

Modelação Geométrica e Generativa



20241221

DUARTE GORJÃO HENRIQUES



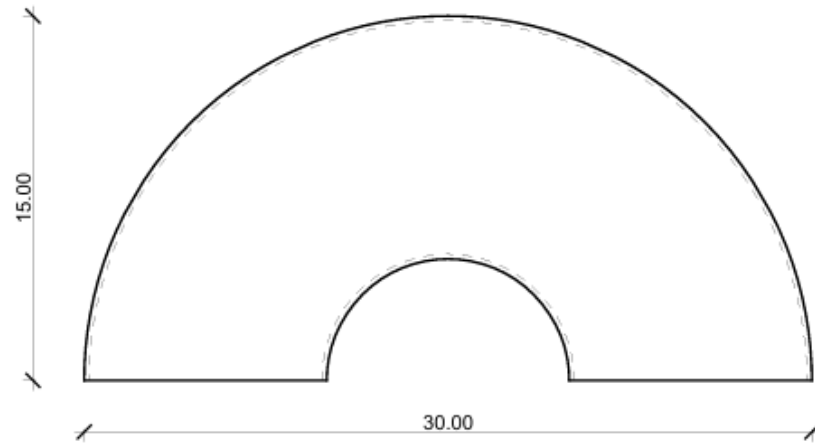
ÍNDICE

Exercícios:

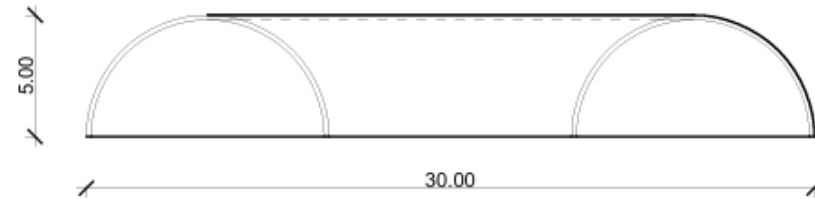
- **Exercício 2 - Abóbadas no GrassHopper**

Exercício 2 – Abóbadas no Grasshopper

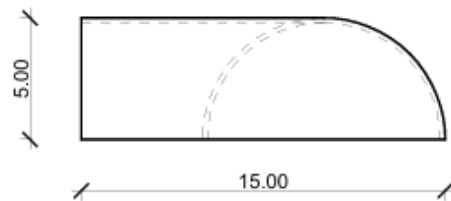
Abóbada Tórica



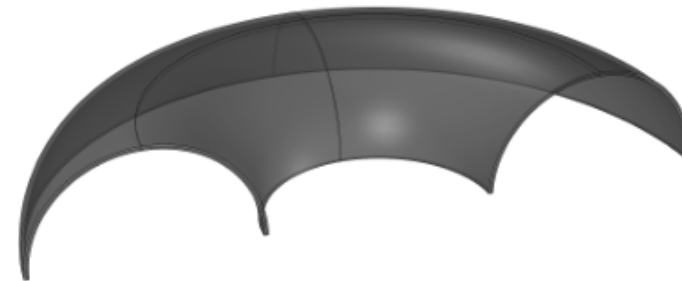
Planta de Cobertura Esc. 1:2



Alçado Frontal Esc. 1:2

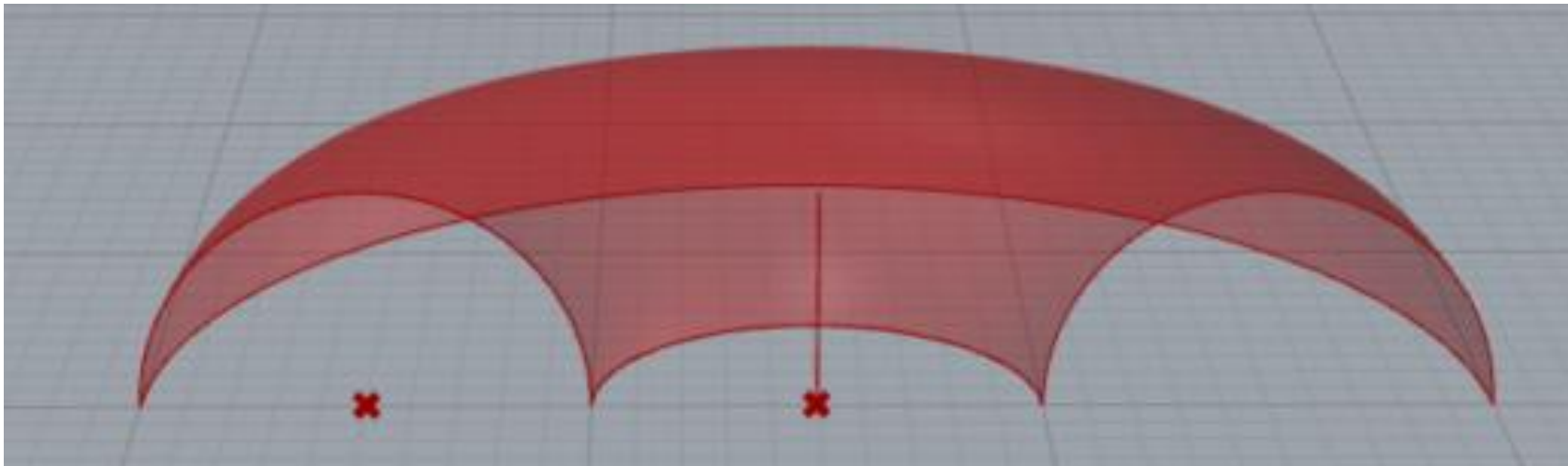
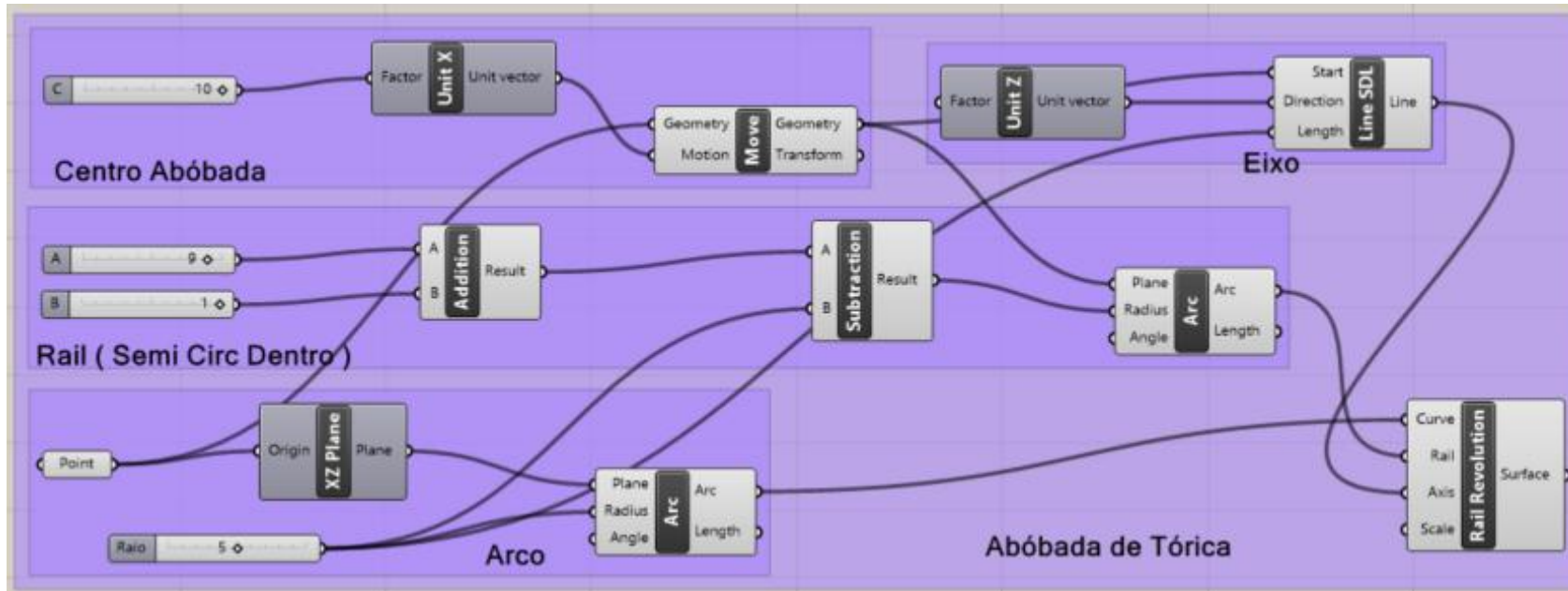


Alçado Lateral Esc. 1:2



Perspectiva

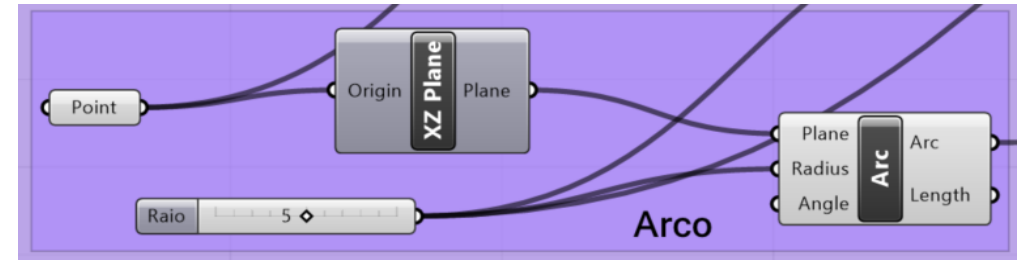
- Abóbada de Tórica



Abóbada de Tórica

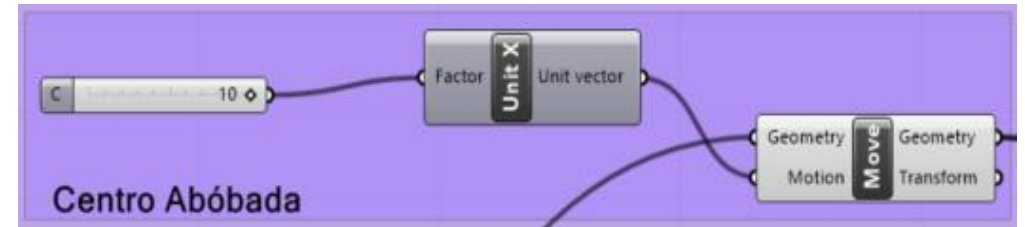
Arco 1:

- Criamos “Point” e fazemos “Set one Point” (ponto que queremos que seja o centro da circunferência)
- Ligamos o “Point” a “XZ Plane” e criamos o “Arc” ligado ao “XZ Plane”
- Fazemos um “Number Slider” com o Raio que queremos para a circ. (5) e ligamos



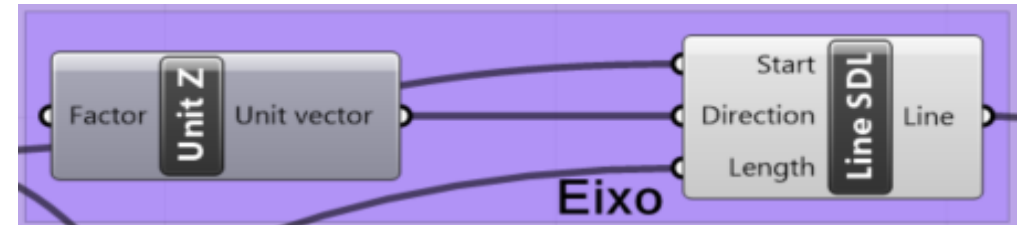
Centro da Abóbada:

- Fazer um “Move” e ligamos o “Point” inicial à entrada “Geometry”
- Fazemos um vetor em X “Unit X” ligado a um “Number Slider” com o dobro do raio (10) e ligamos ao “Motion” do “Move”



Eixo:

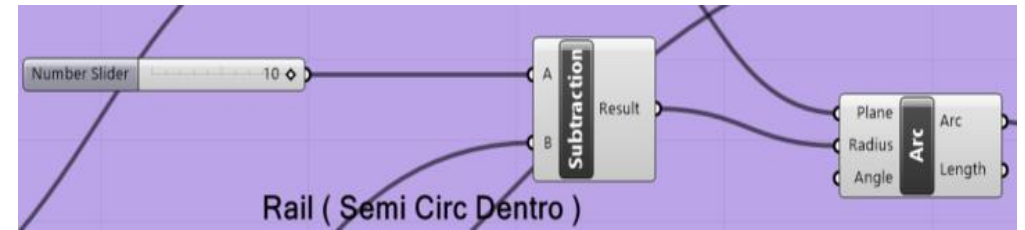
- Para o Eixo fazemos uma “Line SDL” ligada a uma direção em Z “Unit Z”
- Ligamos a saída “Geometry” do “Move” do ponto à entrada “Start” da “Line SDL”
- E na Entrada “Length” ligamos ao “Number Slider” do Raio



Abóbada de Tórica

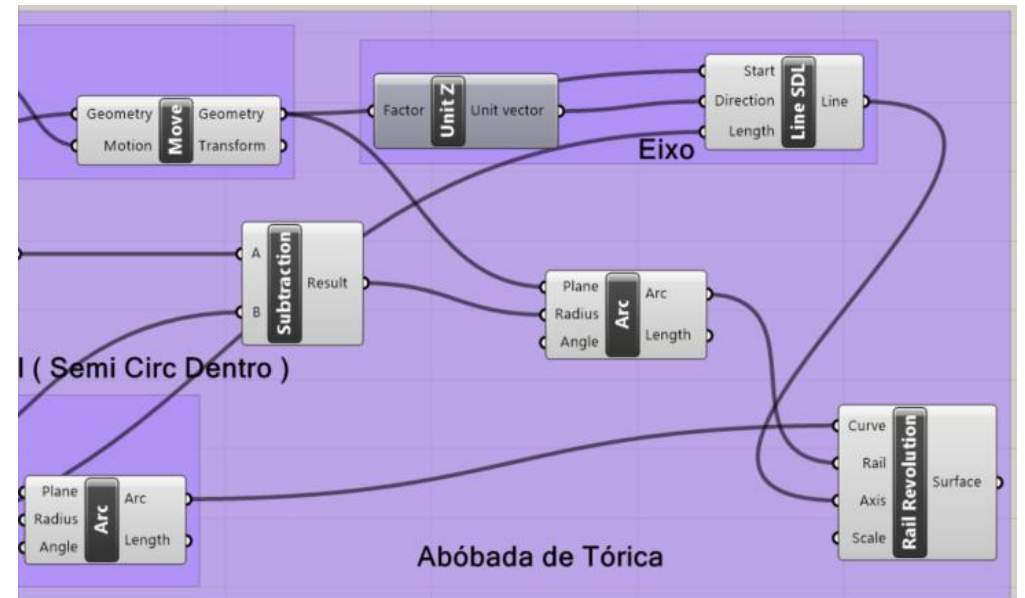
Rail (Semi Circunferencia de Dentro):

- Para o Rail diminuir de tamanho quando aumentamos o raio do primeiro “Arc” precisamos de ter uma relação de subtração entre o raio e este novo arco
- Fazemos o comando “Subtraction” e ligamos à entrada “A” a distancia dos Centros que é 10 (fazemos um “Number Slider” com 10)
- Ligamos à entrada “B” o raio do primeiro “Arc” e fazemos um novo “Arc” (Rail de dentro) e ligamos o “Result” da “Subtraction” ao “Radius” do novo “Arc” e o “Plane” é a saída “Geometry” do “Move”.

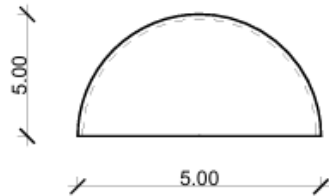


Rail Revolution:

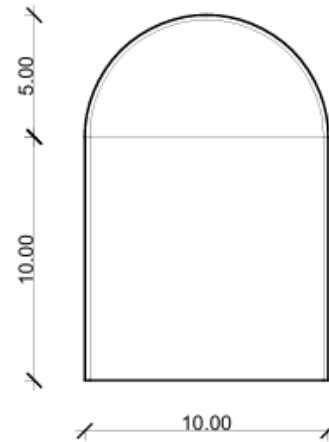
- Fazemos o Comando “RailRevolution”
- Ligamos à entrada “Curve” o “Arc” inicial
- Ligamos à entrada “Rail” o Segundo “Arc”
- E por fim ligamos à entrada “Axis” a “Line SDL”



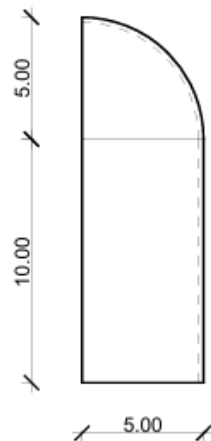
Abóbada de Forno



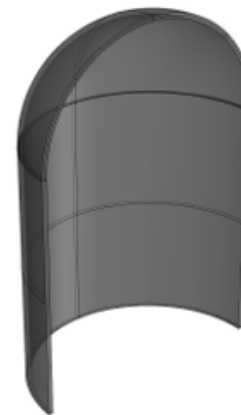
Planta de Cobertura Esc.1:2



Alçado Frontal Esc.1:2

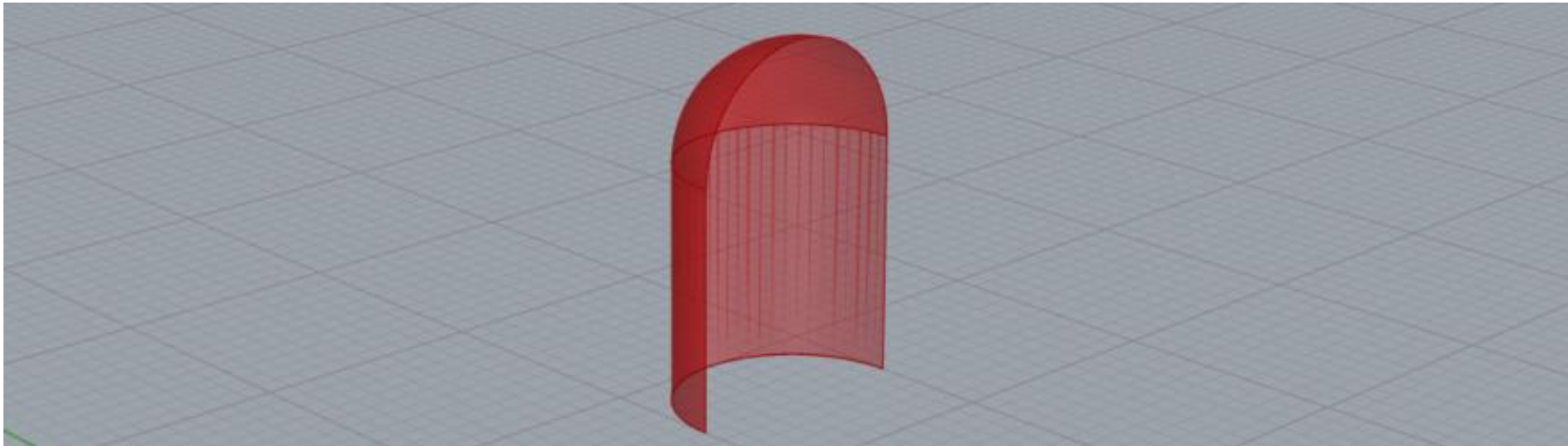
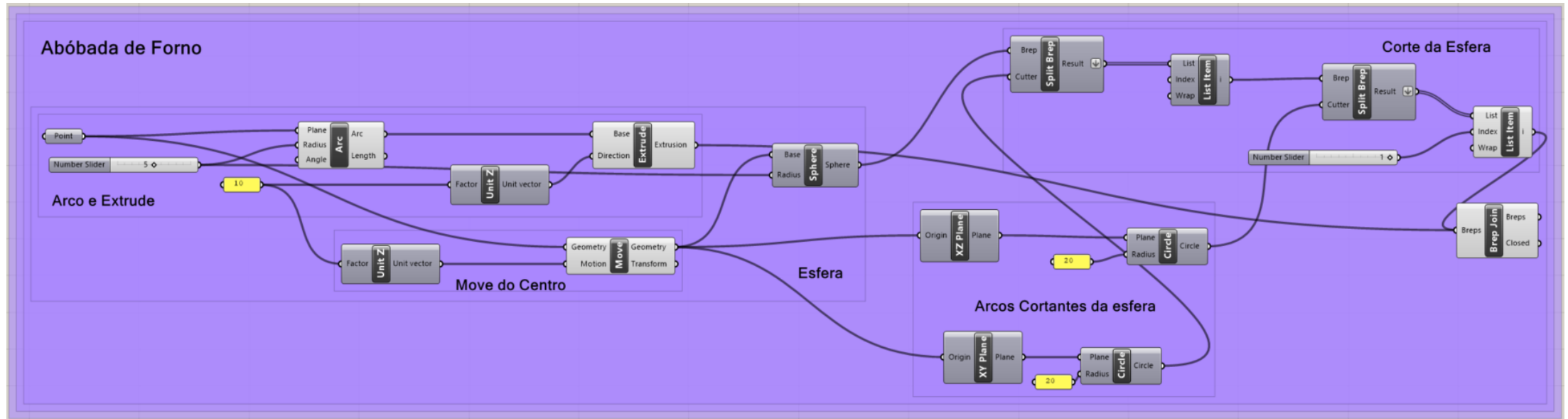


Alçado Lateral Esc.1:2



Perspectiva

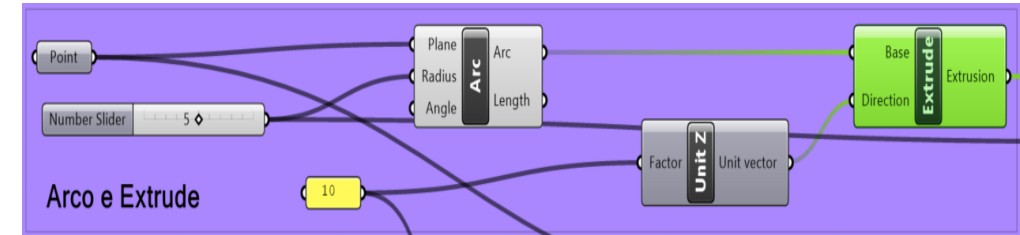
- Abóbada de Forno



Abóbada de Forno

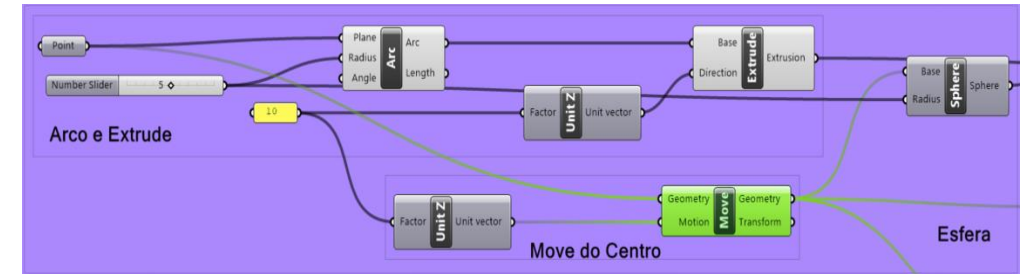
Arco e Extrude:

- Criamos “Point” e fazemos “Set one Point” ; Criamos um “Arc” e ligamos ao “Point”
- Fazemos um “Number Slider” com o Raio (5) que queremos para o “Arc” e ligamos
- Criamos um “Extrude” e um vetor em Z “Unit Z” ligado a um “Panel” com o valor que queremos subir a nossa abóbada e ligamos o “Unit Z” e o “Arc” ao “Extrude”



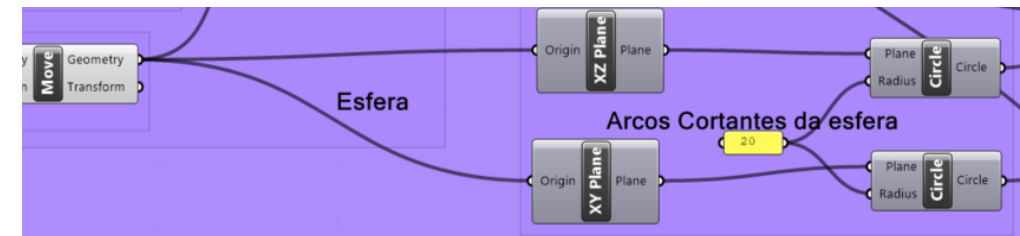
Move do Centro e Esfera:

- Fazer um “Move” e ligamos o “Point” inicial à entrada “Geometry”
- Fazemos um vetor em Z “Unit Z” ligado ao “Panel” da altura e ligamos ao “Motion” do “Move”
- Criamos agora a “Sphere” e ligamos a saída “Geometry” do “Move” à “Base” e o “Radius” ao “Number slider” com o raio do “Arc”



Arcos Cortantes da Esfera

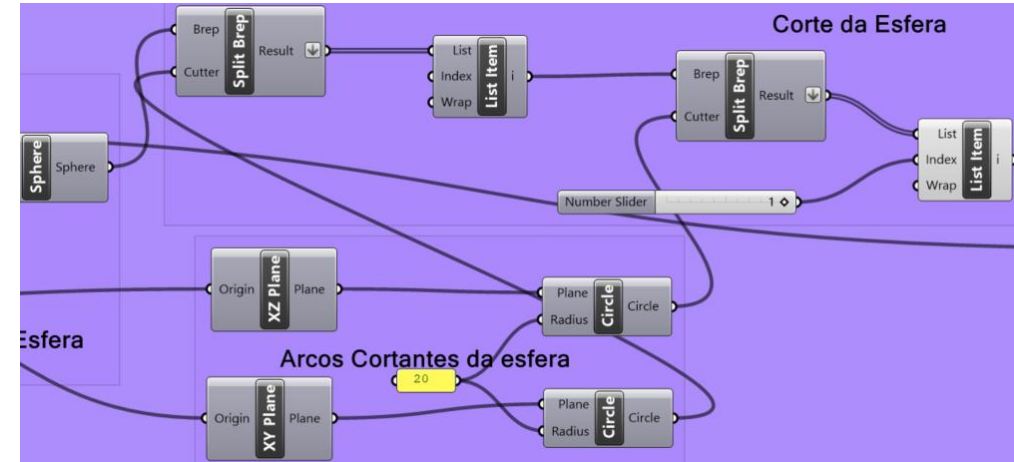
- Fazemos dois planos “XZ Plane” e “XY Plane” que vão ser os planos dos círculos para cortar a esfera e unimos ambas “Origin” à saída “Geometry” do “Move”
- Criamos dois “Circle” cada um ligado a um plano diferente e ligamos ambos a um “Panel” de raio suficiente para cortar a esfera (20 por exemplo)



Abóbada de Forno

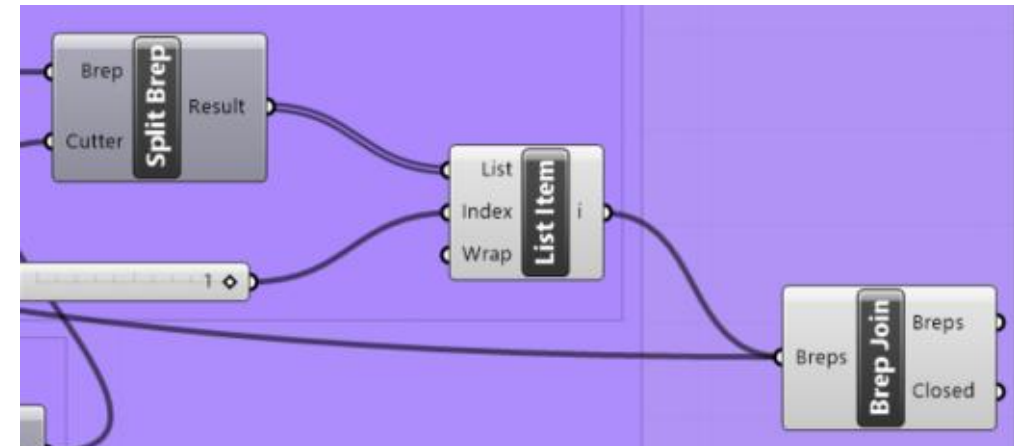
Corte da Esfera:

- Usamos o comando “Split Brep” ligando a “Sphere” à entrada “Brep” e o “Circle” do plano XY à entrada “Cutter” e ligamos a saída “Result” do “Split Brep” a um “List Item” para obtermos apenas a parte de cima da esfera
- Usamos outro “Split Brep” ligado ao “List item” (parte de cima da esfera) e ligado ao “Circle” do plano XZ
- Fazemos outro “List Item” e ligamos ao novo “Split Brep”
- Ligamos um number slider de 0 a 1 e ligamos ao List item para escolhermos a parte que queremos da esfera (neste caso é a parte da direita por isso deixamos o Number slider com 1)
- Usando agora o “Brep Join” ligamos o “List Item” (parte da direita) com o “Extrude”

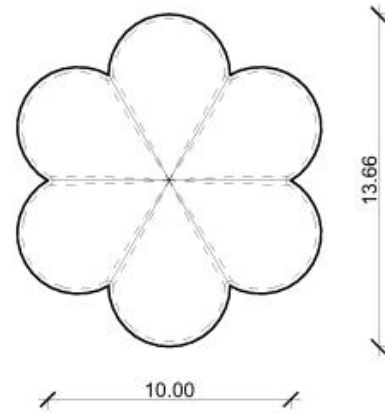


Brep Join:

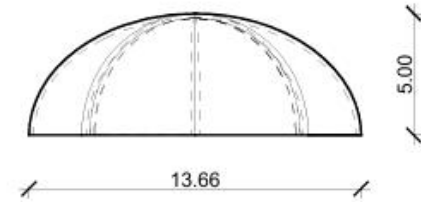
- Usando agora o “Brep Join” ligamos o “List Item” (parte da direita) com o “Extrude”
- Temos agora a abóbada feita e num so Perfil



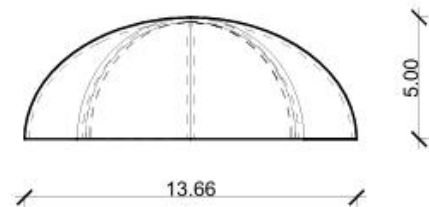
Abóbada Alveolada



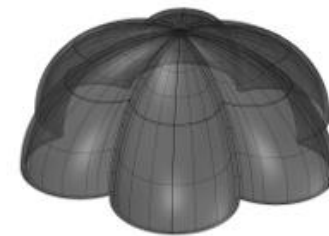
Planta de Cobertura Esc. 1:2



Alçado Frontal Esc. 1:2

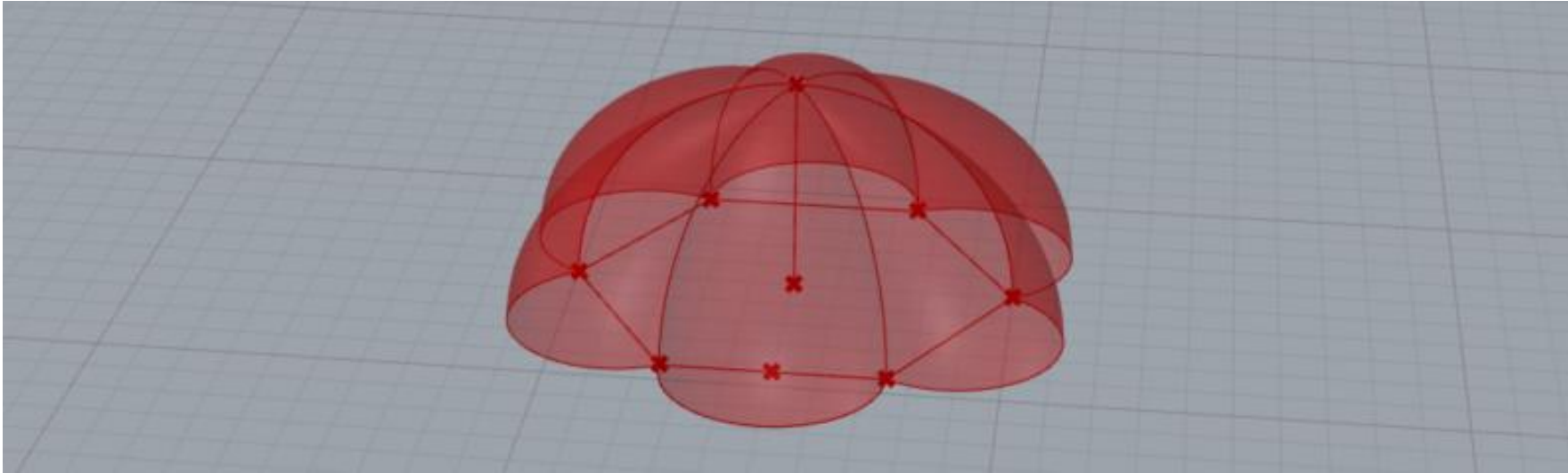
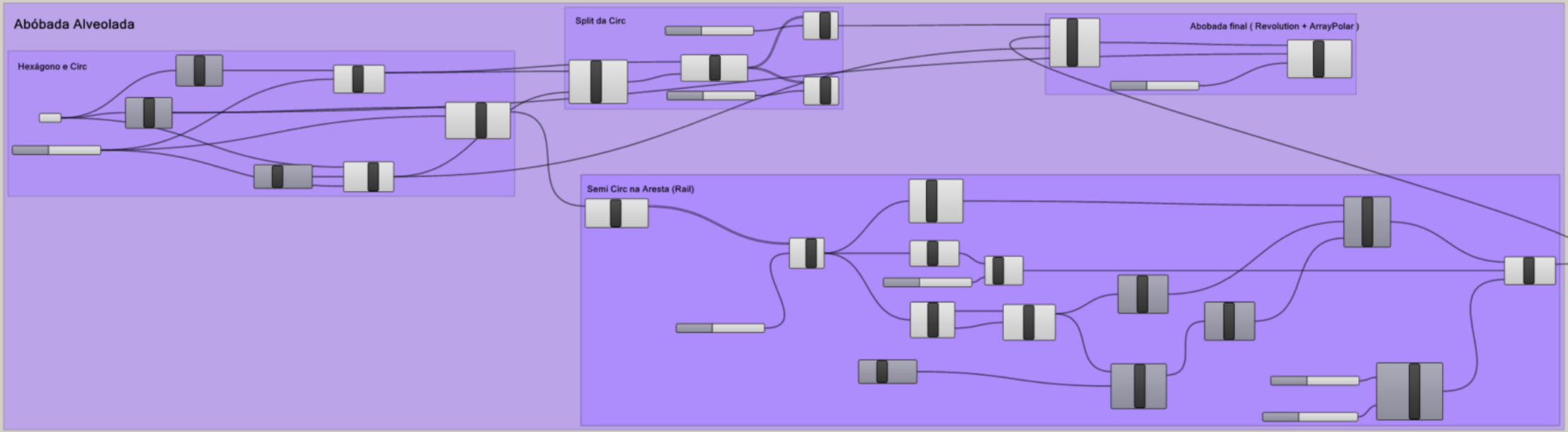


Alçado Lateral Esc. 1:2

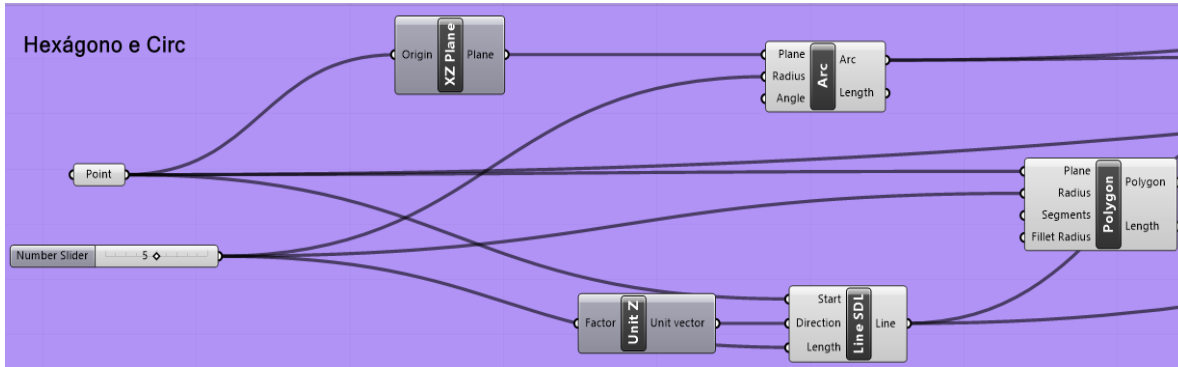


Perspectiva

- Abóbada Alveolada

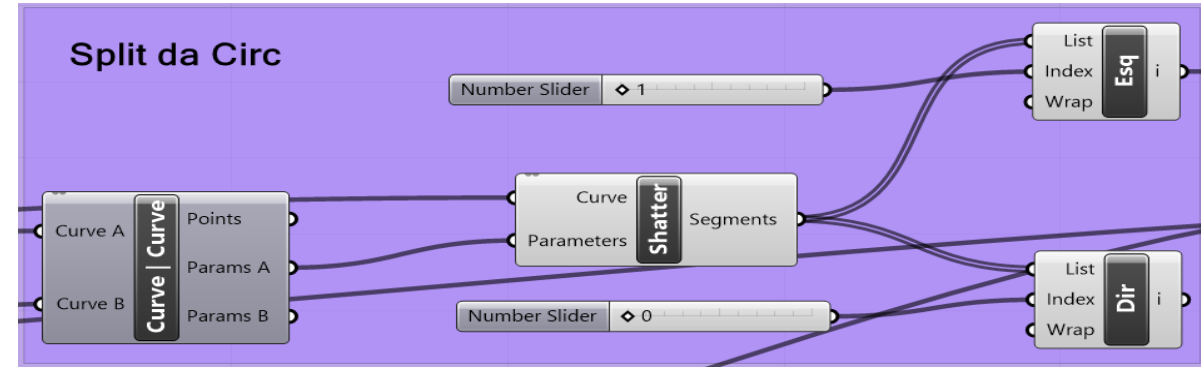
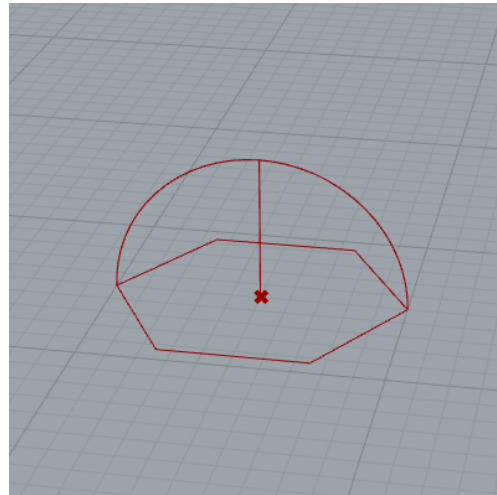


Abóbada Alveolada



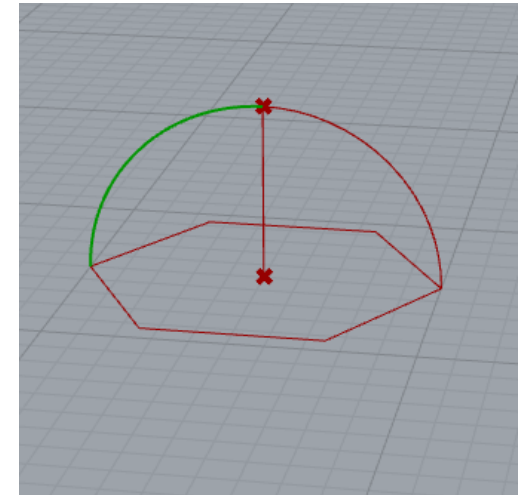
Hexágono e Arc:

- Escolhemos um ponto e fazemos um “Polygon” com a entrada “Plane” ligada a esse ponto e ligado pela entrada “Radius” a um “Number slider” com 5 unidades. Com o botão direito do rato em “Segments” escrevemos 6
- Fazemos um “XZ Plane” ligado ao ponto inicial; Ligamos esse XZ Plane a um “Arc” com “Radius” ligado ao “Number Slider” do raio do “Polygon”
- Criamos agora um vetor em Z “Unit Z” ligado ao “Number Slider” do raio do “Polygon” e uma “Line SDL” para fazer o eixo

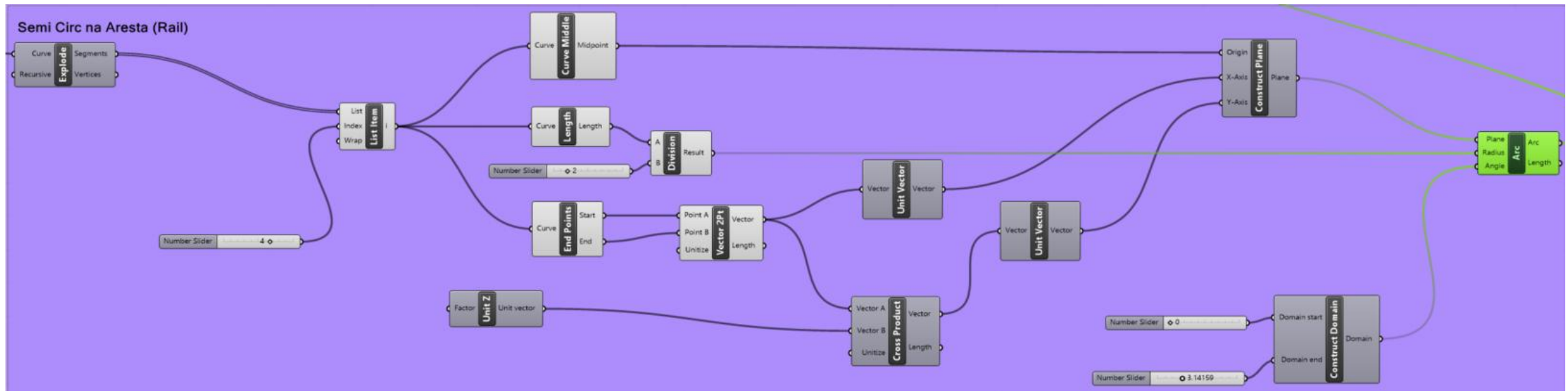


Split da Circunferência:

- Com o comando “Curve | Curve” fazemos a interseção entra a linha vertical e a semi circunferência
- Ligamos então o “Arc” e a “Line SDL”, respetivamente às entradas “A” e “B”, do “Curve | Curve”
- Usamos o “Shatter” com o “Params A” do “Curve | Curve” e o “Arc” como “Curve”
- Fazemos dois “List item” para ter ambas as partes direita e esquerda da semi circunferência

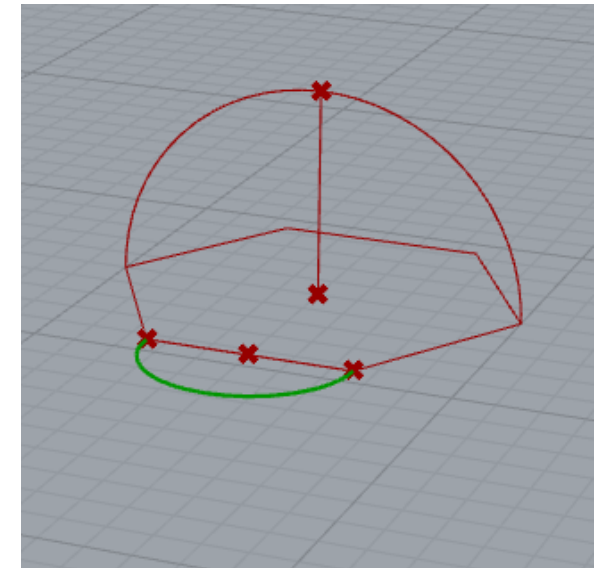


Abóbada Alveolada

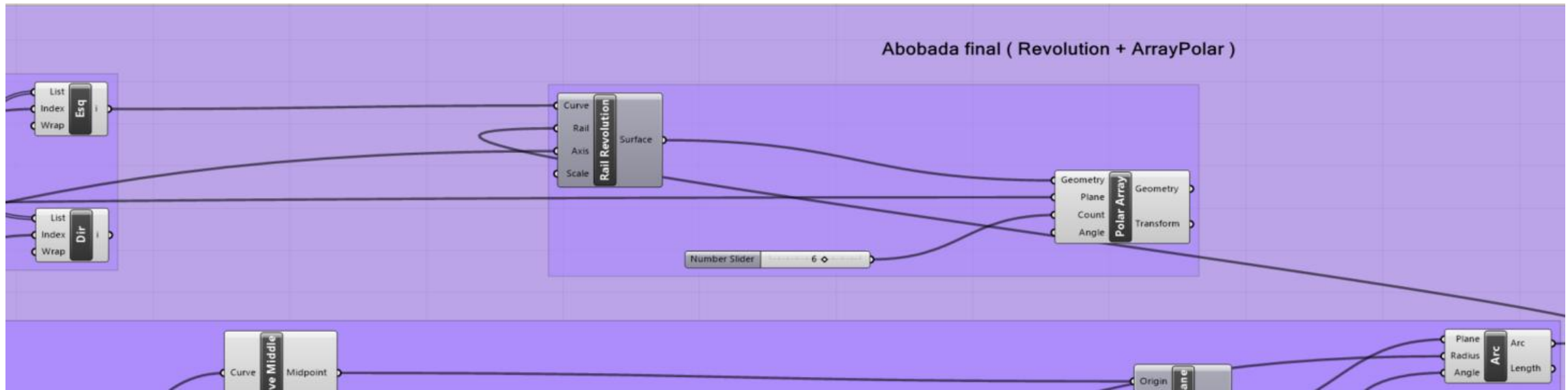


Semi Circunferencia na Aresta Lateral (Rail):

- Damos “Explode” do “Polygon” para ter as arestas separadas
- Fazemos o ponto médio da aresta “Curve Middle” como centro de construção e a metade do seu comprimento com “Length” e “Division” com “Number slider” de 2
- Fazemos um plano local perpendicular à aresta orientado para o exterior do polígono a partir dos vetores “Vector 2pt”, (2x)“Unit vector”, “Cross Product” e “Unit Z” e do “Midpoint”
- Usamos o comando “Construct Domain” para contruir um domínio de 180graus (semicircunferência)
- Criamos então um “Arc” e ligamos à entrada “Plane” o “Construct Plane”, à entrada “Radius” o resultado da “Division” e à entrada “Angle” o “Domain” do “Construct Domain” que são os 180 graus

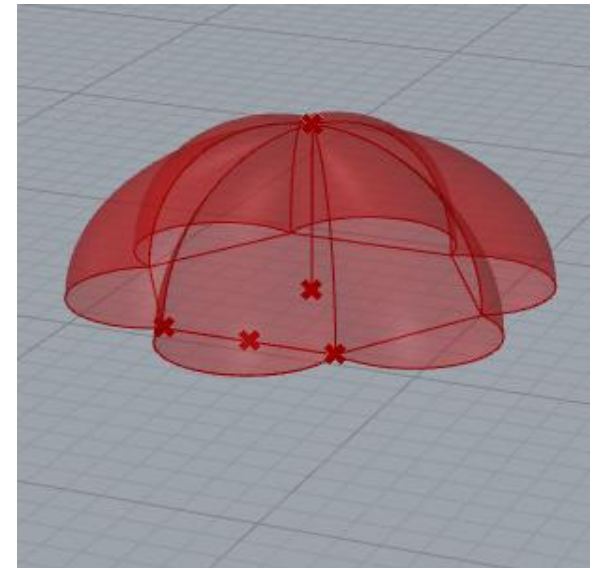


Abóbada Alveolada

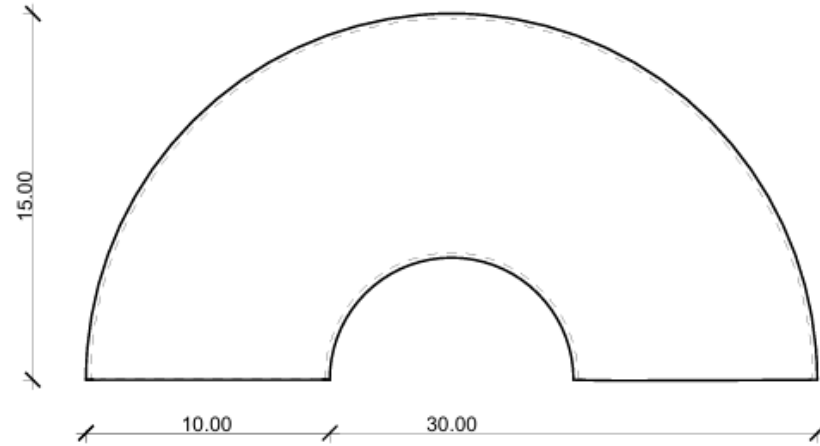


Revolution e ArrayPolar: Abóbada Final

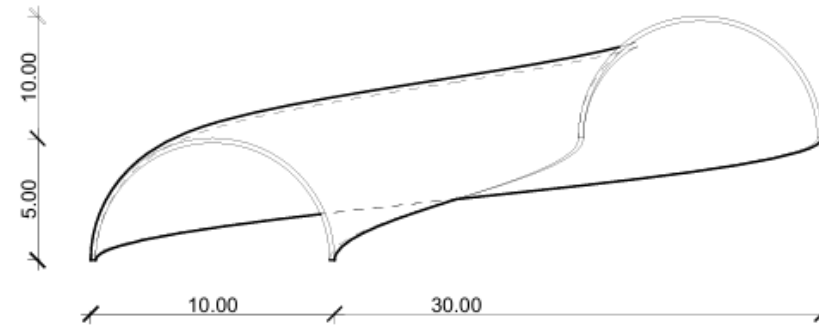
- Usamos o comando “Rail Revolution” ligado pela “Curve” à parte esquerda da semi circunferência “Lis Item” (Esq), à entrada “Rail” ligamos ao “Arc” (Semi circ na Aresta) e ao “Axis” ligamos à “Line SDL”
- Por último fazemos o comando “Polar Array” ligando a entrada “Geometry” à saída “Surface” do “Rail Revolution” , a entrada “Plane” ao “Point” inicial (Centro), criamos um “Number Slider” com 6 unidades (numero de arestas) e ligamos ao “Count”



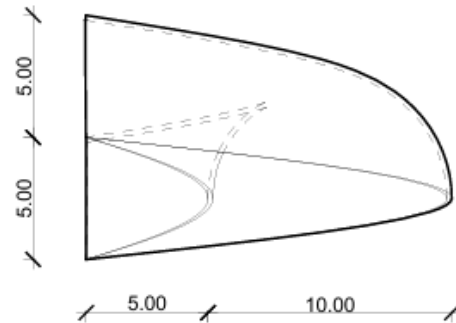
Abóbada Helicoidal



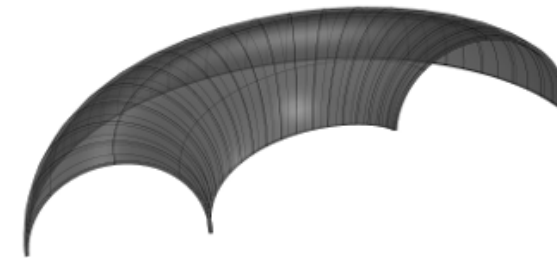
Planta de Cobertura Esc. 1:2



Alçado Frontal Esc. 1:2

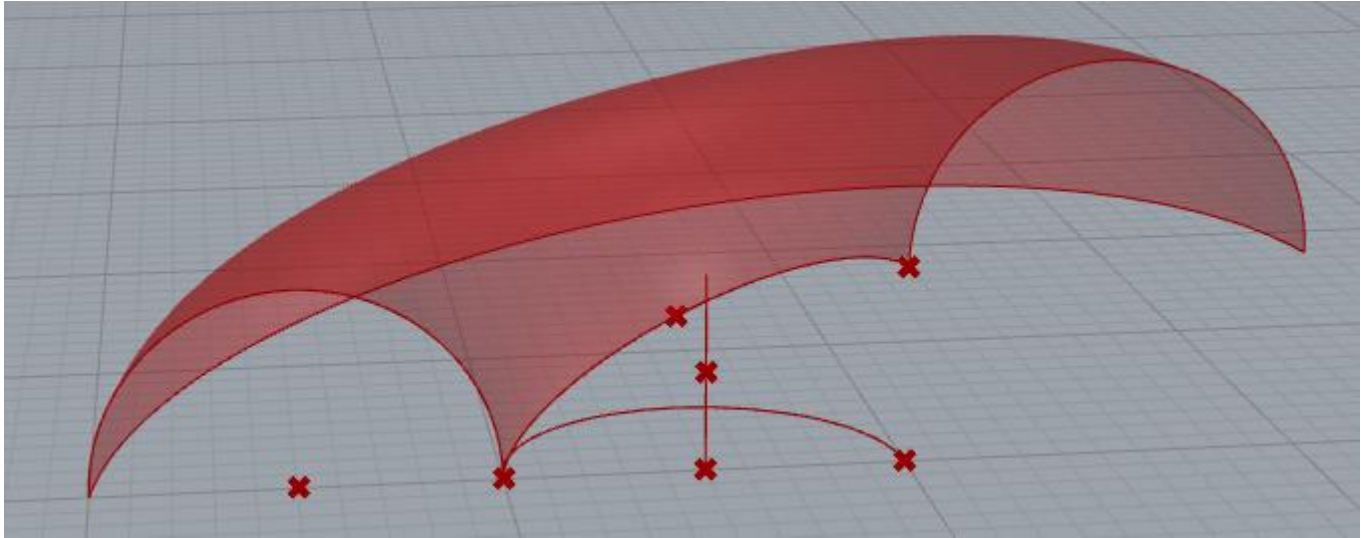
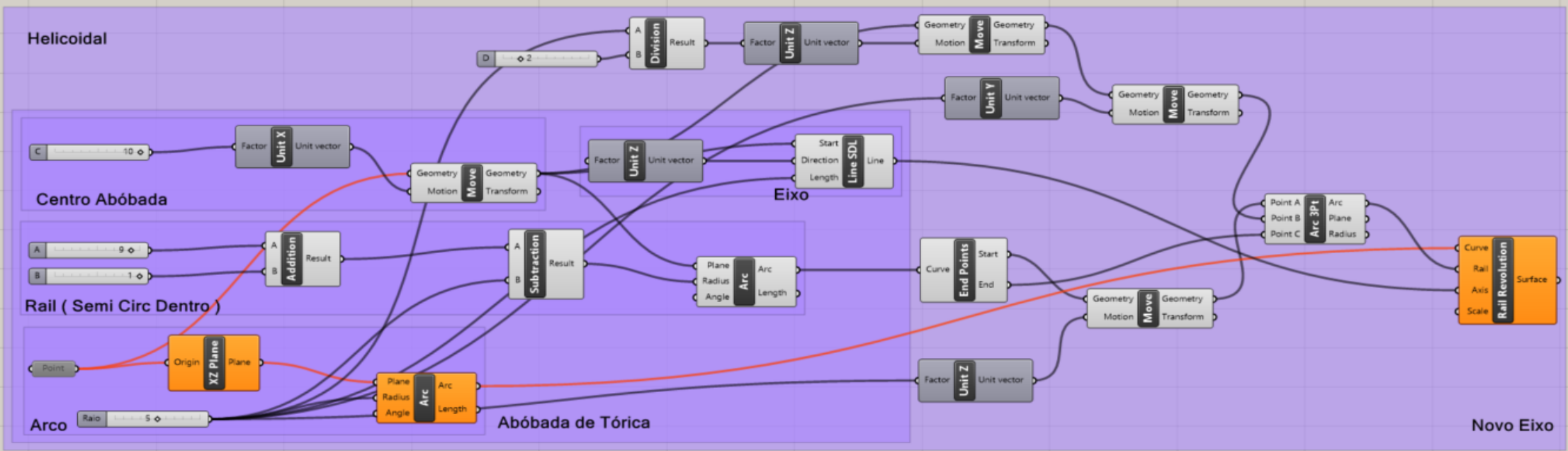


Alçado Lateral Esc. 1:2

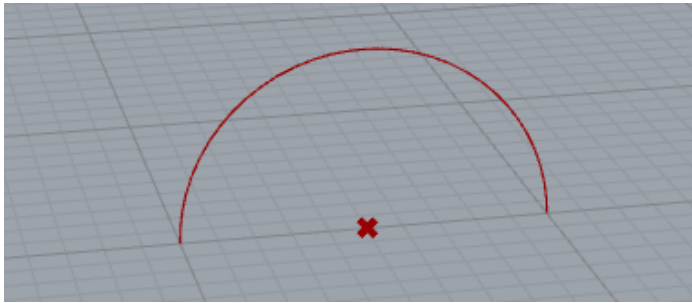
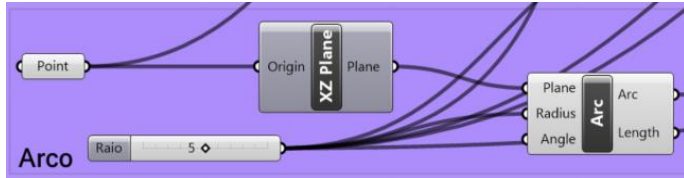


Perspectiva

- Abóbada Helicoidal

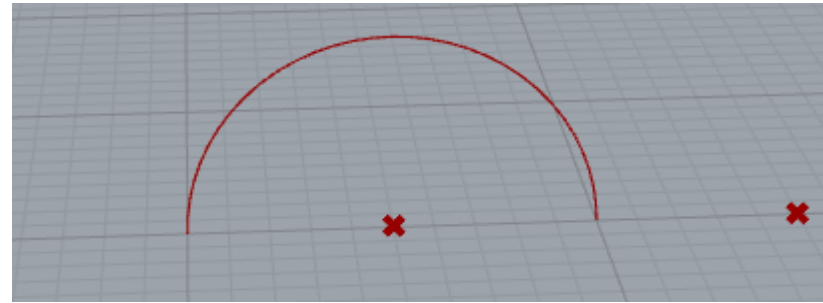
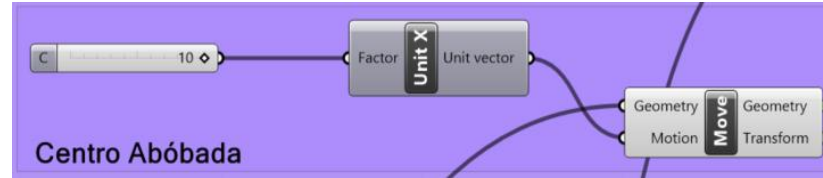


Abóbada Helicoidal



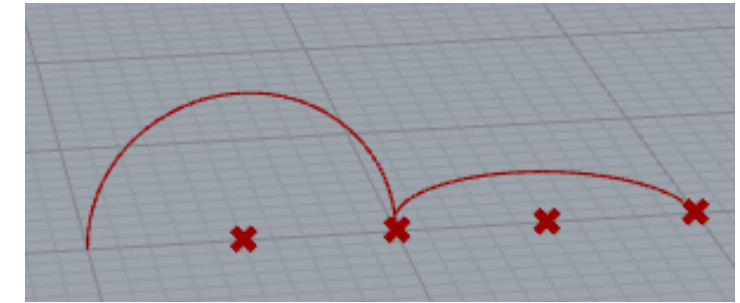
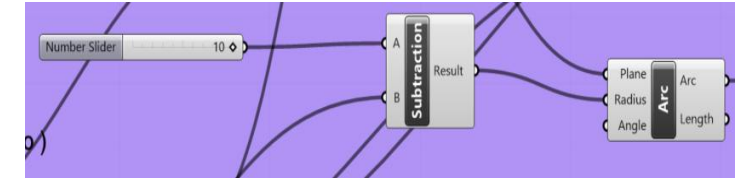
Arc:

- Escolhemos um ponto para o centro “Point” – “Set one point”
- Fazemos um plano em Z “XZ Plane” e ligamos a “Origin” ao “Point”
- Fazemos um “Arc” e ligamos ao “XZ Plane” e a um “Number slider” com o raio que queremos (Neste caso 5)



Move:

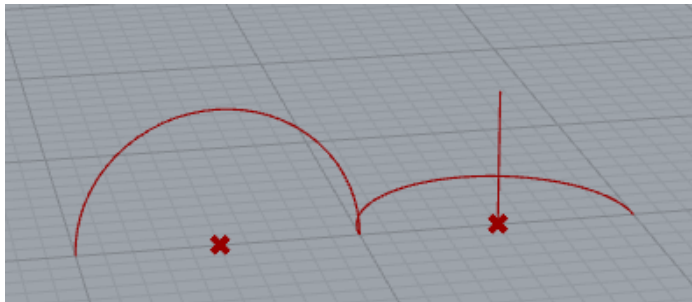
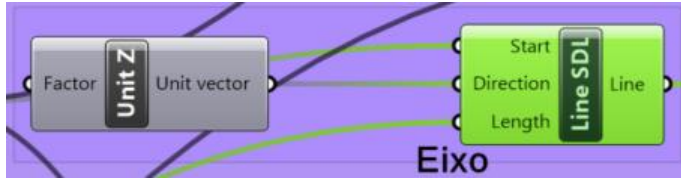
- Fazemos um “Move” e unimos a um vetor em x “Unit X” ligado a um “Number slider” com 10 unidades (2 x o Raio) para ser o centro da abóbada
- Ligamos o Point Inicial ao “Geometry” do “Move” para então obter o Ponto novo



Arc (Rail):

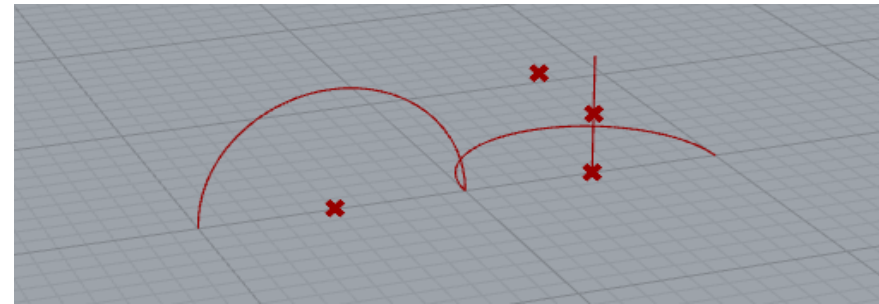
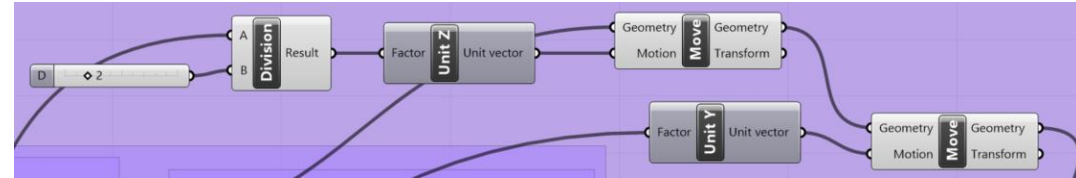
- Como na abóbada tórica para o Rail diminuir de tamanho quando aumentamos o raio do primeiro “Arc” precisamos de ter uma relação de subtração entre o raio e este novo arco
- Fazemos o comando “Subtraction” e ligamos à entrada “A” a distancia dos Centros que é 10 (fazemos um “Number Slider” com 10)
- Ligamos à entrada “B” o raio do primeiro “Arc” e fazemos um novo “Arc” (Rail de dentro) e ligamos o “Result” da “Subtraction” ao “Radius” do novo “Arc” e o “Plane” é a saída “Geometry” do “Move” anterior

Abóbada Helicoidal



Line SDL (Eixo):

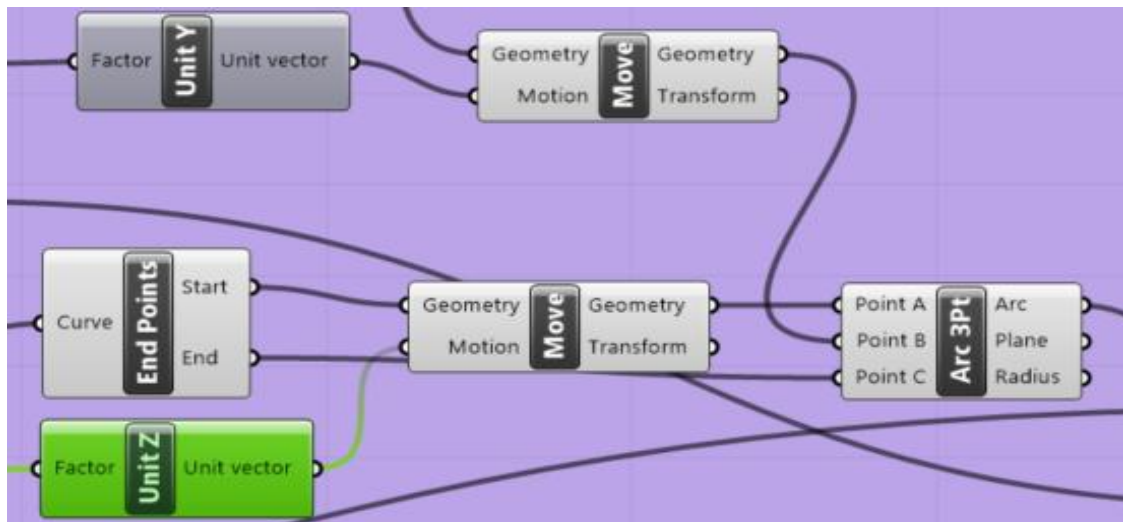
- Para fazer o eixo de rotação precisamos de um eixo vertical em Z
- Fazemos o comando “Line SDL” e ligamos o “Move” do “Point” ao “Start” e fazemos um vetor em z “Unit Z” para ligar à entrada “Direction” e unimos o “Number Slider” do Raio ao “Length”



Move:

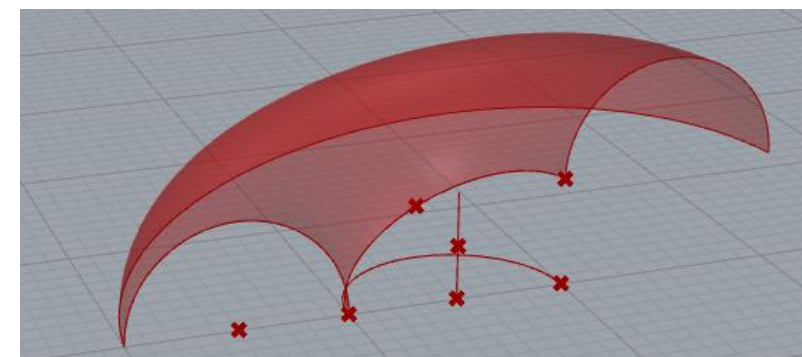
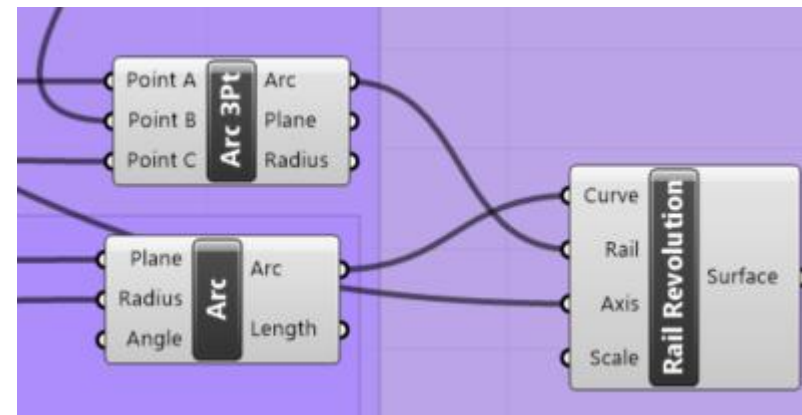
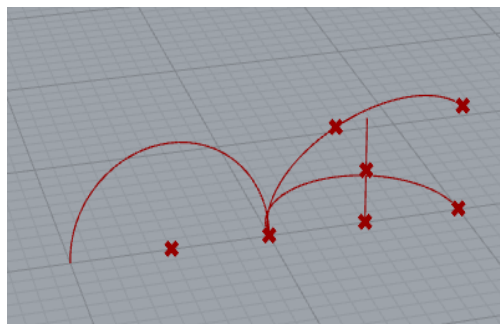
- Para fazermos a abóbada a subir vamos usar o comando “Arc3pt” mas precisamos dos 3 pontos primeiro por isso vamos usar os pontos que já temos para descobrir os outros pontos
- Fazemos a divisão do raio com o comando “Division” ligado a um “Number Slider” de 2 e ligado ao “Number slider” do raio
- Agora com isso fazemos “Move” com um vetor em Z “Unit Z” ligado ao “Result” da “Division”, e ligamos o ponto do meio da abóbada ao “Geometry” do “Move”
- Agora sabemos que o arco é feito num plano oblíquo que passa pelo ponto do meio do rail à meia distancia do raio por isso vamos fazer “Move” desse Ponto a 2.5 de altura em Z (Move que fizemos agora” e vamos adicionar em Y o Raio, ou seja, fazemos um “Move” e ao Geometry” ligamos o “Geometry” do “Move” que fizemos no terceiro ponto
- Ligamos um Vetor em y “Unit Y” ligado ao “Number slider” do raio e ligamos ao novo “Move” do quarto ponto
- Dando-nos assim o ponto a 2.5 de altura em Z que o arco passa

Abóbada Helicoidal



Move e encontrar os pontos:

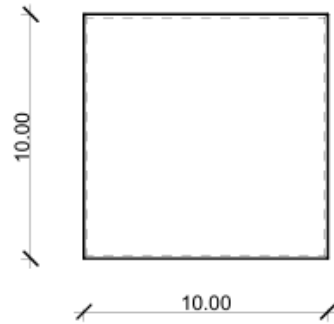
- Sabemos que o ponto passa no ponto de 2.5 de altura em z e também sabemos que o arco passa em $z=0$ no primeiro ponto do arco deitado e em $z=5$ no ultimo ponto do arco deitado
- Por isso fazemos “End Points” para termos ambos os ponto e damos “Move” do ponto da direita em Z 5 unidades para cima
- Fazemos por último “Arc 3Pt” e unimos os 3 pontos que formam o arco



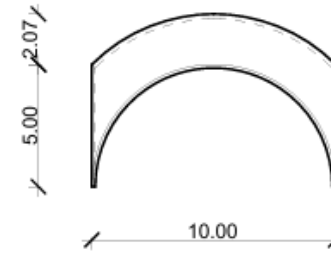
Rail Revolution:

- “Rail Revolution” ligando à entrada “Curve” o primeiro “Arc” que fizemos
- Ligamos ao “Rail” o “Arc 3Pt” que fizemos no passo anterior e por último como “Axis” ligamos à “Line SDL”

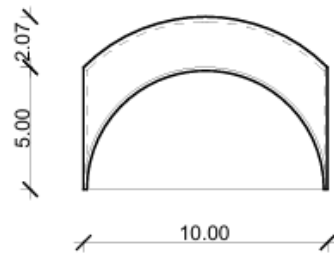
Abóbada de Vela



Planta de Cobertura Esc. 1:2



Alçado Frontal Esc. 1:2

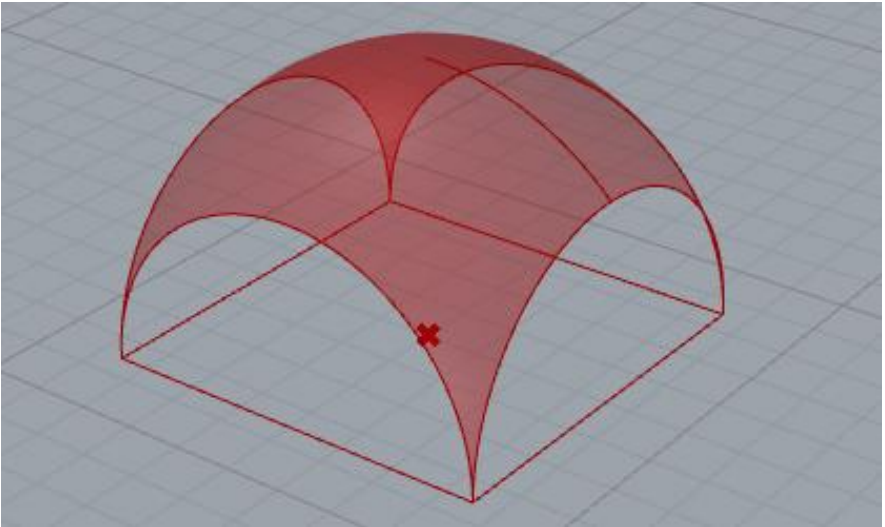
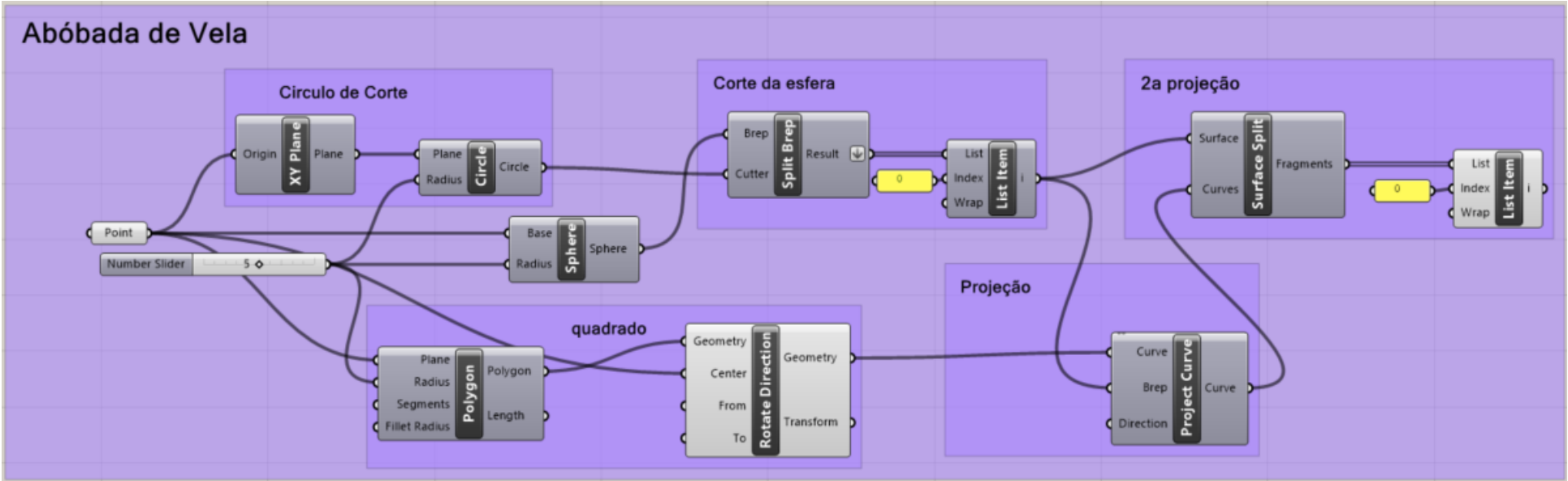


Alçado Lateral Esc. 1:2

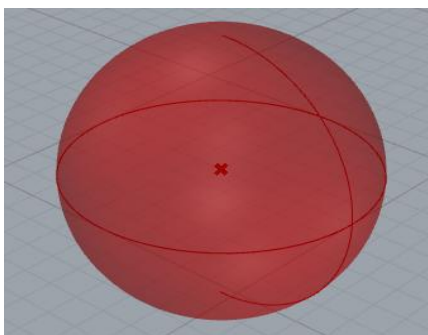
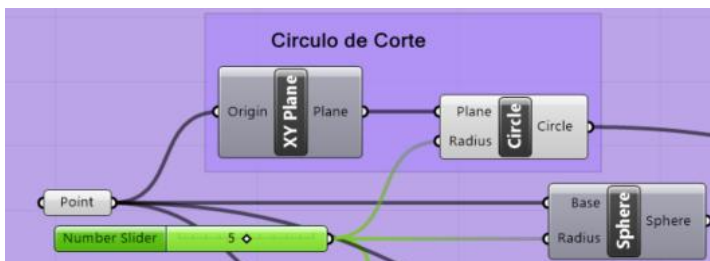


Perspectiva

- Abóbada de Vela

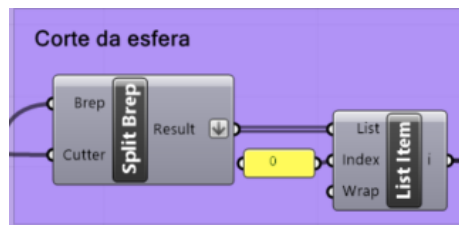


Abóbada de Vela



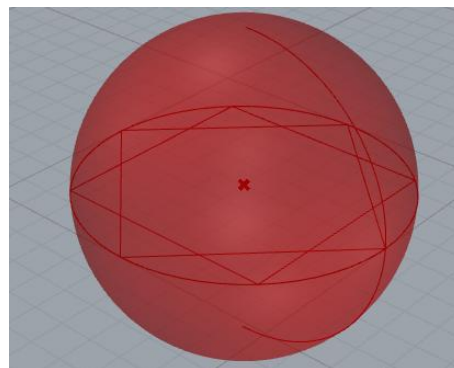
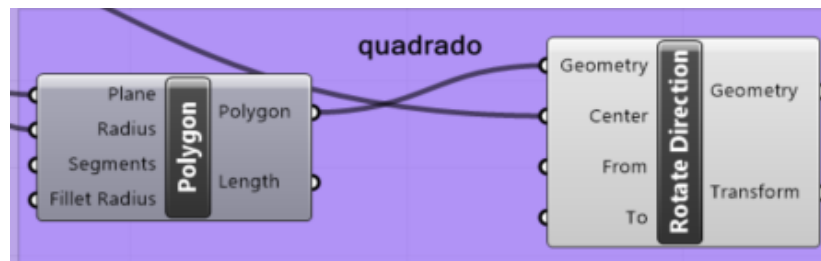
Circulo de Corte e Esfera:

- Fazemos um “Point”, um “Circle” e uma “Sphere” ambas com raio igual de 5 (neste caso)



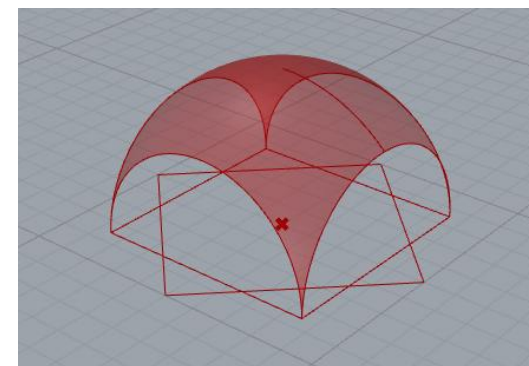
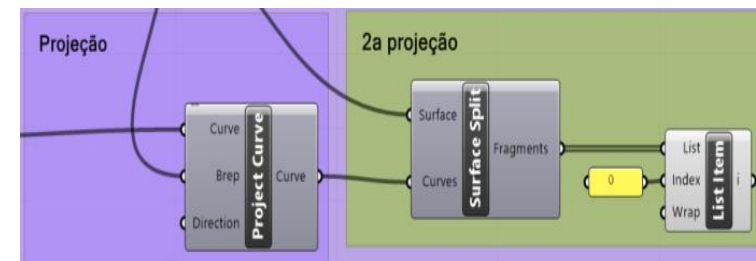
Corte da Esfera:

- Usar “Split Brep” escolhendo como “Brep” a “Sphere” e “Cutter” o “Circle” e ligar a um “List item” para termos a parte da “Shpere” que queremos



Quadrado e Rotate do Quadrado:

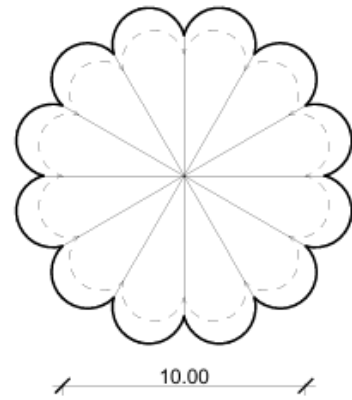
- Fazemos um “Polygon” no mesmo “Point” e “Radius” que a “Sphere”
- Usar “Rotate Direction” com “Geometry” ligado ao “Polygon” e escolher os vetores manualmente no rhino



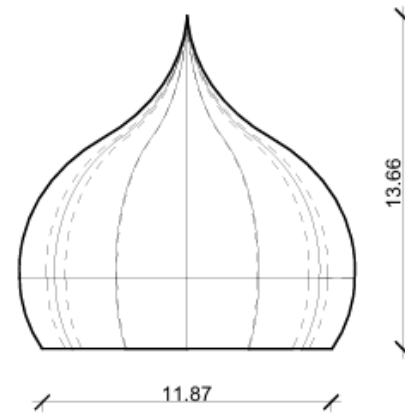
Projeção e Segunda Projeção:

- Fazer “Project Curves” ligado ao “Rotate Direction” e em “Brep” ligamos ao “List Item” do corte
- Para fazer a segunda projeção usamos o comando “Surface Split” ligado à “Curve” do “Project Curve” e ligado ao “List Item” do corte
- Ligamos o “Fragment” a um List item para podermos escolher a vela de cima ligando a um “Panel” de 0

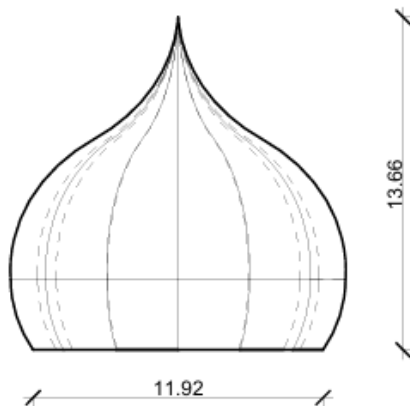
Abóbada Alveolada de Bolbo



Planta de Cobertura Esc.1:2



Alçado Frontal Esc.1:2

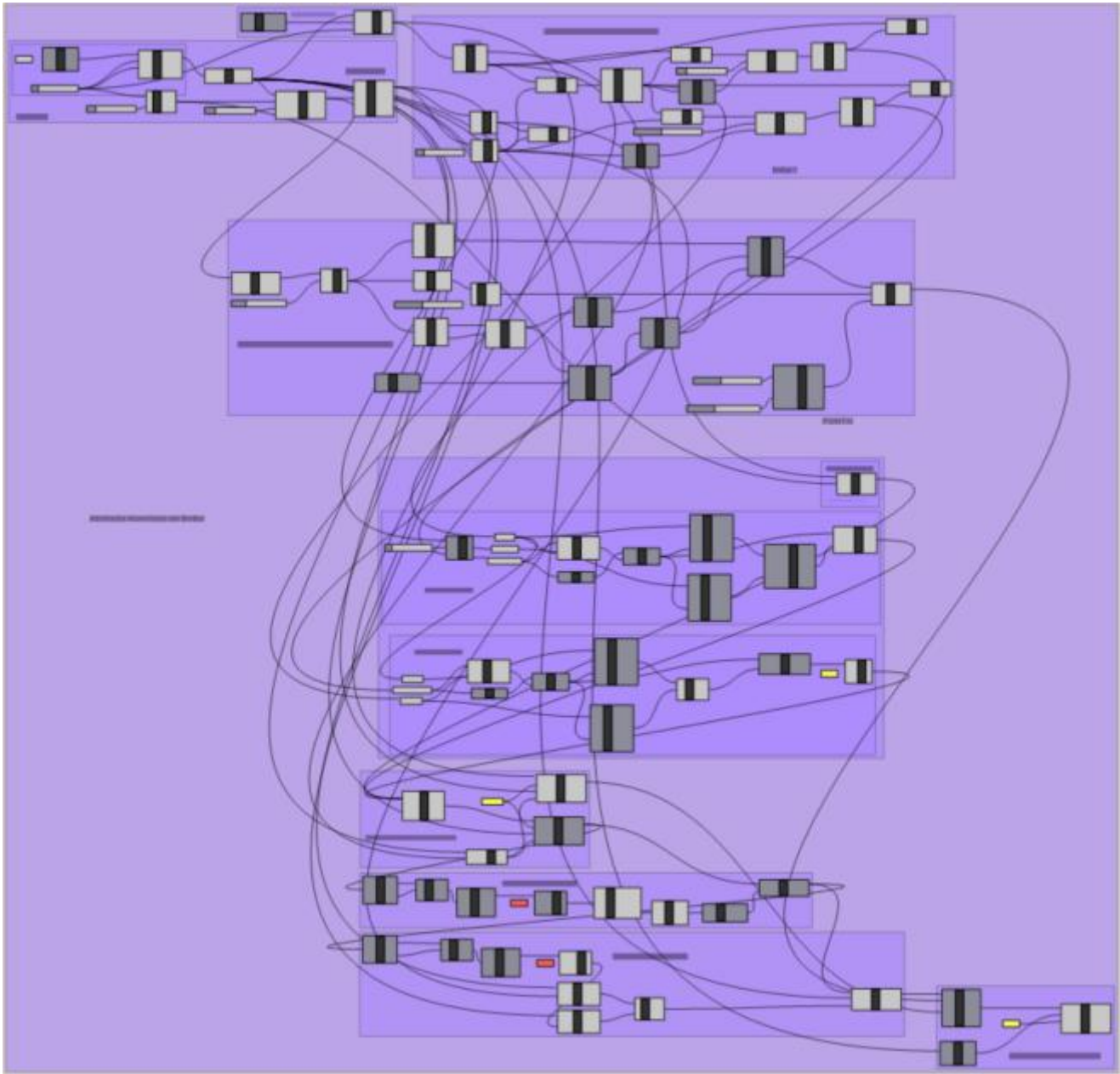
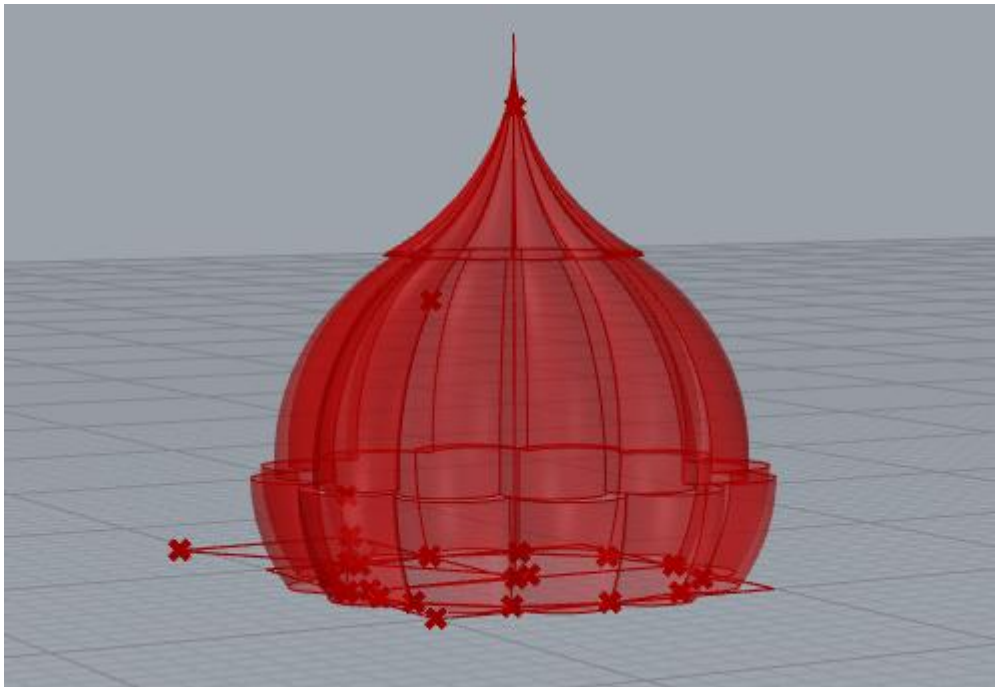


Alçado Lateral Esc.1:2



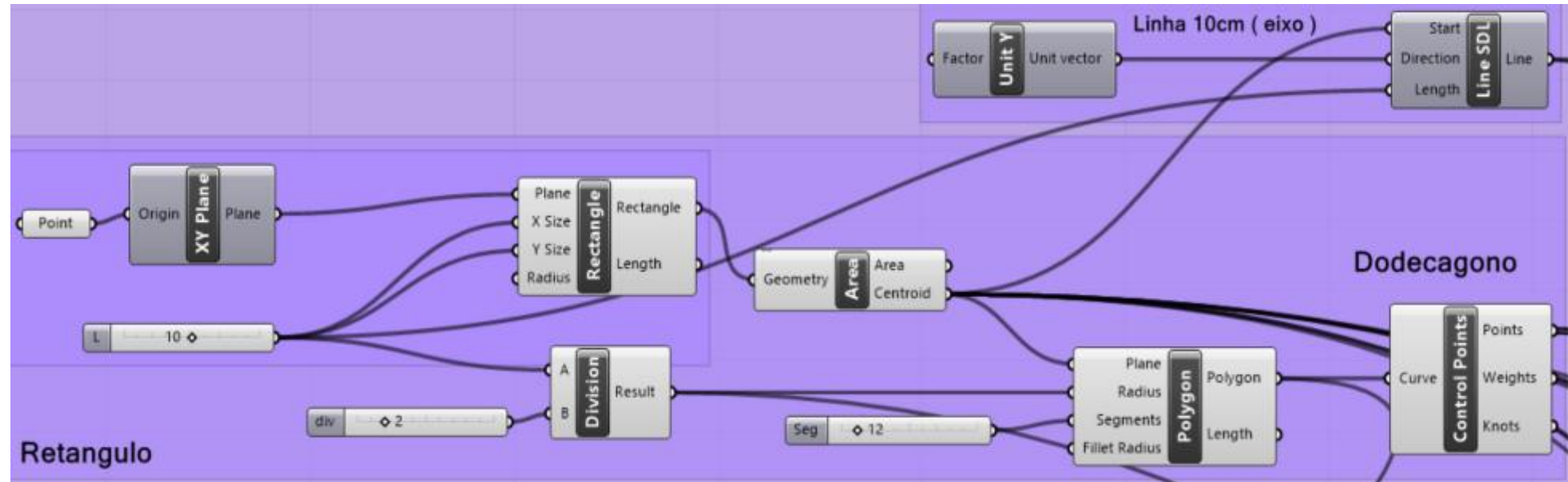
Perspectiva

- Abóbada Alveolada de Bolbo

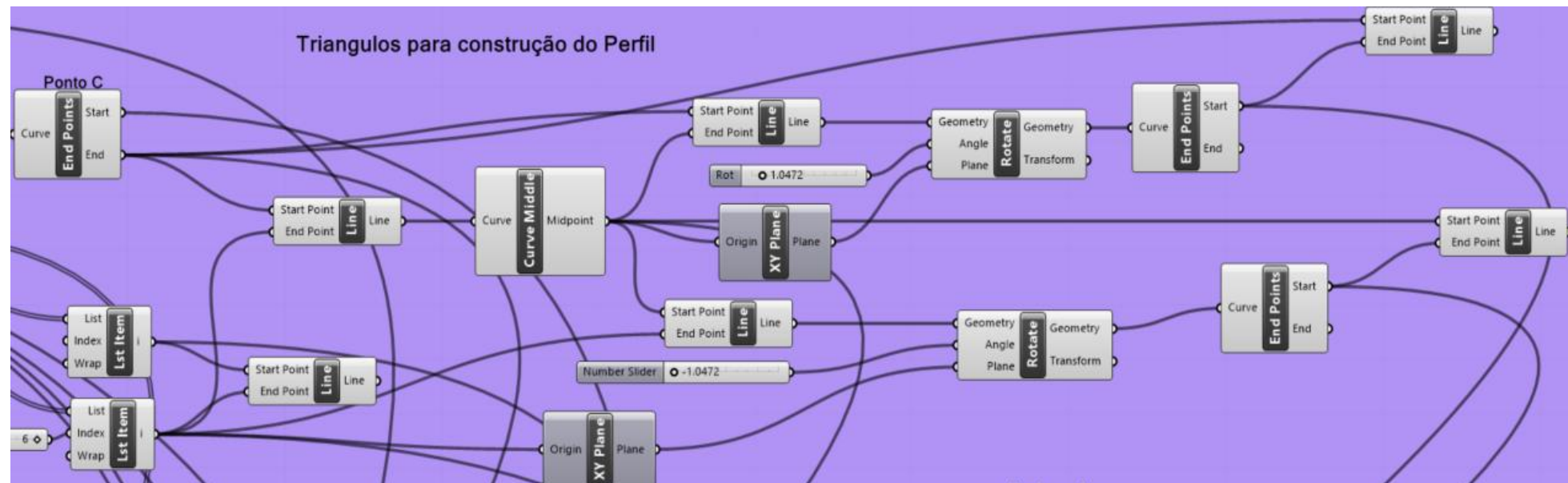


Abóbada Alveolada

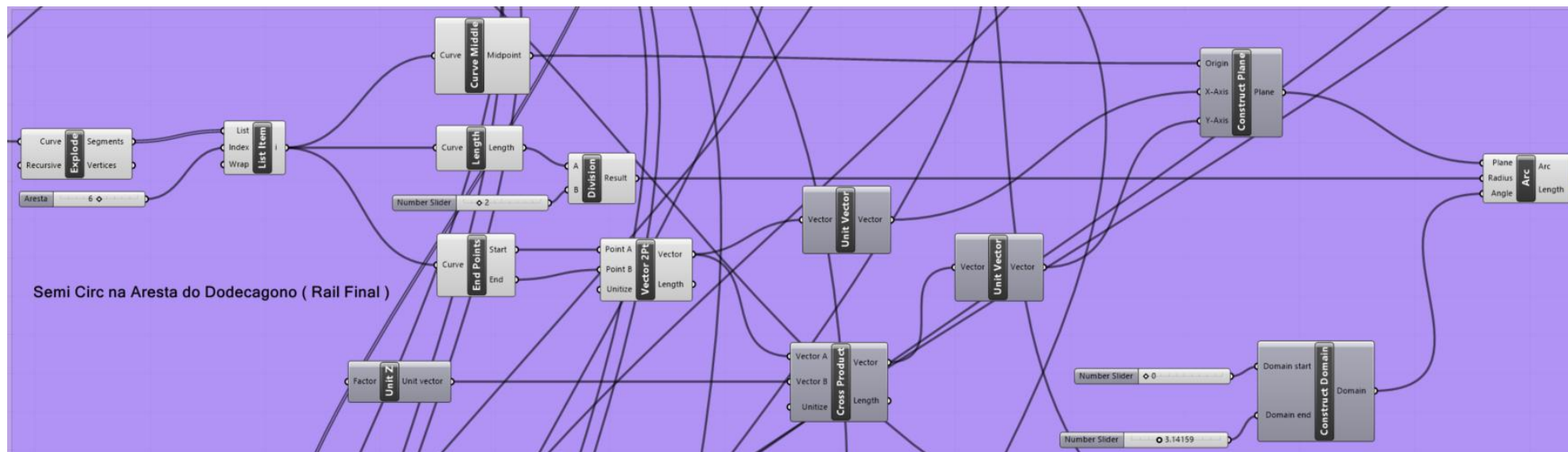
1



2

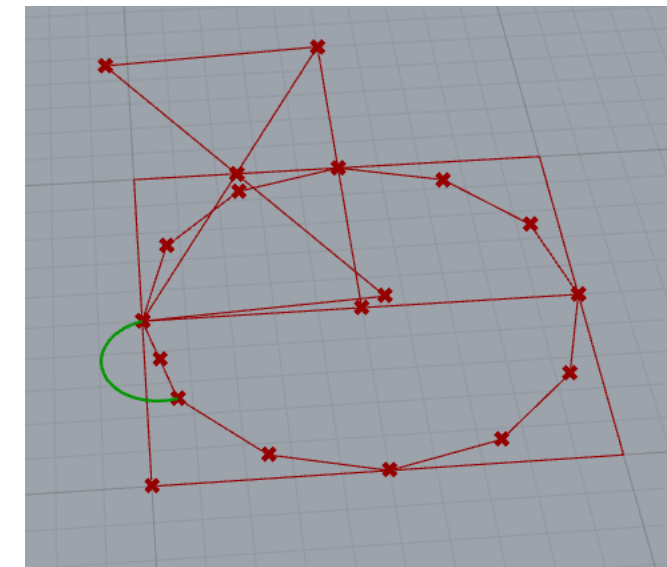


Abóbada Alveolada de Bolbo

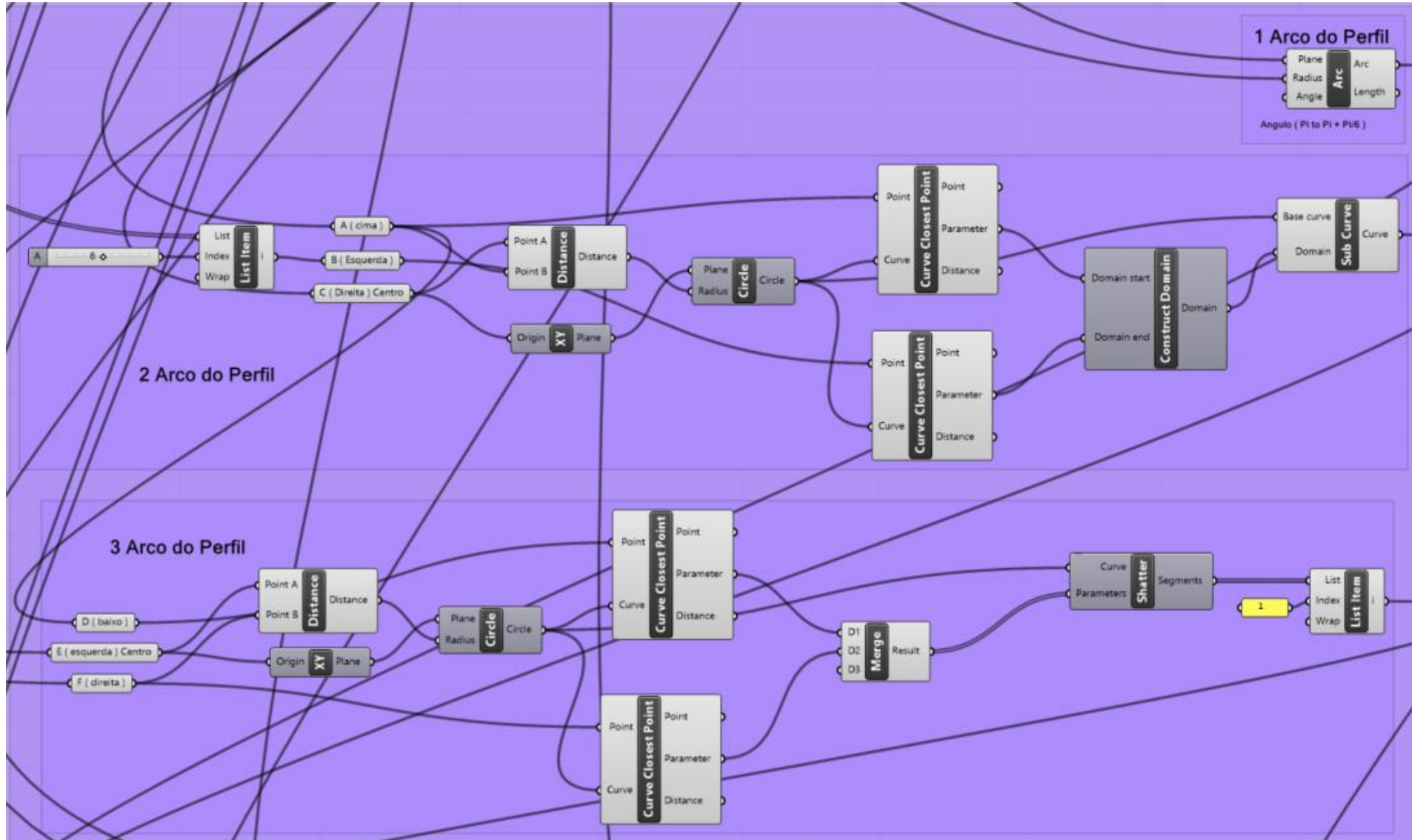


Semi Circunferencia na Aresta Lateral (Rail):

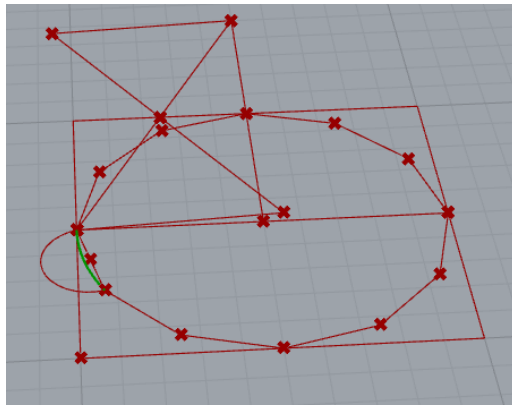
- Damos “Explode” do “Polygon” para ter as arestas separadas
- Fazemos o ponto médio da aresta “Curve Middle” como centro de construção e a metade do seu comprimento com “Length” e “Division” com “Number slider” de 2
- Fazemos um plano local perpendicular à aresta orientado para o exterior do polígono a partir dos vetores “Vector 2pt”, (2x)“Unit vector”, “Cross Product” e “Unit Z” e do “Midpoint”
- Usamos o comando “Construct Domain” para contruir um domínio de 180graus (semicircunferência)
- Criamos então um “Arc” e ligamos à entrada “Plane” o “Construct Plane”, à entrada “Radius” o resultado da “Division” e à entrada “Angle” o “Domain” do “Construct Domain” que são os 180 graus



Abóbada Alveolada de Bolbo

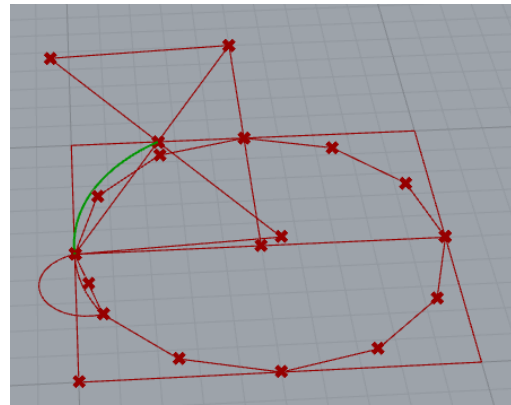
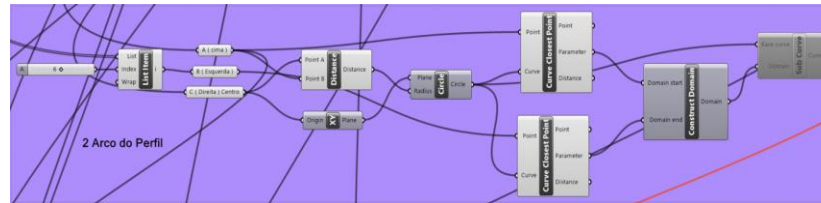


Abóbada Alveolada de Bolbo



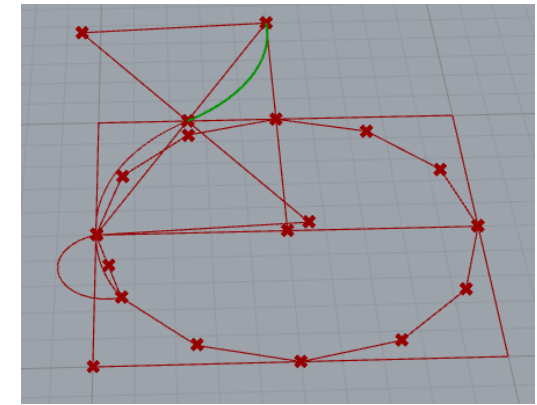
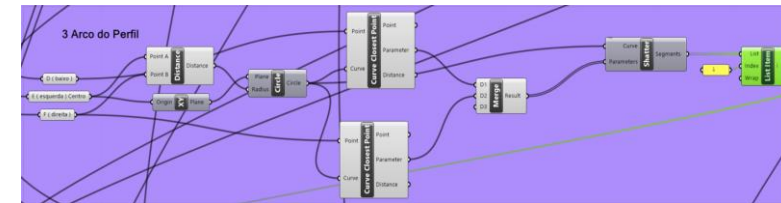
Arco 1:

- Para o primeiro Arco do Perfil é apenas jogar com os ângulos, fazemos “Arc” e ligamos o “Radius” ao “Number panel” do raio do dodecágono e o “Plane” ligamos ao ponto do centro “Centroid”
- Com o botão direito no rato em “Angle” clicamos em “Set Domain” e escrevemos “Pi to Pi + Pi/6” pois cada aresta do dodecágono é de 30 graus em 30 graus



Arco 2:

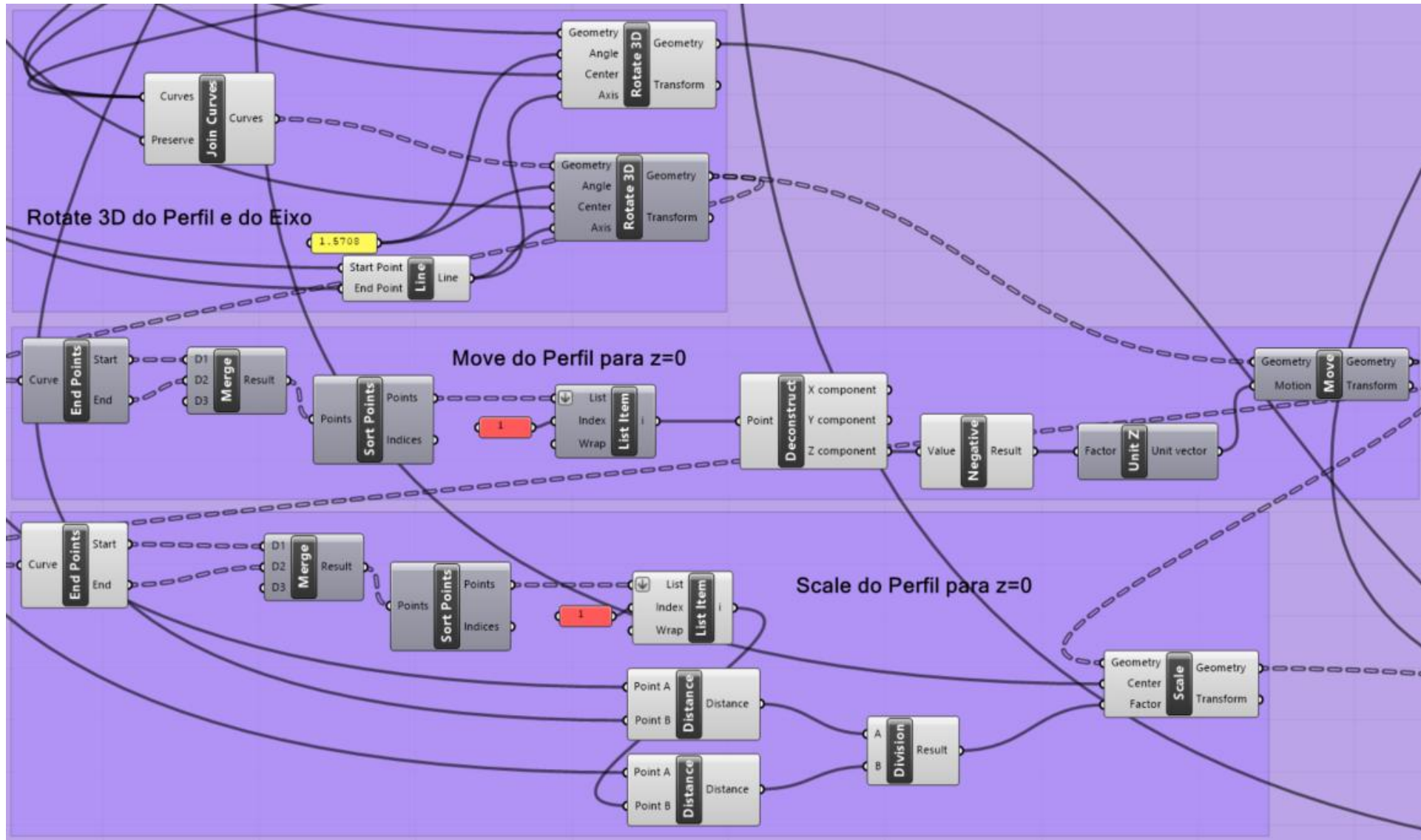
- Fazemos “Point” para os 3 pontos para podermos fazer tudo organizado e seguido
- Calculamos a distância entre A e B com “Distance”, criamos um “Circle” e unimos a saída “Result” de “Distance” à entrada “Radius” de “Circle” com um “XY Plane” com “Origin” no ponto C, ponto do eixo de rotação
- Projetamos os pontos A e B sobre a curva com “Curve Closest Point” obtendo os parâmetros de corte
- Fazemos “Construct Domain” entre os dois “Parameter” criados e fazemos um “Sub Curve” com “Base Curve” ligado ao “Circle” e o “Domain” ligado ao “Domain” do “Construct Domain”



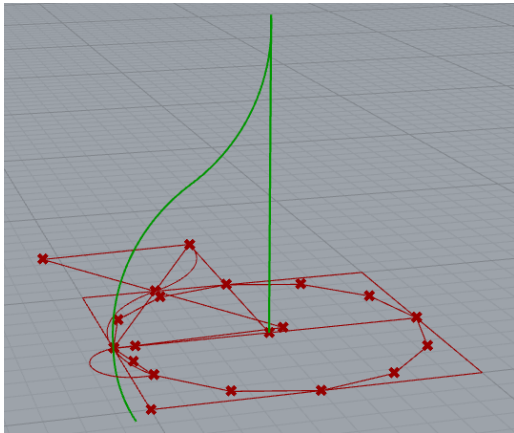
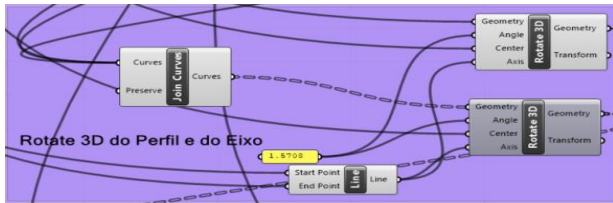
Arco 2:

- Fazemos “Point” para os 3 pontos para podermos fazer tudo organizado e seguido
- Calculamos a distância entre D e E com “Distance”, criamos um “Circle” e unimos a saída “Result” de “Distance” à entrada “Radius” de “Circle” com um “XY Plane” com “Origin” no ponto F, ponto do eixo de rotação
- Projetamos os pontos D e E sobre a curva com “Curve Closest Point” obtendo os parâmetros de corte
- Unimos ambos o “Parameter” a um “Merge” e com “Shatter” ligado ao “Circle” e ao “Merge” utilizamos um “List item” para obtermos o Arco que queremos

Abóbada Alveolada de Bolbo

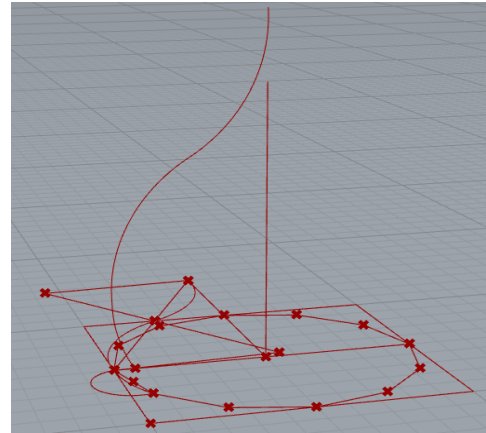


Abóbada Alveolada de Bolbo



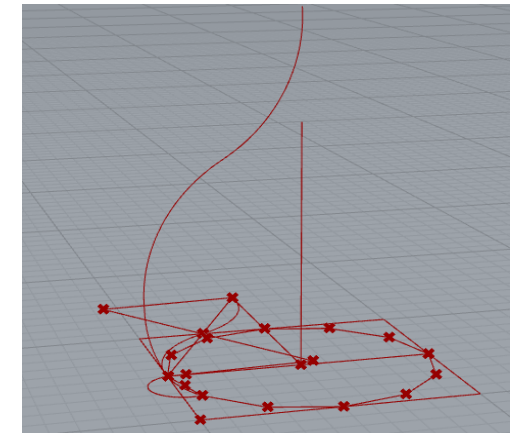
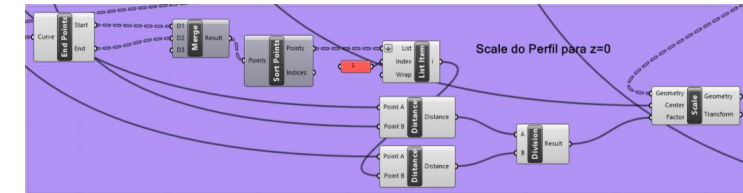
Rotate3D:

- Juntamos os 3 arcos num só com "Join Curves"
- Fazemos uma "Line" horizontal do centro para a direita para ser o nosso "Axis"
- Fazemos dois rotates porque precisamos que sejam curvas individuais
- Com o comando "Rotate 3D" escolhemos as geometrias e o "Axis" que foi a linha que acabámos de criar
- Fazemos um "Panel" com 1.5708 rad para ser os 90 graus e ligamos a "Angle"



Move para z=0:

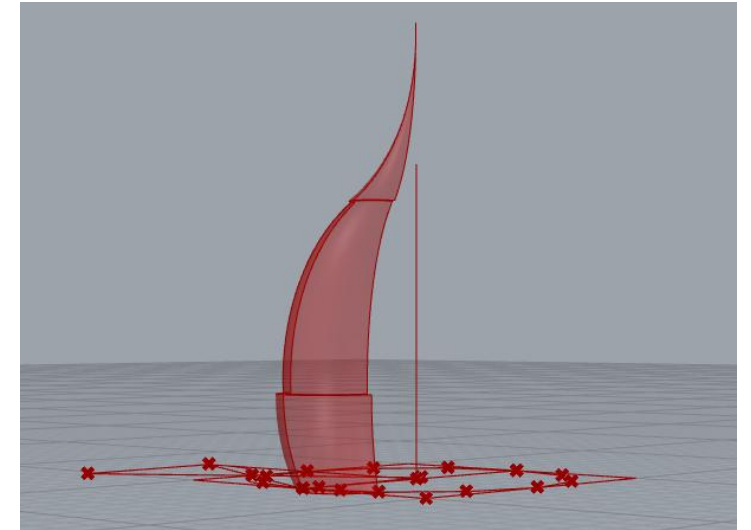
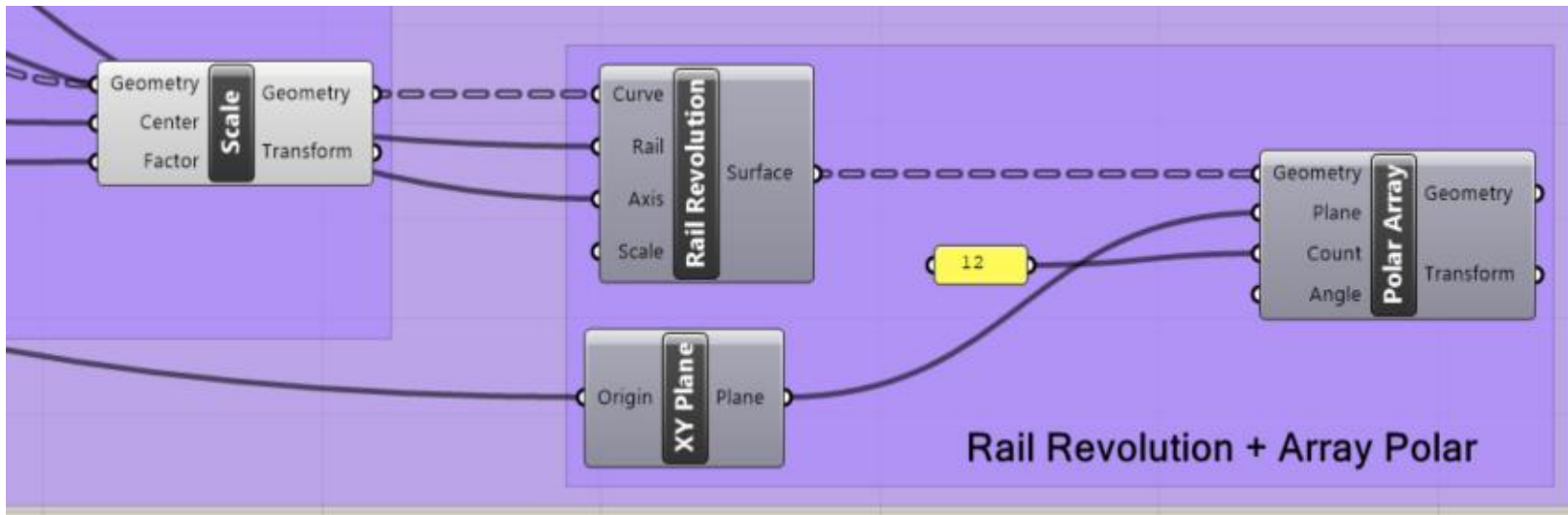
- Extraímos os pontos do "Rotate3D" com "End Points" e juntamos com "Merge" e ordenamos com um "List item" ligado a um "Panel" para termos o ponto que queremos que é o ponto mais baixo
- Decompomos o ponto do "List item" com "Deconstruct" e adicionamos um Vektor z "Unit Z" com o valor de z mas Negativo com "Negative" assim ele fica a z=0
- Fazemos um "Move" da Geometria do "Rotate3D" do perfil e usamos esse vetor que criámos como "Motion"



Scale:

- Extraímos os pontos do perfil e juntamos e organizamos de novo da mesma maneira que antes
- Calculamos duas distâncias a partir do centro do dodecágono, uma até o ponto seleccionado e outra até ao ponto de referência
- Dividimos usando "Divide" para obter o fator de escala
- Aplicamos "Scale" ao Perfil a partir do centro com o "Factor" o "Result" da "Division"

Abóbada Alveolada de Bolbo



Rail Revolution e Array Polar:

- Fazemos “Rail Revolution” com “Curve” ligada ao “Geometry” do “Scale”, o “Rail” ligado ao “Arc” que fizemos na aresta do dodecágono, e o “Axis” a linha vertical que demos rotate 3d, ou seja, a saída “Geometry” do “Rotate 3D”
- Criamos um “ArrayPolar” com a “Geometry” ligada ao “Surface” do “Rail Revolve”, o “Plane” ligado a um “XY Plane” ligado ao centro do dodecágono e o “Count” ligado a um “Panel” com 12 unidade porque são 12 Arestas

