

**FACULDADE CAPIXABA DA SERRA
ENGENHARIA CIVIL**

**JORGE EDUARDO MELO DA ROCHA
MARLLON DIAS NUNES**

**ESTUDO DE UMA ANÁLISE ESTRUTURAL PARA TORRE METÁLICA
TRELIÇADA AUTOPORTANTE DE TELECOMUNICAÇÕES NO MUNICÍPIO DE
CARIACICA/ES COM AUXÍLIO DE PROGRAMA COMPUTACIONAL**

**SERRA
2015**

JORGE EDUARDO MELO DA ROCHA
MARLLON DIAS NUNES

**ESTUDO DE UMA ANÁLISE ESTRUTURAL PARA TORRE METÁLICA
TRELIÇADA AUTOPORTANTE DE TELECOMUNICAÇÕES NO MUNICÍPIO DE
CARIACICA/ES COM AUXÍLIO DE PROGRAMA COMPUTACIONAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
programa de Graduação em Engenharia Civil da
Faculdade Capixaba da Serra, como requisito parcial
para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil.
Orientador: Prof.^o Especialista Ramiro Moreira Silva
Júnior

SERRA
2015

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)
(Biblioteca da Faculdade Capixaba da Serra - Multivix. Serra, ES.)

R672e ROCHA, Jorge Eduardo de Melo da.
Estudo de uma análise estrutural para torre metálica treliçada autoportante de telecomunicações no município de Cariacica/ES com auxílio de programa computacional / Jorge Eduardo de Melo da Rocha, Marllon Dias Nunes. – Serra: Faculdade Capixaba da Serra, 2015.

114 fls.

Orientador: Especialista Ramiro Moreira Silva Júnior

Trabalho de conclusão de curso (Curso Engenharia de Civil) – Faculdade Capixaba da Serra. 2015.

1. Torre de telecomunicações. 2. Análise estrutural. 3. Estruturas metálicas. 4. Automação. I. NUNES, Marllon Dias. II. SILVA JÚNIOR, Ramiro Moreira. III. Faculdade Capixaba da Serra. IV. Título.

CDD:629.89

**JORGE EDUARDO MELO DA ROCHA
MARLLON DIAS NUNES**

**ESTUDO DE UMA ANÁLISE ESTRUTURAL PARA TORRE METÁLICA
TRELIÇADA AUTOPORTANTE DE TELECOMUNICAÇÕES NO MUNICÍPIO DE
CARIACICA/ES COM AUXÍLIO DE PROGRAMA COMPUTACIONAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao programa de Graduação em Engenharia Civil da Faculdade Capixaba da Serra, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Aprovado em 18 de novembro de 2015.

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof.º Ramiro Moreira Silva Júnior
Faculdade Capixaba da Serra
Orientador

Este trabalho é dedicado aos meus
pais, Raquel Bastos Melo e Jorge
Eduardo Bezerra da Rocha, que em
constante encorajamento, apoio, ajuda e
carinho, ajudaram-me a vencer mais uma
etapa na minha vida.

A trajetória foi longa e cansativa, mas meus desejos e perseverança foram maiores que isso e tornei-me Engenheiro Civil. Agradeço a Jeová meu Deus, aos meus pais José Luiz Dias Nunes e Maria José Barroso, a minha esposa Tatiani Gomes Nunes e aos meus filhos Lucas, Maria Flor e Tainá, que foram minha inspiração, pois sem eles eu sequer teria iniciado essa empreitada. E durante esta encontrei mais que amigos, irmãos que devo agradecer. Jorge Eduardo, Felipe, Maykon, Cristina e Lisliely também fazem parte da minha conquista. Agora seguirei de encontro aos novos desafios que a vida me prepara e assim construirei o meu futuro.

"...Eu desejei o meu lugar, vou agir da minha forma, quero coisas mais reais!..." (Dead Fish)

Agradecemos, primeiramente, a Deus por me fazer acreditar na consciência de poder alcançar este objetivo, com muita saúde e determinação.

Ao Professor orientador Ramiro Moreira pela dedicação, empenho e competência para que conseguíssemos atingir as metas e finalizar este trabalho.

As queridas professoras, Christiany Rigo, Poline Fialho e Teresa Maté, pelo empenho e competência em ensinar os detalhes mais importantes da vida acadêmica.

A Professora Natália, por transmitir sua experiência em estruturas metálicas, promovendo o início deste trabalho.

Ao Darela, gerente da empresa em que trabalho, no qual me ajudou bastante com sua experiência e cordialidade para que pudesse alcançar mais este objetivo na minha vida.

“A mente que se abre a uma nova ideia
jamais voltará ao seu tamanho original”
(EINSTEIN, 1941)

RESUMO

Com a crescente ampliação no setor de telecomunicações devido às novas tecnologias faz necessário à instalação de novos equipamentos nas estruturas verticais. O presente trabalho tem como objetivo analisar quais serão as etapas para realização da análise estrutural de uma torre metálica treliçada autoportante de telecomunicações tendo como auxílio um programa computacional. Este estudo de caso faz uma análise quantitativa em uma torre metálica treliçada autoportante, situada no município de Cariacica/ES. Neste estudo realizaram-se cálculos de esforços gerados pelas ações diretas e indiretas, levando em consideração o carregamento de equipamentos, do peso próprio das peças e das ações do vento, todos os dados foram compilados nos programas STRAP V.14 e Excel, garantindo através dos resultados obtidos as ações de segurança na estrutura conforme os procedimentos das normas técnicas brasileiras. As normas brasileiras nos fornecem diretrizes a serem seguidas para que se realize uma boa análise estrutural e o programa computacional é uma excelente ferramenta de auxílio, porém deve ser usado sempre por profissional devidamente capacitado.

PALAVRAS CHAVES: Estrutura. Telefonia. Ações. Segurança.

ABSTRACT

With the growing expansion of the telecommunications industry due to new technologies, it has become necessary to install new equipment on vertical structures. The current job's goal is to analyze which steps should be taken within the structural analysis of a self-supporting telecommunications metallic trussed tower with an auxiliary computational program. This case study conducts a quantitative analysis on a self-supporting metallic trussed tower located in the municipality of Cariacica/ES. In this study there were calculations made regarding the force exerted by direct and indirect action taking into consideration the loading of equipment, the actual weight of the parts themselves and wind forces. All information was compiled in the program STRAP V.14 excel, ensuring through the obtained results the structural safety measures according to the procedures of the Brazilian technical norms. The Brazilian regulations provide guidelines to be followed in order to ensure a good structural analysis and the computational program is an excellent auxiliary tool but it should always be used by an appropriately trained professional.

KEY WORDS: Structure, Telephony, action, Security.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – TORRE METÁLICA TRELIÇADA E ESTAIADA.	22
FIGURA 2 – TORRE METÁLICA TRELIÇADA E ESTAIADA	22
FIGURA 3 – TORRE METÁLICA TRELIÇADA AUTOPORTANTE	22
FIGURA 4 – POSTE METÁLICO	23
FIGURA 5 - AÇOS ESPECIFICADOS POR NORMA BRASILEIRA PARA USO ESTRUTURAL	27
FIGURA 6 - AÇOS DE USO FREQUENTE ESPECIFICADOS PELA ASTM PARA USO ESTRUTURAL.....	28
FIGURA 7 – VALORES DOS COEFICIENTES DE PONDERAÇÃO DAS AÇÕES...32	
FIGURA 8 – VALORES DOS FATORES DE COMBINAÇÃO, DE REDUÇÃO E PARA AS AÇÕES VARIÁVEIS.	33
FIGURA 9 – VALORES DOS COEFICIENTES DE PONDERAÇÃO DAS RESISTÊNCIAS.....	33
FIGURA 10 - SEÇÃO LÍQUIDA DE PERFIS FURADOS.	36
FIGURA 11 – BARRA COMPOSTA COMPRIMIDA.....	38
FIGURA 12 – GRÁFICO DAS ISOPLETAS.	41
FIGURA 13 – TALUDES E MORROS.....	42
FIGURA 14 – VALORES MÍNIMOS DO FATOR ESTATÍSTICO (S3).....	45
FIGURA 15 – COEFICIENTE DE ARRASTO, C_A , PARA TORRES RETICULADAS DE SEÇÃO QUADRADA OU TRIANGULAR EQUILÁTERA, FORMADAS POR BARRAS PRISMÁTICAS DE CANTOS VIVOS OU LEVEMENTE ARREDONDADAS.	46
FIGURA 16 – COMPONENTES DE FORÇA DE ARRASTO NAS FACES DE TORRES RETICULADAS DE SEÇÃO QUADRADA OU TRIANGULAR.	47
FIGURA 17 – COEFICIENTES DE ARRASTO, C_A , PARA BARRAS PRISMÁTICAS DE SEÇÃO CIRCULAR E COMPRIMENTO INFINITO.....	48
FIGURA 18 – PLACA DA TORRE METÁLICA AUTOPORTANTE	53
FIGURA 19 – GRÁFICO DAS ISOPLETAS.	54
FIGURA 20 – LOCALIZAÇÃO DA TORRE.	55
FIGURA 21 – PERFIL DE ELEVAÇÃO.....	55
FIGURA 22 – VISTA DO ENTORNO DA TORRE.....	56

FIGURA 23 – VISTA DO ENTORNO DA TORRE.....	56
FIGURA 24 – AÇÕES DO VENTO NA ESTRUTURA.....	60
FIGURA 25 – ANTENAS DE RF E MW NA TORRE	61
FIGURA 26 – CABOS DE RF NA TORRE	66
FIGURA 27 – ESCADA DA TORRE.....	70
FIGURA 28 – PEÇAS DA TORRE (CANTONEIRAS)	71
FIGURA 29 – MENU DA ABA GEOMETRIA.....	72
FIGURA 30 – OPÇÕES DE NÓS E DE BARRAS.....	72
FIGURA 31 – PROPRIEDADES DAS BARRAS E APOIOS	73
FIGURA 32 – PROPRIEDADES DAS BARRAS E APOIOS VISTA GERAL.....	73
FIGURA 33 – MODELO GEOMÉTRICO DA TORRE	74
FIGURA 34 – DEFINIÇÃO DA GEOMETRIA – IDENTIFICAÇÃO DA BARRA Nº 21.	75
FIGURA 35 – DEFINIÇÃO DO CARREGAMENTO DA ESTRUTURA.....	77
FIGURA 36 – RESULTADOS DA ANÁLISE ESTRUTURAL.....	78
FIGURA 37 – CAPACIDADE DE CARGA DA FUNDAÇÃO.....	79
FIGURA 38 – ROTAÇÃO DOS NÓS DAS PEÇAS.	80

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Quantidade e modelo de equipamentos na torre.	61
Quadro 2 – Cálculo da AEV – Área de exposição ao vento das antenas.....	64
Quadro 3 – Cálculo da AEV – Área de exposição ao vento para cabos Ø 1/2”	67
Quadro 4 – Cálculo da AEV – Área de exposição ao vento para cabos Ø 7/8”	67
Quadro 5 – Cálculo da AEV – Área de exposição ao vento para cabos Ø 1” 5/8”....	68
Quadro 6 – Cálculo da AEV – Área de exposição ao vento para a escada.	70
Quadro 7 - Pesos e medidas do modelo (unidades - kgf e metros)	75
Quadro 8 – Resultado das reações do apoio.	79
Quadro 9 – Valores máximos de reações de apoio sobre a fundação.	79
Quadro 10 – Deslocamento máximo da estrutura.	80
Quadro 11 – Resumo dos carregamentos e capacidade de carga	81

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	17
1.1	INCENTIVO.....	17
1.2	OBJETIVOS.....	18
1.2.1	OBJETIVO GERAL.....	18
1.2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	18
1.2.3	METODOLOGIA.....	18
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	21
2.1	ESTRUTURAS VERTICAIS – TORRE DE TELECOMUNICAÇÕES.....	21
2.1.1	DEFINIÇÃO DA ESTRUTURA.....	24
2.2	ESTRUTURAS METÁLICAS.....	25
2.2.1	Aço.....	25
2.3	PROPRIEDADES MECÂNICAS DO AÇO.....	25
2.3.1	AÇOS ESTRUTURAIS.....	27
2.4	ESTADOS LIMITES.....	28
2.5	AÇÕES.....	30
2.5.1	AÇÕES PERMANENTES.....	30
2.5.2	AÇÕES VARIÁVEIS.....	31
2.5.3	AÇÕES EXCEPCIONAIS.....	31
2.5.4	COMBINAÇÕES DE AÇÕES.....	31
2.6	DIMENSIONAMENTO DE PERFIS METÁLICOS.....	34
2.6.1	BARRAS PRISMÁTICAS SUBMETIDAS À FORÇA AXIAL DE TRAÇÃO.....	34
2.6.2	ÁREA LÍQUIDA EFETIVA.....	36
2.6.3	BARRAS PRISMÁTICAS SUBMETIDAS À FORÇA AXIAL DE COMPRESSÃO.....	37
2.6.4	BARRAS PRISMÁTICAS SUBMETIDAS A MOMENTO FLETOR E FORÇA CORTANTE.....	39
2.7	LIGAÇÕES.....	39

2.7.1	CLASSIFICAÇÃO DAS LIGAÇÕES.....	40
2.8	ENFOQUE ABNT NBR 6123:1998 - FORÇAS DEVIDAS AO VENTO EM EDIFICAÇÕES.....	40
2.8.1	VELOCIDADE CARACTERÍSTICA DO VENTO (V_K).....	41
2.8.2	VELOCIDADE BÁSICA DO VENTO.....	41
2.8.3	FATOR TOPOGRÁFICO (S_1).....	42
2.8.4	FATOR DE RUGOSIDADE DO TERRENO (S_2).....	43
2.8.5	FATOR ESTATÍSTICO (S_3).....	44
2.8.6	PRESSÃO DINÂMICA (Q).....	45
2.8.6.1	FORÇA GLOBAL OU DE ARRASTO (F_A).....	46
2.8.6.2	BARRAS PRISMÁTICAS DE SEÇÃO CIRCULAR.....	48
2.9	PROGRAMA PARA CÁLCULO ESTRUTURAL.....	48
2.10	PLANILHA PROGRAMÁVEL.....	50
2.11	ANÁLISE DE UM PROJETO ESTRUTURAL.....	50
3	ESTUDO DE CASO.....	51
3.1	BASE DE DADOS.....	51
3.1.1	ESTRUTURA VERTICAL.....	51
3.1.2	FUNDAÇÃO.....	52
3.1.3	DADOS INFORMADOS NA PLACA DA TORRE.....	52
3.2	PARÂMETROS DE CÁLCULO.....	53
3.2.1	VELOCIDADE BÁSICA DO VENTO (V_0).....	54
3.2.2	FATOR TOPOGRÁFICO (S_1).....	54
3.2.3	FATOR DE RUGOSIDADE DO TERRENO (S_2).....	55
3.2.4	FATOR ESTATÍSTICO (S_3).....	56
3.2.5	MATERIAIS DA ESTRUTURA.....	57
3.2.6	CARREGAMENTOS CONSIDERADOS NA ANÁLISE.....	58
3.2.6.1	CARGAS PERMANENTES.....	58

3.2.6.2	CARGAS VARIÁVEIS.....	58
3.2.7	CÁLCULO DE AÇÕES ATUANTES NA ESTRUTURA.....	59
3.2.7.1	CARREGAMENTO.....	59
3.2.7.2	VENTO NAS ANTENAS.....	61
3.2.7.3	VENTO NOS CABOS.....	65
3.2.7.4	VENTO NA ESCADA.....	68
3.2.7.5	VENTO NAS PEÇAS.....	71
3.3	PROGRAMA COMPUTACIONAL.....	72
3.3.1	MODELAGEM DA ESTRUTURA.....	72
3.3.2	CARGAS.....	76
3.3.3	RESULTADOS.....	78
3.3.3.1	REAÇÕES.....	78
3.3.3.2	DEFLEXÃO DA ESTRUTURA.....	80
3.3.4	CONCLUSÃO DA ANÁLISE ESTRUTURAL.....	81
4	CONCLUSÃO.....	82
5	REFERÊNCIAS.....	84
APÊNDICE		
APÊNDICE A – RELATÓRIO FOTOGRÁFICO.....		87
APÊNDICE B – RESULTADO OBTIDO PELO PROGRAMA STRAP V.14.....		89

1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho tem como finalidade demonstrar a importância da análise estrutural em uma torre metálica treliçada autoportante em atendimento ao setor de telecomunicações, por meio de um estudo de caso, com a finalidade de verificar a viabilidade técnica em relação ao aumento de carregamento atual, quanto à segurança e as solicitações exigidas por normas técnicas.

1.1 INCENTIVO

Com a ampliação do setor de telecomunicações devido às novas tecnologias se fez necessário a instalação de novas estruturas verticais por todo o país, além de milhares que foram instaladas nas últimas décadas. Estas estruturas, denominadas torres, possuem sua capacidade de carregamento determinado pelo fabricante e de acordo com as novas demandas do progresso tecnológico, surge a necessidade destas estruturas receberem novos equipamentos, sendo imprescindível a realização de estudos para verificar se elas suportam este acréscimo de carga (FERREIRA; ACERBI, 2014, pg. 01).

Visando garantir a integridade da estrutura da torre existente, devido ao acréscimo de carregamento durante seu processo de vida útil, havendo a necessidade de reforço estrutural deverá ser fundamentada com laudos estruturais, memoriais de cálculo e elaboração de projeto. Com o acréscimo destes esforços solicitados, como obter resultados na estrutura existente que garantam a integridade da torre sem comprometer os requisitos de segurança exigidos pelas Normas Técnicas?

Portanto, a escolha por este tema e a forma adotada na solução do problema serão de grande importância para verificar, por meio de cálculos e do uso computacional, quais deverão ser as etapas necessárias para cumprir uma análise estrutural de uma torre metálica treliçada.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar quais são as etapas a serem cumpridas para a análise estrutural de uma torre metálica treliçada autoportante de telecomunicações com auxílio de um programa computacional, verificando as ações exercidas na estrutura e qual a capacidade final que ela suporta.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estudar o comportamento dos esforços na estrutura metálica em função da carga existente;
- Verificar se o programa STRAP V.14, versão “*demo*”, pode ser utilizado para auxiliar os cálculos, inserindo nele a base de dados disponível em planilha programável da estrutura metálica fornecida pela empresa de nome fictício “ENG”.

1.2.3 METODOLOGIA

O presente trabalho foi dividido em três etapas:

A primeira etapa foi o desenvolvimento do referencial teórico que se baseou em uma pesquisa bibliográfica em que as fontes utilizadas foram: teses, dissertações, artigos, normas técnicas sobre o tema, legislações pertinentes, livros e outros. Segundo Fonseca (2002, p. 32), todo trabalho científico deve ser iniciado com uma revisão de literatura, pois assim o pesquisador poderá conhecer de forma mais aprofundada sobre o assunto.

A segunda parte foi uma pesquisa documental que levou à realização dos cálculos. Foram utilizadas as seguintes normas específicas para análises e dimensionamento de torres metálicas:

- ABNT NBR 6123:1988 – Forças devidas ao vento em edificações;
- ABNT NBR 8681:2003 – Ações e segurança nas estruturas - Procedimento;
- ABNT NBR 8800:2008 – Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios.

A terceira etapa do trabalho foi a realização do Estudo de caso com uma análise quantitativa, que seguiu os seguintes passos:

- Relacionar todos os materiais da estrutura;
- Abordagem as normas utilizadas na aplicação da análise estrutural;
- Pesquisar e compreender quais são as cargas atuantes na estrutura;
 - Cargas permanentes e acidentais;
 - Cargas de Vento atuantes sobre a estrutura e antenas de telefonia celular;
- Relacionar os critérios das Combinações de carga atuantes na estrutura;
- Aplicação da planilha programável;
- Estudar os Estados Limites de Serviços (ELS) e Estado Limite Último (ELU) na estrutura;
 - Deformações operacionais Máximas (Deflexão Máxima);
- Verificação da Estrutura Metálica com o uso e auxílio computacional (STRAP – *Structural Analysis Programs*), versão educacional.

Para o dimensionamento das estruturas, serão utilizados como ferramentas programas específicos que auxiliarão no desenvolvimento dos cálculos e análise da estrutura existente, no caso, será o STRAP-V14 – *Structural Analysis Programs* (Versão demonstrativa) e o *Excel – Microsoft Office Excel 2010*.

Para realização de uma análise estrutural e dimensionamento de uma torre metálica treliçada exige complexidade de entendimento por parte do calculista, visto que o assunto não é abordado frequentemente na graduação e pouco se tem bibliografia direcionada exclusivamente para esta área (PROBST, 2013, pg. 61).

A fundação será abordada parcialmente, visto que, não é foco o presente trabalho.

Para Yin (2014) o Estudo de caso é uma verificação empírica que investiga um acontecimento contemporâneo (o “caso”) em profundidade e em seu contexto, quando os limites entre este acontecimento e o contexto puderem não ser claramente evidentes. Quer dizer, usaria a pesquisa de estudo de caso para compreender o ocorrido.

Para uma pesquisa de estudo de caso, pode-se adotar um processo linear, porém interativo, baseando-se em um plano estratégico, preparação, coleta, desenvolvimento, análise e compartilhamento (YIN, 2014, pag.18).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 ESTRUTURAS VERTICAIS – TORRE DE TELECOMUNICAÇÕES

Os projetos de torres de telecomunicações no Brasil foram fundamentados em procedimentos da antiga estatal Telebrás denominados de SDT-240-410-600/1997 e SDT-240-400-702/1997, como também se utilizaram as normas internacionais com a denominação TIA/EIA-222/1996. Na atual conjectura, as empresas de telecomunicações possuem suas próprias especificações técnicas que determinam critérios para elaboração dos projetos (ZAMPIRON, 2008, pg. 22).

Estruturas em concreto armado, denominado poste de concreto, foram utilizadas por muito tempo, mas devido à necessidade de estruturas mais duráveis e com alturas maiores, iniciou-se a utilização de estruturas em aço, sendo denominadas torres metálicas. Também passou a ser denominado o local de implantação destas estruturas como ERB – Estação Rádio Base ou *Cell Sites* ou simplificando, *Sites* (PROBST, 2013, pg. 2).

Requisitos básicos para projeto de estruturas de concreto simples, armado e protendido são exigências regidas por norma no qual define os critérios gerais para o projeto de estruturas de concreto, desde edifícios, obras hidráulicas, pontes, portos ou aeroportos, com exceção as que empregam concreto leve, pesado e outros especiais (NBR 6118, ABNT, 2014, pg. 1).

Atualmente as torres de telecomunicações possuem três tipos estruturais, constituindo as estaiadas (Figura 1 e 2), autoportantes (Figura 3) e postes metálicos (Figura 4). As torres estaiadas são compostas por um mastro dividido em módulos formados por treliça, esbelto e contido lateralmente por estais em vários níveis. As torres autoportantes são desenvolvidas apenas por um mastro, de treliça ou tubular, que combate a todos os carregamentos. E os postes metálicos são compostos por tubos metálicos (ZAMPIRON, 2008, pg. 23).



Figura 1 – Torre metálica treliçada e estaiada.
Fonte – Levantamento técnico, município de Sooretama/ES



Figura 2 – Torre metálica treliçada e estaiada
Fonte – Levantamento técnico, município de Sooretama/ES.



Figura 3 – Torre metálica treliçada autoportante
Fonte – Levantamento técnico, município de Cariacica/ES

Torres Autoportantes, objeto de estudo deste trabalho, são recomendadas quando necessita alcançar uma altura maior para a visada das antenas e também quando há um maior carregamento de equipamentos. Elas possuem representação estrutural de um sistema em treliças, com seção quadrada ou triangular, e sua silhueta inicia em trapezoidal inclinada e outra seção reta. São constituídas, geralmente, por perfis em cantoneira conforme Figura 3 (PROBST, 2013. Pg. 2).

Nestas estruturas autoportantes (Figura 3) têm-se certas particularidades por tratar os maiores esforços retida pelos montantes e diagonais da torre, visto que as peças horizontais e os braços fazem diminuir o comprimento de flambagem das peças, e os anti-torçores têm o desempenho de impedir os deslocamentos de rotação entre os elementos da torre (PROBST, 2013, pg. 2).

Postes metálicos possuem vantagens devido à área de implantação necessitar de menor área de fundação, mas em contrapartida tem menor capacidade de carregamento de equipamentos conforme Figura 4 (PROBST, 2013, pg. 3).



Figura 4 – Poste metálico
Fonte – Levantamento técnico, município de Cachoeiro de Itapemirim/ES

No contexto geral, as estruturas verticais de telecomunicações, o Engenheiro deve-se projetar calculando diversas hipóteses de direção do vento, visando as piores situações de esforços tanto na tração quanto na compressão (PROBST, 2013, pg. 2).

2.1.1 DEFINIÇÃO DA ESTRUTURA

As estruturas verticais são definidas pelos projetistas que dependem de parâmetros necessários para determinar a capacidade de carregamento, altura e locais em que serão instaladas as torres de telecomunicações (ZAMPIRON, 2008, pg. 30).

Referente à altura faz necessário obter as coordenadas geográficas para requerer junto ao órgão COMAR – Comando Aéreo Regional a autorização de instalação da estrutura vertical, respeitando devidamente as regulamentações previstas em lei e ao cone de aproximação dos aeroportos de cada município (ZAMPIRON, 2008, pg. 30).

Em relação à capacidade de carregamento, obtêm-se dados característicos das antenas a serem instaladas, como diâmetro, comprimento e largura. Estas antenas são definidas pela operadora de telefonia celular, bem como, a reserva técnica necessária para uma futura instalação. De posse destas informações, o projetista deverá calcular a AEV – Área de Exposição ao Vento, atendendo os requisitos da norma brasileira, NBR 6123 ABNT. Esta área de exposição refere-se à área calculada da face das antenas de micro-ondas e de rádio frequência, multiplicada pelo coeficiente de arrasto (PROBST, 2013, pg. 3).

Conforme definido pela NBR 6123 (ABNT, 1988) é imprescindível à verificação dos parâmetros (V_0 , S_1 , S_2 , S_3) para definição da estrutura a ser dimensionada, visto que estes valores determinarão os esforços de vento a qual a estrutura estará submetida (PROBST, 2013, pg. 3).

A definição do material a ser empregado é de grande importância no comportamento estrutural, de peso, de forma de montagem e de custo. No segmento de telecomunicações mundial, utiliza-se aço, concreto armado e madeira, sendo os dois últimos materiais pouco empregados atualmente (ZAMPIRON, 2008, pg. 31).

O custo é um item importante para viabilizar economicamente o modelo de estrutura a ser definido no projeto de torres de telecomunicações, principalmente em torres metálicas, portanto quanto menor seu peso melhor a relação custo benefício (ZAMPIRON, 2008, pg. 34).

2.2 ESTRUTURAS METÁLICAS

2.2.1 Aço

Sabe-se que na Antiguidade o aço era conhecido, porém não era utilizado em grande escala, e até meados do século XIX o seu custo elevado não tinha uma utilização para fins comerciais. Com a invenção de *Henry Bessemer*, na criação de um forno de maior capacidade, a produção de aço através de fornos em larga escala tornou-o com um preço mais competitivo. (PFEIL, 2009, pg. 2)

Atualmente o aço é o material mais requisitado para muitos tipos de construções devido à facilidade de transporte e instalação. Além disso, por ser um material de resistência elevada, sua utilização em torres de telecomunicações produz um conjunto como um todo mais leve e com mínima taxa de amortecimento crítico, significando que ao longo do tempo de vida útil da estrutura, as vibrações fortes e frequentes terão menor impacto ou interrupção dos sinais de radiofrequência emitidos pelos equipamentos (ZAMPIRON, 2008, pg. 31).

2.3 PROPRIEDADES MECÂNICAS DO AÇO

As propriedades mecânicas do aço alteram em função dos materiais incorporados em sua liga, quanto maior a proporção de carbono adicionado nesta, maior será sua resistência, maior a fragilidade, e menor sua resistência à tração. Portanto, quando se menciona as propriedades, definem-se as suas características e sua aplicabilidade de acordo com o seu grau de resistência (PFEIL, 2009, pg. 16).

A ductilidade é uma propriedade do material em se deformar sob a ação das cargas, redistribuindo as tensões através da deformação plástica do aço. A vantagem desta propriedade é a condução da ruptura do material acompanhado de grandes deformações, permitindo aviso de atuação de cargas elevadas (PFEIL, 2009, pg. 16).

A fragilidade, oposto da ductilidade, torna rúptil o aço devido a diversos agentes, como temperatura baixa, efeitos térmicos, estado triaxial de tensões, efeito de encruamento e fragilização por hidrogênio. Este comportamento tem uma grande

seriedade nas construções metálicas, pois os materiais frágeis sob estas condições têm características do ponto de ruptura sem aviso prévio (PFEIL, 2009, pg. 16).

Outras propriedades do aço que não podem ser menosprezadas são a resiliência e a tenacidade, que possuem a função de absorver a energia mecânica. Portanto, sabe-se que o módulo de resiliência é a capacidade de o metal tracionado em absorver a quantidade de energia elástica, já a tenacidade é a composição da energia elástica e plástica que o metal suporta por unidade de volume até sua quebra (PFEIL, 2009, pg. 16).

A dureza é outra propriedade que tem capacidade de apresentar resistência ao risco e a abrasão. De acordo com o Pfeil (2009, pg. 17), na prática, a dureza é medida pela resistência que ela oferece ao receber penetração de uma peça de maior dureza.

Uma vez que as peças de aço podem trabalhar sob esforços repetitivos, o material deve apresentar em sua propriedade, características de resistência à fadiga, esta disfarça a resistência, decaindo a tensão de ruptura do aço nos testes de ensaios estáticos, em locais das peças onde há presença de concentrações de tensões deve-se ser analisada a sua resistência (PFEIL, 2009, pg. 17).

A corrosão é uma reação do aço quando exposto a alguns elementos presentes no ambiente, criando uma camada ao redor da estrutura, promovendo a perda de seção da peça e podendo levar ao colapso por falta de resistência. A proteção à corrosão é feita por pintura ou galvanização, garantindo uma maior vida útil da estrutura do aço (PFEIL, 2009, pg. 18).

Estudadas as propriedades mecânicas do aço ao longo dos anos, atualmente devem ser adotados os seguintes valores para efeito de cálculo, conforme NBR 8800 (ABNT, 2008, pg. 13).

- módulo de elasticidade, $E = E_a = 200\ 000\ MPa$;
- coeficiente de *Poisson*, $\nu_a = 0,3$;
- módulo de elasticidade transversal, $G = 77\ 000\ MPa$;
- coeficiente de dilatação térmica, $\beta_a = 1,2 \times 10^{-5}\ ^\circ C^{-1}$;
- massa específica, $\rho_a = 7\ 850\ kg/m^3$.

2.3.1 AÇOS ESTRUTURAIS

A NBR 8800 (ABNT, 2008, pg.107) menciona em seu anexo A, as especificações de aços estruturais e materiais de ligação, normalmente empregados em estruturas de aço e mistas de aço e concreto. No caso em estudo, quando está sendo analisada uma torre autoportante metálica para sistemas de telecomunicações, deve ser avaliado sua superfície e o grau de corrosão em que se encontra.

Na figura 5 relaciona os aços especificados pela Norma Brasileira para uso estrutural, constando os perfis metálicos, conforme a ABNT NBR 7007, as siglas, MR – Resistência Mecânica, AR - Alta Resistência mecânica, e por fim, a sigla COR - Resistência a Corrosão Atmosférica (NBR 8800, ABNT, 2008, pg.107).

ABNT NBR 7007			ABNT NBR 6648			ABNT NBR 6649 / ABNT NBR 6650		
Aços-carbono e microligados para uso estrutural e geral			Chapas grossas de aço-carbono para uso estrutural			Chapas finas (a frio/a quente) de aço-carbono para uso estrutural		
Denominação	f_y MPa	f_u MPa	Denominação	f_y MPa	f_u MPa	Denominação	f_y MPa	f_u MPa
MR 250	250	400-560	CG-26	255	410	CF-26	260/260	400/410
AR 350	350	450	CG-28	275	440	CF-28	280/280	440/440
AR 350 COR	350	485				CF-30	—/300	—/490
AR 415	415	520						
ABNT NBR 5000			ABNT NBR 5004			ABNT NBR 5008		
Chapas grossas de aço de baixa liga e alta resistência mecânica			Chapas finas de aço de baixa liga e alta resistência mecânica			Chapas grossas e bobinas grossas, de aço de baixa liga, resistentes à corrosão atmosférica, para uso estrutural		
Denominação	f_y MPa	f_u MPa	Denominação	f_y MPa	f_u MPa	Denominação	f_y MPa	f_u MPa
G-30	300	415	F-32/Q-32	310	410	CGR 400	250	380
G-35	345	450	F-35/Q-35	340	450	CGR 500 e	370	490
G-42	415	520	Q-40	380	480	CGR 500A		
G-45	450	550	Q-42	410	520			
			Q-45	450	550			
ABNT NBR 5920/ABNT NBR 5921			ABNT NBR 8261					
Chapas finas e bobinas finas (a frio/a quente), de aço de baixa liga, resistentes à corrosão atmosférica, para uso estrutural			Perfil tubular, de aço-carbono, formado a frio, com e sem costura, de seção circular ou retangular para usos estruturais					
Denominação	f_y MPa	f_u MPa	Denominação	Seção circular		Seções quadrada e retangular		
				f_y MPa	f_u MPa	f_y MPa	f_u MPa	
CFR 400	—/250	—/380	B	290	400	317	400	
CFR 500	310/370	450/490	C	317	427	345	427	

* Para limitações de espessura, ver norma correspondente.

* Para limitações de espessura, ver norma correspondente.

Figura 5 - Aços especificados por Norma Brasileira para uso estrutural
Fonte – NBR 8800 (ABNT, 2008, pg.107).

A NBR 8800 (ABNT, 2008, pg. 109) apresenta os valores nominais mínimos da resistência ao escoamento (f_y) e da resistência à ruptura (f_u) de aços específicos para uso estrutural em chapas e perfis, especificando as propriedades mecânicas quanto à resistência ao escoamento, conforme a relação entre elas não poderão ser inferiores ao valor de 1,18.

Na figura 6, pode-se verificar esta relação dos aços estruturais, usados frequentemente, apresentando os valores nominais mínimos da resistência de escoamento e de ruptura conforme especificado pela ASTM - *American Society for Testing and Materials*, caso necessita-se de informações adicionais, a norma orienta a consultar o ASTM A6 (NBR 8800, ABNT, 2008, pg. 108).

Classificação	Denominação	Produto	Grupo de perfil ^{ab} ou faixa de espessura disponível	Grau	f_y MPa	f_u MPa
Aços-carbono	A36	Perfis	1, 2 e 3	-	250	400 a 550
		Chapas e barras ^c	$t \leq 200 \text{ mm}$			
	A500	Perfis	4	A	230	310
				B	290	400
Aços de baixa liga e alta resistência mecânica	A572	Perfis	1, 2 e 3	42	290	415
				50	345	450
				55	380	485
			1 e 2	60	415	520
				65	450	550
		Chapas e barras ^{e)}	$t \leq 150 \text{ mm}$	42	290	415
			$t \leq 100 \text{ mm}$	50	345	450
			$t \leq 50 \text{ mm}$	55	380	485
			$t \leq 31,5 \text{ mm}$	60	415	520
				65	450	550
	A992 ^d	Perfis	1, 2 e 3	-	345 a 450	450
Aços de baixa liga e alta resistência mecânica resistentes à corrosão atmosférica	A242	Perfis	1	-	345	485
			2	-	315	460
			3	-	290	435
		Chapas e barras ^{e)}	$t \leq 19 \text{ mm}$	-	345	480
			$19 \text{ mm} < t \leq 37,5 \text{ mm}$	-	315	460
			$37,5 \text{ mm} < t \leq 100 \text{ mm}$	-	290	435
	A588	Perfis	1 e 2	-	345	485
		Chapas e barras ^c	$t \leq 100 \text{ mm}$	-	345	480
			$100 \text{ mm} < t \leq 125 \text{ mm}$	-	315	460
			$125 \text{ mm} < t \leq 200 \text{ mm}$	-	290	435
Aços de baixa liga temperados e auto-revenidos	A913	Perfis	1 e 2	50	345	450
				60	415	520
				65	450	550

Figura 6 - Aços de uso frequente especificados pela ASTM para uso estrutural
Fonte – NBR 8800 (ABNT, 2008, pg.109).

2.4 ESTADOS LIMITES

O método dos Estados Limites ou métodos dos coeficientes parciais, denominado também como método das tensões admissíveis, são critérios definidos por normas para garantia de segurança da estrutura em projetos de estruturas metálicas, e ocorrem a partir do momento em que a estrutura deixa de satisfazer um dos seus objetivos (PFEIL, 2009, pg. 35).

Conforme a NBR 8681 (ABNT, 2003, pg. 7) os esforços atuantes deverão ser verificados quanto às condições de segurança, tornando simplificado através da expressão abaixo.

$$R_d \geq S_d \quad (01)$$

Onde:

R_d representa os valores de cálculo dos correspondentes esforços resistentes;

S_d representa os valores de cálculo dos esforços atuantes.

Em uma estrutura, o Estado Limite ocorre sempre quando deixa de satisfazer um de seus objetivos que podem ser divididas em Estados Limites de Últimos (ELU) e em Estados Limites de Utilização ou de Serviços (ELS). O primeiro é associado à ocorrência de cargas excessivas e, conseqüentemente, ao colapso da estrutura devido à perda de equilíbrio, como corpo rígido, plastificação total de um elemento estrutural ou de uma seção, ruptura de uma ligação ou secção, flambagem em regime elástico ou não e ruptura por fadiga. Já os ELS incluem deformações e vibrações excessivas (PFEIL, 2009, pg. 35).

As torres de telecomunicações possuem comunicação entre elas, à verificação da deformação da estrutura é essencial para esta, um pequeno movimento do ponto de instalação das antenas causará a perda da orientação na direção da torre seguinte, sendo requisito verificar a deformação angular máxima de projeto da estrutura vertical (ZAMPIRON, 2008, pg. 40).

Entretanto, a obtenção desses resultados sobre os Estados Limites da estrutura envolvem cálculos extensos e complexos, desta forma, visando facilitar a obtenção dos mesmos, usa-se programas especializados para tais finalidades (PROBST, 2013, pg. 6).

2.5 AÇÕES

Quando se determina um carregamento para um sistema estrutural, as ações aplicadas, resistência e rigidez da estrutura são determinantes para um resultado desejado. Para que esta decorrência seja satisfatória, as determinações limites de esforços, tensões, deformações ou deslocamentos não poderão ser ultrapassados, e são conhecidos como Estados Limites da estrutura e definidos por normas (KAMINSKI Jr, 2007, pg. 37).

As cargas ou deformações são ações a serem consideradas no projeto das estruturas que podem ser a variação de temperatura, recalques, peso próprio, ações climáticas, entre outras (PFEIL, 2009, pg. 38).

De acordo com a NBR 8681 (ABNT, 2003, pg. 3), classificam-se as ações segundo uma variabilidade no tempo categorizado em três tipos: ações permanentes, ações variáveis e ações excepcionais. A norma cita que para cada tipo de carregamento devem ser consideradas todas as combinações, estabelecendo critérios para verificação da segurança.

Para os critérios de combinações, as ações permanentes são consideradas o valor total, mas as ações variáveis serão consideradas apenas as parcelas que produzem efeitos desfavoráveis para a segurança (NBR 8681, ABNT, 2003, pg. 3).

2.5.1 AÇÕES PERMANENTES

As ações que possuem características como peso próprio da estrutura e de todos os elementos construtivos e equipamentos fixos são considerados como ações permanentes (NBR 8681, ABNT, 2003, pg. 6).

A determinação de valores das cargas deve ser considerada no projeto de estrutura de edificações, qualquer que seja sua classe e destino, são condições exigidas e fixadas por norma. No estudo de caso de estruturas metálicas verifica-se o peso específico aparente (kN/m^3) caracterizado em metais, em que se encontra variados tipos, como aço, alumínio e ligas, bronze, chumbo, entre outros (NBR 6120, ABNT, 1980, pg. 1).

2.5.2 AÇÕES VARIÁVEIS

As ações variáveis são caracterizadas como as cargas acidentais das construções, as forças de frenação, de impacto, centrífugas, os efeitos do vento, das variações de temperatura, das pressões hidrostáticas e hidrodinâmicas, sendo classificadas em normais e especiais em função da sua possibilidade de eventos durante a construção (NBR 8681, ABNT, 2003, pg. 3).

É evidente verificar as forças devidas à ação estática e dinâmica dos ventos em qualquer que seja a estrutura, com os procedimentos normatizados devem seguir as condições necessárias para os resultados por meio do cálculo de edificações (NBR 6123, ABNT, 1988, pg. 1).

2.5.3 AÇÕES EXCEPCIONAIS

Causas como explosões, choques de veículos, incêndios, enchentes ou sismos especiais são consideradas como ações excepcionais (NBR 8681, ABNT, 2003, pg. 3).

No Brasil não são consideradas nos projetos de torres autoportantes para telecomunicações as ações provenientes de sismos devido a pouquíssimos eventos, sendo estes de intensidade baixa (ZAMPIRON, 2008, pg. 42).

2.5.4 COMBINAÇÕES DE AÇÕES

Um carregamento é definido pela combinação de ações que atuam simultaneamente sobre a estrutura, durante um período estabelecido. Esta combinação de ações deve ser projetada de forma a apresentar os efeitos mais desfavoráveis para a estrutura, justamente para verificar as condições de Estado Limite Último (ELU) e Estado Limite de Serviço (ELS) a que a estrutura está sendo projetada (NBR 8800, ABNT, 2008).

Segundo a NBR 8681 (ABNT, 2003, pg. 7), devem ser consideradas as combinações de ações para verificação do Estado Limite Último (ELU) como as combinações últimas normais, combinações últimas especiais ou de construção e combinações últimas excepcionais.

Conforme a NBR 8681 (ABNT, 2003, pg. 7), as combinações últimas normais são dadas pela seguinte expressão em atendimento a estruturas metálicas, baseado nos valores dos coeficientes de ponderação das ações, valores dos fatores de combinação de redução e para ações variáveis, e por fim, valores dos coeficientes de ponderação das resistências, representados a seguir nas figuras 7, 8 e 9, respectivamente.

$$Fd = \sum_{i=1}^m \gamma_{gi} F_{Gi,k} + \gamma_q [F_{Q1,k} + \sum_{j=2}^n \psi_{0j} F_{Qj,k}] \quad (02)$$

Onde:

Fd representa os valores de cálculo das ações;

F_{Gi,k} é o valor característico da ação variável considerada como ação principal para a combinação;

ψ_{0j} F_{Qj,k} é o valor reduzido de combinação de cada uma das demais ações variáveis.

Combinações	Ações permanentes (γ_g) ^{a c}					
	Diretas					Indiretas
	Peso próprio de estruturas metálicas	Peso próprio de estruturas pré-moldadas	Peso próprio de estruturas moldadas no local e de elementos construtivos industrializados e empuxos permanentes	Peso próprio de elementos construtivos industrializados com adições <i>in loco</i>	Peso próprio de elementos construtivos em geral e equipamentos	
Normais	1,25 (1,00)	1,30 (1,00)	1,35 (1,00)	1,40 (1,00)	1,50 (1,00)	1,20 (0)
Especiais ou de construção	1,15 (1,00)	1,20 (1,00)	1,25 (1,00)	1,30 (1,00)	1,40 (1,00)	1,20 (0)
Excepcionais	1,10 (1,00)	1,15 (1,00)	1,15 (1,00)	1,20 (1,00)	1,30 (1,00)	0 (0)
	Ações variáveis (γ_q) ^{a d}					
	Efeito da temperatura ^b	Ação do vento		Ações truncadas ^e	Demais ações variáveis, incluindo as decorrentes do uso e ocupação	
Normais	1,20	1,40		1,20	1,50	
Especiais ou de construção	1,00	1,20		1,10	1,30	
Excepcionais	1,00	1,00		1,00	1,00	

Figura 7 – Valores dos coeficientes de ponderação das ações
Fonte – NBR 8800 (ABNT, 2008, pg.18).

Os coeficientes de ponderação e fatores de redução das ações no Estado Limite de Serviço (ELS) que estão relacionados ao desempenho da estrutura condicionada a classes normais de utilização conforme figuras 8 e 9 de acordo com a NBR 8800:2008 (ZAMPIRON, 2008, pg. 40).

Ações		γ_{f2}^a		
		ψ_0	ψ_1^d	ψ_2^e
Ações variáveis causadas pelo uso e ocupação	Locais em que não há predominância de pesos e de equipamentos que permanecem fixos por longos períodos de tempo, nem de elevadas concentrações de pessoas ^{b)}	0,5	0,4	0,3
	Locais em que há predominância de pesos e de equipamentos que permanecem fixos por longos períodos de tempo, ou de elevadas concentrações de pessoas ^{c)}	0,7	0,6	0,4
	Bibliotecas, arquivos, depósitos, oficinas e garagens e sobrecargas em coberturas (ver B.5.1)	0,8	0,7	0,6
Vento	Pressão dinâmica do vento nas estruturas em geral	0,6	0,3	0
Temperatura	Variações uniformes de temperatura em relação à média anual local	0,6	0,5	0,3
Cargas móveis e seus efeitos dinâmicos	Passarelas de pedestres	0,6	0,4	0,3
	Vigas de rolamento de pontes rolantes	1,0	0,8	0,5
	Pilares e outros elementos ou subestruturas que suportam vigas de rolamento de pontes rolantes	0,7	0,6	0,4

^a Ver alínea c) de 4.7.5.3.
^b Edificações residenciais de acesso restrito.
^c Edificações comerciais, de escritórios e de acesso público.
^d Para estado-limite de fadiga (ver Anexo K), usar ψ_1 igual a 1,0.
^e Para combinações excepcionais onde a ação principal for sismo, admite-se adotar para ψ_2 o valor zero.

Figura 8 – Valores dos fatores de combinação, de redução e para as ações variáveis.
 Fonte – NBR 8800 (ABNT, 2008, pg.19).

Combinações	Aço estrutural ^a		Concreto γ_c	Aço das armaduras γ_s
	γ_a			
	Escoamento, flambagem e instabilidade	Ruptura		
	γ_{a1}	γ_{a2}		
Normais	1,10	1,35	1,40	1,15
Especiais ou de construção	1,10	1,35	1,20	1,15
Excepcionais	1,00	1,15	1,20	1,00

^a Inclui o aço de fôrma incorporada, usado nas lajes mistas de aço e concreto, de pinos e parafusos.

Figura 9 – Valores dos coeficientes de ponderação das resistências.
 Fonte – NBR 8800 (ABNT, 2008, pg.23).

2.6 DIMENSIONAMENTO DE PERFIS METÁLICOS

Para o dimensionamento dos perfis metálicos na estrutura necessita partir da premissa que os esforços solicitantes sejam inferiores aos esforços de resistência. Garantindo esta condição, os esforços atuantes não irão criar instabilidade estrutural na estrutura metálica. Os esforços solicitantes são levantados de acordo com o carregamento na estrutura, restando apenas dimensionar o perfil adequado que atenda a força resistente, que está relacionada ao tipo de solicitação que a estrutura está submetida (PFEIL, 2009, pg. 34).

Em função do tipo de esforço que a estrutura está sendo submetido, para o dimensionamento das peças metálicas, é necessário avaliar se o esforço solicitante se enquadra em esforços de tração, compressão, flexão e cortante, de acordo com que rege a NBR 8800 (ABNT, 2008, pg. 53) detalha todo o memorial de cálculo.

Para dimensionamento dos esforços de torção atuantes nas seções, a norma detalha como barras submetidas à combinação de esforços solicitantes, onde devem ser analisados individualmente os Estados Limites de Serviço (ELS) aplicáveis, além de condições estabelecidas na Norma para os momentos de torção (NBR 8800, ABNT, 2008, pg. 55).

2.6.1 BARRAS PRISMÁTICAS SUBMETIDAS À FORÇA AXIAL DE TRAÇÃO

A ABNT NBR 8800 (ABNT, 2008, pg. 53) detalha todo o memorial de cálculo de barras prismáticas submetidas à força axial de tração, incluindo as barras ligadas por pinos e barras redondas com extremidades rosqueadas.

Segundo Pfeil (2009, pg. 47) as peças tracionadas são sujeitas a solicitações de tração axial ou simples, sendo empregadas nas estruturas como tirantes, contraventamentos de torres, travejamento de vigas ou colunas (com dois tirantes em forma de X) e barras tracionadas de treliças, podendo ser redondas ou chatas.

Para o dimensionamento das barras sujeitas aos esforços de tração, segundo a NBR 8800 (2008, pg. 43) faz necessário atender a seguinte condição:

$$N_{t,Sd} \leq N_{t,Rd} \quad (03)$$

Onde:

$N_{t,Sd}$ é a força axial de tração solicitante de cálculo;

$N_{t,Rd}$ é a força axial de tração resistente de cálculo.

Para análise dos valores da força axial de tração resistente de cálculo, existem duas condições, uma sendo o valor representante do Estado Limite Último (ELU) de escoamento da seção bruta e a outra o valor de ruptura da seção líquida, e o menor valor representará a força axial de tração resistente de cálculo (NBR 8800, ABNT, 2008, pg. 37).

Conforme a NBR 8800 (2008, pg. 37) discrimina as seguintes expressões:

- Escoamento da seção bruta

$$N_{t,Rd} = \frac{A_g f_y}{\gamma_{a1}} \quad (04)$$

- Ruptura da seção líquida

$$N_{t,Rd} = \frac{A_e f_u}{\gamma_{a2}} \quad (05)$$

Onde:

A_g é a área bruta da seção transversal da barra;

A_e é a área líquida efetiva da seção transversal da barra;

f_y é a resistência ao escoamento do aço;

f_u é a resistência à ruptura do aço.

2.6.2 ÁREA LÍQUIDA EFETIVA

A NBR 8800 (2008, pg. 38) detalha e especifica que para barras prismáticas sujeitas a diversas furações é necessário pesquisar os diversos modos de ruptura da seção líquida, uma vez que pode haver várias possibilidades de rompimento conforme a figura 10, que detalha os possíveis percursos de ruptura da peça que devem ser considerados.

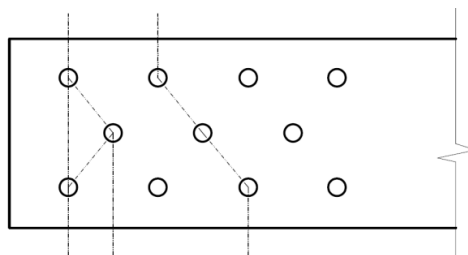


Figura 10 - Seção líquida de perfis furados.
Fonte – Pfeil (2009, pg.51).

Conforme a NBR 8800 (2008, pg. 38) discrimina as seguintes expressões para a área líquida efetiva de uma barra:

$$A_e = C_t A_n \quad (06)$$

Onde:

A_e é a área efetiva da barra;

A_n é a área líquida da barra;

C_t é um coeficiente de redução da área líquida.

A área líquida e o coeficiente de redução possuem procedimentos de cálculo para obtenção dos valores finais da área efetiva da barra, apenas com este valor final pode-se seguir para o cálculo da força tração da barra prismática, ainda determina que, em regiões com furos, feitos para ligação ou para qualquer outra finalidade, a área líquida, A_n , de uma barra é a soma dos produtos da espessura pela largura líquida de cada elemento. (NBR 8800, ABNT, 2008, pg. 38)

Para o coeficiente de redução C_t da área líquida, a NBR (ABNT, 2008, pg. 39) determina procedimentos, expressões e valores, para o estudo de caso deste trabalho o $C_t = 1$, quando a força de tração é transmitida diretamente para cada um dos elementos da seção transversal barra, por solda ou parafusos.

2.6.3 BARRAS PRISMÁTICAS SUBMETIDAS À FORÇA AXIAL DE COMPRESSÃO

A NBR 8800 (2008, pg. 43) detalha todo o memorial de cálculo de barras prismáticas submetidas à força axial de compressão, associados aos Estados Limites Últimos (ELU) de instabilidade por flexão, por torção ou por flexo-torção e de flambagem local. No dimensionamento destas barras deve ser atendida a seguinte condição:

$$N_{c,Sd} \leq N_{c,Rd}$$

Onde: (07)

$N_{c,Sd}$ é a força axial de compressão solicitante de cálculo;

$N_{c,Rd}$ é a força axial de compressão resistente de cálculo.

Para obtenção do valor da força axial de compressão resistente de cálculo, $N_{c,Rd}$, de uma barra, a NBR 8800 (ABNT, 2008, pg. 44) determina a verificação pela expressão abaixo:

$$N_{c,Rd} = \frac{\chi Q A_g f_y}{\gamma_{a1}} \quad (08)$$

Onde:

χ é o fator de redução associado à resistência à compressão;

Q é o fator de redução total associado a flambagem local;

A_g é a área bruta da seção transversal da barra

f_y é a resistência ao escoamento do aço;

Conforme a NBR 8800 (ABNT, 2008, pg. 44), para obtenção do valor de fator de redução denominado χ é dado pela expressão abaixo:

- Para $\lambda_0 \leq 1,5$ utilizar $\chi = 0,658^{\lambda_0^2}$ (09)

- Para $\lambda_0 > 1,5$ utilizar $\chi = \frac{0,877}{\lambda_0^2}$ (10)

Onde:

λ_0 é o índice de esbeltez reduzido e deve ser obtido na expressão abaixo:

$$\lambda_0 = \sqrt{\frac{Q A_g f_y}{N_e}} \quad (11)$$

Portanto, N_e é a força axial de flambagem elástica no qual poderá obter o seu valor por meio do anexo E da NBR 8800 (ABNT, 2008, pg. 121) que apresenta expressões para seções com dupla simetria ou simétricas em relação a um ponto, seções monossimétricas, seções assimétricas e cantoneiras simples conectadas por uma aba, como também o coeficiente de flambagem.

De acordo com a NBR 8800 (ABNT, 2008, pg. 46), para limitação do índice de esbeltez das barras submetidas à força axial de compressão, faz necessário tomar como a maior relação entre o produto KL e o raio de giração r .

$$\text{Limite do índice de esbeltez} = \frac{KL}{r} \quad (12)$$

Onde:

K é o coeficiente de flambagem;

L é o comprimento destravado da peça;

r é o raio de giração da peça.

Em barras formadas por dois ou mais perfis trabalhando em conjunto, denominadas barras compostas, que em contato ou com afastamento igual à espessura de chapas espaçadoras, devem possuir uniões entre esses perfis a espaços tais que o índice de esbeltez l/r de qualquer perfil, entre duas ligações adjacentes, não seja superior a $\frac{1}{2}$ do índice de esbeltez da barra composta (KL/r) conforme figura 11 (NBR 8800, ABNT, 2008, pg. 46).

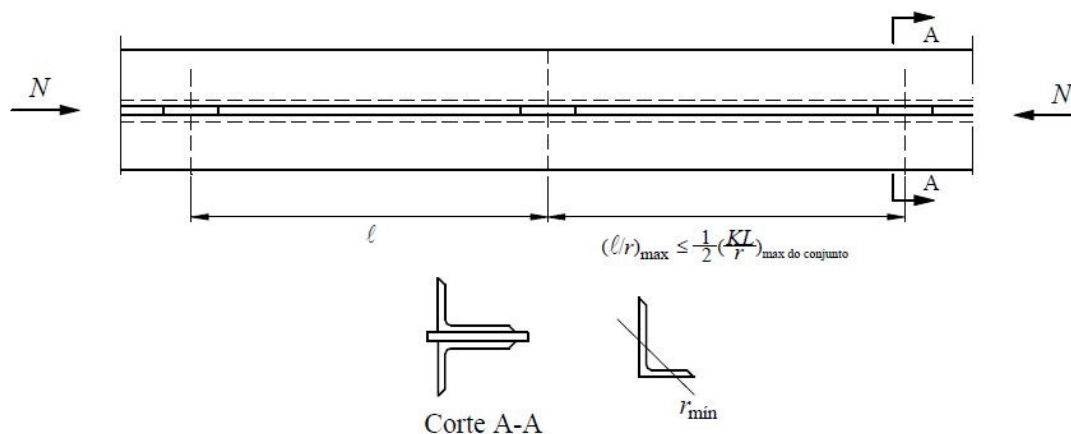


Figura 11 – Barra composta comprimida.
Fonte – NBR 8800 (ABNT, 2008, pg.46).

2.6.4 BARRAS PRISMÁTICAS SUBMETIDAS A MOMENTO FLETOR E FORÇA CORTANTE

A NBR 8800 (ABNT, 2008, pg. 46) detalha todo o memorial de cálculo de barras prismáticas submetidas a momento fletor e força cortante em perfis com seções I, H, T, cantoneiras em forma de T, seções U, seções caixões e tubulares retangulares, sólidas circulares, especificados conforme a norma, desde que atendam as seguintes condições:

$$M_{Sd} \leq M_{Rd} \quad (13)$$

$$V_{Sd} \leq V_{Rd} \quad (14)$$

Onde:

M_{Sd} é o momento fletor solicitante de cálculo;

M_{Rd} é o momento fletor resistente de cálculo;

V_{Sd} é a força cortante solicitante de cálculo;

V_{Rd} é a força cortante fletor resistente de cálculo;

2.7 LIGAÇÕES

Segundo o Instituto Aço Brasil (2011, pg. 10) todos os detalhes construtivos que unam partes da estrutura entre si ou com elementos externos a ela são denominados ligações.

Devem ser dimensionadas de forma que, além de atender aos requisitos da NBR 8800:2008, a sua resistência de cálculo seja igual ou superior à solicitação, a composição que será determinada com base na resistência dos elementos de ligação que são aqueles que, incluídos no conjunto, facilitam a transmissão dos esforços tais como cantoneiras, chapas de ligação, consolos enrijecedores, placas de base e talas de emenda, e os meios de ligação que são os elementos unem as partes da estrutura para formar a ligação, tais como barras redondas ou rosqueadas, parafusos, pinos e soldas (INSTITUTO AÇO BRASIL, 2011, pg. 11).

2.7.1 CLASSIFICAÇÃO DAS LIGAÇÕES

De acordo com o Instituto Aço Brasil (2011, pg. 34) as ligações classificam-se em soldadas e parafusadas em que na maioria das vezes, o cálculo da ligação implica na verificação de grupos de parafusos ou de linhas de solda. Nas ligações de fábrica é preferível o uso da solda, enquanto nas ligações de campo utilizam-se preferencialmente os parafusos. Elas ainda em caráter complementar classificam-se conforme os esforços solicitantes e a rigidez que por sua vez classificam-se em ligações rígidas, semirrígidas e flexíveis.

2.8 ENFOQUE ABNT NBR 6123:1998 - FORÇAS DEVIDAS AO VENTO EM EDIFICAÇÕES

Conforme a NBR 6123 (ABNT, 1998, pg. 4) os ventos exercem forças nas edificações as quais devem ser calculadas para elementos de vedação e suas fixações, para partes da estrutura e para a edificação como um todo. Para determinar essas forças deve-se encontrar o valor da velocidade característica do vento V_k , em m/s (metros por segundo), por meio da seguinte equação:

$$V_k = V_0 \cdot S_1 \cdot S_2 \cdot S_3 \quad (15)$$

Onde:

V_k é a velocidade característica do vento;

V_0 é a velocidade básica do vento;

S_1 é o fator topográfico;

S_2 é o fator de rugosidade do terreno;

S_3 é o fator estatístico.

Estas solicitações são importantes e imprescindíveis a serem consideradas no dimensionamento e análise de torres metálicas. E os parâmetros utilizados para cálculo das forças de vento em estruturas reticuladas, formadas por barras retas ou cantoneiras, são de grande seriedade (PROBST, 2013, pg. 11).

2.8.1 VELOCIDADE CARACTERÍSTICA DO VENTO (V_K)

É aquela que atua sobre certa parte da estrutura (PROBST, 2013, pg.11).

2.8.2 VELOCIDADE BÁSICA DO VENTO

A NBR 6123 (ABNT, 1998, pg.11) informa que é a velocidade de uma rajada de vento de 3 segundos, excedida em média uma vez em 50 anos, a 10 metros acima do terreno, em campo aberto. No gráfico das isopletas da velocidade básica do Brasil encontram-se as informações destas velocidades conforme figura 12.

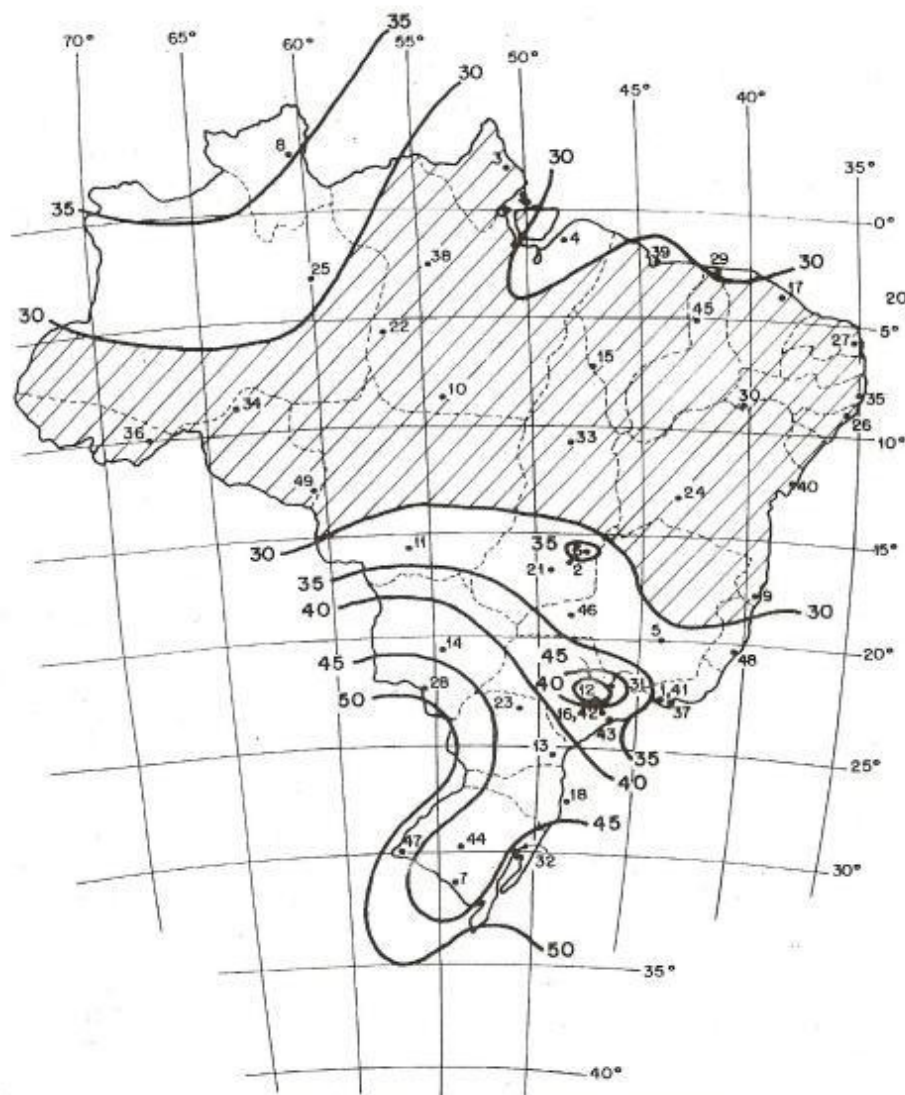


Figura 12 – Gráfico das Isopletas.
Fonte – NBR 6123 (ABNT, 1998, pg. 6).

2.8.3 FATOR TOPOGRÁFICO (S_1)

De acordo com a NBR 6123 (ABNT, 1998, pg. 5) consideram as variações de relevo do terreno do seguinte modo que o terreno plano ou fracamente acidentado tem o fator topográfico S_1 igual 1,0. Para taludes e morros alongados devem ser admitidos um fluxo de ar bidimensional soprando no sentido indicado, ambas situações são demonstradas na figura 13.

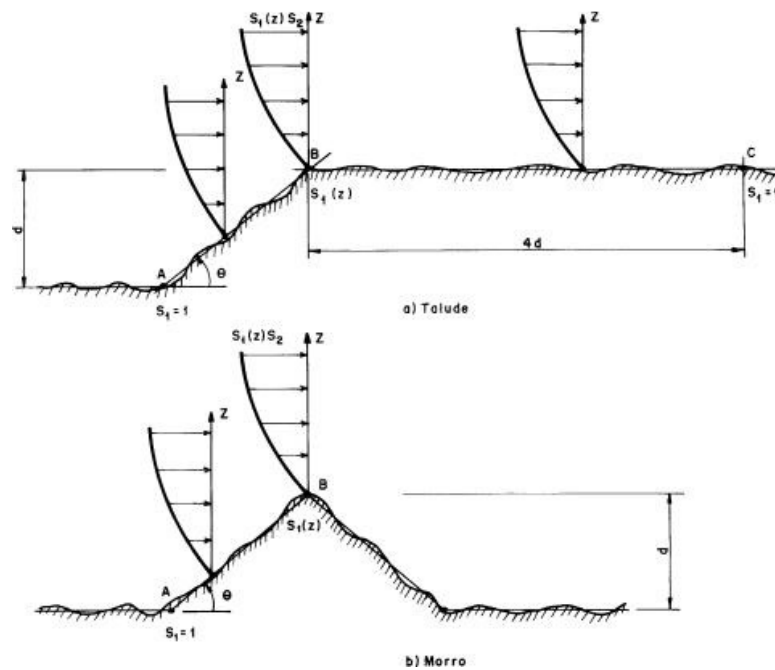


Figura 13 – Taludes e Morros
Fonte – NBR 6123 (ABNT, 1998, pg. 7).

- No ponto A (morros) e nos pontos A e C (taludes): $S_1 = 1,0$;
- No ponto B: [S_1 é uma função $S_1(z)$]:

$$\theta \leq 3^\circ: S_1(z) = 1,0 \quad (16)$$

$$6^\circ \leq \theta \leq 17^\circ: S_1(z) = 1,0 + \left(2,5 - \frac{z}{d}\right) \cdot \text{tg}(\theta - 3^\circ) \geq 1 \quad (17)$$

$$\theta \geq 45^\circ: S_1(z) = 1,0 + \left(2,5 - \frac{z}{d}\right) \cdot 0,31 \geq 1 \quad (18)$$

Obs.: [interpolair linearmente para $3^\circ < \theta < 6^\circ$ e $17^\circ < \theta < 45^\circ$]

2.8.4 FATOR DE RUGOSIDADE DO TERRENO (S_2)

A NBR 6123 (ABNT, 1998, pg. 7) considera o fator S_2 o efeito combinado da rugosidade do terreno, da variação da velocidade do vento com a altura acima do terreno e das dimensões da edificação ou parte da edificação em consideração. Ela também classifica a rugosidade do terreno em cinco categorias e três classes de edificações, partes de edificações e seus elementos com intervalos de tempo para cálculo da velocidade média de, respectivamente, 3, 5 e 10 segundos.

Conforme a NBR 6123 (ABNT, 1998, pg. 7) as categorias classificadas quanto à rugosidade do terreno são:

- Categoria 1 – Superfícies lisas de grandes dimensões, com mais de 5km de extensão, medida na direção e sentido do vento incidente. Exemplos: mar calmo, lagos, rios e pântanos sem vegetação;
- Categoria 2 – Terrenos abertos em nível ou aproximadamente em nível, poucos obstáculos, isolados, tais como árvores e edificações baixas. Exemplos: zonas costeiras planas, pântanos com vegetação rala, campos de aviação, pradarias e charnecas e fazendas sem sebes ou muros. Obs.: A cota média do topo dos obstáculos é considerada inferior ou igual a 1 metro.
- Categoria 3 – Terrenos planos ou ondulados com obstáculos, tais como sebes e muros, poucos quebra-ventos de árvores, edificações baixas e esparsas. Exemplos: granjas e casas de campos, com exceção das partes com matos, fazendas com sebes e/ou muros e subúrbios a considerável distância do centro, com casas baixas e esparsas.
- Categoria 4 - Terrenos cobertos por obstáculos numerosos e pouco espaçados, em zona florestal, industrial ou urbanizados. Exemplos: zonas de parques e bosques com muitas árvores, cidades pequenas e seus arredores, subúrbios densamente construídos de grandes cidades, áreas industriais plena ou parcialmente desenvolvidas. Observação: A cota média do topo dos obstáculos é considerada igual a 10m. Esta categoria também inclui zonas com obstáculos maiores e que ainda não possam ser consideradas nesta na categoria.

- Categoria 5 - Terrenos cobertos por obstáculos numerosos, grandes, altos e pouco espaçados. Exemplos: florestas com árvores altas, de copas isoladas, centros de grandes cidades, complexos industriais bem desenvolvidos. Obs.: A cota média do topo dos obstáculos é considerada igual ou superior a 25m.

Para determinação das ações do vento nas partes da edificação devem-se considerar as características construtivas ou estruturais que originem pouca ou nenhuma continuidade estrutural ao longo da desta, como as edificações com juntas que separem a estrutura em duas ou mais partes estruturais e aquelas com pouca rigidez na direção perpendicular à direção do vento, em que há pouca capacidade de redistribuição de cargas, com isso, ficam definidas as classes abaixo (NBR 6123, ABNT, 1998, pg. 8).

- Classe A – Todas as unidades de vedação, seus elementos de fixação e peças individuais de estruturas sem vedação. Toda edificação na qual a maior dimensão horizontal ou vertical não exceda 20m.
- Classe B: Toda edificação ou parte dela para a qual a maior dimensão horizontal ou vertical da superfície frontal esteja entre 20m e 50m.
- Classe C: Toda edificação ou parte da edificação para a qual a maior dimensão horizontal ou vertical da superfície frontal exceda 50m.

A NBR 6123 (ABNT, 1998, pg. 9) informa que para toda edificação ou parte dela a qual a maior dimensão horizontal ou vertical da superfície frontal exceda 80m, o intervalo de tempo correspondente poderá ser determinado de acordo com as indicações da norma, no Anexo A.

2.8.5 FATOR ESTATÍSTICO (s_3)

A NBR 6123 (ABNT, 1998, pg. 10), baseada em conceitos estatísticos, considera o grau de segurança e a vida útil da edificação em que a definição de

velocidade básica V_0 é a velocidade do vento que apresenta um período de recorrência médio de 50 anos.

A probabilidade de que a velocidade V_0 seja igualada ou excedida neste período é de 63%, sendo este nível de probabilidade (0,63) e as vidas úteis (50 anos) adotadas considerados adequados para edificações normais destinadas a moradias, hotéis, escritórios, entre outros, conforme demonstrado no grupo dois e na falta de uma norma específica sobre segurança nas edificações ou de indicações correspondentes na norma estrutural. Os valores mínimos do fator S_3 são os indicados na figura 14 (NBR 6123, ABNT, 1998, pg. 10).

Grupo	Descrição	S_3
1	Edificações cuja ruína total ou parcial pode afetar a segurança ou possibilidade de socorro a pessoas após uma tempestade destrutiva (hospitais, quartéis de bombeiros e de forças de segurança, centrais de comunicação, etc.)	1,10
2	Edificações para hotéis e residências. Edificações para comércio e indústria com alto fator de ocupação	1,00
3	Edificações e instalações industriais com baixo fator de ocupação (depósitos, silos, construções rurais, etc.)	0,95
4	Vedações (telhas, vidros, painéis de vedação, etc.)	0,88
5	Edificações temporárias. Estruturas dos grupos 1 a 3 durante a construção	0,83

Figura 14 – Valores mínimos do fator estatístico (S_3)
Fonte – NBR 6123 (ABNT, 1998, pg.10)

2.8.6 PRESSÃO DINÂMICA (Q)

De acordo com a NBR 6123 (ABNT, 1998, pg. 4) a pressão dinâmica exercida sobre a estrutura a ser analisada, pode ser obtida por meio do resultado da velocidade característica V_k em N/m^2 (Newton por metro quadrado) através da expressão abaixo.

$$q = 0,613 \cdot V_k^2 \quad (19)$$

Onde:

V_k é a velocidade característica do vento;

q é a pressão dinâmica.

2.8.6.1 FORÇA GLOBAL OU DE ARRASTO (F_a)

De posse do valor de q , encontra-se o valor da força global por intermédio da expressão abaixo. (NBR 6123, ABNT, 1998, pg. 4).

$$F_a = C_a \cdot q \cdot A_e \quad (20)$$

Onde:

F_a é a velocidade característica do vento;

C_a é o coeficiente de arrasto;

q é a pressão dinâmica;

A_e é a área frontal efetiva.

Conforme NBR 6123 (ABNT, 1998, pg. 4) para torres reticuladas constituídas por barras prismáticas de faces planas, com cantos vivos ou levemente arredondados, os valores do coeficiente de arrasto, C_a , para vento incidindo perpendicularmente a uma das faces, são fornecidos no gráfico da Figura 15.

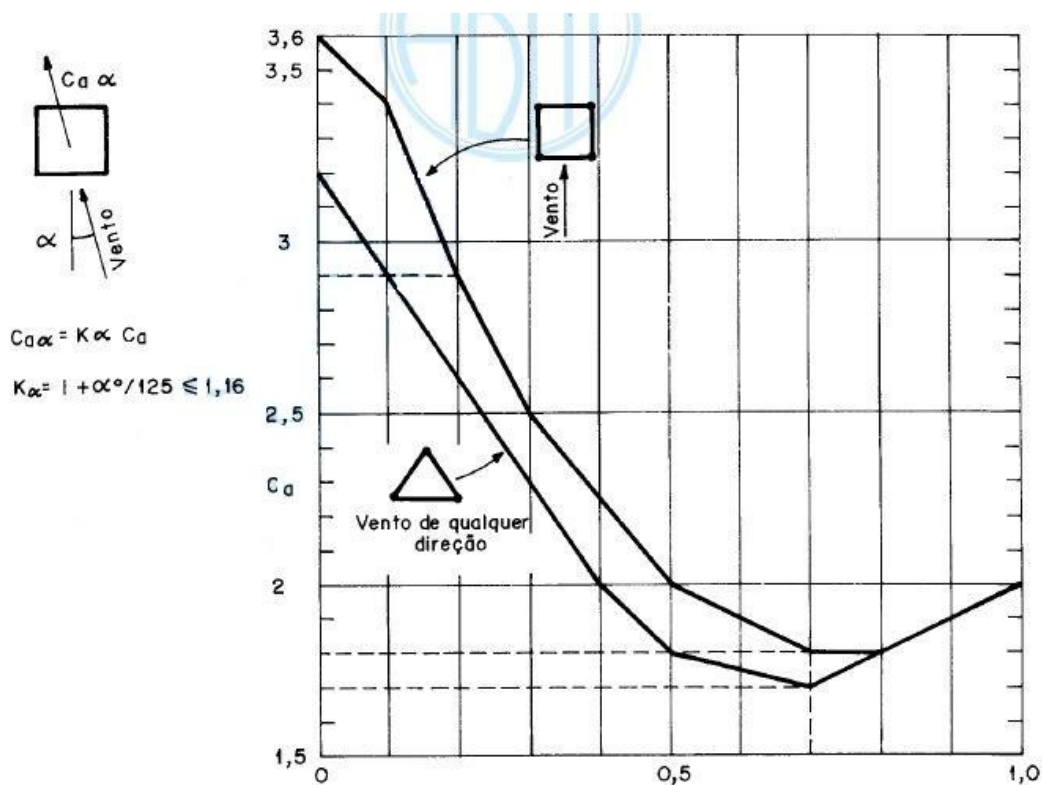


Figura 15 – Coeficiente de arrasto, C_a , para torres reticuladas de seção quadrada ou triangular equilátera, formadas por barras prismáticas de cantos vivos ou levemente arredondadas.
Fonte – NBR 6123 (ABNT, 1998, pg.29)

Para as antenas e equipamentos, os valores de coeficientes geralmente são fornecidos nos catálogos dos fornecedores nos quais realizaram ensaios em túnel de vento (PROBST, 2013, pg. 14).

De acordo com a NBR 6123 (ABNT, 1998, pg. 8) a área frontal efetiva, A_e , é a área da projeção ortogonal da edificação, estrutura ou elemento estrutural sobre um plano perpendicular à direção do vento, comumente relatada de área de sombra, usada no cálculo do coeficiente de arrasto.

A NBR 6123 (ABNT, 1998, pg. 4) informa que os componentes da força de arrasto, F_a , nas faces para torres reticuladas, são obtidas multiplicando os mesmos pelos valores dados na figura 16.

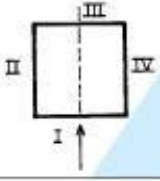
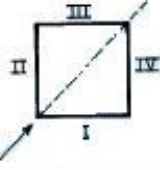
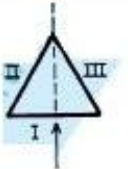
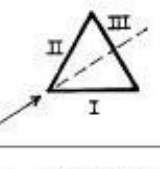
Direção do vento		Face I	Face II	Face III	Face IV
	n	$\frac{1}{1+\eta}$	0	$\frac{\eta}{1+\eta}$	0
	t	0	0	0	0
	n	0,20	0,20	0,15	0,15
	t	0,20	0,20	0,15	0,15
	n	0,57	0,11	0,11	—
	t	0	0,19	0,19	—
	n	0,50	0	0,37	—
	t	0,29	0	0,21	—
	n	0,14	0,14	0,43	—
	t	0,25	0,25	0	—
n : componente perpendicular à face t : componente paralela à face					

Figura 16 – Componentes de força de arrasto nas faces de torres reticuladas de seção quadrada ou triangular.

Fonte – NBR 6123 (ABNT, 1998, pg.32)

2.8.6.2 BARRAS PRISMÁTICAS DE SEÇÃO CIRCULAR

Nas barras prismáticas de seção circular, o coeficiente de arrasto, C_a , está sujeito ao valor de número de Reynolds (Re) segundo a figura 22 (NBR 6123, ABNT, 1998, pg. 21).

Regime de fluxo ($Re = 70000 V_k d$)		C_a
$[V_k$ em m/s; d em m]		
Subcrítico	$Re < 4,2 \cdot 10^5$	1,2
Acima do crítico	$4,2 \cdot 10^5 \leq Re < 8,4 \cdot 10^5$	0,6
	$8,4 \cdot 10^5 \leq Re < 2,3 \cdot 10^6$	0,7
	$Re \geq 2,3 \cdot 10^6$	0,8

Figura 17 – Coeficientes de arrasto, C_a , para barras prismáticas de seção circular e comprimento infinito.

Fonte – NBR 6123 (ABNT, 1998, pg.26)

2.9 PROGRAMA PARA CÁLCULO ESTRUTURAL

O objetivo desta etapa do trabalho é descrever o uso computacional por meio de um programa específico para cálculo estrutural, demonstrando suas funções, explicitando as ferramentas e suas variadas opções. Atualmente no mercado mundial existem vários programas disponíveis para esta finalidade.

O programa escolhido é denominado como STRAP – Programa de Análise Estrutural, no qual foi desenvolvido por israelenses, prático e intuitivo, que dispõe de avançados recursos para a elaboração de diversos tipos de modelos estruturais, totalmente gráfico com uma grande variedade de recursos de modelagem e análise de estruturas simples ou complexas. O STRAP está presente nas principais empresas de projetos do Brasil e no mundo sendo compatível com sistema operacional *Windows* (SAE - SISTEMAS DE ANÁLISE ESTRUTURAL LTDA, 2015).

O programa STRAP, de um modo geral, possui recursos computacionais capazes de reproduzir visualmente, em ambiente gráfico, modelos estruturais predefinidos, sendo possível visualizar todas as informações necessárias em conjunto com diversos tipos de cargas que facilita a definição de carregamentos (SAE - SISTEMAS DE ANÁLISE ESTRUTURAL LTDA, 2015).

Conforme a SAE – Sistemas de Análise Estrutural Ltda (2015), utiliza-se apenas o mouse e inserção de dados via teclado para construir modelos estruturais simples e complexos, sendo possível visualizar a sua forma real (render), e obter diversas vistas capturadas que poderão ser visualizadas em várias janelas do computador.

O programa também disponibiliza definir diversas condições de vínculos entre as barras, liberando esforços nas extremidades destas, tais como: momentos fletores, torção, forças cortantes, esforços axiais (tração e/ou compressão), sendo possível definir elementos especiais, como cabos, tirantes, escoras, barras, em que uma das extremidades funcione como balanço em uma direção e na outra não. Além destes recursos, o usuário poderá importar e exportar de arquivos do tipo CAD, como em duas dimensões (2D) e três dimensões (3D) (SAE - SISTEMAS DE ANÁLISE ESTRUTURAL LTDA, 2015).

E ainda pode-se definir: cabos, efeito de protensão em barras, variação de temperatura em barras e elementos finitos, molas (por área, em linha, unidirecionais), geração de superfícies abertas ou fechadas com equações paramétricas (cilindros, elipsoides, hiperboloides), liberação de esforços em barras (momentos, forças cortantes e axiais), ligações semirrígidas, divisão da tela em até quatro janelas, cópia de partes do modelo e de cargas (por translação, rotação ou espelhada), incorporação de submodelos, deformações e modos de vibração com animação, entre outros. (SAE - SISTEMAS DE ANÁLISE ESTRUTURAL LTDA, 2015).

A facilidade de manuseio do programa é apresentada através dos módulos a ser trabalhado. Estes são pós-processadores do programa STRAP para a verificação e dimensionamento de estruturas metálicas modeladas, sendo possível dimensionar perfis laminados, soldados, chapa dobrada, vigas e pilares mistos, e ainda selecionar perfil mais leve de uma tabela de acordo com as equações da norma selecionada. Podem-se definir os parâmetros de dimensionamento, travamentos, dimensões da mesa colaborante, resistência dos conectores, entre outros.

O programa também verifica automaticamente a combinação crítica e as seções quanto a: momentos fletores, flambagem lateral com torção, cortante, força axial, deformações e esbeltez. Pode-se instruir a verificar as seções de momento Torsor, porém não é o padrão do sistema.

2.10 PLANILHA PROGRAMÁVEL

Para organização dos dados da torre metálica treliçada autoportante faz necessária a utilização de planilha eletrônica com as informações de cálculo das solicitações devido ao vento, cálculo das ligações, chumbadores e parafusos com a finalidade de importação com o programa de cálculo estrutural (PROBST, 2013, pg. 7).

2.11 ANÁLISE DE UM PROJETO ESTRUTURAL

Ao avaliar uma estrutura com a utilização de um programa específico para cálculo estrutural, deve-se tomar a premissa que nenhum programa de computador, por mais desenvolvido que seja, substituirá o instinto e julgamento de um profissional de engenharia, que deve saber interpretar a coerência dos resultados obtidos por este recurso tecnológico (PROBST, 2013, pg. 25).

Deve-se ser verificadas individualmente informações importantes no local da implantação da infraestrutura, como as propriedades físicas dos materiais, características do ambiente em torno da obra, informações sobre as condições da estrutura, ações atuantes e critérios de dimensionamento (PROBST, 2013, pg. 25).

3 ESTUDO DE CASO

O seguinte estudo de caso foi possível com uso da base de dados disponível em planilha programável da estrutura metálica e os arquivos do projeto estrutural fornecidos pela empresa de nome fictício “ENG”.

Para realização da análise da estrutura vertical existente no município de Cariacica/ES, torre autoportante de base quadrada com a finalidade na atividade de telefonia celular, considerou-se os carregamentos existentes e a ampliação de cargas com o acréscimo de novas antenas e reserva de carga. Ainda sim, a estrutura foi analisada realizando uma vistoria minuciosa, visto que suas peças e ligações se encontram em boas condições de uso, não apresentando indícios de corrosão extrema.

A base de dados da estrutura foi obtida pela operadora de telefonia celular, contendo algumas informações para realização do cálculo de análise estrutural. Não foi fornecido o projeto da torre com as dimensões das cantoneiras, bem como as informações de velocidade característica do vento atuante, que geralmente, é apresentado na placa da torre, presente no local, conforme figura 23.

Na ocasião, quando não se tem os dados de projeto, faz necessário realizar levantamento técnico de cada peça que compõe a estrutura, sendo possível obter os dados de uma face da silhueta da torre, este foi fornecido pela empresa “ENG”.

3.1 BASE DE DADOS

3.1.1 ESTRUTURA VERTICAL

Os dados da estrutura vertical são obtidos por meio de projetos fornecidos pelo fabricante da estrutura, quando não se tem, deve-se realizar levantamento técnico da infraestrutura, um estudo especial no local, conforme informado pela NBR 8800:2008. Alguns destes dados também são informados através de uma placa em aço inox fixada na torre fornecida pelo fabricante, que geralmente, informa: tipo, modelo, fabricante, endereço, coordenadas e capacidade.

Para a torre de seção quadrada, objeto deste estudo, obtivemos as dimensões das barras (peças) através de levantamento técnico fornecido pela empresa “ENG” e outros dados foram obtidos, visualmente, na placa da torre, conforme a seguir:

Tipo: Torre quadrada autoportante com altura de 30 metros

Modelo: TASL-30 | **Peso:** 5.330 kg | **Data de instalação:** 01/08/1997.

Seção transversal: Quadrada.

Fabricante: VIMANS ESTRUTRAS METÁLICAS LTDA.

Endereço: Rua Nestor Gomes, S/Nº - Vila Merlo, Cariacica/ES.

Coordenadas: Latitude: 20º 16' 01'', Longitude: 40º 24' 58,5'' e Altitude: 60m.

3.1.2 FUNDAÇÃO

O projeto de fundação é fornecido pelo fabricante ou executor da infraestrutura. Quando não se tem este projeto, faz necessário realizar uma investigação no local para se determinar o tipo de fundação conforme recomendação da NBR 6118:2014, neste caso de estudo, os dados foram informados pela operadora de telefonia celular que estava de posse do projeto e laudo, portanto obtivemos os seguintes dados.

Tipo: Tubulão

Data de instalação: 08/1997

3.1.3 DADOS INFORMADOS NA PLACA DA TORRE

V₀: Não informado (Velocidade básica do vento)

S1: Não informado (Fator topográfico)

S2: Não informado (Fator de rugosidade do terreno)

S3: Não informado (Fator estatístico)

Capacidade máxima (AEV): 12m².

A AEV, sigla denominada para a Área de Exposição ao Vento das antenas e de elementos presentes na estrutura. A informação é obtida por meio do projeto do fabricante ou na placa da torre instalada pelo executor, conforme figura 18.

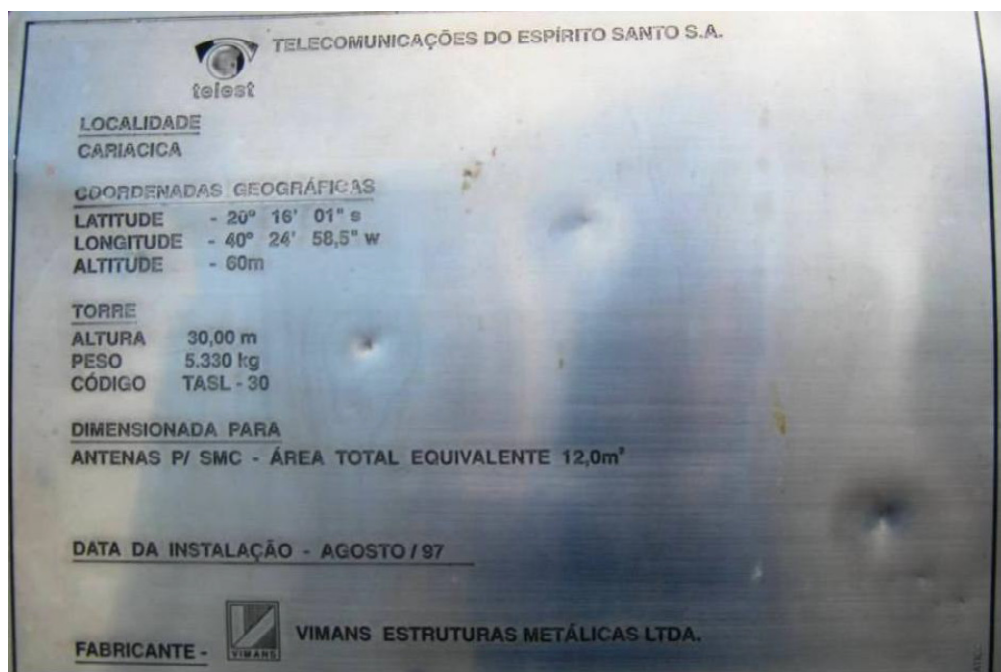


Figura 18 – Placa da Torre Metálica Autoportante
Fonte – Levantamento técnico

3.2 PARÂMETROS DE CÁLCULO

Os parâmetros de cálculo foram verificados conforme os procedimentos da NBR 8681:2003, utilizando a velocidade característica do vento de projeto e atuante, as cargas existentes, considerando a influência de todas as ações que produzem efeitos significativos na estrutura, sejam elas diretas ou indiretas, tais como: peso próprio, plataforma principal, variação de temperatura, área e suportes de antenas de rádio frequência e de suportes de antenas de micro-ondas, esteira vertical para cabos, manutenção, equipamentos auxiliares.

Para os parâmetros da velocidade característica do vento atuante, V_k , na torre metálica foi definida em conformidade com isopletras apresentadas pela NBR 6123:1988, pg. 5.

Os fatores S_1 , S_2 e S_3 foram definidos conforme características topográficas, rugosidade do terreno e estatístico de acordo com os procedimentos da NBR 6123:1998. Além disso, foram confirmados mediante aos levantamentos realizados no local e por meio de recursos computacionais como imagens de satélites através do *Google Earth*.

3.2.1 VELOCIDADE BÁSICA DO VENTO (V_0)

Com base na NBR 6123:1988 pg. 5, a velocidade básica do vento V_0 foi definida em função do mapa das isopletras com a localização da torre de telecomunicações situada na cidade de Cariacica/ES, conforme figura 19. A velocidade básica do vento V_0 no local será analisada é de 32m/s.

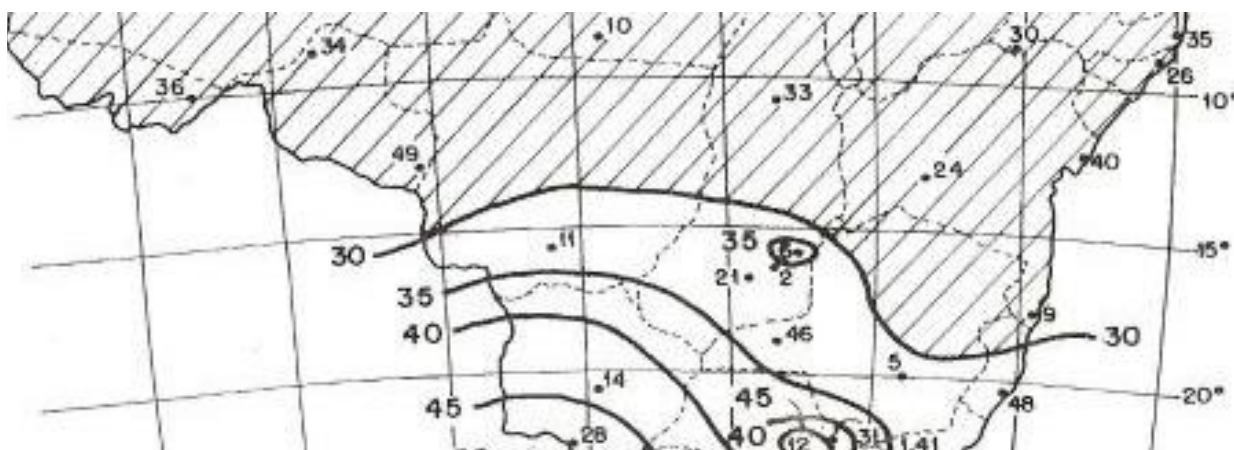


Figura 19 – Gráfico das Isopletras.
Fonte – NBR 6123 (ABNT, 1998, pg. 6).

3.2.2 FATOR TOPOGRÁFICO (S_1)

Para obtenção do fator topográfico S_1 analisado a localização da torre conforme demonstrados nas figuras 20 e 21, caracterizou o fator como terreno plano ou fracamente acidentado, considera-se o fator S_1 igual 1,0 conforme procedimento da NBR 6121:1998 pg. 5, “No ponto A (morros) e nos pontos A e C (taludes)” da figura 13. A torre encontra-se na cota altimétrica de 68 metros e o ponto mais baixo

está a 954 metros no sentido nordeste, visto que o ponto desnível total a 34 metros em toda esta extensão, portanto o ângulo encontrado é de 2° .

Resultado: $\theta \leq 3^\circ$: $S_1(z) = 1,0$

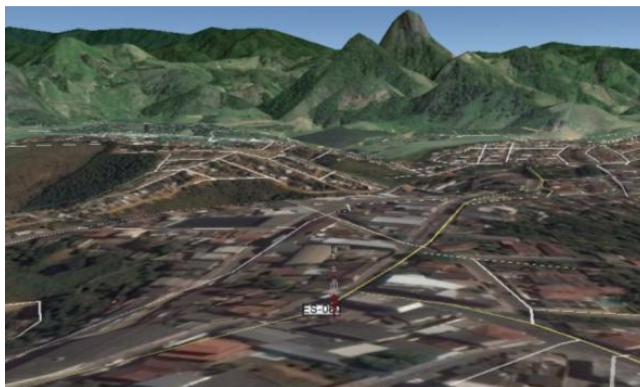


Figura 20 – Localização da Torre.
Fonte – Google Earth

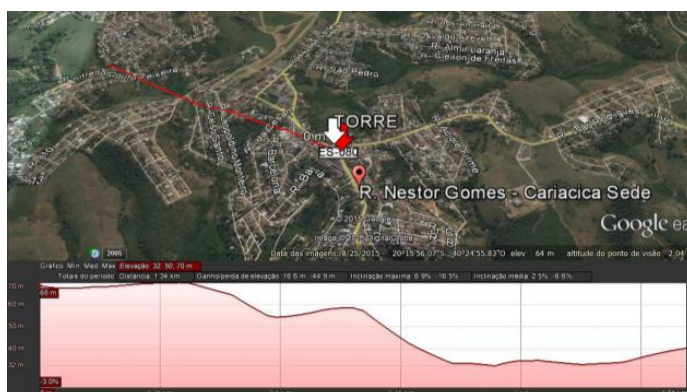


Figura 21 – Perfil de elevação.
Fonte – Google Earth

3.2.3 FATOR DE RUGOSIDADE DO TERRENO (S_2)

O fator rugosidade em função da altura categoriza em terrenos planos com obstáculos, tais como sebes e muros, pouco quebra-ventos de árvores, edificações baixas e esparsas, e a cota média do topo destes obstáculos encontra-se igual a três metros, conforme figuras 22 e 23. Com base na NBR 6123:1998 pg. 9, confirmou-se a categoria do terreno como a número três (Categoria III) e em relação a altura de 30 metros da torre metálica, classificando na categoria B.

Resultado: $S_2 = \text{III} - \text{B}$

Em consulta a tabela 1 da NBR 6123 (ABNT, 1998, pg. 9), obtém-se o valor para edificação:

Resultado: $S_2 = 1,03$



Figura 22 – Vista do Entorno da Torre
Fonte – Levantamento Técnico



Figura 23 – Vista do Entorno da Torre
Fonte – Levantamento Técnico

3.2.4 FATOR ESTATÍSTICO (S3)

Conforme a NBR 6123 (ABNT, 1988, pg. 10) cita, “Edificações cuja ruína total ou parcial pode afetar a segurança ou possibilidade de socorro a pessoas após uma tempestade destrutiva (hospitais, quartéis de bombeiros, e de forças de segurança, centrais de comunicações, etc.)”, portanto o fator estatístico é igual 1,1.

Resultado: $S_3 = 1,1$

Finalizando a velocidade do vento sobre a estrutura, os parâmetros utilizados no desenvolvimento dos cálculos, serão:

$$V_0 = 32 \text{ m/s}$$

$$S_1 = 1,0$$

$$S_2 = \text{Rugosidade/altura} - \text{CATEGORIA III-B, no valor correspondente de } 1,03$$

$$S_3 = 1,1$$

$$V_k = V_0 \cdot S_1 \cdot S_2 \cdot S_3$$

$$V_k = 32 \text{ m/s} \cdot 1,0 \cdot 1,03 \cdot 1,1$$

$$V_k = 36,26 \text{ m/s}$$

3.2.5 MATERIAIS DA ESTRUTURA

Não foi fornecido o projeto da torre pela operadora de telefonia celular, proprietária da estrutura, onde informaria o tipo de aço utilizado na fabricação. Portanto foi adotado o aço mais usual para este tipo de estrutura, que segundo tal, são:

- Chapas: Aço ASTM A36 (MR250)
- Perfis cantoneira: Aço ASTM A36 (MR250)
- Perfis tubulares: Aço ASTM A36 (MR250)
- Barras: Aço ASTM A36 (MR250)
- Solda: E80-XX
- Galvanização: aço carbono e $\geq 90 \mu\text{m}$ ASTM A123

3.2.6 CARREGAMENTOS CONSIDERADOS NA ANÁLISE

3.2.6.1 CARGAS PERMANENTES

Conforme a NBR 8681:2003 deve-se considerar todos os elementos construtivos permanentes na edificação, portanto para uma estrutura metálica vertical destinada a serviços de telefonia móvel, considera as seguintes cargas:

- Peso próprio da estrutura;
- Peso da escada;
- Peso da esteira de cabos;
- Peso dos cabos;
- Peso das antenas de rádio frequência (RF) e de micro-ondas (MW);
- Peso dos suportes das antenas de RF e de MW;
- Peso da plataforma;
- Peso de manutenções.

3.2.6.2 CARGAS VARIÁVEIS

A NBR 6123:1998 determina a superfície frontal como definida pela projeção ortogonal da edificação, estrutura ou elemento estrutural sobre um plano perpendicular à direção do vento e informa que o procedimento para cálculo das forças devidas ao vento deve ser considerado na estrutura como um todo. Como a ação dos ventos é considerada uma carga variável, de acordo com a NBR 8681:2003, considera-se que o vento predomina em todas as peças constituintes da estrutura, portando temos as seguintes cargas:

- | | |
|---------------------|--------------------------|
| • Vento nas peças; | • Vento nos cabos; |
| • Vento na escada; | • Vento nas antenas; |
| • Vento na esteira; | • Vento nas plataformas. |

3.2.7 CÁLCULO DE AÇÕES ATUANTES NA ESTRUTURA

Conforme definido na NBR 8681:2003, a influência de todas as ações atuantes que produzem efeitos significativos sejam elas diretas ou indiretas, como peso próprio da estrutura, plataforma, escada, suporte de antenas de RF, suportes de antenas MW e, principalmente, as cargas devido ao vento agindo na estrutura e nas antenas de telefonia celular.

3.2.7.1 CARREGAMENTO

A combinação de ações foi realizada baseada na NBR 8681:2003. Pg. 9 e obteve-se três coeficientes através das tabelas apresentadas na norma e descritas abaixo, portanto para as condições normais do peso próprio foram consideradas como as ações permanentes, as forças de ventos que são principais como ações variáveis e por fim os equipamentos como ações secundárias (Combinações de ações, figuras 8 e 9).

- Coeficiente de ponderação para ações permanentes para peso próprio:

$$\gamma_{gi} = 1,25$$

- Coeficiente para ações variáveis considerando o vento como ação principal:

$$\gamma_q = 1,4$$

- Coeficiente das ações secundárias permanentes para os demais equipamentos:

$$\gamma_q = 1,5$$

- Minoração por um coeficiente de redução:

$$\psi_0 = 0,7$$

Portanto, analisando os ventos incidentes na estrutura orientados em relação à projeção de seu apoio no solo a 0° e 45° conforme figura 24.

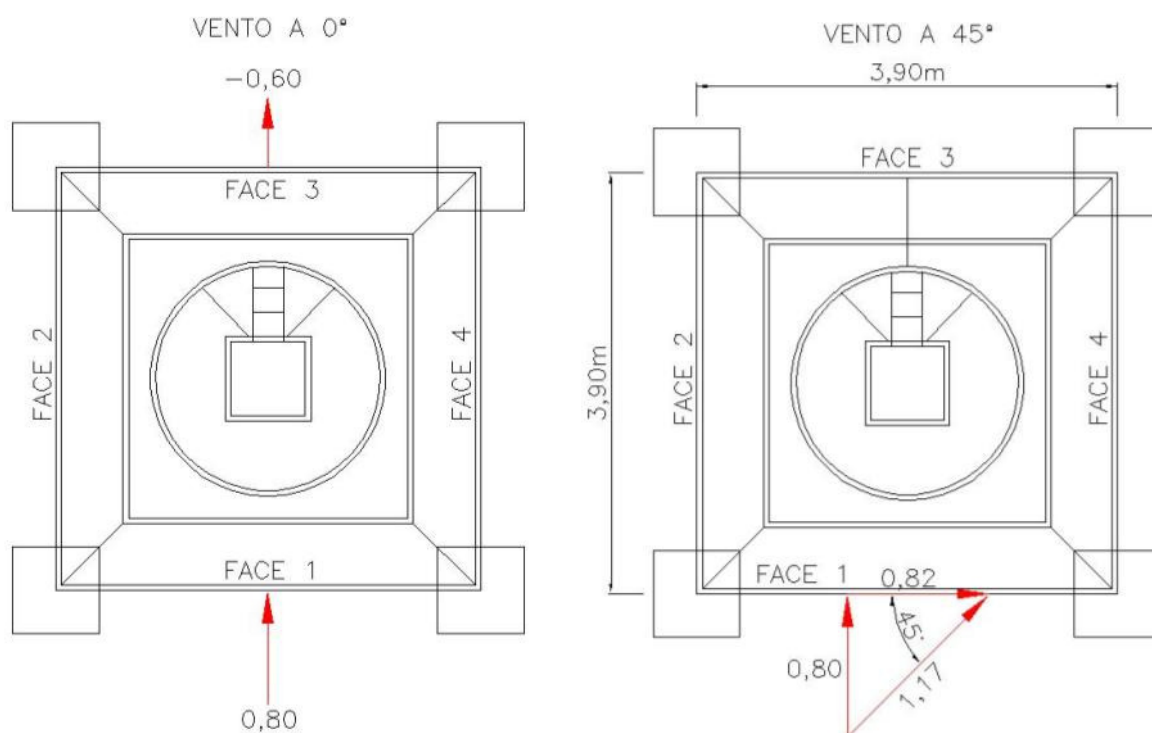


Figura 24 – Ações do vento na estrutura
Fonte – Levantamento técnico

$$Fd = \sum_{i=1}^m \gamma_{gi} F_{Gi,k} + \gamma_q [F_{Q1,k} + \sum_{j=2}^n \psi_{0j} F_{Qj,k}]$$

Calcula-se:

- Situação 1:

Peso próprio x 1,25 + Vento 0° x [1,4 + Peso equipamentos x (1,5 x 0,7)]

- Situação 2

Peso próprio x 1,25 + Vento 45° x [1,4 + Peso equipamentos x (1,5 x 0,7)]

Estes parâmetros de cálculo de cargas pré-estabelecidas, conforme análise realizada de acordo com os procedimentos da NBR 8681:2003, serão inseridos na configuração do programa STRAP V.14, módulo de cargas, no qual calculará a ação do vento em cada cantoneira da estrutura juntamente com o seu peso próprio.

3.2.7.2 VENTO NAS ANTENAS

No levantamento técnico obtido junto à empresa de nome fictício “ENG” constatou as antenas de rádio frequência (RF), antenas de micro-ondas (MW) e RRU's de acordo com a figura 25, discriminando o modelo, dimensões e altura situada na torre metálica treliçada autoportante, conforme quadro 1.

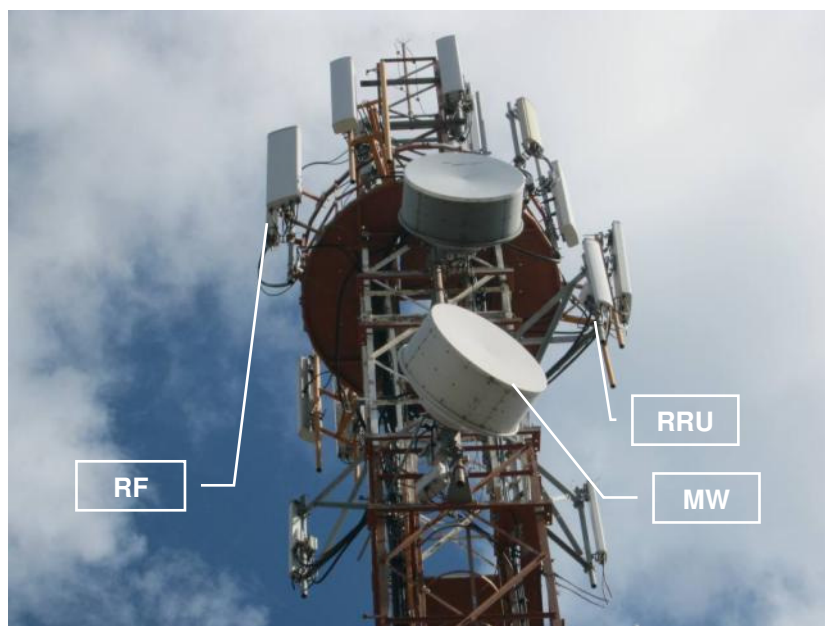


Figura 25 – Antenas de RF e MW na torre
Fonte – Levantamento técnico

Tipo de Antenas	Modelo das Antenas	Fabricante	Qtde.	Altura (m)	Compr. (m)	Largura (m)	Diâmetro (m)
Antenas de RF	PCSD18-06516-2DM	ANDREW	3	27,70	1,480	0,165	-
	DBXLH 9090B	ANDREW	3	30,70	2,050	0,385	
	CTSD08-06515-0D	ANDREW	3	30,90	1,950	0,270	
	RRU	HUAWEI	3	31,40	0,477	0,560	
	K 739 495	KATHREIN	3	32,50	1,320	0,265	
	DBXLH 6565B-VTM	ANDREW	3	33,50	1,940	0,255	
Antenas de MW	VPHA-1804-2N	ANDREW	1	24,60	-	-	1,20
	VPHA-1804-4N	ANDREW	1	28,60	-	-	1,20

Quadro 1 – Quantidade e modelo de equipamentos na torre.
Fonte – Levantamento técnico

Para o cálculo do coeficiente da força em uma antena de rádio frequência PCSD18-06516-2DM ou uma antena de MW VPHA-1804-4N ou um módulo de RRU instaladas na torre é realizado o procedimento de acordo com NBR 6123:1998, conforme segue abaixo:

- Velocidade característica do vento:

Dados:

$$V_0 = 32 \text{ m/s}$$

$$S_1 = 1,0$$

$$S_2 = \text{III-B } h = 30\text{m} \rightarrow S_2 = 1,03$$

$$S_3 = 1,1$$

Expressão:

$$V_k = V_0 \cdot S_1 \cdot S_2 \cdot S_3$$

Resultado:

$$V_k = 32 \text{ m/s} \cdot 1,0 \cdot 1,03 \cdot 1,1$$

$$V_k = 36,26 \text{ m/s}$$

- Pressão dinâmica:

Dados:

$$V_k = 36,26 \text{ m/s}$$

Expressão:

$$q = 0,613 \cdot V_k^2$$

Resultado:

$$q = 0,613 \cdot (36,26 \text{ m/s})^2$$

$$q = 805,9647988 \text{ N/m}^2 = 82 \text{ kgf/m}^2$$

- Coeficiente da força a 0° (vento):

Dados:

$C_a = 1,2$ para antenas de RF;

$C_a = 1,2$ para módulos de RRU;

$C_a = 1,6$ para antenas de MW;

$A_e = 1,473\text{m} \cdot 0,173\text{m} = 0,25\text{m}^2 \rightarrow$ área da antena de RF;

$A_e = 0,485\text{m} \cdot 0,285\text{m} = 0,14\text{m}^2 \rightarrow$ área do módulo de RRU;

$A_e = \frac{(1,2\text{m})^2}{4} \cdot \pi = 1,13\text{m}^2 \rightarrow$ área da circunferência da antena de MW.

O coeficiente de arrasto para as antenas é determinado pelo fabricante. Em geral, segue-se um padrão para o tipo de antena.

Expressão:

$$F_a = C_a \cdot q \cdot A_e$$

Resultados:

Para antena de RF:

$$F_a = 1,2 \cdot 82 \text{ kgf/m}^2 \cdot 0,25\text{m}$$

$$F_a = 24,6 \text{ kgf}$$

Para módulo de RRU:

$$F_a = 1,2 \cdot 82 \text{ kgf/m}^2 \cdot 0,14\text{m}^2$$

$$F_a = 13,8 \text{ kgf}$$

Para antena de MW:

$$F_a = 1,6 \cdot 82 \text{ kgf/m}^2 \cdot 1,13\text{m}^2$$

$$F_a = 148,3 \text{ kgf}$$

Observado que quanto maior a área efetiva, maior será a força sobre a estrutura. O exemplo de cálculo do coeficiente exibido acima, de algumas antenas de telefonia celular, apresenta o parâmetro de cálculo da NBR 6123:1998 a ser utilizado para desenvolvimento de todo o trabalho.

Conforme a NBR 6123:1998, e classificando a estrutura para torres reticuladas constituídas de faces planas, a força também necessitará ser transformada para o carregamento do vento a 45° conforme figura 16 do referencial teórico, sendo assim:

Para antena de RF:

$$F_a(x_1) = 24,6 \text{ kgf} \cdot \cos 45^\circ$$

$$F_a = 17,4 \text{ kgf}$$

Para módulo de RRU:

$$F_a(x_1) = 13,8 \text{ kgf} \cdot \cos 45^\circ$$

$$F_a = 9,8 \text{ kgf}$$

Para antena de MW:

$$F_a(x_1) = 148,3 \text{ kgf} \cdot \cos 45^\circ$$

$$F_a = 104,9 \text{ kgf}$$

Para as demais antenas, juntamente com os quantitativos e dimensões, calculam-se em uma planilha eletrônica conforme quadro 2 de acordo com a NBR 6123:1998.

Tipo de Antenas	Modelo das Antenas	Qtde	Altura (m)	Comp. (m)	Larg. (m)	Ø (m)	CA	Área (m²) sem CA	Área (m²) com CA	Fv (kgf)	Fv (x1) (kgf)
Antenas de RF	PCSD18-06516-2DM	3	27,70	1,480	0,165	-	1,2	0,73	0,88	72,1	37,9
	DBXLH 9090B	3	30,70	2,050	0,385		1,2	2,37	2,84	233,0	122,4
	CTSD08-06515-0D	3	30,90	1,950	0,270		1,2	1,58	1,90	155,4	81,6
	RRU	3	31,40	0,477	0,560		1,2	0,80	0,96	78,9	41,4
	K 739 495	3	32,50	1,320	0,265		1,2	1,05	1,26	103,3	54,2
	DBXLH 6565B-VTM	3	33,50	1,940	0,255		1,2	1,48	1,78	146,0	76,7
Antenas de MW	MW VPHA-1804-2N	1	24,60	-	-	1,20	1,6	1,13	1,81	148,3	77,9
	MW VPHA-1804-4N	1	28,60	-	-	1,20	1,6	1,13	1,81	148,3	77,9
AEV TOTAL DAS ANTENAS À INSTALAR DE RF, MW e RRU								10,28	13,23	1085,26	570,11

Quadro 2 – Cálculo da AEV – Área de exposição ao vento das antenas

Fonte – Planilha Excel

Observa-se que a área em metros quadrados com coeficiente de arrasto está acima do permitido da capacidade de 12m² da estrutura vertical informada pelo fabricante Vimans Estruturas Metálicas.

3.2.7.3 VENTO NOS CABOS

Para o cálculo do coeficiente da força nos cabos de RF existentes na torre são realizados os procedimentos de acordo NBR 6123:1998, segue abaixo:

- Velocidade característica do vento na altura de 5 metros:

Dados:

$$V_0 = 32 \text{ m/s}$$

$$S_1 = 1,0$$

$$S_2 = \text{III-B } h = 5\text{m} \rightarrow S_2 = 0,86$$

$$S_3 = 1,1$$

Expressão:

$$V_k = V_0 \cdot S_1 \cdot S_2 \cdot S_3$$

Resultado:

$$V_k = 32 \text{ m/s} \cdot 0,86 \cdot 1,1$$

$$V_k = 30,27 \text{ m/s}$$

- Pressão dinâmica:

Dados:

$$V_k = 30,27 \text{ m/s}$$

Expressão:

$$q = 0,613 \cdot V_k^2$$

Resultado:

$$q = 0,613 \cdot (30,27 \text{ m/s})^2$$

$$q = 561,6752877 \text{ N/m}^2 = 57 \text{ kgf/m}^2$$

- Coeficiente da força (vento):

Dados:

Cabo de RF = $\varnothing 7/8'' = 2,22 \text{ cm} = 0,0222 \text{ m}$

O coeficiente de arrasto para os cabos é definido de acordo com a NBR 6123:1998, ver figura 21 do referencial teórico, obtém-se o seguinte resultado:

Expressão:

$$R_e = 7000 \cdot V_k \cdot d$$

Resultado:

$$R_e = 7000 \cdot 57 \text{ kgf/m}^2 \cdot 0,0222\text{m}$$

$$R_e = 8,85 \times 10^3 < 4,2 \times 10^5 \text{ então } C_a = 1,2$$

$$F_a = C_a \cdot q \cdot A_e$$

$$F_a = 1,2 \cdot 57 \text{ kgf/m}^2 \cdot 0,0222\text{m}$$

$$F_a = 1,53 \text{ kgf/cabo}$$

Conforme levantamento técnico, a estrutura possui diversos cabos alinhados, de acordo com a disposição apresentada na figura 26.



Figura 26 – Cabos de RF na torre
Fonte – Levantamento técnico

O cálculo total do coeficiente da força para altura de cinco metros do carregamento dos cabos de RF é demonstrado nos quadros 3, 4 e 5 abaixo:

V0 (m/s)	32	Cálculo de força de arrasto nos cabos de 1/2" (1,27cm)									
S1	1										
S2	III-B										
S3	1,1										
d (m)	0,0127										
Nº de cabos alinhados	Nº TOTAL de cabos	Alt. (m)	S2 vs h	Vk (m/s)	q (kgf/m²)	Re	l/d	Ca	Fa - Vento (kgf/m)	Peso dos Cabos (kgf/m)	Área de exposição dos cabos c/ CA (m²)
2	2	5	0,86	30,27	57,3	5,1E+03	393,7	1,2	1,75	0,2	0,03048
2	2	10	0,92	32,38	65,5	5,8E+03	393,7	1,2	2,00	0,2	0,03048
2	2	15	0,96	33,79	71,4	6,3E+03	393,7	1,2	2,17	0,2	0,03048
2	2	20	0,99	34,85	75,9	6,7E+03	393,7	1,2	2,31	0,2	0,03048
2	2	25	1,01	35,55	79,0	7,0E+03	393,7	1,2	2,41	0,2	0,03048
2	2	28	1,03	36,26	82,1	7,3E+03	393,7	1,2	2,50	0,2	0,03048
Médias =									2,19	0,21	0,03048

Quadro 3 – Cálculo da AEV – Área de exposição ao vento para cabos Ø 1/2"
Fonte – Planilha Excel

V0 (m/s)	32	Cálculo de força de arrasto nos cabos de 7/8" (2,22cm)									
S1	1										
S2	III-B										
S3	1,1										
d (m)	0,0222										
Nº de cabos alinhados	Nº TOTAL de cabos	Alt. (m)	S2 vs h	Vk (m/s)	q (kgf/m²)	Re	l/d	Ca	Fa - Vento (kgf/m)	Peso dos Cabos (kgf/m)	Área de exposição dos cabos c/ CA (m²)
6	6	5	0,86	30,27	57,3	8,9E+03	225,2	1,2	3,05	0,2	0,15984
6	6	10	0,92	32,38	65,5	1,0E+04	225,2	1,2	3,49	0,2	0,15984
6	6	15	0,96	33,79	71,4	1,1E+04	225,2	1,2	3,80	0,2	0,15984
6	6	20	0,99	34,85	75,9	1,2E+04	225,2	1,2	4,04	0,2	0,15984
6	6	25	1,01	35,55	79,0	1,2E+04	225,2	1,2	4,21	0,2	0,15984
6	6	30	1,03	36,26	82,1	1,3E+04	225,2	1,2	4,38	0,2	0,15984
6	6	33	1,05	36,96	85,4	1,3E+04	225,2	1,2	4,55	0,2	0,15984
Médias =									3,93	0,24	0,15984

Quadro 4 – Cálculo da AEV – Área de exposição ao vento para cabos Ø 7/8"
Fonte – Planilha Excel

V0 (m/s)	32	Cálculo de força de arrasto nos cabos de 1" 5/8" (4,13cm)									
S1	1										
S2	III-B										
S3	1,1										
d (m)	0,041275										
Nº de cabos alinhados	Nº TOTAL de cabos	Alt. (m)	S2 vs h	Vk (m/s)	q (kgf/m²)	Re	l/d	Ca	Fa - Vento (kgf/m)	Peso dos Cabos (kgf/m)	Área de exposição dos cabos c/ CA (m²)
3	6	5	0,86	30,27	57,3	1,7E+04	121,1	1,2	8,51	0,4	0,14859
3	6	10	0,92	32,38	65,5	1,9E+04	121,1	1,2	9,74	0,4	0,14859
3	6	15	0,96	33,79	71,4	2,1E+04	121,1	1,2	10,60	0,4	0,14859
3	6	20	0,99	34,85	75,9	2,2E+04	121,1	1,2	11,28	0,4	0,14859
3	6	25	1,01	35,55	79,0	2,3E+04	121,1	1,2	11,74	0,4	0,14859
3	6	30	1,03	36,26	82,1	2,4E+04	121,1	1,2	12,21	0,4	0,14859
3	6	33	1,05	36,96	85,4	2,5E+04	121,1	1,2	12,68	0,4	0,14859
Médias =									10,96	0,43	0,14859

Quadro 5 – Cálculo da AEV – Área de exposição ao vento para cabos Ø 1" 5/8"
Fonte – Planilha Excel

O somatório dos cabos existentes compreenderá uma faixa de 0,33891m²/m.

3.2.7.4 VENTO NA ESCADA

Conforme a NBR 6123:1998, para o cálculo do coeficiente da força aplicada na escada, considera a área de exposição do vento de 0,50m²/m.

- Velocidade característica do vento:

Dados:

$$V_0 = 32 \text{ m/s}$$

$$S_1 = 1,0$$

$$S_2 = \text{III-B } h = 1,03$$

$$S_3 = 1,1$$

Expressão:

$$V_k = V_0 \cdot S_1 \cdot S_2 \cdot S_3$$

Resultado:

$$V_k = 32 \text{ m/s} \cdot 1,03 \cdot 1,1$$

$$V_k = 36,26 \text{ m/s}$$

- Pressão dinâmica:

Dados:

$$V_k = 36,26 \text{ m/s}$$

Expressão:

$$q = 0,613 \cdot V_k^2$$

Resultado:

$$q = 0,613 \cdot (36,26 \text{ m/s})^2$$

$$q = 805,9647988 \text{ N/m}^2 = 82 \text{ kgf/m}^2$$

- Coeficiente da força (vento):

O coeficiente de arrasto para torre reticuladas é dada em função da norma, conforme figura 20, em que $\emptyset$ é definido entre a área efetiva total e área efetiva da estrutura conforme NBR 6123/1998, então se calcula:

Expressão:

$$\emptyset = \frac{A_e}{A_{et}}$$

Resultado:

$$\emptyset = \frac{16,0}{28,35} = 0,56 \rightarrow C_a = 1,52$$

$$F_a = 1,52 \cdot 82 \text{ kgf/m}^2 \cdot 0,25m$$

$$F_a = 31,16 \text{ kgf/m}$$

O cálculo total do coeficiente da força para escada a cada cinco metros é demonstrado no quadro 6.

V0 (m/s)	32	Cálculo de força de arrasto na escada					
S1	1						
S2	III-B						
S3	1,1						
Área (m²)	0,5						
Alt. (m)	Compr. (m)	A_{efetiva}	S2 vs h	V_k (m/s)	q (kgf/m²)	C_a	F_a - Vento (kgf/m)
5	0,5	2,5	0,86	30,27	57,3	1,25	28,63
10	0,5	2,5	0,92	32,38	65,5	1,25	32,77
15	0,5	2,5	0,96	33,79	71,4	1,25	35,68
20	0,5	2,5	0,99	34,85	75,9	1,25	37,94
25	0,5	2,5	1,01	35,55	79,0	1,25	39,49
30	0,5	2,5	1,03	36,26	82,1	1,25	41,07
32	0,5	2,5	1,04	36,61	83,7	1,25	41,87

Quadro 6 – Cálculo da AEV – Área de exposição ao vento para a escada.
Fonte – Planilha Excel



Figura 27 – Escada da torre
Fonte – Levantamento técnico

3.2.7.5 VENTO NAS PEÇAS

O cálculo total do coeficiente da força para as peças da estrutura é realizado do mesmo modo apresentado nos itens anteriores, mas deve-se atentar quanto à composição da estrutura, se estes são tubulares, barras ou cantoneiras, pois para cada caso há um valor específico conforme a NBR 6123 (ABNT, 1998).

Na torre metálica deste estudo, esta é constituída de cantoneiras conforme figura 28, portanto o cálculo será padrão conforme procedimentos da NBR 6123:1998 – Força devida aos ventos nas edificações, para todas as peças existentes. Os dados completos da estrutura podem ser observados no apêndice B.



Figura 28 – Peças da torre (Cantoneiras)
Fonte – Levantamento técnico

3.3 PROGRAMA COMPUTACIONAL

Com a utilização do programa STRAP V.14 foi realizada a modelagem da estrutura por meio de análise estrutural por elementos finitos. Tem por finalidade várias funções, como lançamento de nós na estrutura, interligação de barras (cantoneiras), calcular as reações no apoio, deflexão da estrutura, entre outras, dos quais se criou tabelas e gráficos a ser demonstrados.

3.3.1 MODELAGEM DA ESTRUTURA

Ao iniciar o projeto faz necessário modelar a estrutura na aba geometria, criando-se os nós e, conseqüentemente, ligando-se as barras no menu conforme figuras 29 e 30.



Figura 29 – Menu da aba geometria
Fonte – STRAP V.14

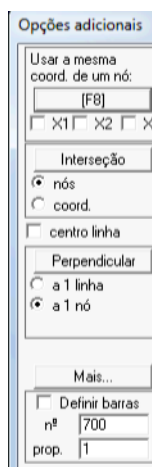


Figura 30 – Opções de nós e de barras
Fonte – STRAP V.14

Depois de realizada a modelagem da estrutura, configurou-se as propriedades das barras e apoios conforme figura 31 e 32. Os dados dimensionais obtidos mediante o levantamento técnico foram inseridos em cada barra (cantoneiras), visto anteriormente que não foi fornecido o projeto pela detentora.

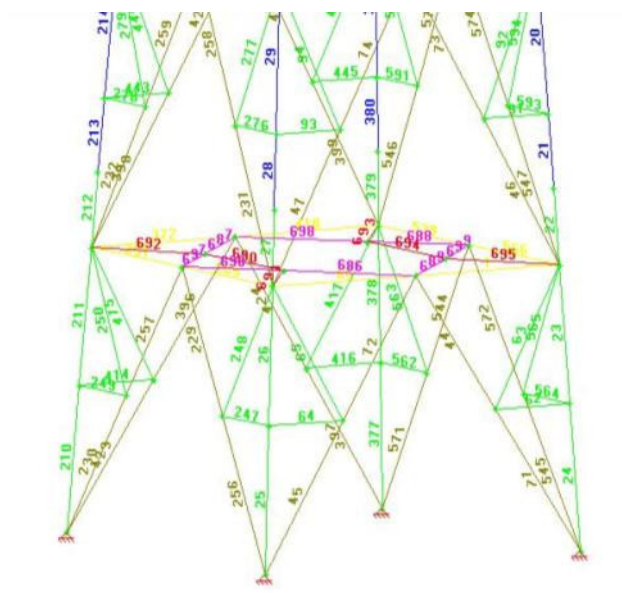


Figura 31 – Propriedades das barras e apoios
Fonte – STRAP V.14

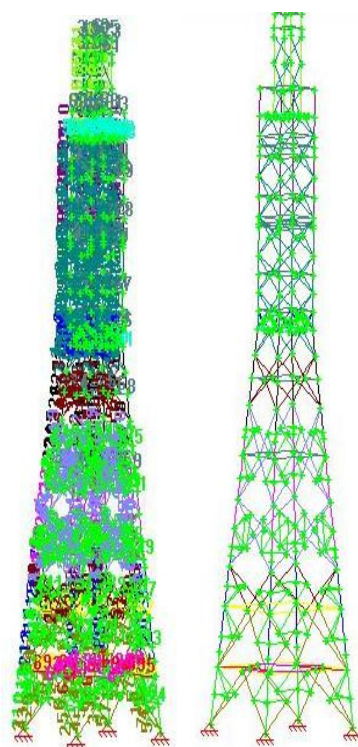


Figura 32 – Propriedades das barras e apoios vista geral
Fonte – STRAP V.14

Por meio do programa STRAP V.14 foi permitido obter a silhueta da torre autoportante redenrizada conforme a figura 33, após o lançamento de cada peça da estrutura no programa.



Figura 33 – Modelo Geométrico da Torre
Fonte – Programa STRAP V.14 (Demo)

O programa STRAP V.14 permite exportar uma tabela com dados de todas as peças da estrutura, contendo o número de localização, a propriedade e nome, comprimento e peso, conforme quadro 7 abaixo e figura 34, como exemplo. Os dados completos da estrutura podem ser observados no apêndice 2.

Barra n.º	prop n.º	Nome propried.	Comprim. (m)	Unid peso (kg)	Peso (kg)
1	13	L2"x3/16"	1.78	3.6	6.4
2	13	L2"x3/16"	1.59	3.6	5.8
3	14	L1.5"x3/16"	0.90	2.7	2.4
4	14	L1.5"x3/16"	1.13	2.7	3.0
5	15	[5x100+50x5	0.45	7.5	3.4
21	3	L4"x3/8"	0.74	14.5	10.7
22	2	L4"x3/8"	0.76	14.5	11.0
23	2	L4"x3/8"	1.38	14.5	20.0
24	2	L4"x3/8"	1.47	14.5	21.3
25	2	L4"x3/8"	1.47	14.5	21.3
414	16	L1.5"x3/16"	0.92	2.7	2.4
415	16	L1.5"x3/16"	1.61	2.7	4.3
416	16	L1.5"x3/16"	0.92	2.7	2.4
417	16	L1.5"x3/16"	1.61	2.7	4.3
418	13	L2"x3/16"	1.78	3.6	6.4

Quadro 7 - Pesos e medidas do modelo (unidades - kgf e metros)
Fonte – Planilha Programável Excel

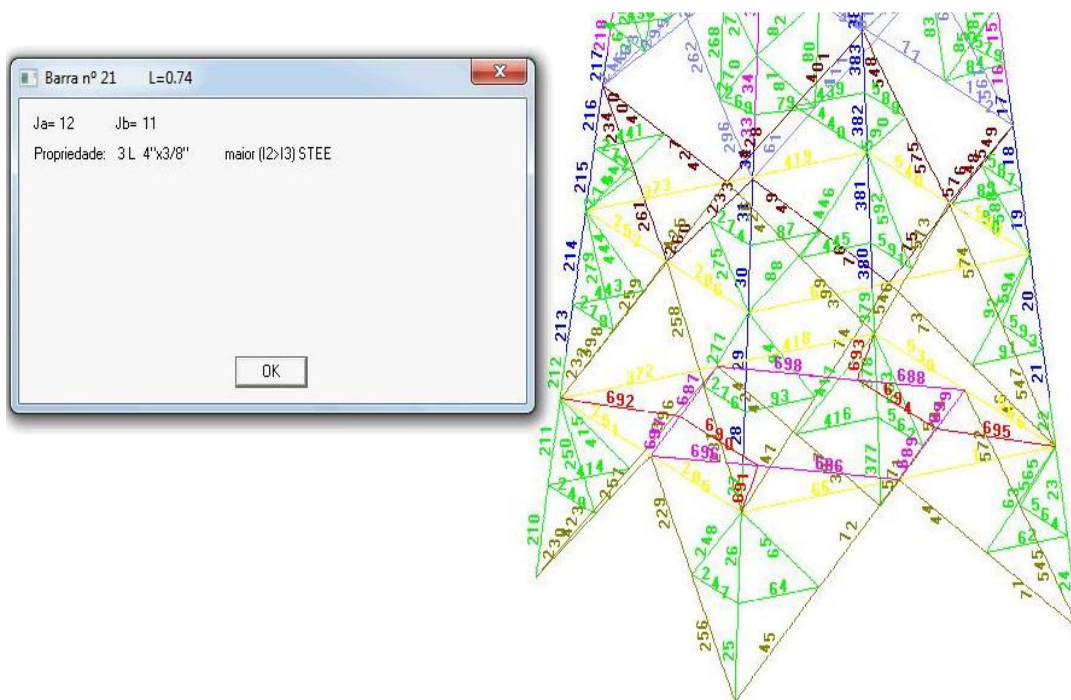


Figura 34 – Definição da Geometria – Identificação da Barra nº 21.
Fonte – Programa STRAP V.14 (Demo)

3.3.2 CARGAS

O programa STRAP V.14 pode resolver modelos que contenham vários carregamentos, sendo que cada um deles pode conter cargas nodais, em barras, de temperatura e globais, além de, pressões nos elementos e recalques de apoio. Também podem ser combinados para formarem um novo carregamento.

As cargas definidas são mostradas graficamente, sobrepondo-se à geometria. Cada carregamento pode ser associado a um estágio diferente da geometria. São mostradas na tela todas as cargas existentes no carregamento que esteja sendo definido/editado.

Logo após a elaboração da modelagem da estrutura, aplicou as propriedades às barras (cantoneiras) e apoios, informando o carregamento da estrutura como foi realizado os cálculos com os coeficientes de forças demonstrados anteriormente. Todos os cálculos realizados conforme as normas brasileiras foram aplicadas à estrutura.

Foram definidas as cargas do seguinte modo:

- Peso próprio (Carga Permanente)
 - Das peças;
 - Das antenas;
 - Dos cabos;
 - Dos acessórios;
 - Dos equipamentos;
- Peso de Manutenção (Carga Permanente)
- Ventos (Carga variável)
 - Nas antenas;
 - Nos cabos;
 - Nos acessórios (escadas);
 - Nos equipamentos;
- Temperatura (Carga variável)

O programa disponibiliza as direções (X_1 , X_2 , X_3) de acordo com a geometria da torre, no caso quadrada. Estas direções atribuem-se da seguinte maneira.

- **Peso próprio**
 - As cargas distribuídas em todas as peças da estrutura na direção X_2 , informando o peso real das peças;
 - A plataforma e as antenas foram carregadas pontualmente na direção $-X_2$;
 - Peso da manutenção, acessórios e equipamentos foram carregados no montante da estrutura;
- **Ventos**
 - Nas antenas e nos cabos definiu-se o parâmetro X_1 e $-X_3$ sujeito a direção do carregamento;
 - Na plataforma foram definidas as direções X_1 e $-X_3$ dependendo se o carregamento for em 0° e 45° ;
 - Nas peças foram inseridas cargas distribuídas nas barras (cantoneiras) definidas através do coeficiente das cargas multiplicado por fatores de distribuição, conforme apresentado na figura 30 a resultante das cargas nas faces da torre (04 faces). A combinação e coeficiente de carga, já definido anteriormente, utilizando as direções em X_1 e $-X_3$ dependendo se o carregamento esteja trabalhando em 0° e 45° .

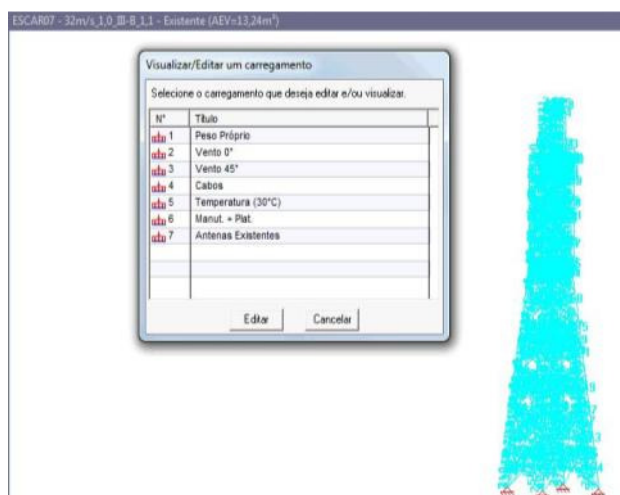


Figura 35 – Definição do carregamento da estrutura.
Fonte – Programa STRAP V.14 (Demo)

3.3.3 RESULTADOS

Depois de ter elaborado a geometria, informado os apoios e todos os valores das cargas obtiveram-se os resultados para análise e verificação da estrutura na aba de “Resultados”, conforme figura 36.

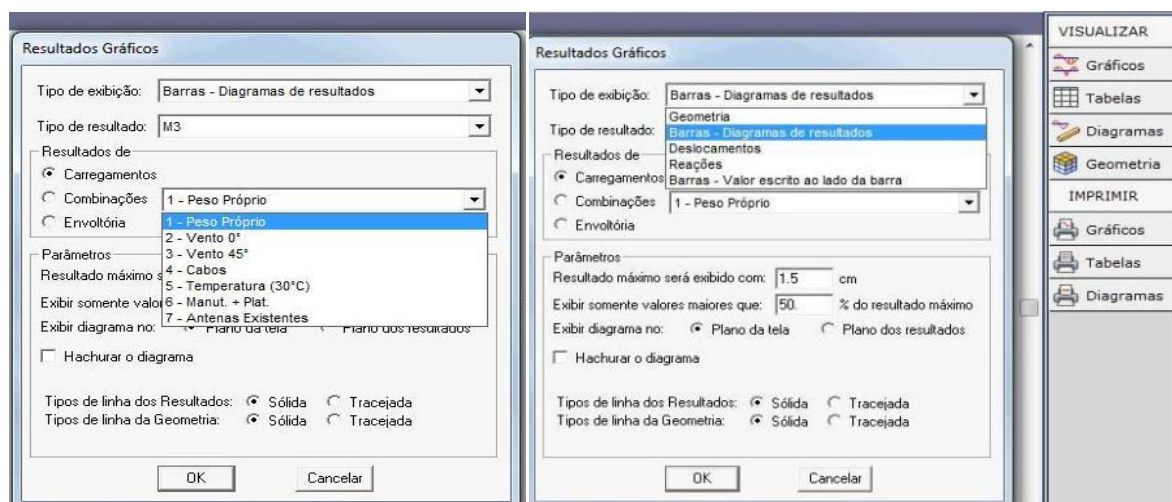


Figura 36 – Resultados da análise estrutural.
Fonte – Programa STRAP V.14 (Demo)

Por meio de gráficos, tabelas e diagramas, verificou-se o resultado das ações permanentes e variáveis na estrutura, podendo observar os valores das reações, deflexão da estrutura, desenvolvimento das solicitações das barras (cantoneiras), as deformações da estrutura, os deslocamentos e rotações.

3.3.3.1 REAÇÕES

Os resultados das reações de apoio da estrutura são demonstrados na figura 34, de acordo com os quatro apoios existentes na estrutura juntamente com as combinações pré-estabelecidas de carregamentos.

REAÇÕES (Unids: kg, kg*metro)							
nó	cmb	X1	X2	X3	X4	X5	X6
1	Máx	-331.339	-5944.334	1245.125	-32.641	-0.308	-50.647
	Comb	3	3	6	3	8	7
	Mín	-1111.571	-14009.650	645.620	-56.061	-2.050	-68.127
	Comb	6	6	3	6	1	2
2	Máx	639.966	-369.168	1100.400	-1.140	2.283	64.140
	Comb	2	7	2	5	5	2
	Mín	-197.702	10455.277	176.399	-34.353	1.096	35.538
	Comb	5	2	7	2	4	7
3	Máx	859.804	13947.521	1397.254	21.919	-1.280	55.785
	Comb	1	1	1	8	3	1
	Mín	-38.948	3422.220	476.101	-21.023	-3.061	8.109
	Comb	6	8	8	1	6	8
4	Máx	-543.409	16411.684	1334.840	1.235	1.909	-12.637
	Comb	4	5	1	4	2	8
	Mín	1389.074	8343.253	822.859	-46.691	-0.170	-51.681
	Comb	5	4	8	5	5	1

Quadro 8 – Resultado das reações do apoio.
Fonte – STRAP V.14

Condições de Carga	Compressão (tf)	Tração (tf)	Reação horizontal (tf)
MÁXIMO	16,41	-14,01	1,39

Quadro 9 – Valores máximos de reações de apoio sobre a fundação.
Fonte – STRAP V.14

As reações de apoio da estrutura têm como fundamento a análise e dimensionamento da fundação, e deverão ser realizadas as verificações para as piores situações em que a estrutura será solicitada com base na NBR 6118:2014.

De acordo com o memorial de cálculo da fundação fornecido pela operadora, figura 37, em relação aos valores obtidos no quadro 9, verificou-se que o dimensionamento da fundação, suporta os esforços resultantes da torre.

2- CARGAS NA FUNDACAO		
A COMPRESSAO		
V=18.82	ton	
Hv=1.88	ton	
Mov=0.00	ton*m	
A TRACAO		
T=15.98	ton	
Ht=1.88	ton	
Mot=0.00	ton*m	

Figura 37 – Capacidade de carga da fundação.
Fonte – Memorial de Cálculo (Operadora)

3.3.3.2 DEFLEXÃO DA ESTRUTURA

De acordo com a especificação técnica da operadora de telefonia celular (detentora do site), para este tipo de estrutura é permitido uma deflexão máxima de 0° 30' 00'', ou seja, a deformação não poderá exceder.

No quadro 10 obtiveram-se os valores de deflexão máxima da estrutura mediante o programa STRAP V.14.

MÁX. DESLOCAMENTOS (Unids: cm)						
Nó	X1	X2	X3	X4	X5	X6
Máx	6.26613	1.64964	-13.88750	-0.0120596	-0.0098667	-0.0053476
Comb	5	8	1	1	2	5
Nó	mb247	96	174	8	227	247

Quadro 10 – Deslocamento máximo da estrutura.
Fonte – STRAP V.14

$$\alpha = \text{ArcTg} (13,89/3000) = 0^\circ 15' 55,00''$$

O valor calculado acima é inferior ao determinado pela detentora, portanto está em conformidade com as especificações.

$$0^\circ 15' 55,00'' < 0^\circ 30' 00'' \text{ (Em conformidade)}$$

As operadoras determinam que a ação das forças de vento a um valor operacional que obedece a 55% do vento característico, portanto as deformações das torres são analisadas segundo o estado de utilização. Pode ser visto os a rotação das peças na figura 38.

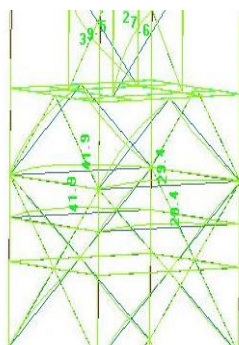


Figura 38 – Rotação dos nós das peças.
Fonte – Programa STRAP V.14 (Demo)

3.3.4 CONCLUSÃO DA ANÁLISE ESTRUTURAL

Conforme realizado os cálculos das ações que influenciavam na estrutura de acordo com a norma técnica e inserindo todas as informações necessárias para verificação junto ao programa STRAP V.14, constatou-se que a torre encontra-se em condições seguras de utilização juntamente com suas peças e ligações.

Inicialmente o fabricante Vimans informou a capacidade de AEV de 12m², e ao realizar o levantamento técnico pela empresa “ENG”, comprovou-se um carregamento no valor total de 13,24m² de antenas existentes.

A determinação de nova capacidade pode ser vista no quadro 9, em que a subtração da reação horizontal na compressão define a capacidade de 15m² de AEV – Área de Exposição ao Vento.

Descrição	Carregamento	Estrutura Vertical	Fundação
Capacidade de carregamento	12,00 m ²	15,00m ²	15,00m ²
Carregamento instalado	13,24 m ²	Ok	Ok

Quadro 11 – Resumo dos carregamentos e capacidade de carga
Fonte – Levantamento

Neste caso terá disponível apenas 1,76m² de AEV para instalação de novas antenas e, geralmente, as estruturas precisam ter uma reserva técnica maior para quaisquer eventualidades de novas tecnologias com base nas especificações técnicas da operadora de telefonia celular.

Para aumento desta reserva técnica, a especificação técnica da operadora determina uma AEV de 3,5m², portanto, neste caso, será óbvio realizar um reforço estrutural na estrutura, visto que ultrapassará o limite de carregamento.

O reforço estrutural precisa ser dimensionado em peças que não poderão suportar a nova carga, e para esta verificação poderá utilizar a base de dados desta análise, inserindo este novo carregamento. Sendo assim, o programa computacional irá demonstrar as peças que poderão vir a colapso, e estas deverão ser reforçadas, baseadas nas normas, NBR 6123:1998, NBR 8800:2008, NBR 8681:2003 e as suas referências normativas.

4 CONCLUSÃO

Neste trabalho estudaram-se as ações permanentes e variáveis que influenciam na segurança estrutural de uma torre metálica treliçada autoportante destinada ao uso de equipamentos para telefonia celular, e de acordo com os procedimentos determinados por normas brasileiras obtiveram-se os valores das cargas permanentes e acidentais que atuam sobre a mesma, ambas combinadas geram um esforço ainda maior, e dependendo da composição dos materiais esta poderá vir a colapso, comprometendo a segurança no seu entorno. Contudo, o carregamento principal que atua no comportamento dinâmico da torre metálica é produzido pelo vento, que por sua vez, atua em peças, cabos, escadas e antenas, portanto é imprescindível realizar os cálculos corretamente.

Como a torre metálica treliçada autoportante possui uma geometria espacial complexa, em que cada peça tem um valor específico, tanto na resistência quanto nos esforços, necessitaria uma demanda de tempo considerável para realizar os cálculos manualmente com a abrangência de várias revisões, portanto utilizaram-se recursos computacionais por meio da compilação dos dados nos programas, STRAP V.14 e *Excel*, designado para cálculo estrutural e planilha programável, respectivamente, que veio a realizar os devidos cálculos em todos os elementos constituintes da estrutura em um menor prazo, gerou um resultado final da capacidade estrutural.

Ao analisar uma estrutura mediante a um programa computacional, o objetivo de obter os resultados em menores prazos, contudo é importante saber que esta ferramenta serve como um auxílio ao engenheiro calculista, que deverá aplicar o conhecimento adquirido da graduação de Engenharia Civil, principalmente, nos cálculos principais, nas análises e interpretação dos resultados.

No geral, este trabalho acrescentou uma experiência de grande importância do tema, aplicando os procedimentos das normas específicas a cada tipo de situação exigida, aprimorou-se o uso do recurso computacional desenvolvendo o conhecimento na área de cálculo estrutural dos quais demanda exigências rigorosas para tal finalidade.

Este trabalho abordou parcialmente a análise da fundação e citou a necessidade de um reforço estrutural, ambos, permanecendo como sugestão futura de estudo de grande importância na área da engenharia.

5 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8800:2008: Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios**. 2 ed. Rio de Janeiro, 2008. 237 p.

_____. **NBR 8681:2003: Ações e segurança nas estruturas - Procedimento**. 2 ed. Rio de Janeiro, 2004. 18 p.

_____. **NBR 6120:1980: Cargas para Cálculo de Estruturas de Edificações**. 1 ed. Rio de Janeiro, 1980. 5 p.

_____. **NBR 6123:1988 VERSÃO CORRIGIDA 2:2013: Forças devidas ao vento em edificações**. 1 ed. Rio de Janeiro, 1998. 66 p.

ATIR ENGINEERING SOFTWARE DEVELOPMENT LTD. (Israel). **SAE - Sistemas de Análise Estrutural Ltda** (Ed.). STRAP - Structural Analysis Program. 2014. *Software de análise estrutural*. Disponível em: <http://www.sae.eng.br/software/strap/info_strap.html>. Acesso em: 11 abr. 2015

FERREIRA, Anderson Alvarenga; ACERBI, Tulio (Ed.). Reforço de fundação do Tipo Tubulão em Torres de Telecomunicações. **VII Congresso Brasileiro de Pontes e Estruturas: Comemorando 40 anos da Ponte Rio Niterói**, Rio de Janeiro, p.1-9, 21 maio 2014. Anual. ABPE - Associação Brasileira de Pontes e Estruturas. Disponível em: <www.abpe.org.br/trabalhos/trab_105.pdf>. Acesso em: 05 jul. 2015.

INSTITUTO AÇO BRASIL (Rio de Janeiro). **Ligações em estruturas metálicas**. 4. ed. Rio de Janeiro: Instituto Aço Brasil / Cbca, 2011. 60 p. (Manual de Construção em Aço). Revisão de: Alexandre Luiz Vasconcellos. Disponível em: <<http://www.cbca-acobrasil.org.br>>. Acesso em: 10 jul. 2015.

KAMINSKI JUNIOR, João. **INCERTEZAS DE MODELO NA ANÁLISE DE TORRES METÁLICAS TRELIÇADAS DE LINHAS DE TRANSMISSÃO**. 2007. 362 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

PFEIL, W; PFEIL, M.. **Estruturas de Aço – Dimensionamento Prático, Livros Técnicos e Científicos** Editora, Rio de Janeiro, 8º Ed. 2009.

PROBST, Renan Diego. **ANÁLISE ESTRUTURAL DE TORRE METÁLICA AUTOPORTANTE PARA TELECOMUNICAÇÕES E DIMENSIONAMENTO DE REFORÇO – ESTUDO DE CASO**. 2013. 86 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Civil – ECV, Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Florianópolis, 2013.

YIN, Robert K.. **ESTUDO DE CASO: PLANEJAMENTO E MÉTODOS**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman Editora Ltda, 2014. 271 p.

ZAMPIRON, Ivan. **AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS E DESEMPENHO DE ESTRUTURAS PARA TELECOMUNICAÇÕES VISANDO O PROJETO DE NOVO**

MODELO DE TORRE AUTOPORTANTE. 2008. 135 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

APÊNDICE

APÊNDICE A – RELATÓRIO FOTOGRÁFICO



Placa da torre com as informações da implantação e capacidade.



Vista das peças da torre de h=30m.



Vista das antenas instaladas na torre de $h=30\text{m}$.



Vista da geometria da torre de $h=30\text{m}$.

Resultados Gerais										
Barr	Seção	Co	Flec L/	Esbl	CAPACIDADES					Combinada Axial+Mom
					Axial	Dir	Corta	Mom	LTB	
1	L 2"x3/16"	2	9999	178	-0.10	MJ	0.00	0.02	0.03	0.08
						MI	0.00	0.02	0.00	
2	L 2"x3/16"	1	675	159	-0.02	MJ	0.01	0.41	0.43	0.47
						MI	0.00	0.03	0.00	
3	L 1.5"x3/16"	1	2593	121	-0.04	MJ	0.01	0.14	0.14	0.17
						MI	0.00	0.01	0.00	
4	L 1.5"x3/16"	1	658	152	-0.01	MJ	0.01	0.44	0.44	0.48
						MI	0.00	0.02	0.00	
5	Propriedade n.º15	2	9999	29	0.01	MI	0.00	0.03	0.00	0.10
						MJ	0.02	0.07	0.07	
6	L 4"x5/16"	2	9999	64	0.17	MJ	0.00	0.01	0.03	0.12
						MI	0.00	0.03	0.00	
7	L 4"x5/16"	2	9999	57	0.20	MJ	0.00	0.04	0.07	0.21
						MI	0.01	0.06	0.00	
8	L 4"x5/16"	2	9999	68	0.20	MJ	0.01	0.04	0.10	0.24
						MI	0.01	0.09	0.00	
9	L 4"x5/16"	2	9999	61	0.20	MJ	0.01	0.06	0.10	0.24
						MI	0.01	0.09	0.00	
10	L 4"x5/16"	2	9999	16	0.19	MJ	0.01	0.06	0.07	0.23
						MI	0.01	0.06	0.00	
11	L 4"x5/16"	2	9999	45	0.19	MJ	0.01	0.04	0.04	0.18
						MI	0.01	0.04	0.00	
12	L 4"x5/16"	2	9999	56	0.20	MJ	0.01	0.04	0.05	0.20
						MI	0.01	0.05	0.00	
13	L 4"x5/16"	2	9999	56	0.20	MJ	0.01	0.05	0.05	0.20
						MI	0.01	0.05	0.00	
14	L 4"x5/16"	2	9999	71	0.25	MJ	0.00	0.02	0.05	0.31
						MI	0.00	0.05	0.00	
15	L 4"x5/16"	2	9999	44	0.24	MJ	0.00	0.04	0.07	0.35
						MI	0.00	0.07	0.00	
16	L 4"x5/16"	2	9999	20	0.24	MJ	0.01	0.04	0.07	0.35
						MI	0.02	0.07	0.00	
17	L 4"x3/8"	2	9999	28	0.20	MJ	0.01	0.05	0.13	0.36
						MI	0.01	0.12	0.00	
18	L 4"x3/8"	2	9999	50	0.21	MJ	0.01	0.06	0.13	0.37
						MI	0.01	0.12	0.00	
19	L 4"x3/8"	2	9999	50	0.21	MJ	0.01	0.06	0.06	0.31
						MI	0.01	0.06	0.00	
20	L 4"x3/8"	2	9999	75	0.21	MJ	0.00	0.04	0.05	0.29
						MI	0.00	0.05	0.00	
21	L 4"x3/8"	2	9999	37	0.21	MJ	0.00	0.04	0.05	0.29
						MI	0.00	0.05	0.00	
22	L 4"x3/8"	2	9999	38	0.21	MJ	0.00	0.02	0.06	0.27
						MI	0.00	0.05	0.00	
23	L 4"x3/8"	2	9999	69	0.23	MJ	0.00	0.04	0.07	0.33
						MI	0.01	0.06	0.00	
24	L 4"x3/8"	2	9999	73	0.23	MJ	0.00	0.04	0.08	0.34
						MI	0.01	0.08	0.00	
25	L 4"x3/8"	6	9999	73	0.31	MJ	0.01	0.07	0.09	0.44
						MI	0.01	0.08	0.00	
26	L 4"x3/8"	6	9999	69	0.31	MJ	0.01	0.07	0.08	0.44
						MI	0.01	0.07	0.00	
27	L 4"x3/8"	6	9999	38	0.27	MJ	0.00	0.04	0.06	0.36
						MI	0.01	0.06	0.00	
28	L 4"x3/8"	6	9999	37	0.27	MJ	0.01	0.06	0.07	0.38
						MI	0.01	0.06	0.00	

Resultados Gerais										
Barr	Seção	Co	Flec L/	Esbl	CAPACIDADES					
					Axial	Dir	Corta	Mom	LTB	Combinada Axial+Mom
29	L 4"x3/8"	6	9999	75	0.27	MJ	0.00	0.06	0.07	0.39
30	L 4"x3/8"	6	9999	50	0.27	MI	0.01	0.06	0.00	
						MJ	0.01	0.07	0.08	0.41
						MI	0.01	0.07	0.00	
31	L 4"x3/8"	6	9999	50	0.27	MJ	0.01	0.10	0.13	0.48
						MI	0.01	0.12	0.00	
32	L 4"x3/8"	6	9999	28	0.26	MJ	0.01	0.10	0.13	0.47
						MI	0.01	0.12	0.00	
33	L 4"x5/16"	6	9999	20	0.31	MJ	0.01	0.07	0.08	0.45
						MI	0.02	0.08	0.00	
34	L 4"x5/16"	6	8075	44	0.31	MJ	0.00	0.07	0.08	0.45
						MI	0.01	0.08	0.00	
35	L 4"x5/16"	6	9999	71	0.32	MJ	0.00	0.03	0.05	0.40
						MI	0.00	0.05	0.00	
36	L 4"x5/16"	6	9999	56	0.25	MJ	0.01	0.06	0.07	0.37
						MI	0.01	0.06	0.00	
37	L 4"x5/16"	6	9999	56	0.25	MJ	0.01	0.06	0.07	0.37
						MI	0.01	0.06	0.00	
38	L 4"x5/16"	6	9999	45	0.25	MJ	0.01	0.05	0.06	0.34
						MI	0.01	0.05	0.00	
39	L 4"x5/16"	6	9999	16	0.25	MJ	0.01	0.08	0.09	0.41
						MI	0.01	0.08	0.00	
40	L 4"x5/16"	6	9999	61	0.25	MJ	0.01	0.08	0.10	0.41
						MI	0.01	0.09	0.00	
41	L 4"x5/16"	6	9999	68	0.25	MJ	0.01	0.07	0.10	0.41
						MI	0.01	0.09	0.00	
42	L 4"x5/16"	6	9999	57	0.25	MJ	0.01	0.06	0.08	0.38
						MI	0.01	0.07	0.00	
43	L 4"x5/16"	6	9999	64	0.20	MJ	0.00	0.01	0.03	0.24
						MI	0.00	0.03	0.00	
44	L 2.5"x3/16"	1	3537	133	-0.09	MJ	0.00	0.08	0.09	0.11
						MI	0.00	0.02	0.00	
45	L 2.5"x3/16"	1	3241	142	0.05	MJ	0.00	0.08	0.09	0.11
						MI	0.00	0.03	0.00	
46	L 2.5"x3/16"	1	3315	138	0.05	MJ	0.00	0.08	0.09	0.13
						MI	0.00	0.02	0.00	
47	L 2.5"x3/16"	1	3311	138	0.07	MJ	0.00	0.08	0.09	0.13
						MI	0.00	0.03	0.00	
48	L 1.75"x3/16"	2	2868	142	0.08	MJ	0.00	0.09	0.09	0.14
						MI	0.00	0.01	0.00	
49	L 1.75"x3/16"	2	2867	142	0.08	MJ	0.00	0.09	0.09	0.14
						MI	0.00	0.02	0.00	
50	L 1.5"x3/16"	1	4571	206	0.08	MJ	0.00	0.03	0.03	0.08
						MI	0.00	0.01	0.00	
51	L 1.75"x3/16"	2	4721	162	-0.13	MJ	0.00	0.04	0.04	0.11
						MI	0.00	0.01	0.00	
52	L 1.75"x3/16"	6	5299	162	-0.13	MJ	0.00	0.03	0.04	0.09
						MI	0.00	0.01	0.00	
53	L 1.5"x3/16"	1	4571	206	0.07	MJ	0.00	0.03	0.03	0.07
						MI	0.00	0.02	0.00	
54	L 1.75"x3/16"	5	3653	192	-0.25	MJ	0.00	0.04	0.04	0.28
						MI	0.00	0.03	0.00	
55	L 1.75"x3/16"	2	3357	192	-0.19	MJ	0.00	0.04	0.05	0.16
						MI	0.00	0.04	0.00	
56	L 2"x3/16"	2	3774	131	0.08	MJ	0.00	0.08	0.08	0.13
						MI	0.00	0.03	0.00	

Resultados Gerais											
Barr	Seção	Co	Flec L/	Esbl	CAPACIDADES						
					Axial	Dir	Corta	Mom	LTB	Combinada Axial+Mom	
57	L 2"x3/16"	2	3774	131	0.07	MJ	0.00	0.08	0.08	0.13	
						MI	0.00	0.02	0.00		
58	L 2"x3/16"	1	4046	129	0.09	MJ	0.00	0.07	0.07	0.13	
						MI	0.00	0.03	0.00		
59	L 2"x3/16"	1	4051	129	0.08	MJ	0.00	0.07	0.07	0.13	
						MI	0.00	0.02	0.00		
60	L 2"x3/16"	1	2919	99	-0.08	MJ	0.01	0.15	0.15	0.21	
						MI	0.00	0.03	0.00		
61	L 2"x3/16"	1	2149	115	-0.04	MJ	0.01	0.18	0.18	0.22	
						MI	0.00	0.02	0.00		
62	L 1.5"x3/16"	2	9999	131	-0.05	MJ	0.00	0.01	0.01	0.04	
						MI	0.00	0.01	0.00		
63	L 1.5"x3/16"	1	4834	216	0.02	MJ	0.00	0.03	0.03	0.05	
						MI	0.00	0.02	0.00		
64	L 1.5"x3/16"	6	9999	131	-0.06	MJ	0.00	0.01	0.01	0.04	
						MI	0.00	0.01	0.00		
65	L 1.5"x3/16"	1	4834	216	0.02	MJ	0.00	0.03	0.03	0.05	
						MI	0.00	0.01	0.00		
66	L 2"x3/16"	6	9999	178	-0.17	MJ	0.00	0.02	0.02	0.11	
						MI	0.00	0.02	0.00		
67	L 2"x3/16"	1	675	159	-0.04	MJ	0.01	0.41	0.43	0.47	
						MI	0.00	0.03	0.00		
68	L 1.5"x3/16"	1	2589	121	-0.05	MJ	0.01	0.14	0.14	0.17	
						MI	0.00	0.01	0.00		
69	L 1.5"x3/16"	1	659	152	-0.03	MJ	0.01	0.44	0.44	0.48	
						MI	0.00	0.02	0.00		
70	Propriedade n.º15	2	9999	19	0.02	MI	0.00	0.05	0.00	0.16	
						MJ	0.07	0.10	0.10		
71	L 2.5"x3/16"	1	3244	142	-0.10	MJ	0.00	0.08	0.09	0.12	
						MI	0.00	0.02	0.00		
72	L 2.5"x3/16"	1	3532	133	0.03	MJ	0.00	0.08	0.09	0.11	
						MI	0.00	0.03	0.00		
73	L 2.5"x3/16"	1	3336	138	0.04	MJ	0.00	0.08	0.09	0.13	
						MI	0.00	0.02	0.00		
74	L 2.5"x3/16"	1	3331	138	0.06	MJ	0.00	0.08	0.09	0.13	
						MI	0.00	0.03	0.00		
75	L 1.75"x3/16"	2	2919	142	0.07	MJ	0.00	0.09	0.09	0.13	
						MI	0.00	0.01	0.00		
76	L 1.75"x3/16"	2	2918	142	0.06	MJ	0.00	0.09	0.09	0.13	
						MI	0.00	0.02	0.00		
77	L 2"x3/16"	1	1108	115	-0.12	MJ	0.00	0.19	0.21	0.25	
						MI	0.00	0.01	0.00		
78	L 2"x3/16"	1	1371	99	-0.07	MJ	0.00	0.20	0.20	0.25	
						MI	0.00	0.02	0.00		
79	L 1.5"x3/16"	6	9999	116	-0.06	MI	0.00	0.00	0.00	0.06	
80	L 1.5"x3/16"	1	4877	221	0.02	MJ	0.00	0.03	0.03	0.04	
						MI	0.00	0.01	0.00		
81	L 1.5"x3/16"	1	9999	157	0.02	MJ	0.00	0.01	0.01	0.03	
						MI	0.00	0.01	0.00		
82	L 1.5"x3/16"	5	9999	138	-0.04	MJ	0.00	0.01	0.01	0.03	
						MI	0.00	0.01	0.00		
83	L 1.5"x3/16"	1	4877	221	0.02	MJ	0.00	0.03	0.03	0.04	
						MI	0.00	0.01	0.00		
84	L 1.5"x3/16"	2	9999	116	-0.05	MI	0.00	0.00	0.00	0.05	
85	L 1.5"x3/16"	1	9999	157	0.01	MJ	0.00	0.01	0.01	0.03	
						MI	0.00	0.01	0.00		

Resultados Gerais										
Barr	Seção	Co	Flec L/	Esbl	CAPACIDADES					Combinada Axial+Mom
					Axial	Dir	Corta	Mom	LTB	
86	L 1.5"x3/16"	1	9999	138	-0.03	MJ	0.00	0.01	0.01	0.03
87	L 1.5"x3/16"	6	9999	123	-0.08	MI	0.00	0.01	0.00	0.05
88	L 1.5"x3/16"	1	8492	177	0.03	MJ	0.00	0.02	0.02	0.04
						MI	0.00	0.01	0.00	
89	L 1.5"x3/16"	2	9999	123	-0.06	MJ	0.00	0.01	0.01	0.04
90	L 1.5"x3/16"	1	8492	177	0.02	MJ	0.00	0.02	0.02	0.04
						MI	0.00	0.01	0.00	
91	L 1.5"x3/16"	2	9999	123	-0.03	MJ	0.00	0.01	0.01	0.03
92	L 1.5"x3/16"	1	4549	222	0.02	MJ	0.00	0.03	0.03	0.05
						MI	0.00	0.02	0.00	
93	L 1.5"x3/16"	6	9999	123	-0.04	MJ	0.00	0.01	0.01	0.03
94	L 1.5"x3/16"	1	4549	222	0.02	MJ	0.00	0.03	0.03	0.05
						MI	0.00	0.01	0.00	
95	L 1.5"x3/16"	6	9999	109	-0.05	MI	0.00	0.00	0.00	0.05
96	L 1.5"x3/16"	1	7839	185	0.03	MJ	0.00	0.02	0.02	0.04
						MI	0.00	0.01	0.00	
97	L 1.5"x3/16"	2	9999	109	-0.04	MI	0.00	0.00	0.00	0.04
98	L 1.5"x3/16"	1	7839	185	0.03	MJ	0.00	0.02	0.02	0.04
						MI	0.00	0.01	0.00	
99	L 1.5"x3/16"	2	9999	109	-0.03	MI	0.00	0.00	0.00	0.03
100	L 1.5"x3/16"	1	9999	165	0.02	MJ	0.00	0.01	0.02	0.03
						MI	0.00	0.01	0.00	
101	L 1.5"x3/16"	6	9999	109	-0.04	MI	0.00	0.00	0.00	0.04
102	L 1.5"x3/16"	1	9999	165	0.02	MJ	0.00	0.01	0.02	0.03
103	L 2.5"x3/16"	5	3480	107	-0.01	MJ	0.01	0.23	0.25	0.27
						MI	0.00	0.05	0.00	
104	L 3"x1/4"	6	9999	60	0.26	MJ	0.00	0.03	0.04	0.33
						MI	0.00	0.03	0.00	
105	Propriedade n.º15	2	9999	19	0.02	MI	0.00	0.05	0.00	0.16
						MJ	0.07	0.10	0.10	
106	L 2"x3/16"	2	3829	131	0.06	MJ	0.00	0.07	0.08	0.12
						MI	0.00	0.03	0.00	
107	L 2"x3/16"	2	3831	131	0.07	MJ	0.00	0.07	0.08	0.12
						MI	0.00	0.02	0.00	
108	L 2"x3/16"	1	4104	129	0.08	MJ	0.00	0.07	0.07	0.12
						MI	0.00	0.03	0.00	
109	L 2"x3/16"	1	4113	129	0.06	MJ	0.00	0.07	0.07	0.12
						MI	0.00	0.02	0.00	
110	L 2"x3/16"	1	1385	99	-0.10	MJ	0.00	0.19	0.20	0.24
						MI	0.00	0.03	0.00	
111	L 2"x3/16"	1	1098	115	-0.09	MJ	0.00	0.20	0.21	0.26
						MI	0.00	0.02	0.00	
112	L 2"x3/16"	1	2162	115	-0.10	MJ	0.01	0.18	0.18	0.21
						MI	0.00	0.01	0.00	
113	L 2"x3/16"	1	2899	99	-0.06	MJ	0.01	0.15	0.15	0.21
						MI	0.00	0.02	0.00	
114	L 2.5"x3/16"	5	3279	80	-0.01	MJ	0.02	0.23	0.25	0.27
						MI	0.00	0.05	0.00	
115	L 2.5"x3/16"	2	9999	40	0.08	MJ	0.00	0.05	0.05	0.10
						MI	0.00	0.01	0.00	
116	L 2.5"x3/16"	2	9999	40	0.08	MJ	0.01	0.03	0.03	0.10
						MI	0.00	0.02	0.00	
117	L 2.5"x3/16"	2	9999	80	0.08	MJ	0.00	0.03	0.03	0.10
						MI	0.00	0.03	0.00	

Resultados Gerais											
Barr	Seção	Co	Flec L/	Esbl	CAPACIDADES					Combinada Axial+Mom	
					Axial	Dir	Corta	Mom	LTB		
118	L 2.5"x3/16"	2	9999	80	0.14	MJ	0.00	0.02	0.03	0.11	
						MI	0.00	0.03	0.00		
119	L 2.5"x3/16"	2	9999	80	0.14	MJ	0.00	0.03	0.04	0.12	
						MI	0.00	0.02	0.00		
120	L 3"x1/4"	2	9999	23	0.14	MJ	0.01	0.02	0.02	0.09	
						MI	0.00	0.01	0.00		
121	L 3"x1/4"	2	9999	10	0.14	MJ	0.00	0.02	0.02	0.10	
						MI	0.00	0.01	0.00		
122	L 3"x1/4"	2	9999	92	0.14	MJ	0.00	0.03	0.03	0.12	
						MI	0.00	0.03	0.00		
123	L 3"x1/4"	2	9999	60	0.21	MJ	0.00	0.03	0.06	0.28	
						MI	0.01	0.05	0.00		
124	L 3"x1/4"	2	9999	60	0.21	MJ	0.00	0.03	0.07	0.28	
						MI	0.01	0.06	0.00		
125	L 3"x1/4"	2	9999	60	0.26	MJ	0.00	0.03	0.07	0.32	
						MI	0.01	0.06	0.00		
126	L 3"x1/4"	2	9999	60	0.22	MJ	0.00	0.03	0.04	0.27	
						MI	0.00	0.03	0.00		
127	L 3"x1/4"	6	9999	60	0.30	MJ	0.00	0.03	0.07	0.38	
						MI	0.01	0.06	0.00		
128	L 3"x1/4"	6	9999	60	0.24	MJ	0.01	0.04	0.07	0.33	
						MI	0.01	0.06	0.00		
129	L 3"x1/4"	6	9999	60	0.24	MJ	0.00	0.04	0.06	0.33	
						MI	0.01	0.05	0.00		
130	L 3"x1/4"	2	9999	92	0.15	MJ	0.00	0.04	0.05	0.13	
						MI	0.00	0.03	0.00		
131	L 3"x1/4"	2	9999	10	0.15	MJ	0.01	0.04	0.05	0.13	
						MI	0.00	0.02	0.00		
132	L 3"x1/4"	2	9999	23	0.15	MJ	0.01	0.03	0.03	0.11	
						MI	0.00	0.02	0.00		
133	L 2.5"x3/16"	2	9999	80	0.14	MJ	0.00	0.05	0.06	0.14	
						MI	0.00	0.02	0.00		
134	L 2.5"x3/16"	6	9999	80	0.14	MJ	0.00	0.01	0.03	0.11	
						MI	0.00	0.03	0.00		
135	L 2.5"x3/16"	6	9999	80	0.07	MJ	0.00	0.03	0.03	0.10	
						MI	0.00	0.03	0.00		
136	L 2.5"x3/16"	6	9999	40	0.08	MJ	0.01	0.03	0.03	0.10	
						MI	0.00	0.03	0.00		
137	L 2.5"x3/16"	6	9999	40	0.08	MJ	0.00	0.04	0.05	0.09	
						MI	0.00	0.01	0.00		
138	L 2.5"x3/16"	6	3658	80	-0.01	MJ	0.01	0.21	0.23	0.27	
						MI	0.00	0.05	0.00		
139	L 2.5"x3/16"	6	3853	107	-0.01	MJ	0.01	0.21	0.23	0.27	
						MI	0.00	0.05	0.00		
140	L 1.5"x3/16"	2	8524	101	-0.07	MJ	0.00	0.04	0.04	0.09	
						MI	0.00	0.01	0.00		
141	L 1.5"x3/16"	1	4523	101	-0.02	MJ	0.00	0.09	0.09	0.12	
						MI	0.00	0.01	0.00		
142	L 1.5"x3/16"	1	9557	201	-0.02	MJ	0.00	0.07	0.07	0.09	***
						MI	0.00	0.01	0.00		
143	L 1.5"x3/16"	1	9449	201	-0.01	MJ	0.00	0.07	0.07	0.09	
						MI	0.00	0.01	0.00		
144	L 1.5"x3/16"	2	4242	201	-0.16	MJ	0.00	0.03	0.03	0.13	***
						MI	0.00	0.02	0.00		
145	L 1.5"x3/16"	2	4192	101	0.00	MJ	0.00	0.10	0.10	0.11	
						MI	0.00	0.04	0.00		

Resultados Gerais											
Barr	Seção	Co	Flec L/	Esbl	CAPACIDADES						
					Axial	Dir	Corta	Mom	LTB	Combinada Axial+Mom	
146	L 1.5"x3/16"	1	5140	101	0.00	MJ	0.00	0.08	0.08	0.10	***
						MI	0.00	0.01	0.00		
147	L 1.5"x3/16"	1	4242	201	0.00	MJ	0.00	0.03	0.03	0.05	
						MI	0.00	0.02	0.00		
148	L 1.5"x3/16"	1	4242	201	-0.07	MJ	0.00	0.03	0.03	0.09	
						MI	0.00	0.02	0.00		
152	Propriedade n.º15	6	9999	29	0.01	MI	0.00	0.03	0.00	0.10	
						MJ	0.02	0.08	0.08		
153	L 2.5"x3/16"	5	9999	58	0.00	MJ	0.00	0.03	0.05	0.07	
						MI	0.00	0.04	0.00		
154	L 2.5"x3/16"	2	9999	103	0.03	MJ	0.01	0.09	0.09	0.13	
						MI	0.00	0.02	0.00		
155	L 1.5"x3/16"	1	9999	120	0.00	MJ	0.00	0.01	0.01	0.01	
156	L 1.75"x3/16"	2	9999	44	0.07	MJ	0.00	0.05	0.05	0.12	
						MI	0.00	0.04	0.00		
157	L 1.75"x3/16"	2	9999	44	0.07	MJ	0.00	0.05	0.05	0.12	
						MI	0.00	0.04	0.00		
158	L 1.5"x3/16"	2	8483	101	-0.08	MJ	0.00	0.04	0.04	0.09	
						MI	0.00	0.01	0.00		
159	L 1.5"x3/16"	1	4558	101	-0.02	MJ	0.00	0.09	0.09	0.11	
						MI	0.00	0.01	0.00		
160	L 1.5"x3/16"	2	4239	101	-0.01	MJ	0.00	0.10	0.10	0.11	
						MI	0.00	0.01	0.00		
161	L 1.5"x3/16"	1	4982	101	-0.01	MJ	0.00	0.08	0.08	0.10	
						MI	0.00	0.01	0.00		
162	L 2.5"x3/16"	1	9999	33	0.00	MJ	0.02	0.14	0.15	0.15	
						MI	0.00	0.04	0.00		
163	L 1.5"x3/16"	6	9999	59	0.08	MJ	0.00	0.01	0.05	0.09	
						MI	0.00	0.04	0.00		
164	L 1.5"x3/16"	2	9999	59	0.05	MJ	0.00	0.04	0.04	0.10	
						MI	0.00	0.04	0.00		
165	L 1.5"x3/16"	1	9999	108	0.00	MI	0.00	0.00	0.00	0.00	
166	L 1.75"x3/16"	2	9999	73	0.08	MJ	0.00	0.05	0.05	0.10	
						MI	0.00	0.03	0.00		
167	L 1.75"x3/16"	2	9999	73	0.08	MJ	0.00	0.05	0.05	0.10	
						MI	0.00	0.02	0.00		
168	L 1.5"x3/16"	6	9999	40	0.09	MJ	0.00	0.04	0.07	0.13	
						MI	0.01	0.07	0.00		
169	L 1.5"x3/16"	6	9999	59	0.09	MJ	0.00	0.04	0.05	0.12	
						MI	0.00	0.04	0.00		
170	L 1.5"x3/16"	2	9999	40	0.05	MJ	0.00	0.04	0.07	0.14	
						MI	0.01	0.07	0.00		
171	L 1.5"x3/16"	2	9999	59	0.04	MJ	0.00	0.01	0.05	0.08	
						MI	0.00	0.04	0.00		
172	L 1.5"x3/16"	1	6480	158	0.05	MJ	0.00	0.02	0.02	0.06	
						MI	0.00	0.02	0.00		
173	L 1.5"x3/16"	1	6331	158	0.07	MJ	0.00	0.02	0.03	0.06	
						MI	0.00	0.02	0.00		
174	L 1.5"x3/16"	2	6692	158	-0.10	MJ	0.00	0.03	0.03	0.10	
						MI	0.00	0.03	0.00		
175	L 1.5"x3/16"	5	6758	158	-0.21	MJ	0.00	0.03	0.03	0.23	
						MI	0.00	0.02	0.00		
176	L 1.5"x3/16"	6	6791	158	-0.19	MJ	0.00	0.03	0.03	0.11	
						MI	0.00	0.01	0.00		
177	L 1.5"x3/16"	2	6711	158	-0.10	MJ	0.00	0.03	0.03	0.09	
						MI	0.00	0.01	0.00		

Resultados Gerais											
Barr	Seção		Flec L'	Esbl	CAPACIDADES					Combinada Axial+Mom	
					Axial	Dir	Corta	Mom	LTB		
178	L 1.5"x3/16"	1	3011	162	0.04	MJ	0.00	0.07	0.07	0.10	
						MI	0.00	0.01	0.00		
179	L 1.5"x3/16"	1	3026	162	0.06	MJ	0.00	0.07	0.07	0.09	
						MI	0.00	0.01	0.00		
180	L 1.5"x3/16"	5	6046	168	-0.06	MJ	0.00	0.03	0.03	0.04	
						MI	0.00	0.01	0.00		
181	L 1.5"x3/16"	1	6481	168	0.04	MJ	0.00	0.03	0.03	0.04	
						MI	0.00	0.02	0.00		
182	L 1.5"x3/16"	1	6190	168	-0.08	MJ	0.00	0.03	0.03	0.07	
						MI	0.00	0.02	0.00		
183	L 1.5"x3/16"	1	5737	168	-0.04	MJ	0.00	0.03	0.03	0.05	
						MI	0.00	0.01	0.00		
184	L 1.5"x3/16"	1	6220	168	0.04	MJ	0.00	0.03	0.03	0.04	
						MI	0.00	0.01	0.00		
185	L 1.5"x3/16"	5	5644	168	-0.14	MJ	0.00	0.03	0.03	0.09	
						MI	0.00	0.02	0.00		
186	L 1.5"x3/16"	1	9999	168	-0.07	MJ	0.00	0.04	0.04	0.08	
						MI	0.00	0.01	0.00		
187	L 1.5"x3/16"	1	8540	168	0.04	MJ	0.00	0.02	0.02	0.05	
						MI	0.00	0.01	0.00		
188	L 1.5"x3/16"	6	8299	168	-0.11	MJ	0.00	0.02	0.02	0.07	
						MI	0.00	0.01	0.00		
189	L 1.5"x3/16"	1	8540	168	0.04	MJ	0.00	0.02	0.02	0.04	
						MI	0.00	0.01	0.00		
190	L 1.5"x3/16"	1	5109	201	0.02	MJ	0.00	0.03	0.03	0.04	
						MI	0.00	0.02	0.00		
191	L 1.5"x3/16"	5	5024	202	-0.12	MJ	0.00	0.03	0.03	0.07	***
						MI	0.00	0.01	0.00		
192	L 1.5"x3/16"	1	5024	202	0.01	MJ	0.00	0.03	0.03	0.04	
						MI	0.00	0.02	0.00		
193	L 1.5"x3/16"	1	9999	120	-0.01	MJ	0.00	0.01	0.01	0.01	
194	Propriedade n.º15	6	9999	48	0.00	MI	0.00	0.03	0.00	0.11	
						MJ	0.03	0.09	0.09		
195	Propriedade n.º15	6	9999	25	0.00	MI	0.00	0.06	0.00	0.11	
						MJ	0.02	0.05	0.05		
196	Propriedade n.º15	2	9999	24	-0.01	MI	0.00	0.01	0.00	0.07	
						MJ	0.03	0.06	0.06		
197	L 2.5"x3/16"	6	9999	104	0.03	MJ	0.00	0.02	0.02	0.05	
						MI	0.00	0.02	0.00		
198	L 2.5"x3/16"	2	9999	104	0.03	MJ	0.00	0.04	0.04	0.06	
						MI	0.00	0.01	0.00		
199	L 2.5"x3/16"	5	9999	33	0.00	MJ	0.01	0.07	0.08	0.09	
						MI	0.01	0.07	0.00		
200	L 2.5"x3/16"	2	9999	58	0.00	MJ	0.01	0.07	0.07	0.08	
						MI	0.00	0.01	0.00		
201	Propriedade n.º15	2	9999	24	-0.01	MI	0.00	0.02	0.00	0.07	
						MJ	0.03	0.05	0.05		
202	Propriedade n.º15	2	9999	25	0.00	MI	0.01	0.06	0.00	0.13	
						MJ	0.02	0.06	0.06		
203	L 1.5"x3/16"	1	3000	162	0.04	MJ	0.00	0.07	0.07	0.11	
						MI	0.00	0.02	0.00		
204	L 1.5"x3/16"	1	3043	162	0.06	MJ	0.00	0.07	0.07	0.10	
						MI	0.00	0.02	0.00		
205	L 2"x3/16"	1	9999	178	-0.21	MJ	0.00	0.01	0.03	0.24	
						MI	0.00	0.03	0.00		

Resultados Gerais											
Barr	Seção		Flec L/	Esbl	CAPACIDADES					Combinada Axial+Mom	
					Axial	Dir	Corta	Mom	LTB		
178	L 1.5"x3/16"	1	3011	162	0.04	MJ	0.00	0.07	0.07	0.10	
						MI	0.00	0.01	0.00		
179	L 1.5"x3/16"	1	3026	162	0.06	MJ	0.00	0.07	0.07	0.09	
						MI	0.00	0.01	0.00		
180	L 1.5"x3/16"	5	6046	168	-0.06	MJ	0.00	0.03	0.03	0.04	
						MI	0.00	0.01	0.00		
181	L 1.5"x3/16"	1	6481	168	0.04	MJ	0.00	0.03	0.03	0.04	
						MI	0.00	0.02	0.00		
182	L 1.5"x3/16"	1	6190	168	-0.08	MJ	0.00	0.03	0.03	0.07	
						MI	0.00	0.02	0.00		
183	L 1.5"x3/16"	1	5737	168	-0.04	MJ	0.00	0.03	0.03	0.05	
						MI	0.00	0.01	0.00		
184	L 1.5"x3/16"	1	6220	168	0.04	MJ	0.00	0.03	0.03	0.04	
						MI	0.00	0.01	0.00		
185	L 1.5"x3/16"	5	5644	168	-0.14	MJ	0.00	0.03	0.03	0.09	
						MI	0.00	0.02	0.00		
186	L 1.5"x3/16"	1	9999	168	-0.07	MJ	0.00	0.04	0.04	0.08	
						MI	0.00	0.01	0.00		
187	L 1.5"x3/16"	1	8540	168	0.04	MJ	0.00	0.02	0.02	0.05	
						MI	0.00	0.01	0.00		
188	L 1.5"x3/16"	6	8299	168	-0.11	MJ	0.00	0.02	0.02	0.07	
						MI	0.00	0.01	0.00		
189	L 1.5"x3/16"	1	8540	168	0.04	MJ	0.00	0.02	0.02	0.04	
						MI	0.00	0.01	0.00		
190	L 1.5"x3/16"	1	5109	201	0.02	MJ	0.00	0.03	0.03	0.04	
						MI	0.00	0.02	0.00		
191	L 1.5"x3/16"	5	5024	202	-0.12	MJ	0.00	0.03	0.03	0.07	***
						MI	0.00	0.01	0.00		
192	L 1.5"x3/16"	1	5024	202	0.01	MJ	0.00	0.03	0.03	0.04	
						MI	0.00	0.02	0.00		
193	L 1.5"x3/16"	1	9999	120	-0.01	MJ	0.00	0.01	0.01	0.01	
194	Propriedade n.º15	6	9999	48	0.00	MI	0.00	0.03	0.00	0.11	
						MJ	0.03	0.09	0.09		
195	Propriedade n.º15	6	9999	25	0.00	MI	0.00	0.06	0.00	0.11	
						MJ	0.02	0.05	0.05		
196	Propriedade n.º15	2	9999	24	-0.01	MI	0.00	0.01	0.00	0.07	
						MJ	0.03	0.06	0.06		
197	L 2.5"x3/16"	6	9999	104	0.03	MJ	0.00	0.02	0.02	0.05	
						MI	0.00	0.02	0.00		
198	L 2.5"x3/16"	2	9999	104	0.03	MJ	0.00	0.04	0.04	0.06	
						MI	0.00	0.01	0.00		
199	L 2.5"x3/16"	5	9999	33	0.00	MJ	0.01	0.07	0.08	0.09	
						MI	0.01	0.07	0.00		
200	L 2.5"x3/16"	2	9999	58	0.00	MJ	0.01	0.07	0.07	0.08	
						MI	0.00	0.01	0.00		
201	Propriedade n.º15	2	9999	24	-0.01	MI	0.00	0.02	0.00	0.07	
						MJ	0.03	0.05	0.05		
202	Propriedade n.º15	2	9999	25	0.00	MI	0.01	0.06	0.00	0.13	
						MJ	0.02	0.06	0.06		
203	L 1.5"x3/16"	1	3000	162	0.04	MJ	0.00	0.07	0.07	0.11	
						MI	0.00	0.02	0.00		
204	L 1.5"x3/16"	1	3043	162	0.06	MJ	0.00	0.07	0.07	0.10	
						MI	0.00	0.02	0.00		
205	L 2"x3/16"	1	9999	178	-0.21	MJ	0.00	0.01	0.03	0.24	
						MI	0.00	0.03	0.00		

Resultados Gerais											
Barr	Seção	Co	Flec L/	Esbl	CAPACIDADES						
					Axial	Dir	Corta	Mom	LTB	Combinada Axial+Mom	
206	L 2"x3/16"	5	1311	159	-0.04	MJ MI	0.01 0.00	0.21 0.02	0.22 0.00	0.24	
207	L 1.5"x3/16"	5	4648	121	-0.04	MJ MI	0.00 0.00	0.08 0.01	0.08 0.00	0.11	
208	L 1.5"x3/16"	5	1287	152	-0.03	MJ MI	0.01 0.00	0.23 0.01	0.23 0.00	0.25	
209	Propriedade n.º15	6	9999	29	-0.02	MI MJ	0.00 0.01	0.01 0.05	0.00 0.05	0.06	
210	L 4"x3/8"	1	9999	73	-0.41	MJ MI	0.01 0.01	0.08 0.06	0.08 0.00	0.55	
211	L 4"x3/8"	1	9999	69	-0.39	MJ MI	0.01 0.01	0.09 0.06	0.09 0.00	0.53	
212	L 4"x3/8"	1	9999	38	-0.29	MJ MI	0.01 0.01	0.09 0.05	0.09 0.00	0.42	
213	L 4"x3/8"	1	9999	37	-0.29	MJ MI	0.01 0.01	0.07 0.06	0.07 0.00	0.41	
214	L 4"x3/8"	1	9999	75	-0.36	MJ MI	0.01 0.01	0.07 0.06	0.07 0.00	0.50	
215	L 4"x3/8"	1	9999	50	-0.31	MJ MI	0.01 0.01	0.07 0.07	0.08 0.00	0.45	
216	L 4"x3/8"	1	9807	50	-0.31	MJ MI	0.02 0.01	0.15 0.08	0.15 0.00	0.53	
217	L 4"x3/8"	1	8812	28	-0.28	MJ MI	0.02 0.01	0.15 0.08	0.15 0.00	0.49	
218	L 4"x5/16"	1	9999	20	-0.32	MJ MI	0.02 0.01	0.09 0.06	0.10 0.00	0.47	
219	L 4"x5/16"	1	7264	44	-0.35	MJ MI	0.01 0.00	0.09 0.06	0.10 0.00	0.50	
220	L 4"x5/16"	1	9999	71	-0.42	MJ MI	0.00 0.00	0.06 0.03	0.07 0.00	0.51	
221	L 4"x5/16"	1	9999	56	-0.29	MJ MI	0.01 0.01	0.06 0.06	0.07 0.00	0.42	
222	L 4"x5/16"	1	9999	56	-0.29	MJ MI	0.01 0.01	0.06 0.06	0.07 0.00	0.42	
223	L 4"x5/16"	1	9999	45	-0.27	MJ MI	0.01 0.01	0.04 0.05	0.06 0.00	0.37	
224	L 4"x5/16"	1	9999	16	-0.25	MJ MI	0.01 0.01	0.07 0.08	0.09 0.00	0.40	
225	L 4"x5/16"	1	9999	61	-0.30	MJ MI	0.01 0.01	0.11 0.08	0.12 0.00	0.47	
226	L 4"x5/16"	1	9999	68	-0.32	MJ MI	0.01 0.01	0.11 0.06	0.12 0.00	0.50	
227	L 4"x5/16"	1	9999	57	-0.30	MJ MI	0.01 0.01	0.08 0.05	0.09 0.00	0.44	
228	L 4"x5/16"	1	9999	64	-0.25	MJ MI	0.00 0.00	0.04 0.01	0.04 0.00	0.29	
229	L 2.5"x3/16"	5	6702	133	0.07	MJ MI	0.00 0.00	0.04 0.03	0.05 0.00	0.10	
230	L 2.5"x3/16"	1	6236	142	-0.24	MJ MI	0.00 0.00	0.04 0.01	0.05 0.00	0.25	
231	L 2.5"x3/16"	5	6271	138	0.08	MJ MI	0.00 0.00	0.04 0.03	0.05 0.00	0.12	
232	L 2.5"x3/16"	1	6366	138	-0.24	MJ MI	0.00 0.00	0.04 0.01	0.05 0.00	0.26	
233	L 1.75"x3/16"	1	5419	142	-0.17	MJ MI	0.00 0.00	0.05 0.02	0.05 0.00	0.10	

Resultados Gerais											
Barr	Seção	Co	Flec L/	Esbl	CAPACIDADES						
					Axial	Dir	Corta	Mom	LTB	Combinada Axial+Mom	
234	L 1.75"x3/16"	5	5640	142	0.07	MJ	0.00	0.05	0.05	0.11	
						MI	0.00	0.02	0.00		
235	L 1.5"x3/16"	5	5366	206	0.09	MJ	0.00	0.01	0.02	0.08	
						MI	0.00	0.02	0.00		
236	L 1.75"x3/16"	6	9432	162	-0.20	MJ	0.00	0.02	0.02	0.13	
						MI	0.00	0.01	0.00		
237	L 1.75"x3/16"	5	8996	162	0.05	MJ	0.00	0.02	0.03	0.06	***
						MI	0.00	0.02	0.00		
238	L 1.5"x3/16"	1	9483	206	-0.50	MJ	0.00	0.01	0.02	0.51	
						MI	0.00	0.01	0.00		
239	L 1.75"x3/16"	5	9083	192	0.07	MJ	0.00	0.02	0.04	0.07	
						MI	0.00	0.03	0.00		
240	L 1.75"x3/16"	5	5417	192	-0.38	MJ	0.00	0.03	0.03	0.41	
						MI	0.00	0.01	0.00		
241	L 2"x3/16"	5	7288	131	0.08	MJ	0.00	0.04	0.04	0.10	
						MI	0.00	0.03	0.00		
242	L 2"x3/16"	1	6526	131	-0.15	MJ	0.00	0.04	0.04	0.10	
						MI	0.00	0.03	0.00		
243	L 2"x3/16"	1	7834	129	-0.22	MJ	0.00	0.04	0.04	0.24	
						MI	0.00	0.02	0.00		
244	L 2"x3/16"	5	7654	129	0.10	MJ	0.00	0.04	0.04	0.12	
						MI	0.00	0.03	0.00		
245	L 2"x3/16"	5	5766	99	0.06	MJ	0.00	0.08	0.08	0.11	
						MI	0.00	0.03	0.00		
246	L 2"x3/16"	5	4142	115	-0.15	MJ	0.00	0.09	0.09	0.17	
						MI	0.00	0.02	0.00		
247	L 1.5"x3/16"	6	9999	131	-0.05	MJ	0.00	0.00	0.01	0.04	
						MI	0.00	0.01	0.00		
248	L 1.5"x3/16"	5	9999	216	0.02	MJ	0.00	0.01	0.01	0.03	
						MI	0.00	0.01	0.00		
249	L 1.5"x3/16"	1	9999	131	0.02	MJ	0.00	0.00	0.01	0.02	***
						MI	0.00	0.01	0.00		
250	L 1.5"x3/16"	1	5412	216	-0.11	MJ	0.00	0.01	0.02	0.07	
						MI	0.00	0.02	0.00		
251	L 2"x3/16"	1	9999	178	0.05	MJ	0.00	0.01	0.03	0.06	
						MI	0.00	0.03	0.00		
252	L 2"x3/16"	5	1311	159	0.01	MJ	0.01	0.21	0.22	0.22	
						MI	0.00	0.02	0.00		
253	L 1.5"x3/16"	5	5911	121	0.02	MJ	0.00	0.06	0.06	0.06	
						MI	0.00	0.01	0.00		
254	L 1.5"x3/16"	5	1286	152	0.01	MJ	0.01	0.23	0.23	0.23	
						MI	0.00	0.01	0.00		
255	Propriedade n.º15	6	9999	19	0.02	MI	0.00	0.01	0.00	0.06	
						MJ	0.02	0.04	0.04		
256	L 2.5"x3/16"	5	6197	142	0.08	MJ	0.00	0.04	0.05	0.11	
						MI	0.00	0.03	0.00		
257	L 2.5"x3/16"	1	6822	133	-0.18	MJ	0.00	0.04	0.04	0.12	
						MI	0.00	0.01	0.00		
258	L 2.5"x3/16"	5	6309	138	0.07	MJ	0.00	0.04	0.05	0.11	
						MI	0.00	0.03	0.00		
259	L 2.5"x3/16"	1	6401	138	-0.21	MJ	0.00	0.04	0.04	0.22	
						MI	0.00	0.01	0.00		
260	L 1.75"x3/16"	1	5519	142	-0.22	MJ	0.00	0.05	0.05	0.23	
						MI	0.00	0.02	0.00		
261	L 1.75"x3/16"	5	5728	142	0.08	MJ	0.00	0.05	0.05	0.11	
						MI	0.00	0.02	0.00		

Resultados Gerais										
Barr	Seção	Co	Flec L/	Esbl	CAPACIDADES					
					Axial	Dir	Corta	Mom	LTB	Combinada Axial+Mom
262	L 2"x3/16"	5	2186	115	0.06	MJ MI	0.00 0.00	0.10 0.02	0.10 0.00	0.14
263	L 2"x3/16"	5	2628	99	-0.11	MJ MI	0.00 0.00	0.10 0.03	0.10 0.00	0.17
264	L 1.5"x3/16"	1	9999	116	0.02	MI	0.00	0.00	0.00	0.02
265	L 1.5"x3/16"	1	7436	221	-0.13	MJ MI	0.00 0.00	0.01 0.01	0.02 0.00	0.07
266	L 1.5"x3/16"	1	9999	157	-0.03	MJ MI	0.00 0.00	0.01 0.01	0.01 0.00	0.02
267	L 1.5"x3/16"	1	9999	138	0.01	MJ MI	0.00 0.00	0.00 0.01	0.01 0.00	0.01
268	L 1.5"x3/16"	5	6752	221	0.02	MJ MI	0.00 0.00	0.01 0.01	0.02 0.00	0.04
269	L 1.5"x3/16"	6	9999	116	-0.05	MI	0.00	0.00	0.00	0.05
270	L 1.5"x3/16"	6	9999	157	0.01	MJ MI	0.00 0.00	0.01 0.01	0.01 0.00	0.01
271	L 1.5"x3/16"	5	9999	138	-0.03	MJ MI	0.00 0.00	0.00 0.01	0.01 0.00	0.03
272	L 1.5"x3/16"	1	9999	123	0.03	MJ	0.00	0.00	0.01	0.03
273	L 1.5"x3/16"	1	9999	177	-0.12	MJ MI	0.00 0.00	0.01 0.01	0.01 0.00	0.07
274	L 1.5"x3/16"	6	9999	123	-0.07	MJ	0.00	0.00	0.01	0.07
275	L 1.5"x3/16"	5	9356	177	0.03	MJ MI	0.00 0.00	0.01 0.01	0.02 0.00	0.04
276	L 1.5"x3/16"	6	9999	123	-0.04	MJ	0.00	0.00	0.01	0.04
277	L 1.5"x3/16"	5	9277	222	0.02	MJ MI	0.00 0.00	0.01 0.01	0.02 0.00	0.03
278	L 1.5"x3/16"	1	9999	123	0.02	MJ	0.00	0.00	0.01	0.02
279	L 1.5"x3/16"	2	5210	222	-0.12	MJ MI	0.00 0.00	0.01 0.02	0.02 0.00	0.07
280	L 1.5"x3/16"	1	9999	109	0.02	MI	0.00	0.00	0.00	0.02
281	L 1.5"x3/16"	1	9999	185	-0.15	MJ MI	0.00 0.00	0.01 0.01	0.01 0.00	0.09
282	L 1.5"x3/16"	6	9999	109	-0.05	MI	0.00	0.00	0.00	0.05
283	L 1.5"x3/16"	5	8879	185	0.03	MJ MI	0.00 0.00	0.01 0.01	0.02 0.00	0.04
284	L 1.5"x3/16"	6	9999	109	-0.03	MI	0.00	0.00	0.00	0.03
285	L 1.5"x3/16"	6	9999	165	0.02	MJ	0.00	0.01	0.01	0.02
286	L 1.5"x3/16"	1	9999	109	0.02	MI	0.00	0.00	0.00	0.02
287	L 1.5"x3/16"	1	9999	165	-0.08	MJ MI	0.00 0.00	0.01 0.01	0.01 0.00	0.04
288	L 3"x1/4"	1	9928	60	-0.32	MJ MI	0.00 0.00	0.03 0.03	0.04 0.00	0.39
289	Propriedade n.º15	6	9999	19	-0.02	MI MJ	0.00 0.03	0.01 0.05	0.00 0.05	0.06
290	L 2"x3/16"	5	7388	131	0.08	MJ MI	0.00 0.00	0.04 0.03	0.04 0.00	0.11
291	L 2"x3/16"	1	6603	131	-0.19	MJ MI	0.00 0.00	0.04 0.03	0.04 0.00	0.12
292	L 2"x3/16"	1	7945	129	-0.19	MJ MI	0.00 0.00	0.04 0.02	0.04 0.00	0.11
293	L 2"x3/16"	5	7762	129	0.08	MJ MI	0.00 0.00	0.04 0.03	0.04 0.00	0.11
294	L 2"x3/16"	5	2731	99	0.06	MJ MI	0.00 0.00	0.10 0.03	0.10 0.00	0.12

Resultados Gerais											
Barr	Seção	Co	Flec L/	Esbl	CAPACIDADES						
					Axial	Dir	Corta	Mom	LTB	Combinada Axial+Mom	
295	L 2"x3/16"	5	2115	115	-0.13	MJ MI	0.00 0.00	0.10 0.02	0.11 0.00	0.18	
296	L 2"x3/16"	5	4211	115	0.08	MJ MI	0.00 0.00	0.09 0.02	0.09 0.00	0.14	
297	L 2"x3/16"	5	5317	99	-0.09	MJ MI	0.00 0.00	0.08 0.03	0.08 0.00	0.16	
298	L 3"x1/4"	1	9999	60	-0.37	MJ MI	0.01 0.00	0.07 0.03	0.08 0.00	0.46	
299	L 3"x1/4"	1	9999	60	-0.31	MJ MI	0.01 0.00	0.07 0.04	0.08 0.00	0.42	
300	L 3"x1/4"	1	9999	60	-0.31	MJ MI	0.01 0.00	0.06 0.04	0.07 0.00	0.42	
301	L 3"x1/4"	1	9999	92	-0.26	MJ MI	0.00 0.00	0.04 0.04	0.05 0.00	0.33	
302	L 3"x1/4"	1	9999	10	-0.17	MJ MI	0.01 0.01	0.03 0.04	0.04 0.00	0.15	
303	L 3"x1/4"	1	9999	23	-0.17	MJ MI	0.01 0.01	0.02 0.02	0.03 0.00	0.13	
304	L 2.5"x3/16"	1	9999	80	-0.25	MJ MI	0.00 0.00	0.04 0.05	0.05 0.00	0.33	
305	L 2.5"x3/16"	1	9999	80	-0.25	MJ MI	0.00 0.00	0.05 0.02	0.06 0.00	0.31	
306	L 2.5"x3/16"	1	9999	80	-0.17	MJ MI	0.00 0.00	0.05 0.04	0.06 0.00	0.17	
307	L 2.5"x3/16"	1	9999	40	-0.13	MJ MI	0.00 0.01	0.04 0.04	0.04 0.00	0.15	
308	L 2.5"x3/16"	1	9999	40	-0.13	MJ MI	0.00 0.00	0.01 0.05	0.05 0.00	0.13	
309	L 2.5"x3/16"	5	3604	80	-0.04	MJ MI	0.00 0.02	0.05 0.21	0.24 0.00	0.28	
310	L 2.5"x3/16"	5	4095	107	-0.01	MJ MI	0.00 0.01	0.05 0.22	0.24 0.00	0.28	
311	L 1.5"x3/16"	5	9999	101	-0.05	MJ MI	0.00 0.00	0.03 0.02	0.03 0.00	0.06	
312	L 1.5"x3/16"	5	8388	101	-0.01	MJ MI	0.00 0.00	0.05 0.01	0.05 0.00	0.07	
313	L 1.5"x3/16"	5	9999	201	0.00	MJ MI	0.00 0.00	0.07 0.02	0.07 0.00	0.08	
314	L 1.5"x3/16"	5	9999	201	-0.01	MJ MI	0.00 0.00	0.06 0.03	0.06 0.00	0.09	
315	L 1.5"x3/16"	5	6168	201	-0.05	MJ MI	0.00 0.00	0.01 0.02	0.02 0.00	0.06	***
316	L 1.5"x3/16"	5	8450	101	0.00	MJ MI	0.00 0.00	0.05 0.01	0.05 0.00	0.06	
317	L 1.5"x3/16"	5	9566	101	-0.02	MJ MI	0.00 0.00	0.04 0.01	0.04 0.00	0.07	
318	L 1.5"x3/16"	5	6168	201	0.00	MJ MI	0.00 0.00	0.01 0.02	0.02 0.00	0.03	
319	L 1.5"x3/16"	5	6168	201	-0.03	MJ MI	0.00 0.00	0.01 0.02	0.02 0.00	0.05	***
320	Propriedade n.º15	1	9999	29	0.02	MI MJ	0.00 0.01	0.01 0.04	0.00 0.04	0.06	
321	L 2.5"x3/16"	1	9038	58	0.00	MJ MI	0.00 0.01	0.01 0.09	0.10 0.00	0.11	
322	L 2.5"x3/16"	6	9999	103	0.06	MJ MI	0.00 0.00	0.06 0.05	0.07 0.00	0.16	

Resultados Gerais											
Barr	Seção	Co	Flec L/	Esbl	CAPACIDADES					Combinada Axial+Mom	
					Axial	Dir	Corta	Mom	LTB		
323	L 1.5"x3/16"	5	9999	120	0.00	MI	0.00	0.00	0.00	0.00	
324	L 1.75"x3/16"	1	9999	44	-0.03	MJ	0.00	0.02	0.02	0.04	
						MI	0.00	0.02	0.00		
325	L 1.75"x3/16"	6	9999	44	0.04	MJ	0.00	0.02	0.03	0.07	
						MI	0.00	0.02	0.00		
326	L 1.5"x3/16"	6	9999	101	0.02	MJ	0.00	0.02	0.02	0.04	
						MI	0.00	0.01	0.00		
327	L 1.5"x3/16"	5	9999	101	0.01	MJ	0.00	0.04	0.04	0.04	
						MI	0.00	0.01	0.00		
328	L 1.5"x3/16"	6	9356	101	0.00	MJ	0.00	0.04	0.04	0.05	
329	L 1.5"x3/16"	6	9999	101	0.01	MJ	0.00	0.03	0.03	0.04	
						MI	0.00	0.01	0.00		
330	L 2.5"x3/16"	2	4284	104	0.01	MJ	0.01	0.14	0.15	0.16	
						MI	0.00	0.02	0.00		
331	L 1.5"x3/16"	1	9999	59	-0.19	MJ	0.00	0.01	0.02	0.11	
						MI	0.00	0.02	0.00		
332	L 1.5"x3/16"	6	9999	59	0.15	MJ	0.00	0.02	0.04	0.13	
						MI	0.00	0.04	0.00		
333	L 1.5"x3/16"	5	9999	108	0.00	MI	0.00	0.00	0.00	0.00	
334	L 1.75"x3/16"	1	9999	73	-0.04	MJ	0.00	0.02	0.04	0.05	
						MI	0.00	0.03	0.00		
335	L 1.75"x3/16"	6	9999	73	0.04	MJ	0.00	0.02	0.03	0.07	
						MI	0.00	0.03	0.00		
336	L 1.5"x3/16"	1	9999	40	-0.17	MJ	0.00	0.02	0.02	0.11	
						MI	0.00	0.02	0.00		
337	L 1.5"x3/16"	1	9999	59	-0.19	MJ	0.00	0.01	0.04	0.14	
						MI	0.00	0.03	0.00		
338	L 1.5"x3/16"	6	9999	40	0.15	MJ	0.00	0.01	0.03	0.12	
						MI	0.00	0.03	0.00		
339	L 1.5"x3/16"	6	9999	59	0.15	MJ	0.00	0.01	0.02	0.10	
						MI	0.00	0.02	0.00		
340	L 1.5"x3/16"	1	9999	158	0.13	MJ	0.00	0.02	0.03	0.10	
						MI	0.00	0.02	0.00		
341	L 1.5"x3/16"	1	9999	158	-0.48	MJ	0.00	0.01	0.02	0.49	
						MI	0.00	0.02	0.00		
342	L 1.5"x3/16"	2	9184	158	-0.45	MJ	0.00	0.02	0.02	0.47	
						MI	0.00	0.01	0.00		
343	L 1.5"x3/16"	1	9999	158	0.14	MJ	0.00	0.01	0.03	0.09	
						MI	0.00	0.03	0.00		
344	L 1.5"x3/16"	1	9999	158	0.13	MJ	0.00	0.01	0.03	0.09	
						MI	0.00	0.02	0.00		
345	L 1.5"x3/16"	2	9999	158	-0.42	MJ	0.00	0.01	0.02	0.43	
						MI	0.00	0.01	0.00		
346	L 1.5"x3/16"	5	6882	162	0.11	MJ	0.00	0.03	0.03	0.11	
						MI	0.00	0.02	0.00		
347	L 1.5"x3/16"	1	5628	162	-0.45	MJ	0.00	0.04	0.04	0.46	
						MI	0.00	0.01	0.00		
348	L 1.5"x3/16"	5	9999	168	0.09	MJ	0.00	0.01	0.02	0.07	
						MI	0.00	0.02	0.00		
349	L 1.5"x3/16"	1	9999	168	-0.37	MJ	0.00	0.01	0.02	0.38	
						MI	0.00	0.01	0.00		
350	L 1.5"x3/16"	1	8144	168	-0.33	MJ	0.00	0.02	0.02	0.34	
						MI	0.00	0.01	0.00		
351	L 1.5"x3/16"	5	9999	168	0.09	MJ	0.00	0.02	0.02	0.07	
						MI	0.00	0.02	0.00		

Resultados Gerais											
Bar	Seção		Flec L/	Esbl	CAPACIDADES					Combinada Axial+Mom	
					Axial	Dir	Corta	Mom	LTB		
352	L 1.5"x3/16"	1	9999	168	-0.35	MJ MI	0.00 0.00	0.01 0.01	0.01 0.00	0.36	
353	L 1.5"x3/16"	1	9999	168	0.08	MJ MI	0.00 0.00	0.01 0.02	0.02 0.00	0.06	
354	L 1.5"x3/16"	1	9999	168	-0.23	MJ MI	0.00 0.00	0.01 0.03	0.04 0.00	0.27	
355	L 1.5"x3/16"	5	9815	168	0.06	MJ MI	0.00 0.00	0.01 0.01	0.02 0.00	0.05	
356	L 1.5"x3/16"	2	9999	168	0.06	MJ MI	0.00 0.00	0.02 0.03	0.03 0.00	0.08	
357	L 1.5"x3/16"	1	9999	168	-0.25	MJ MI	0.00 0.00	0.01 0.01	0.01 0.00	0.25	
358	L 1.5"x3/16"	1	9999	201	-0.27	MJ MI	0.00 0.00	0.01 0.01	0.01 0.00	0.28	***
359	L 1.5"x3/16"	5	5850	202	0.04	MJ MI	0.00 0.00	0.01 0.02	0.02 0.00	0.05	
360	L 1.5"x3/16"	1	9999	202	-0.16	MJ MI	0.00 0.00	0.01 0.01	0.01 0.00	0.09	***
361	L 1.5"x3/16"	5	9999	120	0.01	MI	0.00	0.00	0.00	0.01	
362	Propriedade n.º15	1	9999	48	0.00	MI	0.00	0.01	0.00	0.21	
363	Propriedade n.º15	1	9999	25	0.01	MJ MI	0.05 0.00	0.20 0.04	0.20 0.00	0.08	
364	Propriedade n.º15	6	9999	24	-0.01	MI	0.00	0.03	0.00	0.06	
365	L 2.5"x3/16"	1	9999	104	-0.08	MJ MI	0.02 0.01	0.04 0.05	0.04 0.00	0.11	
368	Propriedade n.º15	1	9999	24	0.01	MI MJ	0.00 0.02	0.03 0.04	0.00 0.04	0.07	
369	Propriedade n.º15	6	9999	25	-0.01	MI MJ	0.00 0.01	0.05 0.04	0.00 0.04	0.10	
370	L 1.5"x3/16"	5	7005	162	0.11	MJ MI	0.00 0.00	0.03 0.02	0.03 0.00	0.11	
371	L 1.5"x3/16"	1	5592	162	-0.45	MJ MI	0.00 0.00	0.04 0.01	0.04 0.00	0.46	
372	L 2"x3/16"	1	9999	178	-0.05	MJ MI	0.00 0.00	0.03 0.04	0.05 0.00	0.09	
373	L 2"x3/16"	1	524	159	-0.01	MJ MI	0.01 0.00	0.54 0.07	0.56 0.00	0.63	
374	L 1.5"x3/16"	1	1950	121	0.02	MJ MI	0.01 0.00	0.18 0.01	0.18 0.00	0.20	
375	L 1.5"x3/16"	1	506	152	-0.02	MJ MI	0.02 0.00	0.59 0.05	0.59 0.00	0.64	
376	Propriedade n.º15	1	9999	29	-0.02	MI MJ	0.00 0.02	0.04 0.09	0.00 0.09	0.12	
377	L 4"x3/8"	5	9999	73	-0.47	MJ MI	0.01 0.01	0.08 0.08	0.09 0.00	0.62	
378	L 4"x3/8"	5	9999	69	-0.46	MJ MI	0.01 0.01	0.08 0.09	0.10 0.00	0.61	
379	L 4"x3/8"	5	9698	38	-0.34	MJ MI	0.01 0.01	0.07 0.08	0.09 0.00	0.48	
380	L 4"x3/8"	5	9999	37	-0.34	MJ MI	0.01 0.01	0.07 0.07	0.08 0.00	0.48	
381	L 4"x3/8"	5	9999	75	-0.42	MJ MI	0.01 0.01	0.07 0.07	0.08 0.00	0.56	

Resultados Gerais										
Barr	Seção	Co	Flec L	Esbl	CAPACIDADES					Combinada Axial+Mom
					Axial	Dir	Corta	Mom	LTB	
382	L 4"x3/8"	5	9999	50	-0.36	MJ MI	0.01 0.01	0.08 0.09	0.10 0.00	0.52
383	L 4"x3/8"	5	9467	50	-0.36	MJ MI	0.02 0.02	0.13 0.15	0.17 0.00	0.62
384	L 4"x3/8"	5	7858	28	-0.32	MJ MI	0.02 0.02	0.13 0.15	0.17 0.00	0.58
385	L 4"x5/16"	5	9999	20	-0.37	MJ MI	0.02 0.02	0.08 0.09	0.10 0.00	0.54
386	L 4"x5/16"	5	6353	44	-0.40	MJ MI	0.01 0.01	0.08 0.09	0.10 0.00	0.57
387	L 4"x5/16"	5	9999	71	-0.49	MJ MI	0.00 0.01	0.05 0.06	0.06 0.00	0.59
388	L 4"x5/16"	5	9999	56	-0.34	MJ MI	0.01 0.01	0.07 0.07	0.08 0.00	0.48
389	L 4"x5/16"	5	9999	56	-0.34	MJ MI	0.01 0.01	0.07 0.07	0.08 0.00	0.48
390	L 4"x5/16"	5	9999	45	-0.32	MJ MI	0.01 0.01	0.05 0.06	0.06 0.00	0.42
391	L 4"x5/16"	5	9999	16	-0.29	MJ MI	0.01 0.01	0.09 0.09	0.10 0.00	0.47
392	L 4"x5/16"	5	9999	61	-0.35	MJ MI	0.01 0.01	0.09 0.11	0.12 0.00	0.54
393	L 4"x5/16"	5	9999	68	-0.38	MJ MI	0.01 0.01	0.09 0.11	0.12 0.00	0.57
394	L 4"x5/16"	5	9822	57	-0.35	MJ MI	0.01 0.01	0.07 0.08	0.09 0.00	0.51
395	L 4"x5/16"	5	9999	64	-0.30	MJ MI	0.00 0.00	0.02 0.04	0.04 0.00	0.35
396	L 2.5"x3/16"	1	2736	133	0.05	MJ MI	0.00 0.00	0.10 0.01	0.11 0.00	0.13
397	L 2.5"x3/16"	5	2507	142	-0.19	MJ MI	0.00 0.00	0.10 0.02	0.12 0.00	0.15
398	L 2.5"x3/16"	2	2569	138	-0.15	MJ MI	0.00 0.00	0.10 0.01	0.12 0.00	0.21
399	L 2.5"x3/16"	5	2573	138	-0.27	MJ MI	0.00 0.00	0.10 0.02	0.12 0.00	0.32
400	L 1.75"x3/16"	1	2203	142	-0.32	MJ MI	0.00 0.00	0.12 0.02	0.13 0.00	0.41
401	L 1.75"x3/16"	1	2202	142	-0.25	MJ MI	0.00 0.00	0.12 0.03	0.13 0.00	0.39
402	L 1.5"x3/16"	1	3464	206	-0.48	MJ MI	0.00 0.00	0.04 0.02	0.04 0.00	0.55 ***
403	L 1.75"x3/16"	1	4054	162	0.03	MJ MI	0.00 0.00	0.04 0.02	0.05 0.00	0.07
404	L 1.75"x3/16"	1	3702	162	0.06	MJ MI	0.00 0.00	0.05 0.03	0.05 0.00	0.08
405	L 1.5"x3/16"	5	3464	206	-0.68	MJ MI	0.00 0.00	0.04 0.01	0.04 0.00	0.71 ***
406	L 1.75"x3/16"	1	2474	192	0.07	MJ MI	0.00 0.00	0.06 0.02	0.06 0.00	0.10
407	L 1.75"x3/16"	1	2625	192	-0.07	MJ MI	0.00 0.00	0.05 0.02	0.06 0.00	0.10
408	L 2"x3/16"	1	2932	131	-0.21	MJ MI	0.00 0.00	0.10 0.04	0.10 0.00	0.33
409	L 2"x3/16"	1	2934	131	-0.27	MJ MI	0.00 0.00	0.10 0.03	0.10 0.00	0.36

Resultados Gerais											
Barr	Seção	Co	Flec L/	Esbl	CAPACIDADES					Combinada Axial+Mom	
					Axial	Dir	Corta	Mom	LTB		
410	L 2"x3/16"	5	3096	129	-0.30	MJ MI	0.00 0.00	0.10 0.02	0.10 0.00	0.35	
411	L 2"x3/16"	1	3093	129	-0.22	MJ MI	0.00 0.00	0.10 0.01	0.10 0.00	0.32	
412	L 2"x3/16"	2	2244	99	0.07	MJ MI	0.01 0.00	0.20 0.04	0.20 0.00	0.26	
413	L 2"x3/16"	2	1661	115	-0.06	MJ MI	0.01 0.00	0.23 0.02	0.23 0.00	0.25	
414	L 1.5"x3/16"	1	9999	131	0.02	MJ MI	0.00 0.00	0.01 0.01	0.01 0.00	0.03	
415	L 1.5"x3/16"	1	3766	216	-0.14	MJ MI	0.00 0.00	0.03 0.01	0.04 0.00	0.12	***
416	L 1.5"x3/16"	1	9999	131	0.02	MJ MI	0.00 0.00	0.01 0.01	0.01 0.00	0.03	
417	L 1.5"x3/16"	5	3766	216	-0.15	MJ MI	0.00 0.00	0.03 0.02	0.04 0.00	0.12	***
418	L 2"x3/16"	1	9999	178	0.05	MJ MI	0.00 0.00	0.03 0.04	0.05 0.00	0.09	
419	L 2"x3/16"	1	524	159	0.01	MJ MI	0.01 0.00	0.54 0.07	0.56 0.00	0.63	
420	L 1.5"x3/16"	1	1952	121	0.03	MJ MI	0.01 0.00	0.18 0.01	0.18 0.00	0.19	
421	L 1.5"x3/16"	1	505	152	0.01	MJ MI	0.02 0.00	0.59 0.05	0.59 0.00	0.64	
422	Propriedade n.º15	1	9999	19	-0.02	MI MJ	0.00 0.08	0.07 0.12	0.00 0.12	0.19	
423	L 2.5"x3/16"	2	2502	142	-0.04	MJ MI	0.00 0.00	0.10 0.01	0.12 0.00	0.15	
424	L 2.5"x3/16"	1	2740	133	-0.13	MJ MI	0.00 0.00	0.10 0.02	0.11 0.00	0.13	
425	L 2.5"x3/16"	2	2585	138	-0.11	MJ MI	0.00 0.00	0.10 0.01	0.11 0.00	0.19	
426	L 2.5"x3/16"	5	2589	138	-0.23	MJ MI	0.00 0.00	0.10 0.02	0.11 0.00	0.28	
427	L 1.75"x3/16"	5	2242	142	-0.29	MJ MI	0.00 0.00	0.12 0.02	0.12 0.00	0.33	
428	L 1.75"x3/16"	1	2240	142	-0.18	MJ MI	0.00 0.00	0.12 0.03	0.12 0.00	0.25	
429	L 2"x3/16"	1	847	115	0.08	MJ MI	0.00 0.00	0.26 0.01	0.27 0.00	0.31	
430	L 2"x3/16"	1	1066	99	0.05	MJ MI	0.00 0.00	0.26 0.04	0.26 0.00	0.29	
431	L 1.5"x3/16"	1	9999	116	0.03	MJ	0.00	0.01	0.01	0.03	
432	L 1.5"x3/16"	5	3753	221	-0.17	MJ MI	0.00 0.00	0.04 0.01	0.04 0.00	0.11	***
433	L 1.5"x3/16"	1	9999	157	-0.06	MJ MI	0.00 0.00	0.02 0.01	0.02 0.00	0.06	
434	L 1.5"x3/16"	1	9999	138	0.01	MJ MI	0.00 0.00	0.01 0.01	0.01 0.00	0.02	
435	L 1.5"x3/16"	1	3753	221	-0.14	MJ MI	0.00 0.00	0.04 0.01	0.04 0.00	0.11	***
436	L 1.5"x3/16"	1	9999	116	0.03	MJ	0.00	0.01	0.01	0.03	
437	L 1.5"x3/16"	1	9999	157	-0.06	MJ MI	0.00 0.00	0.02 0.01	0.02 0.00	0.06	
438	L 1.5"x3/16"	1	9999	138	0.01	MJ MI	0.00 0.00	0.01 0.01	0.01 0.00	0.02	

Resultados Gerais										
Barr	Seção		Flec L/	Esbl	CAPACIDADES					
					Axial	Dir	Corta	Mom	LTB	Combinada Axial+Mom
439	L 1.5"x3/16"	1	9999	123	0.04	MJ	0.00	0.01	0.01	0.03
440	L 1.5"x3/16"	5	6656	177	-0.16	MJ	0.00	0.02	0.02	0.11
						MI	0.00	0.01	0.00	
441	L 1.5"x3/16"	1	9999	123	0.04	MJ	0.00	0.01	0.01	0.03
442	L 1.5"x3/16"	1	6656	177	-0.14	MJ	0.00	0.02	0.02	0.11
						MI	0.00	0.01	0.00	
443	L 1.5"x3/16"	1	9999	123	0.02	MJ	0.00	0.01	0.01	0.02
444	L 1.5"x3/16"	2	3531	222	-0.13	MJ	0.00	0.04	0.04	0.12
						MI	0.00	0.01	0.00	***
445	L 1.5"x3/16"	1	9999	123	0.02	MJ	0.00	0.01	0.01	0.02
446	L 1.5"x3/16"	6	3531	222	-0.16	MJ	0.00	0.04	0.04	0.12
						MI	0.00	0.02	0.00	***
447	L 1.5"x3/16"	1	9999	109	0.03	MI	0.00	0.00	0.00	0.03
448	L 1.5"x3/16"	5	6094	185	-0.19	MJ	0.00	0.02	0.03	0.11
						MI	0.00	0.01	0.00	
449	L 1.5"x3/16"	1	9999	109	0.02	MI	0.00	0.00	0.00	0.02
450	L 1.5"x3/16"	1	6094	185	-0.15	MJ	0.00	0.02	0.03	0.12
						MI	0.00	0.01	0.00	
451	L 1.5"x3/16"	1	9999	109	0.02	MI	0.00	0.00	0.00	0.02
452	L 1.5"x3/16"	1	8586	165	-0.08	MJ	0.00	0.02	0.02	0.07
453	L 1.5"x3/16"	1	9999	109	0.02	MI	0.00	0.00	0.00	0.02
454	L 1.5"x3/16"	5	8586	165	-0.10	MJ	0.00	0.02	0.02	0.07
						MI	0.00	0.01	0.00	
455	L 3"x1/4"	5	7416	60	-0.38	MJ	0.00	0.04	0.04	0.46
						MI	0.00	0.04	0.00	
456	Propriedade n.º15	1	9999	19	-0.03	MI	0.00	0.07	0.00	0.20
						MJ	0.08	0.12	0.12	
457	L 2"x3/16"	1	2977	131	-0.16	MJ	0.00	0.10	0.10	0.21
						MI	0.00	0.04	0.00	
458	L 2"x3/16"	5	2977	131	-0.25	MJ	0.00	0.10	0.10	0.28
						MI	0.00	0.03	0.00	
459	L 2"x3/16"	5	3142	129	-0.25	MJ	0.00	0.09	0.10	0.30
						MI	0.00	0.02	0.00	
460	L 2"x3/16"	2	3136	129	-0.17	MJ	0.00	0.09	0.10	0.20
						MI	0.00	0.01	0.00	
461	L 2"x3/16"	1	1058	99	0.08	MJ	0.00	0.26	0.26	0.29
						MI	0.00	0.04	0.00	
462	L 2"x3/16"	1	853	115	0.05	MJ	0.00	0.26	0.27	0.30
						MI	0.00	0.02	0.00	
463	L 2"x3/16"	2	1652	115	0.06	MJ	0.01	0.24	0.24	0.26
						MI	0.00	0.01	0.00	
464	L 2"x3/16"	2	2255	99	0.04	MJ	0.01	0.20	0.20	0.26
						MI	0.00	0.04	0.00	
465	L 3"x1/4"	5	9999	60	-0.45	MJ	0.01	0.04	0.08	0.56
						MI	0.01	0.07	0.00	
466	L 3"x1/4"	5	9999	60	-0.38	MJ	0.01	0.06	0.08	0.52
						MI	0.01	0.07	0.00	
467	L 3"x1/4"	5	9999	60	-0.38	MJ	0.01	0.06	0.07	0.52
						MI	0.01	0.07	0.00	
468	L 3"x1/4"	5	9999	92	-0.34	MJ	0.00	0.01	0.04	0.37
						MI	0.00	0.03	0.00	
469	L 3"x1/4"	5	9999	10	-0.22	MJ	0.00	0.01	0.02	0.23
						MI	0.00	0.02	0.00	
470	L 3"x1/4"	5	9999	23	-0.22	MJ	0.00	0.01	0.02	0.23
						MI	0.00	0.01	0.00	

Resultados Gerais										
Barr	Seção	Co	Flec L/	Esbl	CAPACIDADES					Combinada Axial+Mom
					Axial	Dir	Corta	Mom	LTB	
471	L 2.5"x3/16"	5	9999	80	-0.35	MJ	0.00	0.04	0.04	0.43
						MI	0.00	0.04	0.00	
472	L 2.5"x3/16"	5	9999	80	-0.34	MJ	0.01	0.04	0.06	0.43
						MI	0.01	0.05	0.00	
473	L 2.5"x3/16"	5	9999	80	-0.24	MJ	0.01	0.05	0.06	0.34
						MI	0.01	0.05	0.00	
474	L 2.5"x3/16"	5	9999	40	-0.18	MJ	0.01	0.05	0.05	0.20
						MI	0.01	0.05	0.00	
475	L 2.5"x3/16"	5	9999	40	-0.18	MJ	0.00	0.05	0.06	0.16
						MI	0.00	0.02	0.00	
476	L 2.5"x3/16"	5	3242	80	-0.06	MJ	0.02	0.23	0.26	0.30
						MI	0.00	0.05	0.00	
477	L 2.5"x3/16"	5	3662	107	-0.02	MJ	0.02	0.24	0.26	0.28
						MI	0.00	0.05	0.00	
478	L 1.5"x3/16"	1	5997	101	0.05	MJ	0.00	0.06	0.06	0.11
						MI	0.00	0.02	0.00	
479	L 1.5"x3/16"	2	3176	101	0.01	MJ	0.01	0.13	0.13	0.14
						MI	0.00	0.01	0.00	
480	L 1.5"x3/16"	5	6800	201	0.01	MJ	0.00	0.08	0.08	0.08
						MI	0.00	0.01	0.00	
481	L 1.5"x3/16"	5	6998	201	0.00	MJ	0.00	0.08	0.08	0.09
						MI	0.00	0.02	0.00	
482	L 1.5"x3/16"	1	3238	201	0.03	MJ	0.00	0.04	0.04	0.08
						MI	0.00	0.02	0.00	
483	L 1.5"x3/16"	1	2947	101	0.00	MJ	0.01	0.14	0.14	0.16
						MI	0.00	0.02	0.00	
484	L 1.5"x3/16"	2	3432	101	0.00	MJ	0.01	0.12	0.12	0.13
						MI	0.00	0.01	0.00	
485	L 1.5"x3/16"	1	3238	201	-0.01	MJ	0.00	0.04	0.04	0.07
						MI	0.00	0.02	0.00	
486	L 1.5"x3/16"	1	3238	201	0.02	MJ	0.00	0.04	0.04	0.07
						MI	0.00	0.02	0.00	
487	Propriedade n.º15	5	9999	29	-0.01	MI	0.00	0.04	0.00	0.12
						MJ	0.02	0.09	0.09	
488	L 2.5"x3/16"	5	9999	58	0.00	MJ	0.00	0.01	0.06	0.06
						MI	0.00	0.05	0.00	
490	L 1.5"x3/16"	1	9999	120	0.00	MJ	0.00	0.01	0.01	0.01
491	L 1.75"x3/16"	1	9999	44	-0.10	MJ	0.01	0.06	0.06	0.16
						MI	0.00	0.05	0.00	
492	L 1.75"x3/16"	1	9999	44	-0.10	MJ	0.01	0.06	0.06	0.16
						MI	0.00	0.05	0.00	
493	L 1.5"x3/16"	1	6014	101	0.05	MJ	0.00	0.06	0.06	0.11
						MI	0.00	0.02	0.00	
494	L 1.5"x3/16"	2	3160	101	0.01	MJ	0.01	0.13	0.13	0.14
						MI	0.00	0.01	0.00	
495	L 1.5"x3/16"	1	2920	101	0.00	MJ	0.01	0.14	0.14	0.16
						MI	0.00	0.02	0.00	
496	L 1.5"x3/16"	2	3501	101	0.01	MJ	0.01	0.12	0.12	0.13
						MI	0.00	0.01	0.00	
497	L 2.5"x3/16"	1	9276	33	0.00	MJ	0.02	0.15	0.16	0.17
						MI	0.00	0.05	0.00	
498	L 1.5"x3/16"	5	9999	59	-0.13	MJ	0.00	0.02	0.06	0.13
						MI	0.01	0.05	0.00	
499	L 1.5"x3/16"	1	9999	59	-0.06	MJ	0.00	0.05	0.05	0.13
						MI	0.00	0.04	0.00	
500	L 1.5"x3/16"	1	9999	108	-0.01	MI	0.00	0.00	0.00	0.01

Resultados Gerais											
Barr	Seção	Co	Flec L/	Esbl	CAPACIDADES					Combinada Axial+Mom	
					Axial	Dir	Corta	Mom	LTB		
501	L 1.75"x3/16"	1	9010	73	-0.12	MJ	0.00	0.06	0.06	0.15	
						MI	0.00	0.03	0.00		
502	L 1.75"x3/16"	1	9149	73	-0.12	MJ	0.00	0.06	0.06	0.15	
						MI	0.00	0.02	0.00		
503	L 1.5"x3/16"	5	9999	40	-0.13	MJ	0.00	0.05	0.09	0.17	
						MI	0.01	0.08	0.00		
504	L 1.5"x3/16"	5	9999	59	-0.14	MJ	0.00	0.05	0.05	0.16	
						MI	0.00	0.05	0.00		
505	L 1.5"x3/16"	1	9999	40	-0.05	MJ	0.00	0.05	0.09	0.16	
						MI	0.01	0.08	0.00		
506	L 1.5"x3/16"	1	9999	59	-0.05	MJ	0.00	0.02	0.06	0.09	
						MI	0.01	0.05	0.00		
507	L 1.5"x3/16"	1	4786	158	-0.15	MJ	0.00	0.04	0.04	0.13	
						MI	0.00	0.04	0.00		
508	L 1.5"x3/16"	5	4869	158	-0.36	MJ	0.00	0.04	0.04	0.38	
						MI	0.00	0.03	0.00		
509	L 1.5"x3/16"	6	4516	158	-0.14	MJ	0.00	0.04	0.04	0.09	
						MI	0.00	0.02	0.00		
510	L 1.5"x3/16"	1	4494	158	0.08	MJ	0.00	0.04	0.04	0.07	
						MI	0.00	0.02	0.00		
511	L 1.5"x3/16"	5	4861	158	0.08	MJ	0.00	0.04	0.04	0.07	
						MI	0.00	0.03	0.00		
512	L 1.5"x3/16"	6	4892	158	-0.12	MJ	0.00	0.04	0.04	0.07	
						MI	0.00	0.02	0.00		
513	L 1.5"x3/16"	1	2120	162	-0.13	MJ	0.00	0.10	0.10	0.18	
						MI	0.00	0.02	0.00		
514	L 1.5"x3/16"	6	2111	162	-0.32	MJ	0.00	0.10	0.10	0.35	
						MI	0.00	0.01	0.00		
515	L 1.5"x3/16"	1	4550	168	-0.08	MJ	0.00	0.04	0.04	0.08	
						MI	0.00	0.02	0.00		
516	L 1.5"x3/16"	5	4308	168	-0.25	MJ	0.00	0.04	0.04	0.27	
						MI	0.00	0.01	0.00		
517	L 1.5"x3/16"	5	3927	168	-0.10	MJ	0.00	0.04	0.04	0.08	
						MI	0.00	0.02	0.00		
518	L 1.5"x3/16"	1	4519	168	-0.07	MJ	0.00	0.04	0.04	0.09	
						MI	0.00	0.03	0.00		
519	L 1.5"x3/16"	5	4217	168	-0.23	MJ	0.00	0.04	0.04	0.25	
						MI	0.00	0.02	0.00		
520	L 1.5"x3/16"	1	4169	168	0.05	MJ	0.00	0.04	0.04	0.06	
						MI	0.00	0.01	0.00		
521	L 1.5"x3/16"	6	6623	168	-0.07	MJ	0.00	0.03	0.03	0.07	
						MI	0.00	0.01	0.00		
522	L 1.5"x3/16"	1	6219	168	-0.19	MJ	0.00	0.03	0.03	0.14	
						MI	0.00	0.01	0.00		
523	L 1.5"x3/16"	1	9999	168	0.04	MJ	0.00	0.05	0.05	0.06	
						MI	0.00	0.02	0.00		
524	L 1.5"x3/16"	5	6219	168	-0.29	MJ	0.00	0.03	0.03	0.30	
						MI	0.00	0.01	0.00		
525	L 1.5"x3/16"	5	3677	201	-0.17	MJ	0.00	0.04	0.04	0.11	***
						MI	0.00	0.01	0.00		
526	L 1.5"x3/16"	1	3614	202	0.02	MJ	0.00	0.04	0.04	0.06	
						MI	0.00	0.02	0.00		
527	L 1.5"x3/16"	1	3614	202	-0.10	MJ	0.00	0.04	0.04	0.07	***
						MI	0.00	0.01	0.00		
528	L 1.5"x3/16"	1	9999	120	0.00	MJ	0.00	0.01	0.01	0.01	

Resultados Gerais										
Barr	Seção	Co	Flec L/	Esbl	CAPACIDADES					
					Axial	Dir	Corta	Mom	LTB	Combinada Axial+Mom
529	Propriedade n.º15	5	6271	48	0.00	MI	0.00	0.05	0.00	0.20
530	Propriedade n.º15	5	9999	25	0.00	MJ	0.03	0.17	0.17	0.15
531	Propriedade n.º15	5	9999	24	0.00	MI	0.01	0.07	0.00	0.10
						MJ	0.03	0.08	0.08	
						MI	0.00	0.05	0.00	0.10
						MJ	0.05	0.08	0.08	
532	L 2.5"x3/16"	1	5996	104	-0.08	MJ	0.01	0.09	0.09	0.13
						MI	0.00	0.01	0.00	
533	L 2.5"x3/16"	5	8816	104	-0.02	MJ	0.00	0.04	0.08	0.10
						MI	0.00	0.07	0.00	
534	L 2.5"x3/16"	1	9999	33	0.00	MJ	0.01	0.09	0.10	0.11
						MI	0.01	0.08	0.00	
535	Propriedade n.º15	5	9999	24	0.01	MI	0.00	0.04	0.00	0.12
						MJ	0.05	0.08	0.08	
536	Propriedade n.º15	1	9999	25	0.00	MI	0.00	0.05	0.00	0.13
						MJ	0.02	0.08	0.08	
537	L 1.5"x3/16"	1	2111	162	-0.13	MJ	0.00	0.10	0.10	0.18
						MI	0.00	0.01	0.00	
538	L 1.5"x3/16"	5	2089	162	-0.32	MJ	0.00	0.10	0.10	0.37
						MI	0.00	0.02	0.00	
539	L 2"x3/16"	5	9999	178	0.05	MJ	0.00	0.01	0.04	0.06
						MI	0.00	0.04	0.00	
540	L 2"x3/16"	6	2362	159	0.01	MJ	0.00	0.12	0.13	0.16
						MI	0.00	0.03	0.00	
541	L 1.5"x3/16"	5	6703	121	0.02	MJ	0.00	0.05	0.05	0.07
						MI	0.00	0.01	0.00	
542	L 1.5"x3/16"	5	2239	152	0.01	MJ	0.00	0.14	0.14	0.16
						MI	0.00	0.02	0.00	
543	Propriedade n.º15	5	9999	29	0.01	MI	0.00	0.02	0.00	0.10
						MJ	0.02	0.08	0.08	
544	L 2.5"x3/16"	1	9297	133	-0.17	MJ	0.00	0.02	0.03	0.10
						MI	0.00	0.02	0.00	
545	L 2.5"x3/16"	1	9999	142	0.07	MJ	0.00	0.02	0.03	0.06
						MI	0.00	0.02	0.00	
546	L 2.5"x3/16"	5	8737	138	-0.22	MJ	0.00	0.02	0.03	0.25
						MI	0.00	0.02	0.00	
547	L 2.5"x3/16"	1	9999	138	0.07	MJ	0.00	0.02	0.03	0.06
						MI	0.00	0.02	0.00	
548	L 1.75"x3/16"	5	9198	142	-0.06	MJ	0.00	0.03	0.03	0.09
						MI	0.00	0.03	0.00	
549	L 1.75"x3/16"	5	9550	142	-0.20	MJ	0.00	0.03	0.03	0.13
						MI	0.00	0.01	0.00	
550	L 1.5"x3/16"	5	9999	206	-0.40	MJ	0.00	0.01	0.01	0.42
						MI	0.00	0.01	0.00	***
551	L 1.75"x3/16"	5	9999	162	0.03	MJ	0.00	0.01	0.03	0.05
						MI	0.00	0.03	0.00	
552	L 1.75"x3/16"	2	9999	162	-0.09	MJ	0.00	0.01	0.01	0.06
						MI	0.00	0.01	0.00	
553	L 1.5"x3/16"	5	6526	206	-0.10	MJ	0.00	0.01	0.02	0.08
						MI	0.00	0.02	0.00	***
554	L 1.75"x3/16"	2	8183	192	-0.26	MJ	0.00	0.02	0.02	0.28
						MI	0.00	0.02	0.00	
555	L 1.75"x3/16"	1	6590	192	0.06	MJ	0.00	0.02	0.02	0.06
						MI	0.00	0.02	0.00	
556	L 2"x3/16"	5	9999	131	-0.15	MJ	0.00	0.02	0.02	0.11
						MI	0.00	0.02	0.00	

Resultados Gerais											
Barr	Seção	Co	Flec L	Esbl	CAPACIDADES					Combinada Axial+Mom	
					Axial	Dir	Corta	Mom	LTB		
557	L 2"x3/16"	5	9757	131	-0.07	MJ	0.00	0.02	0.04	0.10	
						MI	0.00	0.04	0.00		
558	L 2"x3/16"	1	9999	129	0.06	MJ	0.00	0.02	0.02	0.06	
						MI	0.00	0.02	0.00		
559	L 2"x3/16"	5	9999	129	-0.21	MJ	0.00	0.02	0.03	0.26	
						MI	0.00	0.02	0.00		
560	L 2"x3/16"	1	9999	99	-0.06	MJ	0.00	0.05	0.05	0.06	
						MI	0.00	0.02	0.00		
561	L 2"x3/16"	6	7167	115	0.07	MJ	0.00	0.06	0.06	0.10	
						MI	0.00	0.02	0.00		
562	L 1.5"x3/16"	5	9999	131	0.02	MJ	0.00	0.00	0.01	0.02	
						MI	0.00	0.01	0.00		
563	L 1.5"x3/16"	5	6520	216	-0.15	MJ	0.00	0.01	0.02	0.11	***
						MI	0.00	0.02	0.00		
564	L 1.5"x3/16"	2	9999	131	-0.03	MJ	0.00	0.00	0.01	0.02	
						MI	0.00	0.01	0.00		
565	L 1.5"x3/16"	1	9999	216	0.01	MJ	0.00	0.01	0.01	0.02	
						MI	0.00	0.01	0.00		
566	L 2"x3/16"	2	9999	178	-0.19	MJ	0.00	0.01	0.04	0.13	
						MI	0.00	0.03	0.00		
567	L 2"x3/16"	6	2363	159	-0.03	MJ	0.00	0.12	0.13	0.17	
						MI	0.00	0.03	0.00		
568	L 1.5"x3/16"	5	9394	121	-0.03	MJ	0.00	0.04	0.04	0.04	
						MI	0.00	0.01	0.00		
569	L 1.5"x3/16"	6	2244	152	-0.03	MJ	0.00	0.14	0.14	0.17	
						MI	0.00	0.02	0.00		
570	Propriedade n.º15	5	9999	19	-0.02	MI	0.00	0.04	0.00	0.11	
						MJ	0.02	0.06	0.06		
571	L 2.5"x3/16"	1	8484	142	-0.22	MJ	0.00	0.02	0.03	0.24	
						MI	0.00	0.02	0.00		
572	L 2.5"x3/16"	1	9999	133	0.06	MJ	0.00	0.02	0.03	0.06	
						MI	0.00	0.02	0.00		
573	L 2.5"x3/16"	1	8771	138	-0.19	MJ	0.00	0.02	0.03	0.13	
						MI	0.00	0.02	0.00		
574	L 2.5"x3/16"	1	9999	138	0.06	MJ	0.00	0.02	0.03	0.06	
						MI	0.00	0.02	0.00		
575	L 1.75"x3/16"	5	9373	142	0.06	MJ	0.00	0.03	0.03	0.06	
						MI	0.00	0.03	0.00		
576	L 1.75"x3/16"	5	9671	142	-0.20	MJ	0.00	0.03	0.03	0.13	
						MI	0.00	0.01	0.00		
577	L 2"x3/16"	5	3921	115	-0.09	MJ	0.00	0.06	0.06	0.09	
						MI	0.00	0.02	0.00		
578	L 2"x3/16"	6	4445	99	0.05	MJ	0.00	0.06	0.07	0.12	
						MI	0.00	0.04	0.00		
579	L 1.5"x3/16"	2	9999	116	-0.03	MI	0.00	0.00	0.00	0.03	
580	L 1.5"x3/16"	5	9846	221	0.01	MJ	0.00	0.01	0.01	0.02	
						MI	0.00	0.01	0.00		
581	L 1.5"x3/16"	5	9999	157	-0.01	MJ	0.00	0.00	0.01	0.01	
						MI	0.00	0.01	0.00		
582	L 1.5"x3/16"	1	9999	138	-0.02	MJ	0.00	0.00	0.01	0.02	
						MI	0.00	0.01	0.00		
583	L 1.5"x3/16"	5	9999	221	-0.16	MJ	0.00	0.01	0.01	0.10	***
						MI	0.00	0.01	0.00		
584	L 1.5"x3/16"	5	9999	116	0.03	MI	0.00	0.00	0.00	0.03	
585	L 1.5"x3/16"	5	9999	157	-0.05	MJ	0.00	0.00	0.01	0.04	
						MI	0.00	0.01	0.00		

Resultados Gerais											
Bar	Seção	Co	Flec L/	Esbl	CAPACIDADES						
					Axial	Dir	Corta	Mom	LTB	Combinada Axial+Mom	
586	L 1.5"x3/16"	5	9999	138	0.01	MJ	0.00	0.00	0.01	0.01	
587	L 1.5"x3/16"	2	9999	123	-0.05	MI	0.00	0.01	0.00	0.05	
588	L 1.5"x3/16"	5	9999	177	0.02	MJ	0.00	0.00	0.01	0.02	
						MI	0.00	0.01	0.00		
589	L 1.5"x3/16"	5	9999	123	0.04	MJ	0.00	0.00	0.01	0.04	
590	L 1.5"x3/16"	5	9999	177	-0.15	MJ	0.00	0.01	0.01	0.08	
						MI	0.00	0.01	0.00		
591	L 1.5"x3/16"	5	9999	123	0.02	MJ	0.00	0.00	0.01	0.02	
592	L 1.5"x3/16"	6	6455	222	-0.16	MJ	0.00	0.01	0.02	0.11	***
						MI	0.00	0.02	0.00		
593	L 1.5"x3/16"	2	9999	123	-0.03	MJ	0.00	0.00	0.01	0.03	
594	L 1.5"x3/16"	1	9999	222	0.01	MJ	0.00	0.01	0.01	0.02	
						MI	0.00	0.01	0.00		
595	L 1.5"x3/16"	2	9999	109	-0.03	MI	0.00	0.00	0.00	0.03	
596	L 1.5"x3/16"	5	9999	185	0.02	MJ	0.00	0.01	0.01	0.02	
						MI	0.00	0.01	0.00		
597	L 1.5"x3/16"	5	9999	109	0.03	MI	0.00	0.00	0.00	0.03	
598	L 1.5"x3/16"	5	9999	185	-0.17	MJ	0.00	0.01	0.01	0.10	
						MI	0.00	0.01	0.00		
599	L 1.5"x3/16"	5	9999	109	0.02	MI	0.00	0.00	0.00	0.02	
600	L 1.5"x3/16"	5	9999	165	-0.10	MJ	0.00	0.00	0.01	0.06	
						MI	0.00	0.01	0.00		
601	L 1.5"x3/16"	2	9999	109	-0.03	MI	0.00	0.00	0.00	0.03	
602	L 1.5"x3/16"	1	9999	165	0.02	MJ	0.00	0.00	0.01	0.02	
603	Propriedade n.º15	5	9999	19	-0.01	MI	0.00	0.04	0.00	0.11	
						MJ	0.05	0.08	0.08		
604	L 2"x3/16"	5	9999	131	-0.16	MJ	0.00	0.02	0.02	0.11	
						MI	0.00	0.02	0.00		
605	L 2"x3/16"	5	9862	131	0.05	MJ	0.00	0.02	0.04	0.07	
						MI	0.00	0.04	0.00		
606	L 2"x3/16"	1	9999	129	0.05	MJ	0.00	0.02	0.02	0.05	
						MI	0.00	0.02	0.00		
607	L 2"x3/16"	5	9999	129	-0.17	MJ	0.00	0.02	0.03	0.13	
						MI	0.00	0.02	0.00		
608	L 2"x3/16"	2	5001	99	-0.07	MJ	0.00	0.06	0.06	0.07	
						MI	0.00	0.02	0.00		
609	L 2"x3/16"	6	3591	115	0.05	MJ	0.00	0.06	0.07	0.10	
						MI	0.00	0.02	0.00		
610	L 2"x3/16"	1	6805	115	-0.13	MJ	0.00	0.05	0.05	0.11	
						MI	0.00	0.02	0.00		
611	L 2"x3/16"	6	8289	99	0.05	MJ	0.00	0.05	0.05	0.11	
						MI	0.00	0.04	0.00		
612	L 1.5"x3/16"	5	9999	101	0.04	MJ	0.00	0.02	0.02	0.04	
						MI	0.00	0.01	0.00		
613	L 1.5"x3/16"	6	9622	101	0.01	MJ	0.00	0.04	0.04	0.05	
						MI	0.00	0.01	0.00		
614	L 1.5"x3/16"	5	9999	201	0.00	MJ	0.00	0.08	0.08	0.09	
						MI	0.00	0.01	0.00		
615	L 1.5"x3/16"	1	9999	201	0.00	MJ	0.00	0.08	0.08	0.09	
						MI	0.00	0.02	0.00		
616	L 1.5"x3/16"	5	6695	201	0.02	MJ	0.00	0.01	0.02	0.04	
						MI	0.00	0.02	0.00		
617	L 1.5"x3/16"	5	9943	101	0.01	MJ	0.00	0.04	0.04	0.05	
						MI	0.00	0.01	0.00		

Resultados Gerais											
Barr	Seção	Co	Flec L/	Esbl	CAPACIDADES						
					Axial	Dir	Corta	Mom	LTB	Combinada Axial+Mom	
618	L 1.5"x3/16"	6	9999	101	0.01	MJ	0.00	0.03	0.03	0.04	
						MI	0.00	0.01	0.00		
619	L 1.5"x3/16"	5	6695	201	-0.01	MJ	0.00	0.01	0.02	0.03	
						MI	0.00	0.02	0.00		
620	L 1.5"x3/16"	5	6695	201	0.01	MJ	0.00	0.01	0.02	0.04	
						MI	0.00	0.02	0.00		
621	Propriedade n.º15	2	9999	29	-0.02	MI	0.00	0.02	0.00	0.05	
						MJ	0.01	0.04	0.04		
622	L 2.5"x3/16"	5	3911	103	-0.15	MJ	0.01	0.08	0.09	0.26	
						MI	0.00	0.08	0.00		
623	L 1.5"x3/16"	5	9999	120	0.00	MI	0.00	0.00	0.00	0.00	
624	L 1.75"x3/16"	5	9999	44	-0.02	MJ	0.00	0.02	0.02	0.04	
						MI	0.00	0.01	0.00		
625	L 1.75"x3/16"	5	9999	44	-0.07	MJ	0.00	0.02	0.04	0.10	
						MI	0.00	0.04	0.00		
626	L 1.5"x3/16"	1	9999	101	-0.02	MJ	0.00	0.01	0.02	0.04	
						MI	0.00	0.02	0.00		
627	L 1.5"x3/16"	5	9999	101	-0.01	MJ	0.00	0.03	0.03	0.03	
						MI	0.00	0.01	0.00		
628	L 1.5"x3/16"	5	9999	101	0.00	MJ	0.00	0.03	0.03	0.05	
						MI	0.00	0.01	0.00		
629	L 1.5"x3/16"	5	9999	101	-0.01	MJ	0.00	0.03	0.03	0.04	
						MI	0.00	0.01	0.00		
630	L 2.5"x3/16"	1	5397	103	-0.08	MJ	0.00	0.06	0.14	0.25	
						MI	0.01	0.13	0.00		
631	L 1.5"x3/16"	1	9999	59	0.13	MJ	0.00	0.01	0.03	0.09	
						MI	0.00	0.03	0.00		
632	L 1.5"x3/16"	1	9999	59	-0.17	MJ	0.00	0.02	0.05	0.14	
						MI	0.00	0.04	0.00		
633	L 1.5"x3/16"	5	9999	108	-0.01	MI	0.00	0.00	0.00	0.01	
634	L 1.75"x3/16"	5	9999	73	-0.03	MJ	0.00	0.02	0.03	0.05	
						MI	0.00	0.03	0.00		
635	L 1.75"x3/16"	5	9999	73	-0.09	MJ	0.00	0.02	0.04	0.11	
						MI	0.00	0.04	0.00		
636	L 1.5"x3/16"	5	9999	40	0.13	MJ	0.00	0.02	0.03	0.09	
						MI	0.00	0.03	0.00		
637	L 1.5"x3/16"	2	9999	59	0.13	MJ	0.00	0.02	0.03	0.10	
						MI	0.00	0.03	0.00		
638	L 1.5"x3/16"	1	9999	40	-0.16	MJ	0.00	0.02	0.05	0.14	
						MI	0.01	0.04	0.00		
639	L 1.5"x3/16"	1	9999	59	-0.17	MJ	0.00	0.01	0.02	0.10	
						MI	0.00	0.02	0.00		
640	L 1.5"x3/16"	1	9999	158	-0.40	MJ	0.00	0.02	0.02	0.42	
						MI	0.00	0.01	0.00		
641	L 1.5"x3/16"	1	9999	158	0.11	MJ	0.00	0.01	0.04	0.09	
						MI	0.00	0.03	0.00		
642	L 1.5"x3/16"	1	9999	158	0.11	MJ	0.00	0.01	0.02	0.08	
						MI	0.00	0.01	0.00		
643	L 1.5"x3/16"	2	9999	158	-0.38	MJ	0.00	0.01	0.02	0.40	
						MI	0.00	0.02	0.00		
644	L 1.5"x3/16"	2	9999	158	-0.34	MJ	0.00	0.01	0.01	0.35	
						MI	0.00	0.01	0.00		
645	L 1.5"x3/16"	1	9999	158	0.10	MJ	0.00	0.01	0.03	0.08	
						MI	0.00	0.03	0.00		
646	L 1.5"x3/16"	1	8220	162	-0.37	MJ	0.00	0.02	0.03	0.38	
						MI	0.00	0.01	0.00		

Resultados Gerais											
Barr	Seção	Co	Flec L/	Esbl	CAPACIDADES						
					Axial	Dir	Corta	Mom	LTB	Combinada Axial+Mom	
647	L 1.5"x3/16"	5	8185	162	0.09	MJ	0.00	0.03	0.03	0.07	
						MI	0.00	0.02	0.00		
648	L 1.5"x3/16"	1	9999	168	-0.36	MJ	0.00	0.01	0.01	0.37	
						MI	0.00	0.01	0.00		
649	L 1.5"x3/16"	1	9999	168	0.09	MJ	0.00	0.01	0.02	0.06	
						MI	0.00	0.02	0.00		
650	L 1.5"x3/16"	1	9999	168	0.08	MJ	0.00	0.01	0.01	0.06	
						MI	0.00	0.01	0.00		
651	L 1.5"x3/16"	1	9999	168	-0.33	MJ	0.00	0.02	0.02	0.34	
						MI	0.00	0.01	0.00		
652	L 1.5"x3/16"	1	9999	168	0.08	MJ	0.00	0.01	0.03	0.08	
						MI	0.00	0.03	0.00		
653	L 1.5"x3/16"	1	9999	168	-0.30	MJ	0.00	0.01	0.02	0.32	
						MI	0.00	0.02	0.00		
654	L 1.5"x3/16"	2	7425	168	0.06	MJ	0.00	0.04	0.04	0.11	
						MI	0.00	0.03	0.00		
655	L 1.5"x3/16"	5	9999	168	-0.34	MJ	0.00	0.01	0.01	0.36	
						MI	0.00	0.01	0.00		
656	L 1.5"x3/16"	1	9999	168	-0.24	MJ	0.00	0.03	0.04	0.30	
						MI	0.00	0.04	0.00		
657	L 1.5"x3/16"	1	9999	168	0.06	MJ	0.00	0.01	0.01	0.04	
						MI	0.00	0.01	0.00		
658	L 1.5"x3/16"	5	7133	201	0.06	MJ	0.00	0.01	0.02	0.05	
						MI	0.00	0.02	0.00		
659	L 1.5"x3/16"	1	9999	202	-0.28	MJ	0.00	0.01	0.01	0.29	***
						MI	0.00	0.01	0.00		
660	L 1.5"x3/16"	5	7022	202	0.04	MJ	0.00	0.01	0.02	0.04	
						MI	0.00	0.02	0.00		
661	L 1.5"x3/16"	2	9999	120	-0.02	MI	0.00	0.00	0.00	0.02	
662	Propriedade n.º15	1	8188	48	-0.01	MI	0.00	0.05	0.00	0.28	
						MJ	0.06	0.22	0.22		
663	Propriedade n.º15	2	9999	25	-0.01	MI	0.00	0.05	0.00	0.07	
						MJ	0.01	0.02	0.02		
664	Propriedade n.º15	5	9999	24	0.01	MI	0.01	0.06	0.00	0.13	
						MJ	0.04	0.07	0.07		
666	L 2.5"x3/16"	1	8405	104	-0.04	MJ	0.01	0.15	0.16	0.19	
						MI	0.00	0.02	0.00		
668	Propriedade n.º15	2	9999	24	-0.01	MI	0.01	0.06	0.00	0.09	
						MJ	0.02	0.04	0.04		
669	Propriedade n.º15	5	9999	25	0.01	MI	0.01	0.07	0.00	0.14	
						MJ	0.02	0.07	0.07		
670	L 1.5"x3/16"	1	7607	162	-0.37	MJ	0.00	0.03	0.03	0.38	
						MI	0.00	0.01	0.00		
671	L 1.5"x3/16"	5	8164	162	0.09	MJ	0.00	0.03	0.03	0.07	
						MI	0.00	0.01	0.00		
672	Propriedade n.º15	5	9999	25	0.00	MI	0.02	0.12	0.00	0.15	
						MJ	0.02	0.08	0.08		
673	Propriedade n.º15	5	9999	25	0.00	MI	0.02	0.12	0.00	0.31	
						MJ	0.06	0.19	0.19		
674	Propriedade n.º15	1	9380	25	0.00	MI	0.01	0.04	0.00	0.27	
						MJ	0.07	0.23	0.23		
675	Propriedade n.º15	5	8978	25	0.00	MI	0.02	0.11	0.00	0.34	
						MJ	0.07	0.24	0.24		
676	Propriedade n.º15	1	9999	25	0.00	MI	0.01	0.08	0.00	0.16	
						MJ	0.03	0.09	0.09		

Resultados Gerais												
Barr	Seção	Co	Flec L/	Esbl	CAPACIDADES						Combinada Axial+Mom	
					Axial	Dir	Corta	Mom	LTB			
677	Propriedade n.º15	6	9999	25	0.00	MI MJ	0.01 0.03	0.08 0.11	0.00 0.11	0.18		
678	Propriedade n.º15	6	9999	25	0.00	MI MJ	0.01 0.05	0.07 0.16	0.00 0.16	0.21		
679	Propriedade n.º15	2	9999	25	0.00	MI MJ	0.01 0.05	0.07 0.17	0.00 0.17	0.24		
680	L 1.5"x3/16"	1	2842	201	-0.01	MJ MI	0.00 0.01	0.04 0.32	0.35 0.00	0.40		
681	L 1.5"x3/16"	5	9999	201	0.00	MJ MI	0.00 0.00	0.03 0.08	0.09 0.00	0.10		
682	L 1.5"x3/16"	5	7749	201	0.00	MJ MI	0.00 0.00	0.04 0.08	0.08 0.00	0.08		
683	L 1.5"x3/16"	1	2579	201	0.00	MJ MI	0.00 0.01	0.01 0.36	0.39 0.00	0.39		
685	L 2.5"x3/16"	6	7989	104	-0.01	MJ MI	0.00 0.01	0.05 0.08	0.09 0.00	0.10		
686	L 1.75"x3/16"	1	3703	163	-0.03	MJ MI	0.00 0.00	0.01 0.05	0.06 0.00	0.08		
687	L 1.75"x3/16"	1	3210	163	-0.03	MJ MI	0.00 0.00	0.01 0.06	0.07 0.00	0.08		
688	L 1.75"x3/16"	5	4428	125	0.00	MJ MI	0.00 0.00	0.01 0.06	0.07 0.00	0.07		
689	L 1.75"x3/16"	5	3465	163	-0.02	MJ MI	0.00 0.00	0.01 0.06	0.06 0.00	0.07		
690	L 1.5"x3/16"	6	5304	207	-0.07	MJ MI	0.00 0.00	0.00 0.03	0.03 0.00	0.07	***	
691	L 1.5"x3/16"	5	6285	170	-0.03	MJ MI	0.00 0.00	0.00 0.07	0.07 0.00	0.09		
692	L 1.5"x3/16"	5	7091	170	-0.03	MJ MI	0.00 0.00	0.00 0.06	0.06 0.00	0.08		
693	L 1.5"x3/16"	1	7589	170	0.01	MJ MI	0.00 0.00	0.00 0.05	0.06 0.00	0.06		
694	L 1.5"x3/16"	1	6282	207	0.01	MJ MI	0.00 0.00	0.00 0.02	0.02 0.00	0.03		
695	L 1.5"x3/16"	1	6447	170	0.01	MJ MI	0.00 0.00	0.00 0.06	0.07 0.00	0.07		
696	L 1.75"x3/16"	3	5857	125	-0.01	MJ MI	0.00 0.00	0.01 0.05	0.06 0.00	0.06		
697	L 1.75"x3/16"	1	4468	125	0.00	MJ MI	0.00 0.00	0.01 0.06	0.07 0.00	0.07		
698	L 1.75"x3/16"	5	3139	163	0.01	MJ MI	0.00 0.00	0.01 0.06	0.07 0.00	0.08		
699	L 1.75"x3/16"	5	5345	125	-0.01	MJ MI	0.00 0.00	0.00 0.05	0.06 0.00	0.06		