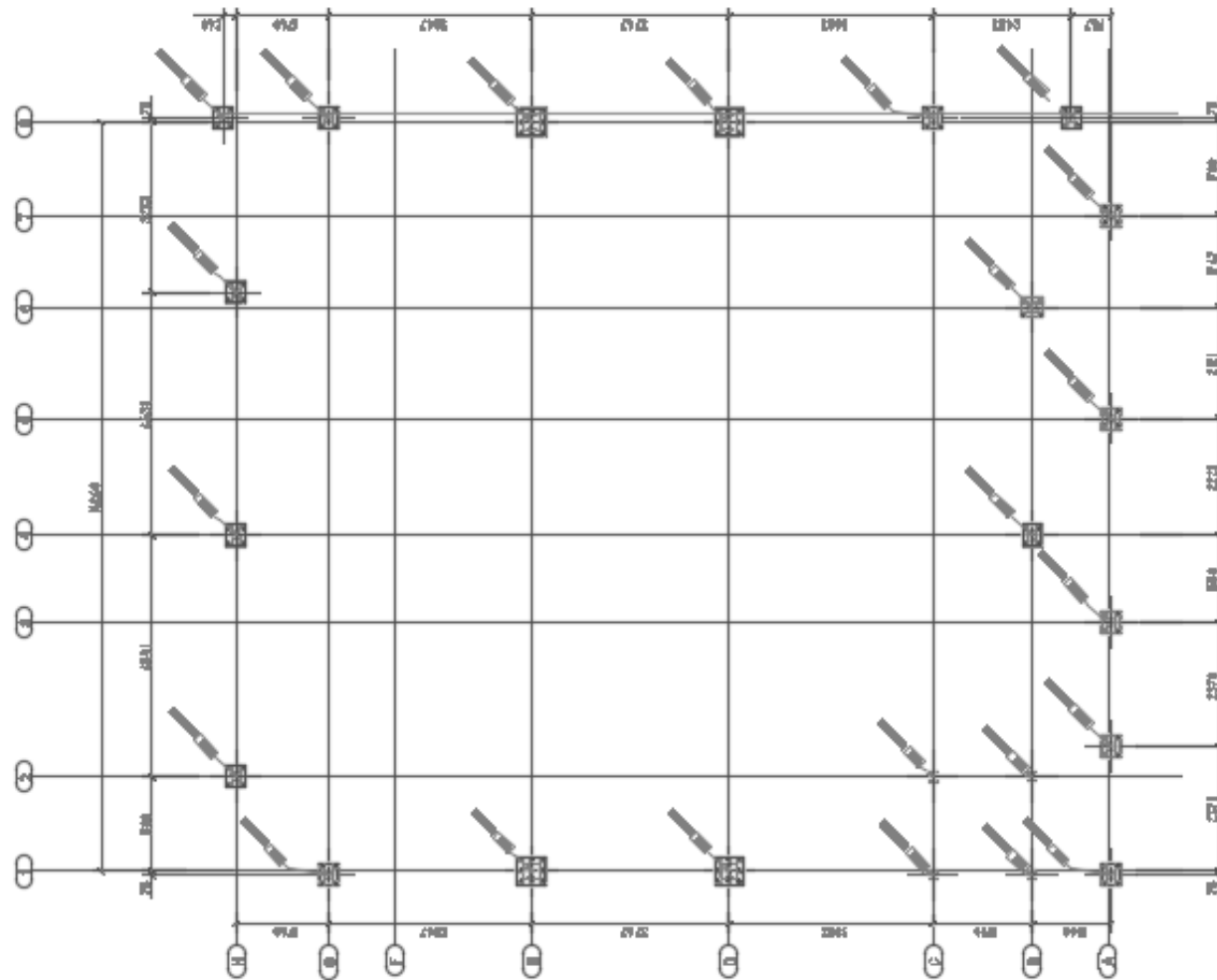
ANEXO AN – Composição de preços para fôrmas de Lajes

<b>Concreto preparado na obra, controle "B", brita 1, abatimento 8 ± 1 cm (fck = 25 Mpa)</b>	<b>Und.</b>	<b>Total (Kg)</b>	<b>Consumo</b>	<b>Preço Unit. (R\$)</b>	<b>Preço Total (R\$)</b>
<b>Componentes</b>			<b>ø 5 mm</b>		
Servente	h	29,30	6	R\$ 8,79	<b>R\$ 1.545,28</b>
Areia lavada tipo média	m³	29,30	0,578	R\$ 57,45	<b>R\$ 972,94</b>
Brita 1	m³	29,30	0,712	R\$ 50,00	<b>R\$ 1.043,08</b>
Cimento Portland CP-32	Kg	29,30	373	R\$ 0,38	<b>R\$ 4.152,98</b>
Betoneira, elétrica, potência 2hp (1,5 KW), capacidade 400 l - vida útil 10.000 h	h prod	29,30	0,306	R\$ 10,00	<b>R\$ 89,66</b>
<b>Total s/ Taxa:</b>					R\$ 7.803,94
<b>Leis Sociais</b>					156,51% R\$ 3.941,27
<b>BDI:</b>					25,00% R\$ 1.950,99
<b>Total c/ Taxa:</b>					<b>R\$ 13.696,19</b>

Fonte: TCPO 14, 2015



ANEXO AQ - Planta de estrutura metálica



ANEXO AR - Planta de estrutura em concreto armado

