Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

Departamento de Engenharia de Estruturas e Geotécnica

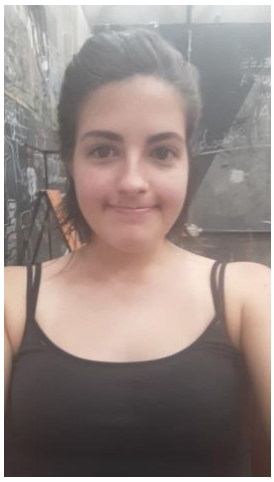
FAUUSP

PEF - 2602 - Estruturas na Arquitetura II: Sistemas Reticulados

Primeiro trabalho do 2º Semestre 2018
Concepção de treliças

Grupo 15:
Ana Beatriz Martins 9318289
Beatriz Moraes de Andrade 9810730
Bruna Gil 9811220
Elisa Carneiro 9811474
Isabela Ferreira Billi 9810897
Isabela R P Maranca 9810809
Marina Sadala 9810921
Mario Onaga 9811258
Pedro Simplício 9810772

Outubro de 2018



Ana Beatriz Martins 9318289

Beatriz Moraes de Andrade 9810730

Bruna Gil Ferreres 9811220

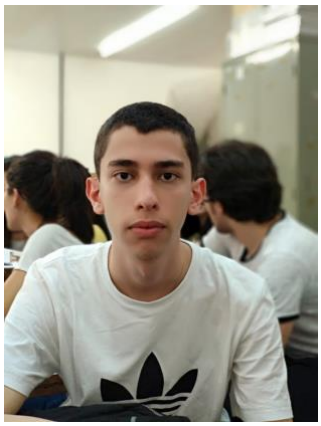
Elisa Carneiro 9811474

Isabela Ferreira Billi 9810897

Isabela R. P. Maranca 9810809

Marina Sadala 9810921

Mario Onaga 9811258



Pedro Henrique Simplício 9810772

Índice

1.0 Treliças **4**
1.1 Definição e classificação **4**
1.2 Treliças espaciais típicas **4**
1.2.1 Coberturas **4**
1.2.2 Torres **6**
1.3 Edifícios notáveis **7**
2.0 Proposta do grupo **8**
3.0 Desenho da treliça **8**
4.0 Modelo digital **10**
5.0 Esquema de esforços da treliça (Ftool) **11**
5.1 Modelo matemático **11**
5.2 Deformada **12**
5.3 Tração e compressão **12**
6.0 Fontes das imagens **12**

1.0 Treliças

1.1 Definição e classificação

Treliças são estruturas lineares em barras e nós, que dispostos de certa maneira e com cargas aplicadas nos nós da estrutura, apenas forças normais de tração e compressão são solicitadas.

As treliças podem ser planas ou tridimensionais, sendo planas aquelas cujas barras estão no mesmo plano.

Imagem 1 - Exemplo de treliça plana

Imagem 2 - Exemplo de treliça espacial

1.2 Treliças espaciais típicas

1.2.1 Coberturas

A maior parte das estruturas treliçadas espaciais utilizam como módulo o **tetraedro**.

Imagem 4 - Exemplo de uso do tetraedro como módulo estrutural da cobertura. Aeroporto de Cuernavaca.

Coberturas podem ser compostas de triângulos planos simples com curvaturas, similar à construção de uma geodésica, por exemplo.

Imagem 5 - Estrutura treliçada de cobertura da estação King's Cross, em Londres.

Imagem 6 - Estrutura geodésica de madeira, em São Petesburgo.

Imagem 7 - Construção da estrutura "Spaceship Earth" no Epcot, através de uma geodésica de treliças planas.

1.2.2 Torres

Outra estrutura típica de treliça espacial é a de torres de transmissão, que normalmente compõem treliças planas para configurar uma estrutura espacial.

Essa estrutura é bastante conveniente pela necessidade de uma grande altura e baixo custo, já que vai ser replicada sucessivamente.

Imagem 8 - Torre de transmissão.

Imagem 9 - Torre de transmissão

1.3 Edifícios notáveis

Alguns edifícios notáveis em diversas partes do mundo e do Brasil se tornaram símbolos de suas cidades. Alguns exemplos estão retratados nas imagens a seguir.

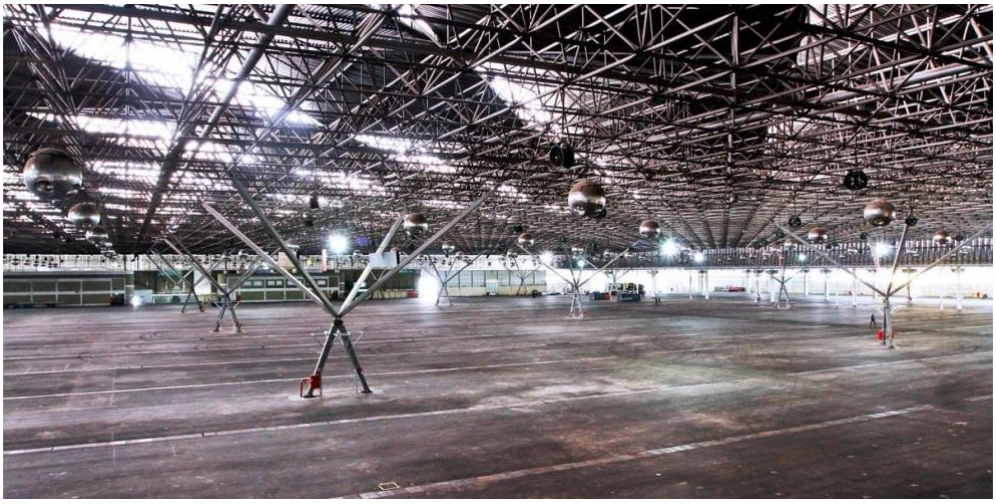


Imagem 10 - Complexo do Anhembi, em São Paulo

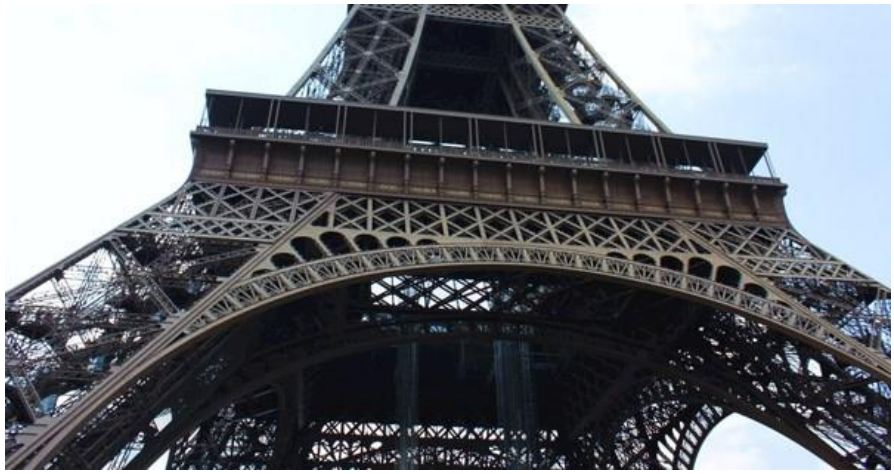


Imagem 11 - Torre Eiffel, em Paris.

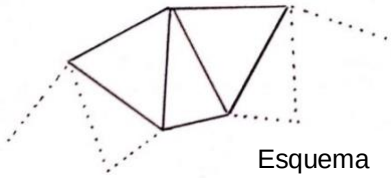
Imagem 12 - Estádio Olímpico de Pequim, na China

Imagem 13 - Estrutura da cobertura do Itaquerão, estádio na Zona Leste de São Paulo.

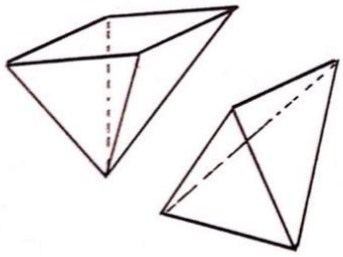
2.0 Proposta do Grupo

É proposto para a cobertura um módulo piramidal de base quadrada, sendo o comprimento dos banzos inferiores menor que o dos banzos superiores, gerando assim uma contra flecha cilíndrica na cobertura. Isto é, em um dos sentidos a cobertura será encurvada (malha curva), o que é de grande recomendação para grandes vãos livres já que atribui maior rigidez a estrutura. Assim, foi optado por uma modulação simples que se repete sem alterações ao longo da estrutura, porém eficiente e de beleza arquitetônica.

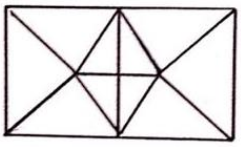
Quanto ao dimensionamento do módulo, o grupo determinou que as barras deveriam ter no máximo um tamanho de 10 cm em escala 1: 1, para que a maquete como um todo não ficasse exageradamente grande, mas também para que os módulos fossem de fácil manuseio para aqueles encarregados de montar a maquete. Sendo assim, a pirâmide é regular e suas arestas medem 10 cm, e o banzo inferior tem 7,8 cm.



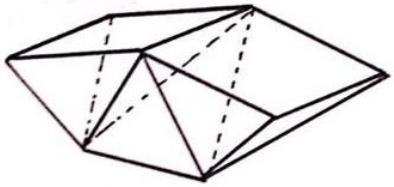
Esquema lateral



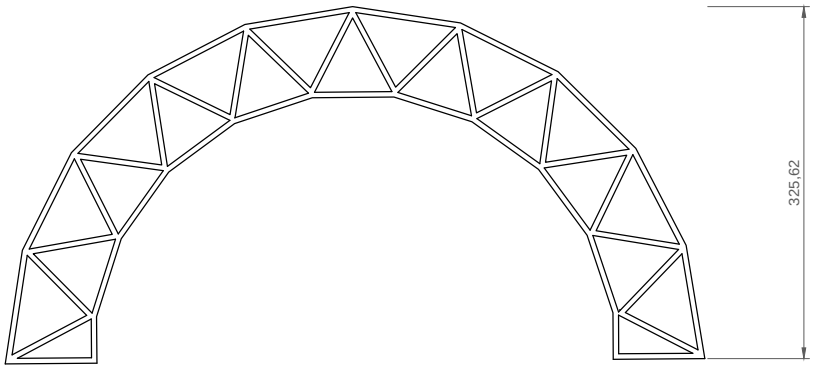
Esquema perspectivado



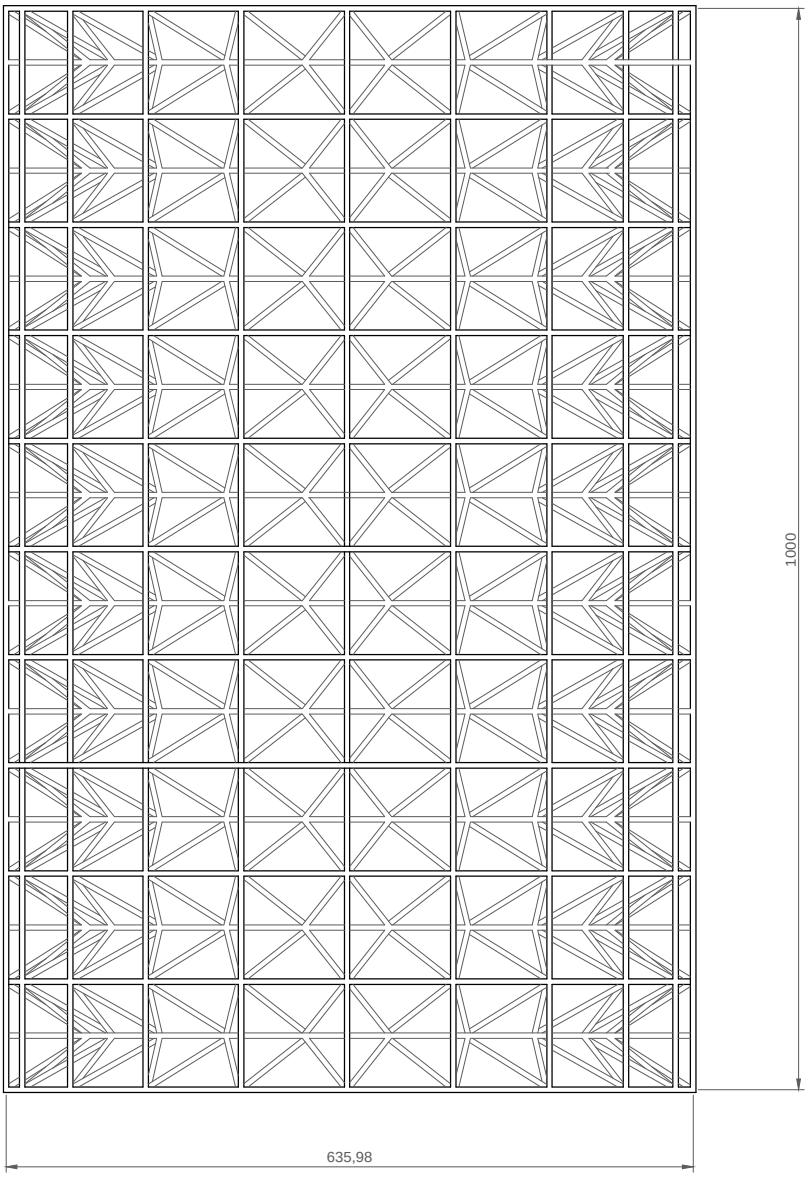
Esquema planta



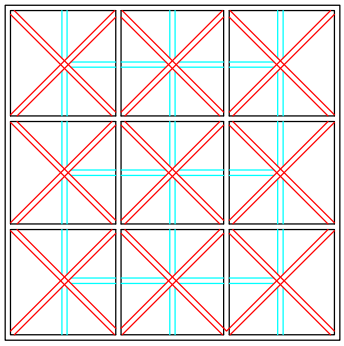
3.0 Desenho da treliça



Vista frontal 1:5

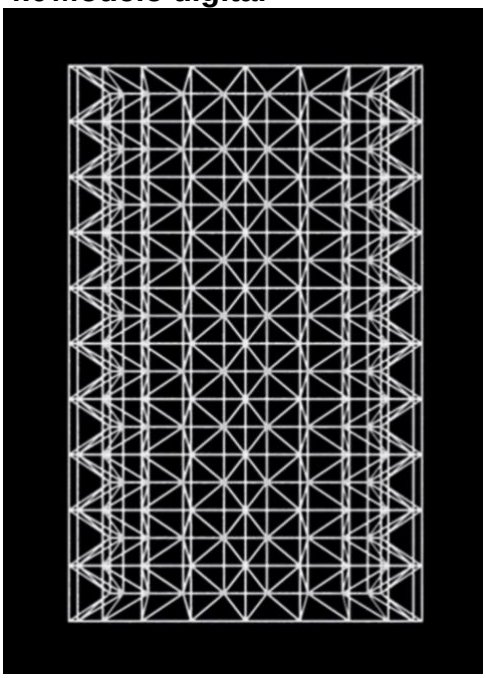


Vista superior 1:5

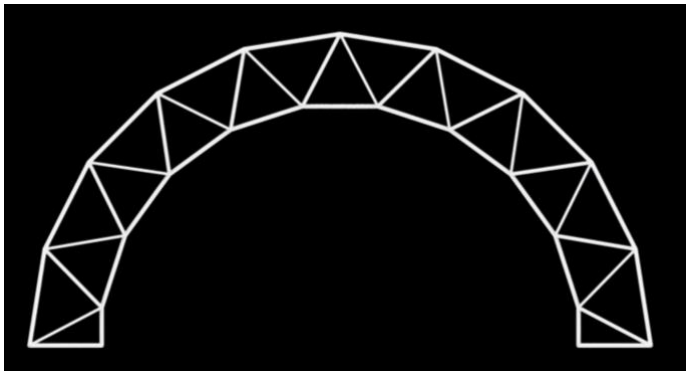


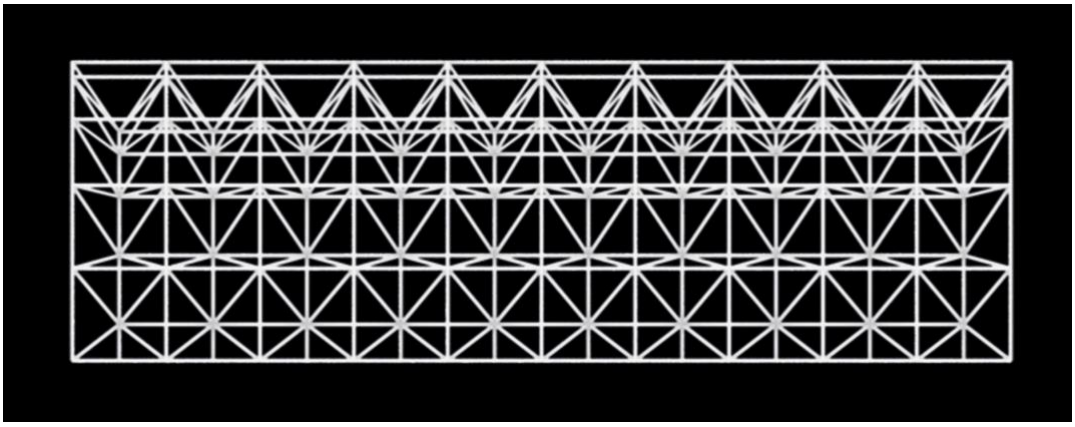
Planificação 1:5

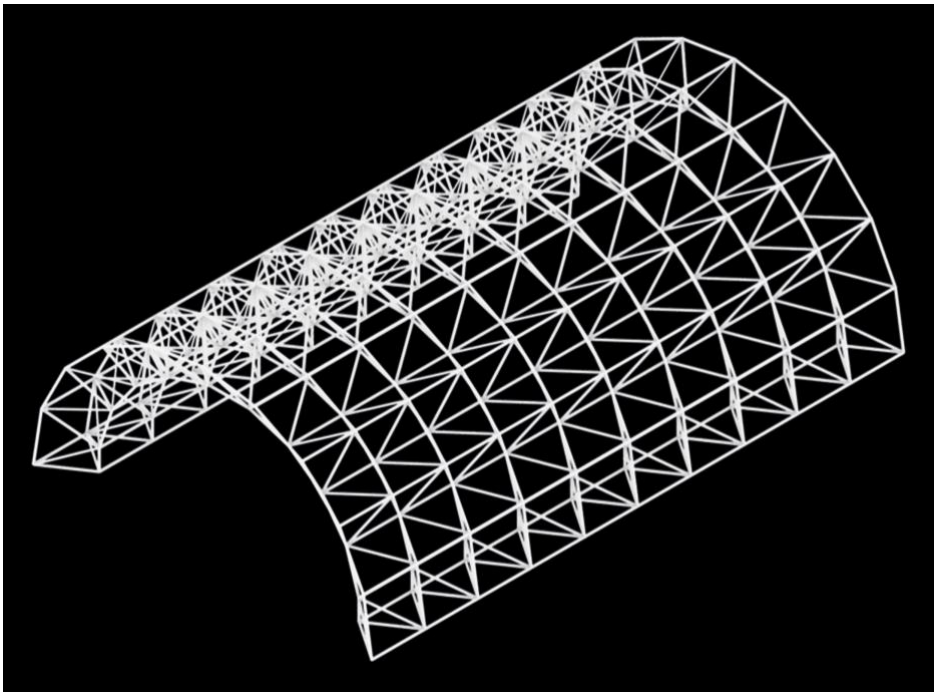
4.0 Modelo digital

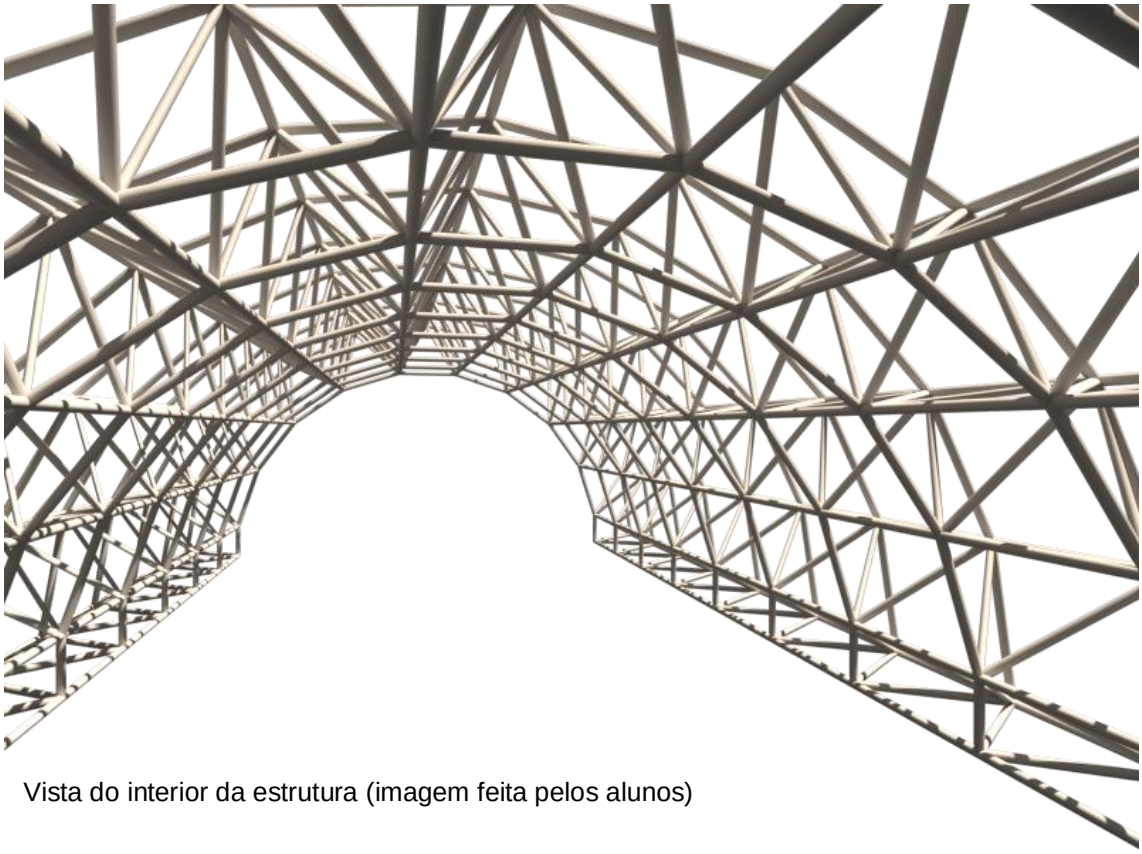


Vistas: superior, frontal, lateral e isométrica (imagens feitas pelos alunos)







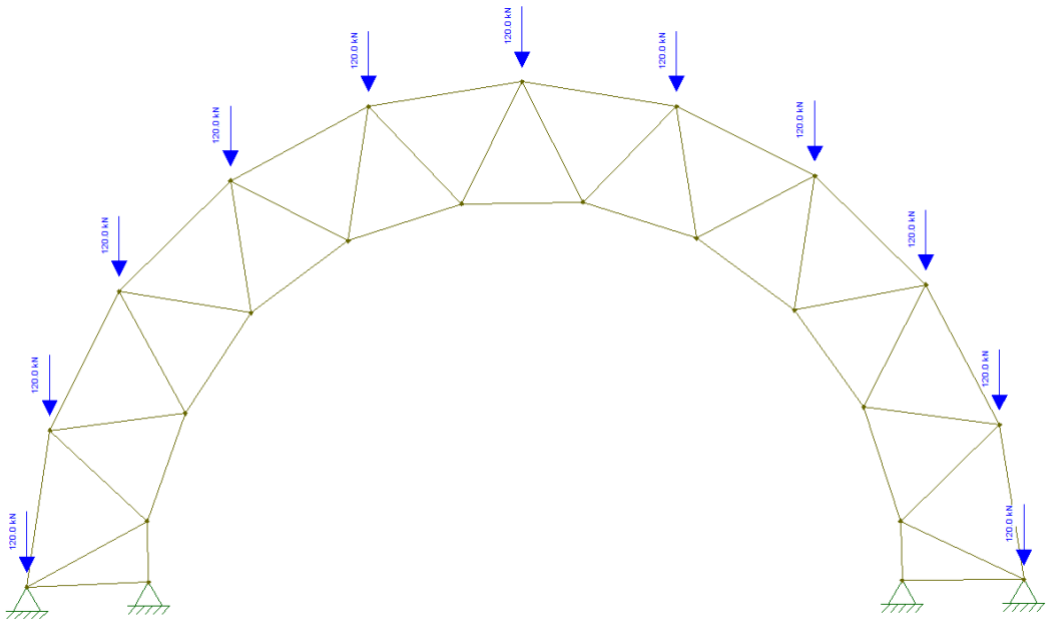


Vista do interior da estrutura (imagem feita pelos alunos)

5.0 Esquema de esforços da treliça (Ftool)

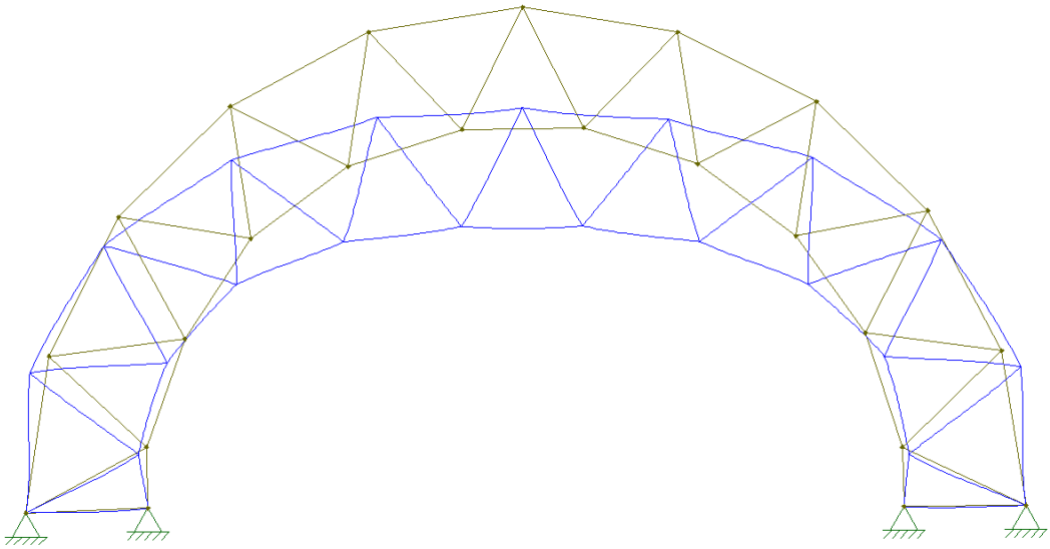
5.1 Modelo matemático

Para entender a ação das cargas na treliça projetada, elaboramos um modelo bidimensional, uma planificação de uma fileira de módulos. Foi considerada uma carga distribuída de 12KN/cm², que para efeito de cálculo foi transformada em cargas pontuais nos nós das treliças. Essa carga foi escolhida com base em uma força do vento descendente.



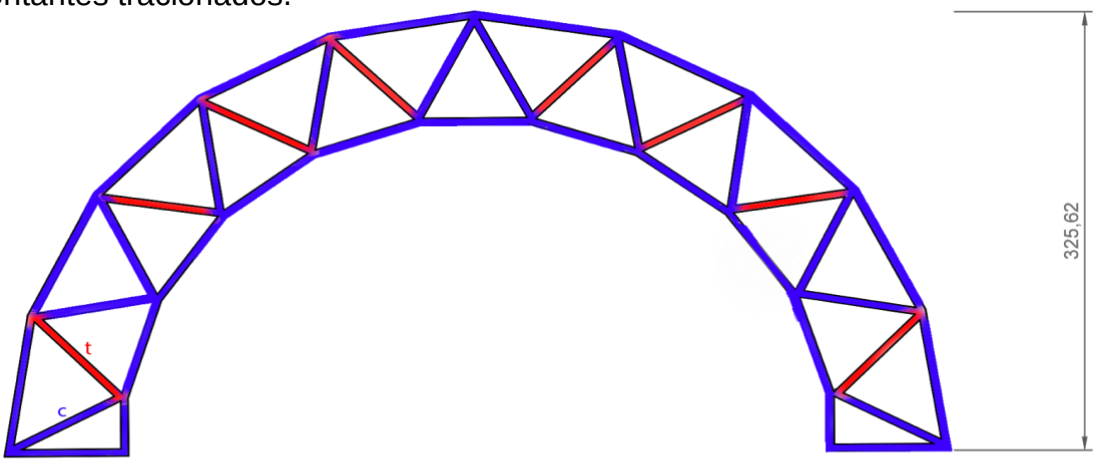
5.2 Deformada

O modelo nos permitiu entender como a estrutura se deformava a partir desse carregamento.



5.3 Tração e compressão

A simulação também mostrou que tanto o banzo inferior quanto o superior estão sujeitos a esforços de compressão. Também, há um padrão ocorrendo nos montantes tracionados.



Vista frontal 1:5

6.0 Fonte das imagens

Imagem 1 - Exemplo de treliça plana (fonte: http://www.galvaminas.com.br/blog/trelica-metalica-saiba-tudo-sobre-ela/)
Imagem 2 - Exemplo de treliça espacial (fonte: http://www.geometrica.com/pt/go-space-frames-pt)
Imagem 3 - Modelo que mostra a inserção do módulo do tetraedro na estrutura espacial treliçada de uma cobertura (fonte: https://pt.wikipedia.org/wiki/Treli%C3%A7a)

Imagem 4 - Exemplo de uso do tetraedro como módulo estrutural da cobertura. Aeroporto de Cuernavaca. (fonte: http://www.geometrica.com/pt/go-space-frames-pt)
Imagem 5 - Estrutura treliçada de cobertura da estação King's Cross, em Londres. (fonte: http://revistacasaejardim.globo.com/Revista/Common/0,,EMI300938-16938,00-FAMOSA+ESTACAO+DE+LONDRES+GANHA+COBERTURA+GIGANTE+DE+TRELICA.html)
Imagem 6 - Estrutura geodésica de madeira, em São Petesburgo. (fonte: https://www.archdaily.com.br/br/892073/geodesica-de-madeira-abriga-o-maior-planetario-do-mundo)
Imagem 7 - Construção da estrutura "Spaceship Earth" no Epcot, através de uma geodésica de treliças planas. (fonte: https://www.orlandofuntickets.com/common_resources/images/10_8_12_spaceship_earth.jpg)
Imagem 8 - Torre de transmissão (fonte: https://www.infomoney.com.br/taesa/noticia/2501638/units-taesa-saem-oferta-movimenta-bilhao)
Imagem 9 - torre de transmissão (fonte: http://www.steeltowerchn.com/pt/electric-transmission-line-tower/transmission-line-towers/)
Imagem 10 - Complexo do Anhembi, em São Paulo (fonte: https://www.metrojornal.com.br/foco/2017/09/25/licitacao-para-privatizar-o-anhembi-e-suspensa-pelo-tcm.html)
Imagem 11 - Torre Eiffel, em Paris (fonte: https://www.weplann.com.br/paris/tour-torre-eiffel)
Imagem 12 - Estádio Olímpico de Pequim, na China (fonte:https://www.tekla.com/references/olympic-stadium-birds-nest)
Imagem 13 - Estrutura da cobertura do Itaquerão, estádio na Zona Leste de São Paulo (fonte: https://exame.abril.com.br/brasil/corinthians-apura-risco-de-deslizamento-de-terra-no-itaquerao/)