



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL
DISCIPLINA: ESTÁGIO SUPERVISIONADO
PROFESSOR ORIENTADOR: JOSE BEZERRA DA SILVA
DOSCENTE: MÁRIO CÉSAR DOS REIS RIBEIRO

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO

Campina Grande, Abril de 2014



Biblioteca Setorial do CDSA. Junho de 2021.

Sumé - PB

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL
DISCIPLINA: ESTÁGIO SUPERVISIONADO
PROFESSOR ORIENTADOR: JOSE BEZERRA DA SILVA
DOSCENTE: MÁRIO CÉSAR DOS REIS RIBEIRO
MATRÍCULA: 108210233

NOTA: 8,0 (oit)

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO

Relatório de estágio supervisionado, parte
constituente da avaliação da Universidade
Federal de Campina Grande para obtenção do
grau de Bacharel em Engenharia Civil.



Supervisor – Eng. Romney Gomes Silva



Orientador – Prof. Jose Bezerra da Silva

Estagiário – Mário César dos Reis Ribeiro

Campina Grande, Abril de 2014.

APRESENTAÇÃO

Este trabalho detalha as informações das atividades desenvolvidas no estágio supervisionado do aluno Mário César dos Reis Ribeiro, documento exigido pela Universidade Federal de Campina Grande para a conclusão do curso de Graduação em Engenharia Civil.

As atividades ocorreram no período de 13/Outubro/2013 a 11/Abril/2014, com duração de 25 horas semanais, totalizando mais de 240 horas, durante o período letivo 2013.2.

O estágio foi realizado em parceria com a empresa Vão Livre, Indústria e construções, na própria sede da empresa, situados na Rua Júlia Eulália, S/n – Distrito industrial de queimadas – PB, tendo como coordenador de atividades e supervisor do estágio o engenheiro Romney Gomes Silva.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	4
LISTA DE FIGURAS	6
AGRADECIMENTOS	6
1.0. INTRODUÇÃO	7
2.0. OBJETIVO	8
3.0. APRESENTAÇÃO DO SOFTWARE	9
4.0. ATIVIDADES REALIZADAS	11
4.1. ESTUDO E LOCAÇÃO DA ESTRUTURA	11
4.2. MODELO ESTRUTURAL	17
4.2.1 CARREGAMENTOS	19
4.3 VERIFICAÇÕES DA ESTRUTURA	19
4.3.1 Vigas secundarias	20
4.3.2 Vigas Principais	22
4.3.3 Pilares	23
4.4 LANÇAMENTO FINAL DA ESTRUTURA	25
4.5 CALCULO DE VIGA MISTA	27
4.6 CALCULO DE LIGAÇÕES	30
4.7 FINALIZAÇÃO DO MODELO	35
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	36

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Interface de usuário do robot	10
Figura 2 - Planta de coberta	12
Figura 3 - Planta baixa 1 Pavimento.....	13
Figura 4 - Planta baixa 2 pavimento, Mezanino.....	14
Figura 5 - Planta baixa pavimento tipo	15
Figura 6 - Locação das bases.	16
Figura 7 - Vigas mezanino 1 pavimento	17
Figura 8 - Vigas do Pavimento tipo (x3)	17
Figura 9 – Pilares	18
Figura 10 - Vista isométrica da estrutura	18
Figura 11 - Momento em y (eixo da peça) das vigas secundarias.....	20
Figura 12 - Verificação da viga 35 para o estado limite ultimo.....	21
Figura 13 - Verificação da viga 35 para o estado limite de serviço.....	21
Figura 14 - Momento em y (eixo das peças) das vigas principais	22
Figura 15 - Verificação da viga 74 para estado limite ultimo.....	22
Figura 16 - Verificação da viga 74 para o estado limite de serviço.....	23
Figura 17 - Carga de compressão Fx no pilar de elementos 6 e 24	24
Figura 18 - Verificação do elemento 6	24
Figura 19 - Verificação do elemento 24	25
Figura 20 - Vista da estrutura após compatibilização	26
Figura 21 - Compatibilização estrutura – arquitetura.....	27
Figura 22 - Vigas mistas: transferência de cisalhamento na interface viga-laje.....	28
Figura 23 – Viga e pilar utilizados para o calculo da ligação	31
Figura 24 - Vistas e parâmetros geométricos da ligação	31

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter nos criado e ter me abençoado com a minha família e saúde para que eu tenha a oportunidade de estar realizando o sonho de concluir o curso de engenharia civil.

A minha querida mãe, Sueli dos Reis Ferreira, a quem tudo devo, por ter me educado e ter sido minha primeira professora, com quem aprende as coisas mais importantes, e que fez todos os esforços possíveis e impossíveis para que eu tivesse a condição de entrar e de chegar a concluir este curso.

Aos meus amigos que me deram forças sempre e dividiram comigo os momentos de felicidades e tristezas sempre com alegria e motivação.

Enfim, agradeço a todos os professores e mestres que contribuíram na minha vida acadêmica e para o enriquecimento da minha formação profissional assim como aos meus amigos e companheiros de curso que dividiram os sucessos e fracassos ao longo desta segunda escola que é a universidade. O aprendizado foi bom, e que em algum tempo, se possa recompensar, ajudando outro futuro profissional da área de engenharia civil.

1.0. INTRODUÇÃO

A aplicação prática dos conhecimentos teóricos obtidos durante o curso, o estágio possibilita o aprendizado de novos conhecimentos, em especial os que tratam da gerência, coordenação e desenvolvimento de projetos. Atividades como locação e cálculo preliminar de estruturas, levantamento quantitativo do peso de estruturas, cálculo de ligações e detalhamento de estruturas metálicas, visando a soluções para esses problemas da melhor forma técnica.

No estágio relatado neste documento, todas essas atividades foram executadas pelo aluno, que foi assistido adequadamente pelo supervisor. Coube ao aluno o desenvolvimento de projetos preliminares para o orçamento de estruturas, para que fossem compartilhados com os superiores e estudados, chegando assim as melhores soluções conjuntamente. Todas essas atividades estão descritas nesse relatório.

Tratou-se da locação e cálculos estruturais de diversas obras, como galpões em estruturas treliçada, galpões com estruturas em perfil, edifícios de múltiplos andares destinados a faculdades, estacionamentos, shoppings e etc. Chegando através do cálculo ao peso da estrutura, área de pintura, e detalhes típicos de ligações que fornecem a base de dados para a apresentação de um orçamento pela a estrutura, em alguns casos a obra orçada foi construída tomando como base o projeto realizado inicialmente pelo docente.

O trabalho apresentara uma explanação sobreuma obra exemplar demonstrando o fluxo de trabalho dès da chegada do projeto arquitetônico ate a fabricação das peças estruturais, acompanhando algumas imagens para melhor entendimento.

2.0. OBJETIVO

Descrever as atividades realizadas pelo estagiário Mário César dos Reis Ribeiro no desenvolvimento de projetos e orçamentos para estruturas metálicas fornecidas pela Vão Livre S/A, Distrito industrial de queimadas – PB. Apresentar o Software utilizado, métodos de calculo, situações enfrentadas no dia a dia do estágio e soluções encontradas para os problemas de ordem técnica.

- Aplicação, dos conhecimentos teóricos adquiridos no curso até o momento na prática;
- Aquisição de novos conhecimentos gerais e termos utilizados no cotidiano da engenharia civil;
- Desenvolver a capacidade de analisar e solucionar possíveis problemas que possam vir a surgir no decorrer das atividades;
- Promover e desenvolver um bom relacionamento profissional com as pessoas envolvidas no trabalho.

3.0. APRESENTAÇÃO DO SOFTWARE

O Software RobotStructuralAnalysis Professional, distribuído pela AUTODESK, é um software para simulação avançada de construções, oferecendo aos engenheiros estruturais recursos avançados de análise e simulação de construções para estruturas grandes e complexas. O software oferece um fluxo de trabalho fácil, possibilitando que os engenheiros realizem com mais agilidade a simulação e análise de diversas estruturas.

Robot é um pacote abrangente e versátil originalmente construído para preencher um vazio na engenharia estrutural do fluxo de trabalho BIM. Suas capacidades de ligação bidirecional permitem que a documentação adequada de construção possa ser atualizada, precisa e completa com pouco esforço. A capacidade bidirecional é único e extremamente útil, mas não é a única atenuação importante do software. Por exemplo, ele é poderoso, mas fácil de usar para qualquer coisa, desde uma análise estática linear simples de uma análise terremoto dinâmica altamente complexa. Um número de análises não lineares podem ser considerados, que incluem, mas, não estão limitados a:

- Análise P-Delta
- Membros tração / compressão e suportes
- Cabos
- Dobradiças de plástico

Antecipando o uso internacional do produto, os designers incluíram vários códigos e até mesmo diferentes formas e materiais disponíveis em todo o mundo. Eles incluíram 60 bancos de dados de materiais e seções transversais, bem como 70 códigos de projeto integrados para vários países. Isso permite que os engenheiros possam trabalhar com formas específicas de cada país, unidades, e até códigos específico do país. Robot inclui também 40 códigos internacionais do aço e 30 códigos de concreto armado. O software também é poliglota, proporcionando 8 línguas diferentes.

A figura a seguir mostra uma visão geral da interface do usuário do RobotStructuralAnalysis Professional ou RSA.

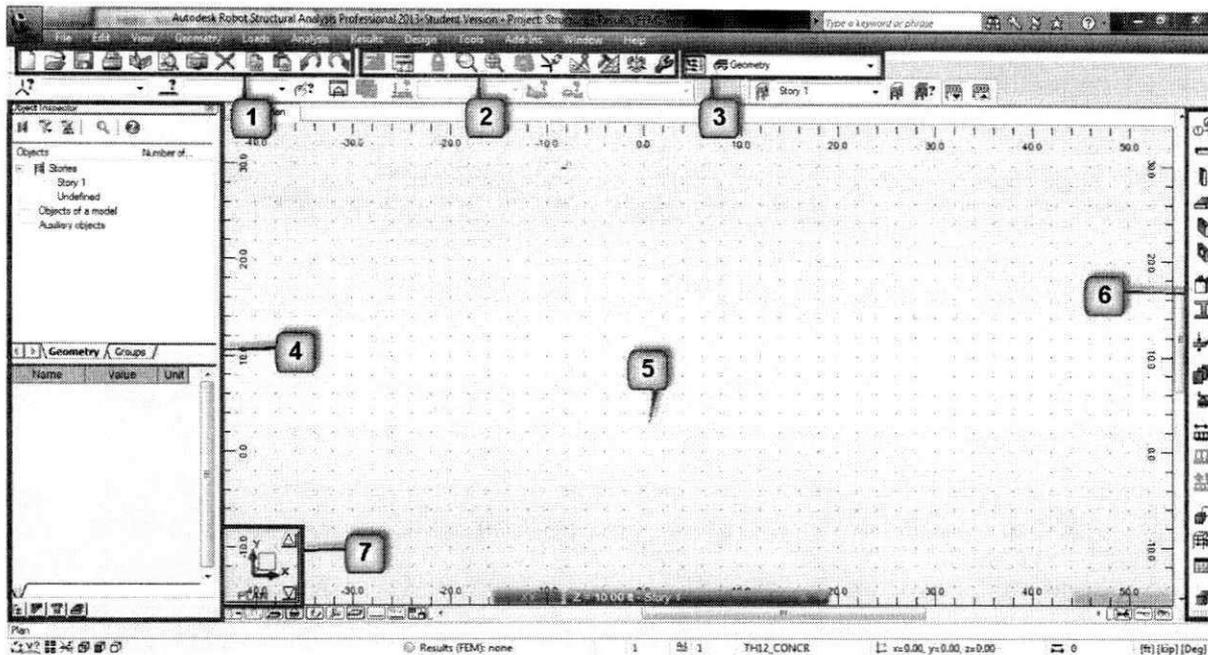


Figura 1- Interface de usuário do robot

A interface do utilizador é a seguinte (a partir da Figura 1):

1. **Barra de Ferramentas Padrão** - Esta barra de ferramentas é comum a maioria dos softwares e inclui atalhos para ferramentas não relacionadas à modelagem ou análise, tais como imprimir, salvar, desfazer, etc
2. **Barra de Ferramentas** - Esta barra de ferramentas fornece atalhos para as ferramentas que permitem ao usuário navegar visualizações, editar e ver os cálculos.
3. **Disposição Sistema** - Projetado para ter um novo usuário através de um modelo do início ao fim, ao abrir as janelas pré-definidas para diferentes tarefas.
4. **Object Inspector** - Usado para gerenciar os diferentes elementos estruturais colocadas no modelo.
5. **Gráfico Viewer / editor** - Este espaço de modelagem é que o modelo atual de elementos finitos é criado e editado, bem como onde certos resultados e diagramas são exibidos.
6. **Estrutura Modelo Barra de Ferramentas** - Esta barra de ferramentas fornece uma série de ferramentas de modelagem mais comuns e elementos para que o usuário defina o seu modelo.
7. **View Manager** - Permite que o usuário manobre entre os planos de trabalho e mudança de 2D para 3D.

FONTE: <<http://autodesk.com/>>, acessado em 27 de fevereiro de 2014.

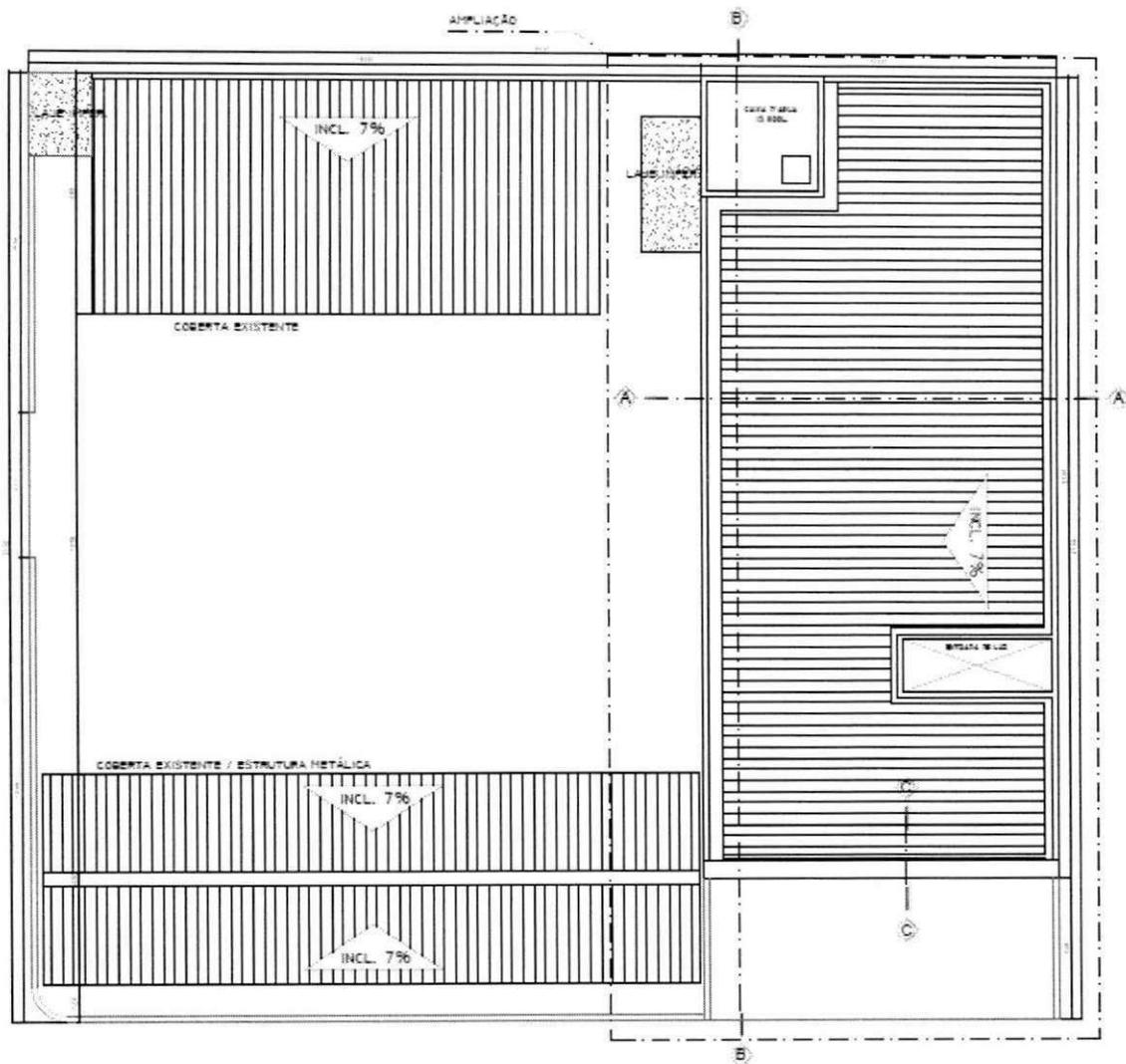
4.0. ATIVIDADES REALIZADAS

4.1. ESTUDO E LOCAÇÃO DA ESTRUTURA

Trata-se da obra de construção de ampliação de um edifício comercial. A construção está localizada na cidade de Campina Grande, no Estado da Paraíba. A edificação está estruturada em uma frente com dimensão de 10,00 metros e a outra dimensão com 22,60 metros. Predomina os módulos de 10 metros x 4,8 metros.

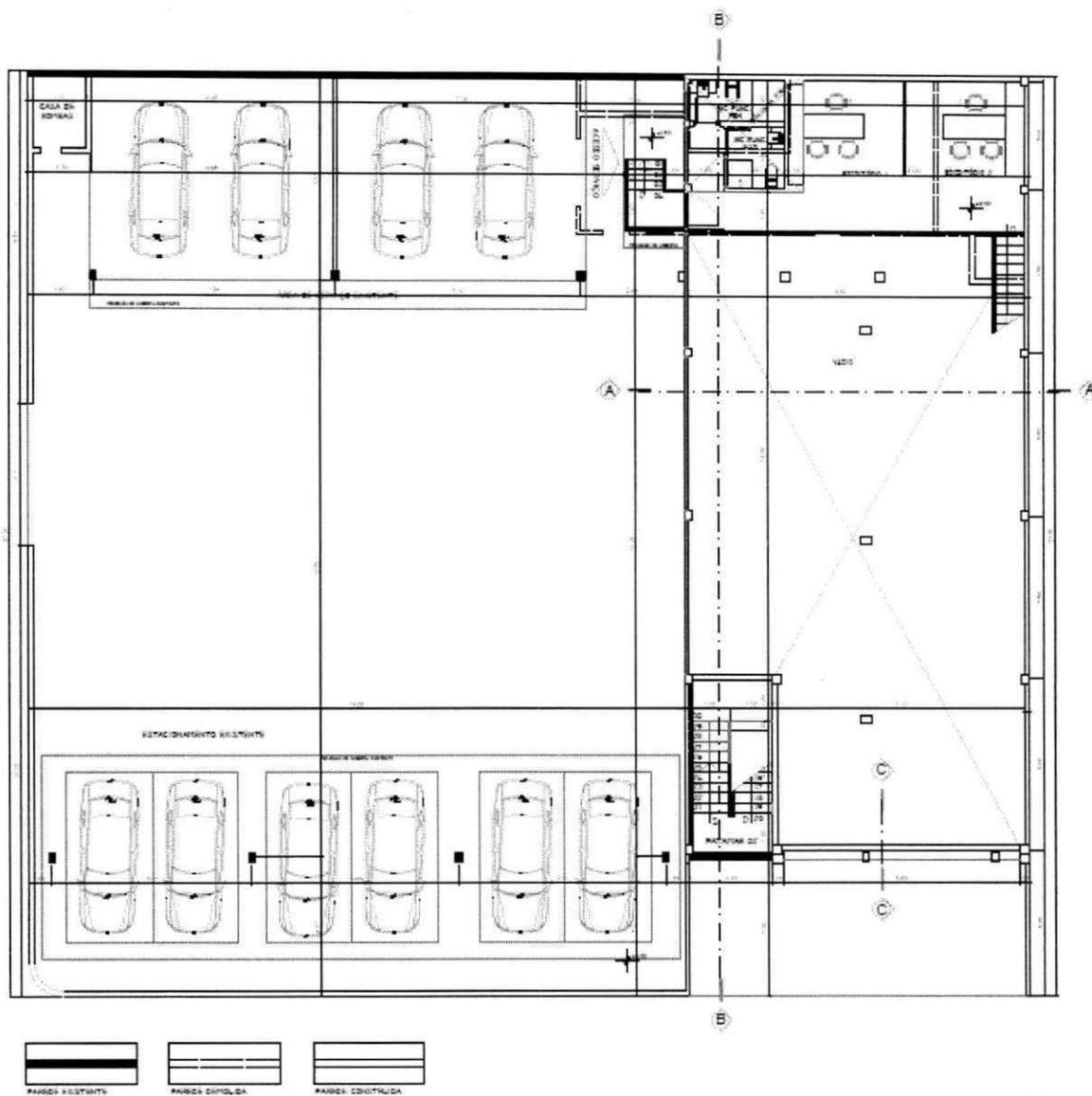
A altura máxima, predominante, da edificação é de 17,25 metros. A altura engloba da base dos pilares até a tampa da caixa d'água. O nível da cobertura é composto por tesouras de madeira e telhas de fibrocimento com inclinação de 7 %.

As figuras a seguir são os projetos arquitetônicos enviados pelo arquiteto:



02 PLANTA DE COBERTA
ESCALA 1:100

Figura 2 - Planta de coberta.



03 PLANTA BAIXA - PAV. TÉRREO | 2º NÍVEL | MEZANINO | ELEV. +2,50
 ESCALA 1:100



Figura 4 - Planta baixa 2 pavimento, Mezanino.

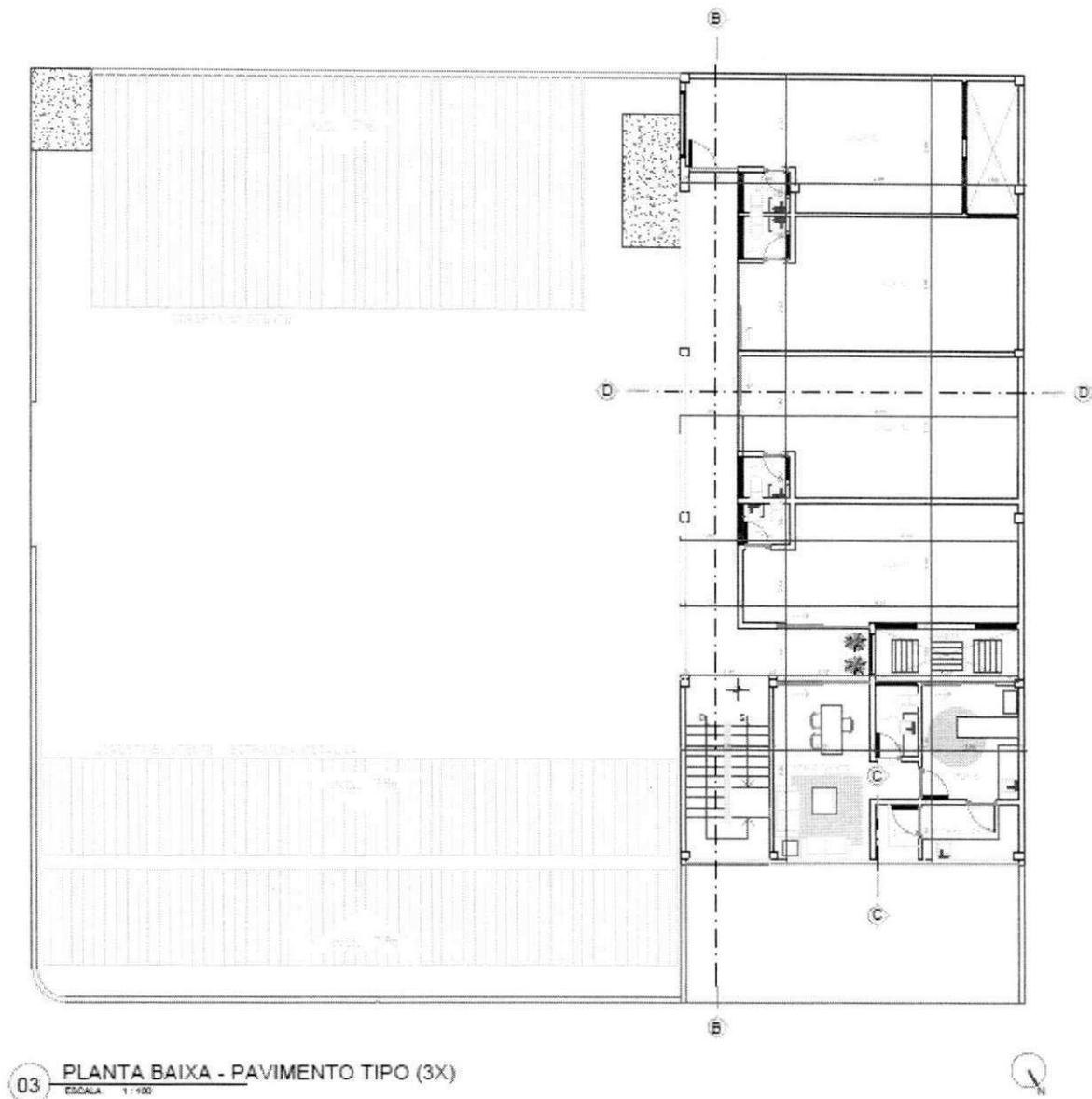


Figura 5 - Planta baixa pavimento tipo

A partir dos projetos arquitetônicos é realizado um pré-dimensionamento dos pilares e vigas, usualmente utilizasse $L/20$ para o pré-dimensionamento das vigas e para os pilares e feito um calculo das cargas por áreas de influencia para o seu pré-dimensionamento. A figura a seguir mostra a locação dos pilares pré-dimensionados e os eixos estruturais.

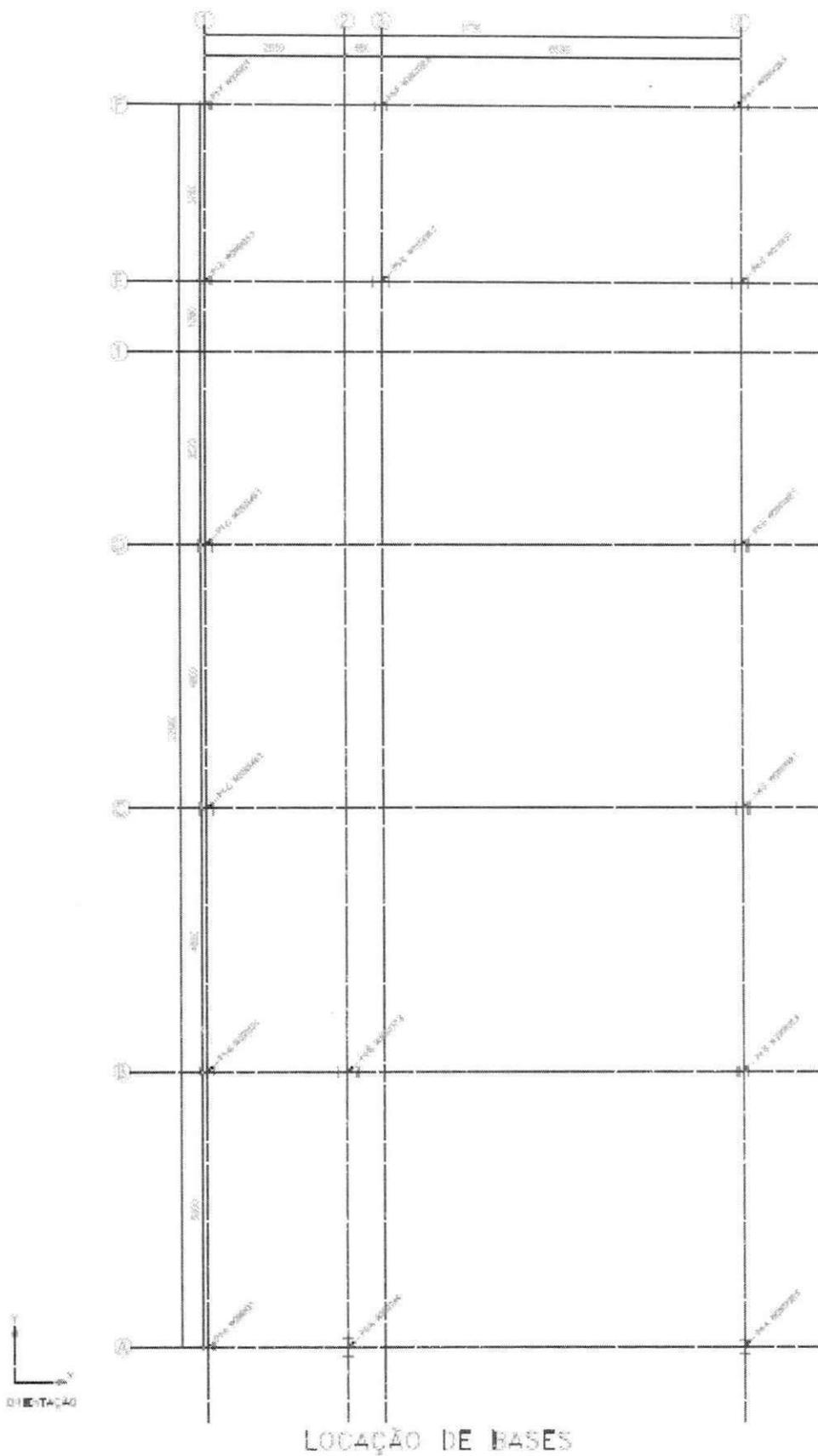


Figura 6 - Locação das bases.

Temos um total de 15 pilares.

4.2. MODELO ESTRUTURAL

Foi desenvolvido um modelo estrutural no software Autodesk RobotStructuralAnalysisProfessional, versão 2014, utilizando as vigas e pilares pre dimensionamos anteriormente contemplando todos os pisos mostrados no projeto arquitetônico.

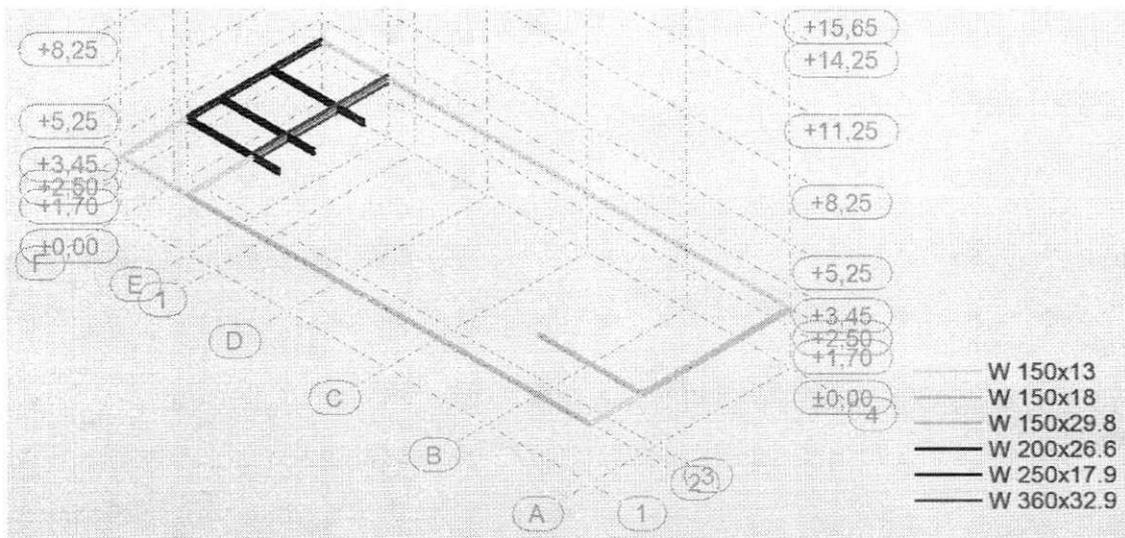


Figura 7 - Vigas mezanino 1 pavimento

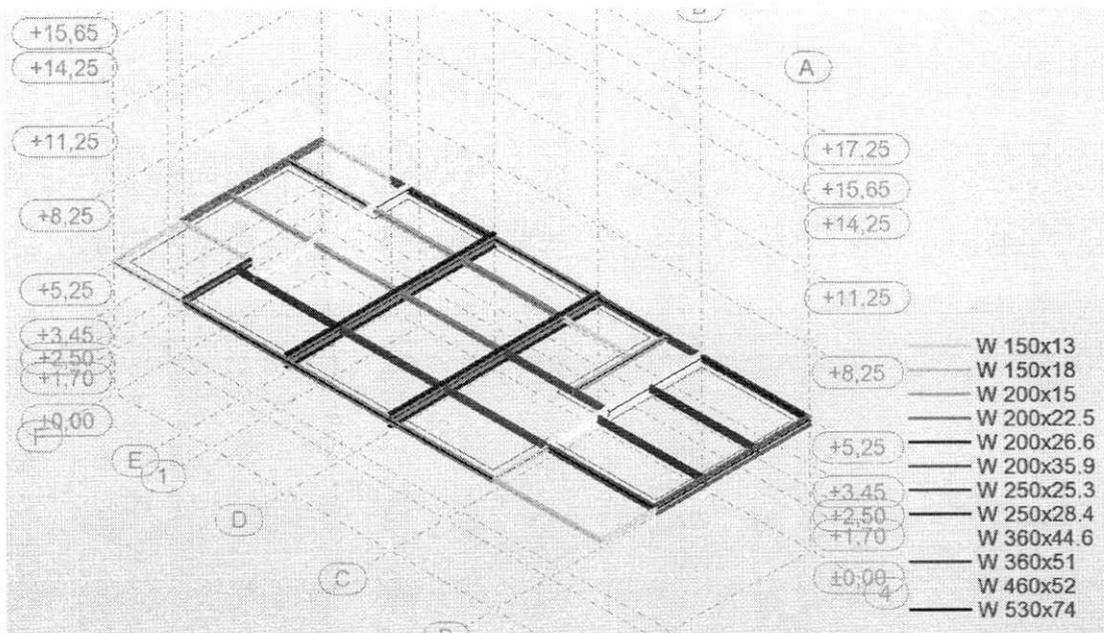


Figura 8 - Vigas do Pavimento tipo (x3)

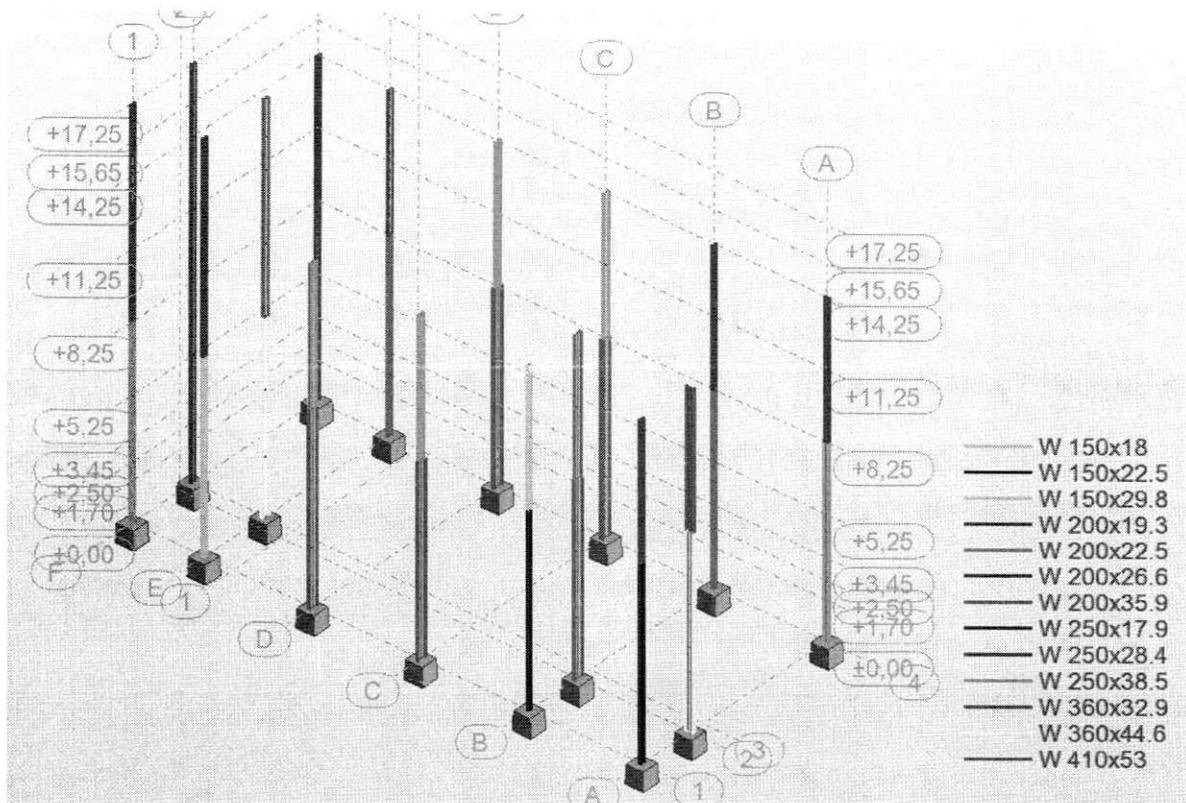


Figura 9 – Pilares

Os pilares foram lançados com uma redução de seção visando uma economia de projeto.

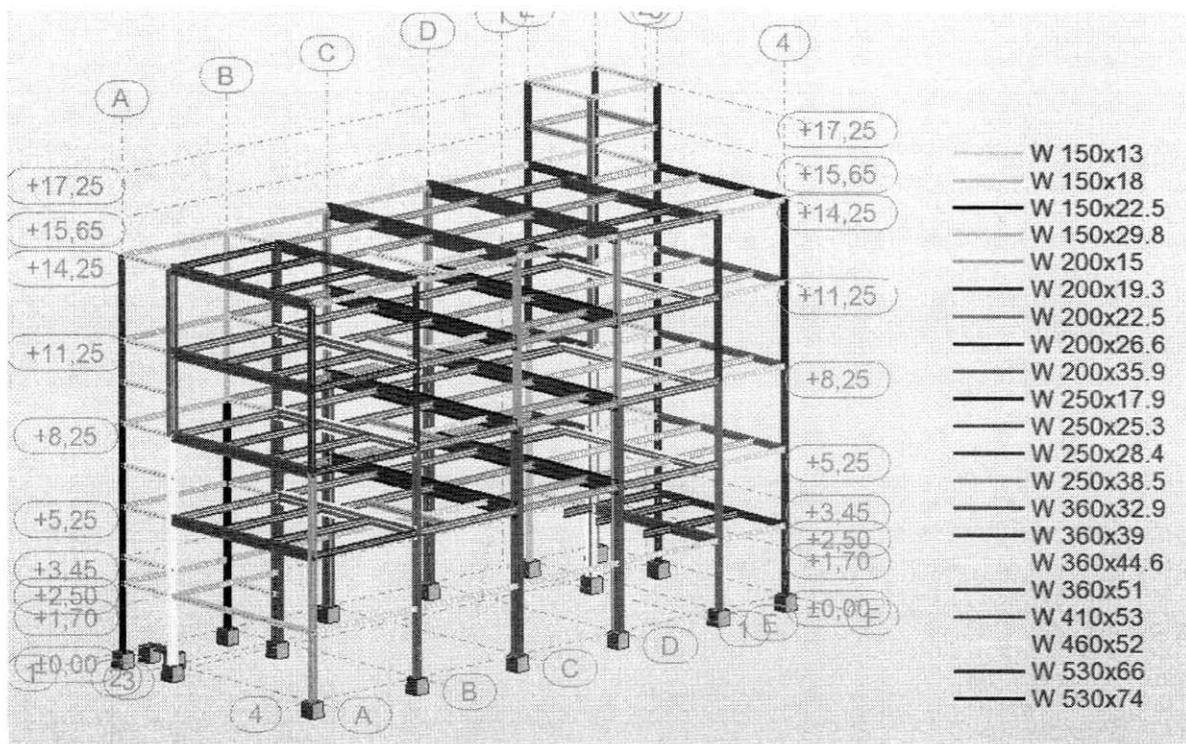


Figura 10 - Vista isométrica da estrutura

4.2.1 CARREGAMENTOS

Com base na NBR 6120:1980 foram considerados os seguintes carregamentos:

- Sobrecarga (carga acidental) de 250 kg/m² em todos os pisos, exceto laje de cobertura.
- Sobrecarga (carga acidental) de 150 kg/m², na laje de cobertura
- Carga permanente de 50 kg/m² para simular a situação de revestimento dos pisos, forros e acessórios de instalações hidro-sanitárias e elétricas;
- Sobrecarga (carga acidental) de 250 kg/m² na área das escadas;
- Carga permanente de 274 kg/m² sendo esta o peso proprio do steeldeck retirado do catalogo do fornecedor;
- Cargas devido ao vento determinadas conforme a NBR 6123.
- Cargas distribuídas na laje de cobertura para simular o peso das telhas, terças e suportes destas.
- Paredes externas e algumas internas, com peso de acordo com sua altura, conforme indicação de posição do projeto arquitetônico.
- Sobrecarga (carga acidental) de 1347 kg/m² na laje de fundo dos reservatórios superiores, calculado a partir do volume do reservatorio.

É importante ressaltar que as definições de carga acidental e carga permanente são baseadas na NBR 6120:1980.

4.3 VERIFICAÇÕES DA ESTRUTURA

Após o lançamento da estrutura no software e da geração das combinações de ações de acordo com a NBR 8800, foram verificadas a estrutura para os estados limites últimos e de serviço.

4.3.1 Vigas secundarias

Inicialmente verificou-se as vigas secundarias internas do pavimento tipo, por serem as mais desfavoráveis e por descarregarem nas vigas principais devem ser analisadas inicialmente já que seu peso próprio ira mudar caso ocorra a mudança do perfil.

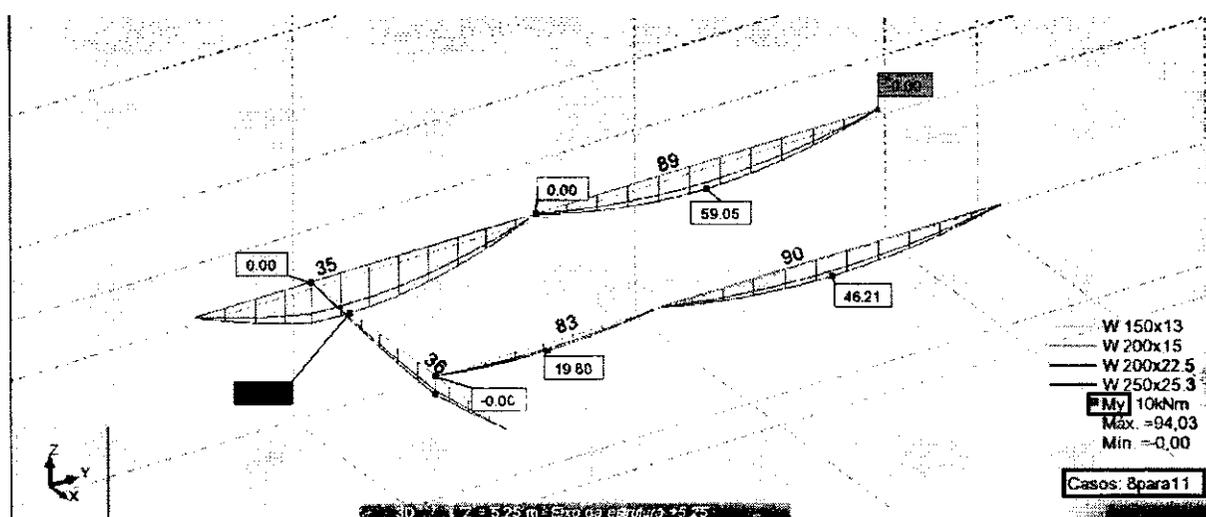


Figura 11 - Momento em y (eixo da peça) das vigas secundarias

Através do software encontramos os momentos máximos no eixo y da peça, calculados para cada caso, sendo cada caso uma combinação de ações diferente.

Para as vigas secundarias internas, a viga 35 apresente um momento máximo de 94.03Kn.m, por esta ser a mais desfavorável apresentasse o calculo das verificações para esta peça apenas. Observamos que as vigas estão todas rotuladas, esta consideração é padrão nas estruturas metálicas e na empresa, tal consideração de calculo foi previamente determinada no software na fase de lançamento da estrutura.



Figura 12 - Verificação da viga 35 para o estado limite ultimo

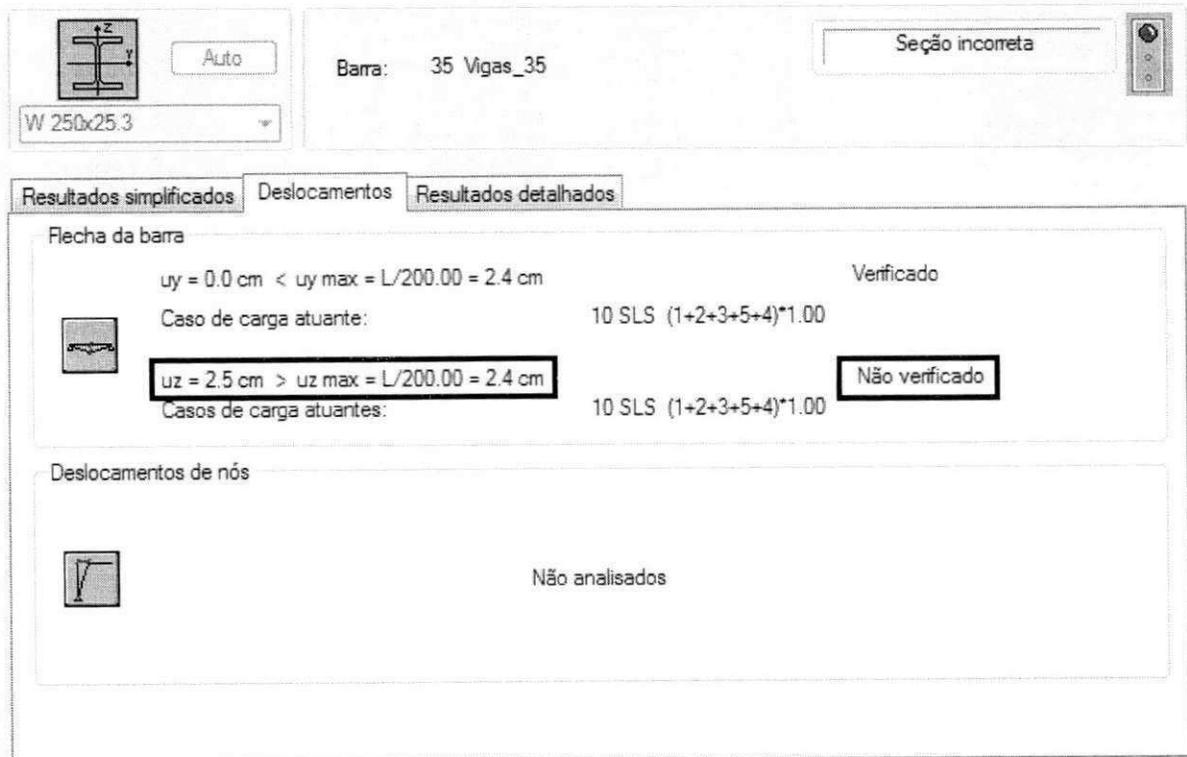


Figura 13 - Verificação da viga 35 para o estado limite de serviço

Como indicado nas figuras 12 e 13 a viga atende ao estado limite ultimo porem não atende ao estado limite de serviço, sendo necessária mudança do perfil para que se adeque a norma.

4.3.2 Vigas Principais

O mesmo procedimento das vigas secundarias, foram tomados para as vigas principais.

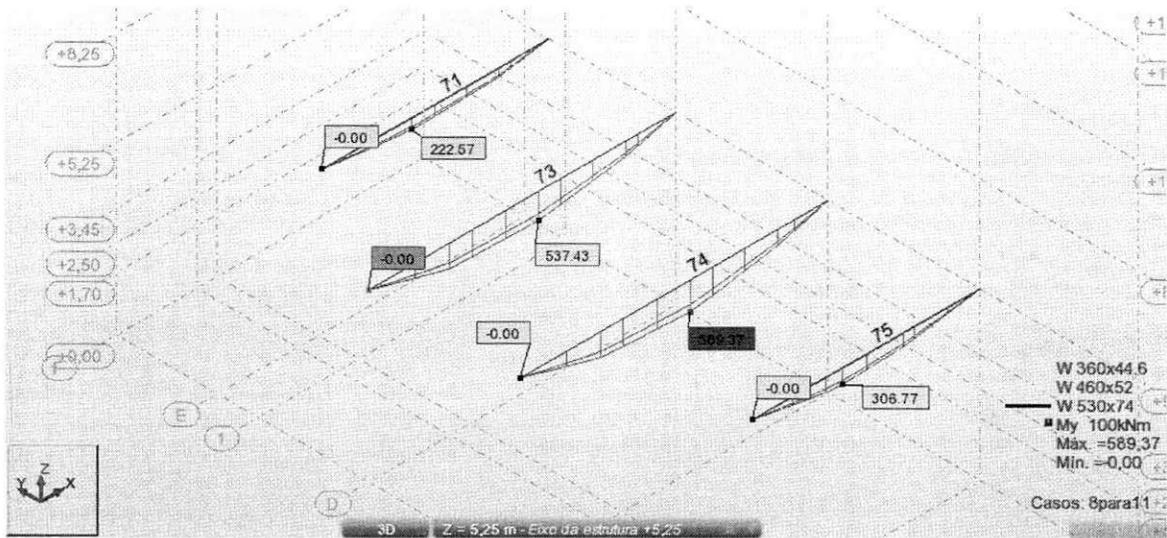


Figura 14 - Momento em y (eixo das peças) das vigas principais



W 530x74

Auto

Seção incorreta

Barra: 74 Vigas_74

Ponto/coordenada: 1 / x = 0.45 L = 4.35 m

Caso de carga: 9 COMB2 PP + Sc + Vento 90 (1+2+3)*1.25+4*1.40+7*0.84+5*1.35

Resultados simplificados Deslocamentos Resultados detalhados

PARÂMETROS DE MEMBRO

 <p>Ly = 9.73 m Ky = 1.00 KLy/ry = 46.83</p>	 <p>Lz = 2.83 m Kz = 1.00 KLz/rz = 85.62</p>
---	---

<p>FORÇAS INTERNAS:</p> <p>Pr = 2.29 kN Mry = 589.37 kN*m Mrz = -0.42 kN*m</p> <p>Vry = 0.01 kN Vrz = -26.69 kN</p>	<p>RESISTÊNCIAS NOMINAIS:</p> <p>Fic*Pn = 1717.83 kN Fib*Mny = 561.58 kN*m Fib*Mnz = 62.05 kN*m</p> <p>Fiv*Vny = 840.54 kN Fiv*Vnz = 1061.37 kN</p>
--	--

<p>FATORES DE SEGURANÇA</p> <p>Fic = 0.90 Fib = 0.90 Fiv = 0.90</p>	<p>ELEMENTOS DE SEÇÃO</p> <p>UNS = Compacto STI = Esbelto</p>
--	---

RESULTADOS

$Pr/(2*Fic*Pn) + Mry/(Fib*Mny) + Mrz/(Fib*Mnz) = 1.06 > 1.00$ LRFD (H1-1b)

$Vry/(Fiv*Vny) = 0.00 < 1.00$ $Vrz/(Fiv*Vnz) = 0.03 < 1.00$ LRFD (G2-1)

$Ky*Ly/ry = 46.83 < (K*L/r)_{max} = 200.00$ $Kz*Lz/rz = 85.62 < (K*L/r)_{max} = 200.00$ ESTÁVEL

Figura 15 - Verificação da viga 74 para estado limite ultimo

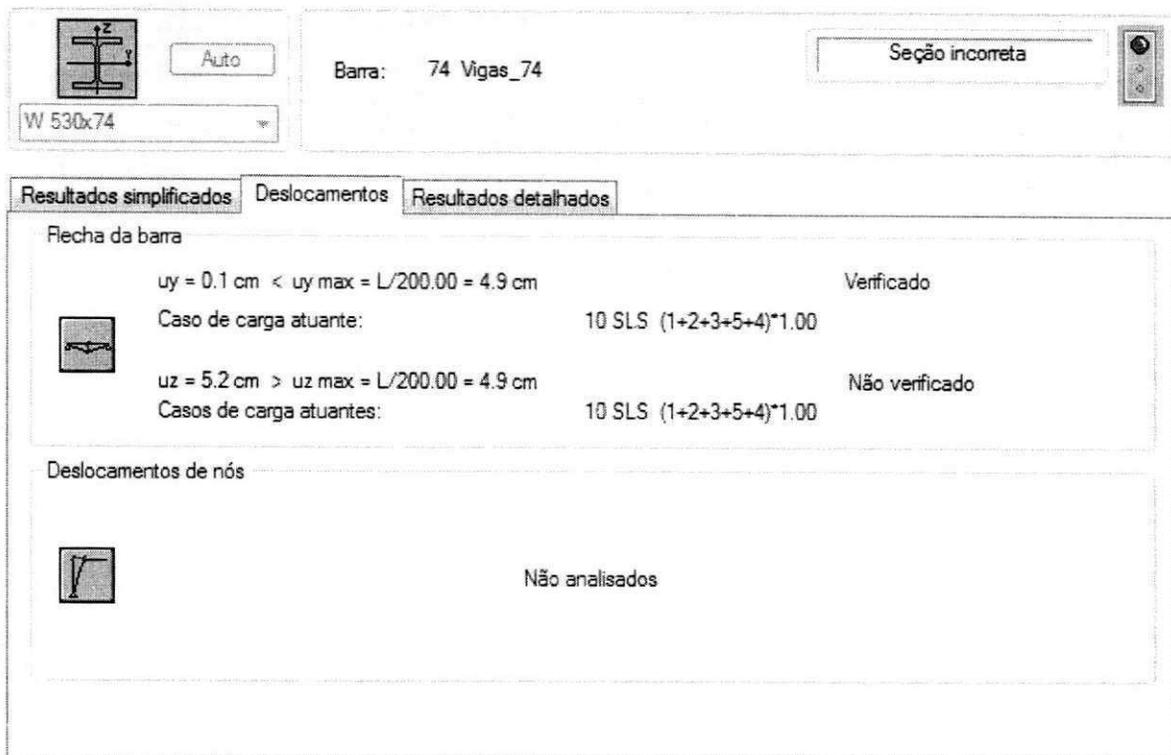


Figura 16 - Verificação da viga 74 para o estado limite de serviço

Como indicado nas figuras 15 e 16 a viga não atende nem ao estado limite ultimo nem ao estado limite de serviço, sendo necessária mudança do perfil para que se adeque a norma.

4.3.3 Pilares

Para os pilares o procedimento é um pouco diferente por se tratarem de elementos que resistem a cargas diferentes uns dos outros, é necessário uma análise de cada pilar e seus esforços.

Para este documento será apresentado o pilar que recebe as vigas principais internas por serem os mais desfavoráveis.

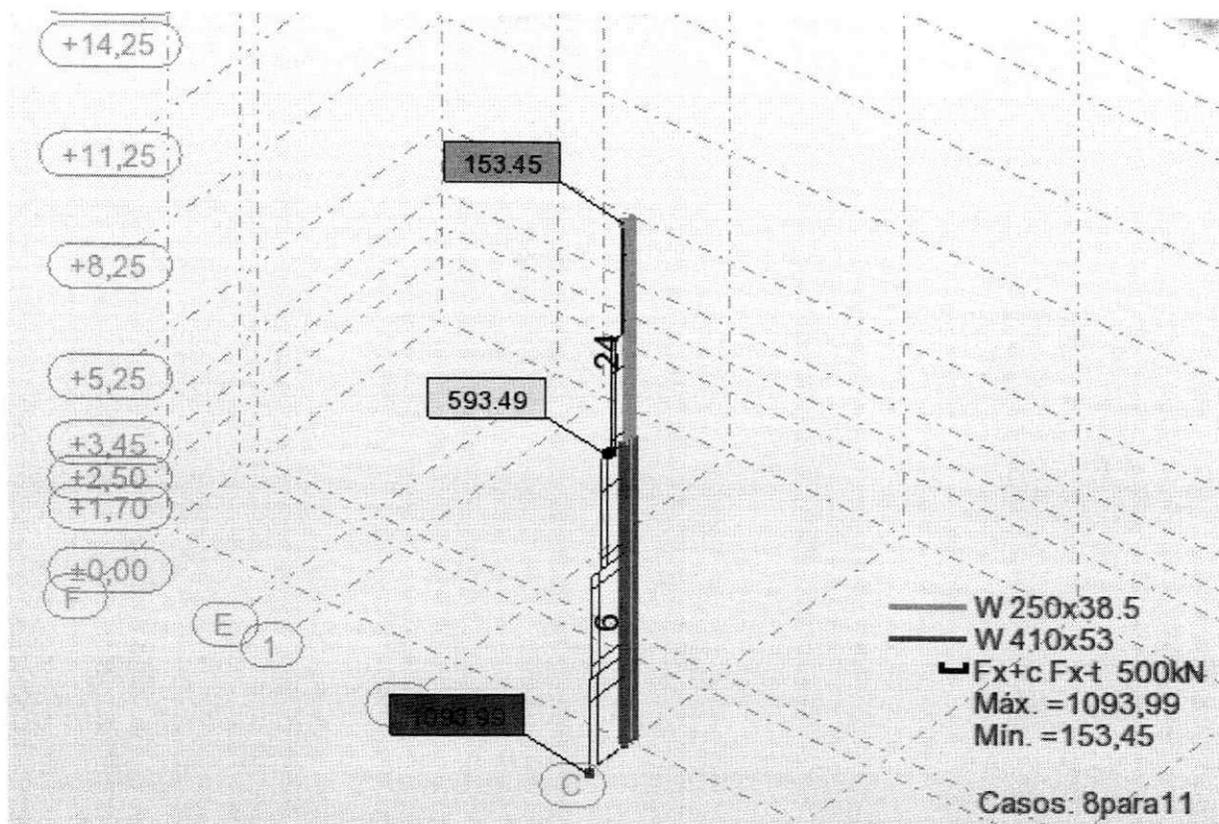


Figura 17 - Carga de compressão Fx no pilar de elementos 6 e 24

Barra: 6 Colunas_6
 Ponto/coordenada: 1 / x = 0.00 L = 0.00 m
 Caso de carga: 9 COMB2 PP + Sc + Vento 90 (1+2+3)*1.25+4*1.40+7*0.84+5*1.35

Seção OK

W 410x53

Auto

Resultados simplificados | Deslocamentos | Resultados detalhados

PARÂMETROS DE MEMBRO

	Ly = 5.25 m Ky = 1.00 KLy/ry = 31.77		Lz = 2.50 m Kz = 1.00 KLz/rz = 64.92
---	--	---	--

FORÇAS INTERNAS:

Pr = 1093.99 kN	Vry = 0.63 kN
Mry = -56.08 kN*m	Vrz = 9.19 kN
Mrz = 4.51 kN*m	

RESISTÊNCIAS NOMINAIS:

Fic*Pn = 1521.56 kN	Fiv*Vny = 718.31 kN
Fib*Mny = 325.78 kN*m	Fiv*Vnz = 625.18 kN
Fib*Mnz = 54.92 kN*m	

FATORES DE SEGURANÇA

Fic = 0.90	Fib = 0.90	Fiv = 0.90
------------	------------	------------

ELEMENTOS DE SEÇÃO

UNS = Compacto	STI = Esbelto
----------------	---------------

RESULTADOS

Pr/(Fic*Pn) + 8/9*(Mry/(Fib*Mny) + Mrz/(Fib*Mnz)) = 0.94 < 1.00 LRFD (H1-1a)
 Vry/(Fiv*Vny) = 0.00 < 1.00 Vrz/(Fiv*Vnz) = 0.01 < 1.00 LRFD (G2-1)
 Ky*Ly/ry = 31.77 < (K*L/r),max = 200.00 Kz*Lz/rz = 64.92 < (K*L/r),max = 200.00 ESTÁVEL

Figura 18 - Verificação do elemento 6

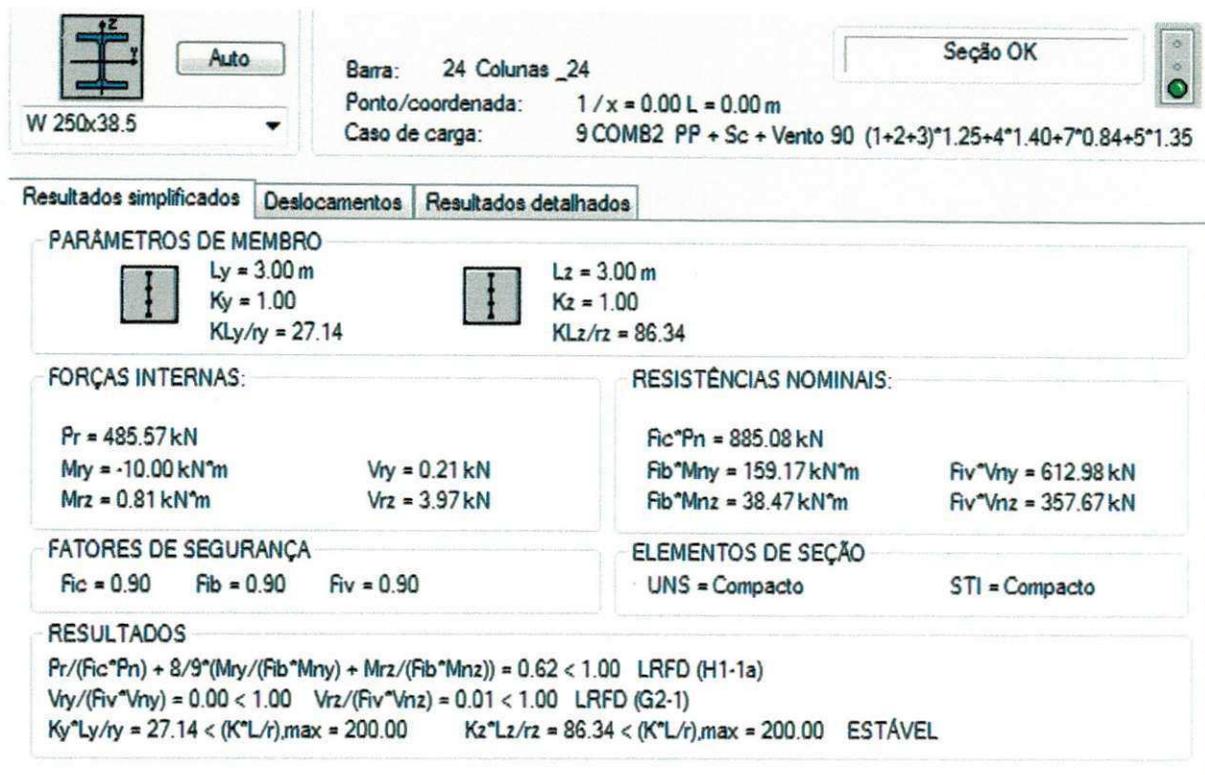


Figura 19 - Verificação do elemento 24

No caso deste pilar constituído pelos elementos 6 e 24 os resultados estão dentro da norma. Os pilares são divididos em duas seções não apenas por uma redução de esforços e uma questão de economia, o transporte da peça até o local da obra é feito por caminhões de no máximo 12 metros de comprimento sendo este comprimento um fator limitante do tamanho dos pilares e de todos os elementos, sendo necessário prever uma junção no caso da peça ser maior que 12 metros.

4.4 LANÇAMENTO FINAL DA ESTRUTURA

A escolha final da estrutura é baseada em vários fatores, não apenas no dimensionamento pelos esforços de cada peça, em diálogo com o engenheiro supervisor das atividades realizadas durante o estágio, foram citados alguns destes fatores descritos a seguir.

As dimensões da peça como já foi citado anteriormente que não pode ultrapassar 12 metros em seu comprimento e para o caso dos elementos ficarem a vista na fachada é indicado que não ocorra variação de perfil ao longo de toda a estrutura aparente, estes fatores de ordem técnica e arquitetônica podem implicar em aumento do custo da obra e atrasos de projeto respectivamente.

A utilização de perfis já existente em estoque da empresa é um dos fatores primordiais. A escolha de novos perfis para a estrutura somente é indicado para o caso deste perfil ser utilizado em grande quantidade, isto se explica pelo fato de após o processo de corte da peça, que chega com 12 metros cada, a sobra de

pequenas quantidades de perfis geralmente difíceis de serem reutilizados, irá gerar um custo mais elevado para a empresa do que a escolha de uma perfil maior que o necessário mais que seja utilizado em sua totalidade.

As ligações entre as peças, também são fatores decisivos para a escolha dos perfis utilizados em cada elemento, para o caso em que uma viga seja ligada a outra de menor dimensão os dois elementos devem ser fixados pela altura do maior perfil, esta é uma solução usual e que impede problemas na fase de detalhe dos elementos estruturais.

Após a análise de todos os fatores a estrutura foi compatibilizada para reduzir o numero de perfis Figura 20, além disso houve uma modificação para se adequar a arquitetura da fachada Figura 21.

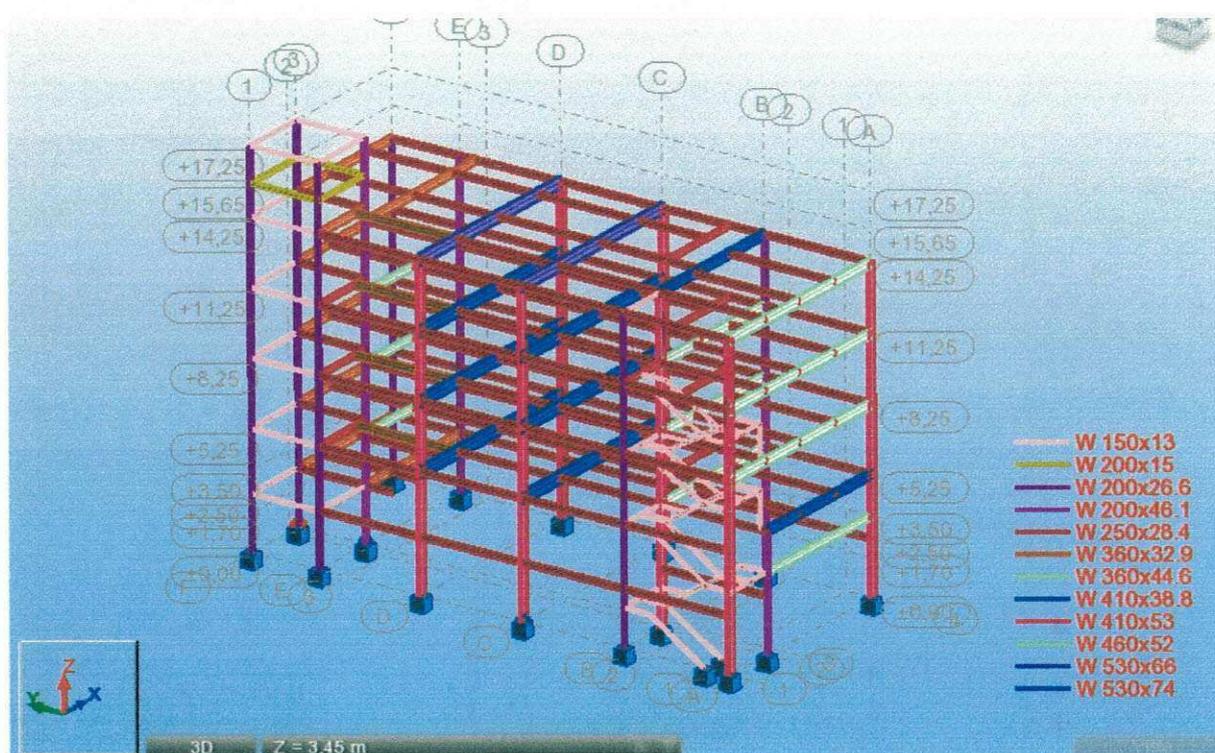


Figura 20 - Vista da estrutura após compatibilização

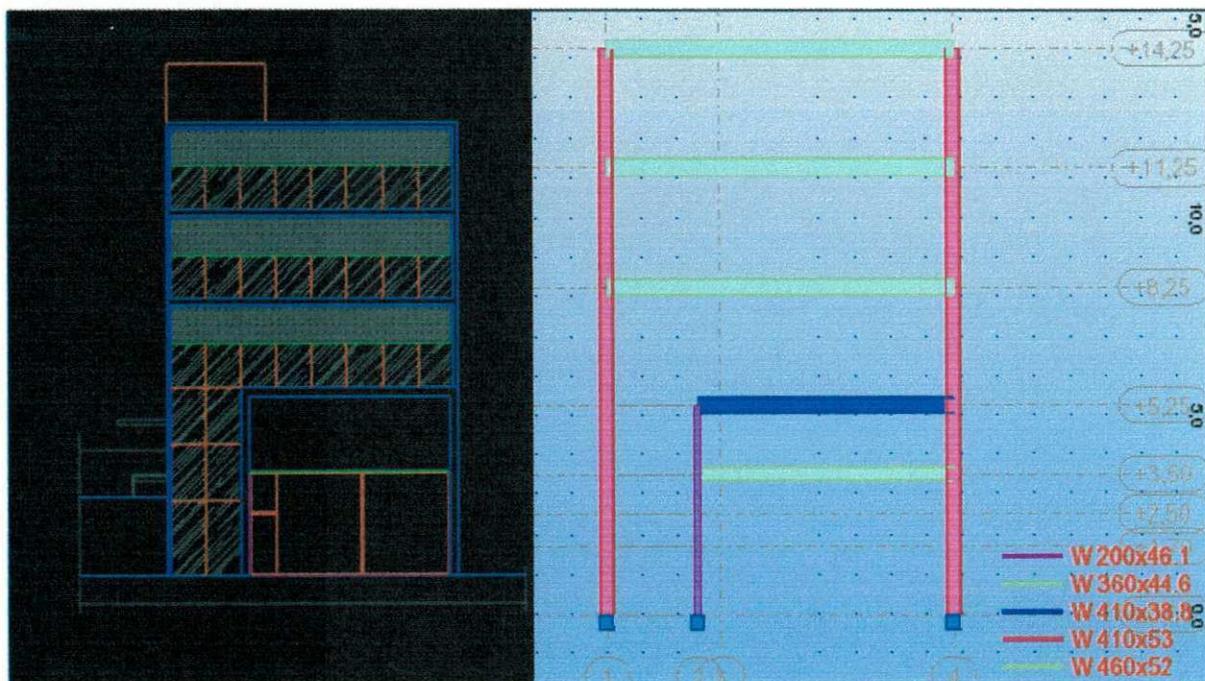


Figura 21 - Compatibilização estrutura – arquitetura

Observando a Figura 10 e Figura 20, notasse a redução do número de perfis de 21 para 12, essa redução iria gerar um aumento no peso da estrutura porém irá reduzir o custo da obra como um todo.

4.5 CALCULO DE VIGA MISTA

A viga 74 como foi mostrado nas figuras 15 e 16, não atendia aos esforços segundo a norma, para que não houvesse um aumento da seção as viga principais semelhantes a viga 74 e as semelhantes de mesmo carregamento foram consideradas vigas mistas.

Numa viga mista simplesmente apoiada, como a da Figura 22, as tensões normais atuantes ao longo da seção transversal, oriundas dos esforços de flexão, equivalem estaticamente a forças, em geral, de compressão (C) na laje de concreto e tração (T) na viga de aço.

A ligação entre o aço e o concreto é dimensionada em função do diagrama de esforços cortantes longitudinais por unidade de comprimento, conhecido como fluxo de cisalhamento longitudinal gerado na interface entre a laje de concreto e a viga de aço, o qual é transferido por meio de um número discreto de pontos, representados pelos conectores de cisalhamento.

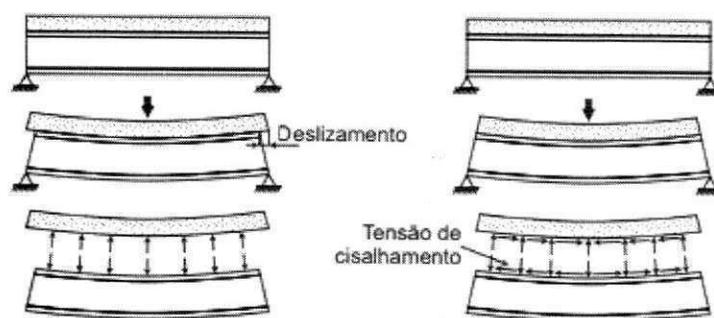


Figura 22 - Vigas mistas: transferência de cisalhamento na interface viga-laje

Segue o relatório de cálculo da viga mista 74 calculado com o software VigaMista V5 3.0 disponibilizado gratuitamente pela Escola de Engenharia de São Carlos.

Relatório Viga: Viga 74

Dados de Entrada

Geometria

Mesa Superior ---- bf [mm] = 166 tf [mm] = 13.6

Mesa Inferior ----- bf [mm] = 166 tf [mm] = 13.6

Alma ----- hw [mm] = 502 tw [mm] = 9.7

Laje com forma de aço incorporada, com nervuras paralelas à viga -----b(mm) = 1216

Geometria da laje:

- h1 [mm] =75 - h2 [mm] =75

- L1 [mm] =155 - L2 [mm] =119 - L3 [mm] =119

Materiais

Aço ----- fy [MPa] = 344.74

Concreto ----- fck [MPa] = 20 g [KN/m3] = 25

Tipo de Construção

Não Escorada

Momento fletor aplicado antes do concreto atingir 0.75 fck [KN.m] = nominal: 308.31

Momento fletor aplicado antes do concreto atingir 0.75 fck [KN.m] = de cálculo: 431.64

Momento fletor aplicado após do concreto atingir 0.75 fck [kN.m] = nominal: 422.17

Momento fletor aplicado após do concreto atingir 0.75 fck [kN.m] = de cálculo: 591.05

Máximo comprimento destravado lateralmente [m] = 2.83

Temperatura

Analisar apenas em temperatura ambiente.

Conectores

Tipo: Pino com Cabeça ("Stud Bolts")

Diâmetro do conector [mm] = 15.9

Limite de resistência à tração do aço do conector [MPa] = 415

Comprimento do pino após a soldagem [mm] = 135

Resultados para Temperatura Ambiente - de acordo com a ABNT NBR 8800:2008

Interação Completa

Momento Resistente de Cálculo [kN.m] = 884.48

Resistência Mínima dos Conectores no Trecho [kN] = 1107.43

Número de Conectores Necessários em Meia Viga = 22.00

Posição da Linha Neutra y [mm] = 88.83

OBS: Posição da Linha Neutra a partir do topo da viga de aço (Positivo para baixo):

Tensão de tração [kN/cm²] = 3.54

Tensão de compressão [kN/cm²] = 0.20

Interação Parcial

Momento Resistente de Cálculo [kN.m] = 726.19

Resistência Mínima dos Conectores no Trecho [kN] = 442.97

Número de Conectores Necessários em Meia Viga = 9.00

Tensão de tração [kN/cm²] = 9.76

Tensão de compressão [kN/cm²] = 0.78

OBS: grau de interação mínimo é de [%] = 40.00

Força Cortante (sem reforçadores)

Cortante Resistente de Cálculo [KN] = 965.25

Limitação de Tensões

$MG/WA + ML/Wef$ [KN/cm²] = 38.14

Como, tanto na interação total quanto na interação parcial os momentos resistente 884.48 e 726.19 respectivamente, são maiores que o momento aplicado a peça 589.37 Figura 14, a peça se apresenta dentro da norma.

4.6 CALCULO DE LIGAÇÕES

Através do modelo criado, o software Autodesk Robot Structural Analysis permite o calculo de alguns tipos de ligações padrão para as estrutura metálicas.

No modelo em análise foram calculadas as ligações típicas para todos os perfis do modelo, para este documento será apresentada apenas a ligação entre a viga principal 74 e o pilar6, demonstrados na Figura 23.



Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2014

Cálculo da conexão viga - coluna (mesa)

EN 1993-1-8:2005/AC:2009



Relação
0,68

Geral

Nome da conexão: Viga-coluna (mesa)

Barras estruturais: 6, 74

Geometria

Coluna

Seção: W 410x53

Barra N°: 6

Material: STEEL A572-50

$f_{yc} = 344,74$ [MPa] Resistência do projeto

Viga

Seção: W 530x74

Barra N°: 74

Material: STEEL A572-50

$f_{db} = 344,74$ [MPa] Resistência do projeto

Perfil de Ligação

Seção: L 89x89x7.9

Material: STEEL A36

$f_{dk} = 248,21$ [MPa] Resistência do projeto

Parafusos

Parafusos conectando a coluna e o Perfil

O plano de cisalhamento passa através da parte ROSQUEADA do parafuso.

Classe =	A325	Classe do parafuso
d =	19 [mm]	Diâmetro do parafuso
k =	1	Número de colunas de parafusos
w =	3	Número de linhas de parafusos

Parafusos conectando o ângulo à viga

O plano de cisalhamento passa através da parte ROQUEADA do parafuso.

Classe =	A325	Classe do parafuso
d =	19 [mm]	Diâmetro do parafuso
k =	1	Número de colunas de parafusos
w =	3	Número de linhas de parafusos

Fatores de material

γ_{M0} =	1,00	Fator de segurança parcial	[2.2]
γ_{M2} =	1,25	Fator de segurança parcial	[2.2]

Cargas

Caso: 9: COMB2 PP + Sc + Vento 90 (1+2+3)*1.25+4*1.40+7*0.84+5*1.35

$N_{b,Ed}$ =	-2,30 [kN]	Força axial
$V_{b,Ed}$ =	199,54 [kN]	Força de cisalhamento
$M_{b,Ed}$ =	0,00 [kN*m]	Momento fletor

Resultados

Parafusos conectando a coluna e o ângulo

Forças atuantes em parafusos na ligação da coluna com o ângulo

$F_{x,Ed}$ =	35,12 [kN]	Força de cisalhamento resultante no parafuso	
$F_{z,Ed}$ =	33,26 [kN]	Força de cisalhamento resultante no parafuso	
F_{Rdx} =	58,10 [kN]	Capacidade do projeto efetivo de um parafuso	[Tabela 3.4]
F_{Rdz} =	108,13 [kN]	Capacidade do projeto efetivo de um parafuso	[Tabela 3.4]
$F_{x,Ed} \leq F_{Rdx}$	35,12 < 58,10	verificado	(0,60)
$F_{z,Ed} \leq F_{Rdz}$	33,26 < 108,13	verificado	(0,31)

Tração do parafuso

$$F_{t,Ed} \leq F_{t,Rd} \quad 35,09 < 169,87 \quad \text{verificado} \quad (0,21)$$

Ação simultânea de uma força de tração e uma força de cisalhamento no parafuso

$$F_{v,Ed} = 48,37 \text{ [kN]} \quad \text{Força de cisalhamento resultante no parafuso} \quad F_{v,Ed} = \sqrt{F_{x,Ed}^2 + F_{z,Ed}^2}$$

$$F_{v,Ed}/F_{v,Rd} + F_{t,Ed}/(1.4 \cdot F_{t,Rd}) \leq 1.0 \quad 0,57 < 1,00 \quad \text{verificado} \quad (0,57)$$

Parafusos conectando o ângulo à viga

Forças atuantes nos parafusos da ligação do ângulo com a viga

$$F_{x,Ed} = 71,72 \text{ [kN]} \quad \text{Força de cisalhamento resultante no parafuso}$$

$$F_{z,Ed} = 66,51 \text{ [kN]} \quad \text{Força de cisalhamento resultante no parafuso}$$

$$F_{Rdx} = 104,91 \text{ [kN]} \quad \text{Capacidade do projeto efetivo de um parafuso} \quad [\text{Tabela 3.4}]$$

$$F_{Rdz} = 165,63 \text{ [kN]} \quad \text{Capacidade do projeto efetivo de um parafuso} \quad [\text{Tabela 3.4}]$$

$$F_{x,Ed} \leq F_{Rdx} \quad 71,72 < 104,91 \quad \text{verificado} \quad (0,68)$$

$$F_{z,Ed} \leq F_{Rdz} \quad 66,51 < 165,63 \quad \text{verificado} \quad (0,40)$$

Verificação da seção devida ao rompimento do bloco

Ângulo

$$V_{effRd} = 277,03 \text{ [kN]} \quad \text{Capacidade do projeto de uma seção enfraquecida por aberturas} \quad [3.10.2 (3)]$$

$$|0.5 \cdot V_{b,Ed}| \leq V_{effRd} \quad |99,77| < 277,03 \quad \text{verificado} \quad (0,36)$$

Viga

$$V_{effRd} = 605,10 \text{ [kN]} \quad \text{Capacidade do projeto de uma seção enfraquecida por aberturas} \quad [3.10.2 (3)]$$

$$|V_{b,Ed}| \leq V_{effRd} \quad |199,54| < 605,10 \quad \text{verificado} \quad (0,33)$$

A ligação está em conformidade com o código.	Relação	0,68
---	----------------	-------------

Como observado no relatório de cálculo a ligação está bem dimensionada. A mesma ligação foi aplicada as demais peças de mesma seção e esforços.

4.7 FINALIZAÇÃO DO MODELO

Após todas as etapas descritas anteriormente, como verificação de todos os perfis, e cálculo de ligações, o modelo está dimensionado e pronto para ser repassado para o setor de detalhamento da empresa.

O modelo é repassado através de diversas pranchas geradas para cada elevação e para cada vista da estrutura, cada prancha deve estar indicando o perfil utilizado em cada elemento, a distribuição do steel deck, as principais contas, a elevação da prancha, em outras pranchas são gerados os detalhes das ligações utilizadas, especificações de parafuso e materiais e todas as informações pertinentes para o detalhe, fabricação e montagem de toda a estrutura.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pode-se dizer que a prática desenha o profissional, dando-lhe segurança em sua teoria. Após esse período de conhecimento prático, me sinto mais preparado para enfrentar o mercado de trabalho e todas suas inovações.

O primeiro conceito que está sendo avaliado para qualquer projeto estrutural é eficácia. É tudo sobre a garantia de que o projeto da estrutura fornece os benefícios assumidos ou resultados que assegura. Se houver qualquer discrepância do impacto desejado, certas modificações de projeto devem ser realizadas para garantir que o processo ou estrutura é aperfeiçoá-lo antes de iniciar a fabricação ou instalação.

As praticas aqui apresentadas indicam os principais atividades e os cuidados que foram tomados no desenvolvimento dos projetos estruturais realizados ao longo do estágio. Coube ao aluno analisar, para cada empreendimento específico, cuidados adicionais a serem tomados.

Nesse sentido, a leitura atenta das normas técnicas e a obediência às suas prescrições foram de fundamental importância para embasar as decisões técnicas de projeto, garantindo adicionalmente proteção jurídica ao projetista e a empresa em eventuais problemas futuros.

Portanto, após ter decorrido essas 320 horas do estágio supervisionado, no setor de projeto, pode-se dizer que para realizar projetos estruturais como este é necessário que o engenheiro responsável pelo projeto tenha um conhecimento técnico, prático e administrativo na construção civil, além de uma boa equipe de profissionais em todas as etapas do empreendimento desde a elaboração do projeto até o fim de sua execução. Com isso, afirmar-se que todo o conhecimento teórico adquirido, até agora abordados, pelos professores ao longo de todo o curso é indispensável para a formação profissional por isto é extremamente importante, uma constante revisão e atualização dos conceitos adquiridos, pois a tecnologia aplicada na Engenharia Civil está continuamente sendo desenvolvidas para uma melhor e mais eficiente produtividade e qualidade na construção civil.

Esse tipo de estágio é importante para que se possa desenvolver as relações humanas e despertar a consciência profissional e o amadurecimento do estudante. Além disto, deve-se conhecer a legislação vigente, desta área de atuação, para que seja possível realizar os procedimentos de projeto de acordo com a lei em vigor.