

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE GOIÁS
Uni-ANHANGUERA CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

**ESTRUTURA DE AÇO E CONCRETO ARMADO EM RESIDÊNCIAS
UNIFAMILIARES EM GOIÂNIA**

JULLIER DIAS RIBEIRO
OZÉIAS GUTHYERE DE LACERDA

GOIÂNIA
Novembro/2019

JULLIER DIAS RIBEIRO
OZÉIAS GUTHYERE DE LACERDA

ESTRUTURA DE AÇO E CONCRETO ARMADO EM RESIDÊNCIAS
UNIFAMILIARES EM GOIÂNIA

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Centro Universitário de
Goiás - Uni-ANHANGUERA, sob a
orientação do Especialista Warley Dourado
Vianna.

GOIÂNIA
Novembro/2019

FOLHA DE APROVAÇÃO

JULLIER DIAS RIBEIRO
OZÉIAS GUTHYERE DE LACERDA

ESTRUTURA DE AÇO E CONCRETO ARMADO EM RESIDÊNCIAS UNIFAMILIARES
EM GOIÂNIA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à banca examinadora como requisito parcial para obtenção do Bacharelado em Engenharia Civil do Centro Universitário de Goiás - Uni-ANHANGUERA, defendido e aprovado em 22 de novembro de 2019 pela banca examinadora constituída por:

Prof. Esp. Warley Dourado Vianna
Orientador

Prof(a). Ms. Raquel Franco Bueno
Membro

Prof(a). Ms. Helena Bernardes Cortez
Membro

AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de agradecer:

A Deus por nos ter dado o dom da vida, sabedoria e a perseverança para realizar este trabalho, pela força nos momentos de angústia e desespero.

Aos nossos pais que sempre foram muito solícitos e prezaram a nossa educação.

Aos nossos familiares que acreditaram em nosso potencial e nunca nos negaram uma palavra de incentivo.

Ao Professor Especialista Warley Dourado Vianna, por ter aceitado o convite e ser nosso orientador, sem desistir e ao longo de nossa caminhada nos ajudar em cada passo desse trabalho final de curso.

A Professora Helena Bernardes Cortez por ter aceitado o nosso convite para ser membro da nossa banca de avaliação e por todos os seus ensinamentos durante as aulas.

Ao Centro Universitário de Goiás - Uni-ANHANGUERA por ter proporcionado um campo agradável para a graduação em Engenharia Civil.

Não fui eu que ordenei a você? Seja Forte e Corajoso! Não se apavore nem desanime, pois, o Senhor, o seu Deus, estará com você por onde você andar.

Josué 1,9.

RESUMO

O presente estudo visa realizar a comparação de um projeto de residência unifamiliar, situada em Goiânia - GO, dimensionada para estrutura metálica em relação a de concreto armado, a fim de relacionar custos do mercado atual utilizando a tabela SINAPI, para a comparação dos métodos construtivos. A estrutura metálica foi dimensionada através de softwares *Ftool* e *DimPerfil* considerando a norma ABNT NBR 8800/08, para o cálculo da estrutura em concreto armado foi utilizado o software *Eberick V8*, da empresa *AltoQi*, que fornece o dimensionamento das estruturas e o resumo de materiais que permite realizar o orçamento da estrutura. Ao ser avaliado o projeto de estrutura metálica em relação a estrutura de concreto armado o seu custo foi mais elevado com diferença de R\$9.889,40 (nove mil oitocentos e oitenta e nove reais e quarenta centavos). A economia em uma obra executada em estrutura metálica depende de algumas variáveis que devem ser bem analisadas para que haja um melhor custo-benefício na escolha do sistema construtivo, outro ponto analisado foi o tempo de execução, que dependendo da quantidade de unidades executadas poderia se tornar viável.

PALAVRAS-CHAVE: SINAPI. Metálica. Custos. Orçamento.

1 INTRODUÇÃO

O emprego de estruturas metálicas teve início no século XVIII revolucionando a engenharia civil, abrindo portas para métodos construtivos em aço. A primeira obra realizada foi a ponte sobre o rio *Severn* em *Coalbrookdale*, no ano de 1779 na Inglaterra, projetada para vencer um vão de 30 metros, planejada por Abraham Darby. No Brasil o uso do aço teve início no século XX, quando foi criada a Fábrica de Estruturas Metálicas, possibilitando a realização de edificações com uma mão de obra especializada, e foi concluída no ano de 1957. A primeira obra realizada em estrutura metálica no Brasil foi a Garagem América, uma edificação em estrutura metálica, com 16 andares na cidade de São Paulo (BELLEI; PINHO; PINHO, 2008).

O método construtivo em aço está ganhando espaço no mercado brasileiro, por possibilitar projetos mais arrojados se comparado com às demais estruturas. Apesar das vantagens do uso das estruturas metálicas, a utilização do concreto armado continua predominante, pois a mão de obra utilizada nos métodos tradicionais e o custo para execução do concreto armado é mais viável inicialmente em relação à estrutura em aço (FORTES; ARAÚJO; RODRIGUES, 2010).

O custo é somente um dos requisitos para o orçamento total de uma obra, outros fatores devem ser considerados para a tomada de decisão sobre qual método construtivo escolher. A estrutura metálica vai além de uma tecnologia propriamente voltada à estética ou obras de grande porte, podemos considerar como atrativos, a redução do tempo de obra, redução de uso de materiais e da mão de obra, garantindo segurança, diminuindo os riscos e aumentando a produtividade que são fatores preponderantes para o bom andamento de todo o segmento construtivo. Por isso, as empresas investem em novas tecnologias procurando custo-benefício preciso e obras mais seguras e viáveis (ROSSATTO, 2015).

No Brasil existe um déficit habitacional relativamente alto, por isso é de extrema importância o desenvolvimento de novas tecnologias na área da construção civil, proporcionando infraestruturas e habitações que geram conforto e segurança para seus moradores, não deixando de lado a fluidez da obra e minimizando os gastos para o seu desenvolvimento. Nesse contexto, uma possível solução é o uso de construção industrializada em grande escala, juntamente com o planejamento urbano e políticas públicas adequadas, lembrando sempre das preocupações ambientais (FILHA; COSTA; ROCHA, 2010).

Os desenvolvimentos dessas tecnologias estão ligados nos levantamentos iniciais das problemáticas existentes, de forma a analisar a complexidade dos desafios a serem vencidos.

Observando as estratégias de grandes empresas e fundos internacionais, podemos definir uma das prioridades, atender à população de baixa renda, usando técnicas rápidas e eficazes para minimizar os déficits históricos do país (FILHA; COSTA; ROCHA, 2010).

Este trabalho tem como objetivo comparar custos de uma residência unifamiliar executada em estrutura metálica e em concreto armado com base em uma planta baixa padrão, realizando o seu dimensionamento e estimando o custo da mão de obra e dos materiais utilizados tendendo viabilizar a utilização da estrutura em aço.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A elaboração do projeto arquitetônico da edificação padrão utilizada no presente trabalho, com área total de 53,90m², foi realizada no programa *AutoCad* versão para estudantes. Para embasar os cálculos foi utilizada a ABNT NBR 8800 – projeto de estruturas de aço e de estruturas mista de aço e concreto de edifícios, ABNT NBR 6118 - Projeto de estruturas de concreto – Procedimento e ABNT NBR 6120/2018 Cargas para o cálculo de estruturas de edificações, em posse dessas ferramentas serão dimensionadas as estruturas das residências em estrutura metálica e em concreto armado.

O software utilizado para dimensionamento das estruturas em concreto armado, foi *Eberick V8*, da empresa *AutoQI*, o qual utiliza as normas brasileiras vigentes, o software executa o dimensionamento da estrutura baseado no lançamento dos dados (vigas, pilares, lajes, etc.). O projetista lança o projeto arquitetônico no programa, ao executar ele confere a resistência de cada elemento, calcula as flechas das lajes e vigas, realiza os cálculos das armaduras e gera as plantas de formas. Por fim detalha cada elemento da estrutura, dispõe do resumo de materiais e o memorial de cálculo.

Para o dimensionamento das estruturas em aço, foram utilizados o *Dimperfil* e o *Ftool*, que utiliza as normas brasileiras vigentes para dar base em seus cálculos como a ABNT NBR 14762:2010 - Dimensionamento de estruturas de aço perfis formados a frio e ABNT NBR-6355 Perfis estruturais de aço formados a frio. O software fornece as dimensões e especificações das chapas a serem utilizadas nas estruturas, para resistir aos carregamentos. Ao executar o programa *Ftool* ele confere as cargas em cada elemento e dispõe do memorial de cálculo.

Após o dimensionamento procedeu-se ao orçamento dos materiais e da mão de obra nas duas tecnologias, esses dados foram calculados por meio da tabela SINAPI - Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil, que é uma fonte oficial de referência de valores de insumos e de custos de composições de serviços pelo Decreto 7983/2013, que normatiza e cria critérios para elaboração do orçamento de referência de obras e serviços na área da engenharia e pesquisas realizadas em empresas que fornecem materiais para construção em Goiânia.

Visando definir o cronograma da execução das duas estruturas levou-se em consideração a tabela disposta no livro Planejamento e Controle de Obras, do autor Aldo Dórea Mattos e para estrutura metálica será usado o coeficiente da tabela SINAPI, pois o conceito de uso de estrutura metálica é pouco difundido no Brasil, faltando materiais mais precisos para

essa finalidade. Assim foram analisados os dados obtidos das análises das situações propostas que embasará a conclusão da viabilidade ou não do uso da estrutura metálica, como uma solução para obras de habitações populares e concluindo se há vantagens nesta estrutura em aço.

O estudo foi baseado no dimensionamento de uma residência unifamiliar em estrutura metálica e em concreto armado, não levando em consideração as lajes, fundações e vigas baldrames para cálculo dos custos das estruturas, pois se tratando de uma residência pequena elas são praticamente iguais e não influenciaram em nosso estudo.

Para a estrutura em aço foi proporcionado um roteiro de cálculo de acordo com notas de aula, softwares (*Ftool* e *DimPerfil*) e normas técnicas (NBR-8800/2008 Projeto de Estruturas em Aço e de Estruturas Mistas de Aço e Concreto de Edifícios e NBR-6120/2017 Cargas para o Cálculo de estruturas de Edificações). A estrutura de concreto foi calculada por meio do software de cálculo *Eberick V8*, para estruturas em concreto armado, da empresa *AutoQI*. O projeto a ser dimensionado é uma residência de baixo custo, com projeto descritos na Figura 1 e nos apêndices A, B e C, contemplando a planta baixa, laje e os cortes A-A e B-B.

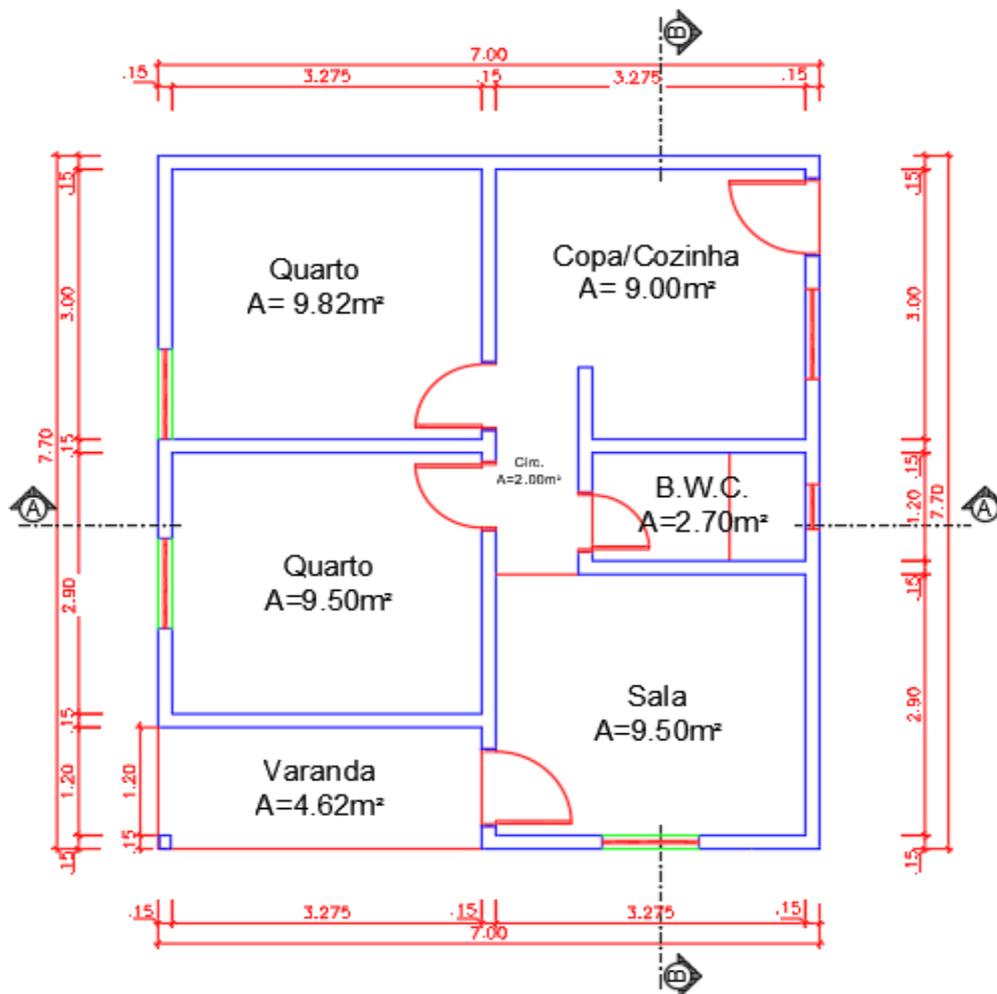


Figura 1: Planta Baixa de Residência Unifamiliar

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Dimensionamento da Estrutura em Aço

No dimensionamento dos elementos foram calculadas as cargas referentes à laje, às paredes, à caixa d'água, peso próprio e conforme as diretrizes da ABNT/NBR 6120 (2017), considerou-se as cargas acidentais e carga referente ao telhado. Assim calculando os resultados dos esforços nas vigas e pilares.

Somando todas as cargas da estrutura, encontrou-se as cargas totais atuantes em cada viga e com esses valores encontrados foram projetados os sistemas estáticos no *Ftool* para encontrar as reações que o perfil deverá suportar, na Tabela 1 encontra-se as cargas totais em vigas e pilares.

Tabela 1: Cargas Totais

CARGA NAS VIGAS		CARGA NOS PILARES	
Vigas	Carga Total (KN/m)	Pilar	Carga Total No Pilar(KN)
V1	6,57	P1	14,80
V2	6,57	P2	28,50
V3	11,03	P3	14,70
V4	11,42	P4	36,20
V5	3,18	P5	88,20
V6	3,57	P6	63,30
V7	6,31	P7	9,00
V8	2,20	P8	29,80
V9	19,91	P9	20,80
V10	3,78		
V11	6,69		
V12	2,20		

Para facilitar a compra do material e execução da estrutura separou-se as vigas em dois tipos, vigas internas e vigas externas. Assim, foi utilizado a carga mais crítica em cada tipo de viga e no pilar, dimensionando o perfil para o esforço referente a essa carga e adotou-se o perfil para as demais.

3.1.1 Vigas e Pilares Críticos

As vigas externas foram separadas por V1, V2, V5, V6, V7, V8, V11 e V12, as vigas internas V3, V4, V9 e V10, avaliando as cargas em cada trecho encontramos os seguintes valores: para vigas externas utilizamos a carga da viga V11 que é 6,69 KN/m, vigas internas V9 igual a 19,91 KN/m e para o pilar P5 igual a 88,20 KN.

3.1.2 Viga Interna – V9

O dimensionamento das vigas internas foi realizado através dos softwares, lançando a estrutura no *Ftool*, definindo as reações na estrutura, posteriormente as dimensões do perfil e o esforço máximo que ele suporta no *DimPerfil*, como mostram as Figuras 2, 3 e 4. O *DimPerfil* trabalha com perfis mais usuais no mercado, foi adotado sempre os valores superiores, mais próximos por questão de segurança.

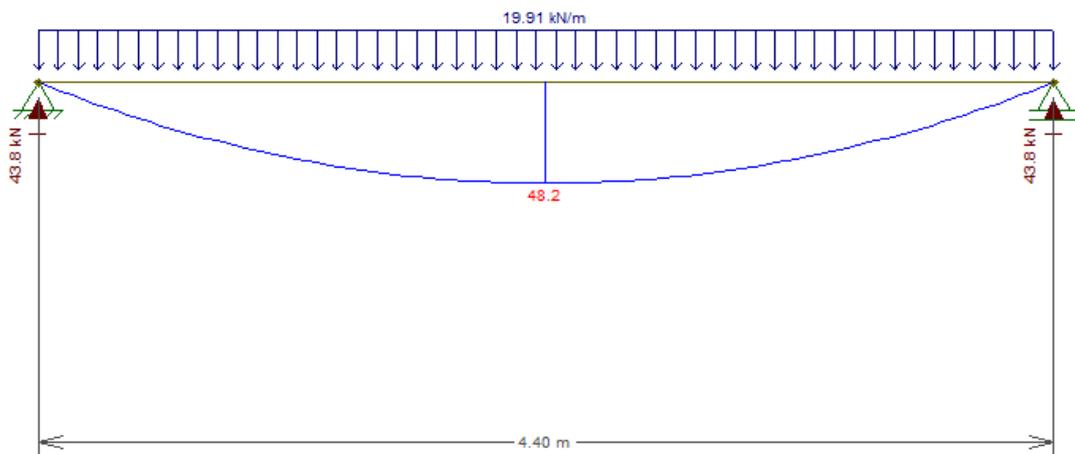


Figura 2: Esforços na Viga V9

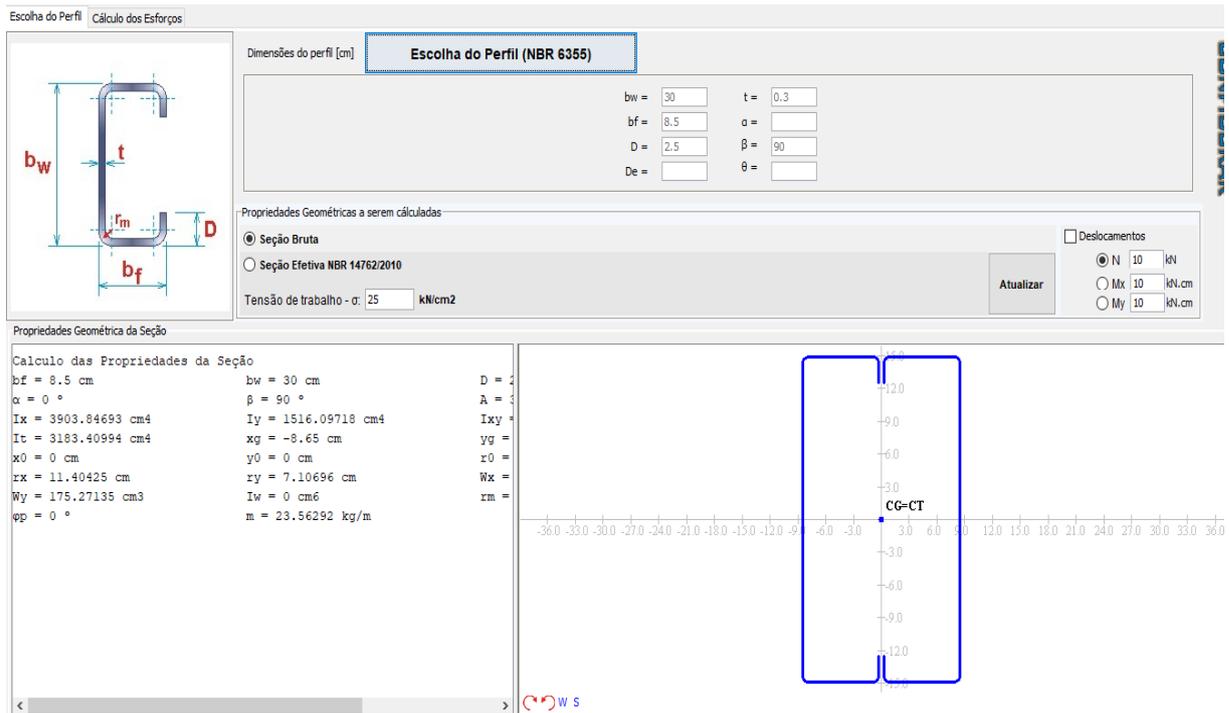


Figura 3: Perfil Adotado Para Vigas Internas

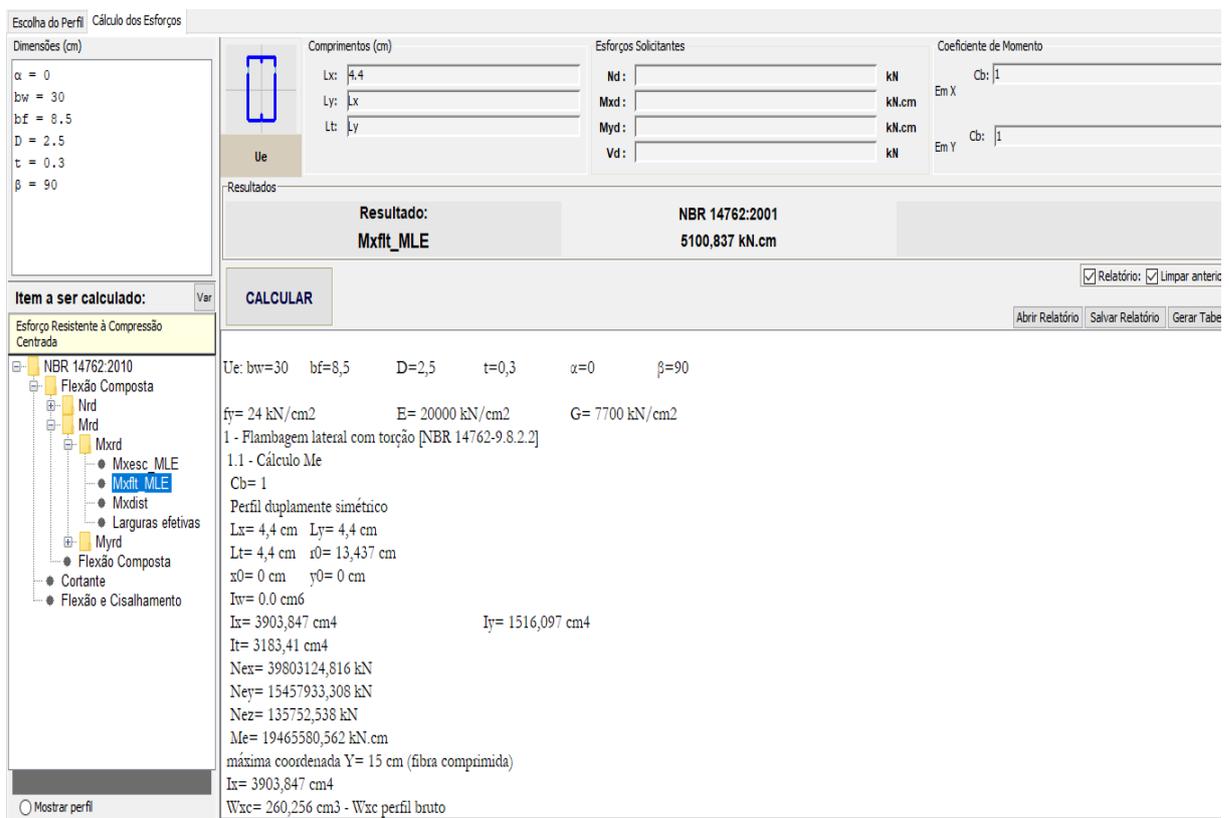


Figura 4: Momento máx. Suportado Pelo Perfil

3.1.3 Viga externa – V11

O dimensionamento da viga externa foi realizado através dos softwares, lançando a estrutura no *Ftool*, definindo as reações na estrutura, posteriormente as dimensões do perfil e o esforço máximo que ele suporta no *DimPerfil*, como mostram as Figuras 5, 6 e 7. O *DimPerfil* trabalha com perfis mais usuais no mercado, adotou-se sempre os valores superiores mais próximos por questão de segurança.

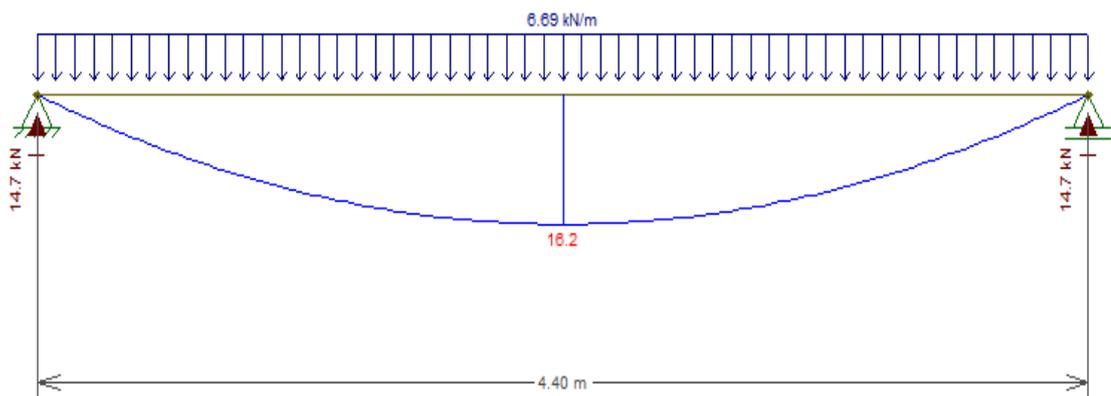


Figura 5: Esforços na Viga V11

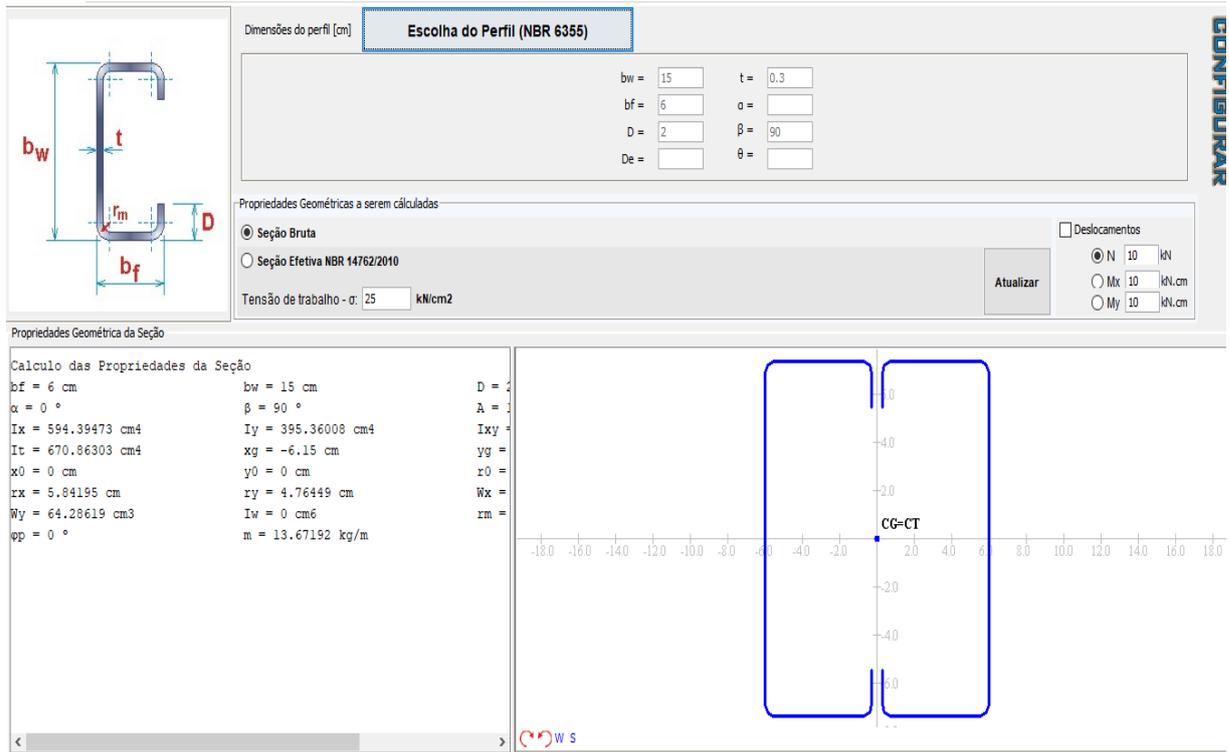


Figura 6: Perfil Adotado Para as Vigas Externas

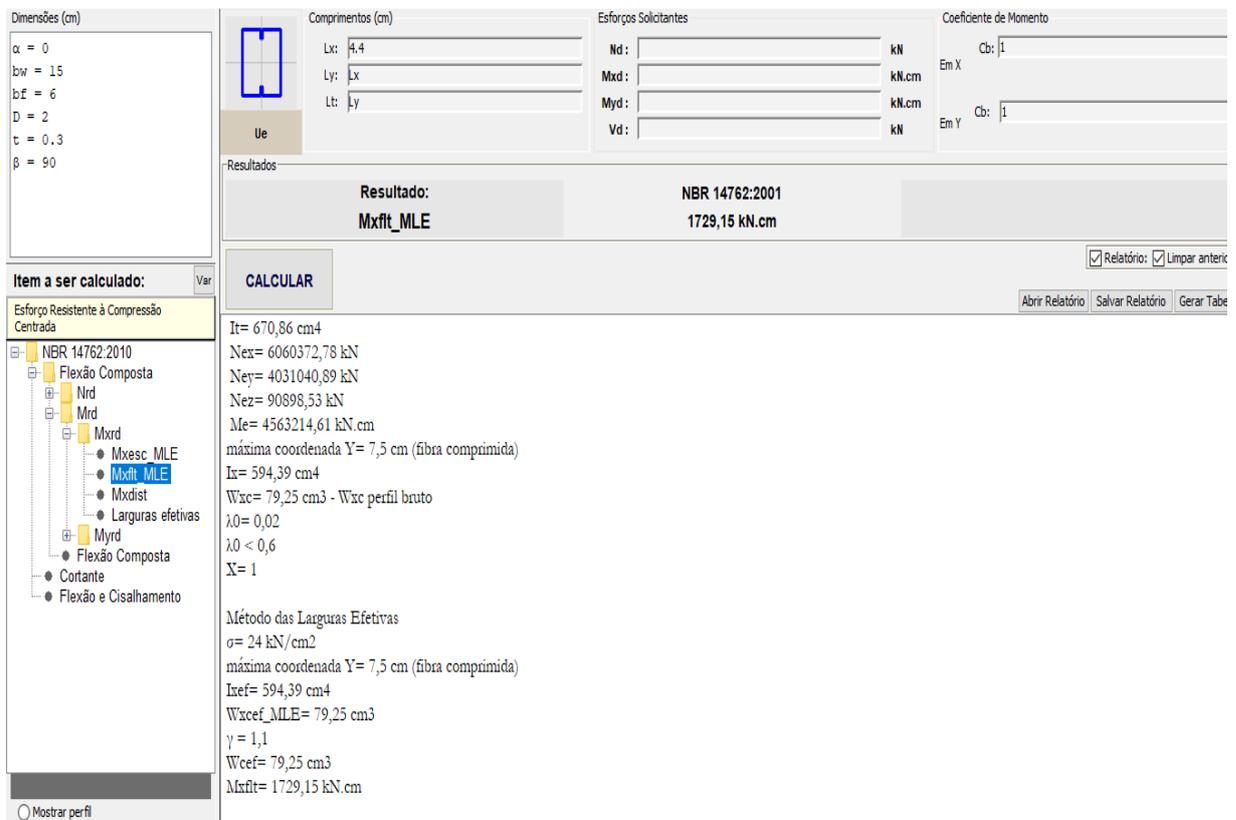


Figura 7: Momento máx. Suportado Pelo Perfil

3.1.4 Pilar – P5

O dimensionamento dos pilares foi realizado através dos softwares, lançando a estrutura no *Ftool* definindo as reações na estrutura, posteriormente as dimensões do perfil e o esforço máximo que ele suporta, utilizando o *DimPerfil*, como mostram as Figuras 8, 9 e 10. O *DimPerfil* trabalha com perfis mais usuais no mercado, foi adotado um perfil que ultrapassa o valor do esforço solicitado, porém são dimensões básicas para estrutura.

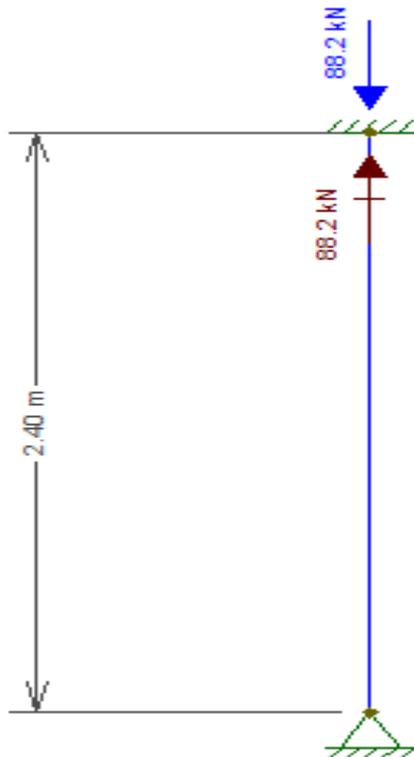


Figura 8: Esforços no Pilar P5

Escolha do Perfil (NBR 6355)

CONFIGURAR

Dimensões do perfil [cm]

bw =	15	t =	0.3
bf =	6	α =	
D =	2	β =	90
De =		θ =	

Propriedades Geométricas a serem calculadas

Seção Bruta Deslocamentos

Seção Efetiva NBR 14762/2010

Tensão de trabalho - σ : kN/cm² Atualizar

N 10 kN
 Mx 10 kN.cm
 My 10 kN.cm

Propriedades Geométrica da Seção

Calculo das Propriedades da Seção

bf = 6 cm	D = 2 cm	A = 17,416 cm ²
α = 0 °	β = 90 °	Ixy = 0 cm ⁴
Ix = 594,39473 cm ⁴	Iy = 395,36008 cm ⁴	Ixy = 0 cm ⁴
It = 670,86303 cm ⁴	xg = -6.15 cm	yg = 0 cm
x0 = 0 cm	y0 = 0 cm	r0 = 0 cm
rx = 5,84195 cm	ry = 4,76449 cm	Wx = 0 cm ³
Wy = 64,28619 cm ³	Iw = 0 cm ⁶	rm = 0 cm
ϕ = 0 °	m = 13,67192 kg/m	

Figura 9: Perfil Adotado Para os Pilares

Escolha do Perfil

Dimensões (cm)

α = 0
bw = 15
bf = 6
D = 2
t = 0.3
 β = 90

Comprimentos (cm)

Lx:
Ly:
Lt:

Esforços Solicitantes

Nd: kN
Mxd: kN.cm
Myd: kN.cm
Vd: kN

Coefficiente de Momento

Em X Cb:
Em Y Cb:

Resultado: NBR 14762:2001

Nc_MLE 327,846 kN

Relatório: Limpar anterior

Item a ser calculado:

Esforço Resistente à Compressão Centrada

- NBR 14762:2010
 - Flexão Composta
 - Nrd
 - Nt
 - Nc_MLE**
 - Ndist
 - Larguras efetivas
 - Mrd
 - Mxrd
 - Mxesc_MLE
 - Mxft_MLE
 - Mxdist
 - Larguras efetivas
 - Myrd
 - Flexão Composta
 - Cortante
 - Flexão e Cisalhamento

Mostrar perfil

Ue: bw=15 bf=6 D=2 t=0,3 α =0 β =90

f_y = 24 kN/cm² E = 20000 kN/cm² G = 7700 kN/cm²

1 - Flambagem da barra por flexão, por torção ou por flexo-torção [NBR 14762-9.7.2]

1.1 - Cálculo N_e

Lx = 2,4 cm Ly = 2,4 cm Lt = 2,4 cm
 $r_0 = 7,538$ cm $x_0 = 0$ cm $y_0 = 0$ cm
 Ix = 594,395 cm⁴ Iy = 395,36 cm⁴ It = 670,863 cm⁴
 Iw = 0 cm⁶ A = 17,416 cm²
 Nex = 20369586,296 kN
 Ney = 13548776,314 kN
 Nez = 90898,528 kN

Perfil duplamente simétrico ou simétrico em relação a um ponto [NBR14762 - 9.7.2.1]

Ne = 90898,528 kN
 $F_e = 5219,116$ kN/cm²
 flambagem por torção
 A = 17,416 cm²
 $\lambda_0 = 0,068$
 $\lambda = 0,998$
 $\sigma = 23,954$ kN/cm²

Figura 10: Compressão máx. Suportado Pelo Perfil

O valor do momento máximo da viga interna é igual 48,2 KN*m, para a viga externa 16,2 KN*m e para o pilar 88,2 KN, foi analisado no software *Dimperfil*, os perfis que atenderiam os esforços solicitados e posteriormente desenvolvido uma tabela com suas dimensões e dados de cada perfil.

3.2 Dimensionamento da Estrutura de Concreto Armado

Para o dimensionamento da estrutura de concreto armado utilizou-se o software *Eberick V8* da empresa *AutoQI*. Antes de executarmos o lançamento da estrutura, definimos alguns parâmetros para alimentar o programa como: concreto usinado com fck de 25 MPa, aço CA50 e CA60, lajes pré-moldadas e outros parâmetros conforme a NBR 6118/2014 Projeto de estruturas de concreto - Procedimento.

Iniciando o lançamento da estrutura no software foi levado em consideração as cargas de parede nas vigas externas, carga accidental, carga referente a caixa d'água, carga de revestimento e carga do telhado, alguns dados foram calculados e outros retirados da NBR 6120/2017 - Cargas para o cálculo de estruturas de edificações. A disposição dos pilares e vigas foram alterados para o projeto de concreto armado, porém sem modificar o arquitetônico, como se pode ver nas Figuras 11 e 12.

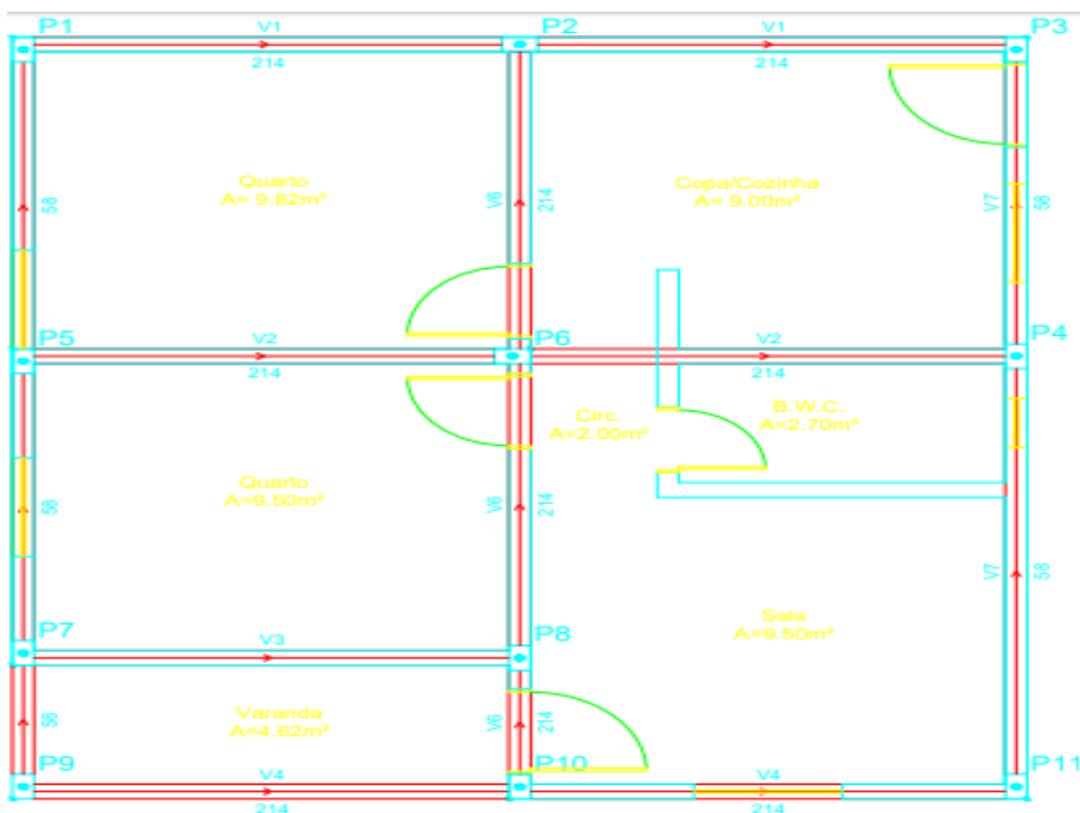


Figura 11: Projeto de Estrutura de Concreto Armado

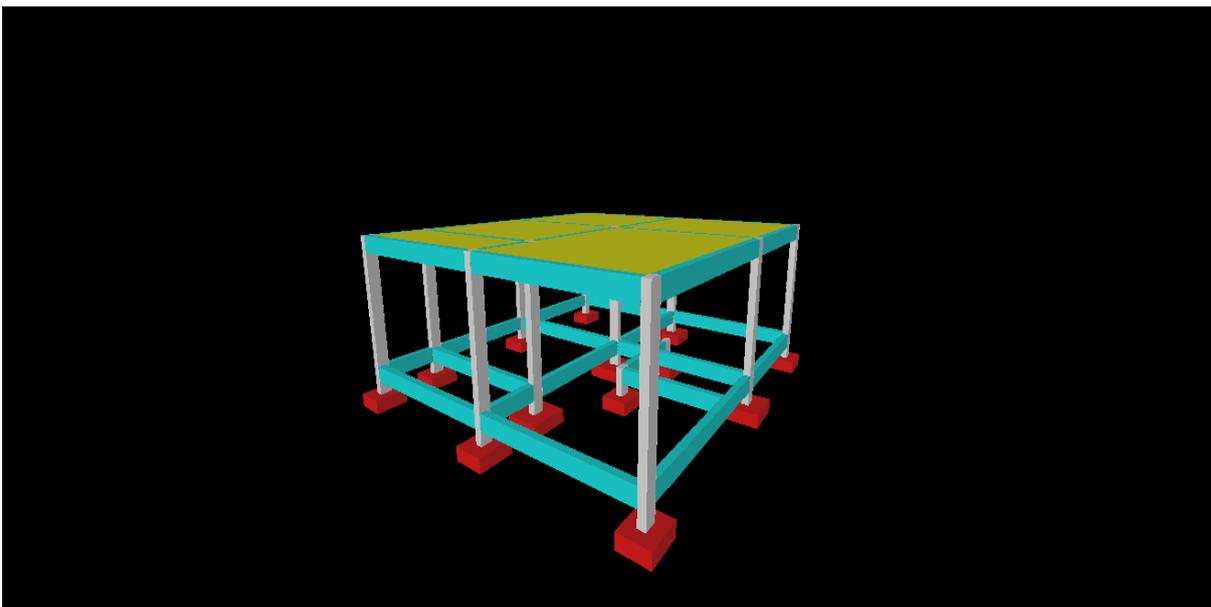


Figura 12: Projeto de Estrutura de Concreto Armado 3D

3.3 Orçamento da Estrutura Metálica

Todas as vigas e pilares encontram-se dimensionados, quantificados e os seus respectivos perfis estão relacionados na Tabela 2, a quantidade de barras foram dobradas, pois a estrutura foi projetada com perfil duplo. Essa relação forneceu uma quantidade total de aço utilizado de 1091,58 Kg.

Tabela 2: Dados das Vigas e Pilares

PERFIL U.E. DUPLO					
PEÇA	DIMENSÕES	COMPRIMENTO (m)	Kg/m	M. PARCIAL (Kg)	QUANTIDADE DE BARRAS (6m)
Vigas Internas	U.E. duplo 150x60x20x3,00	30	13,67	410,1	10,000
Vigas Externas	U.E. duplo 300x85x25x3,00	15	23,56	353,4	5,000
Pilares	U.E. duplo 150x60x20x3,00	24	13,67	328,08	8,000
				TOTAL	1091,58

Os perfis metálicos das vigas e pilares, foram orçados através dos valores composto por custo dos materiais e serviços diversos. Referente ao perfil “U” enrijecido, obtido na tabela SINAPI 09/2019 (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil) de GOIÁS – GO e o preço do Kg do perfil “U” enrijecido foi cotado em empresas goianas, considerando um coeficiente de 1,05 considerando uma perda de 5% do material, cujo o cálculo está demonstrado na Tabela 3.

Tabela 3: Cálculo do Valor Unitário

Composição	ESTRUTURA PARA PILAR METÁLICO - PERFIL DE CHAPA "U" ENRIJECIDO				Kg
REFERÊNCIA:	SINAPI 2019				
	Material	Unidade	Quant.	P. Unitario	P. Total
6391	ELETRODO REVESTIDO AWS - E7018, DIAMETRO IGUAL A 4,00 MM	m	0,234	20,19	4,72
40536	PERFIL "U" ENRIJECIDO DE AÇO GALVANIZADO, DOBRADO, 150 X 60 X 20 MM, E = 3,00 MM	Kg	1,05	5,6	5,88
Item	Equipamento / Mão de obra	Unidade	Quant.	P. Unitario	P. Total
88315	SERRALHEIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	h	0,12	20,56	2,47
88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	h	0,09	14,53	1,31
TOTAL DE MATERIAL >>>					10,60
TOTAL DE EQUIPAMENTO / MÃO OBRA >>>					3,77
TOTAL DO SERVIÇO >>>					14,38

Tabela 4: Cálculo Total da Estrutura

Estrutura	Custo Unitário (R\$/Kg)	M. Total (Kg)	Custo Total (R\$)
Estrutura Metálica	14,38	1091,58	15.696,92

3.4 Cronograma da Estrutura Metálica

O cronograma foi elaborado pelo coeficiente da tabela SINAPI, assim encontrando a produtividade de uma equipe (2 serralheiros e 2 ajudantes), com a mesma quantidade de profissionais que a tabela da estrutura de concreto, o total de dias trabalhados é dado por massa total da estrutura metálica dividido pela produtividade por dia, sendo o dia trabalhado igual a oito horas, conforme Tabela 5 e cronograma da execução da estrutura na Figura 13.

Tabela 5: Cálculo da produtividade

CÁLCULO TOTAL DA PRODUTIVIDADE DA ESTRUTURA METÁLICA				
Estrutura	Equipe	Coefficiente	Produtividade (Kg/h)	Total dias Trabalhado
Pilar	2S+2A	0,06	16,67	2,46
Viga	2S+2A	0,06	16,67	5,73
TOTAL				8,19

<i>Company Construtora</i>		Cronograma																											
ITEM	DESCRIÇÃO	Fevereiro																											
01	PILAR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
1.1	Perfil "U" enrijecido duplo	■	■																										
02	VIGAS																												
2.1	Perfil "U" enrijecido duplo				■	■	■	■	■																				

Figura 13: Cronograma de Estrutura Metálica

3.5 Orçamento da Estrutura de Concreto armado

Foi gerado pelo programa todas as dimensões dos pilares e vigas em concreto armado e quantidade de aço utilizado. Para o orçamento dos materiais utilizados foram pesquisadas empresas goianas e o custo da mão de obra pesquisando com profissionais de cada área, por fim gerando um orçamento, conforme Figura 14.

PLANILHA ORÇAMENTÁRIA												
ITEM	DESCRIÇÃO	UN.	QUANT.	PREÇO UNITÁRIO (R\$)					PREÇO TOTAL (R\$)			
				MAT.	Produtividade / horas	Equipe básica	Tempo execução	MO	TOTAL	MAT.	MO	TOTAL
01	VIGAS	m³	1,00	340,59				90,12	430,71	2.202,98	1.492,88	3.695,85
1.1	Concreto 25 MPA	m³	2,26	315,00	2,25	2p+2s	1,00	60,00	375,00	711,90	135,60	847,50
1.2	Área de Forma	m²	37,30	21,00	0,63	1c+1a	59,21	28,12	49,12	783,30	1.048,88	1.832,18
1.3	Armação	kg	154,20	4,59	18,75	1f+1a	8,22	2,00	6,59	707,78	308,40	1.016,18
02	PILARES	m³	1,00	340,59				82,00	422,59	1.364,46	747,20	2.111,66
2.1	Concreto 25 MPA	m³	0,99	315,00	2,25	2p+2s	0,44	60,00	375,00	311,85	59,40	371,25
2.2	Área de Forma	m²	21,12	21,00	2,38	2c+2a	8,87	20,00	41,00	443,52	422,40	865,92
2.3	Armação	m³	132,70	4,59	18,75	1f+1a	7,08	2,00	6,59	609,09	265,40	874,49
I	CUSTO TOTAL DA OBRA									3.567,44	2.240,08	5.807,52
II	CUSTO GERAL POR M²									61%	39%	118,52

Figura 14: Orçamento de Estrutura de Concreto

4 CONCLUSÃO

O referente estudo, baseando-se em uma residência unifamiliar, em Goiânia - GO, através do dimensionamento em estrutura de concreto armado e dimensionamento em estrutura metálica, em conformidade com os cálculos de custos referente a mão de obra e da própria estrutura, apresentados nos itens 3.2, 3.3, 3.4 e 3.5, comprovou em termos financeiros, o elevado custo da utilização da estrutura metálica em relação a estrutura de concreto armado, em um percentual de 270,30% aproximadamente, transformando em valores, traz um aumento no custo de R\$9.889,40 (nove mil oitocentos e oitenta e nove reais e quarenta centavos), valores calculados com base na Tabela SINAPI/2019 – GO e média de mercado de Goiânia - GO, vigentes em Setembro de 2019. Segundo fator analisado foi o cronograma de execução da estrutura onde, se destacou a agilidade da execução da estrutura metálica em relação a estrutura de concreto armado, em um percentual de 425%, transformando em dias, traz uma economia de 26 dias (vinte e seis dias trabalhados), valores calculados com base na Tabela SINAPI/2019 – GO e cronograma baseado na tabela Índice/produtividades de serviços de edificações, do livro Planejamento e Controle de Obras do autor Aldo Dórea Mattos.

Demonstrou-se que a residência unifamiliar com o modelo arquitetônico semelhante para as duas estruturas, apresenta diferenças de custo significativo. Analisando os resultados fica comprovado que o sistema de estruturas de concreto armado, em relação a estruturas metálica, é mais econômico em questão de custo benefício. O aço agiliza bastante o tempo de execução da estrutura, elimina o desperdício de materiais, tempo de cura de concreto, os riscos de acidentes decorridos na montagem e desmontagem das formas para a concretagem. Porém seu custo é um dos parâmetros que pesa em nossa avaliação, então para viabilizar a utilização da estrutura metálica em residência unifamiliar teria que executar um estudo mais aprofundado, abordando outras variáveis como: tempo de retorno do capital investido, quantidade de unidades a serem executadas, tempo disponível para execução do projeto.

REFERÊNCIAS

ALTOQUI EBERICK V9. **Tutorial de utilização**. 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (RJ). **Projeto de Estruturas de Concreto – Procedimento**: NBR 6118/2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (RJ). **Cargas para o Cálculo de Estruturas de Edificações – Procedimento**: NBR 6120/2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (RJ). **Projeto e Execução de Estruturas de Aço em Edifícios – Procedimento**: NBR 8800/2008.

AUTOCAD 2018. **Autodesk**.

BELLEI, Ildony H.; PINHO, Fernando O.; PINHO, Mauro O. **Edifícios de Múltiplos Andares em Aço**. 2ª edição. São Paulo. Pini, 2008.

CIVIL, Sistema Nacional de Pesquisa e Custos e Índices da Construção. **SINAPI**. 2019. Disponível em: <<http://www.caixa.gov.br/poder-publico/apoio-poder-publico/sinapi/Paginas/default.aspx>>. Acesso em: 09 jun. 2019.

DimPerfil 4.0. 2019.

FILHA, Dulce C. M.; COSTA, Ana C. R. Da; ROCHA, Érico R. P. Da. **Perspectivas e desafios para inovar na construção civil**. Bndes-biblioteca digital, Brasil, v. 1, n. 31, p.111-222, mar. 2010. Disponível em: <<https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home>>. Acesso em: 24 mar. 2019.

FORTES, Bernardo A. Couto; ARAÚJO, Ernani Carlos De; RODRIGUES, Francisco Carlos. Os desafios e oportunidades do aço na habitação em série. **Construção metálica o aço na construção em série**, São Paulo, v. 1, n. 97, p. 10-21, jan./dez. 2010.

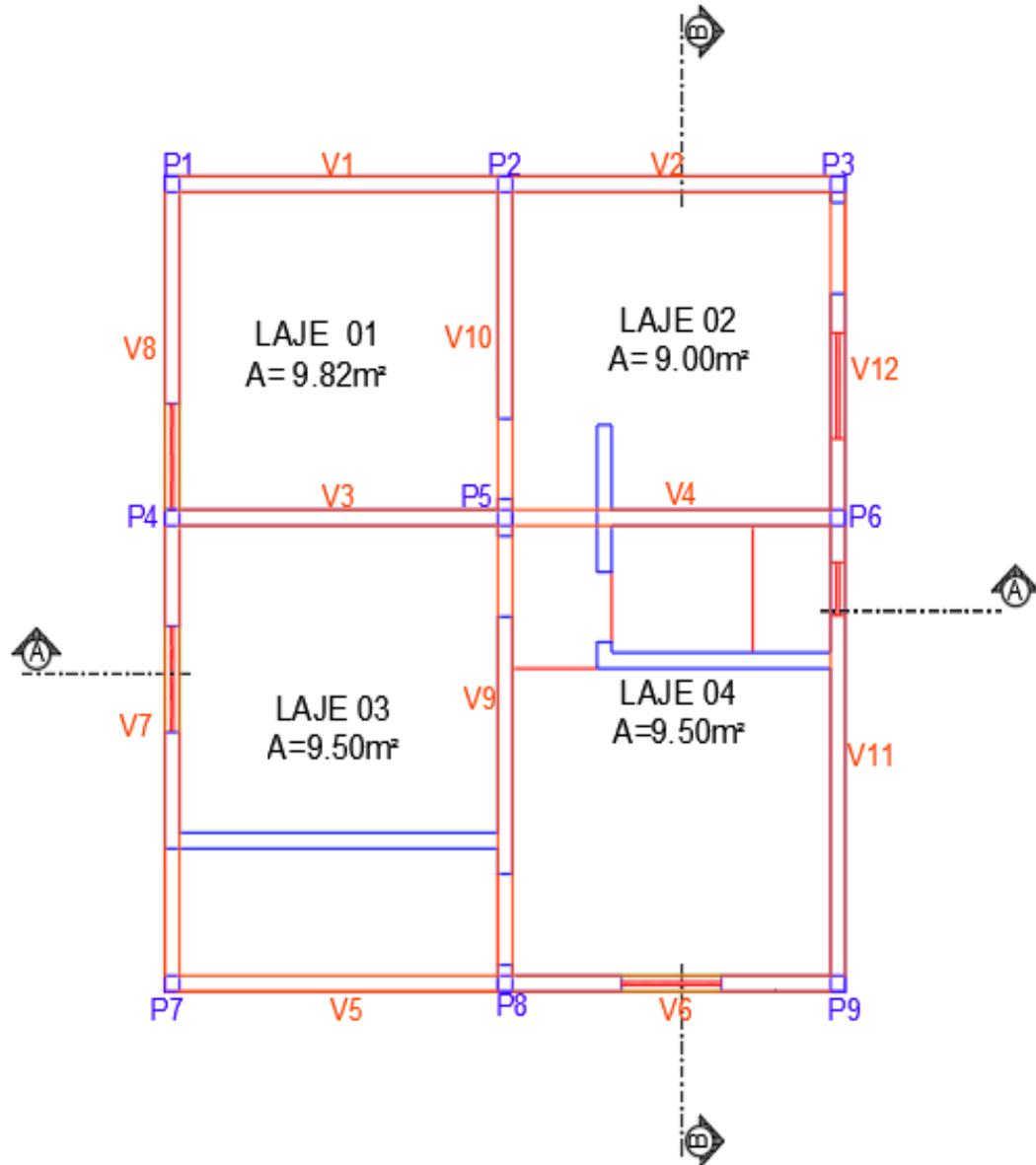
Ftool. <<https://www.ftool.com.br/Ftool/2019>>.

MATOS, Aldo Dórea. **Planejamento e Controle de Obras**. São Paulo: Pini, 2010. 426 p

PAULA, Jefferson de; **Estrutura metálica é aposta na construção**. CBCA- Centro Brasileiro da Construção do Aço. 2015. Disponível em: <<http://www.cbca-acobrasil.org.br/site/noticias-detalhes.php?cod=7072>>. Acesso em: 16 de fev. 2019

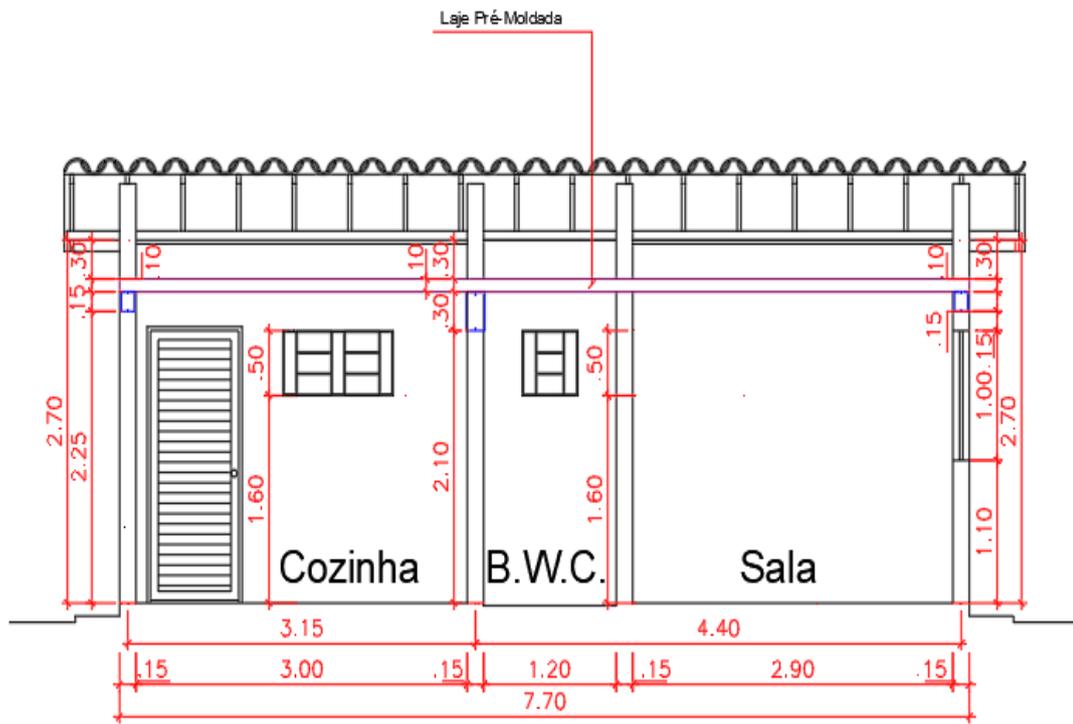
APÊNDICES

APÊNDICE A. Planta da Laje Residência Unifamiliar



APÊNDICE B. Vista do Corte A-A

APÊNDICE C. Vista do Corte B-B



CORTE B-B

ESTRUTURA DE AÇO E CONCRETO ARMADO EM RESIDÊNCIAS UNIFAMILIARES EM GOIÂNIA

RIBEIRO, Jullier Dias¹; LACERDA, Ozéias Guthyere² e VIANNA, Warley Dourado³

¹Estudante do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário de Goiás – Uni- ANHANGUERA.

³Professor Orientador Esp. do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário de Goiás – UniANHANGUERA.

O presente estudo visa realizar a comparação de um projeto de residência unifamiliar, situada em Goiânia - GO, dimensionada para estrutura metálica em relação a de concreto armado, a fim de relacionar custos do mercado atual utilizando a tabela SINAPI, para a comparação dos métodos construtivos. A estrutura metálica foi dimensionada através de softwares *Ftool* e *DimPerfil* considerando a norma ABNT NBR 8800/08, para o cálculo da estrutura em concreto armado foi utilizado o software *Eberick V8*, da empresa *AltoQi*, que fornece o dimensionamento das estruturas e o resumo de materiais que permite realizar o orçamento da estrutura. Ao ser avaliado o projeto de estrutura metálica em relação a estrutura de concreto armado o seu custo foi mais elevado com diferença de R\$9.889,40 (nove mil oitocentos e oitenta e nove reais e quarenta centavos). A economia em uma obra executada em estrutura metálica depende de algumas variáveis que devem ser bem analisadas para que haja um melhor custo-benefício na escolha do sistema construtivo, outro ponto analisado foi o tempo de execução, que dependendo da quantidade de unidades executadas poderia se tornar viável.

PALAVRAS-CHAVE: SINAPI. Metálica. Custos. Orçamento.