

Modelação Geométrica e Generativa



20241140

MANUEL GUIMARÃES



ÍNDICE

1. Sólidos Platónicos (4-49)

- 1.1- Hexaedro
- 1.2- Tetraedro
- 1.3- Dodecaedro
- 1.4- Octaedro
- 1.5- Icosaedro

2. Sólidos de Arquimedes e Duais(50-57)

- 2.1.- Cubo Truncado
- 2.2.- Dual de cubo truncado
- 2.3.- Dual de dodecaedro truncado

3. Make 2D e Layout (58 – 63)

- 3.1- Make 2D
- 3.2.- Layouts

TRABALHO 1 – SÓLIDOS DE ARQUIMEDES (63 – 102)

4. Abóbodas (103- 143)

- 4.1.- Abóboda de Berço
- 4.2.- Abóboda Abatida
- 4.3.- Abóboda Ogival
- 4.4.- Abóboda de Cisterna
- 4.5.- Luneta cilíndrica
- 4.6.- Luneta Esférica
- 4.7.- Luneta Cónica

5. Abóbodas continuação (144-199)

- 5.1. Abóboda Tórica
- 5.2. Abóboda Helicoidal
- 5.3. Abóboda Saint Gilles
- 5.4. Abóboda De Vela
- 5.5.Abóboda De Vela Alongada
- 5.6. Abóboda Alveolada
- 5.7.Abóboda Alveolada de Bolbo

TRABALHO 2 – ABÓBODAS NO GRASSHOPPER (200 – 246)

6. Grasshopper (247 – 275)

- 6.1.Abrir o grasshopper
- 6.2.cilindros
- 6.3.toros
- 6.4.Abóbodas
- 6.5.Moluscos

7.Moluscos (277 – 299)

- 7.1.Planorbis
- 7.2.Nautilus
- 7.3.Caracol
- 7.4.Caramujo

8.Terreno

TRABALHO 3 – GRASSHOPPER CINNAMON ROLL (300 – 321)

Aula 1 e 2 – Introdução ao Rhino e Sólidos Platônicos

HEXAEDRO

AULA 1- Rhino

Primeiro abri-mos o Rhino e selecionamos o modo de trabalho - “Small Objects – Centímetros”

-  Large Objects - Centimeters
-  Large Objects - Feet, Feet Inches
-  Large Objects - Feet
-  Large Objects - Inches, Feet Inches
-  Large Objects - Inches
-  Large Objects - Meters
-  Large Objects - Millimeters
-  **Small Objects - Centimeters**
-  Small Objects - Feet, Feet Inches
-  Small Objects - Feet
-  Small Objects - Inches, Feet Inches
-  Small Objects - Inches
-  Small Objects - Meters
-  Small Objects - Millimeters

AULA 1- Rhino

Criação de um tetraedro:

1. Fazer um quadrado de dois pontos: um no ponto 20x 10y e o outro no 10x 10y
2. fazer extrude do quadrado e certificar que se está a fazer um extrude sólido em “solid:yes”
3. Fazer “move” com a inicial “MO”

```
First corner of rectangle ( 3Point Vertical Center AroundCurve Rounded ): @20,10  
Other corner or length ( 3Point Rounded ): @10,10
```

AULA 1- Rhino

Criação de layers no dashboard da direita.
Um layer para cada sólido mais três layers suplementares

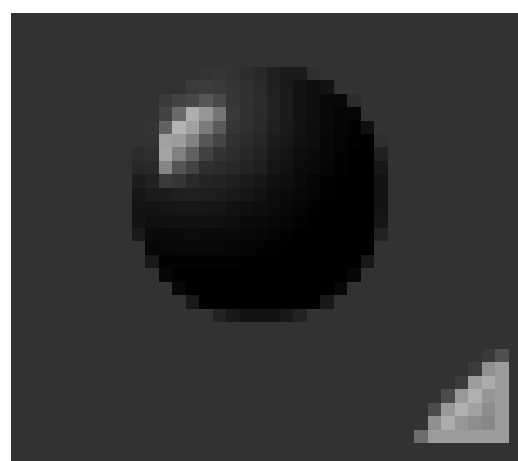
Layer					Ma
Default	✓				
tetraedro	💡	🔓	🟡	🟠	
hexaedro	💡	🔓	🟡	🟠	
octaedro	💡	🔓	🟡	🟠	
dodecaedro	💡	🔓	🟡	🟠	
icosaedro	💡	🔓	🟡	🟠	
texto	💡	🔓	🟡	🟠	
notas	💡	🔓	🟡	🟠	
auxiliares	💡	🔓	🟡	🟠	

Adicionar uma legenda em formato de texto para o hexaedro com o comando “text”.

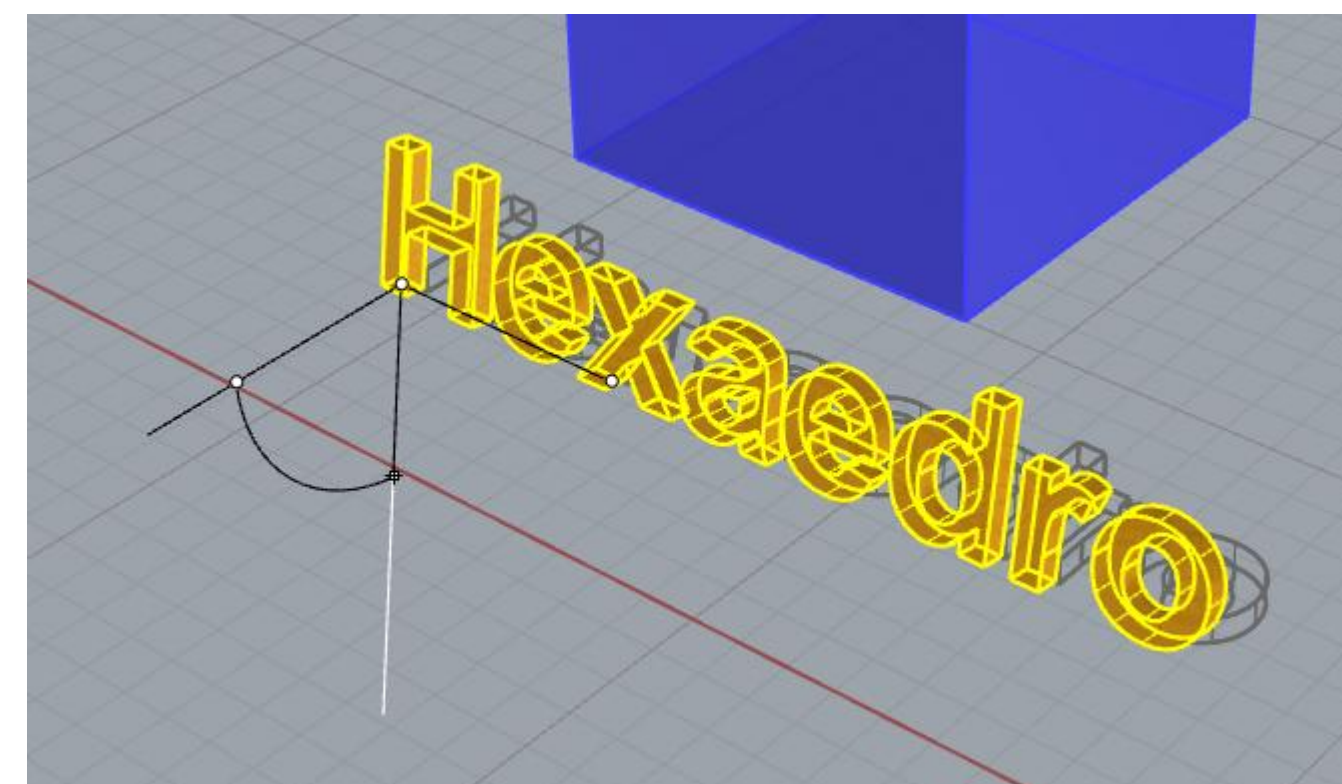
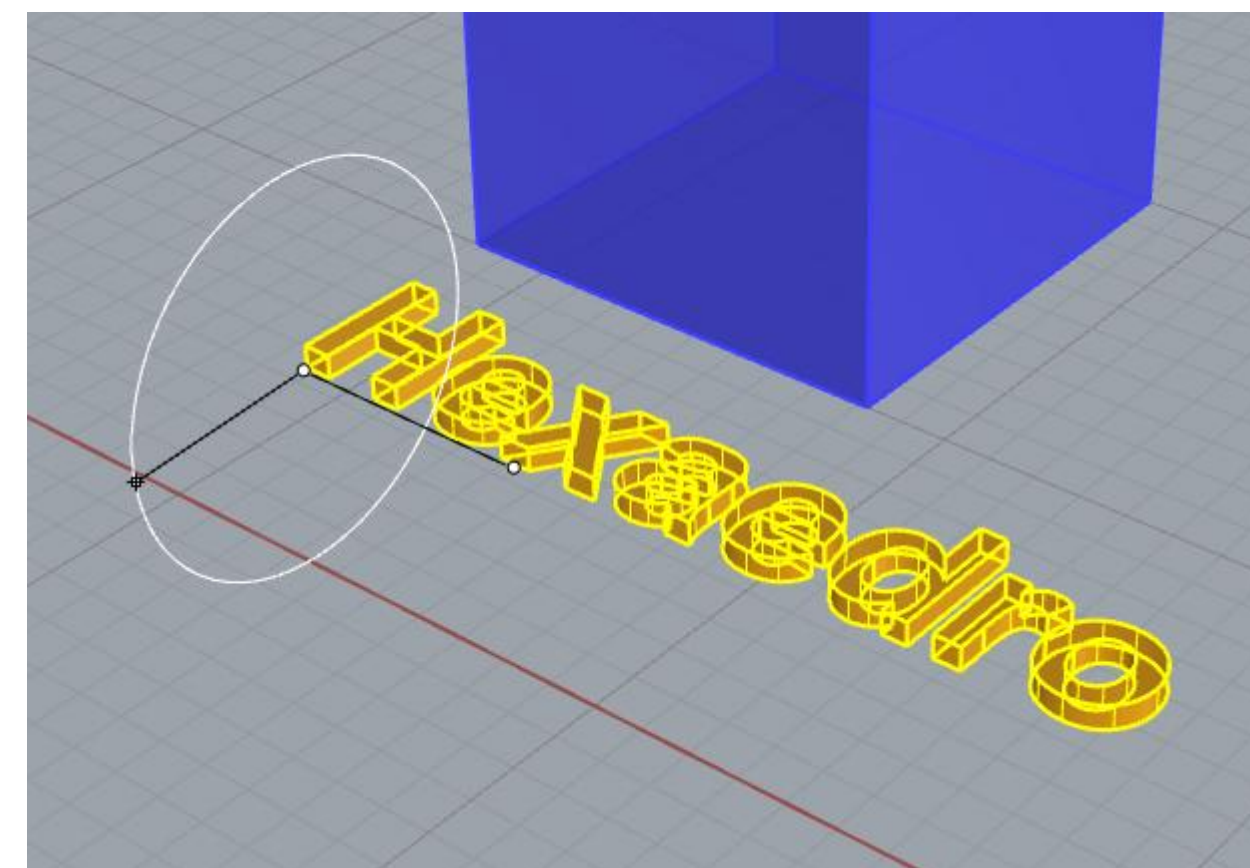
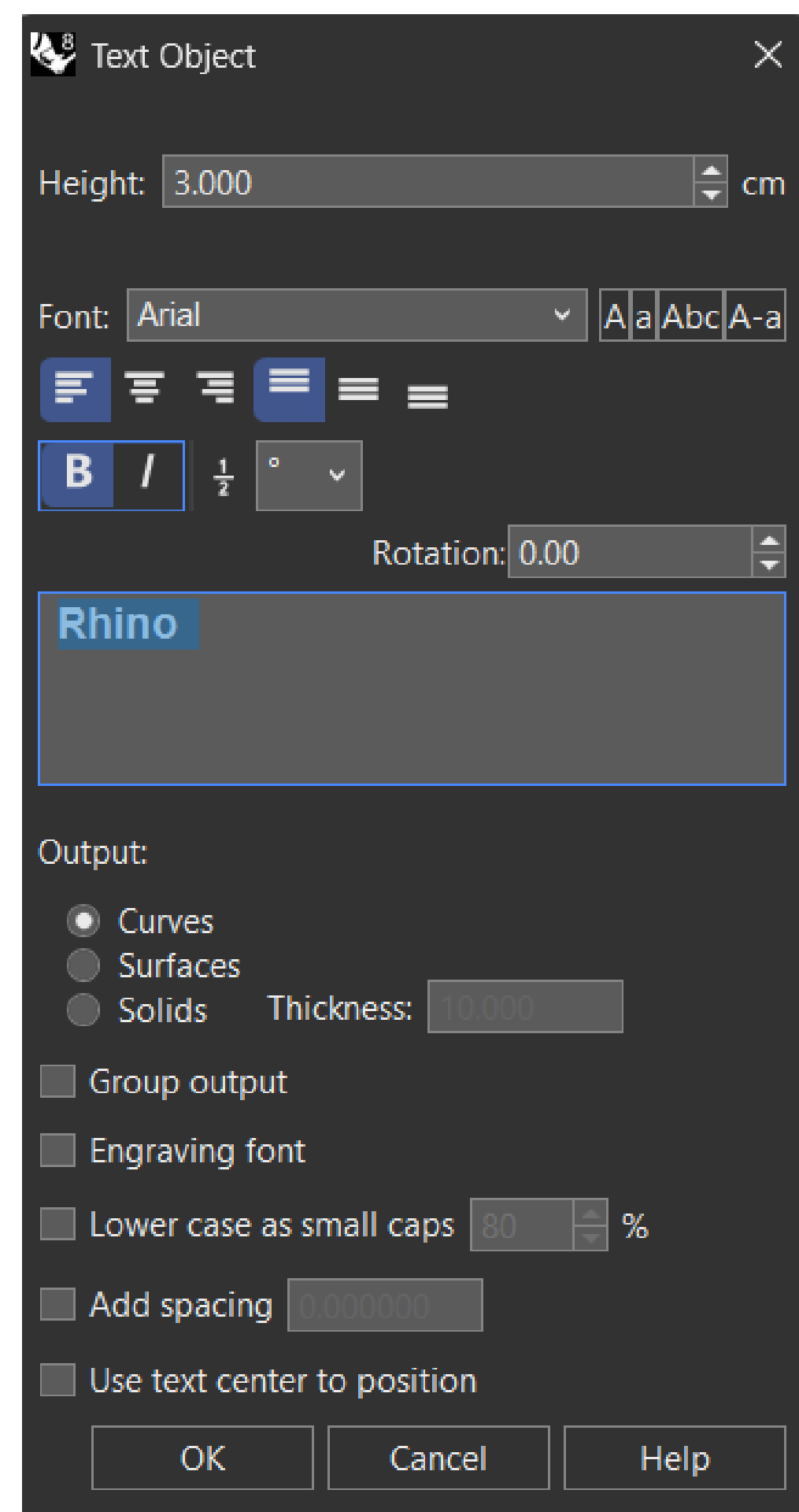
É necessário editar o estilo de texto com o comando “textobject”

Podemos rodar a forma como o texto se apresenta através do comando “rotate3D”

Por último adicionamos uma nota com o comando “AnotateDot” do “drafting” para identificarmos este cubo como o criado com o comando Extrude.



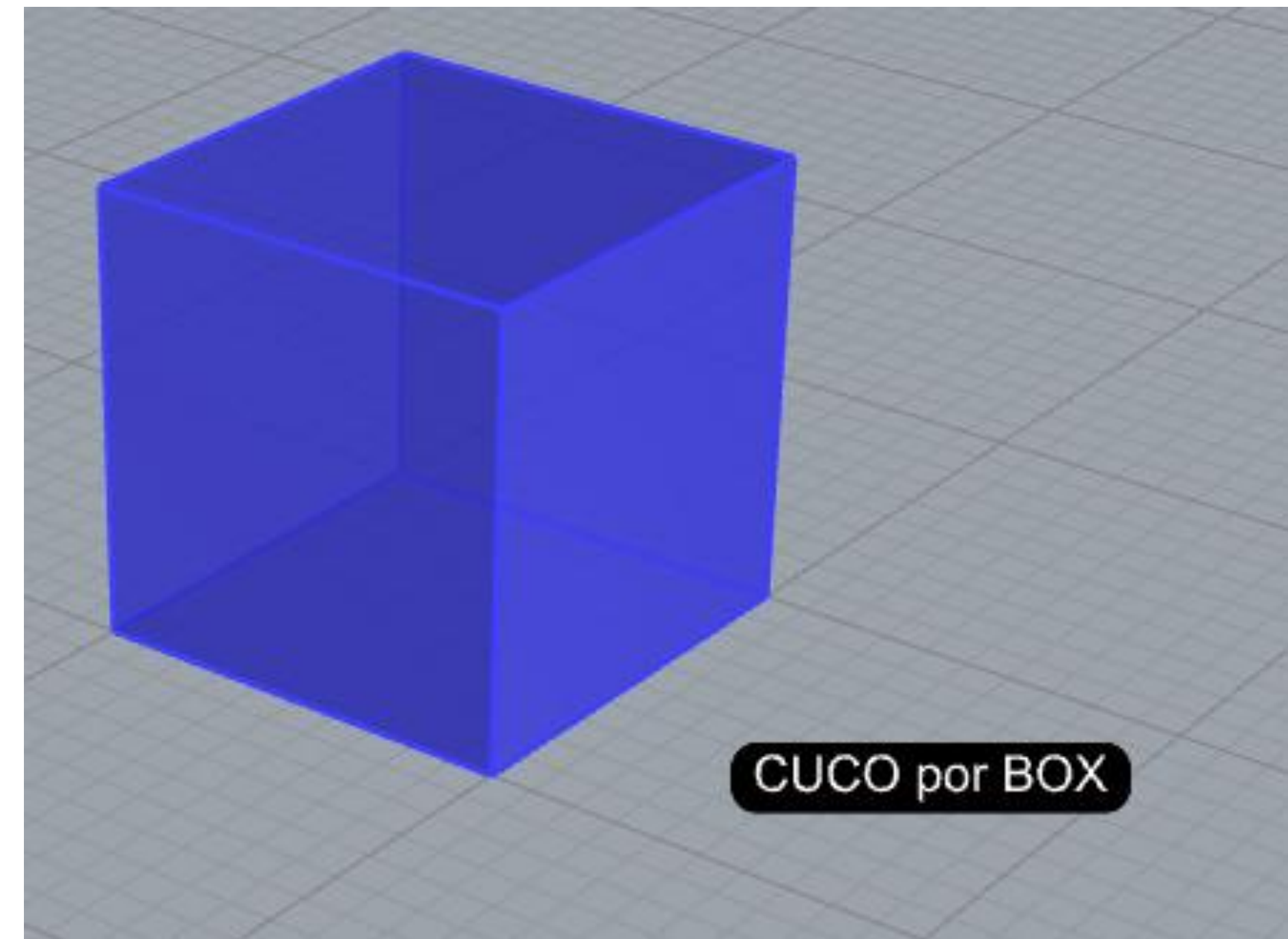
CUBO por EXTRUDECVR



AULA 1- Rhino

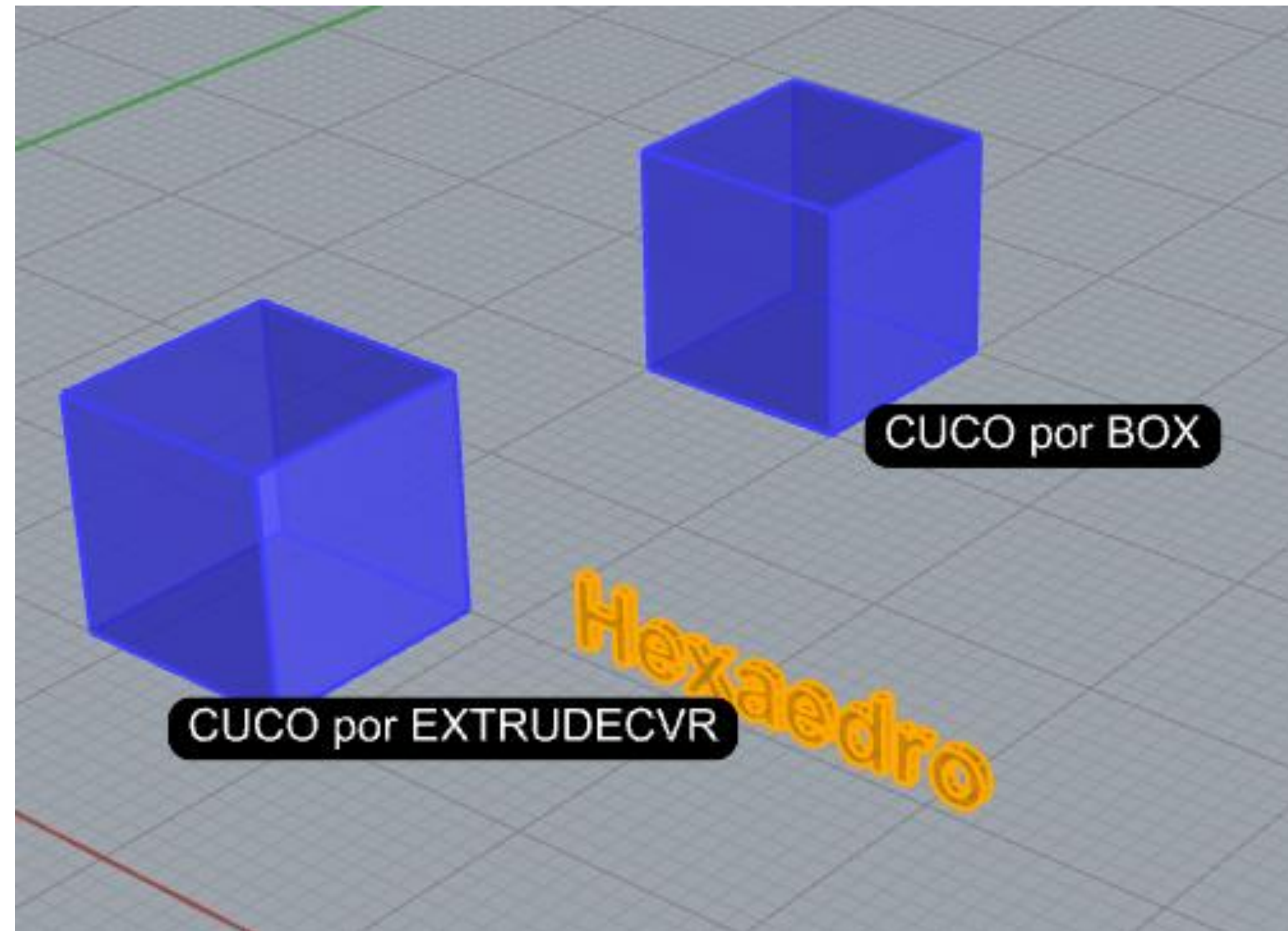
Agora podemos construir outro cubo através do comando “BOX”

Basta selecionar o comando box do dashboard da direita, adicionar o primeiro ponto e depois as dimensões do cubo. Por último copiamos a nota que criamos para sabermos que fizemos o cubo com o comando box, modificando apenas o seu título para “Cubo por Box”.



AULA 1- Rhino

Resultado final ->



AULA 1- Rhino

TETRAEDRO

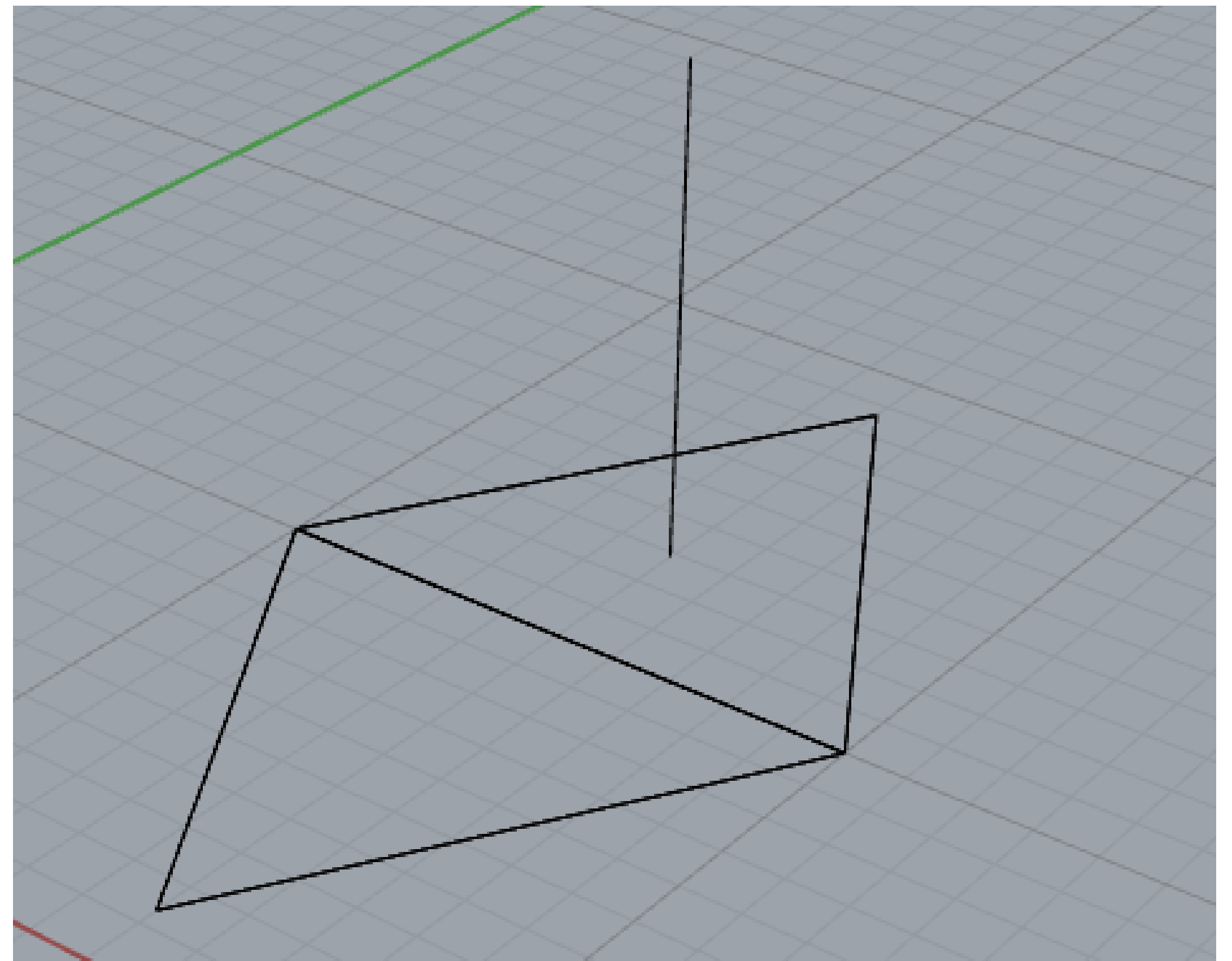
AULA 1- Rhino

Posso agora começar a criar o tetraedro.
Iniciando o processo por criar uma das quatro bases triangulares.
Utilizando o comando “Polyline” começo por especificar o ponto inicial em que começo a desenhar o triângulo. De seguida especifico os dois primeiros lados escrevendo na comand line os seus comprimentos e ângulos. (ex:10<0 ou 10<120)
O ultimo passo é só escrever “close” na comand line o que fará com que a forma geométrica se feche.

```
Command: _Polyline  
Start of polyline ( PersistentClose=No ): 10,10  
Next point of polyline ( PersistentClose=No Mode=Line Helpers=No Undo ): @10<0  
Next point of polyline. Press Enter when done ( PersistentClose=No Mode=Line Helpers=No Length Undo ): @10<120  
Next point of polyline. Press Enter when done ( PersistentClose=No Close Mode=Line Helpers=No Length Undo ): close
```

AULA 1- Rhino

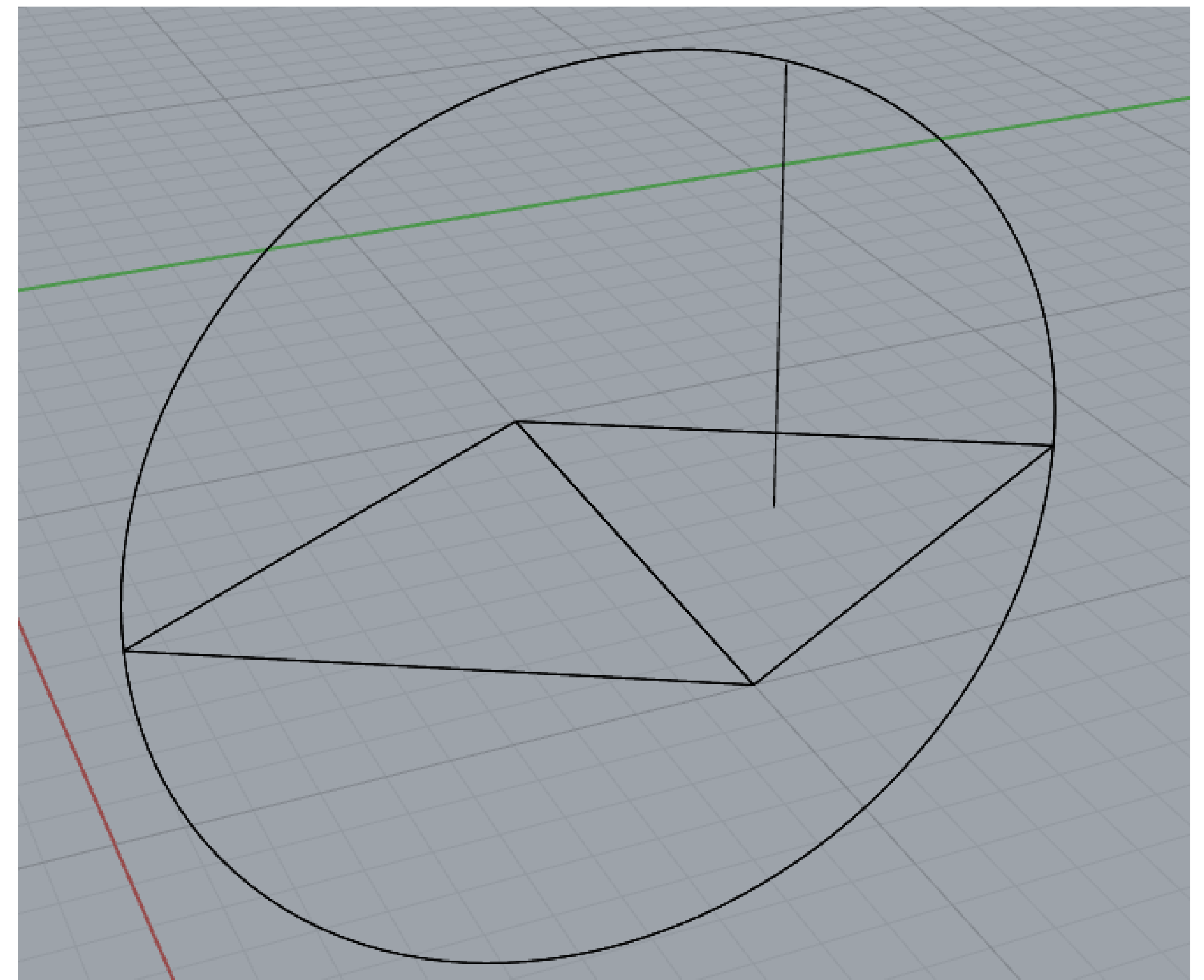
Fazer “mirror” do triangulo criado.
(encaixando uma das arestas do triangulo novo com a do
já previamente criado)
Fazer uma reta vertical através do centro do primeiro
triangulo.



```
Command: Mirror  
Select objects to mirror  
Select objects to mirror. Press Enter when done  
Start of mirror plane ( 3Point Copy=Yes XAxis YAxis ZAxis Object )  
End of mirror plane ( Copy=Yes )
```

AULA 1- Rhino

Fazer uma circunferência cujo centro é o ponto médio da aresta em comum do primeiro triângulo e do triângulo espelhado. o raio do círculo tem que ir do ponto médio anteriormente referido até ao vértice mais distante do triângulo. Não esquecer de utilizar o Osnap para agilizar este processo.



Command: Line

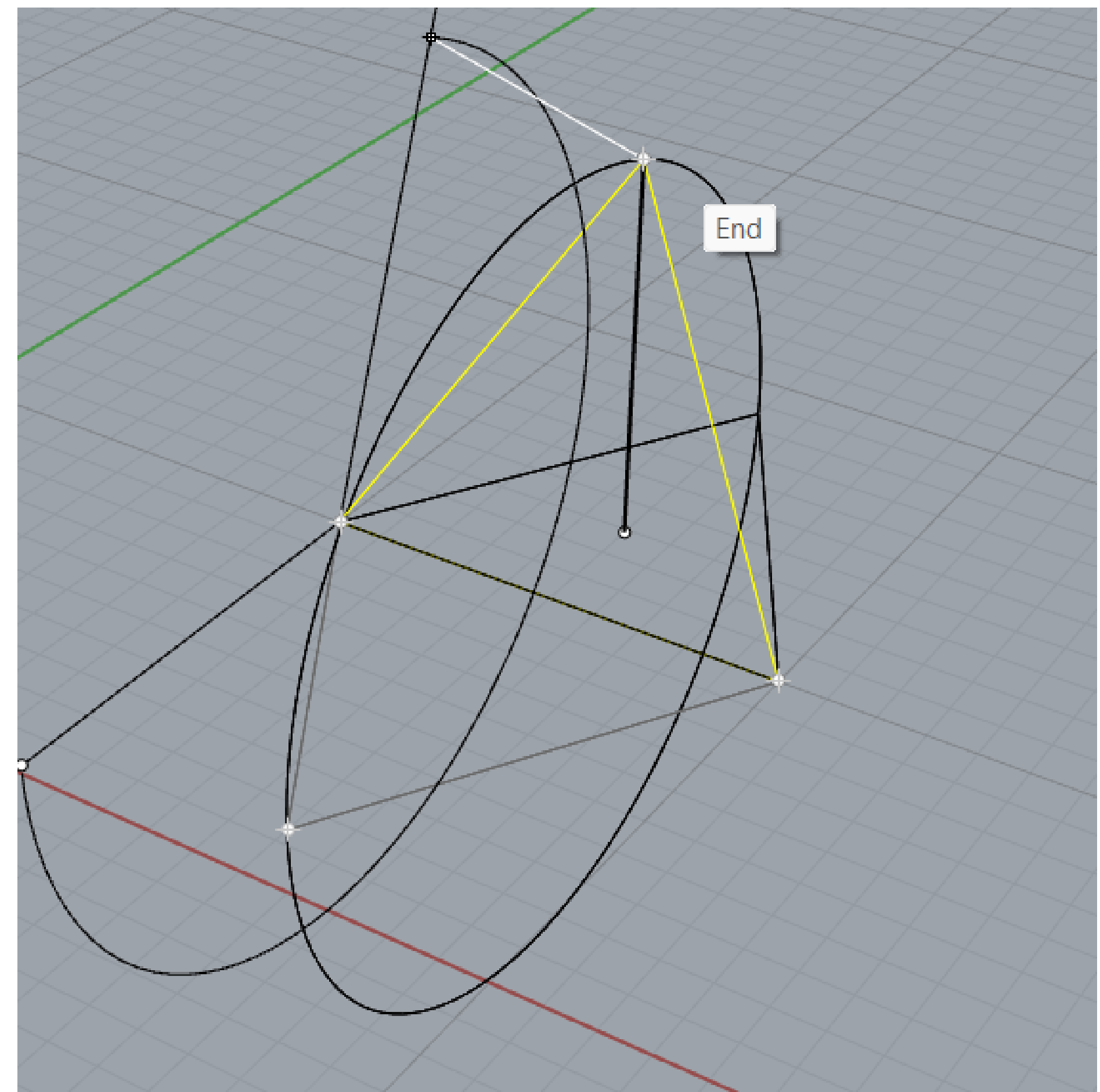
Start of line (BothSides Normal Angled Vertical FourPoint Bisector Perpendicular Tangent Extension): Vertical

Start of line

End of line (BothSides)

AULA 1- Rhino

Fazer agora uma rotação com o comando “rotate3D” da face que foi espelhada anteriormente. A rotação deve ter como eixo a aresta em comum. Fazer a rotação desde o plano em que a face já se inseria até juntar a o vértice que não é comum às duas faces com o ponto em que a reta vertical interceta o círculo.



```
Command: _Circle  
Center of circle ( Deformable Vertical 2Point 3Point Tangent AroundCurve FitPoints ): Vertical  
Center of circle ( Deformable 2Point )  
Radius <1.000> ( Diameter Orientation Circumference Area ProjectOsnap=Yes )
```

AULA 1- Rhino

Por último só se tem que utilizar o comando de construção de superfícies e criar superfícies, utilizando o modelo de arames já criado. As superfícies devem pertencer ao layer “tetraedro”.

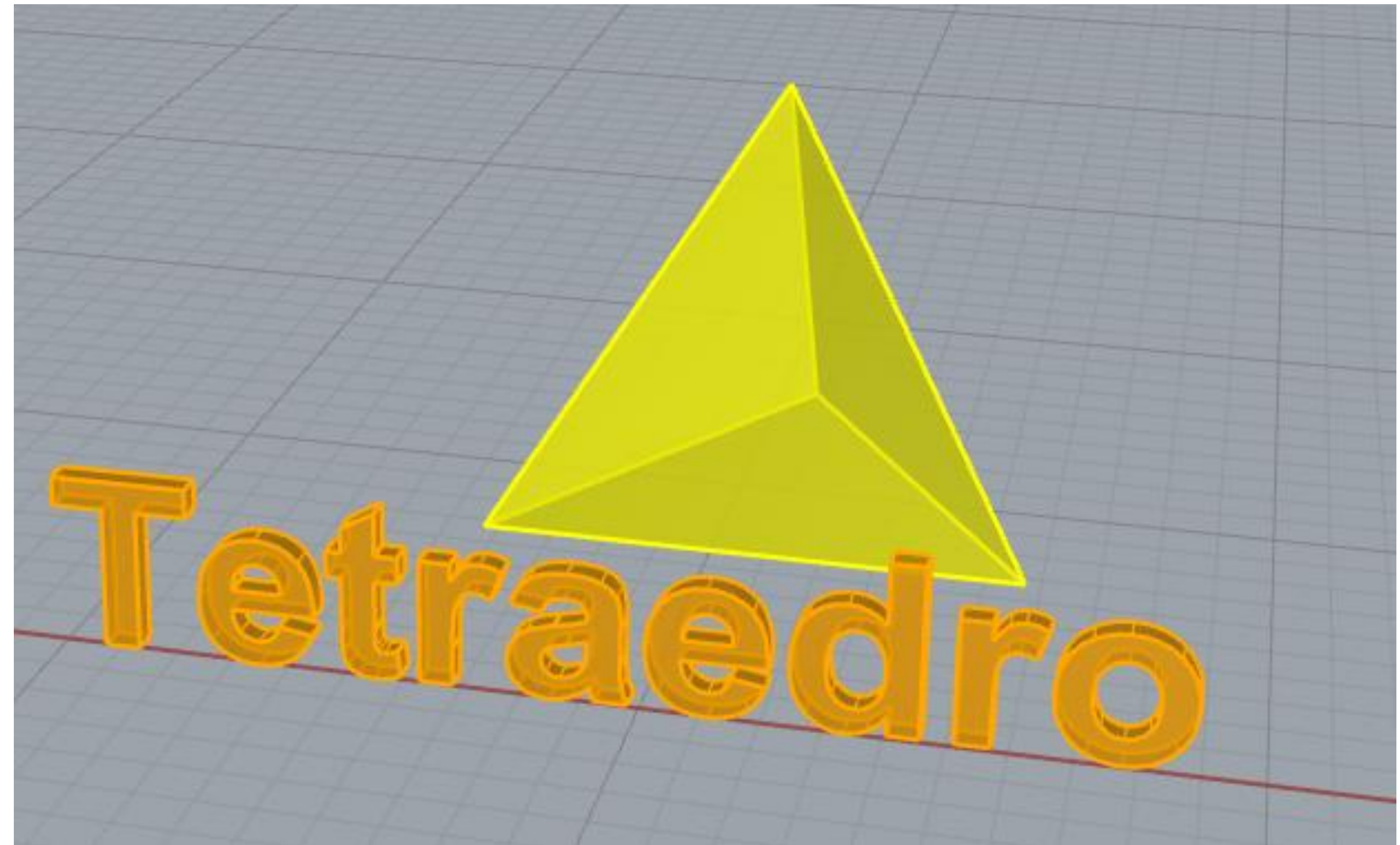
AULA 1- Rhino

Apesar de termos criado um tetraedro, não é propriamente um sólido, porque não tem preenchimento nem está unificado. Por isso devo selecionar todas as faces e utilizar o comando “join”



AULA 1- Rhino

Podemos agora criar um texto igual ao que já tínhamos criado para o hexaedro.
Este deve ser o resultado final



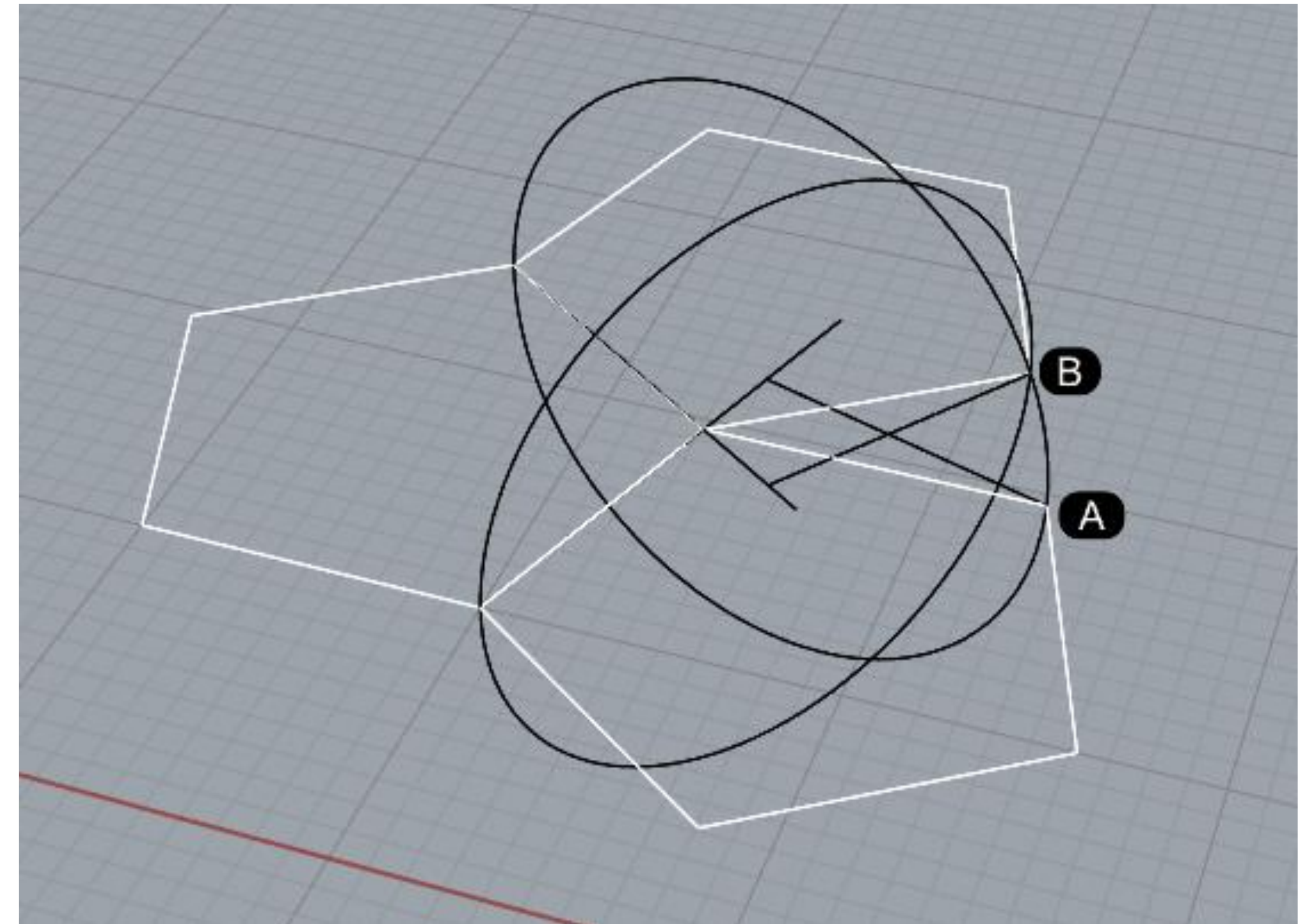
AULA 1- Rhino

DODECAEDRO

Agora com estes conhecimentos podemos abordar sólidos mais complicados como o dodecaedro

AULA 1- Rhino

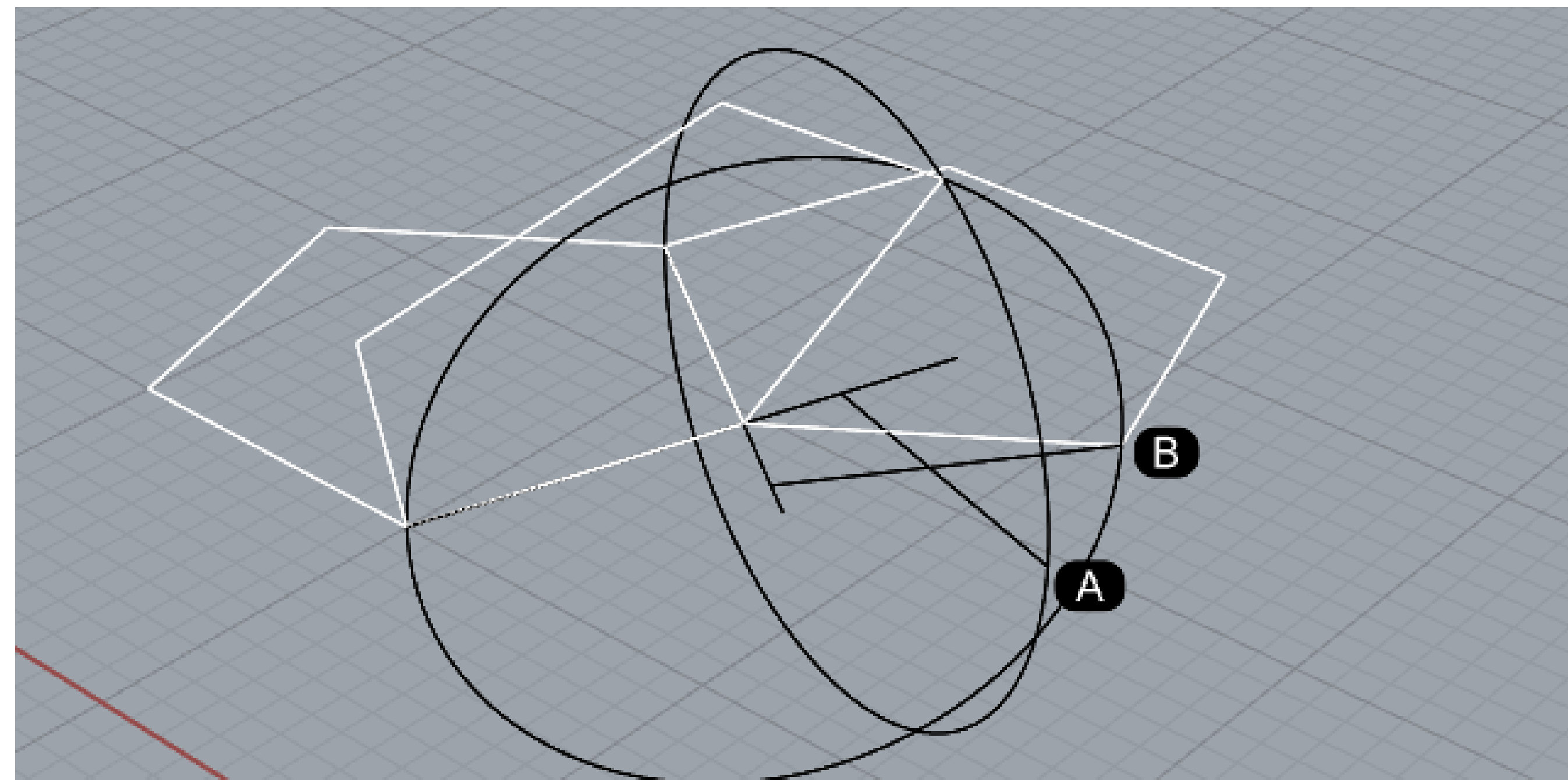
Primeiro fazemos um pentágono no plano horizontal.
De seguida fazemos “mirror” duas vezes criando dois outros pentágonos que partilhem uma aresta cada um com o pentágono original e que tenham ambos uma aresta em comum que com o pentágono original quer um com o outro.



AULA 1- Rhino

Depois precisamos de fazer duas retas coincidentes com as arestas que pertencem a dois dos três pentágonos.

Esta reta deve ser mais comprida do que as arestas. Devemos traçar agora outra reta no plano das faces que una os pontos A e B e as retas anteriormente criadas, de forma a que intercetem as retas perpendicularmente.

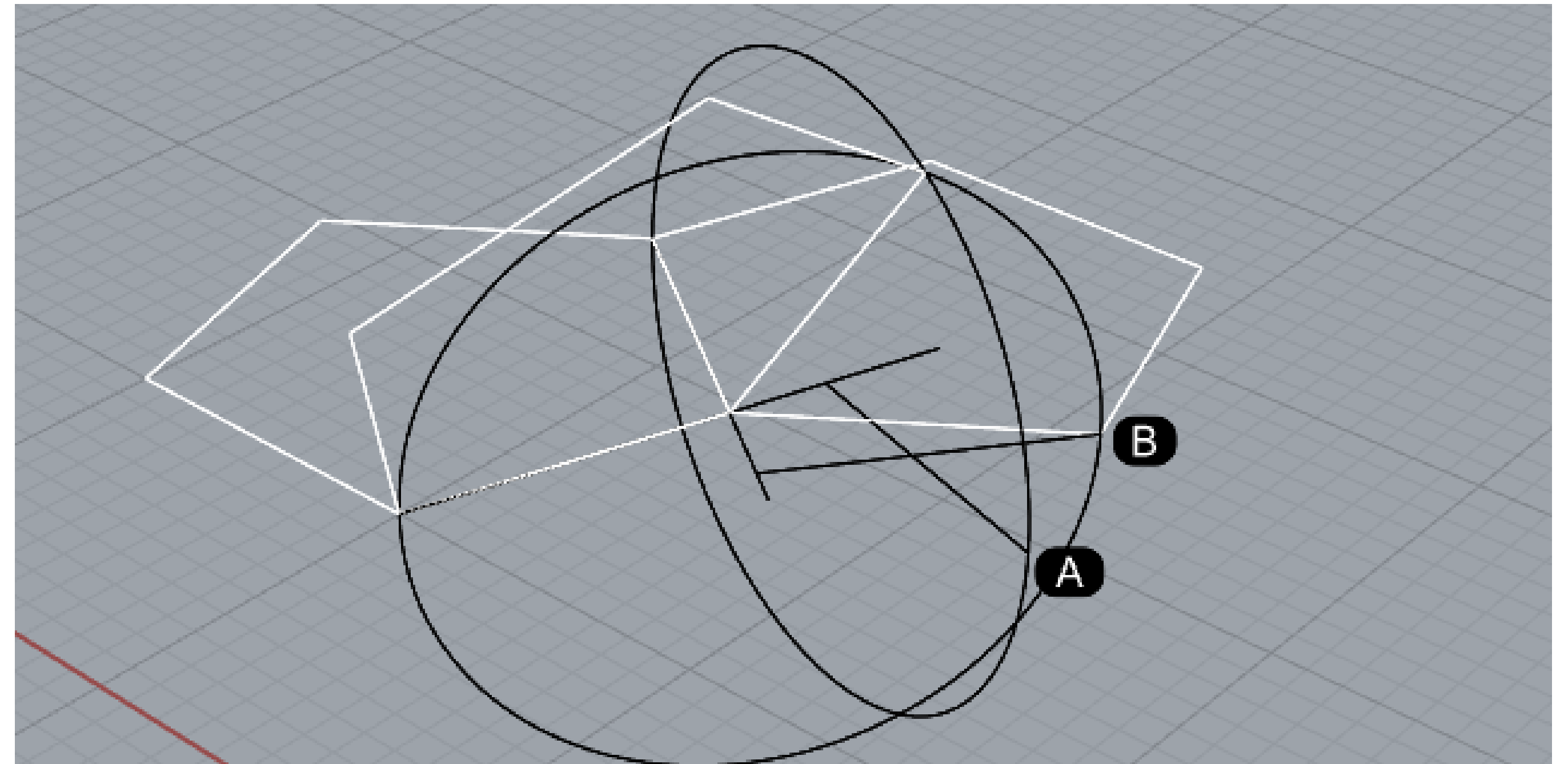


AULA 1- Rhino

Agora utilizando o ponto criado pela interseção perpendicular das duas retas anteriormente traçadas, criamos um círculo vertical com o ponto de interseção no centro e o ponto A e B como pontos pertencentes à circunferência.

Se o processo estiver a ser realizado corretamente uma das arestas de ambos os pentágonos deve também pertencer à circunferência.

(Todo este processo tem de ser realizado em ambos os pentágonos adjacentes ao primeiro pentágono a ser criado, para que sejam criados dois círculos que por sua vez criaram um só ponto.)

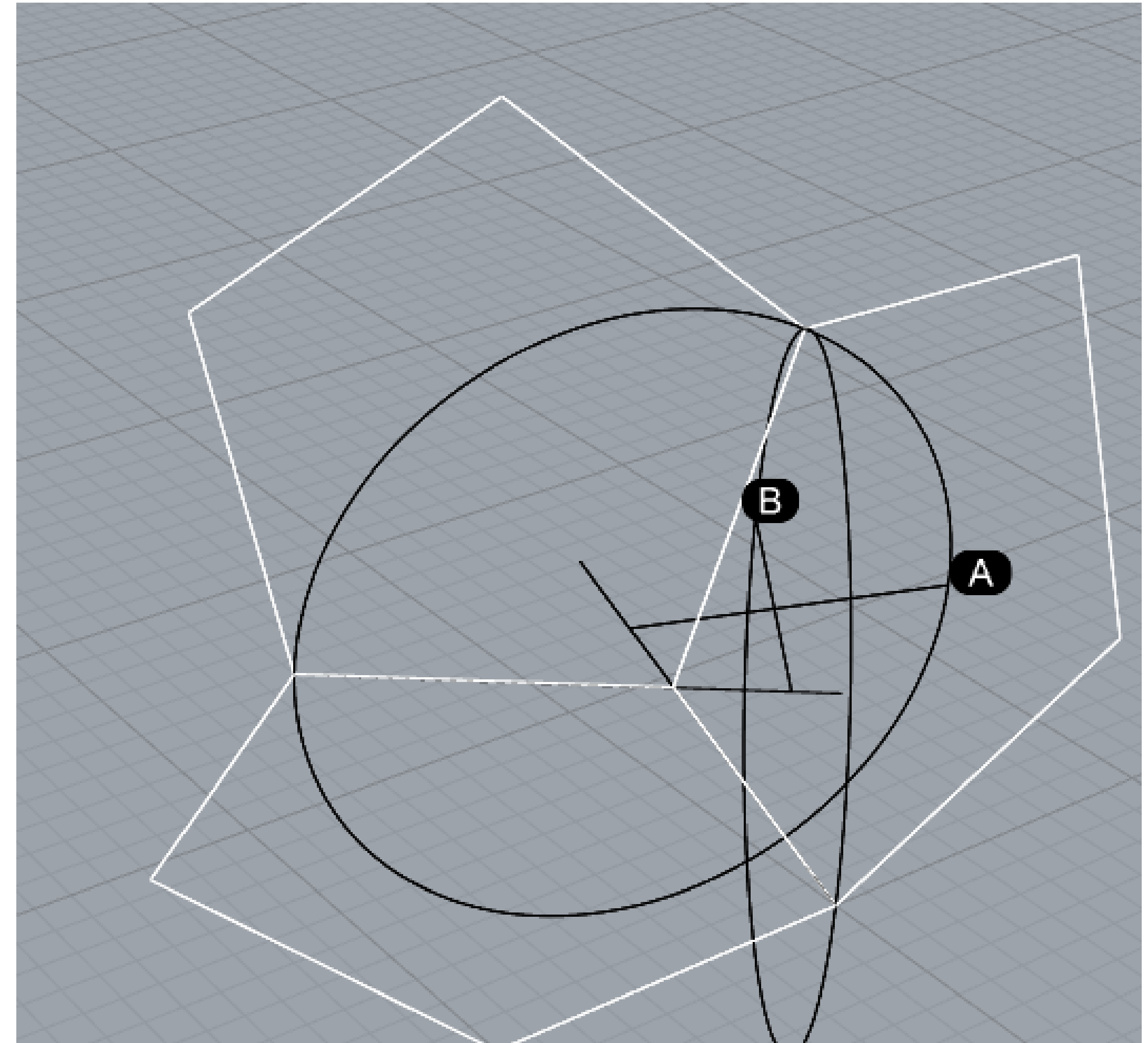


AULA 1- Rhino

Com o ponto que foi agora criado pela interseção dos dois círculos, já podemos subir as faces como fizemos na criação do tetraedro.

Basta usar o 3Drotate e colocar uma aresta no ponto de interferência dos círculos.

O processo de criação deve estar similar a este ->

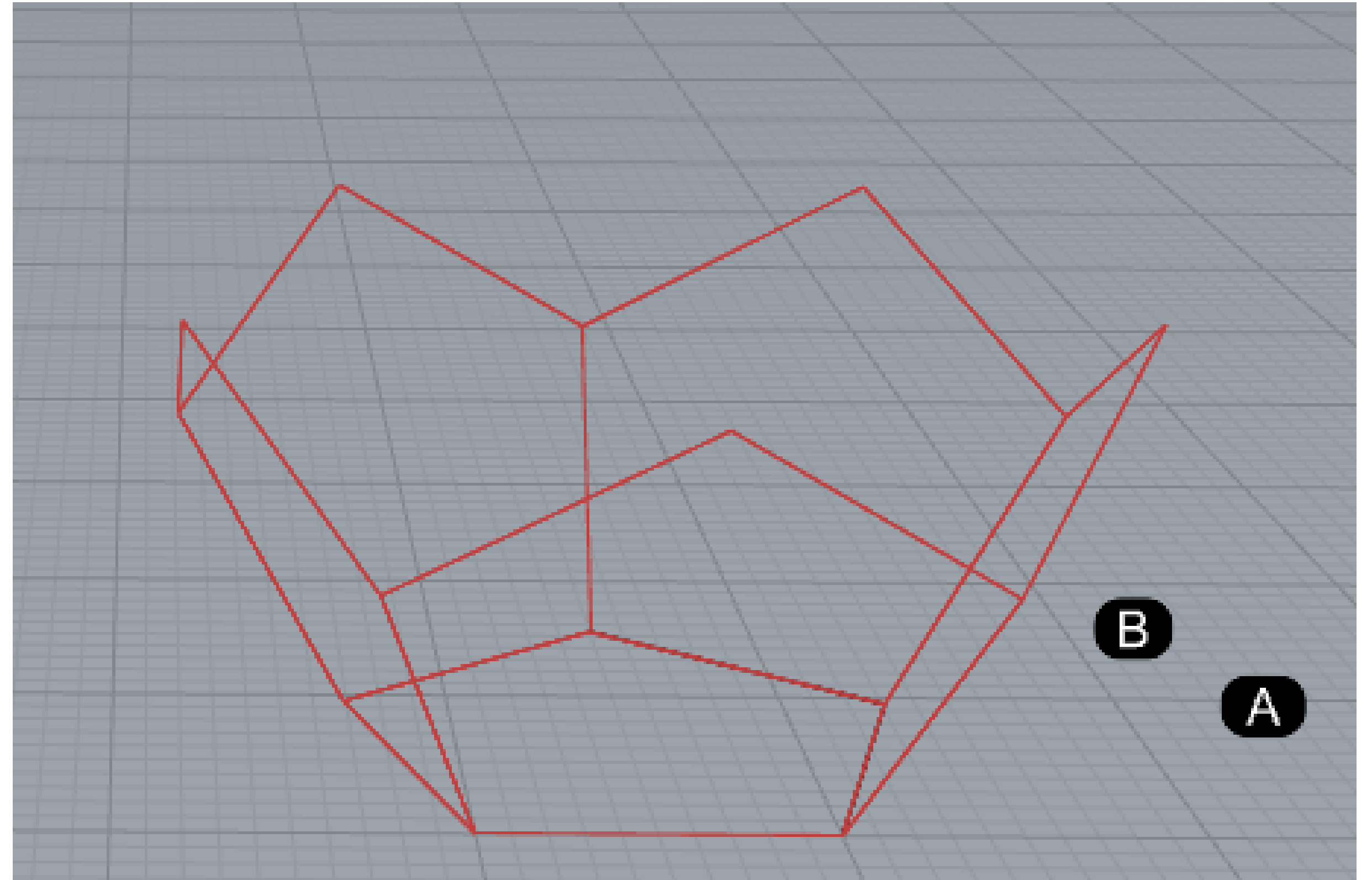


De seguida temos de criar as outras três faces da metade inferior do dodecaedro.
Para isso utilizamos o comando “arraypolar” como aqui em baixo.

```
Command: ArrayPolar  
Center of polar array. Press Enter to use the CPlane origin ( Axis UseLastAxis )  
Angle to fill or first reference point <311.687> ( Preview=Yes StepAngle Rotate=Yes ZOffset=0 ): 360  
Press Enter to accept. FillAngle = 360 ( Items=5 FillAngle Rotate=Yes ZOffset=0 )
```

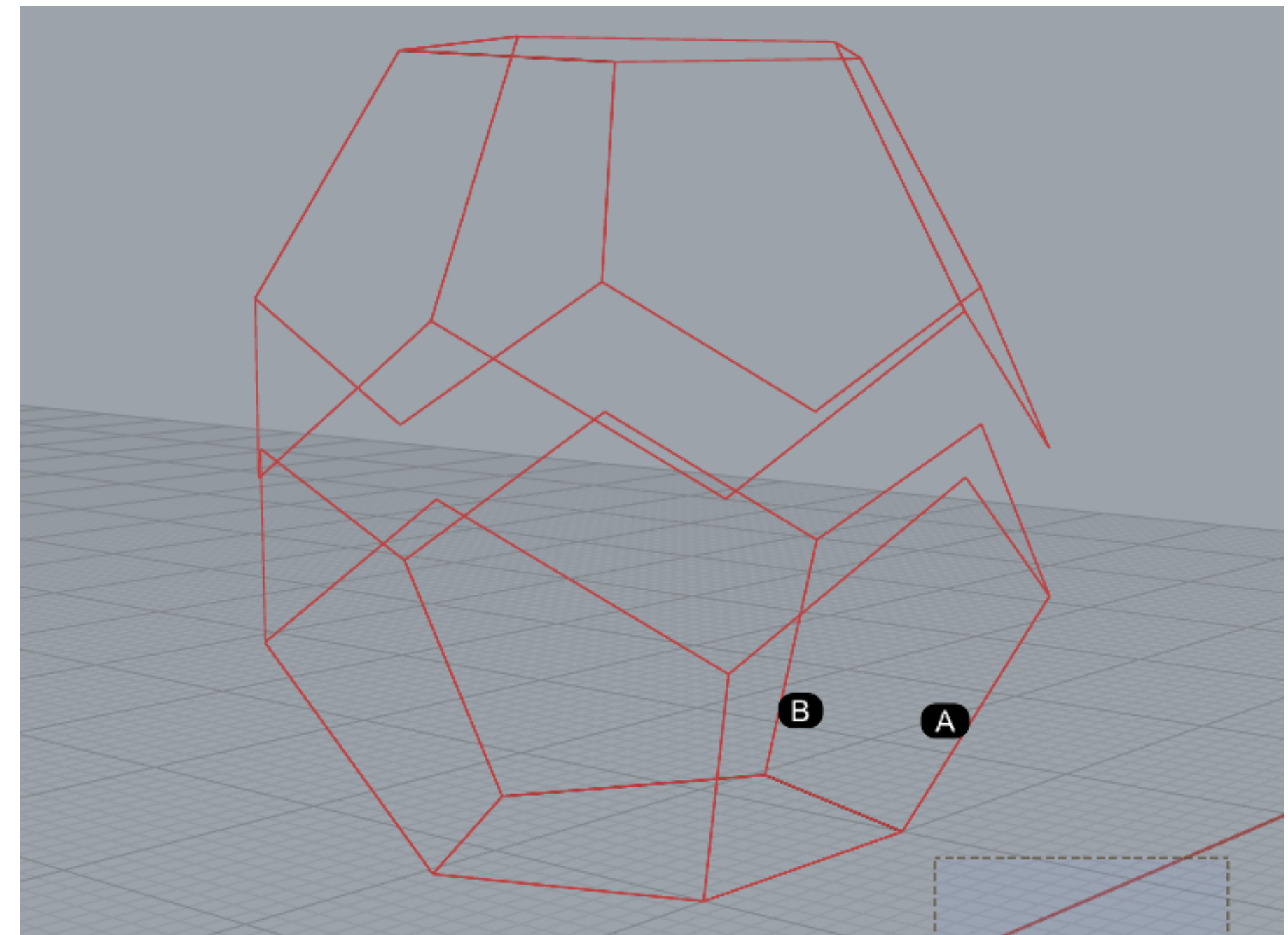
AULA 1- Rhino

A PARTE DE BAIXO DO SOLIDO DEVE FICAR ASSIM



AULA 1- Rhino

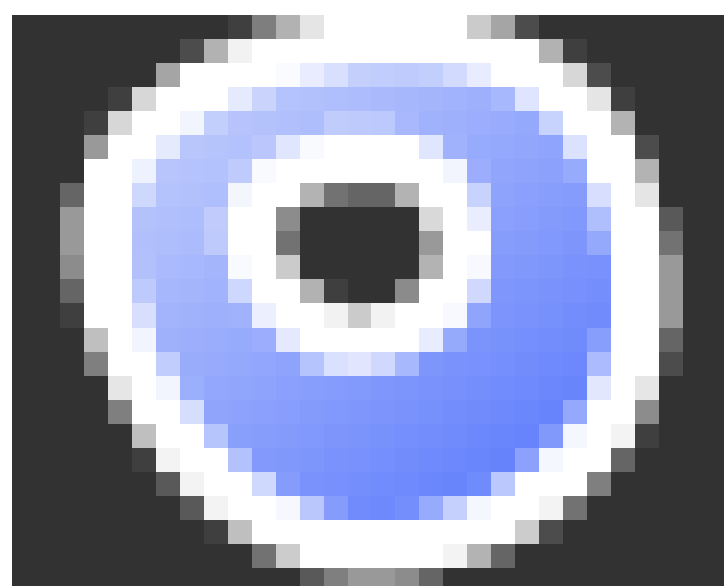
Agora que temos a metade inferior do dodecaedro, é necessário criar a outra metade.
Para isso é só utilizar o comando “mirror”, com a função de espelhar em três pontos, e selecionar três dos cinco vértices que não unem dois pentágonos.
Depois de fazer “mirror” temos que usar o “Rotate” para rodar a metade espelhada de forma a que possa encaixar-se com a outra.



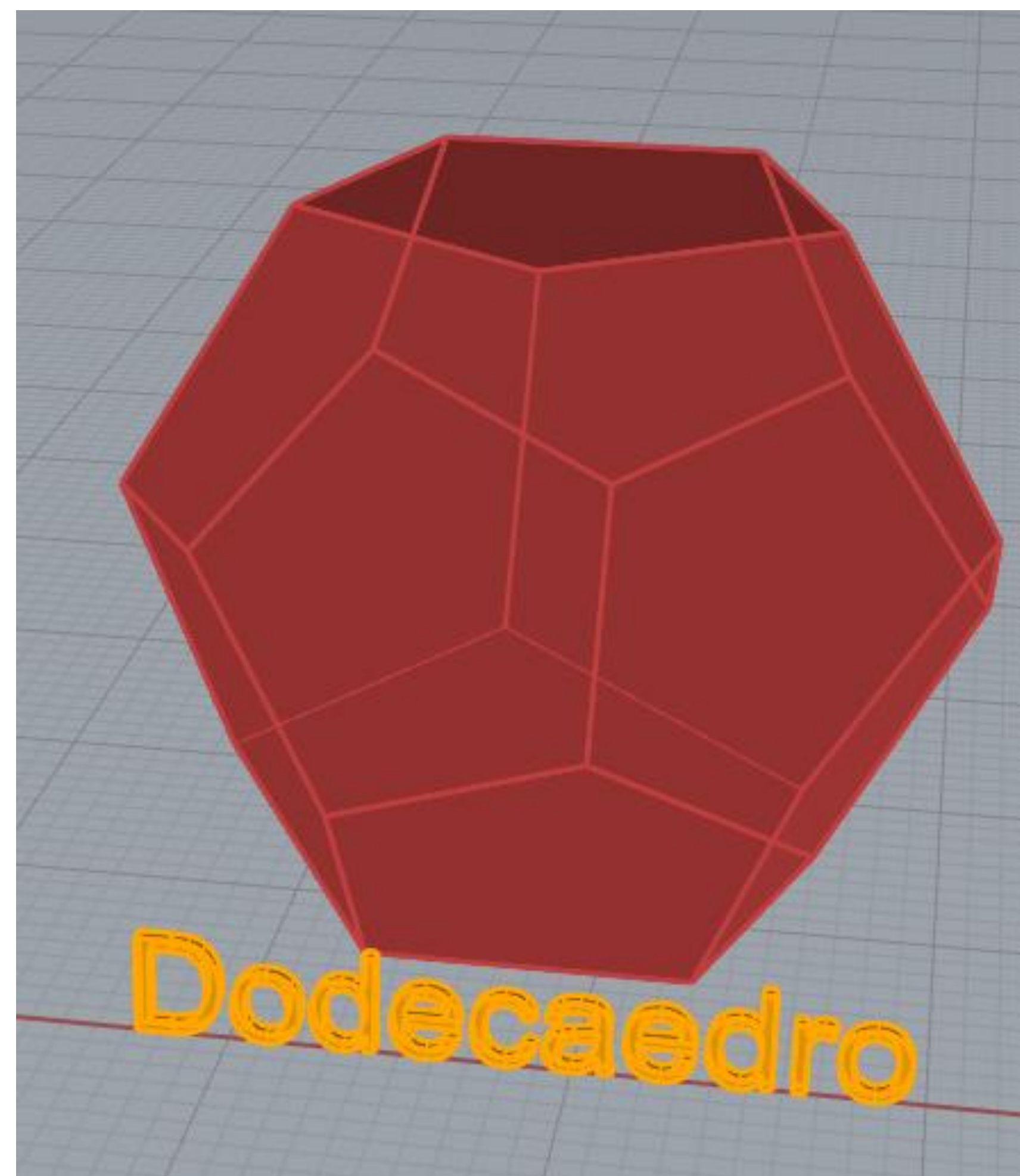
AULA 1- Rhino

Agora resta juntar ambas as metades do dodecaedro e passar as faces a sólidos com o comando “Surface from planar curves”.

O resultado final deve ficar assim->



Surface from planar
curves



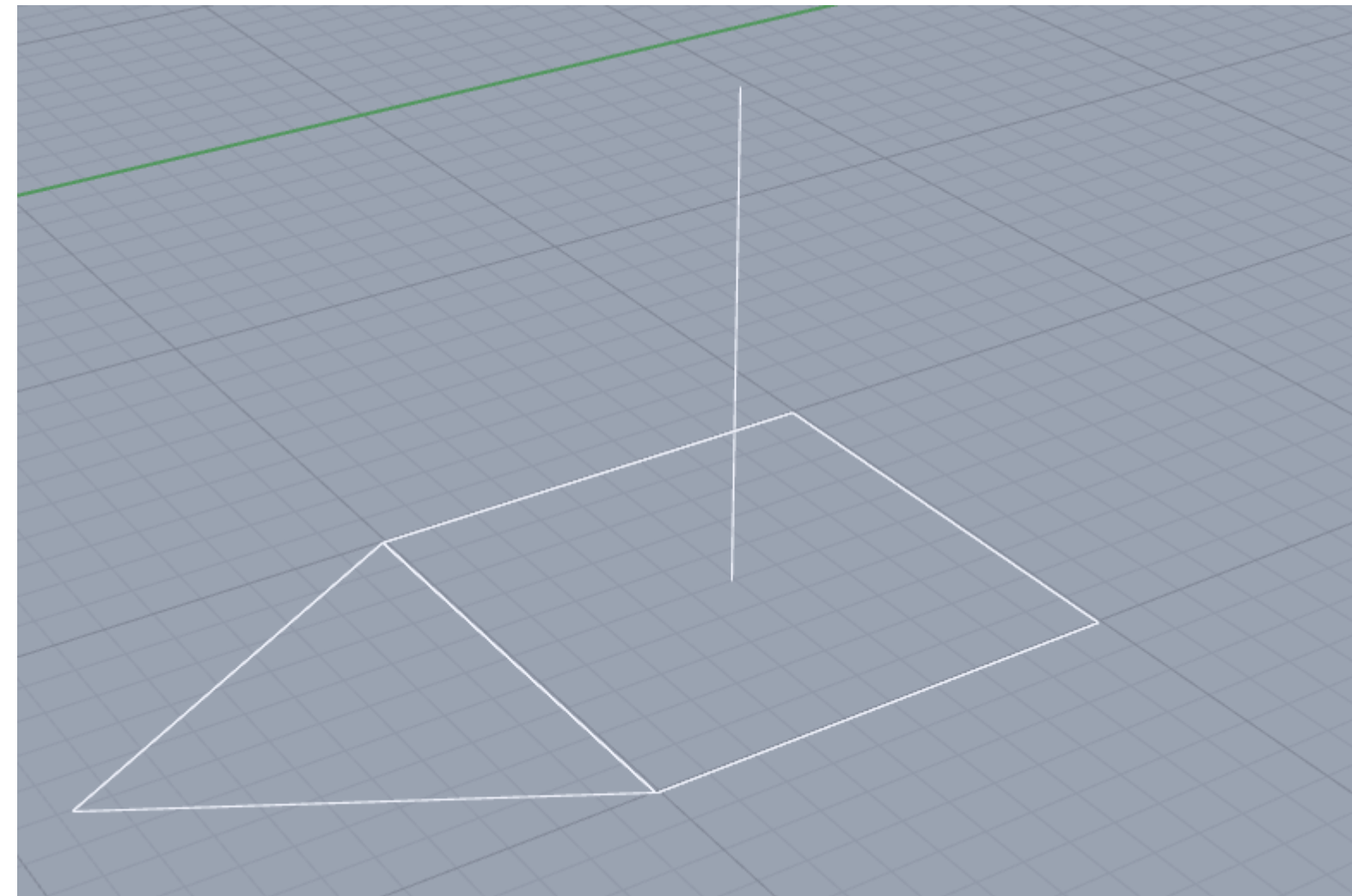
AULA 1- Rhino

OCTAEDRO

AULA 1- Rhino

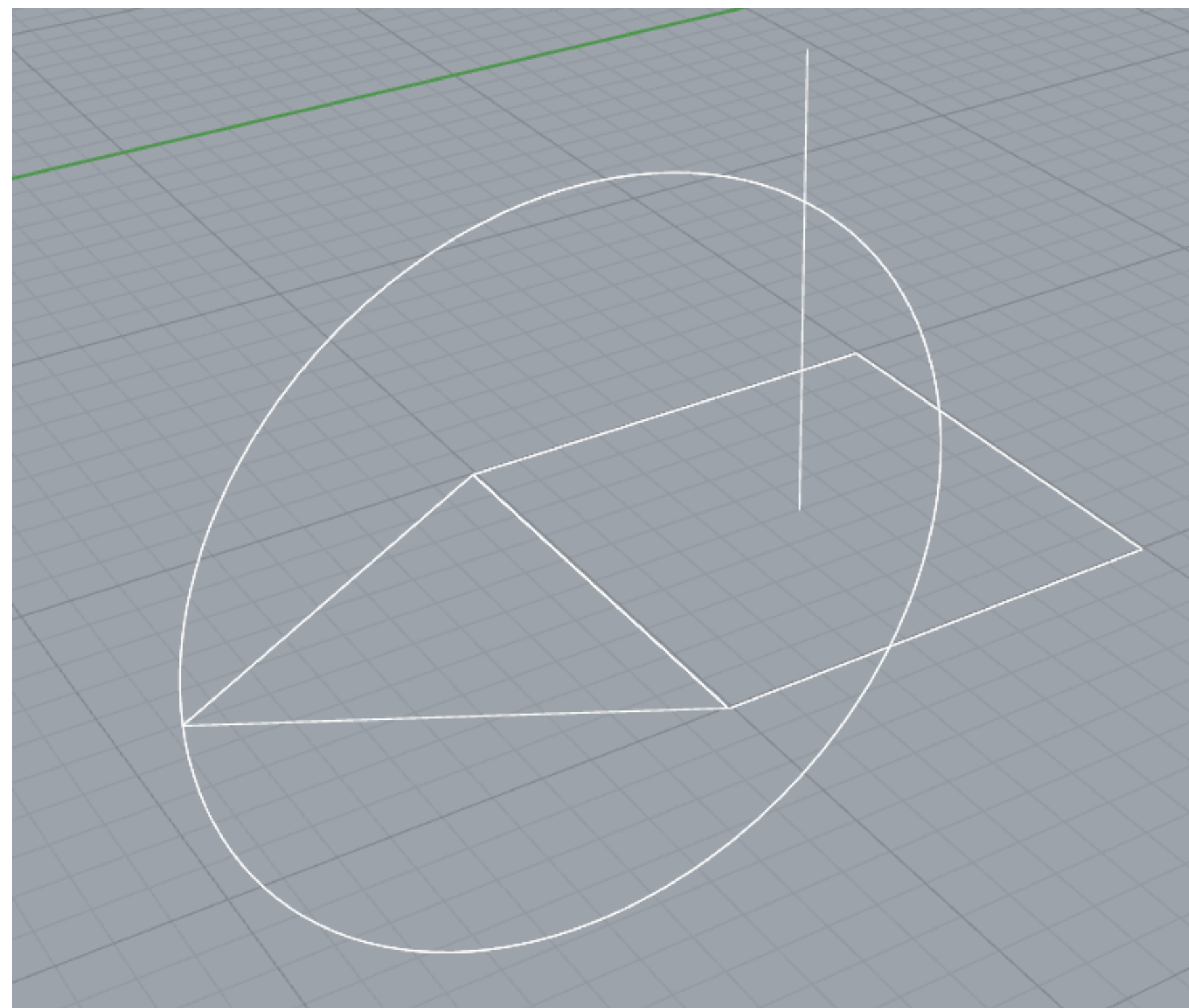
Primeiro fazemos uma base quadrangular, passando pelo centro do quadrado um reta vertical com um comprimento indefinido.

A seguir desenhamos um triângulo regular adjacente ao quadrado da base. (uma das arestas deve ser coincidente com uma das do quadrado).

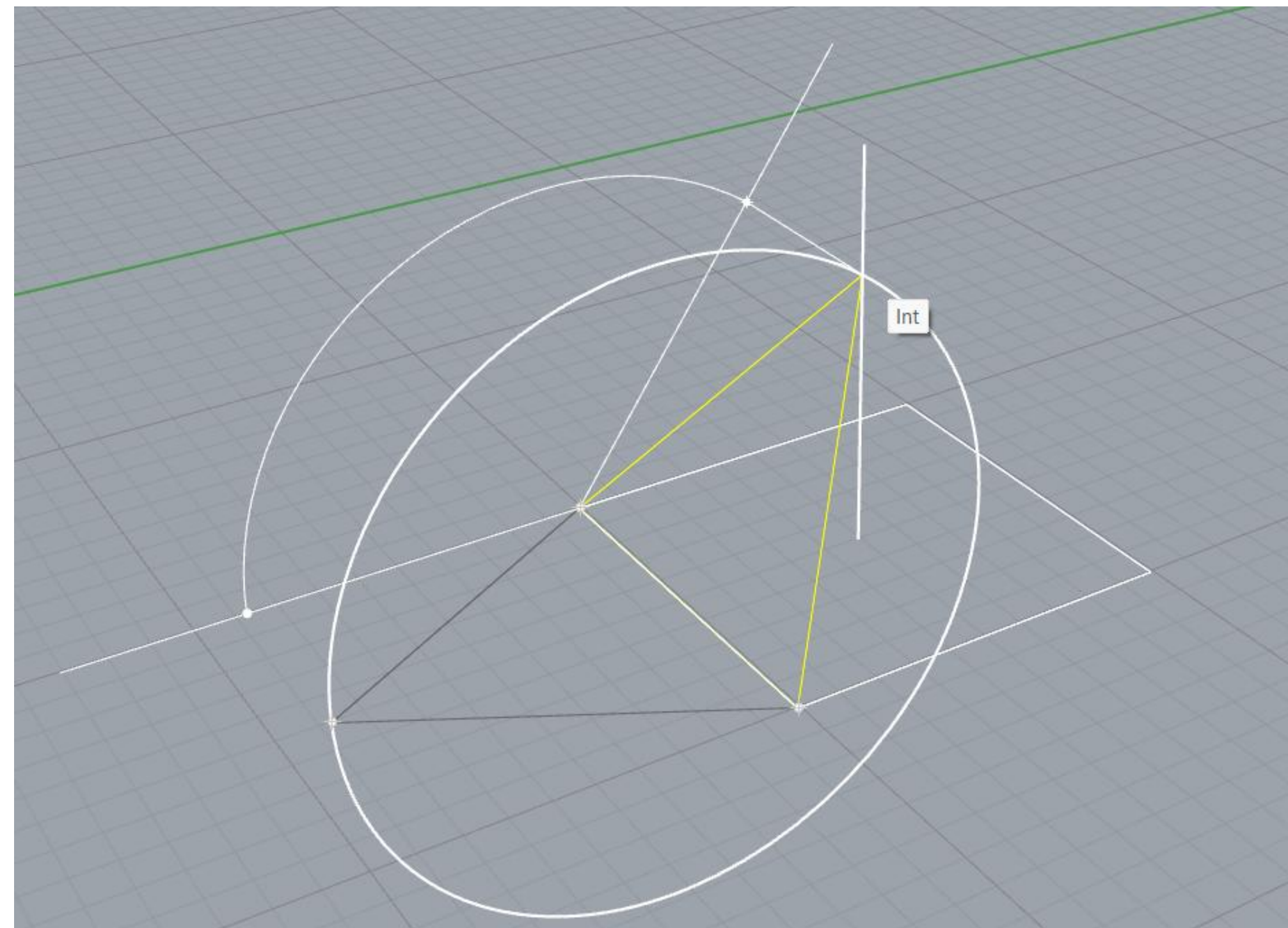


AULA 1- Rhino

Depois devemos passar um círculo vertical cujo centro deve ser o ponto médio da aresta comum a ambas as figuras geométricas. O vértice mais afastado do triângulo deve pertencer aos pontos do círculo criado.

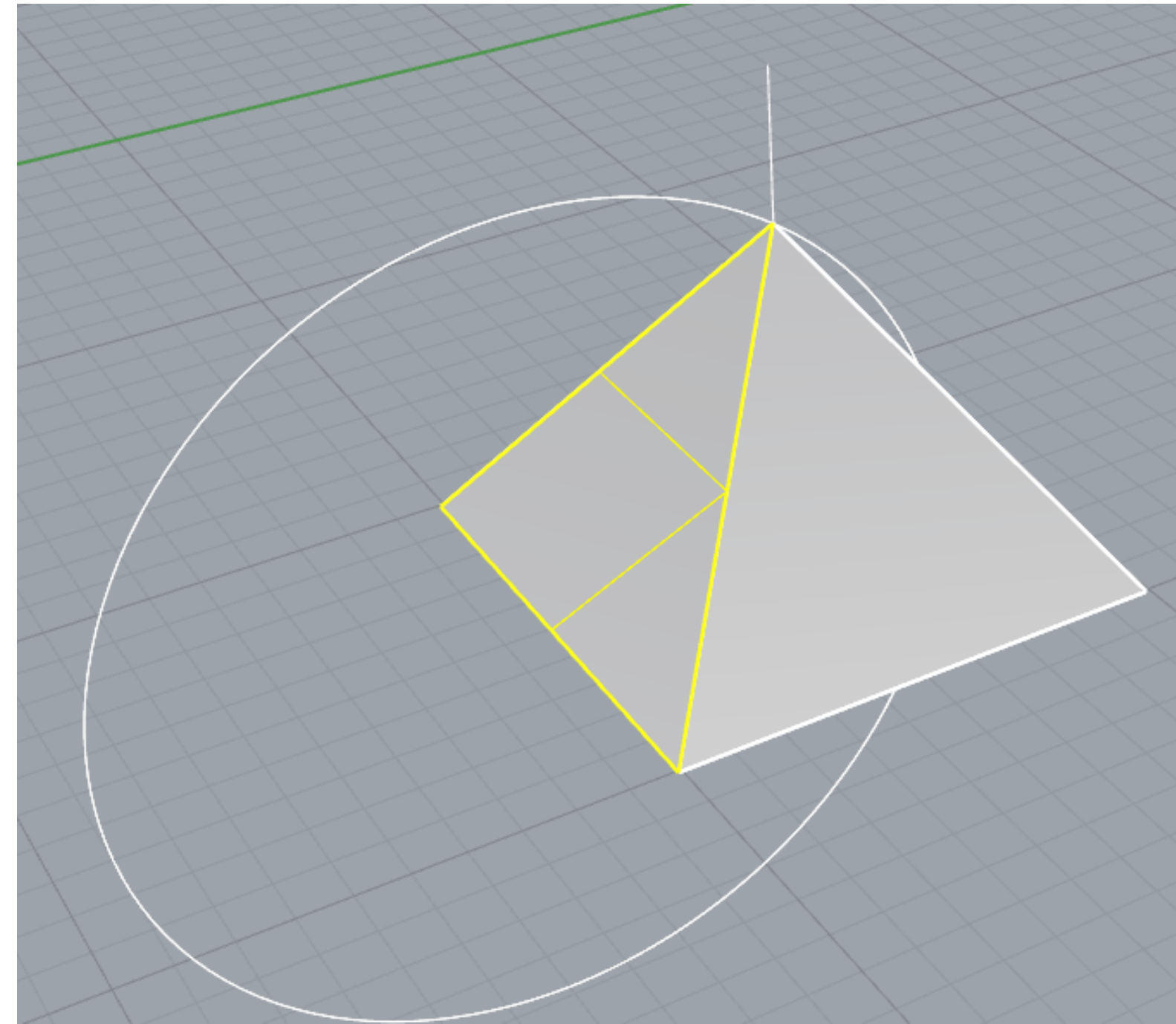


Agora basta-nos rodar o triângulo para que o vértice que faz parte do círculo também pertença à reta vertical criada



AULA 1- Rhino

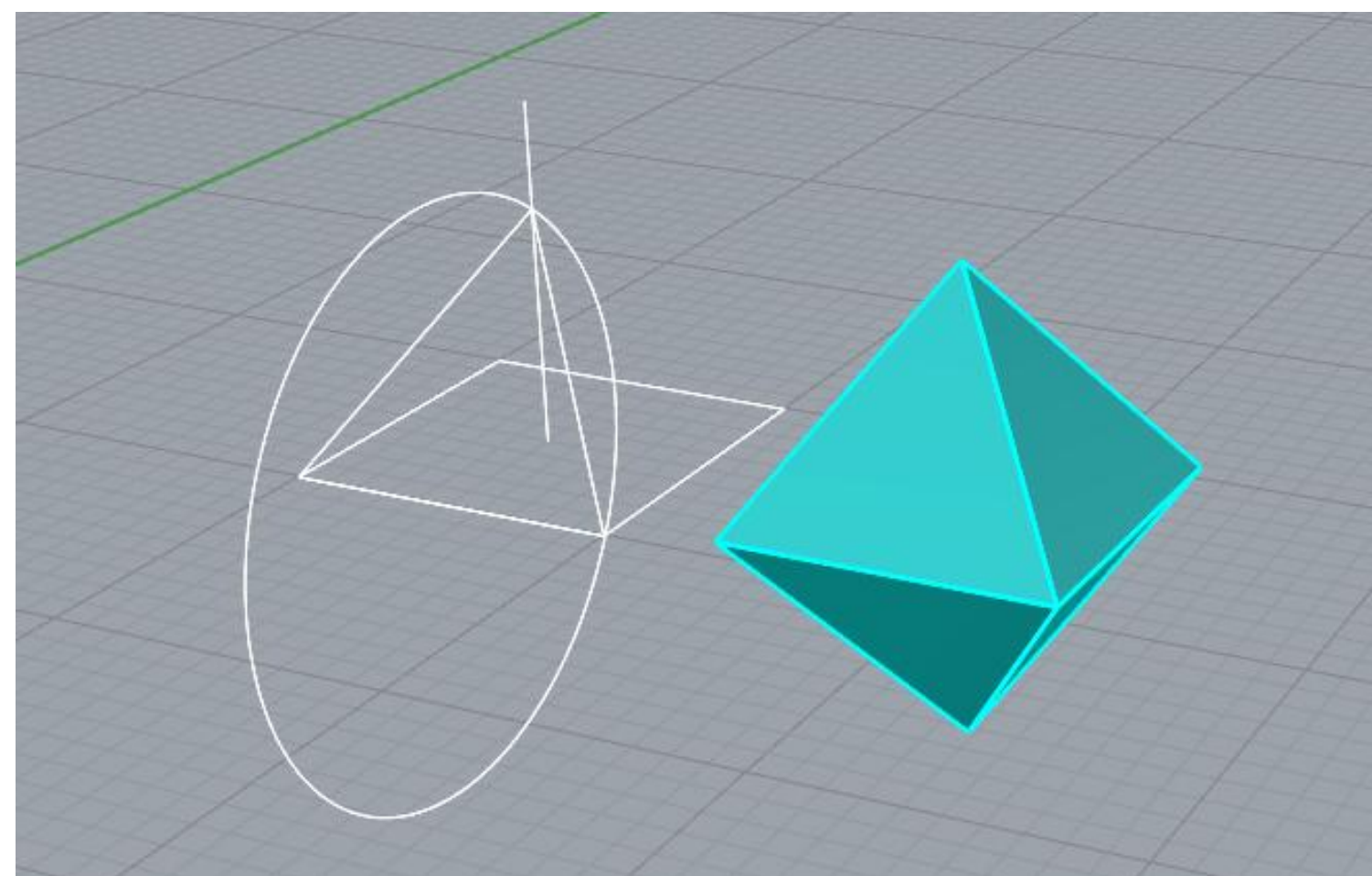
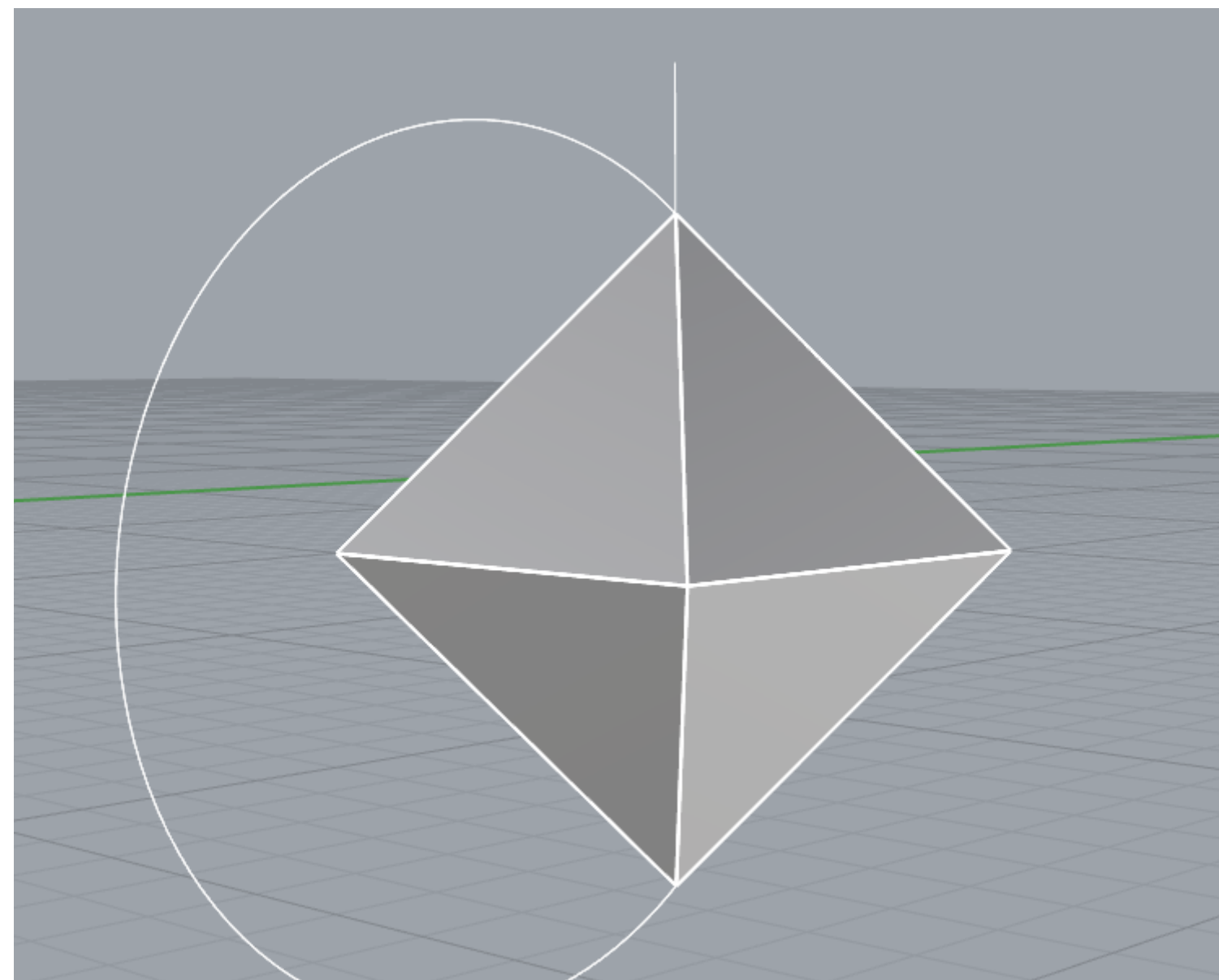
Tendo agora a face no lugar correto passamo-la para um plano solido com o comando “surface” e fazemos um “array polar” para obtermos as outras 3 faces da primeira metade do octaedro.



```
Command: ArrayPolar  
Center of polar array. Press Enter to use the CPlane origin ( Axis UseLastAxis )  
Angle to fill or first reference point <360> ( Preview=Yes StepAngle Rotate=Yes ZOffset=0 )  
Press Enter to accept. FillAngle = 360 ( Items=4 FillAngle Rotate=Yes ZOffset=0 )
```

AULA 1- Rhino

Por último tendo a metade superior só temos de utilizar o comando “mirror” com esta metade selecionada e fazer um “mirror” com 3 pontos.(como foi feito com o dodecaedro)
O produto final deve ficar algo assim do género.->



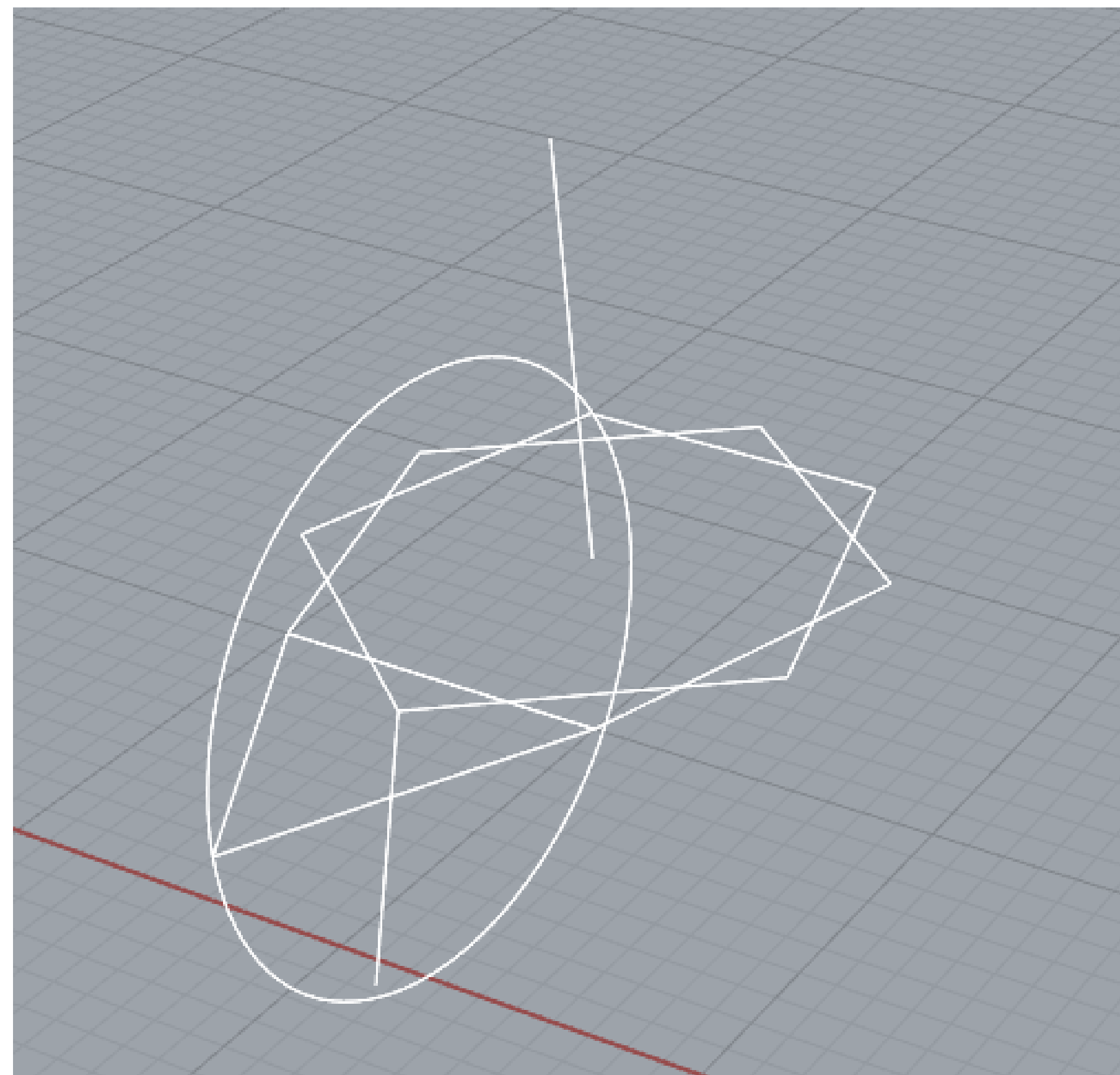
AULA 1- Rhino

ICOSAEDRO

AULA 1- Rhino

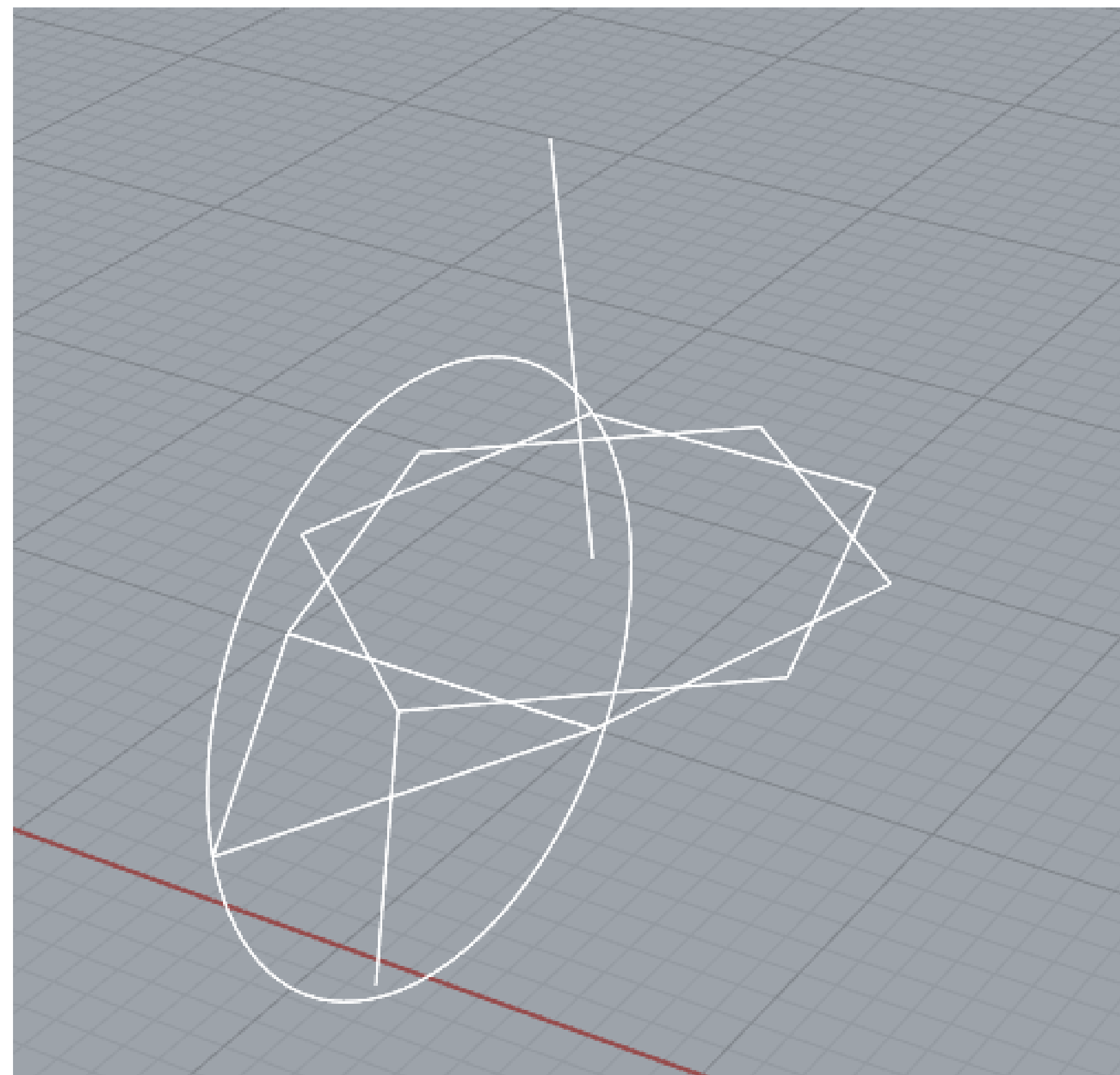
AGORA O ICOSAEDRO!

Primeiro criamos um pentágono. Depois criamos uma copia do pentágono e rodamos-la 36 graus.
De seguida criamos um triangulo equilátero com uma aresta coincidente a um dos pentágonos.



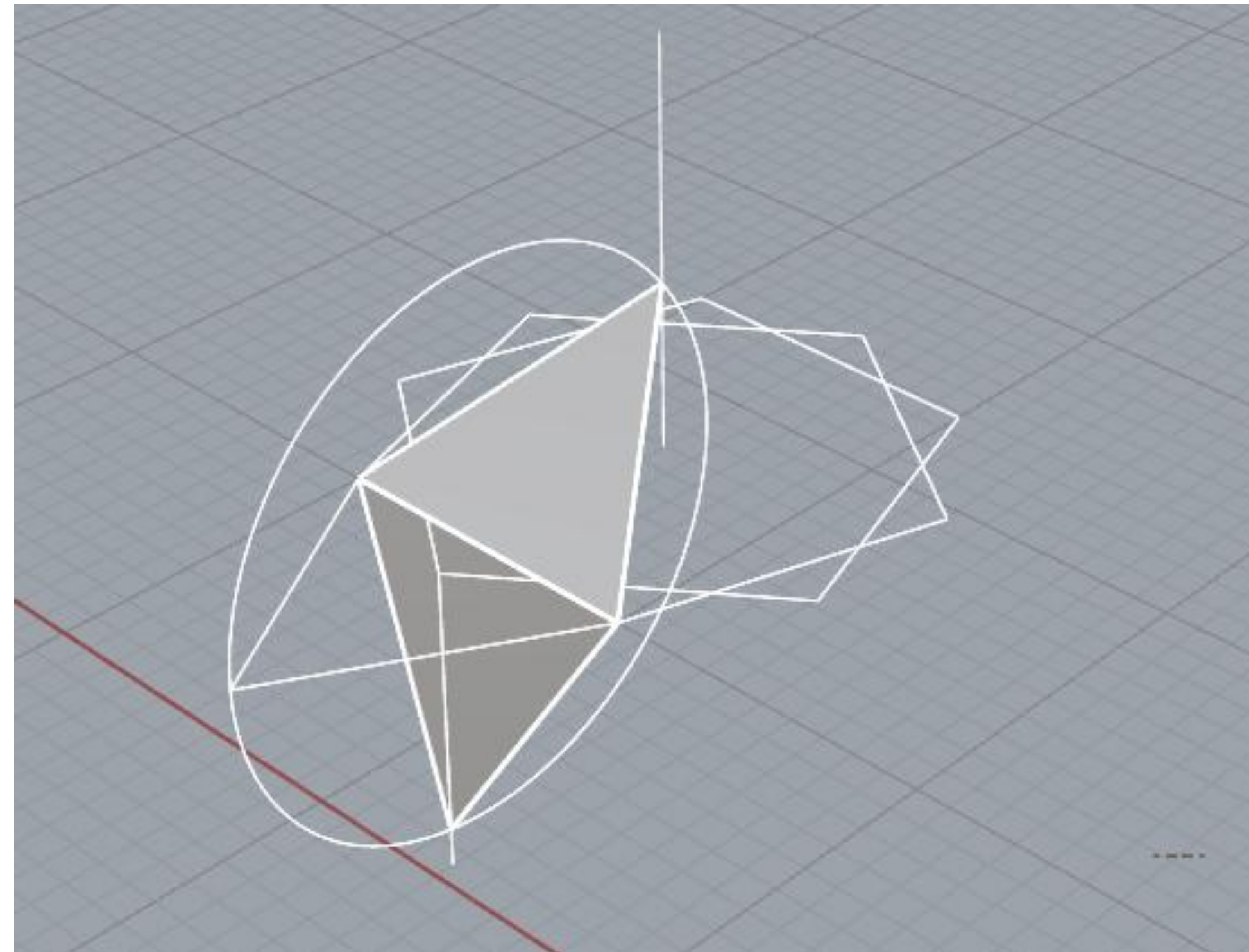
O passo seguinte é criar duas retas verticais, uma para cima e outra para baixo. Os pontos de saída destas linhas devem ser respetivamente o centro de um dos pentágonos e o vértice do outro pentágono menos distante do triângulo.

Por ultimo traçamos um circulo vertical cujo o centro é o ponto médio da aresta coincidente entre o circulo e o pentágono. A aresta mais distante ao pentágono do triângulo deve pertencer a esta circunferência,.



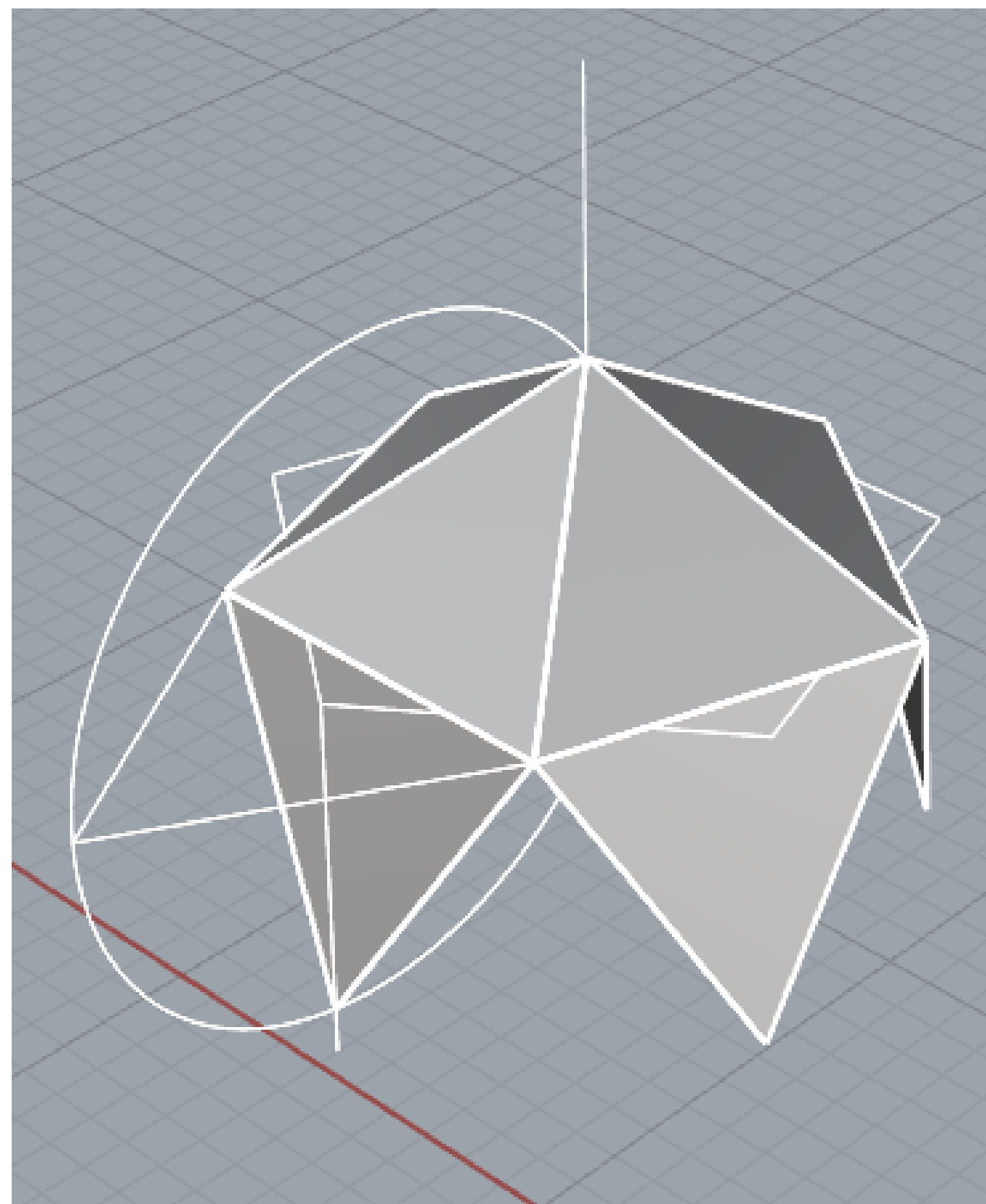
AULA 1- Rhino

Agora criamos dois triângulos com o comando “surface”. Os dois triângulos devem partilhar a aresta anteriormente partilhada entre o triângulo e o pentágono e devem ter como um dos seus vértices um dos pontos criado pela interceção das retas verticais e do círculo criado.



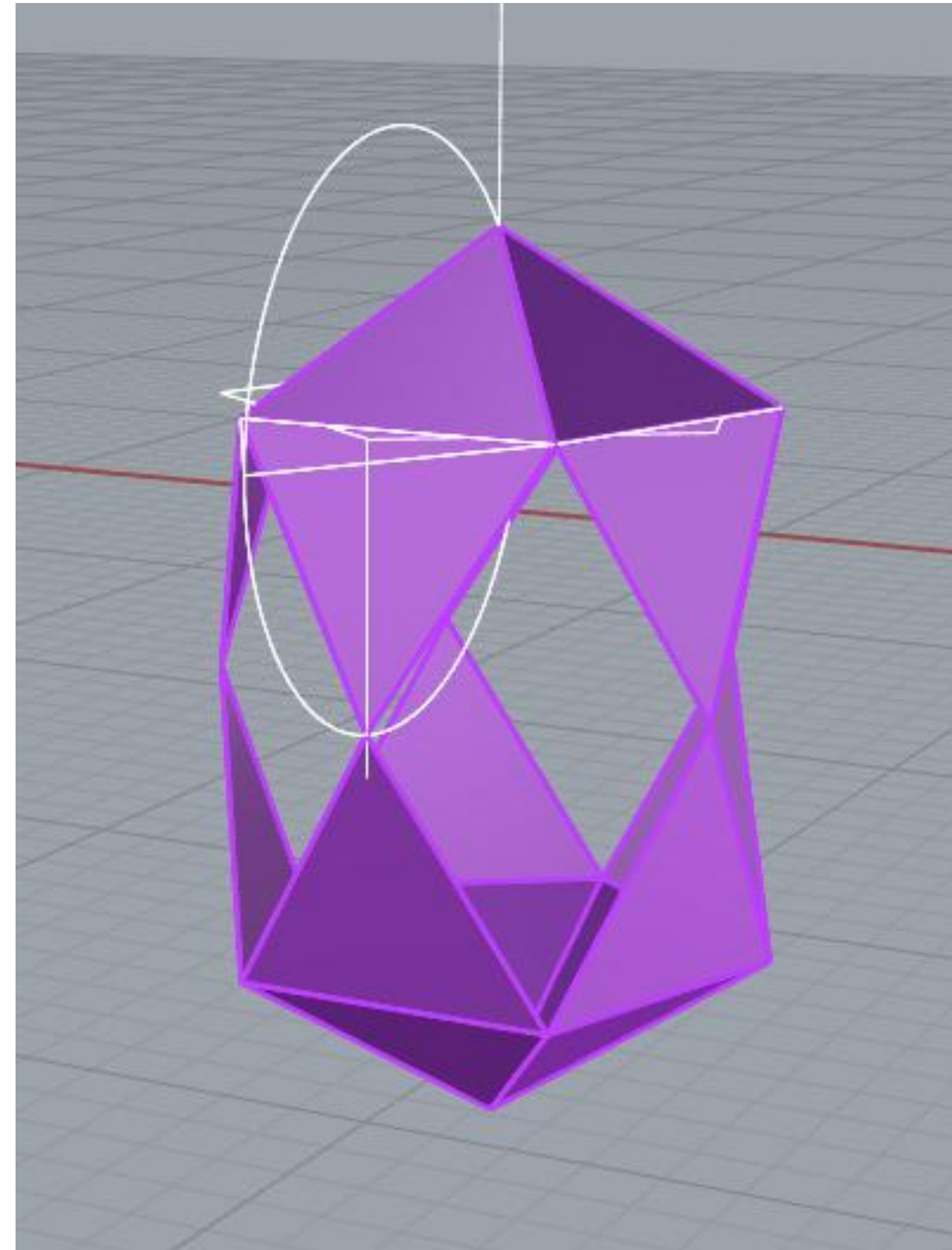
AULA 1- Rhino

Tendo estas duas faces devemos acabar de criar a metade superior do solido com um “array polar”.



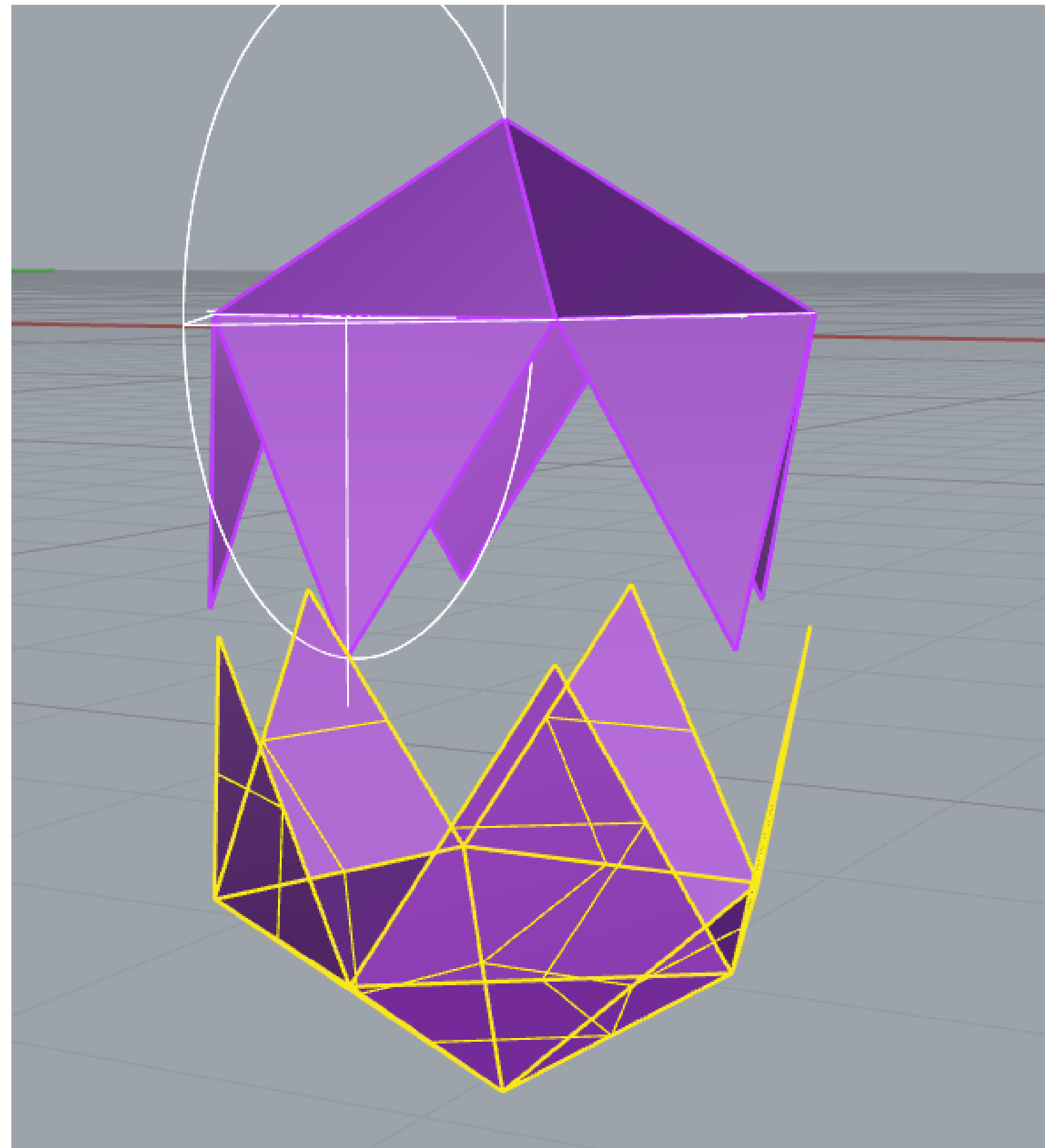
AULA 1- Rhino

Tendo a metade superior do sólido devemos fazer um “mirror” com três pontos para criar a outra metade do icosaedro.



AULA 1- Rhino

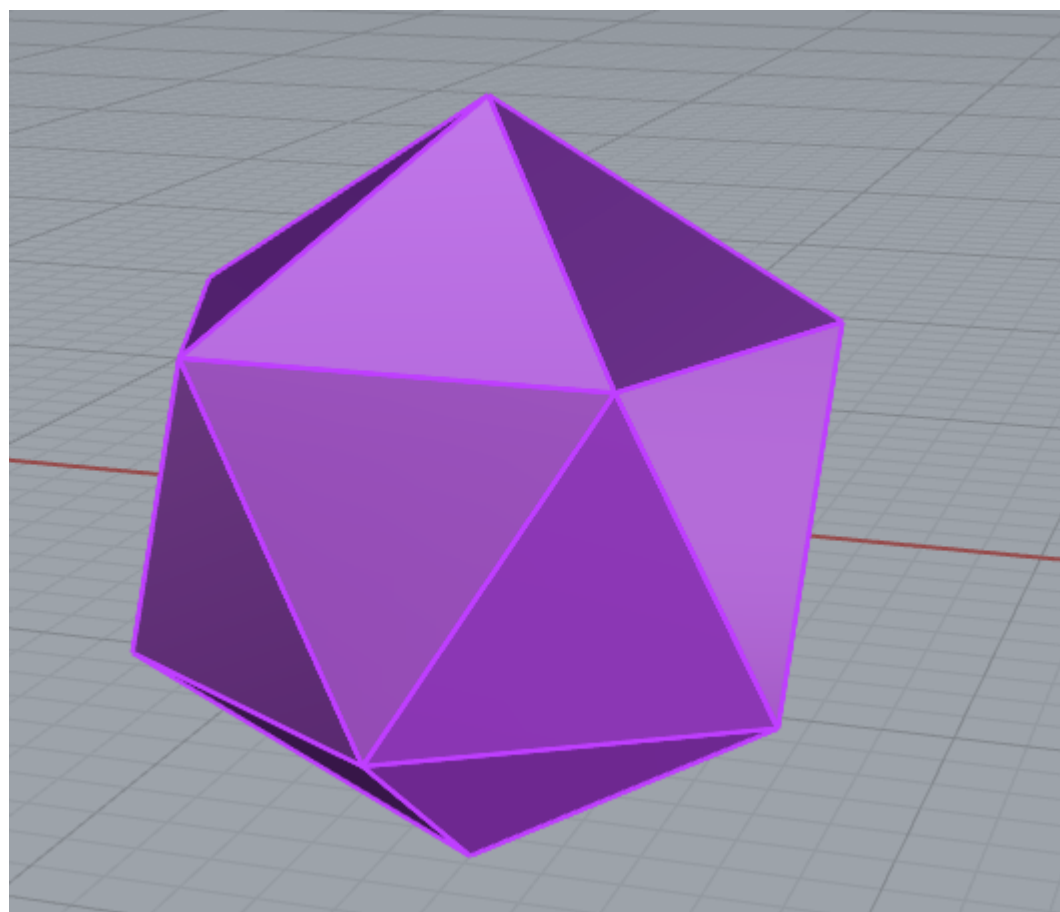
Tendo o “mirror” feito devemos fazer um “rotate” de uma das metades de 36 graus para as podemos encaixar uma na outra.



AULA 1- Rhino

Depois de encaixarmos as duas metades o icosaedro está acabado.

O resultado final deve ficar mais ou menos assim ->



AULA 1- Rhino

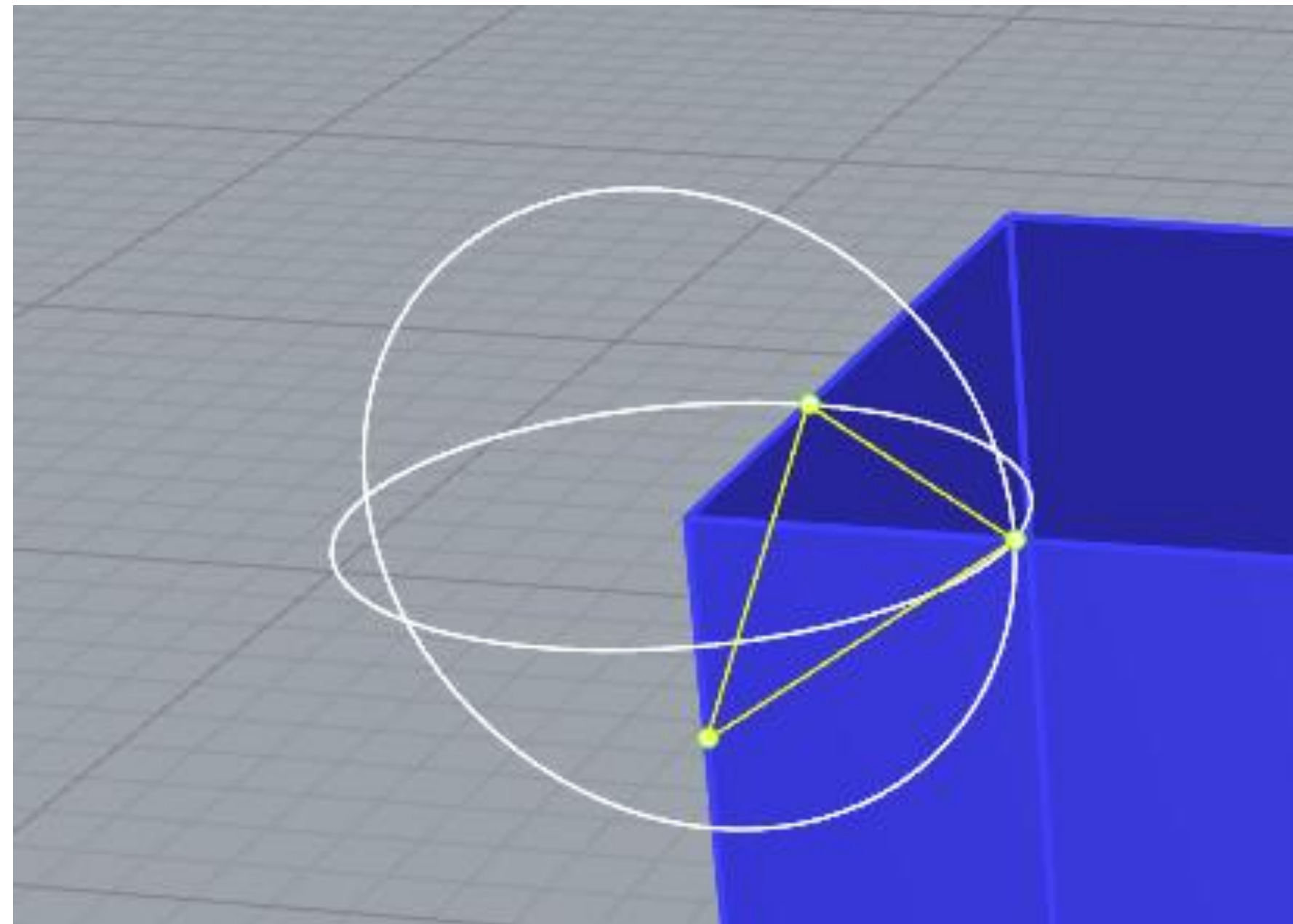
CUBO TRUNCADO

AULA 1- Rhino

Tendo todos os sólidos platônicos criados vamos agora
passar para os sólidos de Arquimedes.
Começaremos com um cubo truncado.
Criar um novo cubo idealmente com medidas de aresta
múltiplas de 3 para facilitar o processo de criação.

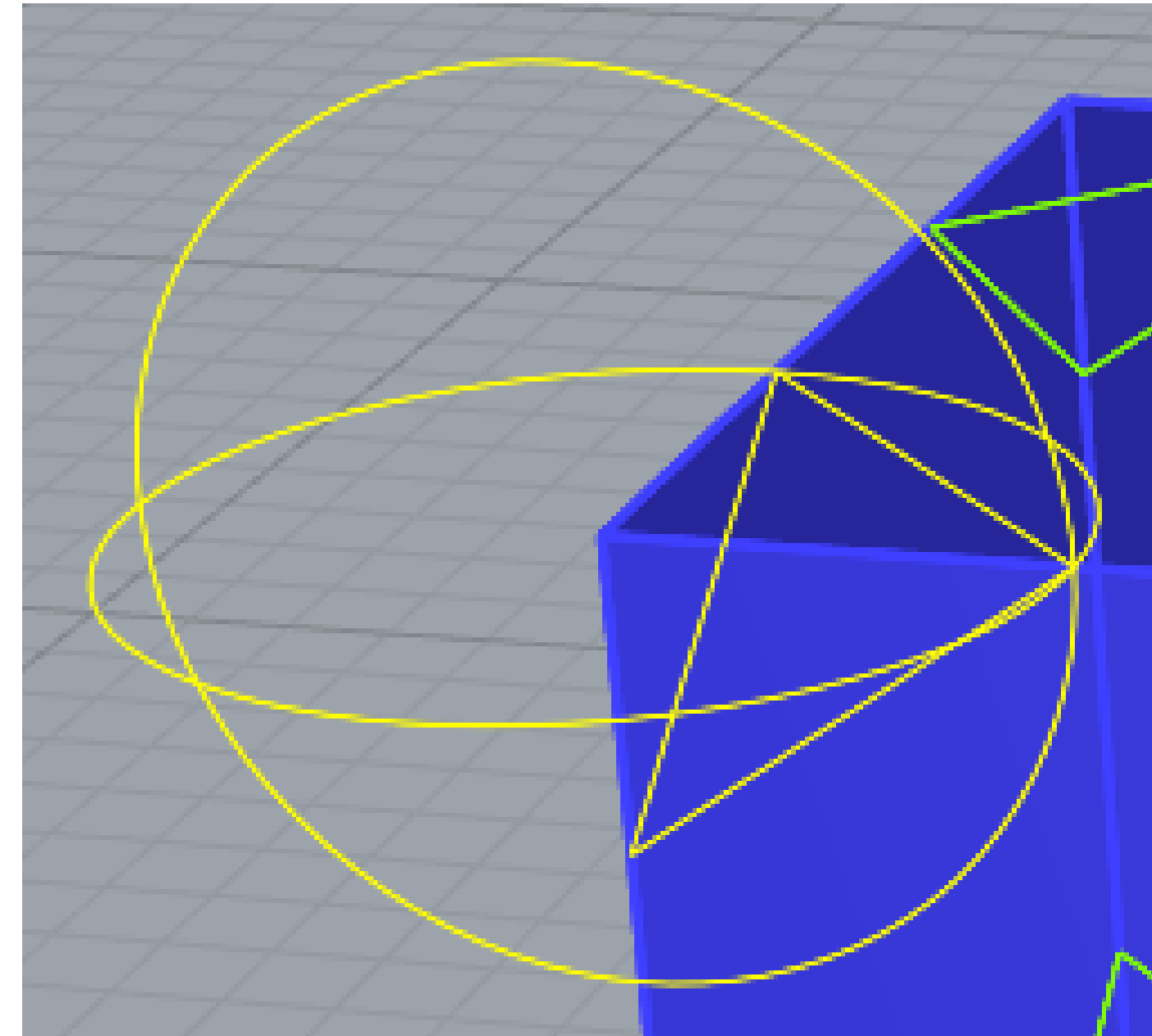
AULA 1- Rhino

Depois devemos criar dois círculos num dos vértice do solido, idealmente superior, com um raio de um terço da aresta do cubo.



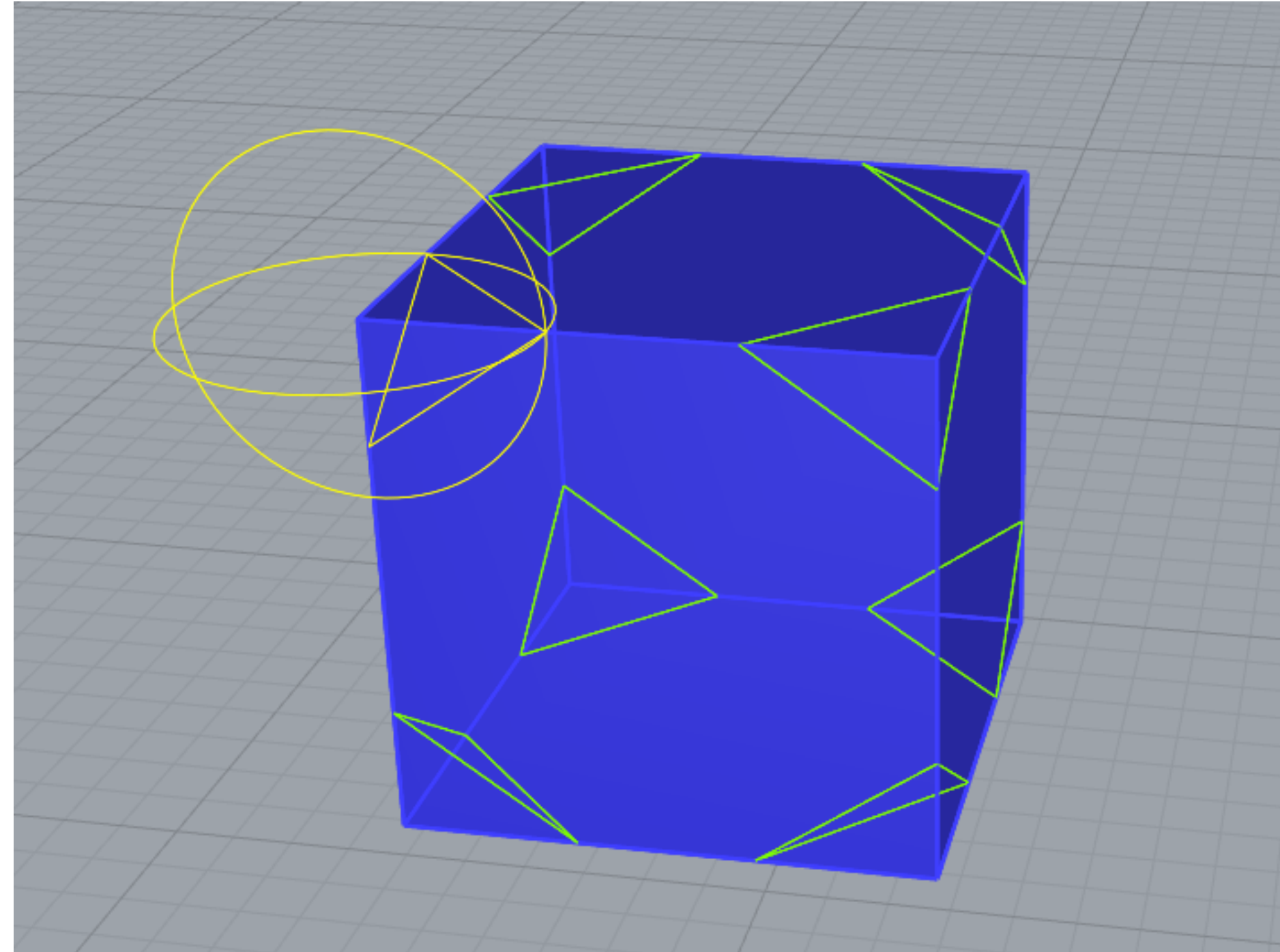
AULA 1- Rhino

De seguida criamos um triângulo cujos vértices devem ser a interceção das arestas co cubo com os círculos anteriormente criados.
Este triângulo deve pertencer a uma nova camada criada cujo o nome deve ser “wire”



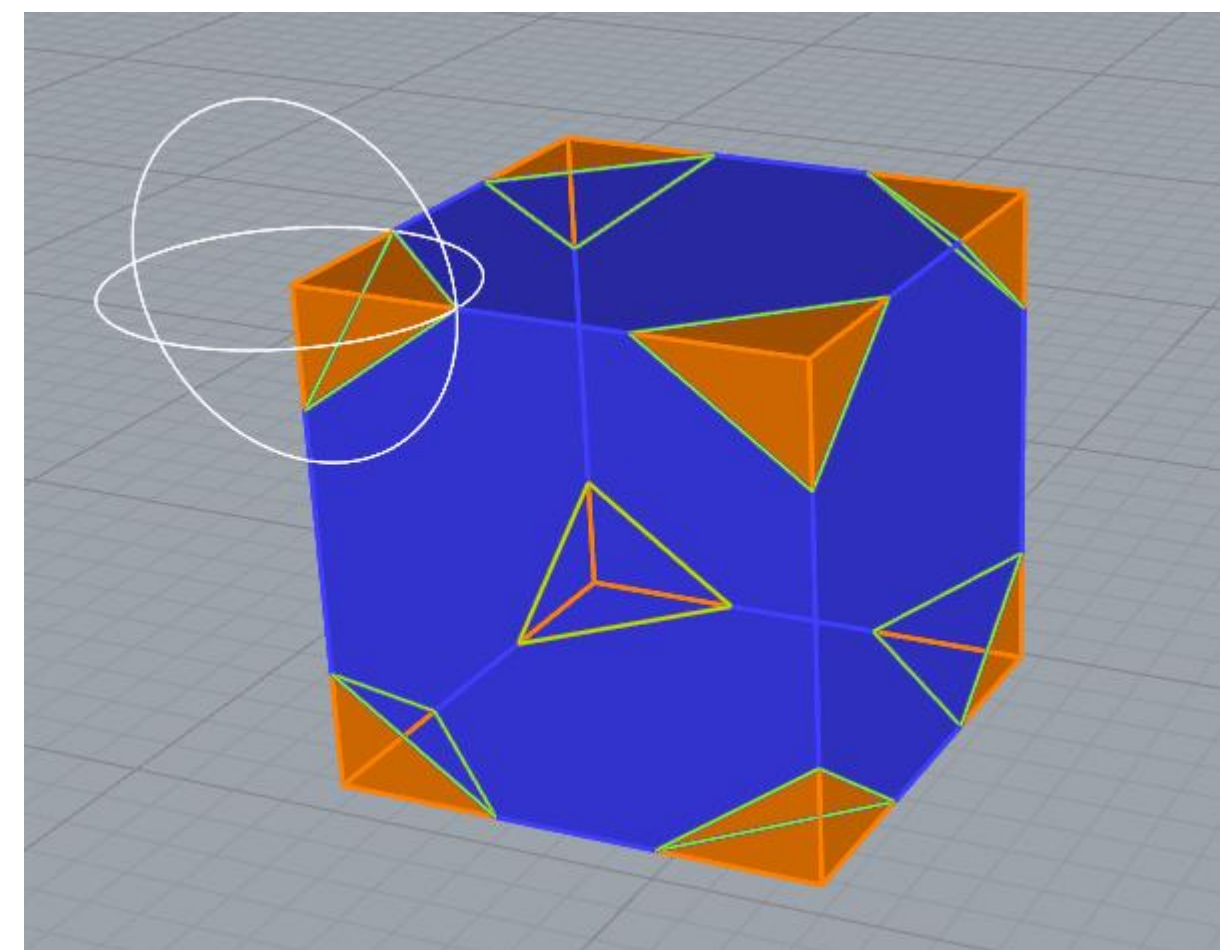
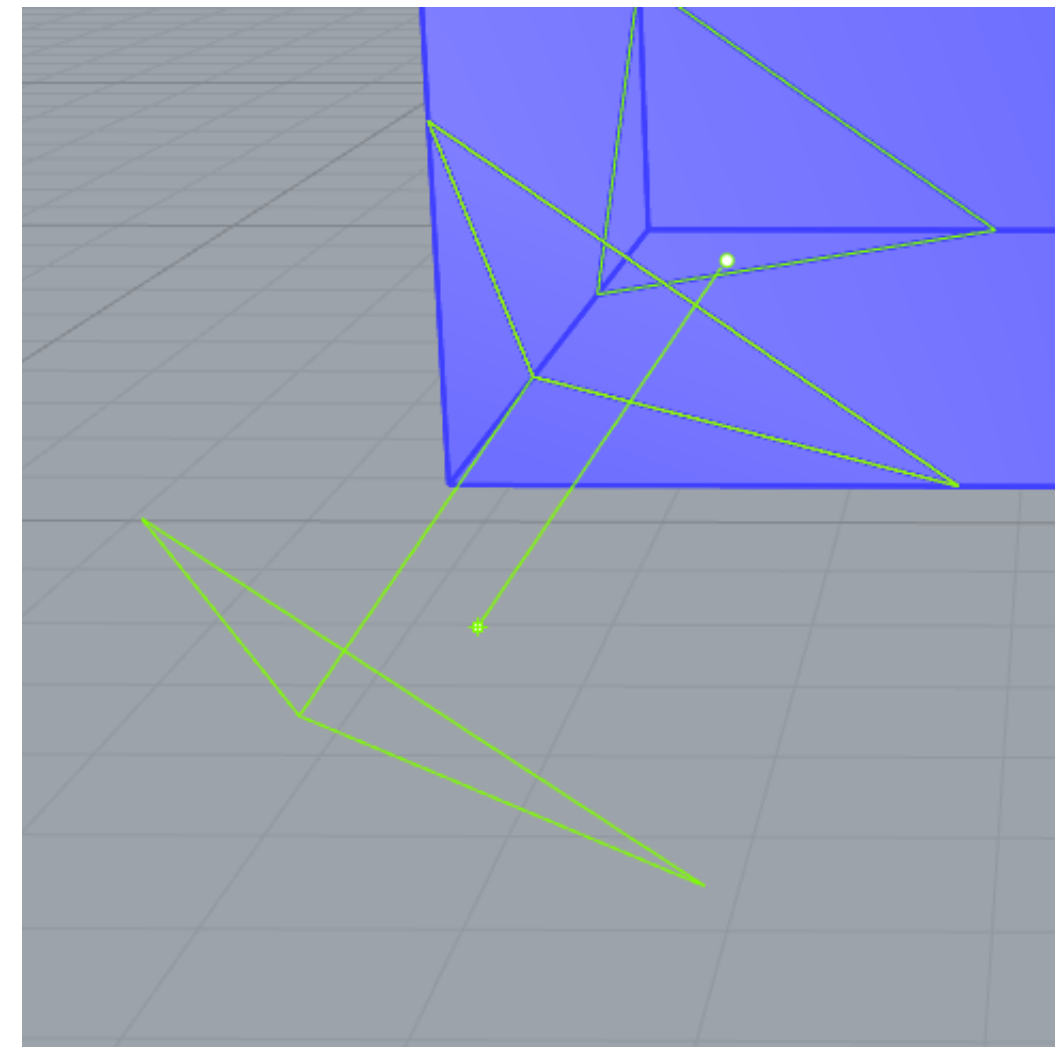
AULA 1- Rhino

A seguir devemos fazer “mirror” deste triângulo para baixo e depois fazer um “array polar” para que todos os vértices do cubo tenham um triângulo



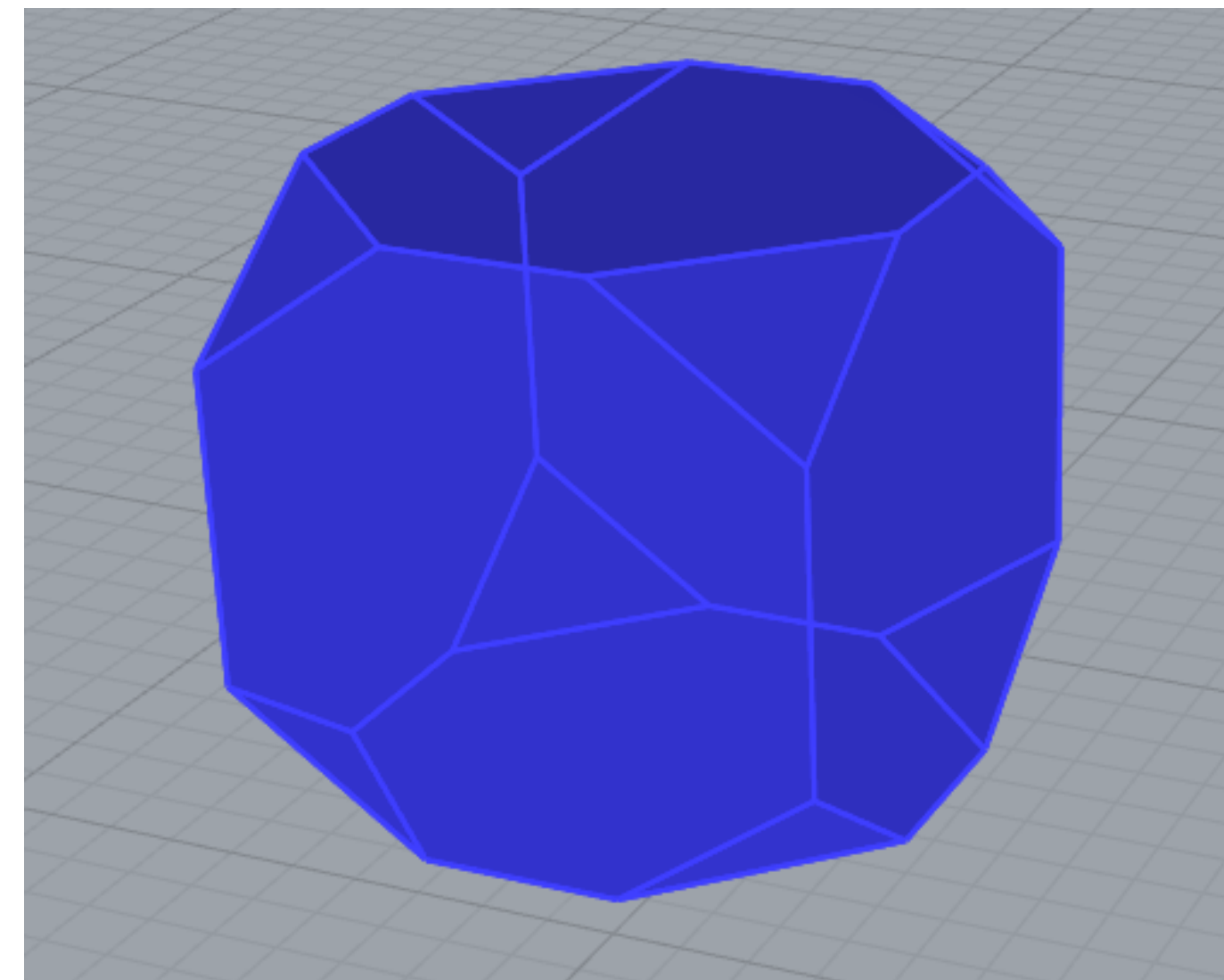
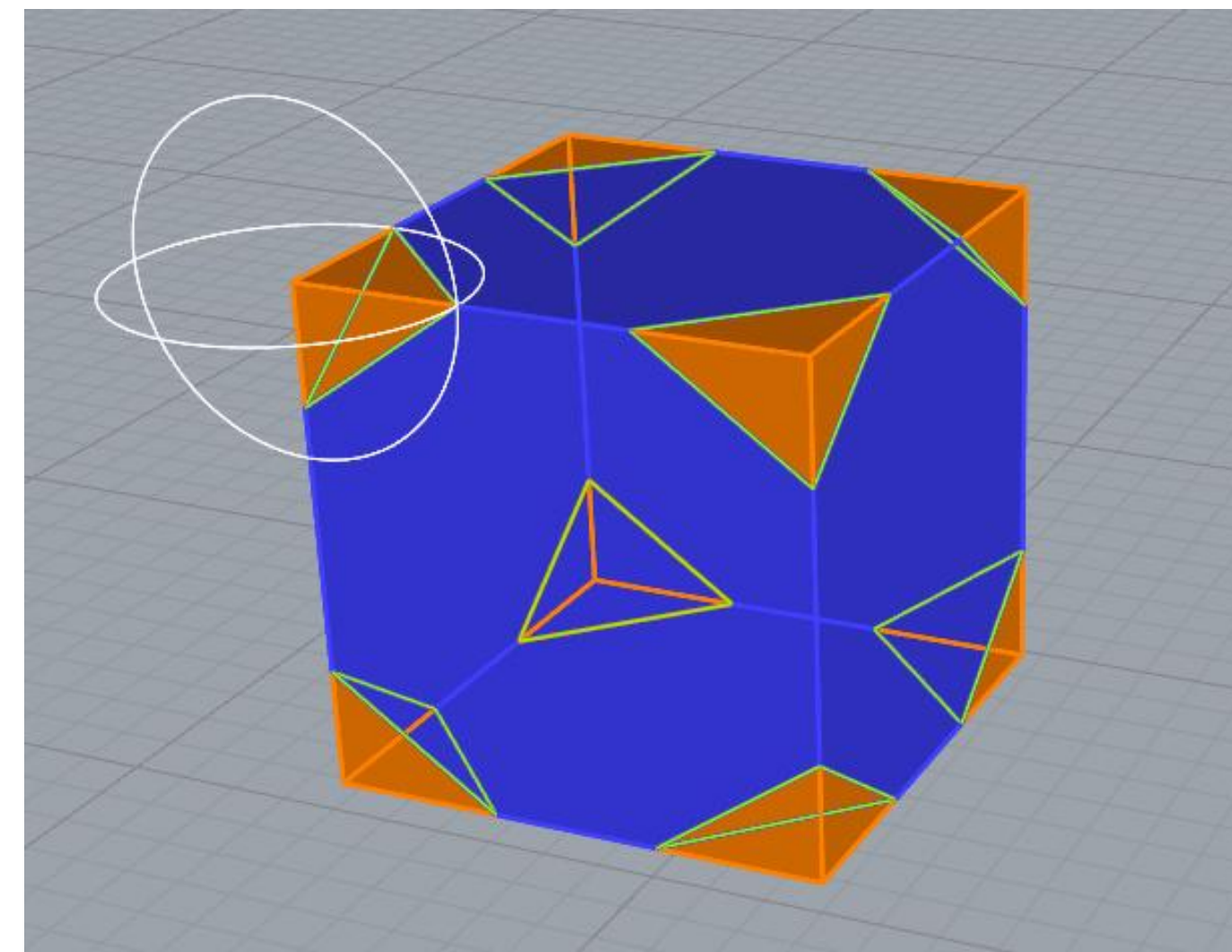
AULA 1- Rhino

Agora devemos selecionar a ferramenta “wire cut”, selecionar primeiro o triângulo, depois o cubo e cortar para as arestas do cubo, tendo atenção para selecionar o “keep all” na ferramenta para ficarmos com as arestas e o programa não as apagar.



AULA 1- Rhino

Por ultimo podemos colocar os vértices cortados numa nova camada com o nome de “vértices” e para obtermos o nosso cubo truncado, neste caso a um terço da aresta, basta desligarmos a camada arestas.
O produto final deve ficar assim ->



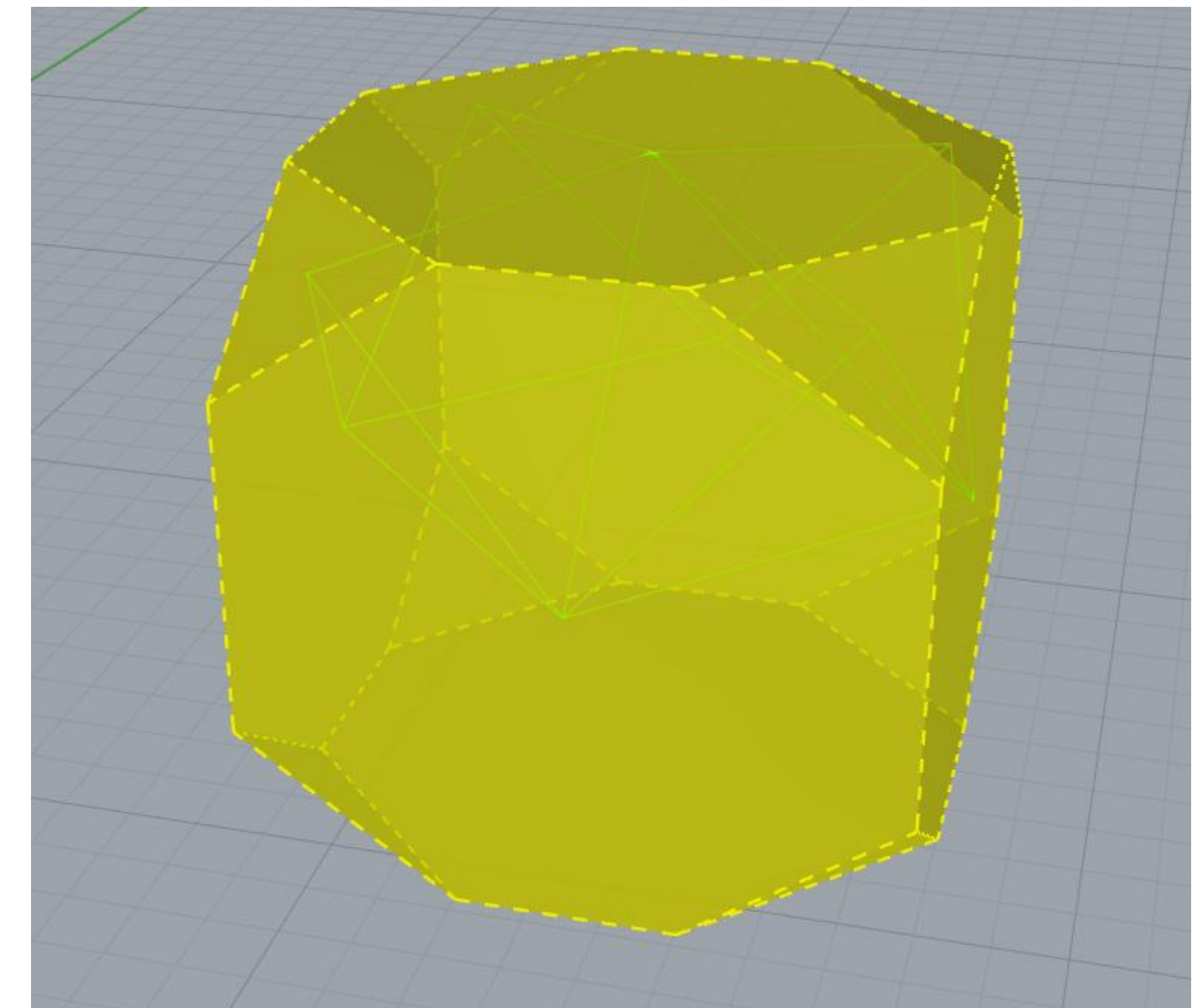
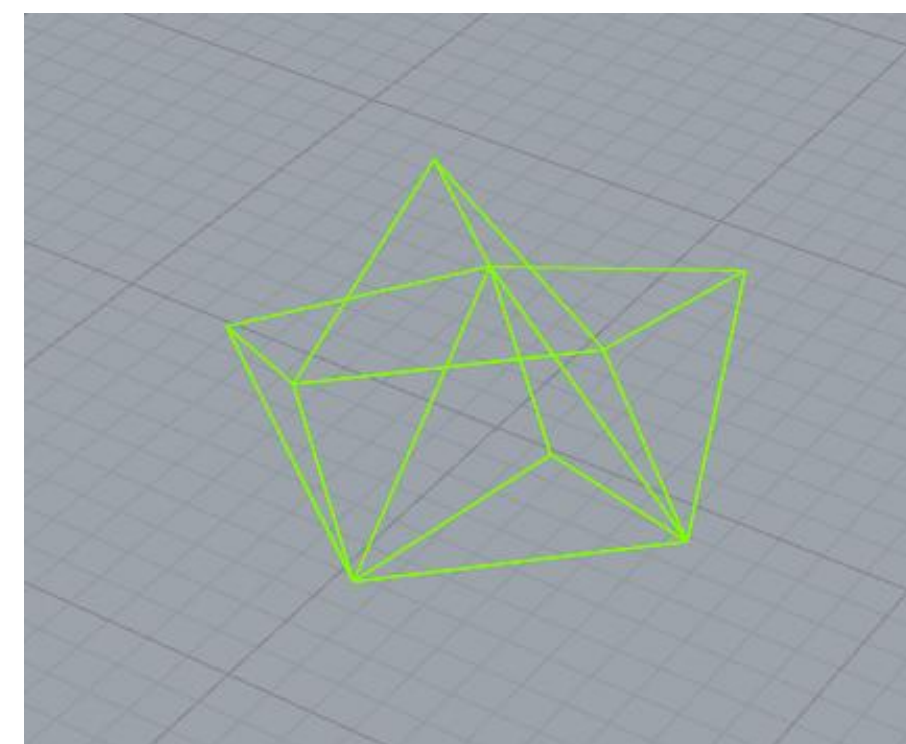
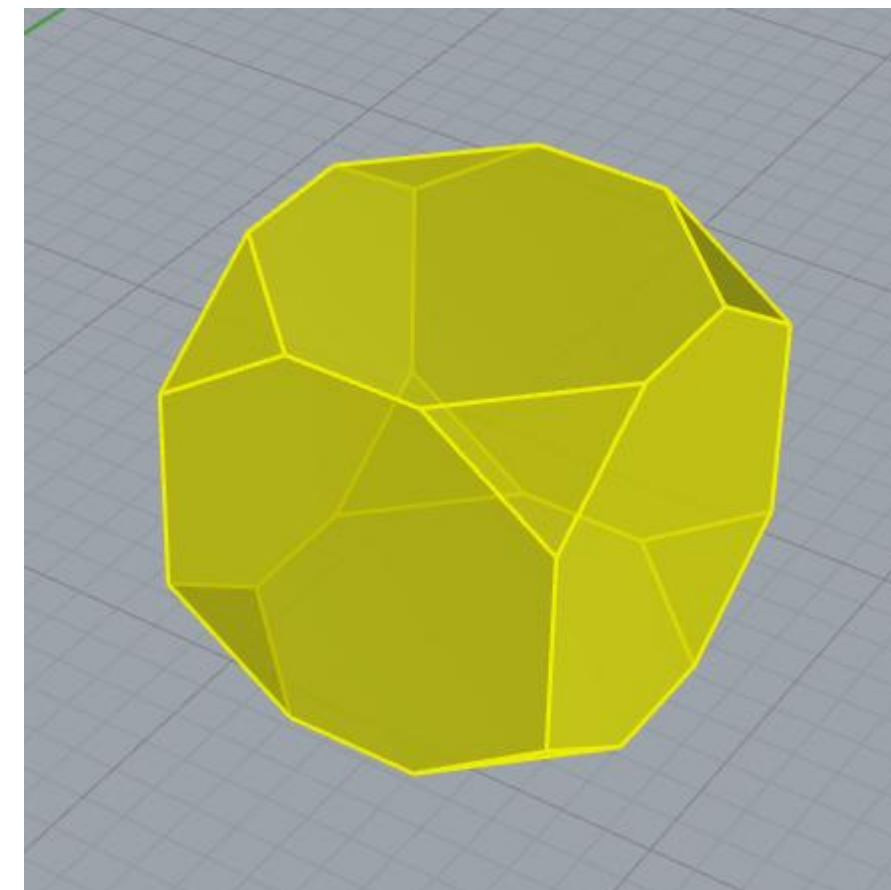
AULA 1- Rhino

Aula 2 – Duais e Sólidos de Arquimedes

DUAL DE CUBO TRUNCADO

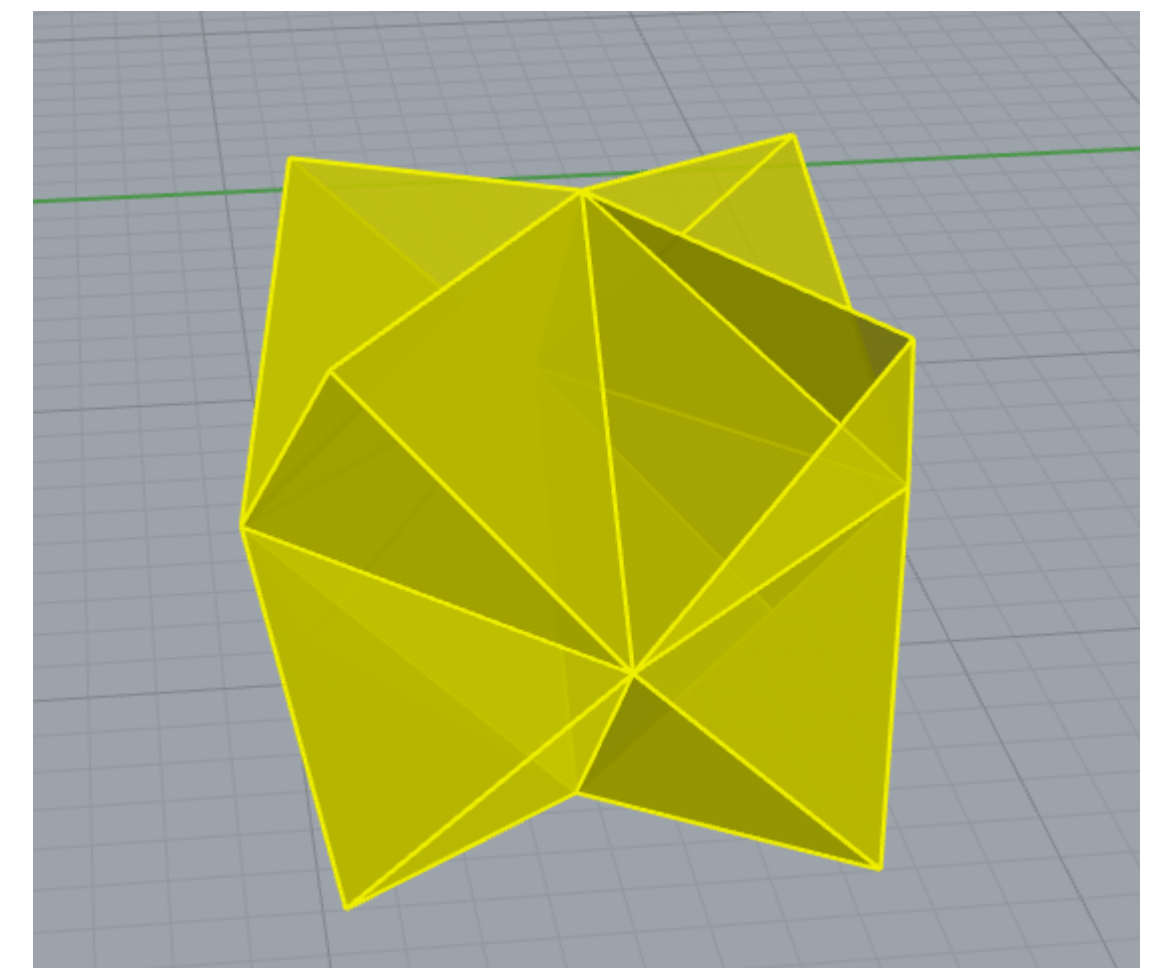
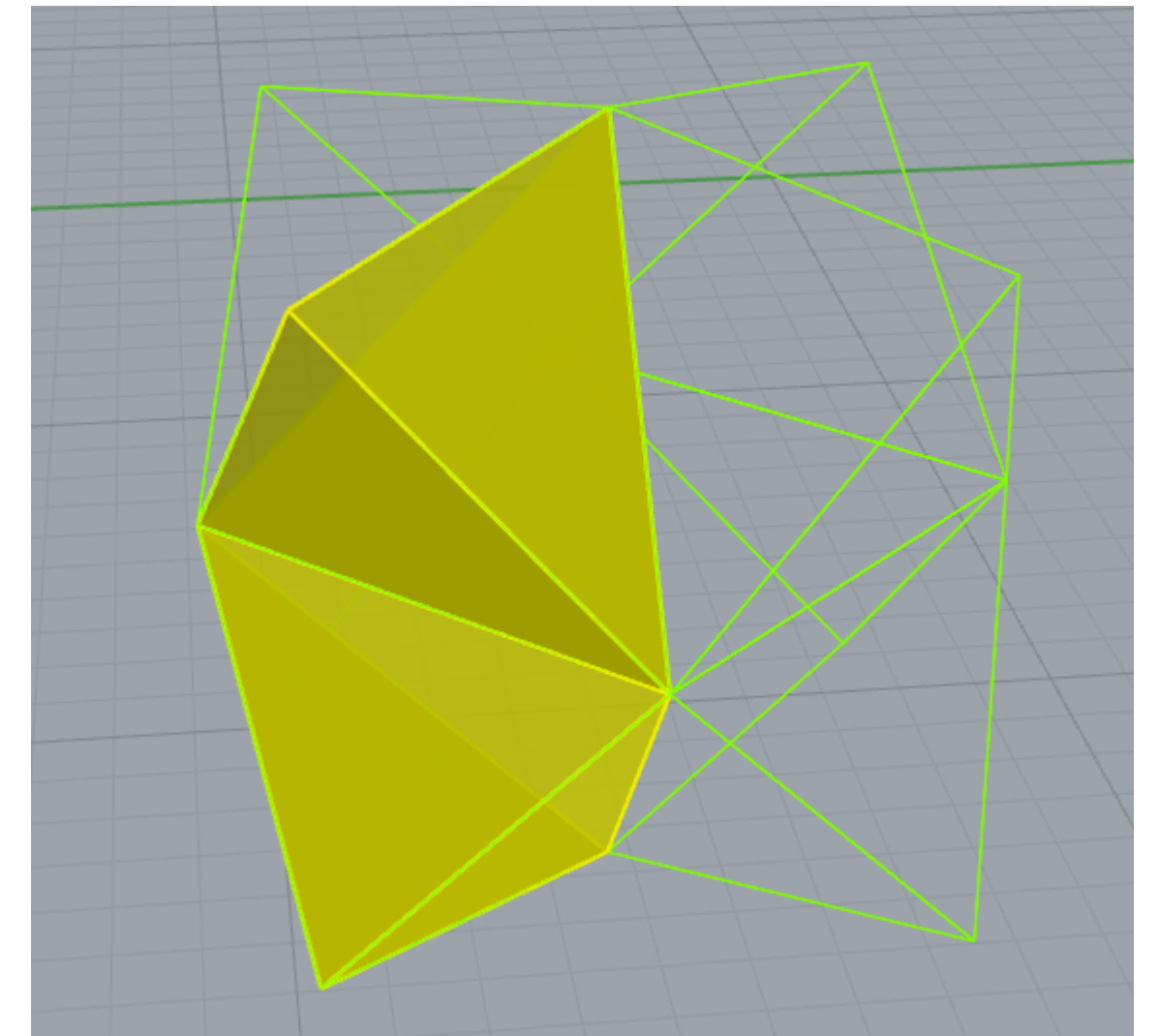
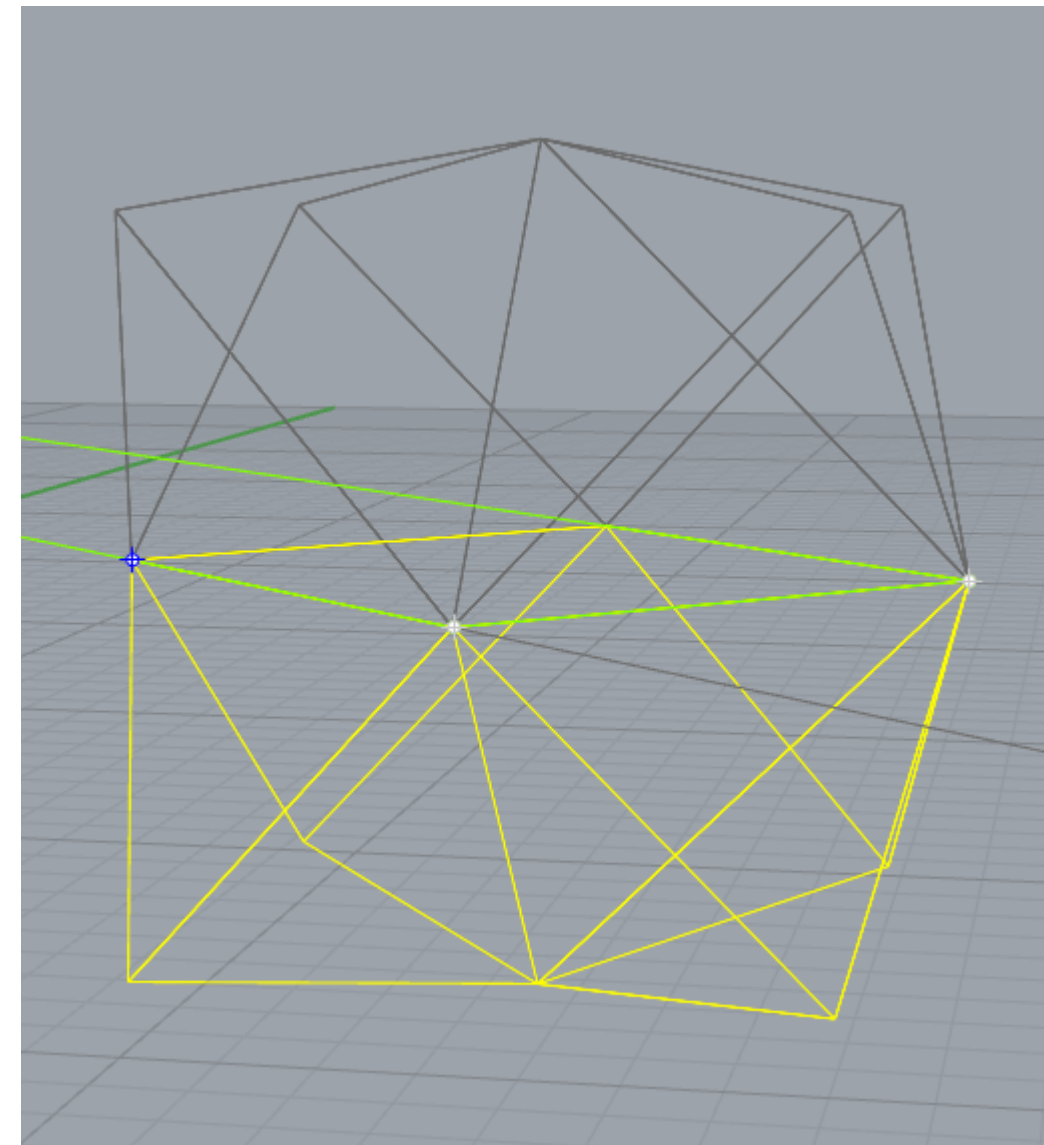
Com o cubo truncado já feito podemos produzir o seu Dual, ou seja, o sólido resultante da união dos pontos centrais de todas as faces do cubo truncado.

Primeiro precisamos de unir os centros de uma das metades (superior ou inferior) do cubo truncado. Esta união deve ser feita através de triângulos que idealmente serão criados com a função “polyline”.



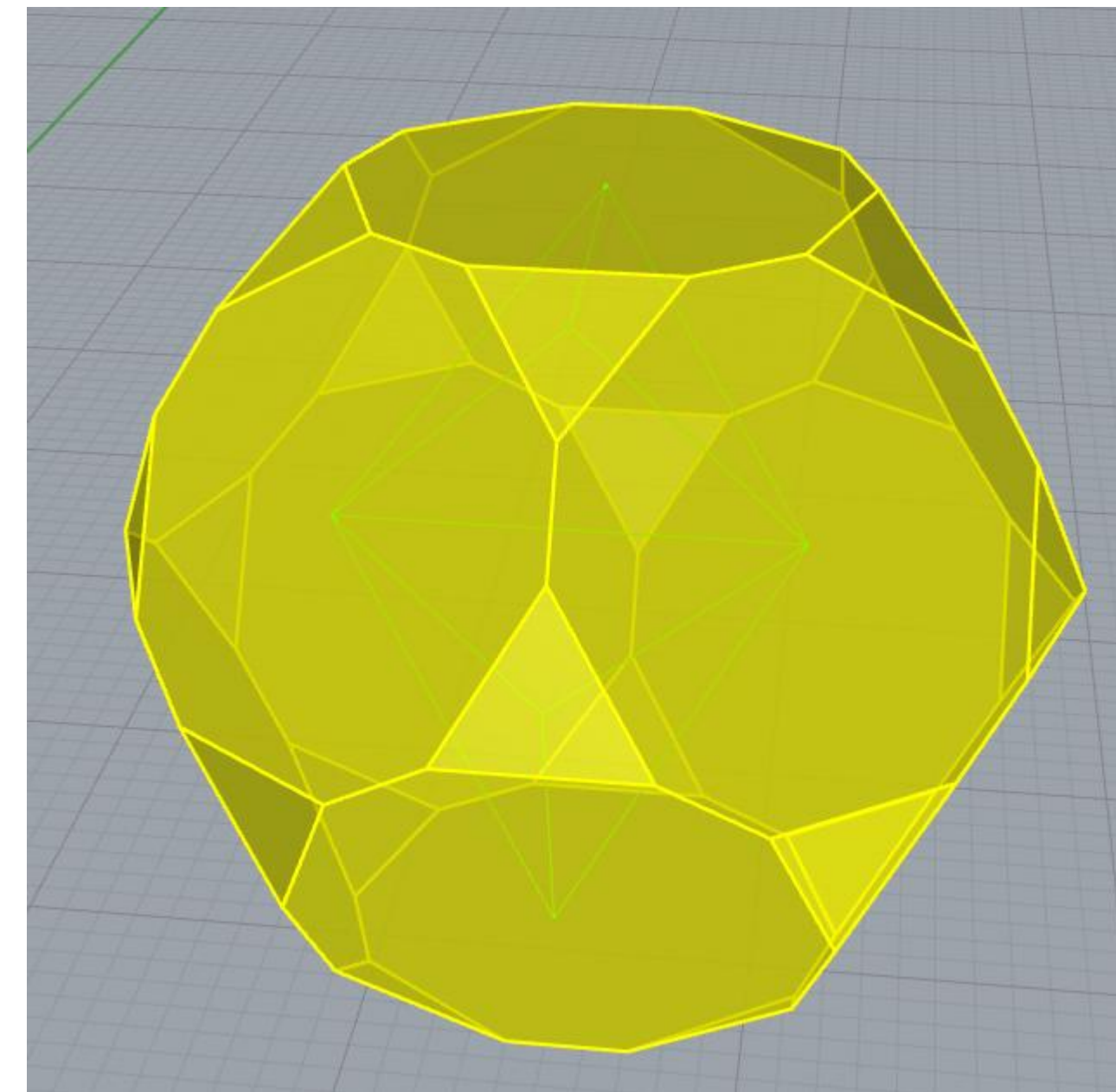
Depois de termos a união dos pontos centrais de uma das metades basta fazer “mirror” para ficar com todos os pontos do Dual.

Tendo todos os pontos só temos de preencher as superfícies com o controlo “surface”. (este último processo pode ser agilizado com o uso do comando “arraypolar”)

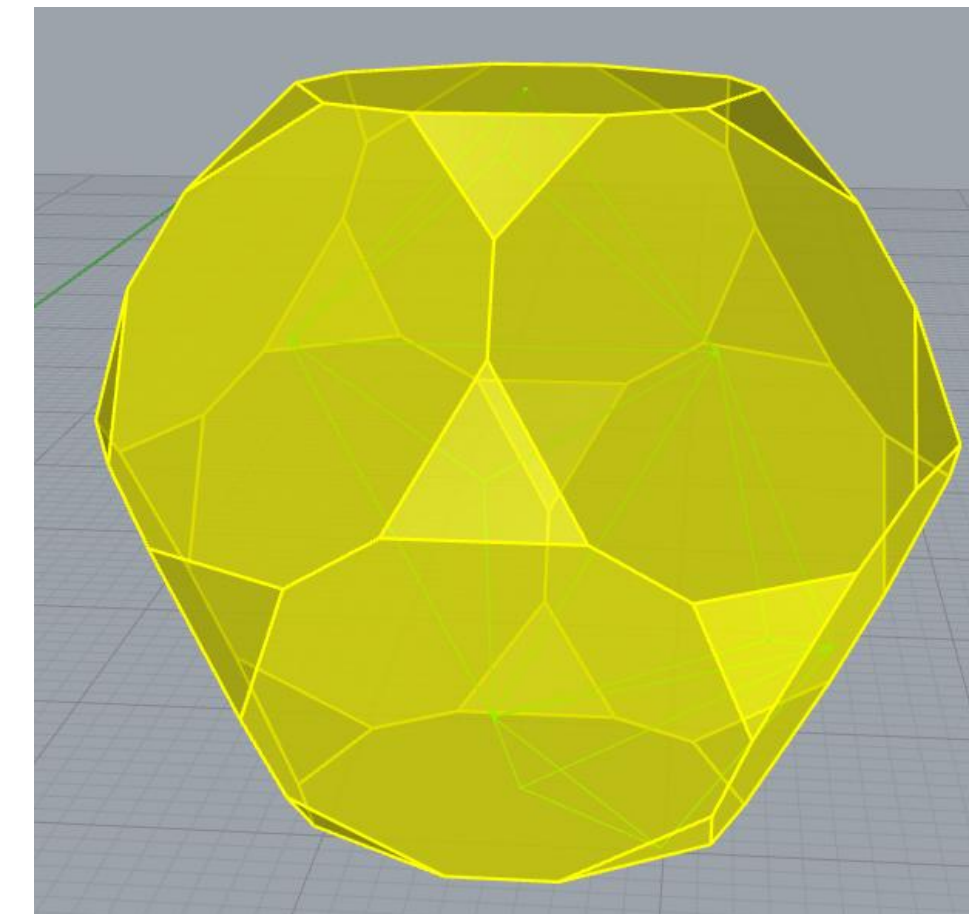
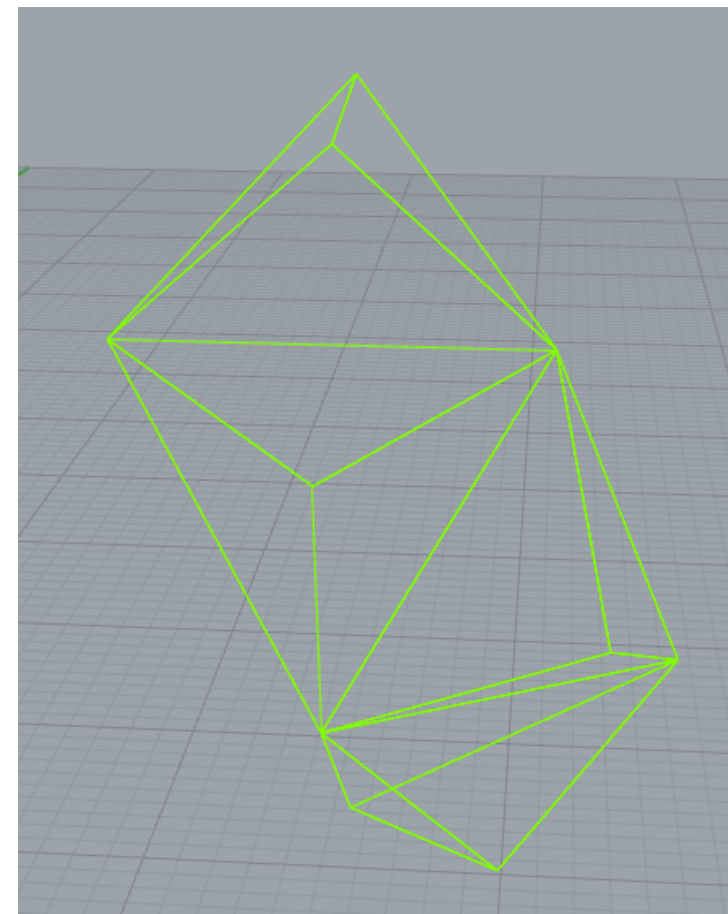
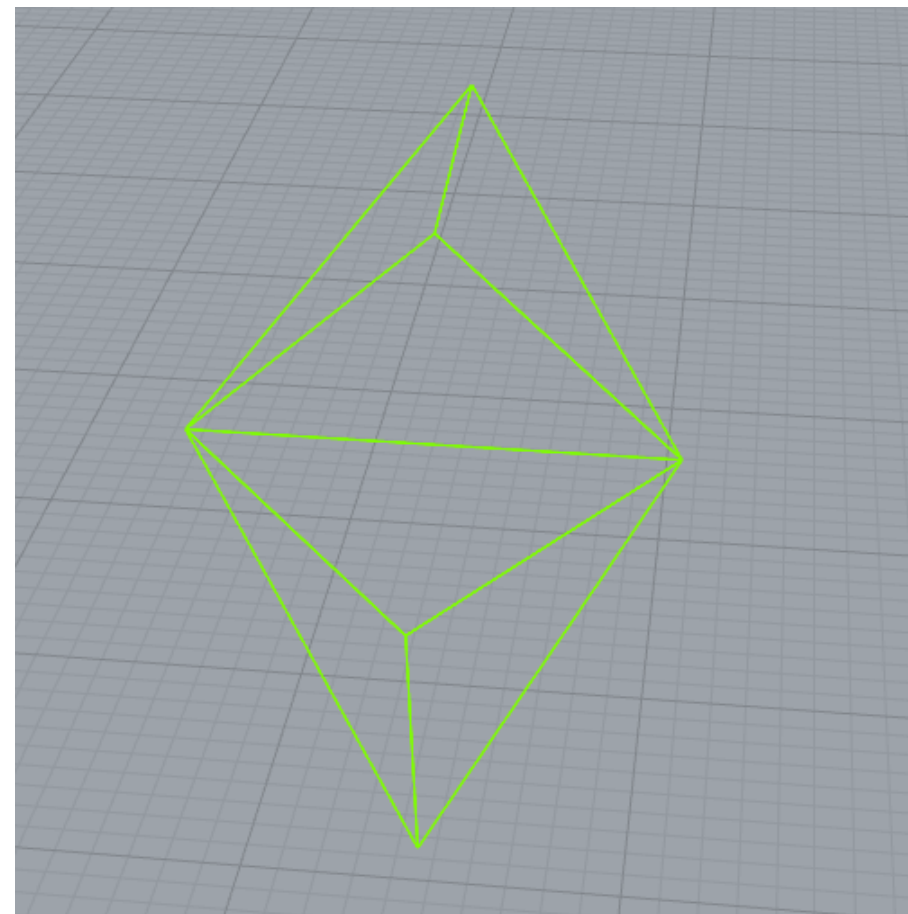


DUAL DE DODECAEDRO TRUNCADO

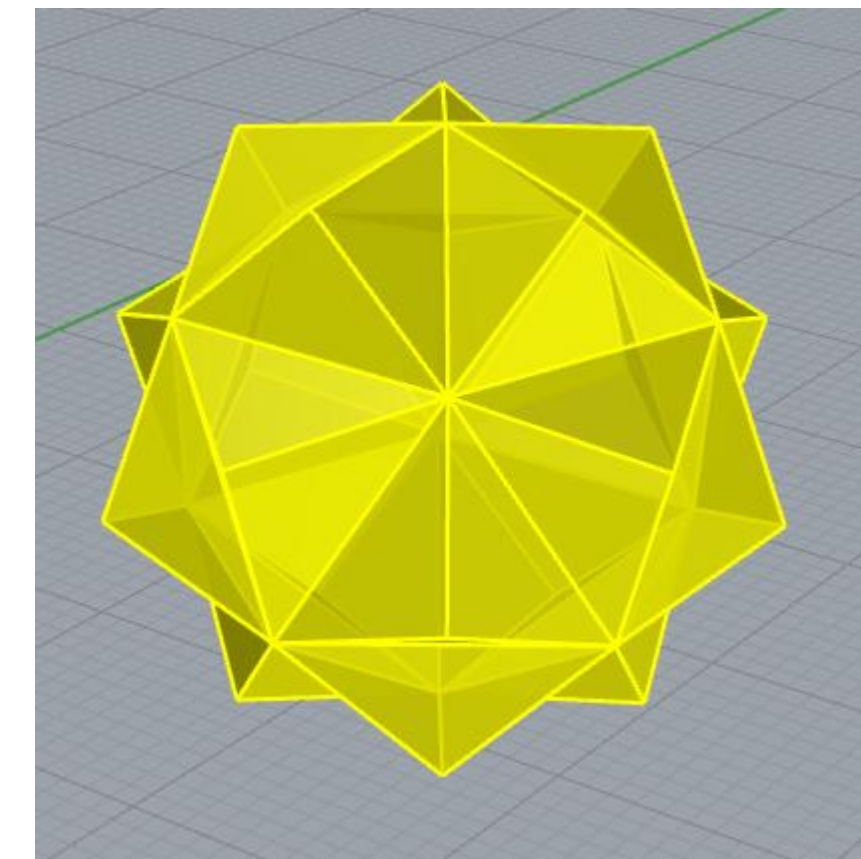
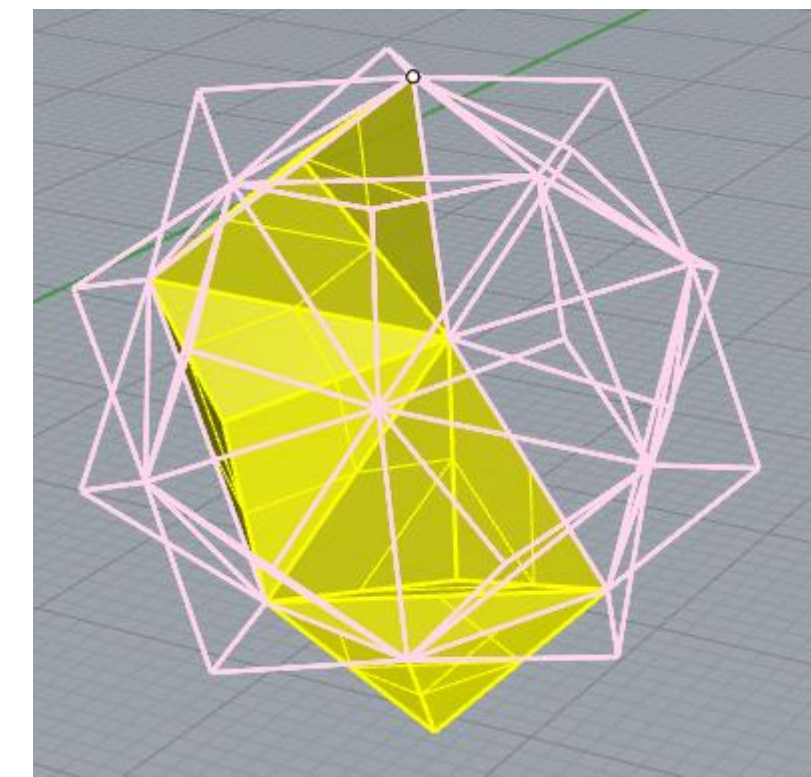
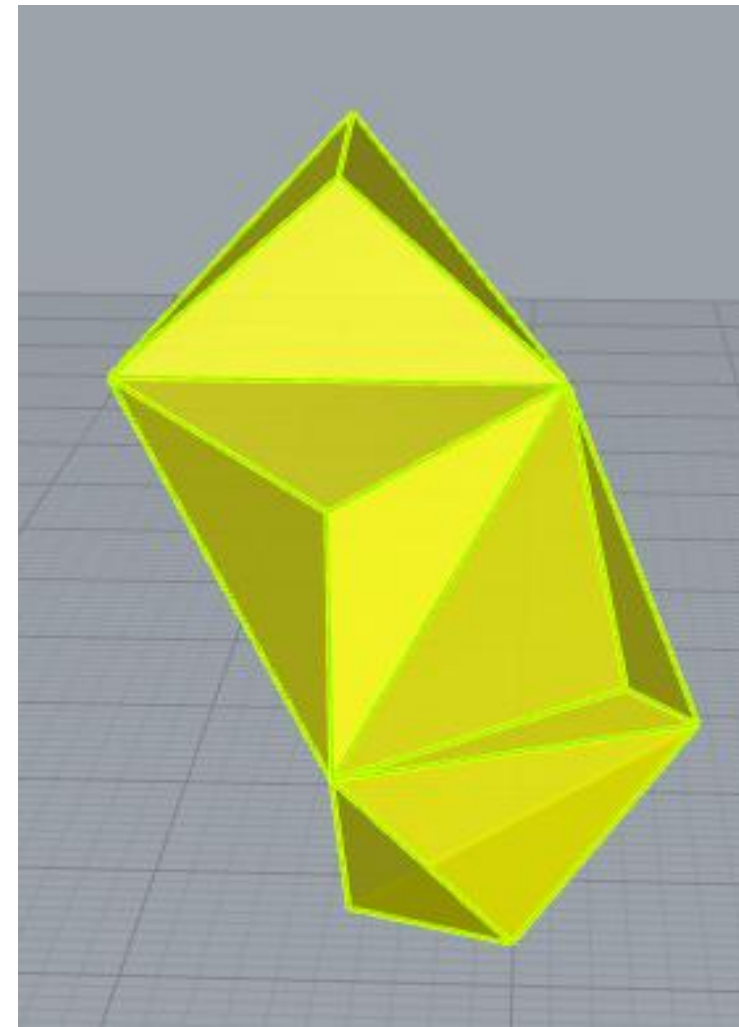
Também podemos fazer o dual do Dodecaedro truncado.
Para isso basta aplicar exatamente os mesmos conceitos
que foram aplicados para construir o dual do Cubo
Truncado.



Começamos por unir os pontos centrais das faces com o comando “polyline” na camada “wire”, criando uma forma desse género.

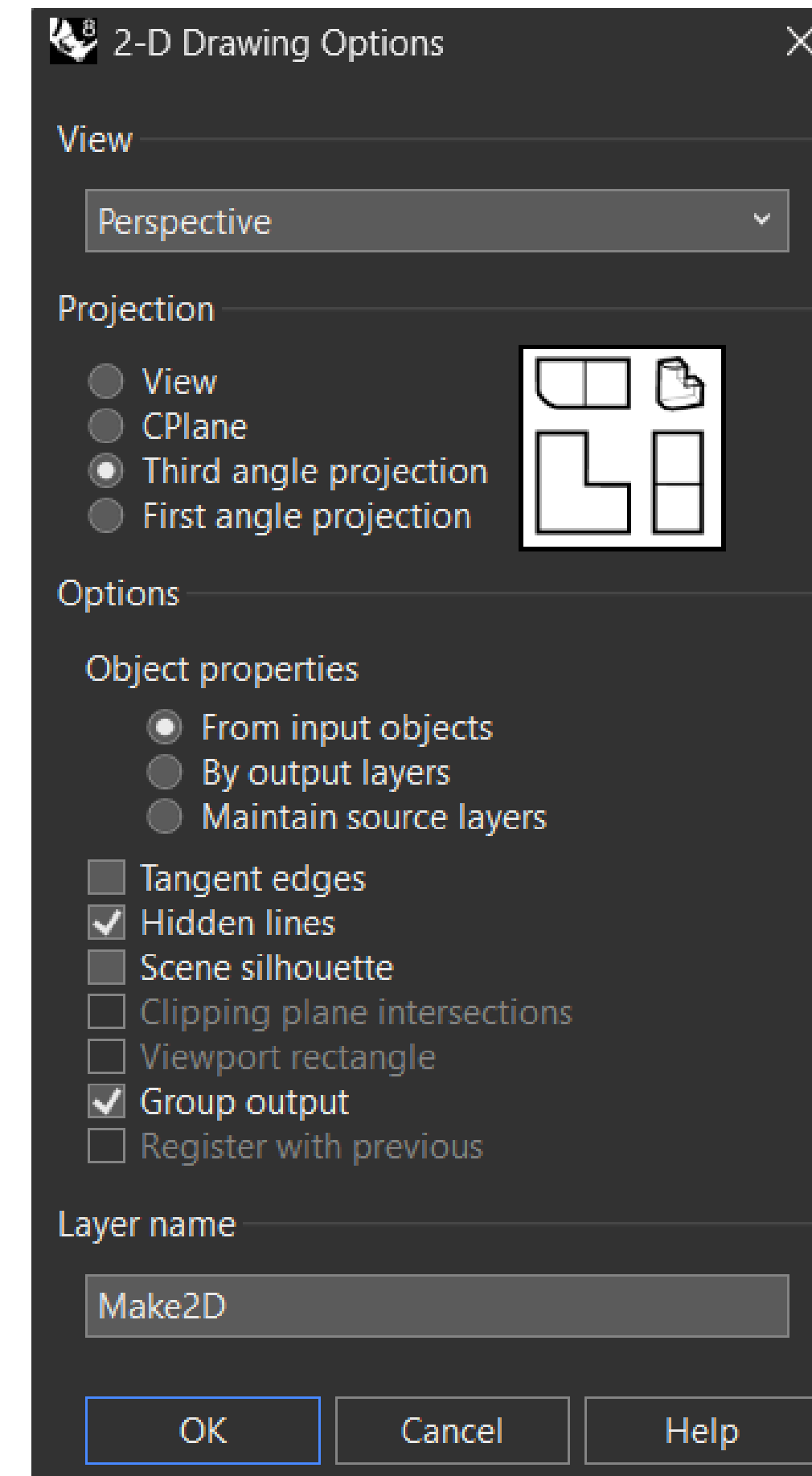


Depois basta-nos transformar os triângulos criados em superfícies, com o comando “ surface”, e por último fazer um “array polar” destas superfícies para completar o sólido.

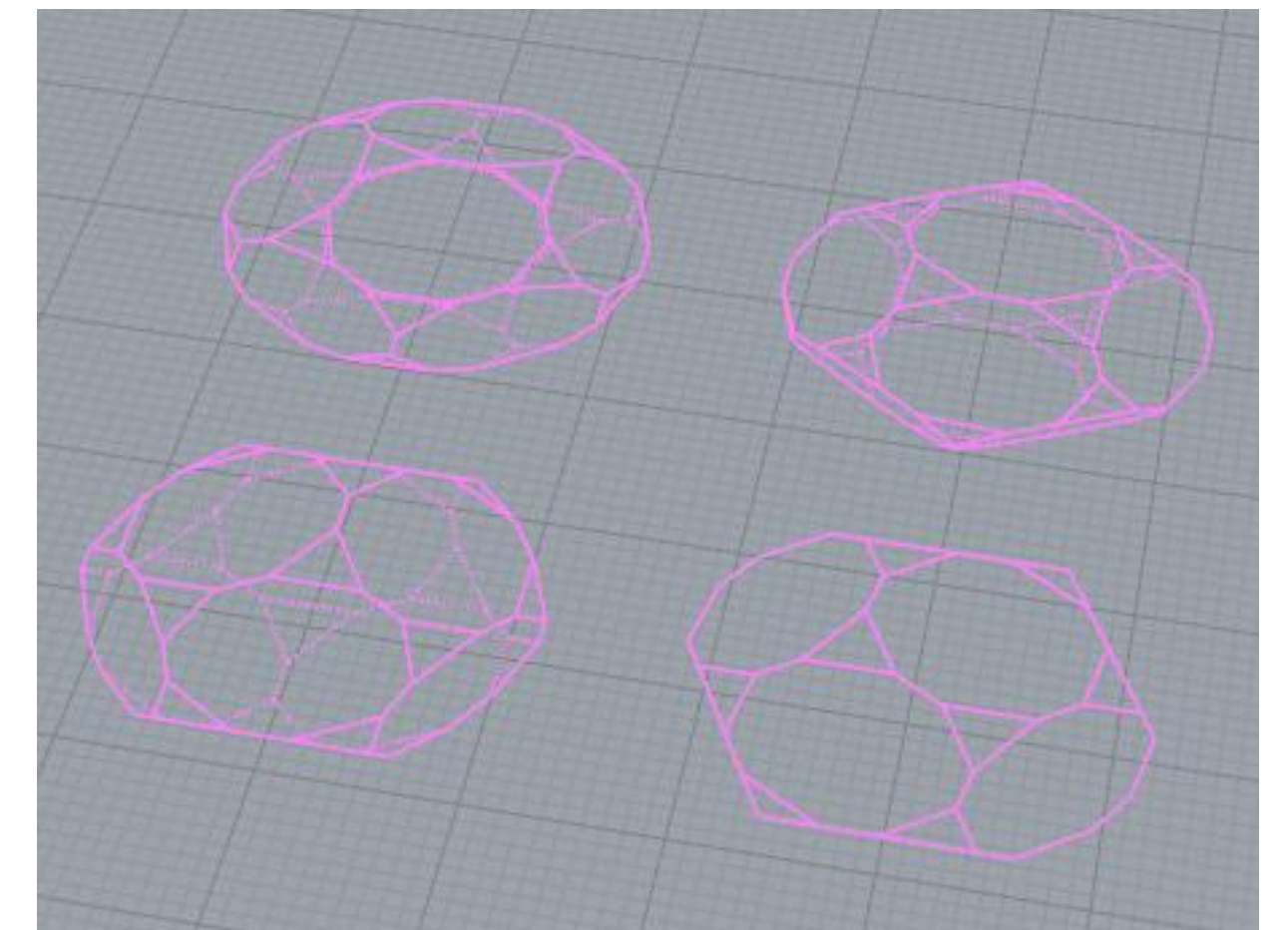
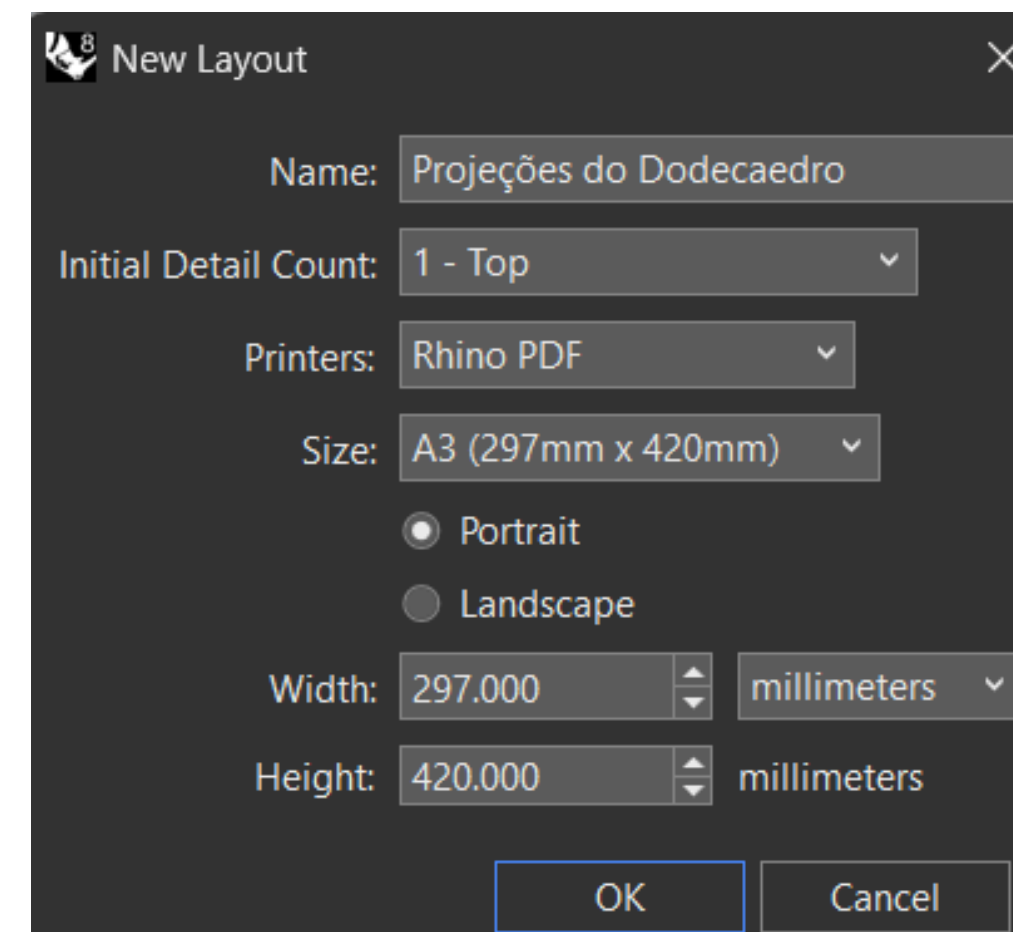


Aula 3 – Make2D e Layouts

Selecionar o dodecaedro e utilizar a ferramenta “make2d”
com as seguintes características



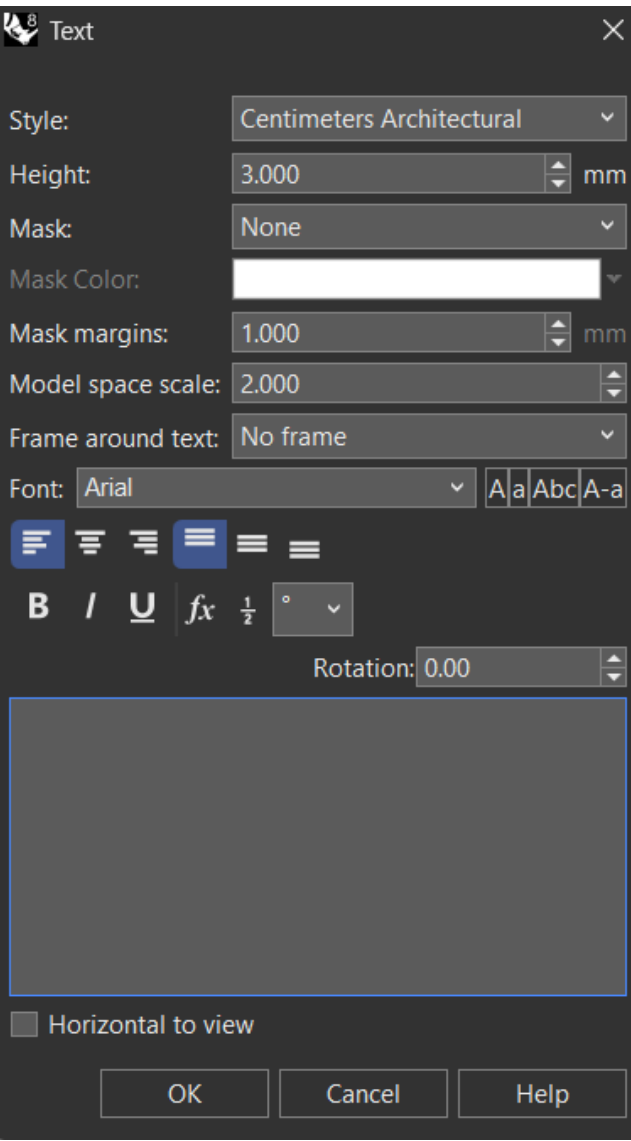
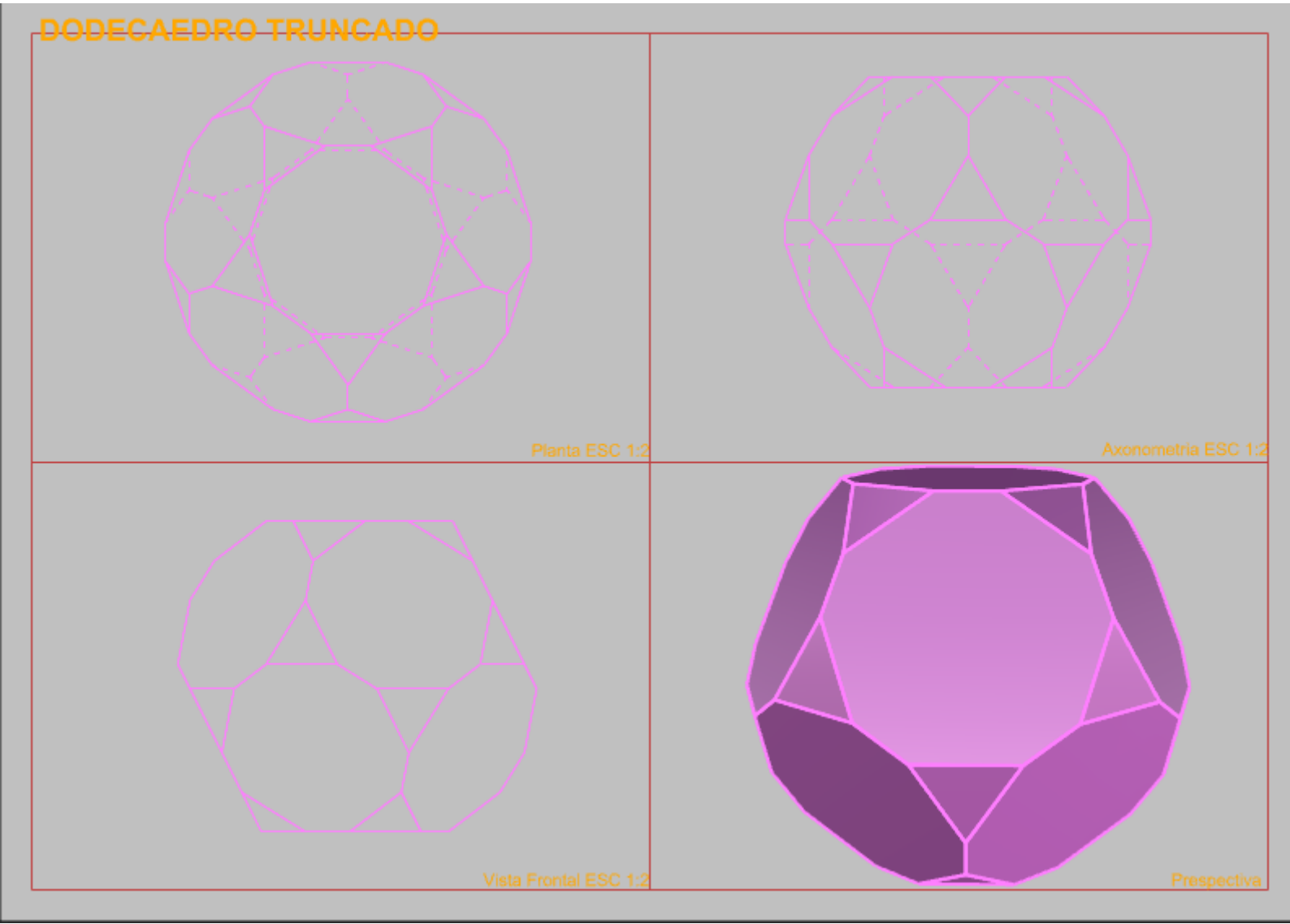
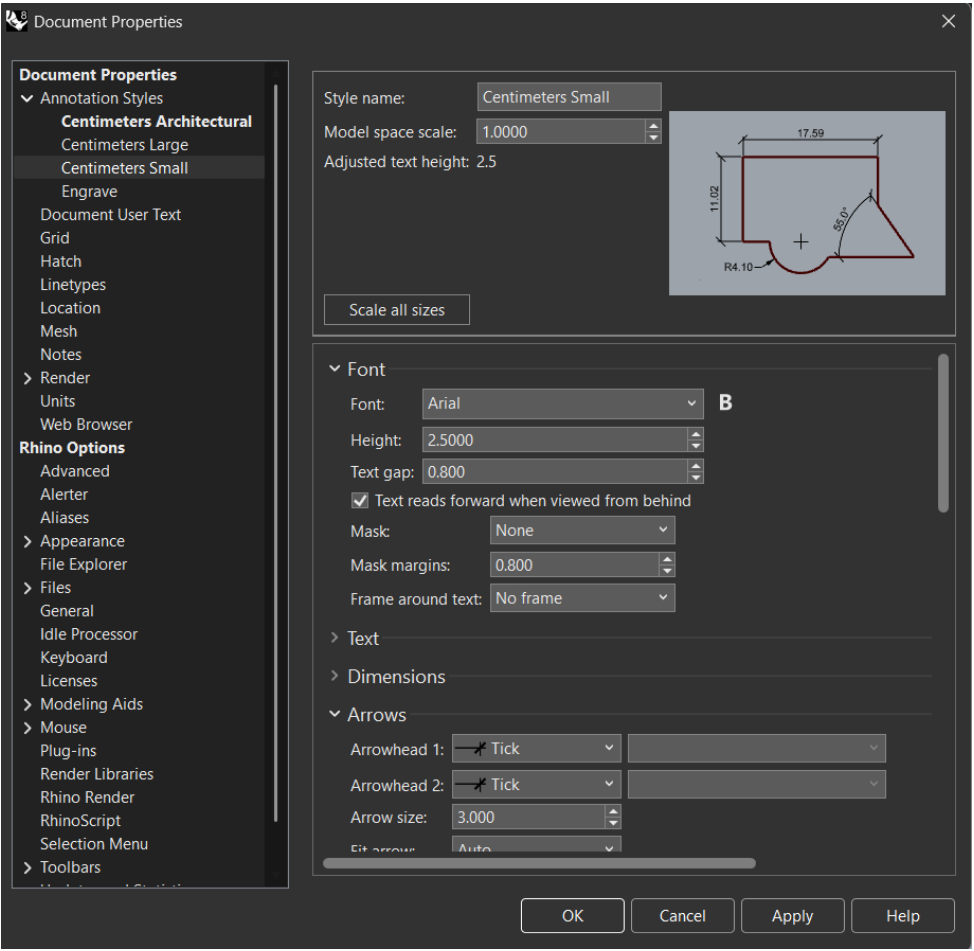
Tendo as projeções criados através do “make2D”,
podemos agora fazer o layout.
Utilizamos a linha de comando e escrevemos “LAYOUT”
ou clicamos no sinal “+” na parte inferior do ecrã.
Na janela do layout podemos adicionar um nome ao layout,
o tamanho da página e a forma como ela se dispõe.



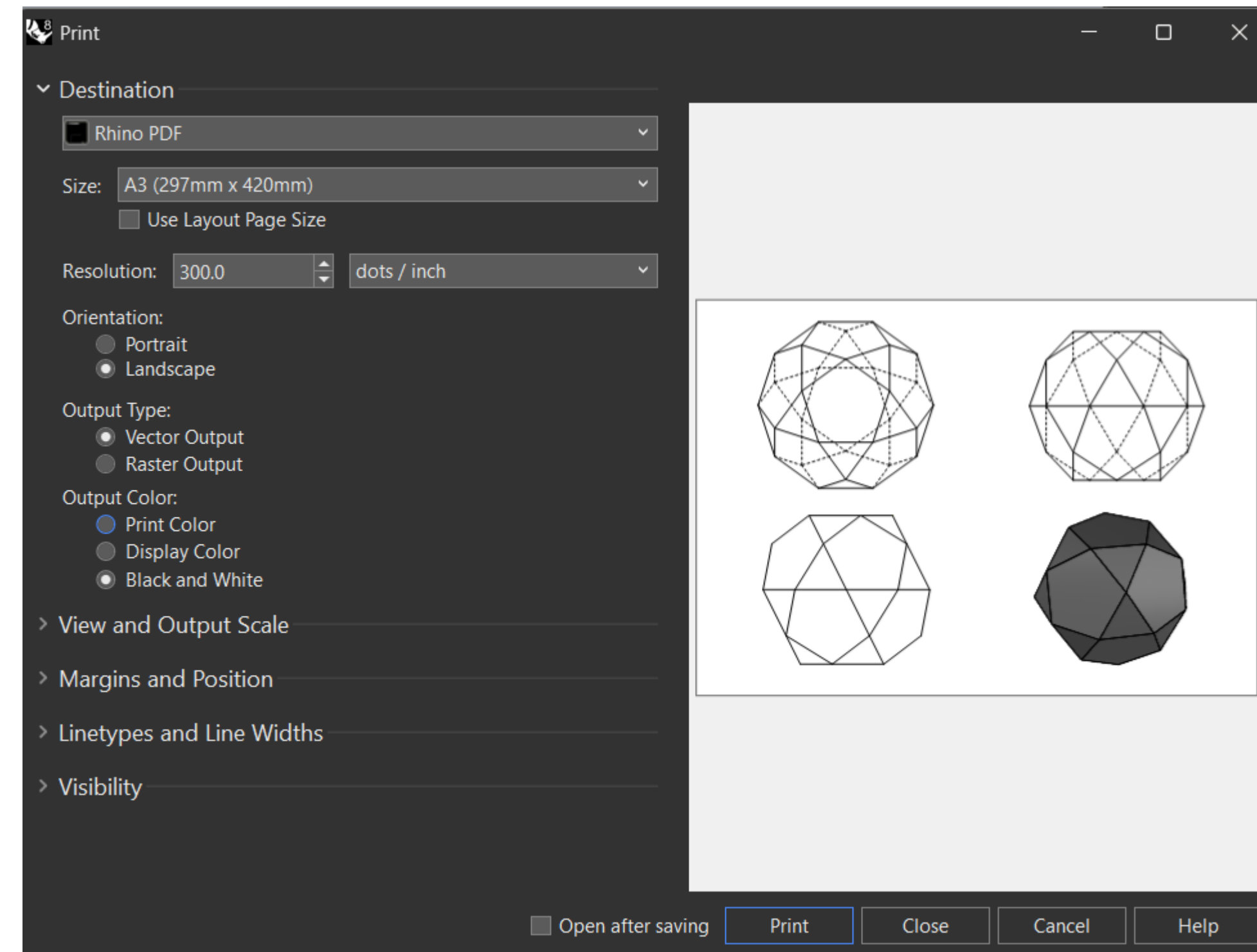
Tendo criado o nosso layout com as características desejadas podemos edita-lo de forma a podermos dispor corretamente o que queremos imprimir.

Podemos colocar janelas que nos permitem observar o que fizemos no “modelspace”. Estas janelas podem ser submetidas a uma escala específica. Também podemos adicionar qualquer texto com fontes, tamanhos e estilos diferentes e adicionar cotagens com o comando “dim”.

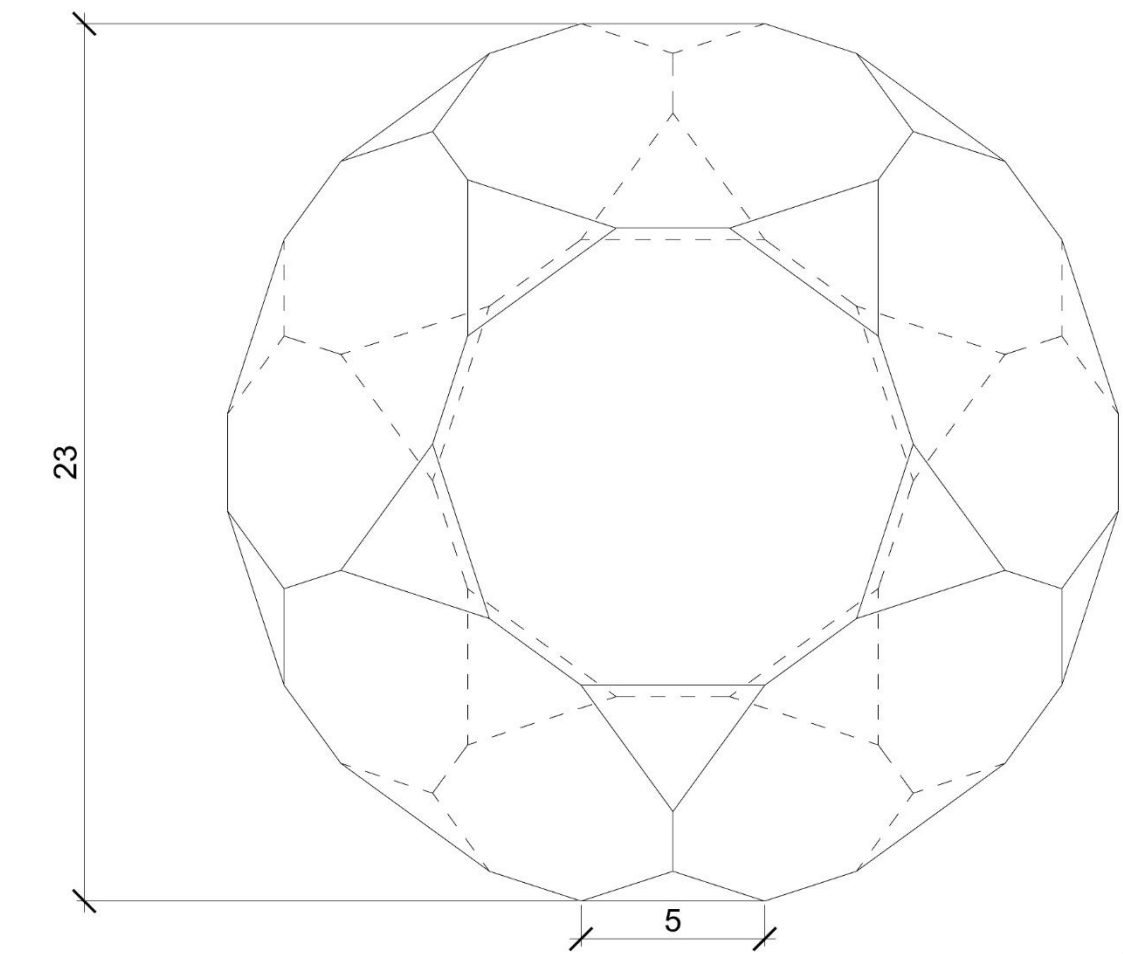
Scale		
Layout	1	millimeters
Model	0.200	centimeters



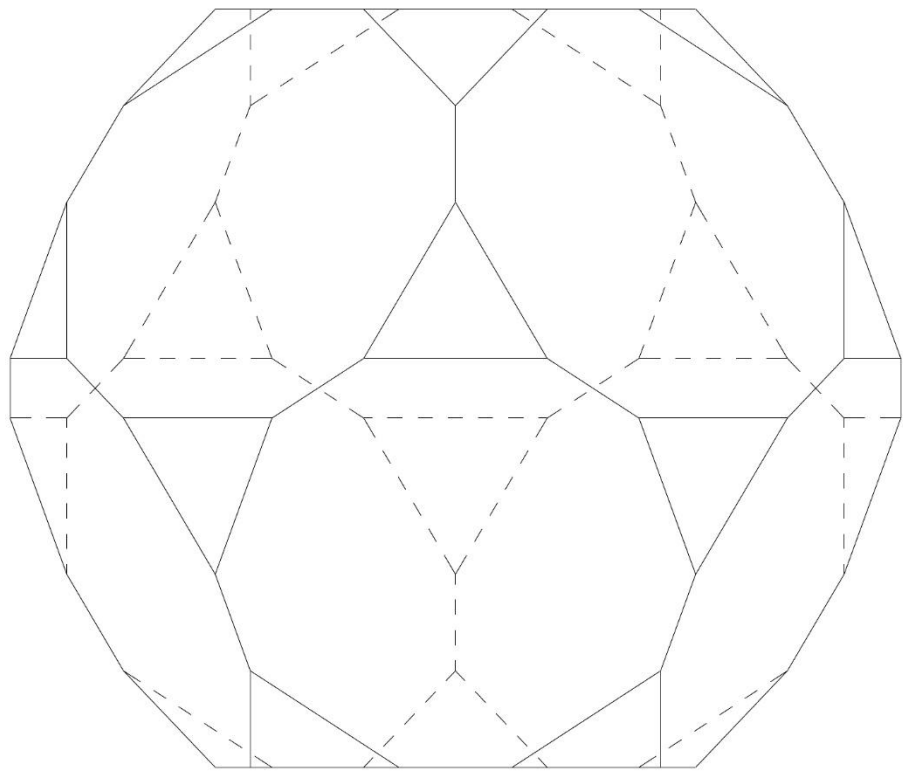
Quando tivermos tudo formatado ao nosso agrado basta utilizar o comando “print” para exportar o Layout.
O comando “print” abre uma janela que oferece um elevado nível de customização ao tipo de plotagem que é desejado.



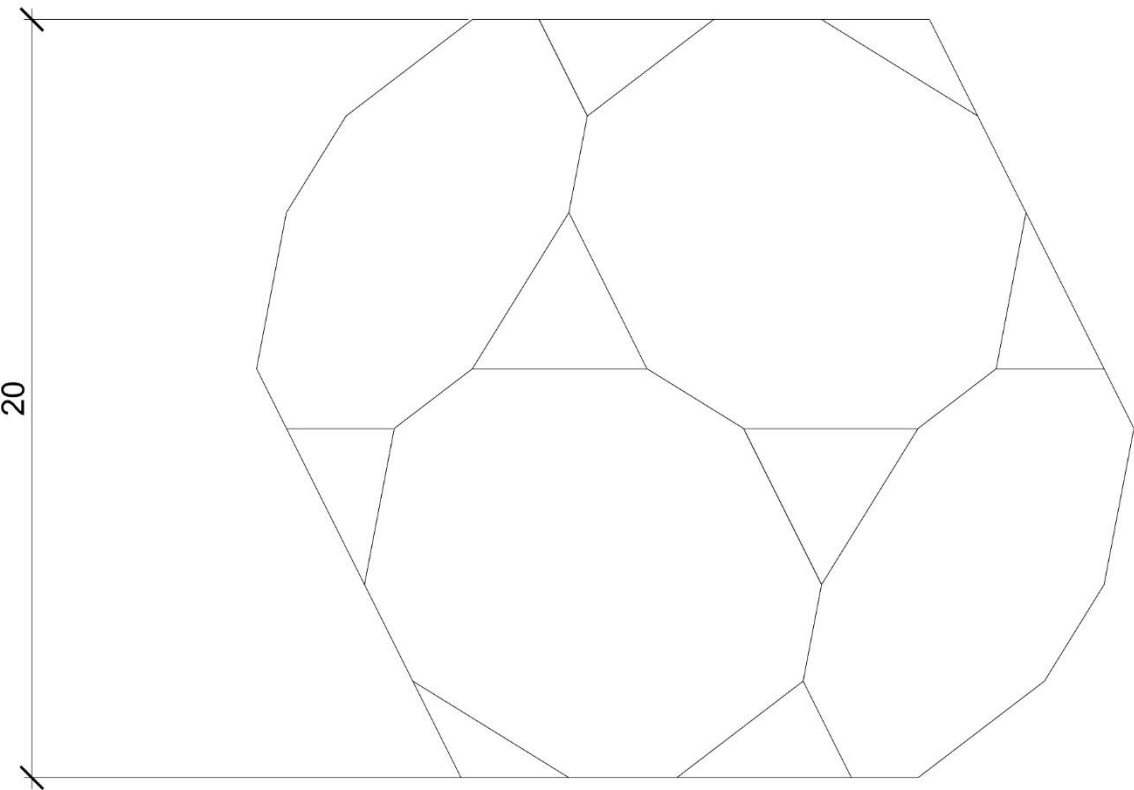
DODECAEDRO TRUNCADO



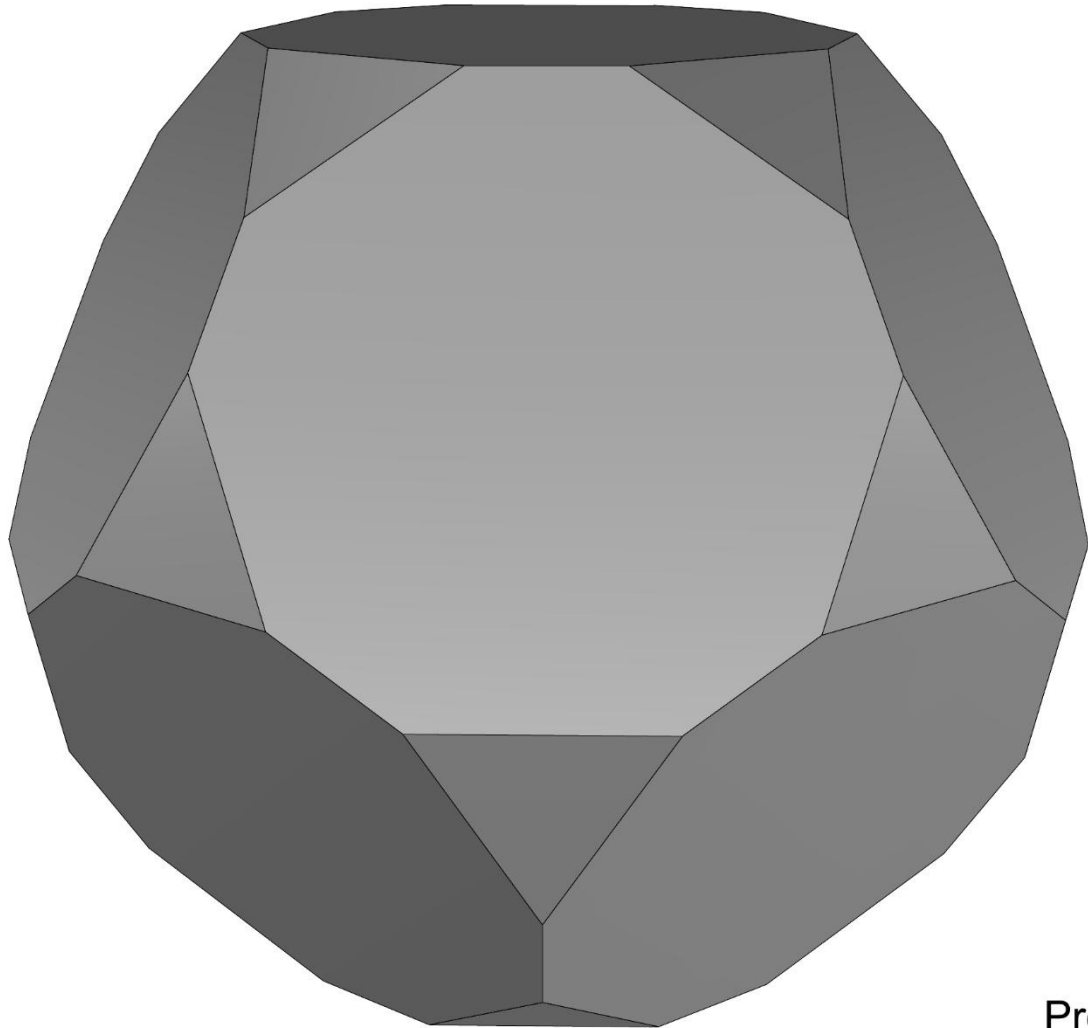
Planta ESC 1:2



Vista Lateral ESC 1:2



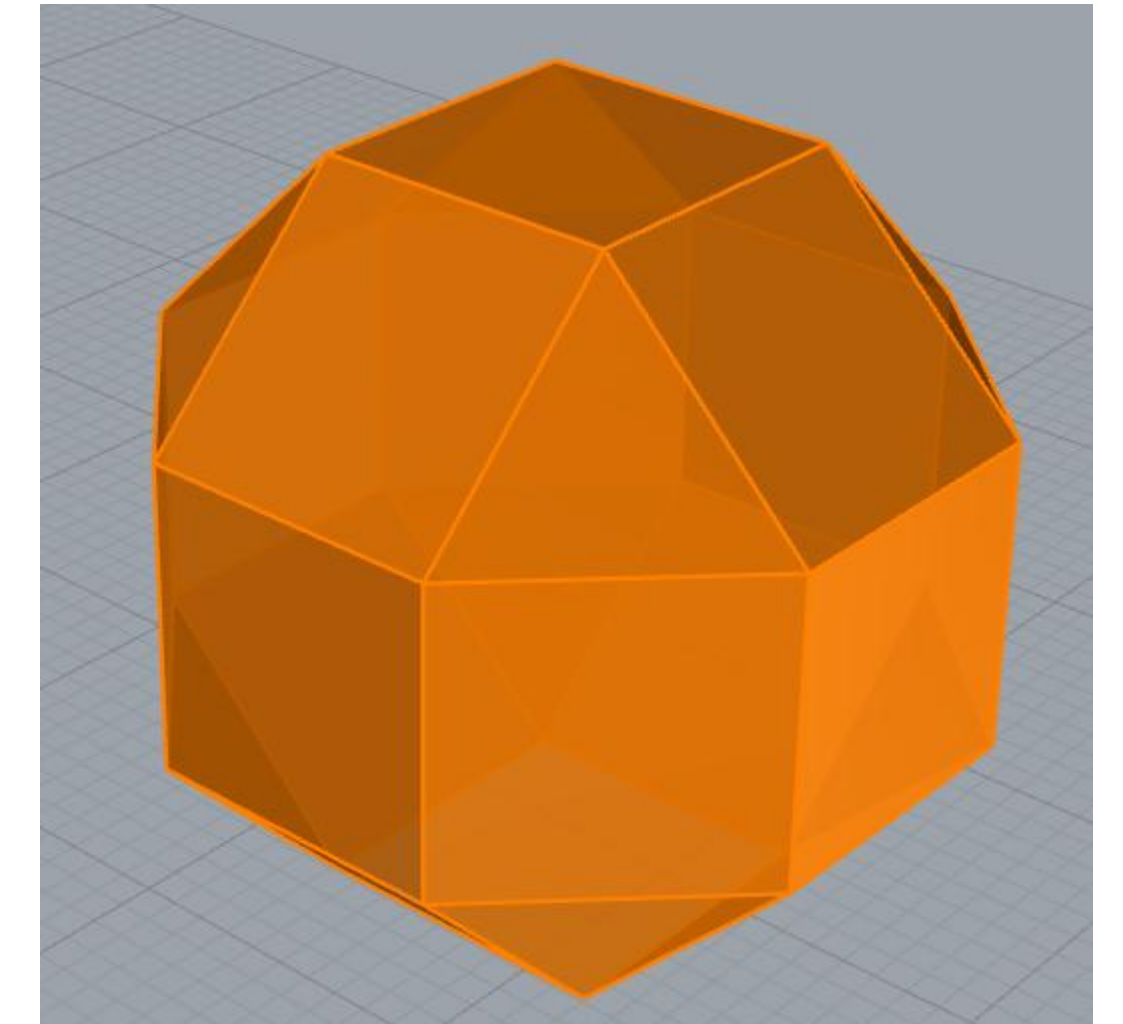
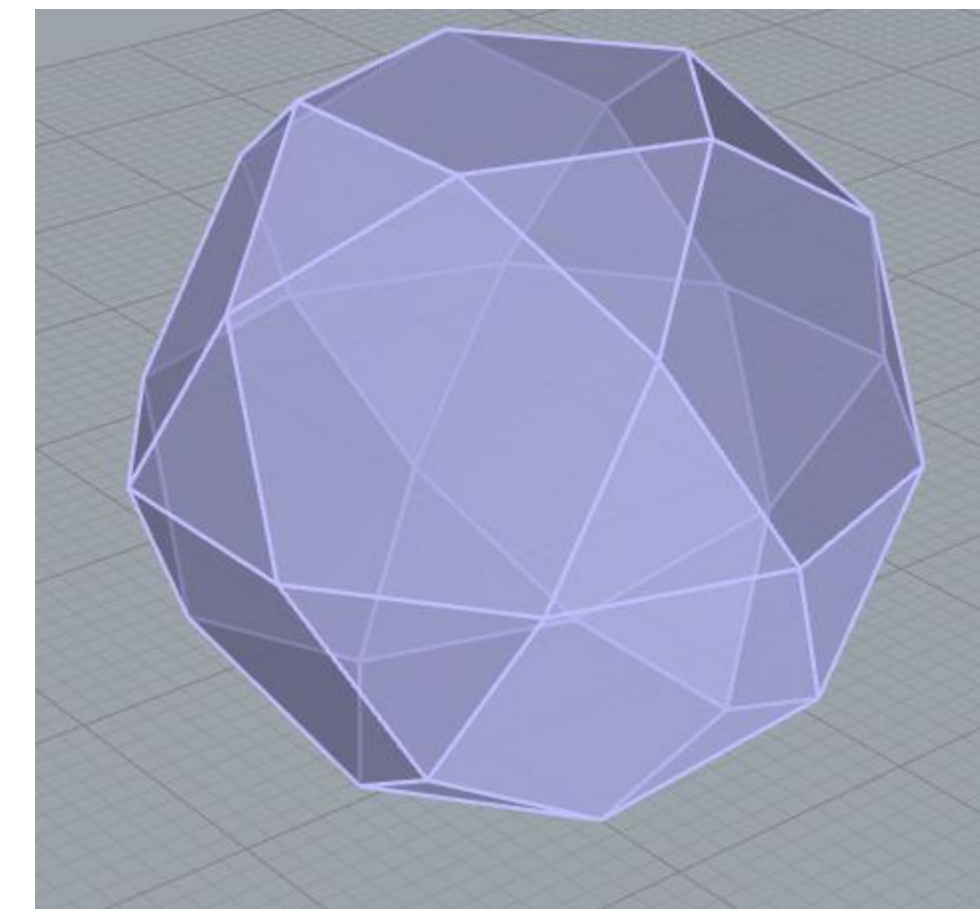
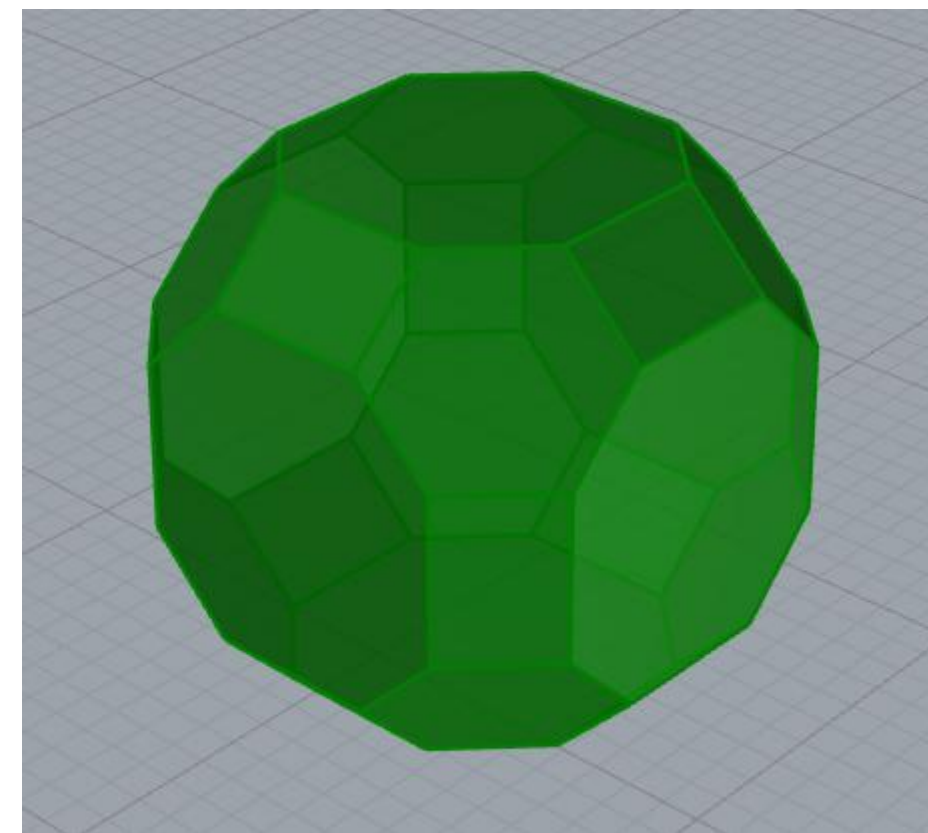
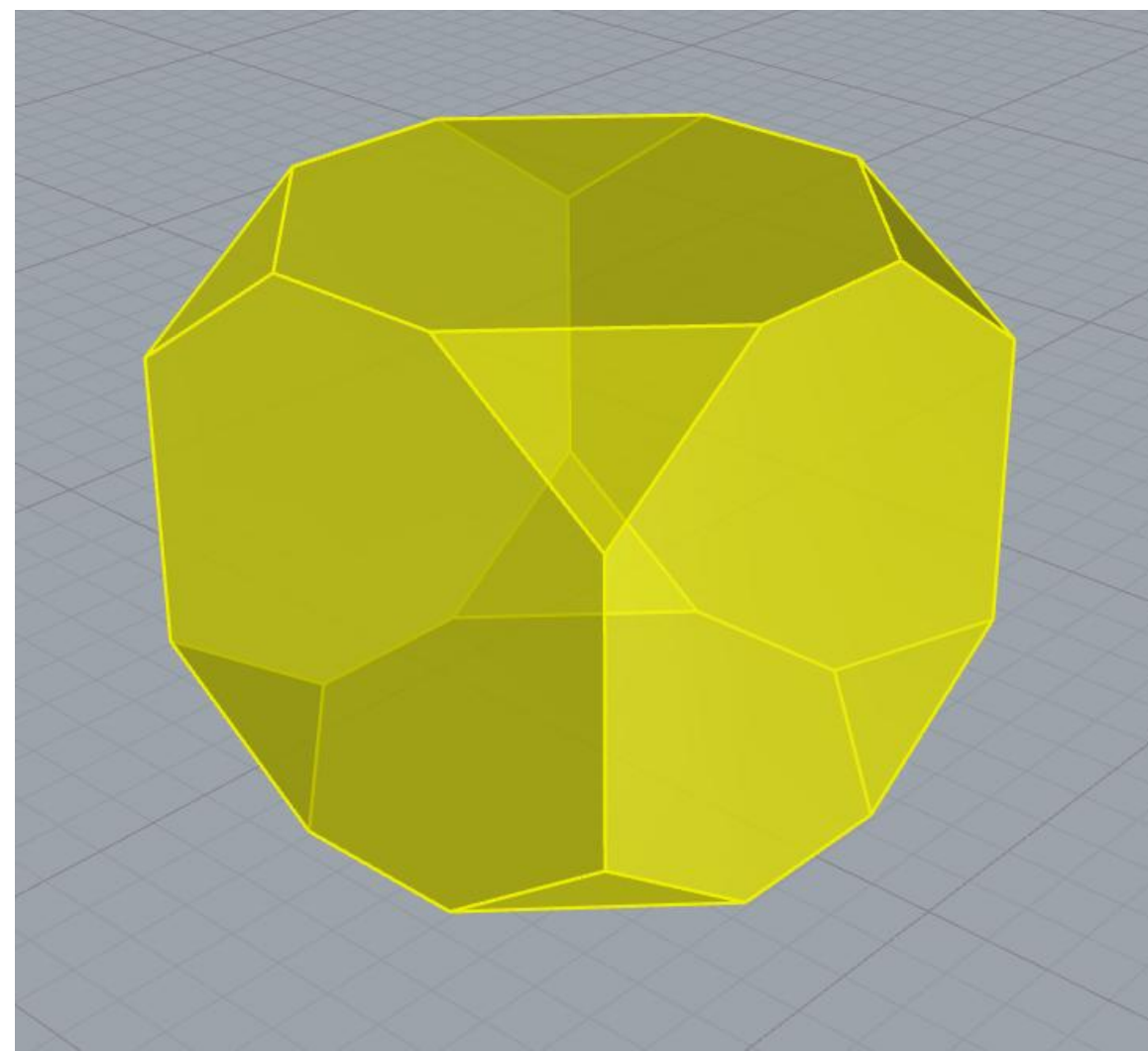
Vista Frontal ESC 1:2



Prespectiva

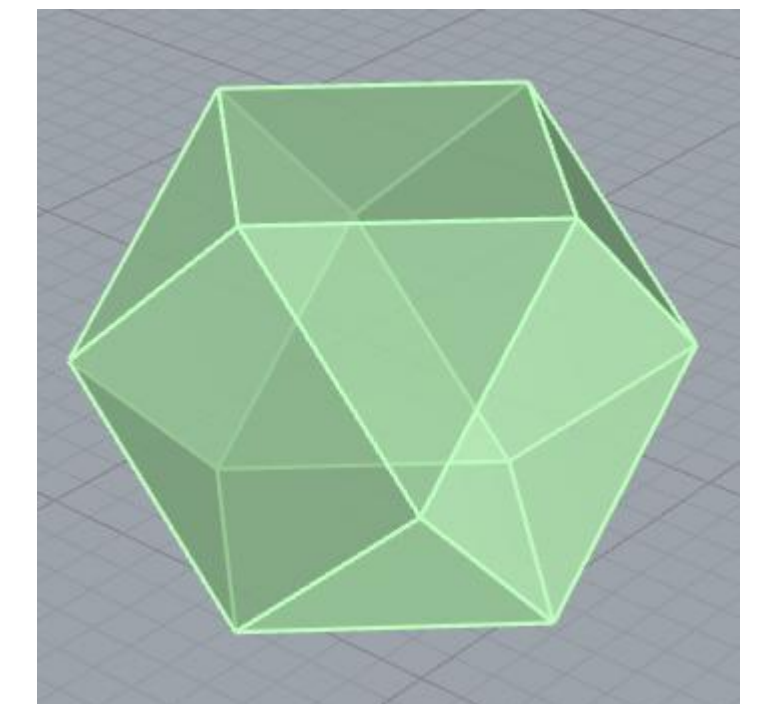
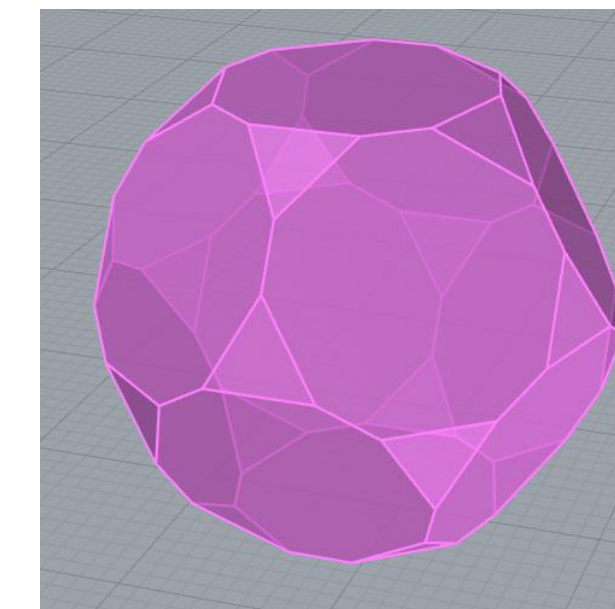
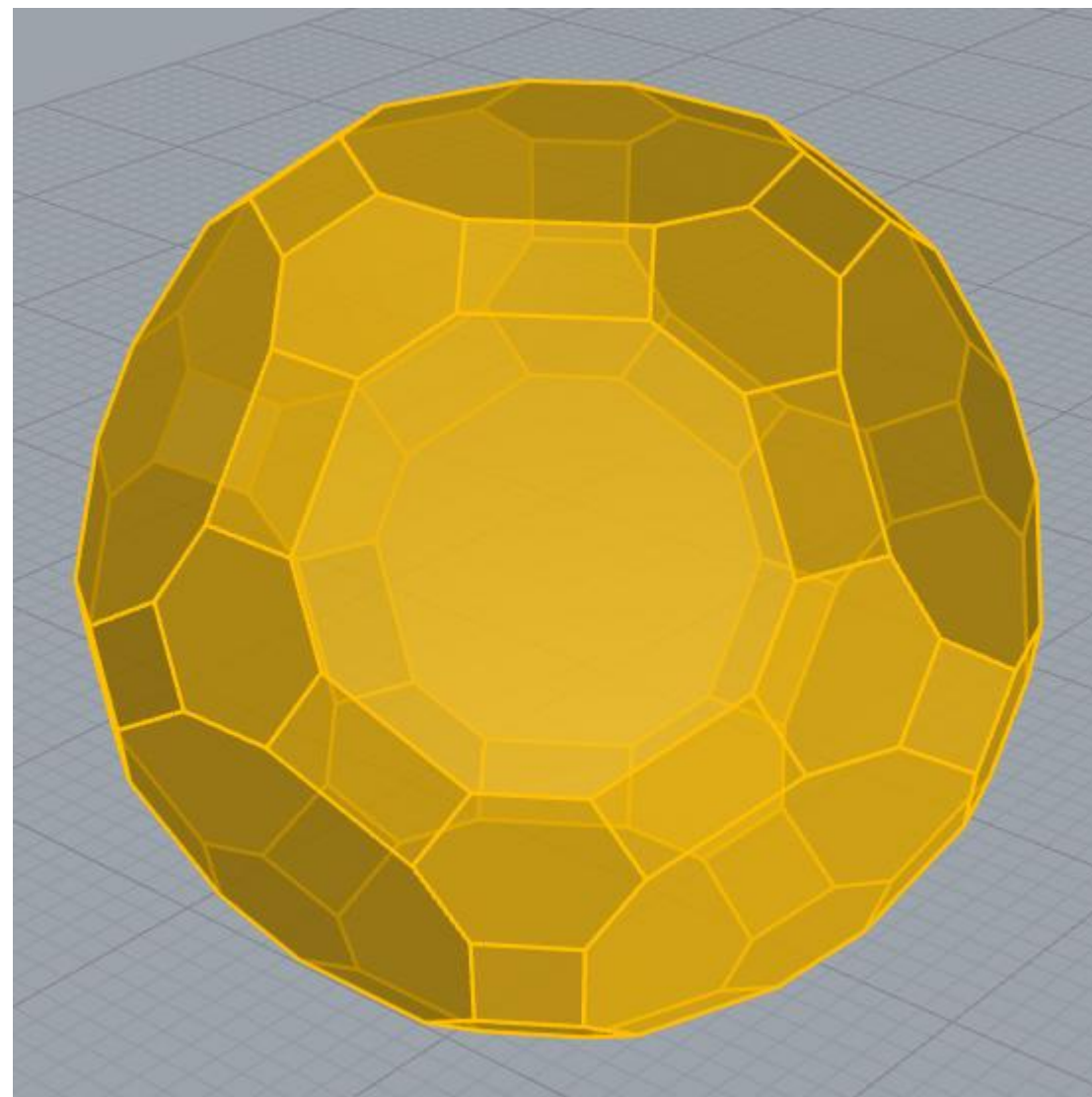
O resultado final ->

Trabalho 1 – sólidos arquimedianos



Para este exercício foram construídos 7 sólidos
arquimedianos.

Destes sete sólidos, 6 foram criados através de processos
de truncagem (cubo truncado; cuboctaedro; cuboctaedro
truncado; dodecaedro truncado; icosidodecaedro e
icosidodecaedro truncado) e 1 foi criado através de um
processo de expansão do sólido (rombicuboctaedro).



SÓLIDOS DE ARQUIMEDES

Para este exercício foram construídos 7 sólidos
arquimedianos.

Destes sete sólidos, 6 foram criados através de processos
de truncagem (cubo truncado; cuboctaedro; cuboctaedro
truncado; dodecaedro truncado; icosidodecaedro e
icosidodecaedro truncado) e 1 foi criado através de um
processo de expansão do sólido (rombicuboctaedro).

Por isso, sendo que os processos de truncagem são todos
bastante similares, explicarei detalhadamente um dos
mesmos, e depois mais brevemente os restantes 5. Já o
Rombicuboctaedro explicarei também com um elevado
nível de detalhe a sua construção.

SÓLIDOS DE ARQUIMEDES

Cubo Truncado

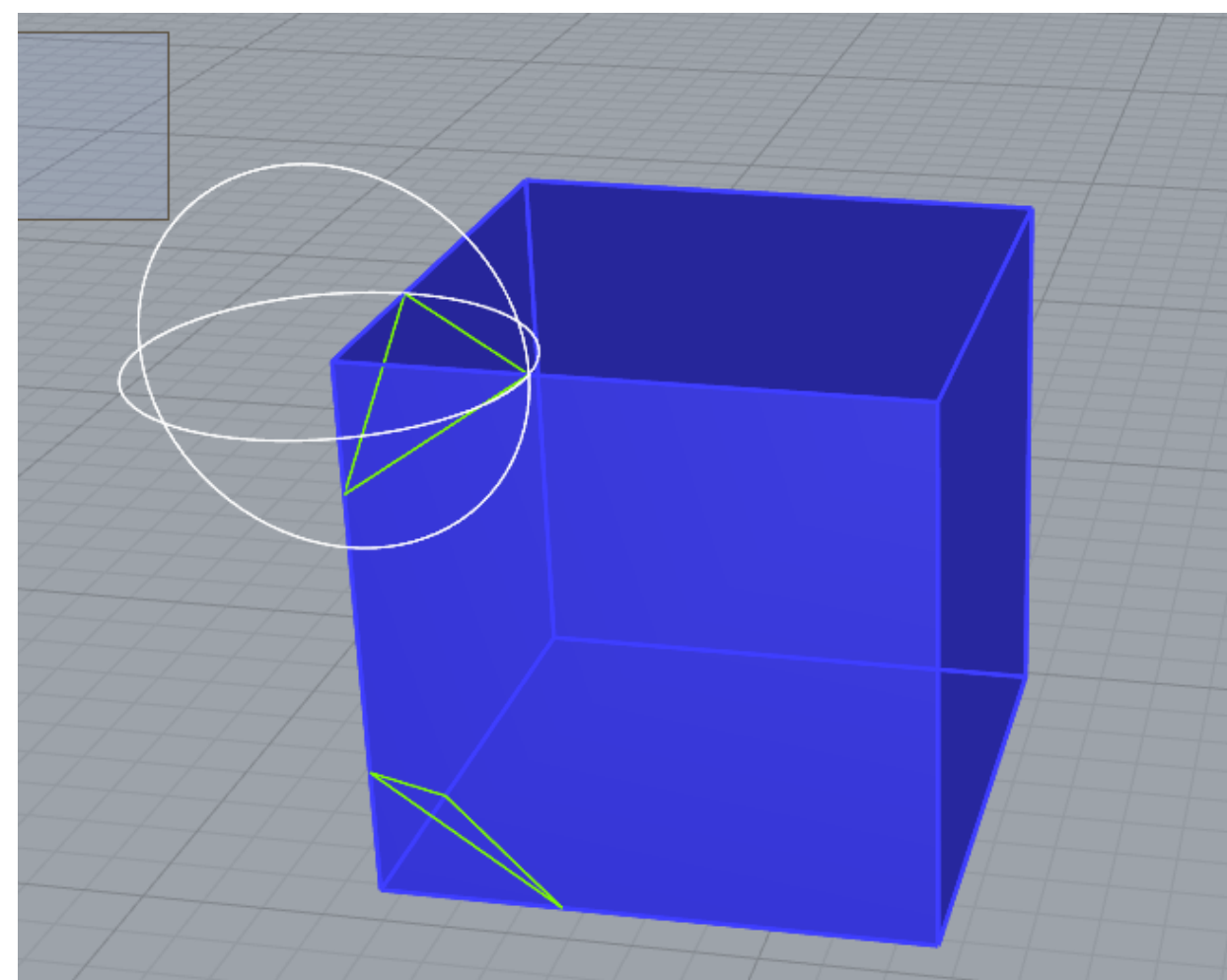
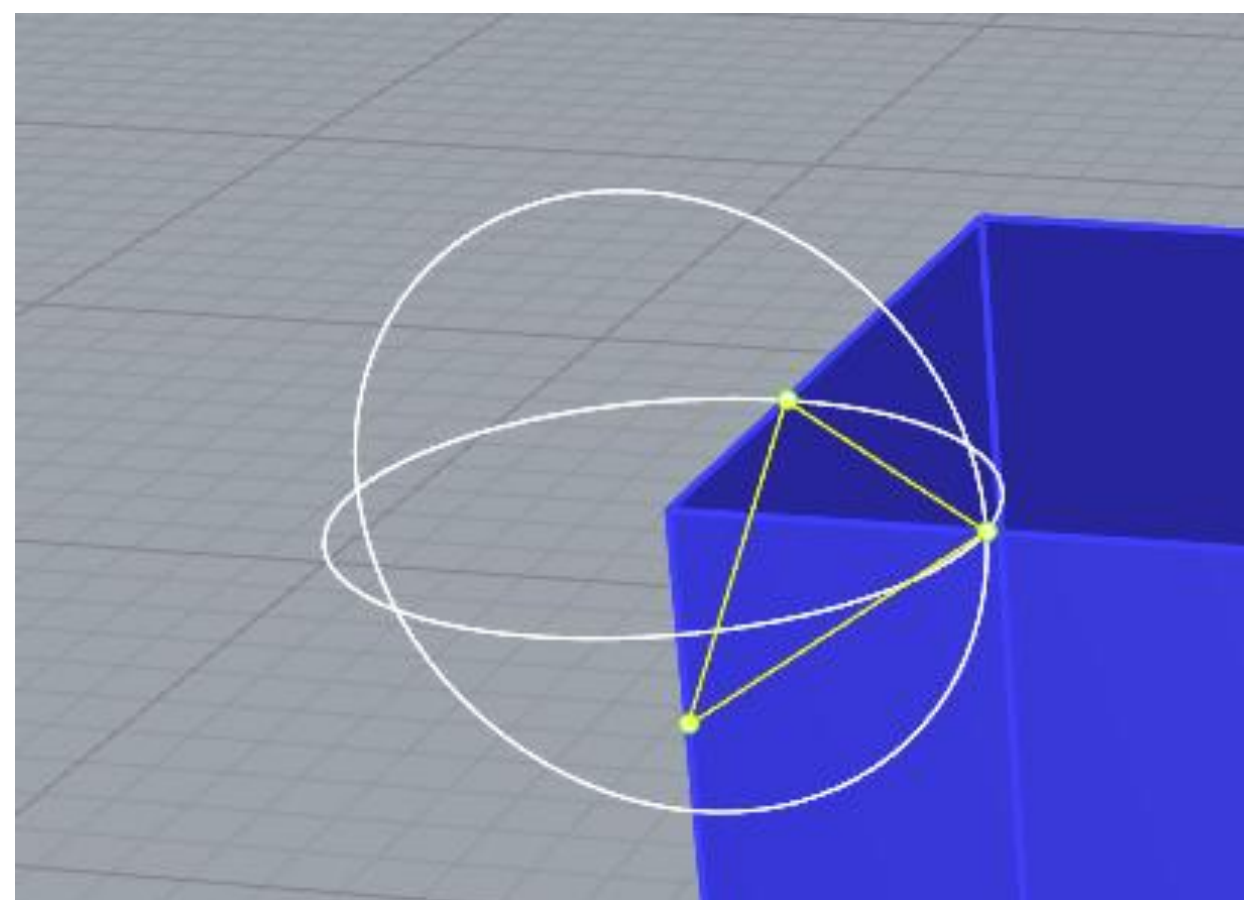
SÓLIDOS DE ARQUIMEDES

O processo de Truncar um sólido é fácil de explicar. A truncagem consiste simplesmente na subtração de partes de um sólido. Para obter os Sólidos Arquimedianos, Arquimedes submeteu os sólidos Platônicos a uma série de processos, sendo um deles a truncagem. Neste caso, trunquei um cubo a um terço da sua aresta.

Para começar precisamos de desenhar um triângulo equilátero num dos vértices do cubo. Cada vértice do triângulo deve ser um ponto pertencente à aresta do cubo e deve distanciar-se do vértice a uma distancia de um terço do seu comprimento.

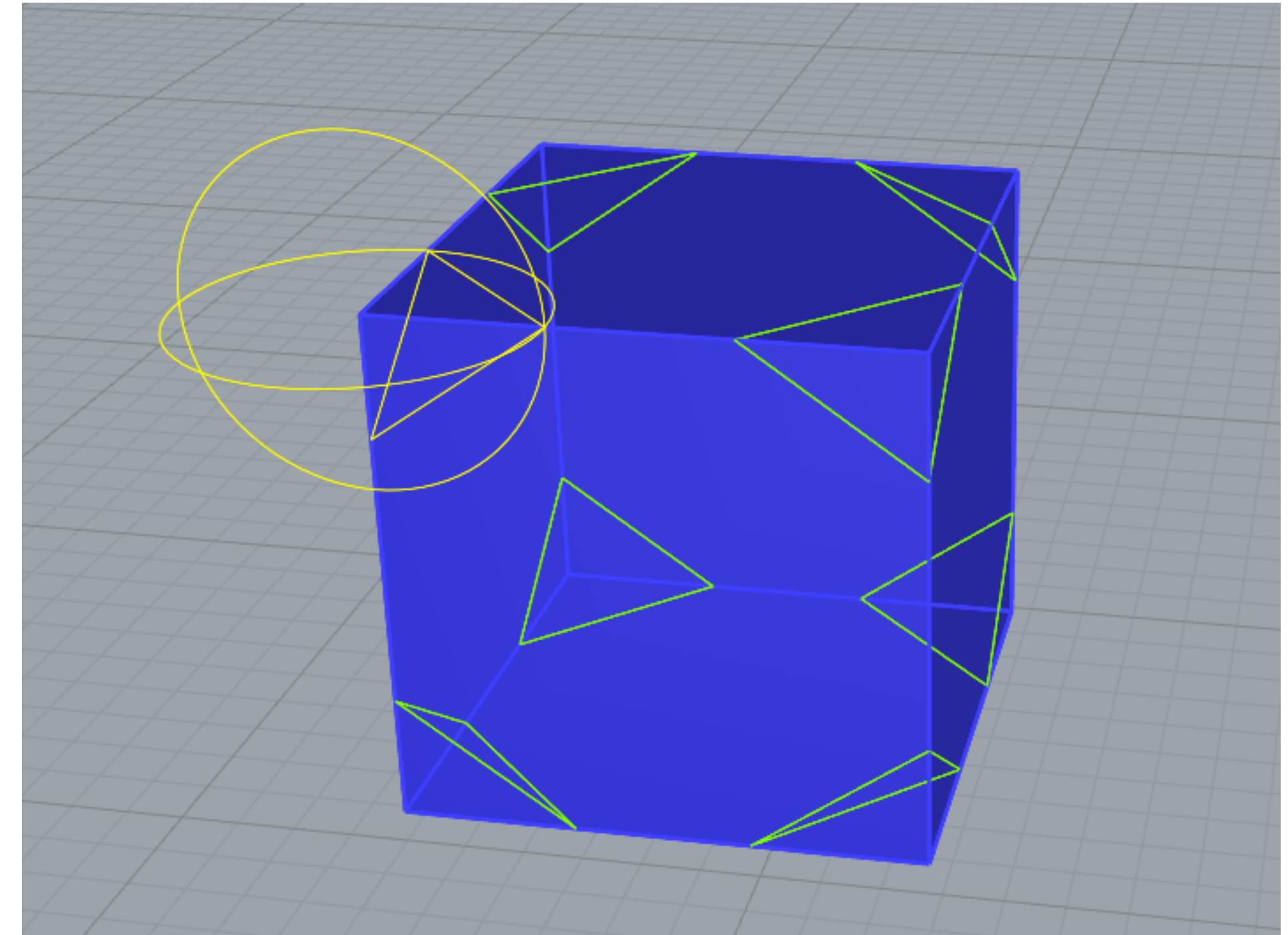
A criação do triângulo deve começar com a construção de duas circunferências, uma vertical e outra horizontal. Ambas as circunferências devem ter como centro o vértice do cubo e devem ter um raio de um terço da aresta do sólido.

Depois de termos o triângulo criado devemos fazer um “mirror” do triângulo para que uma cópia do mesmo seja posicionada no vértice inferior ao em que fizemos o primeiro triângulo.



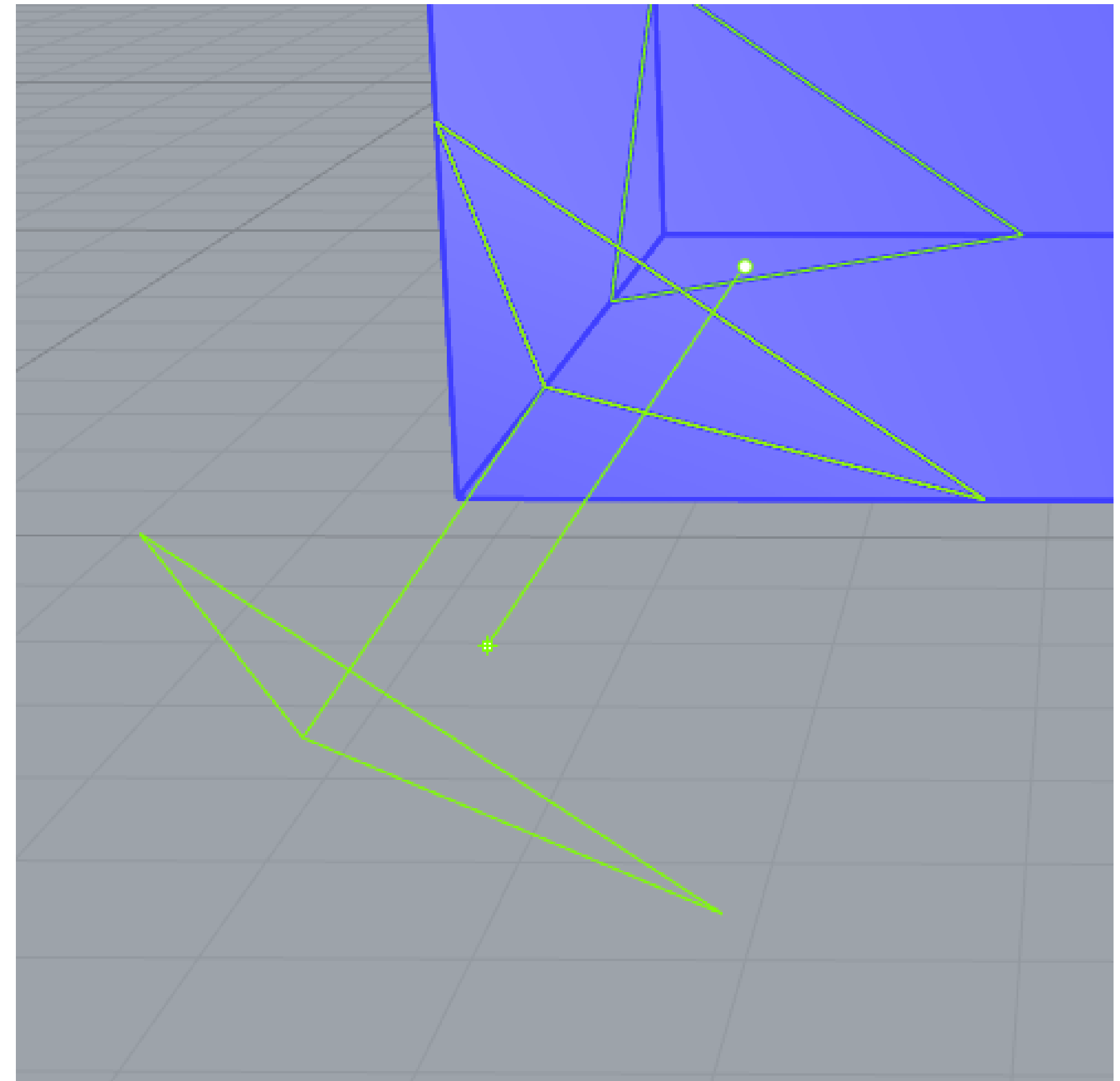
SÓLIDOS DE ARQUIMEDES

Depois de termos os dois triângulos criados temos de fazer um “array polar” dos mesmos para criarmos os 6 triângulos restantes, que devem também estar junto de cada um dos outros vértices.



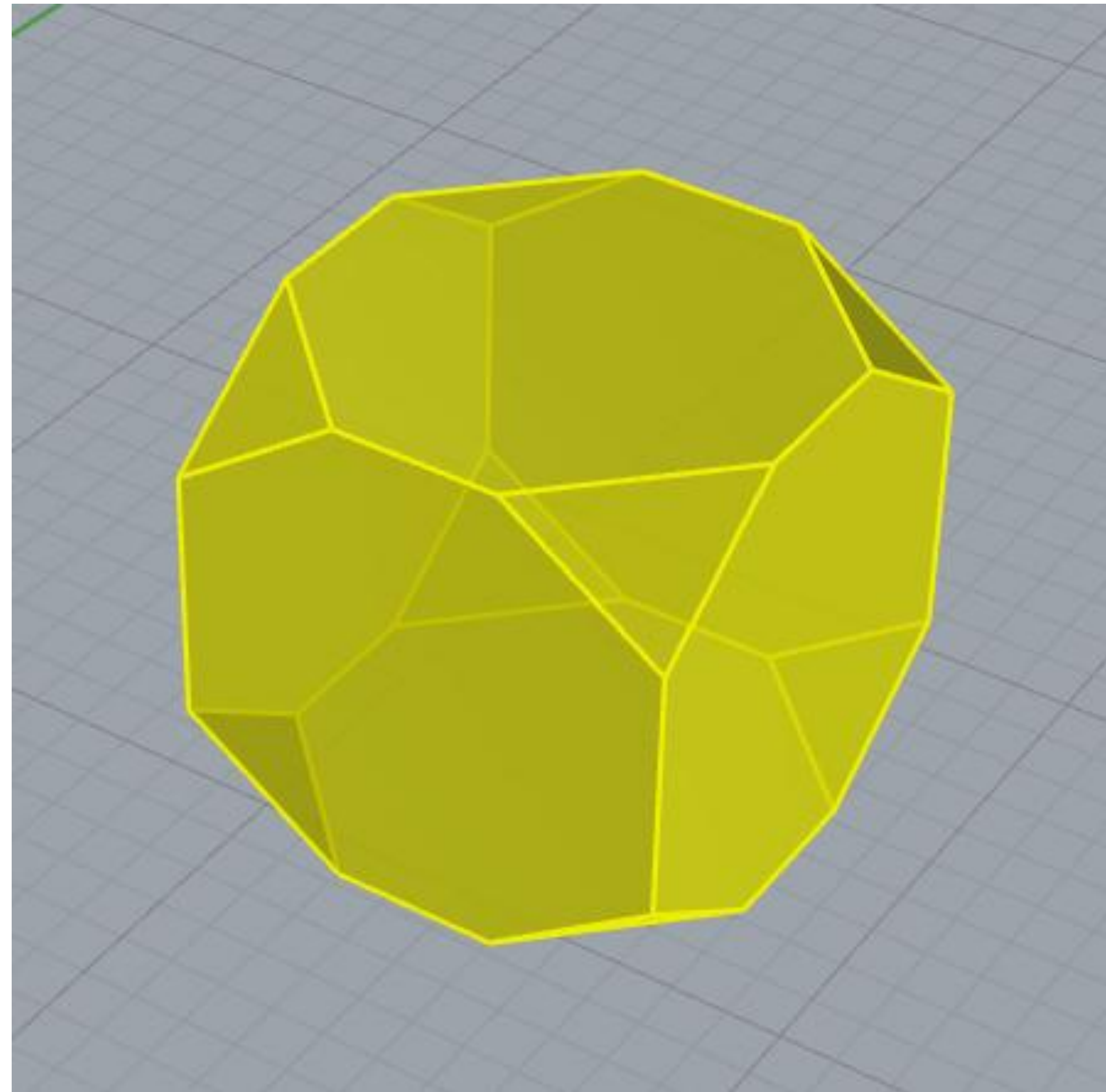
SÓLIDOS DE ARQUIMEDES

Por último, só falta utilizar o comando “wire cut” para separar os vértices do cubo.



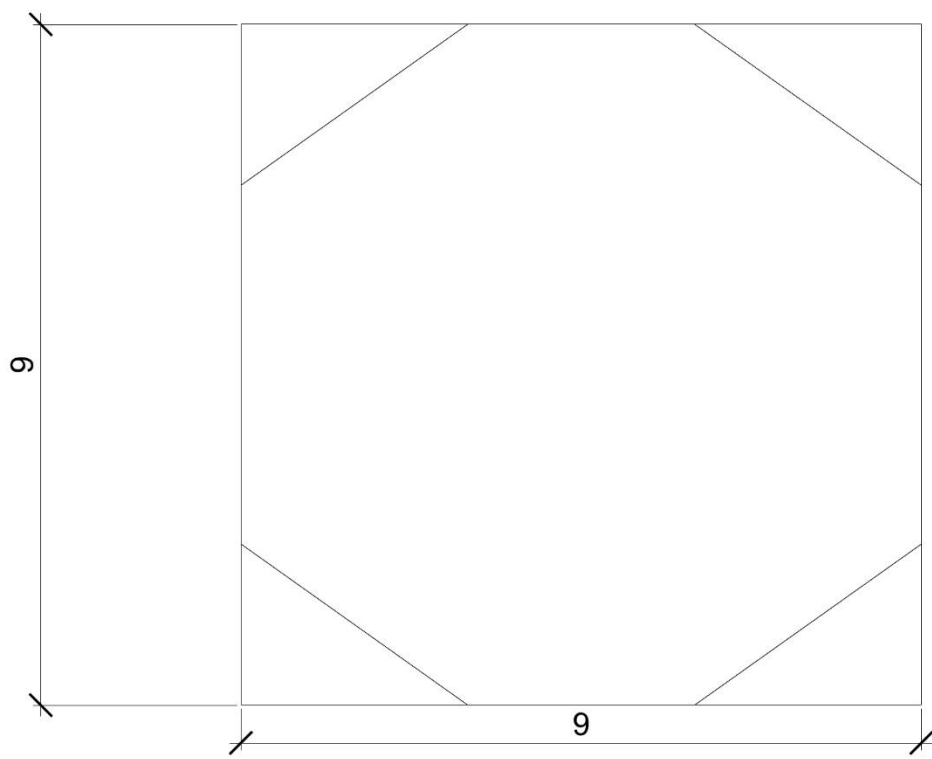
SÓLIDOS DE ARQUIMEDES

Agora que retirámos todos os vértices do cubo temos o
nosso cubo truncado.
Podemos criar uma nova camada (ex: "cubo_truncado") e
adicionar a forma criada à mesma.

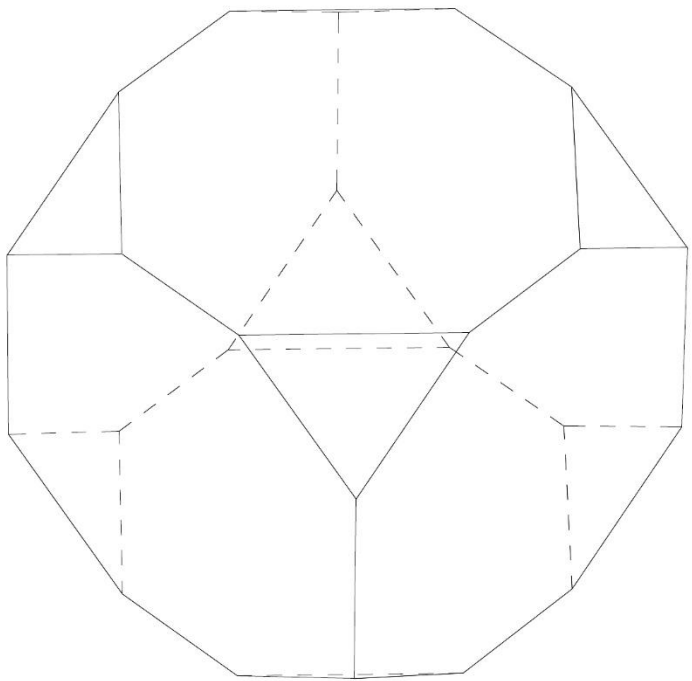


SÓLIDOS DE ARQUIMEDES

CUBO TRUNCADO

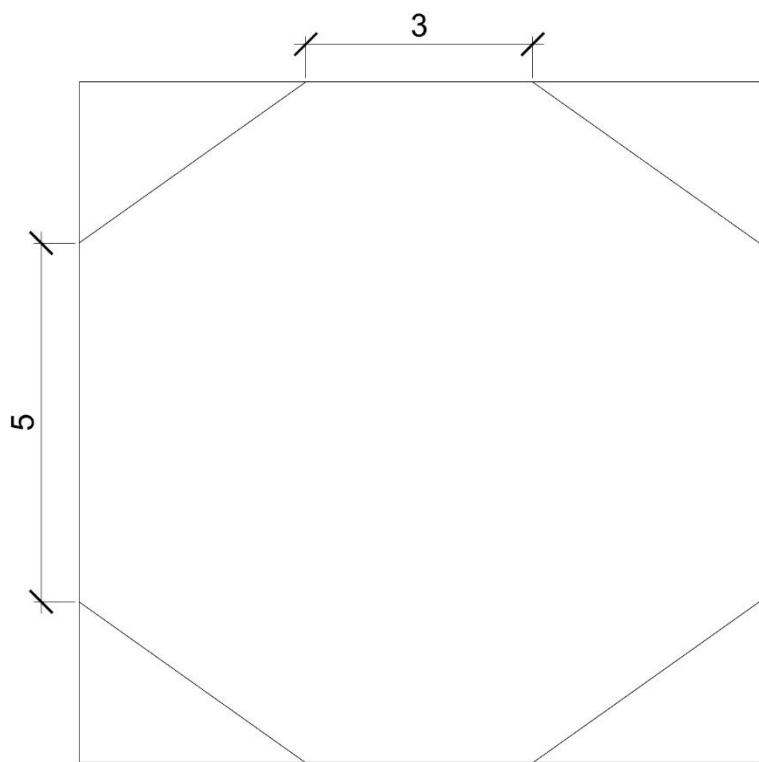


Planta ESC 1:1

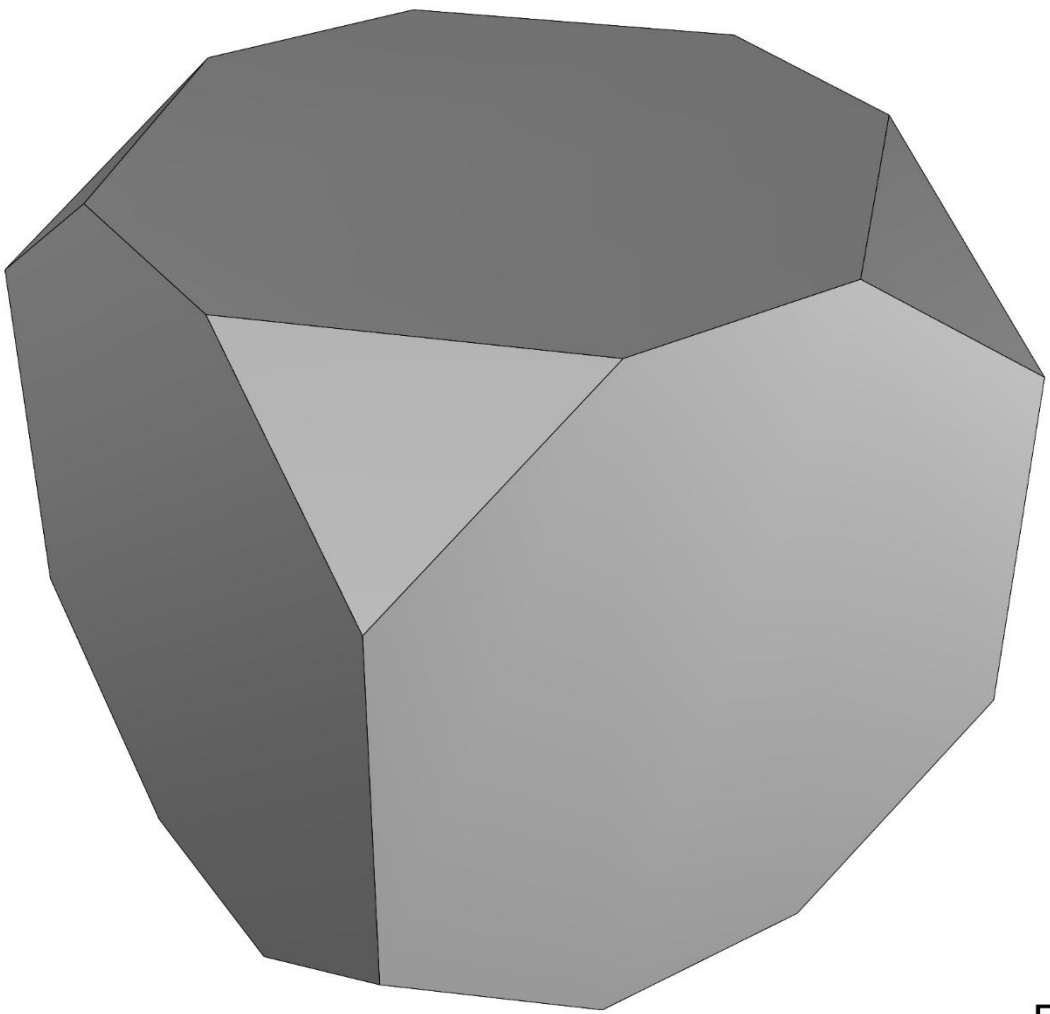


Axonometria ESC 1:1

O layout final ->



Vista Frontal ESC 1:1

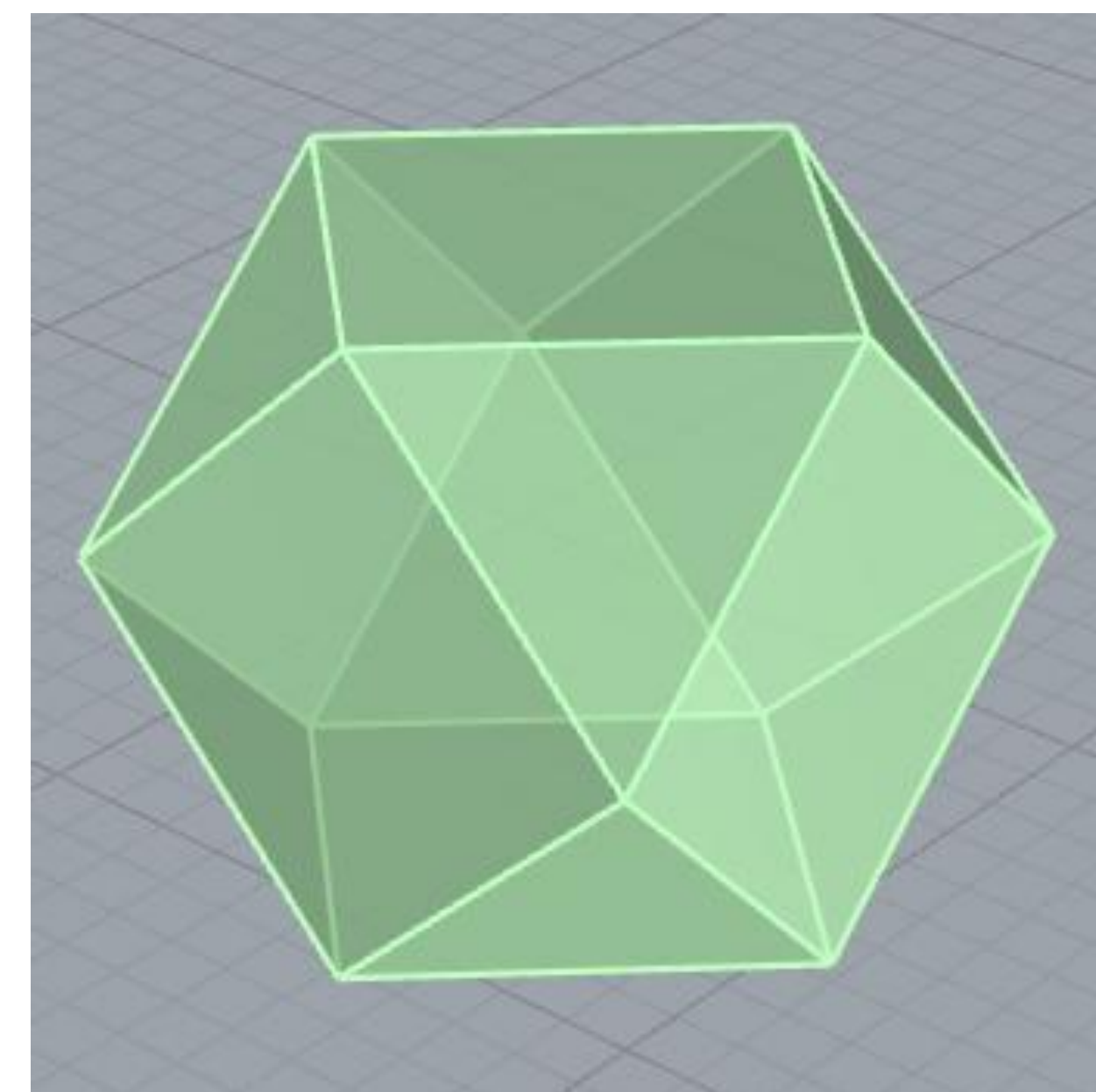
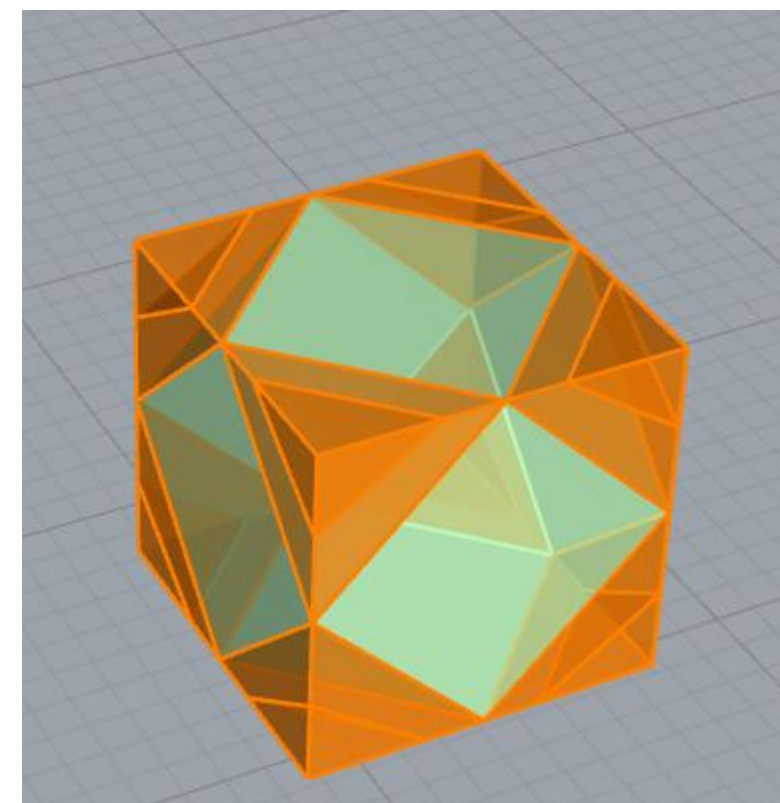


Prespectiva

Cuboctaedro

SÓLIDOS DE ARQUIMEDES

O processo de criação do cuboctaedro é exatamente igual ao do cubo truncado. Contudo, os triângulos construídos no primeiro passo devem ter como vértices os pontos médios das arestas do cubo (o processo é igual só temos de alterar o raio das duas circunferências criadas de um terço para metade de uma aresta).

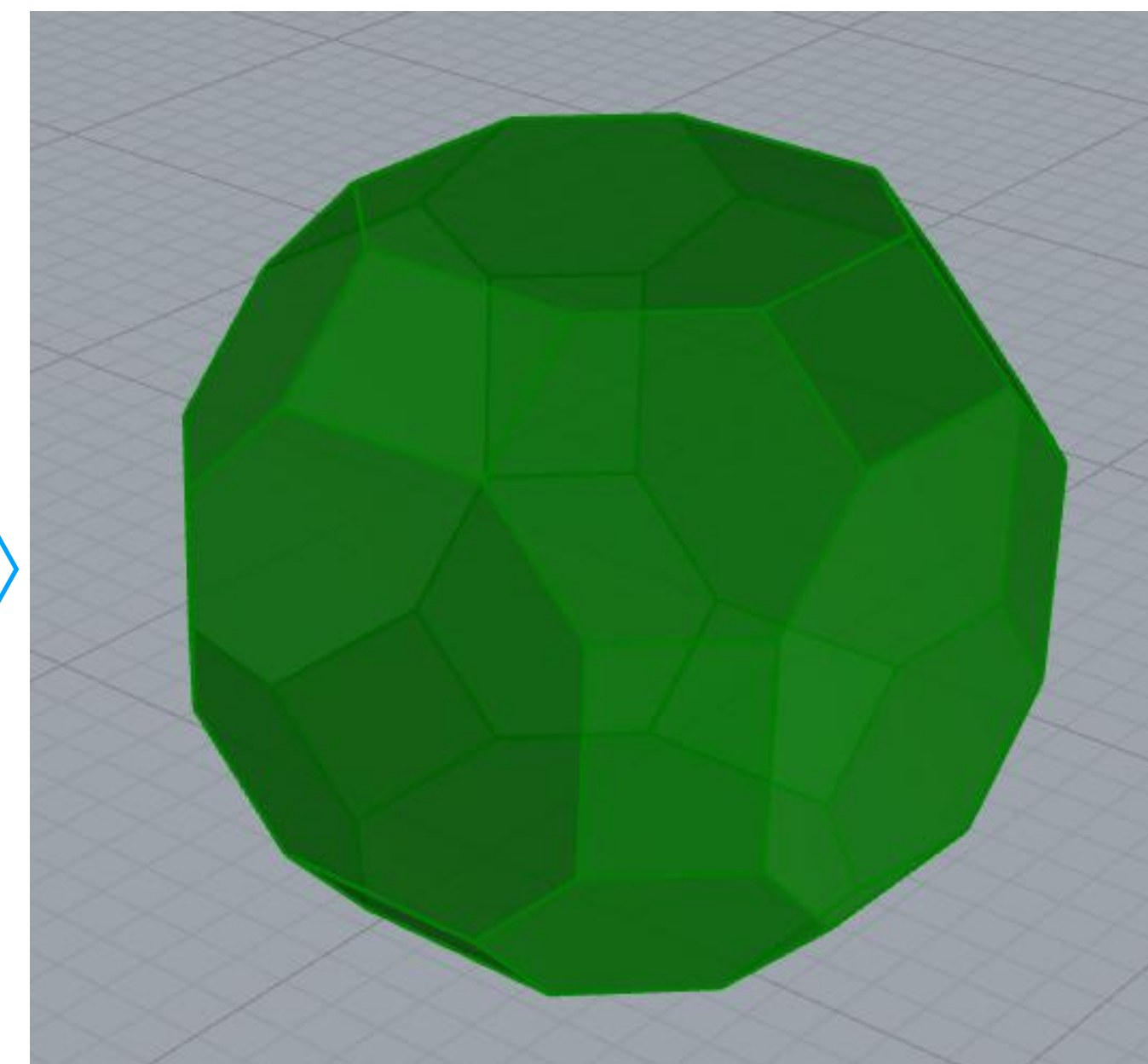
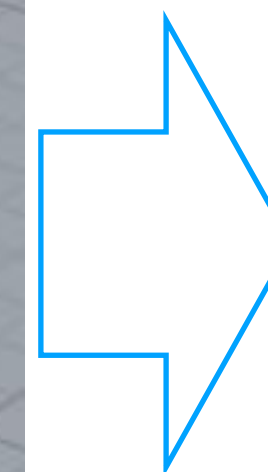
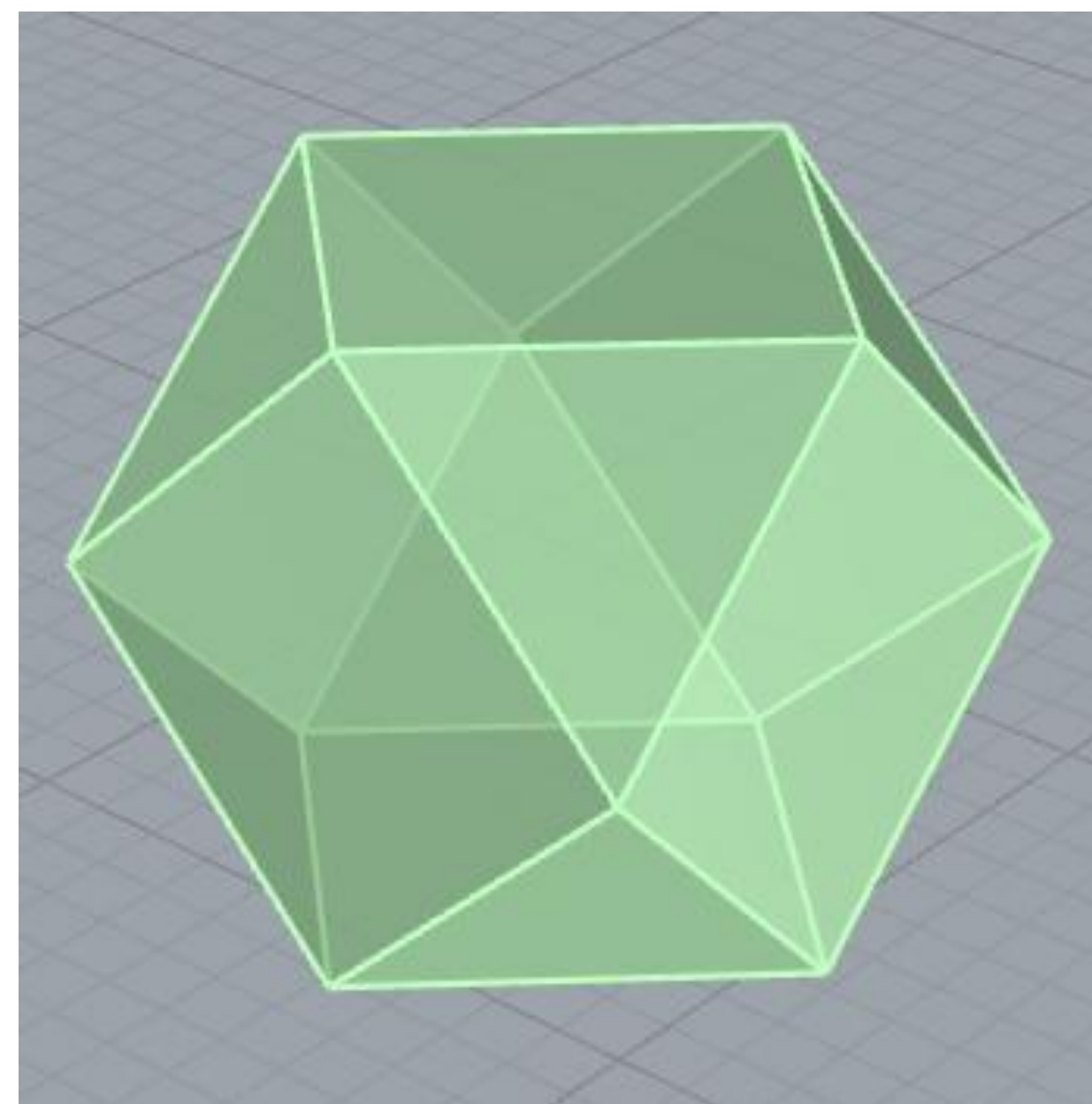


SÓLIDOS DE ARQUIMEDES

Cuboctaedro Truncado

SÓLIDOS DE ARQUIMEDES

Tendo truncado um cubo e transformado o mesmo num cuboctaedro, podemos voltar a trunca-lo para obter um cuboctaedro truncado.



SÓLIDOS DE ARQUIMEDES

O processo é mais uma vez idêntico.
Basta pegar nos vértices do cuboctaedro e retirá-los. Para
isso temos que retirar uma pirâmide de base retangular a
cada um dos vértices do cuboctaedro, de forma a que as
restantes formas do cubo se mantenham polígonos
regulares.

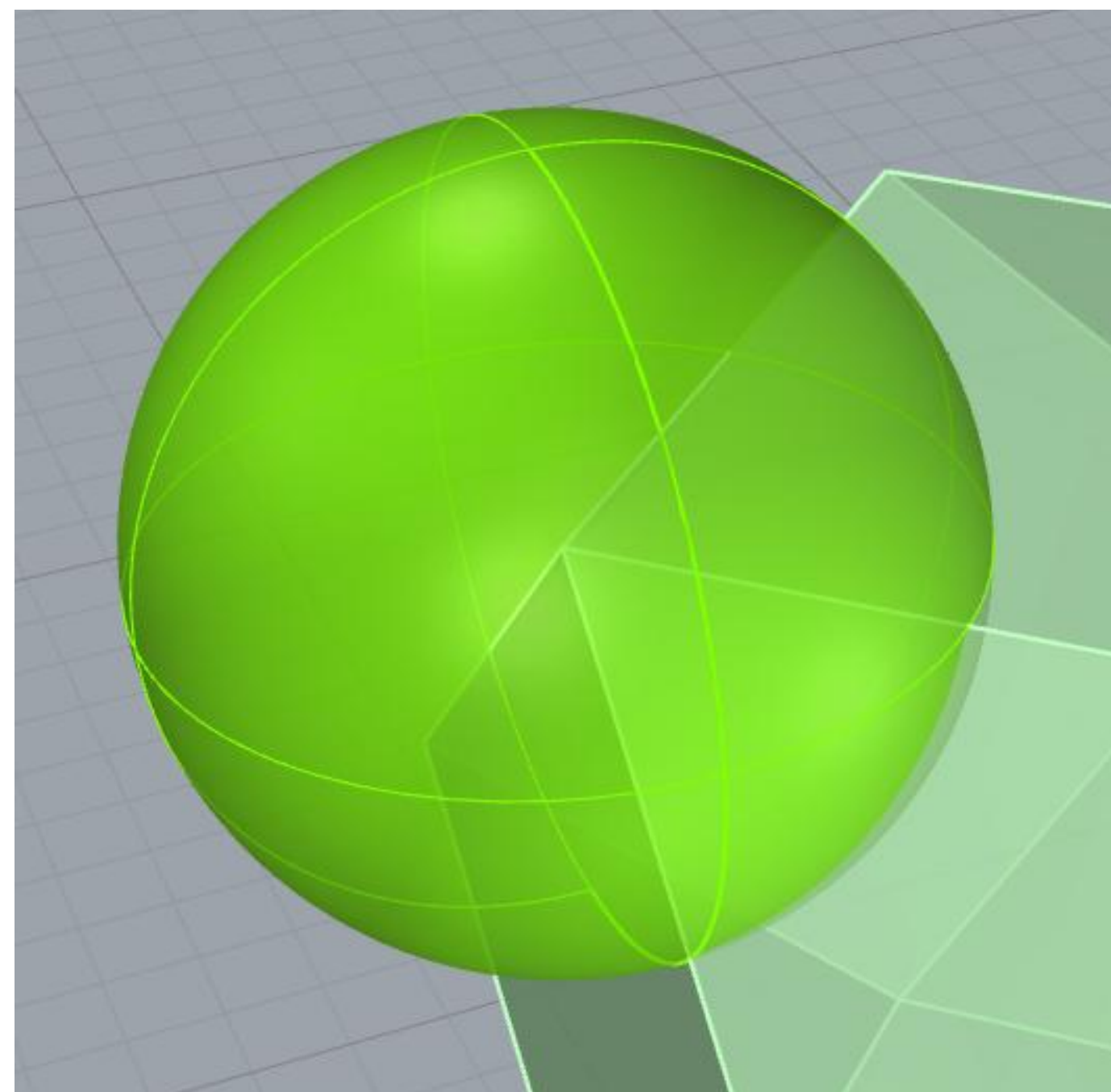
O Cuboctaedro passará a ter:
Seis faces octogonais;
Oito faces hexagonais;
E doze faces retangulares.

SÓLIDOS DE ARQUIMEDES

O processo de truncagem começa-se mais um vez por desenhar os polígonos que vamos utilizar para truncar o sólido com o comando “wire cut”. Neste caso este sólido será um retângulo.

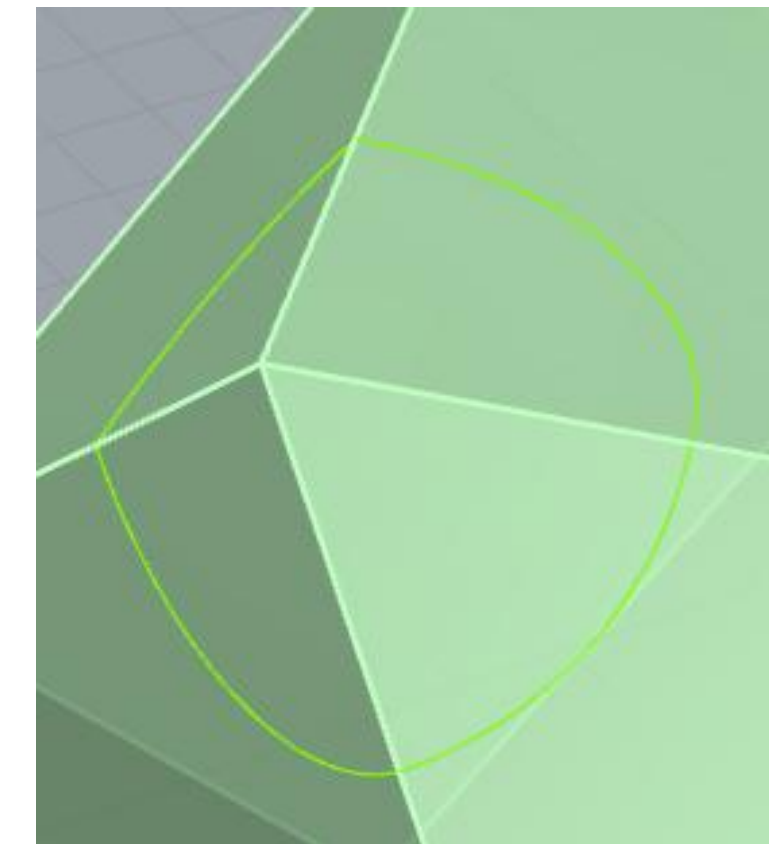
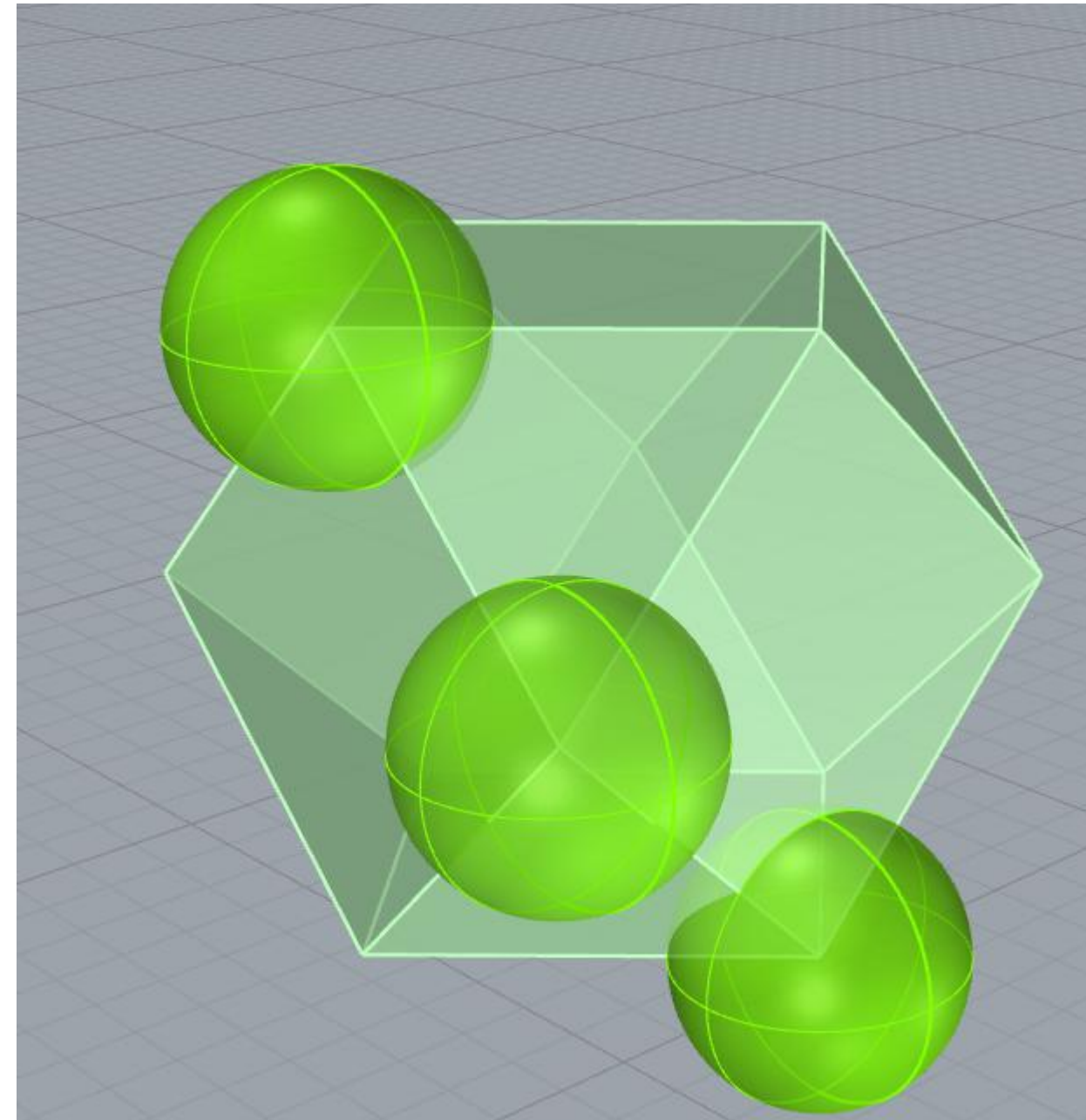
O processo de criação do triângulo é similar aos anteriormente realizados, contudo, teremos que utilizar uma esfera em vez de dois círculos para podermos encontrar os vértices do retângulo.

A esfera deve ter um raio de um terço das arestas do cuboctaedro



SÓLIDOS DE ARQUIMEDES

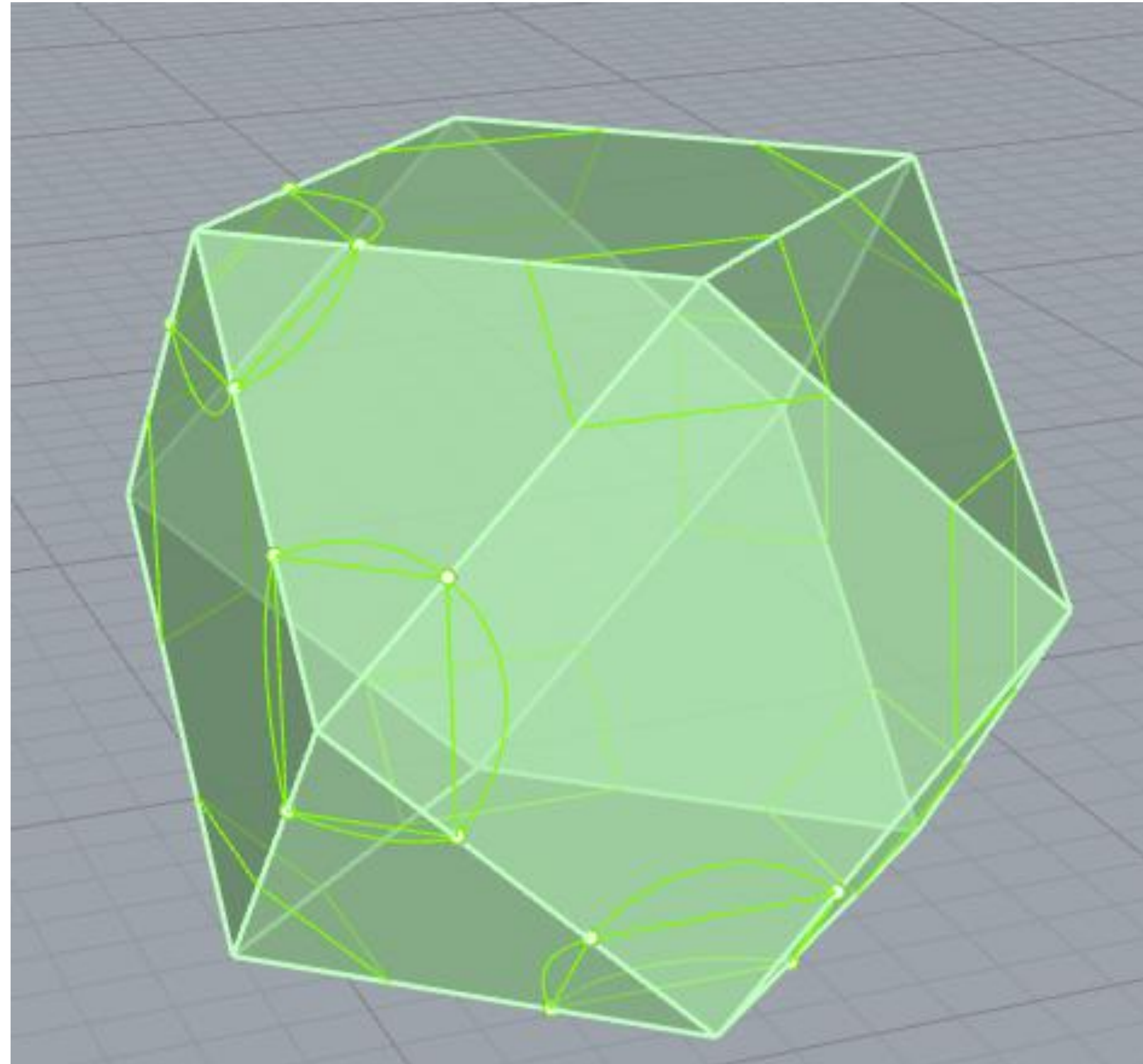
Depois só temos de criar esferas para os outros vértices do cubo a baixo do vértice para o qual criamos o círculo. Quando tivermos os três círculos temos que utilizar o comando “intersect” para criar a forma resultante da interceção entre as esferas e o cuboctaedro.



SÓLIDOS DE ARQUIMEDES

As interseções criadas entre as esferas e o cuboctaedro permitem nos criar o retângulo que precisamos para mais tarde truncarmos o sólido.

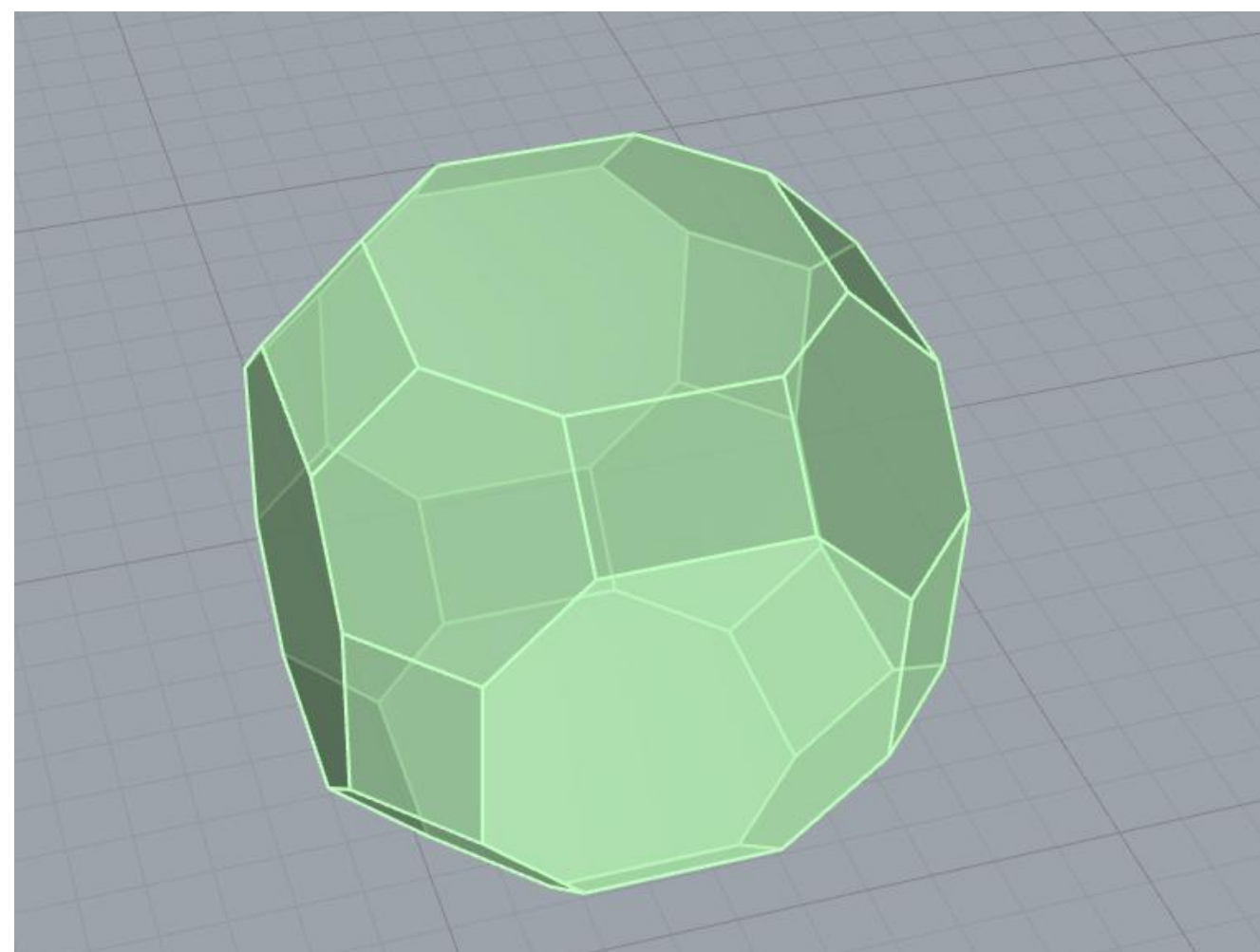
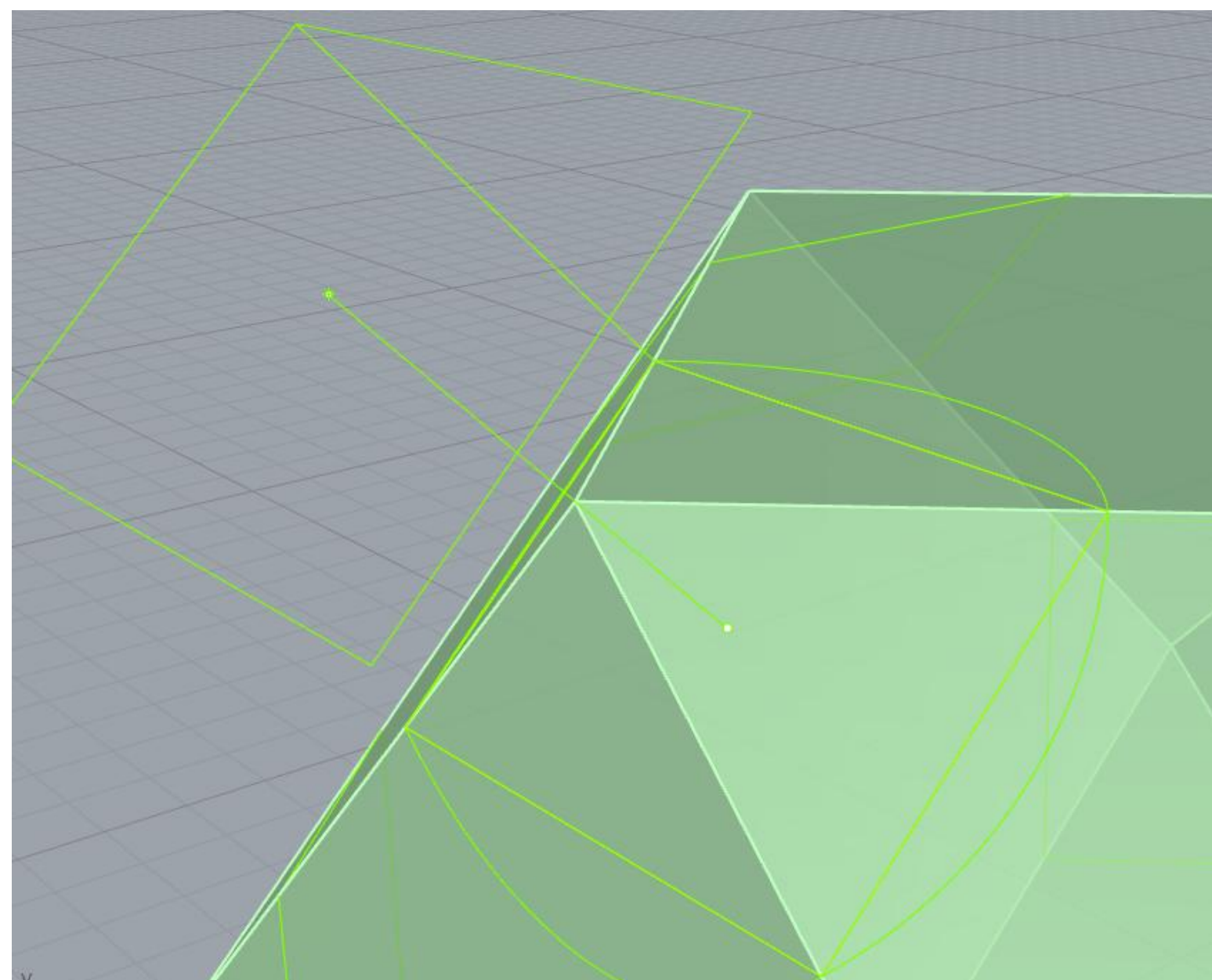
Por isso basta unir os pontos das interseções e fazer um “array polar” dos polígonos criados para que todos os vértices do cuboctaedro estejam prontos para ser truncados.



SÓLIDOS DE ARQUIMEDES

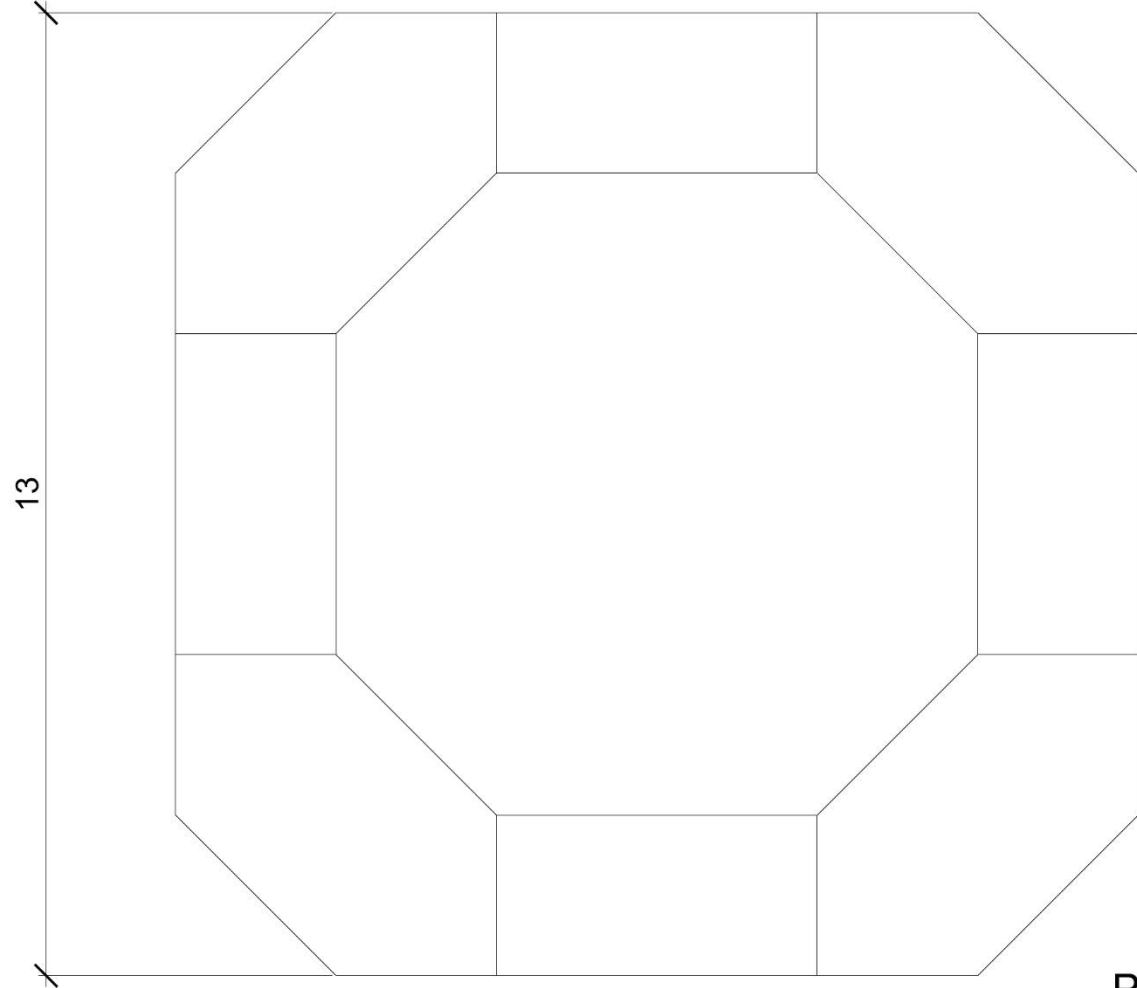
Agora é só uma questão de usar “wire cut” para retirar as partes do sólido indesejadas e temos o nosso cuboctaedro truncado (literalmente)

Agora é só mudar a camada do sólido, fazer o meke 2d e o layout.

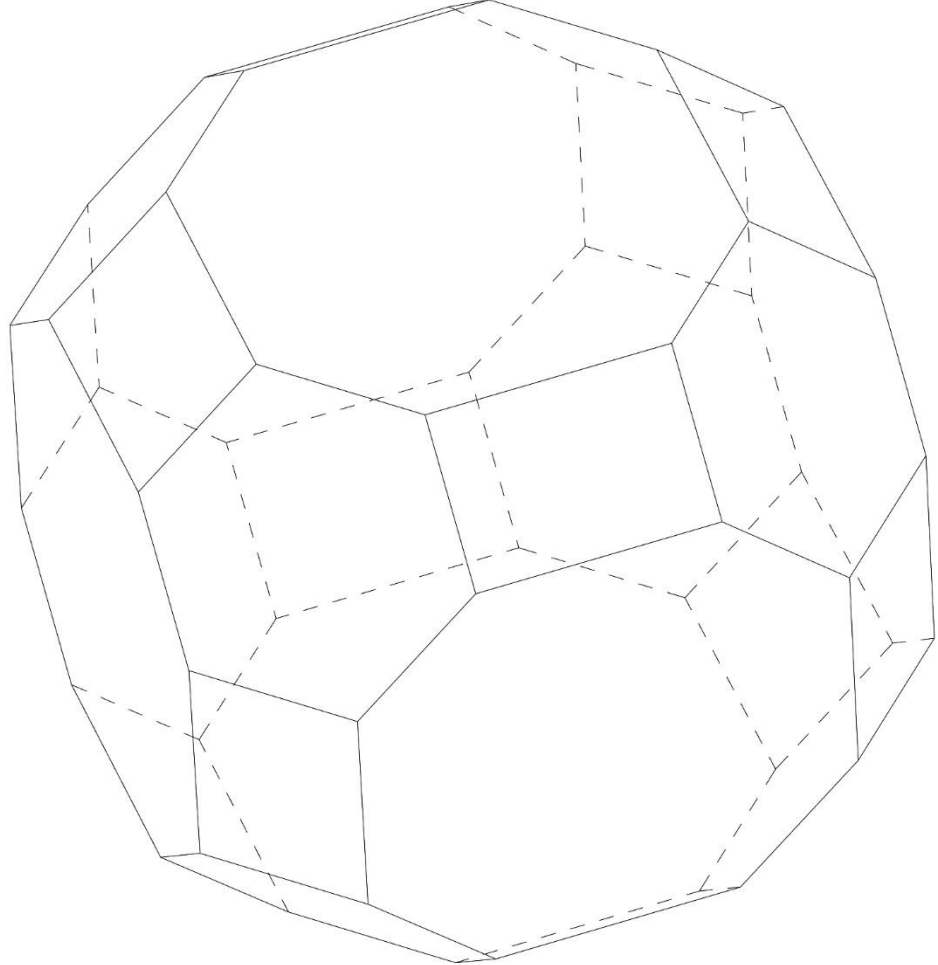


SÓLIDOS DE ARQUIMEDES

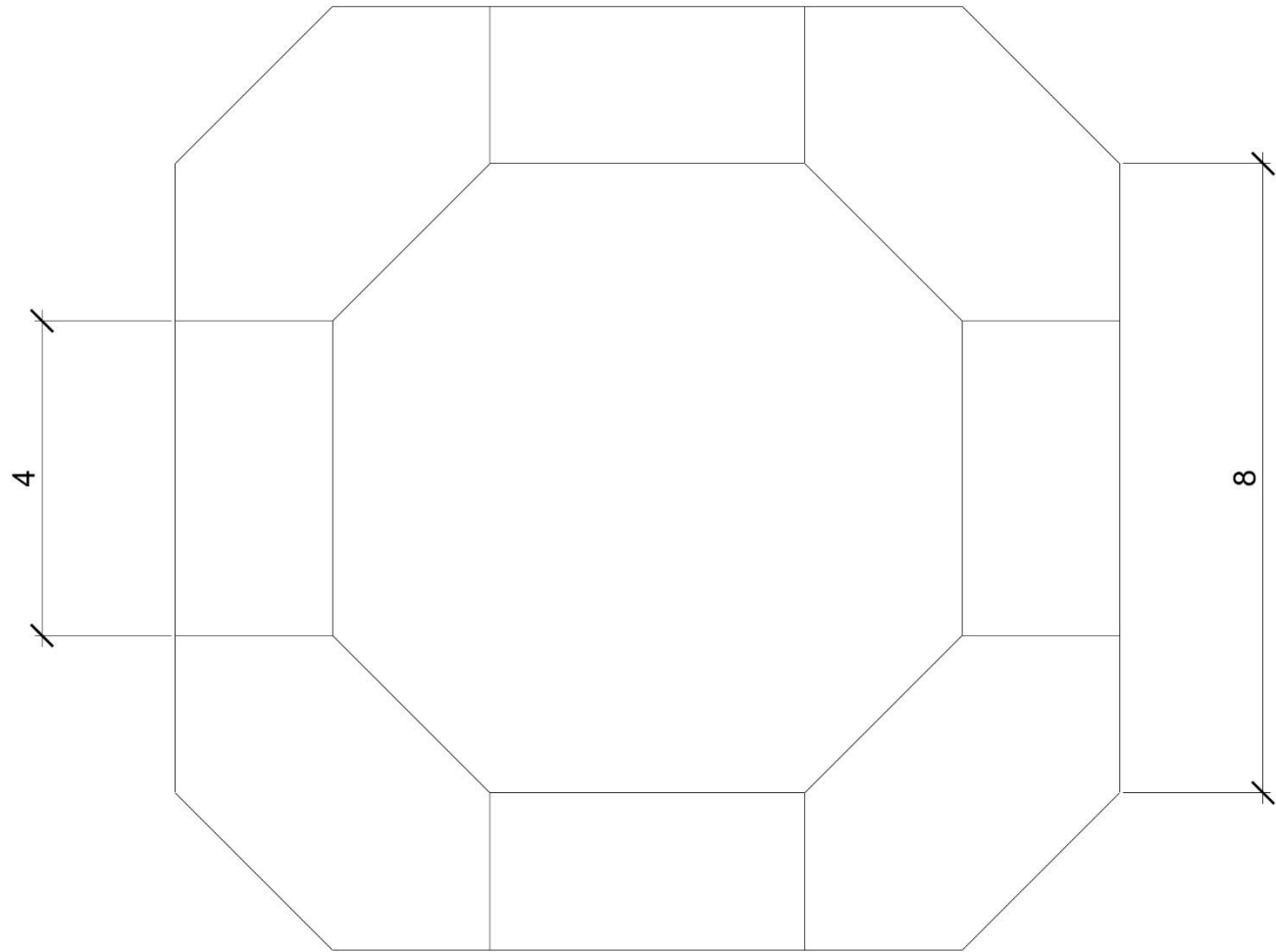
CUBOCTAEDRO TRUNCADO



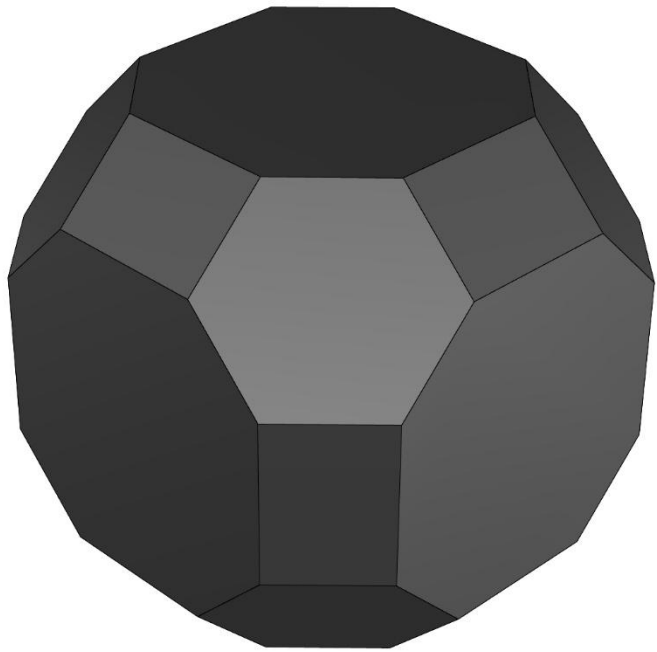
Planta ESC 1:1



Axonometria ESC 1:1



Vista Frontal ESC 1:1



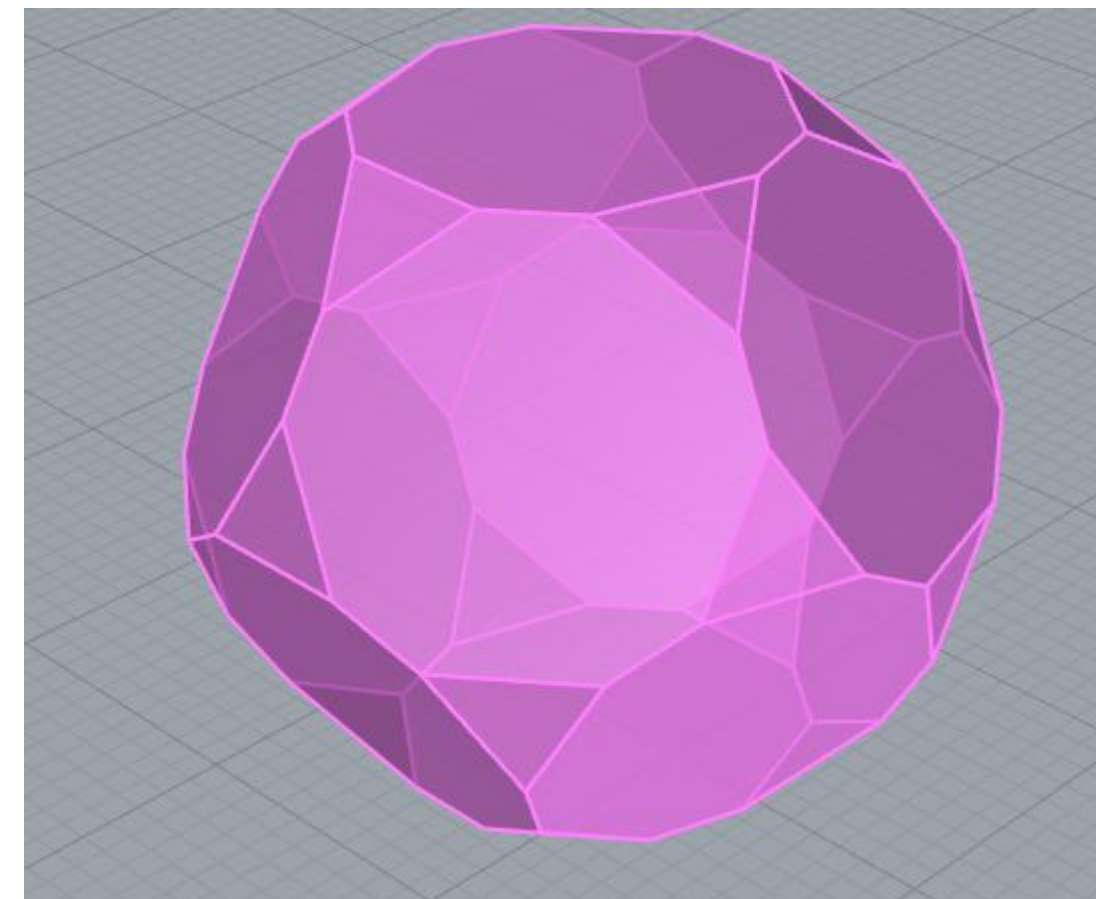
Prespectiva

SÓLIDOS DE ARQUIMEDES

Dodecaedro truncado

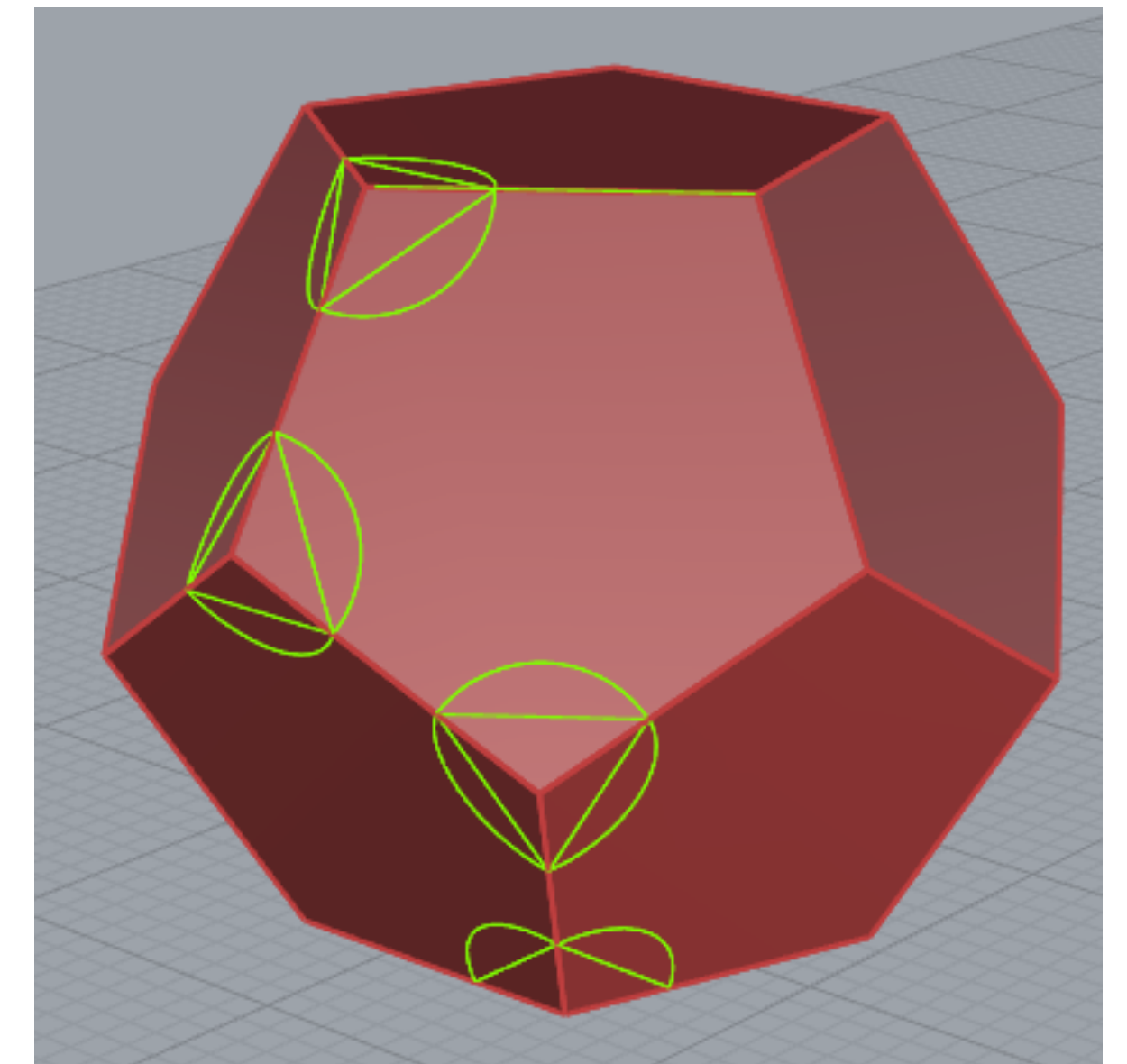
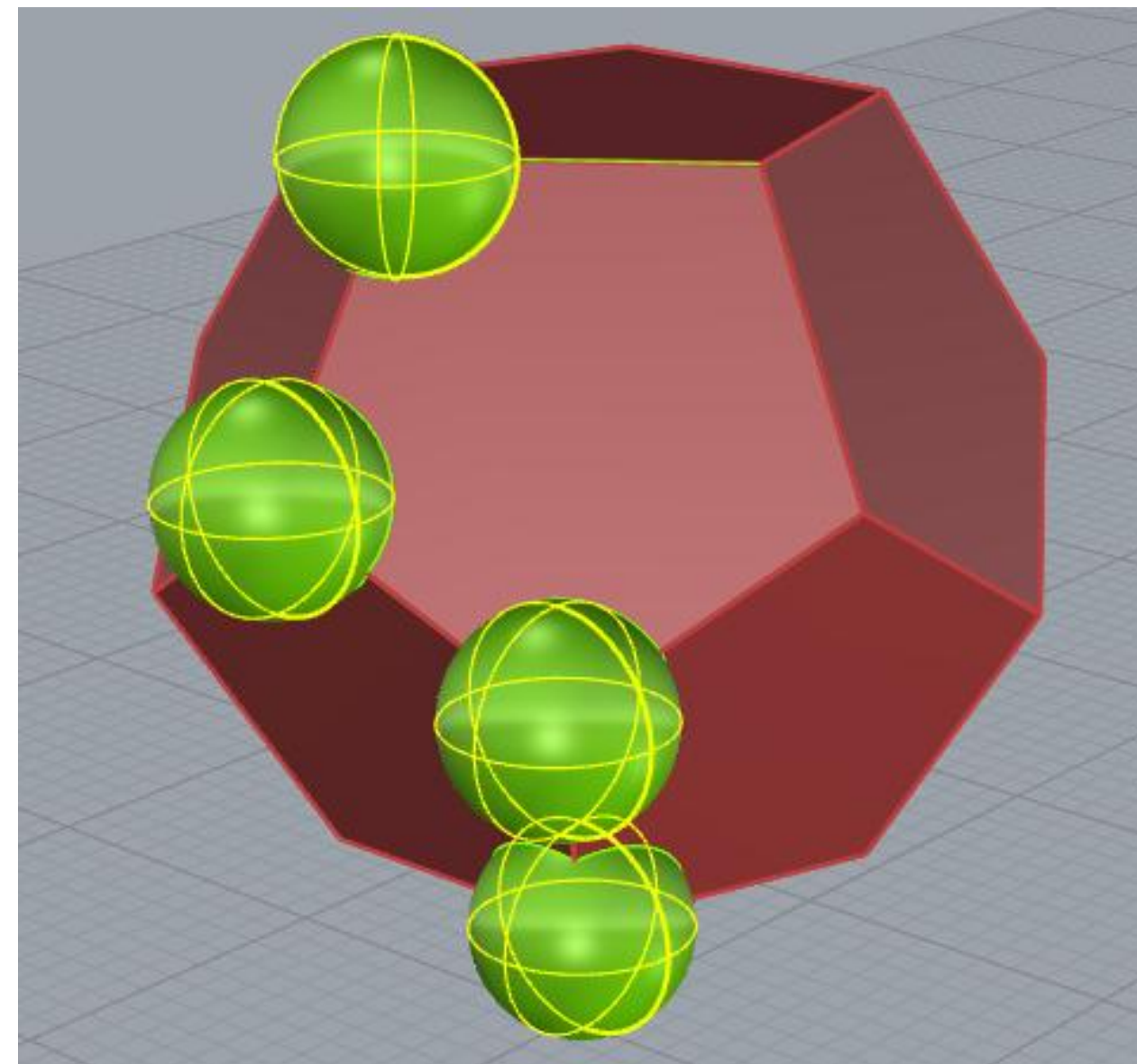
SÓLIDOS DE ARQUIMEDES

A construção do dodecaedro truncado é muito similar à do cubo truncado sendo que ambas implicam os vértices aos sólidos subtraindo pirâmides triangulares. Como o processo de truncagem é similar, a forma como o fazemos através do rhino 8 é muito similar também.



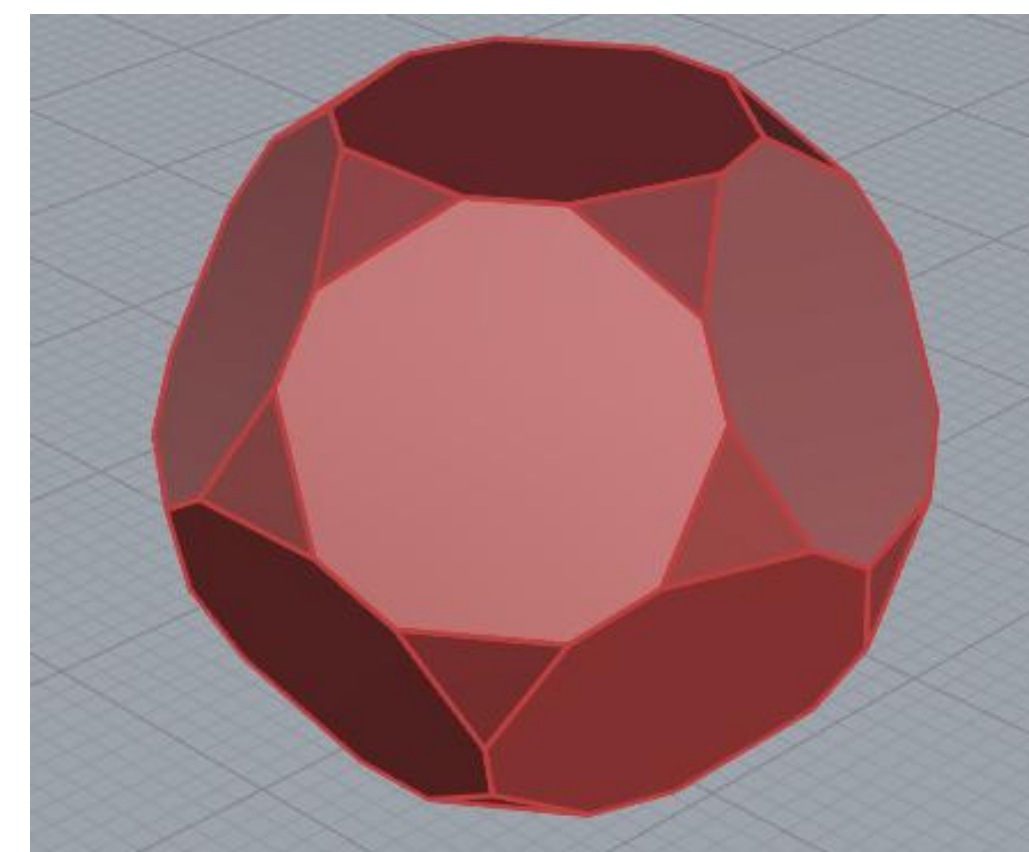
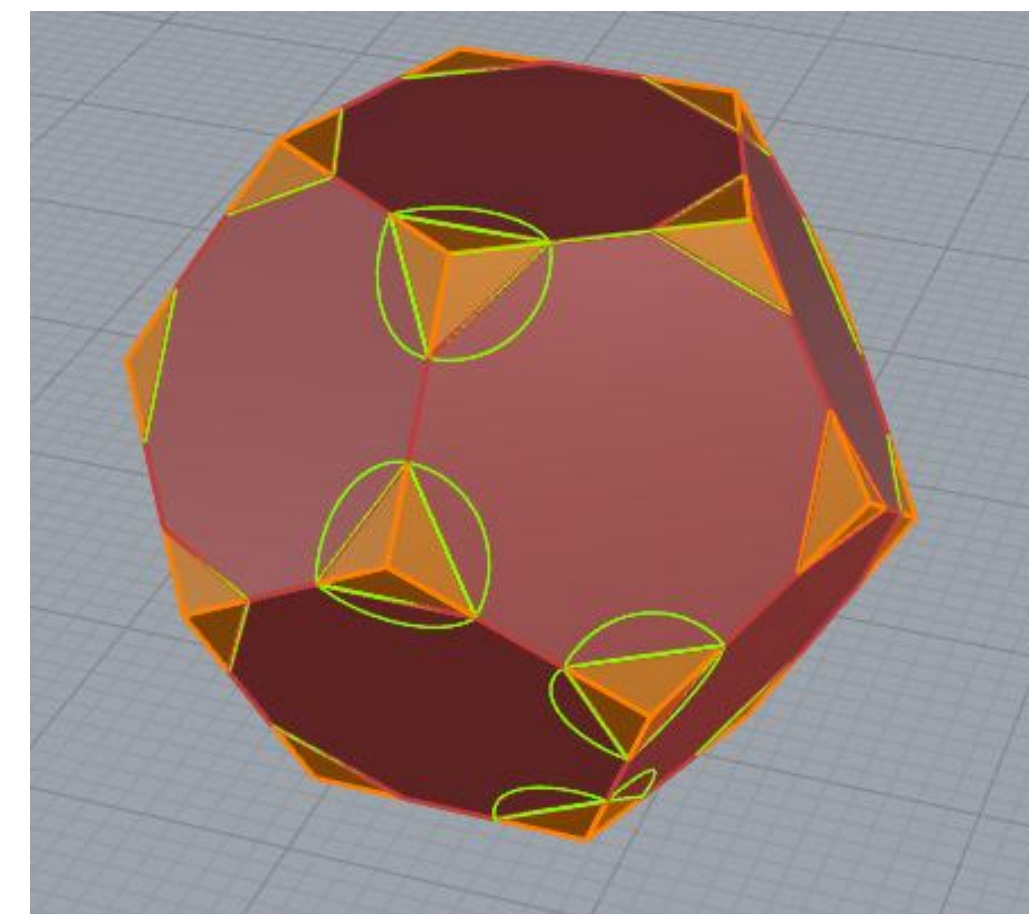
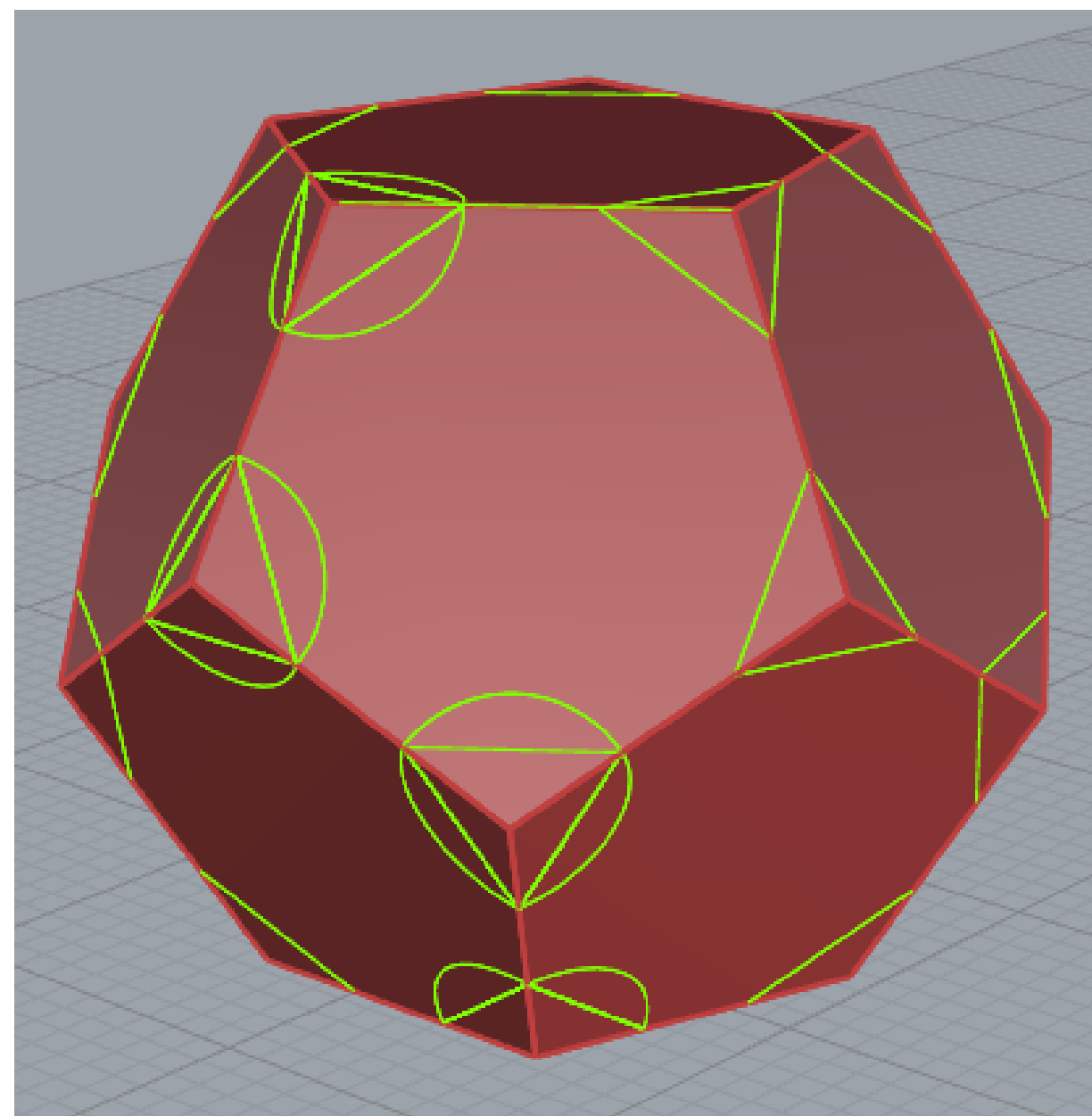
SÓLIDOS DE ARQUIMEDES

Primeiro desenhamos os triângulos para o “wire cut” através do resultado da interceção de esferas e do dodecaedro.



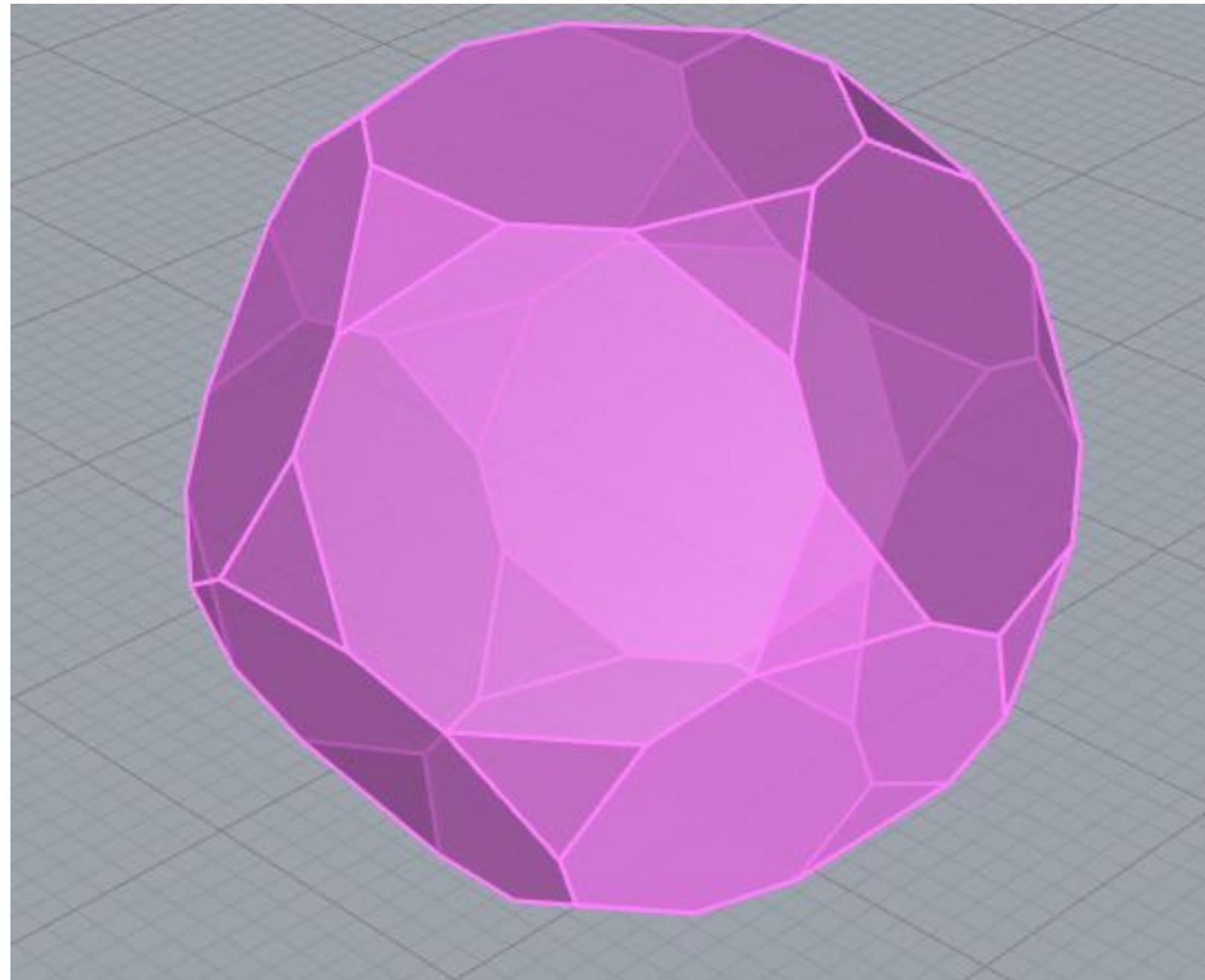
SÓLIDOS DE ARQUIMEDES

Depois utilizamos o “arraypolar” para por triângulos em todos os vértices.
A seguir é só cortar os vértices com o “wire cut”.

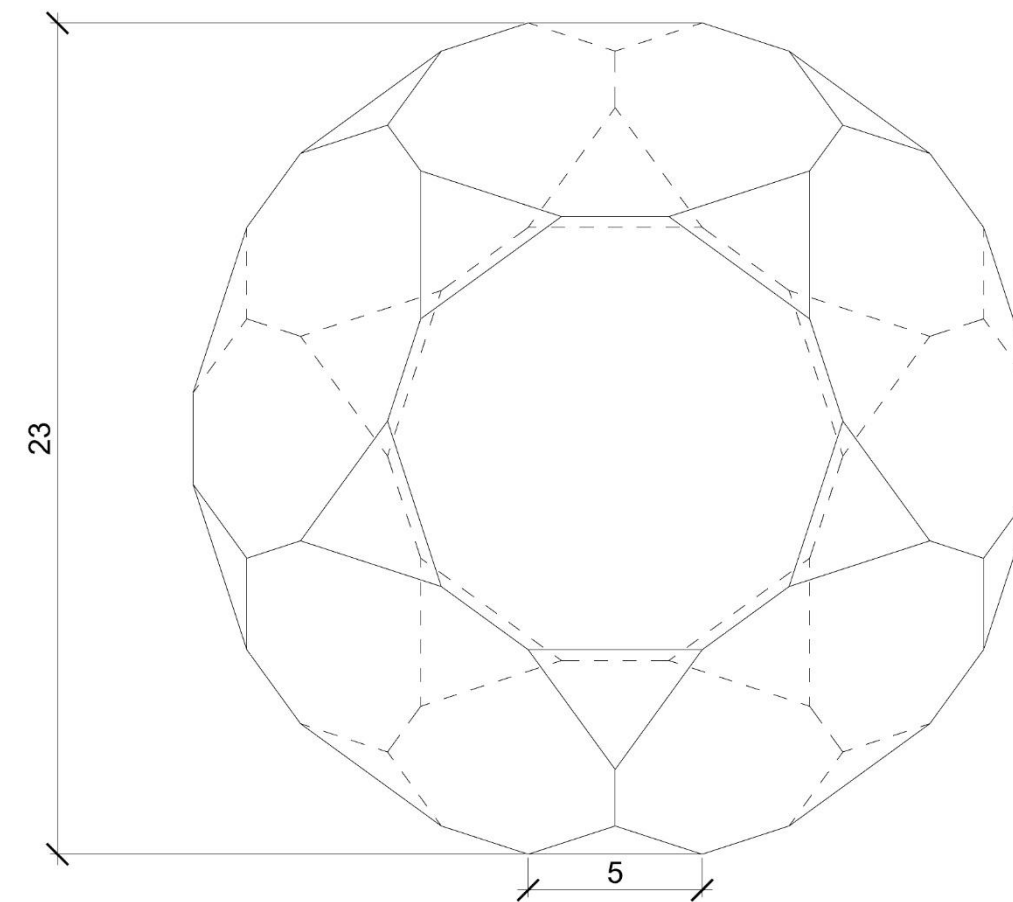


SÓLIDOS DE ARQUIMEDES

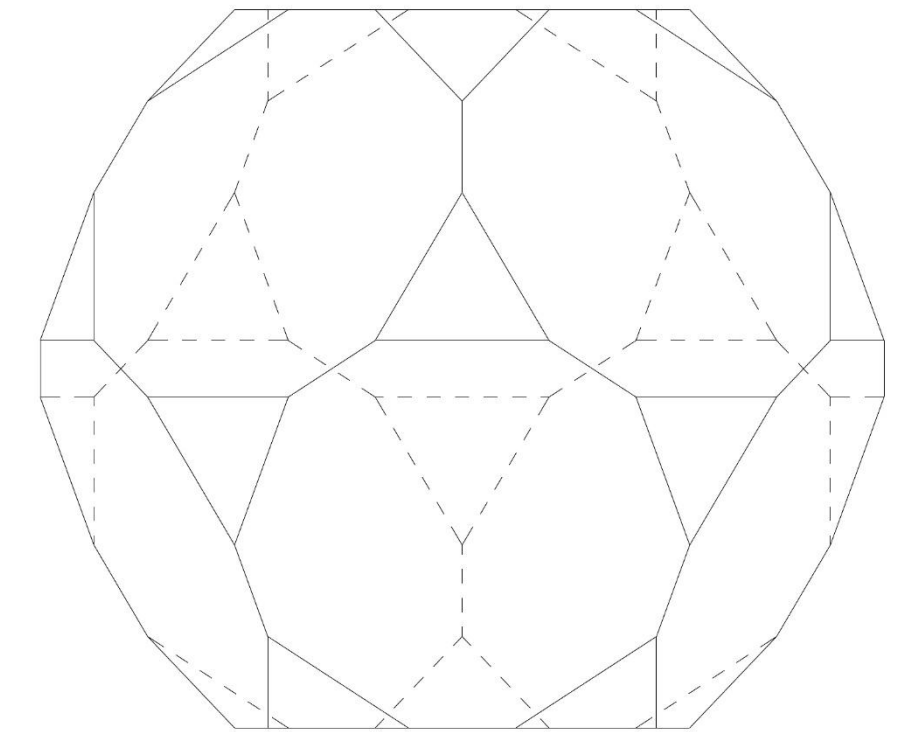
DODECAEDRO TRUNCADO



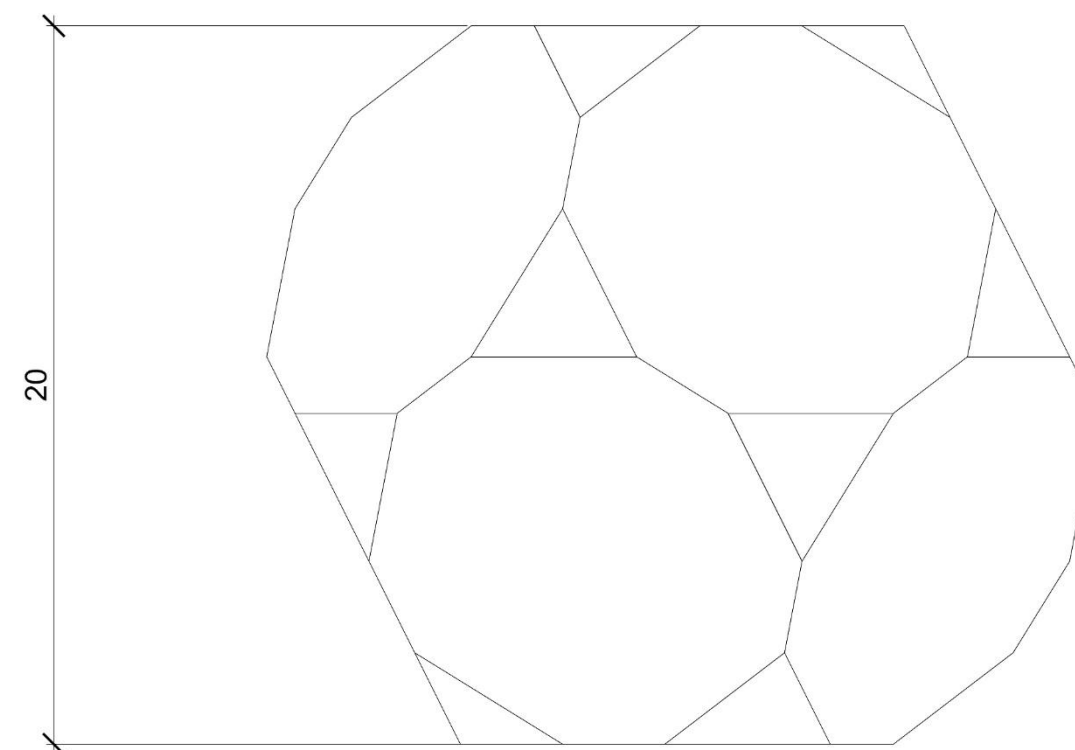
O último passo é como em todos os outros sólidos só mudar a camada , fazer o make 2d e o layout.



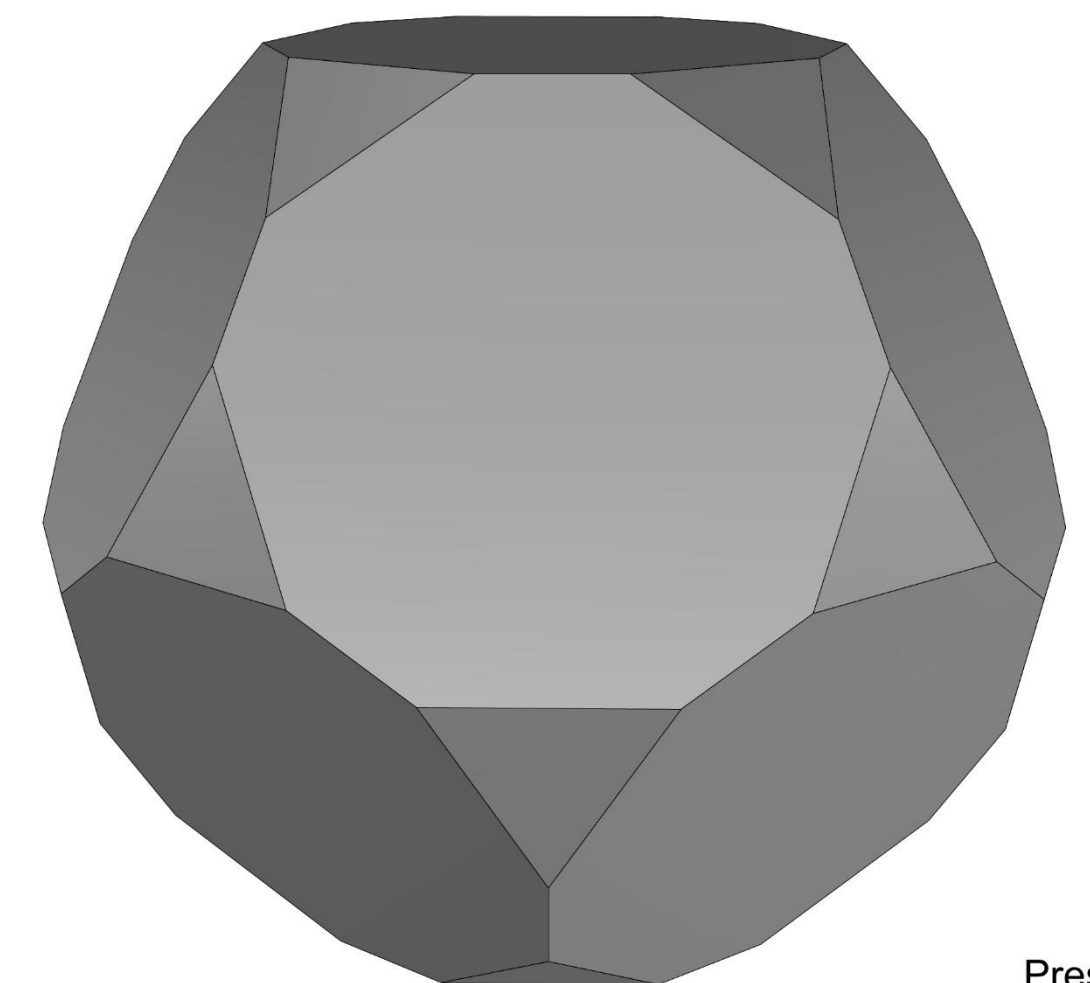
Planta ESC 1:2



Vista Lateral ESC 1:2



Vista Frontal ESC 1:2



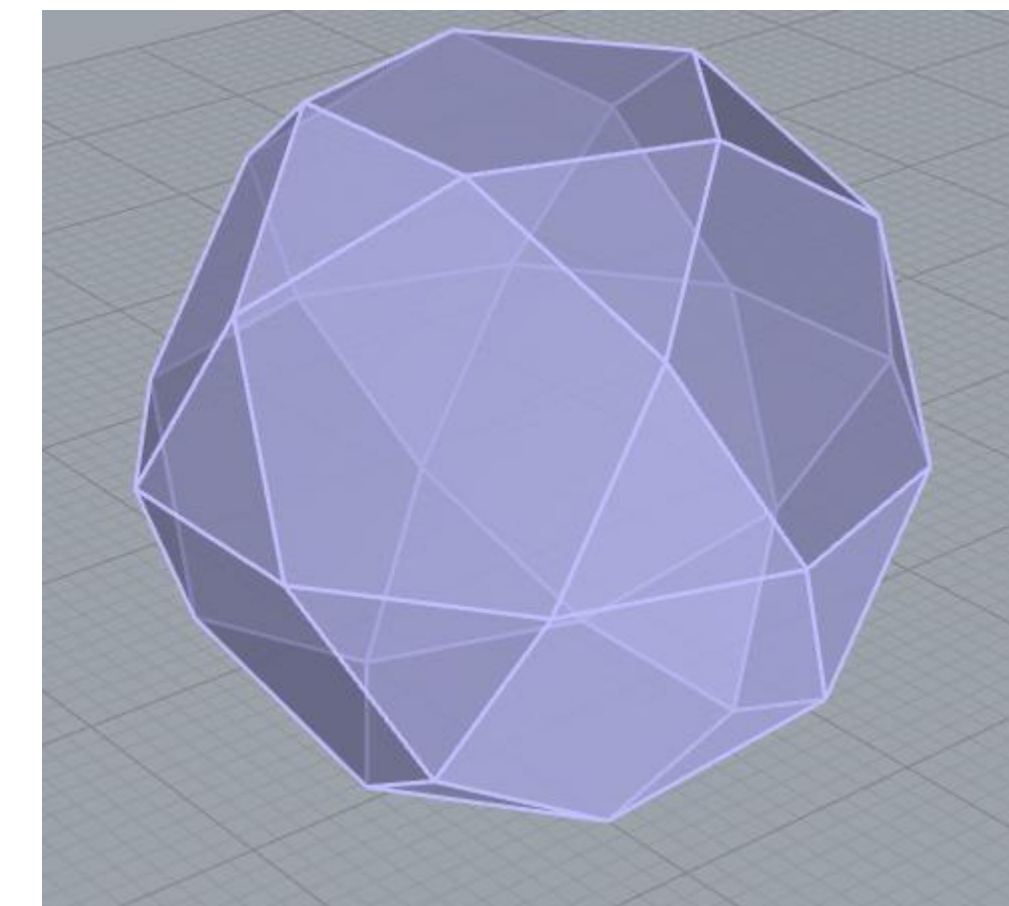
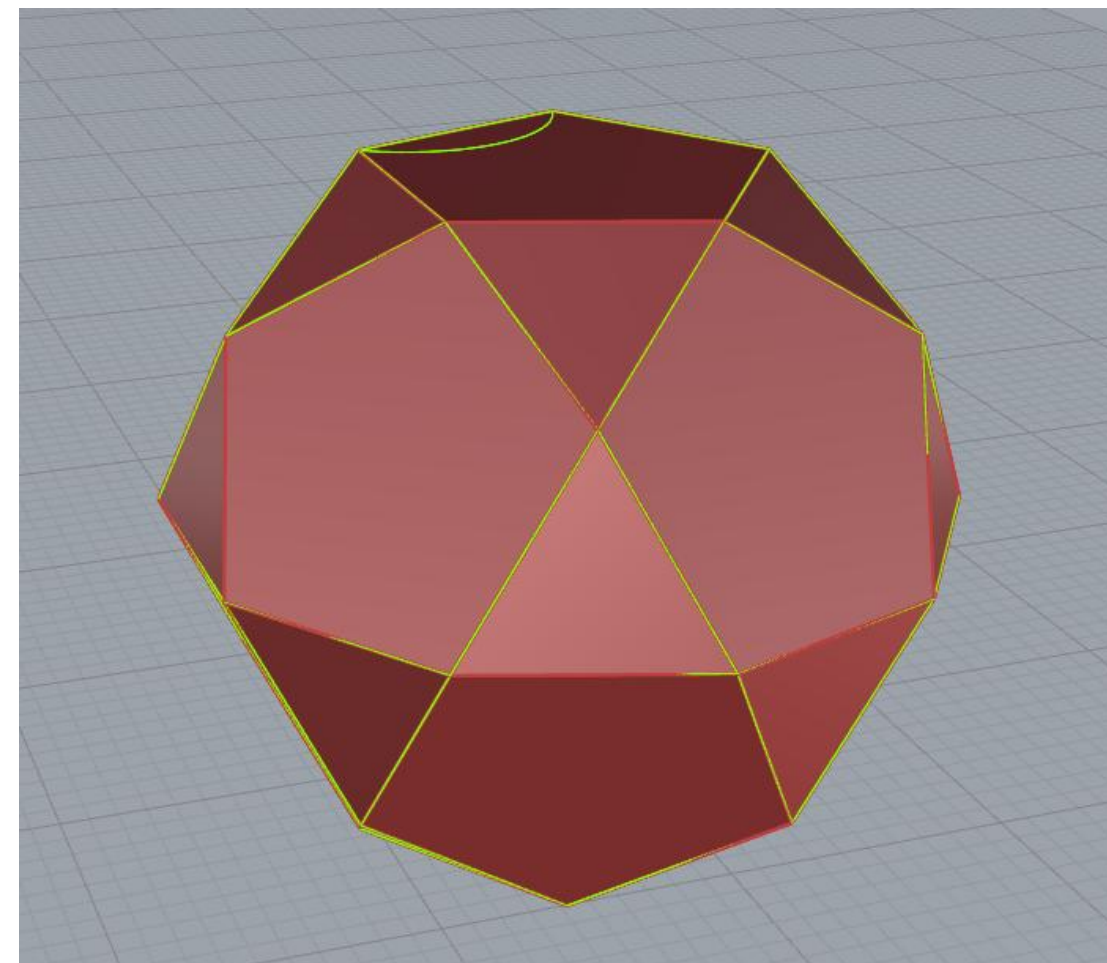
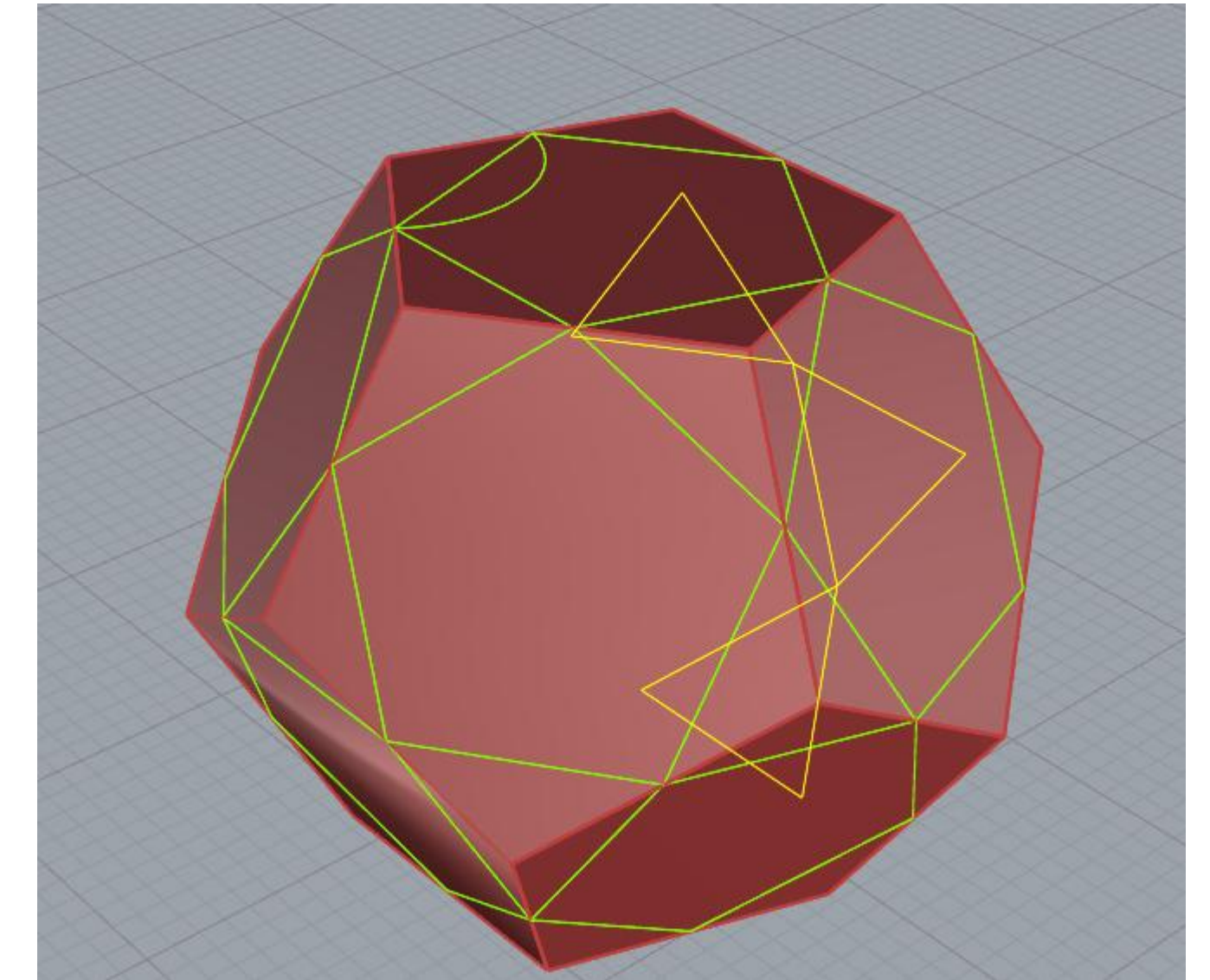
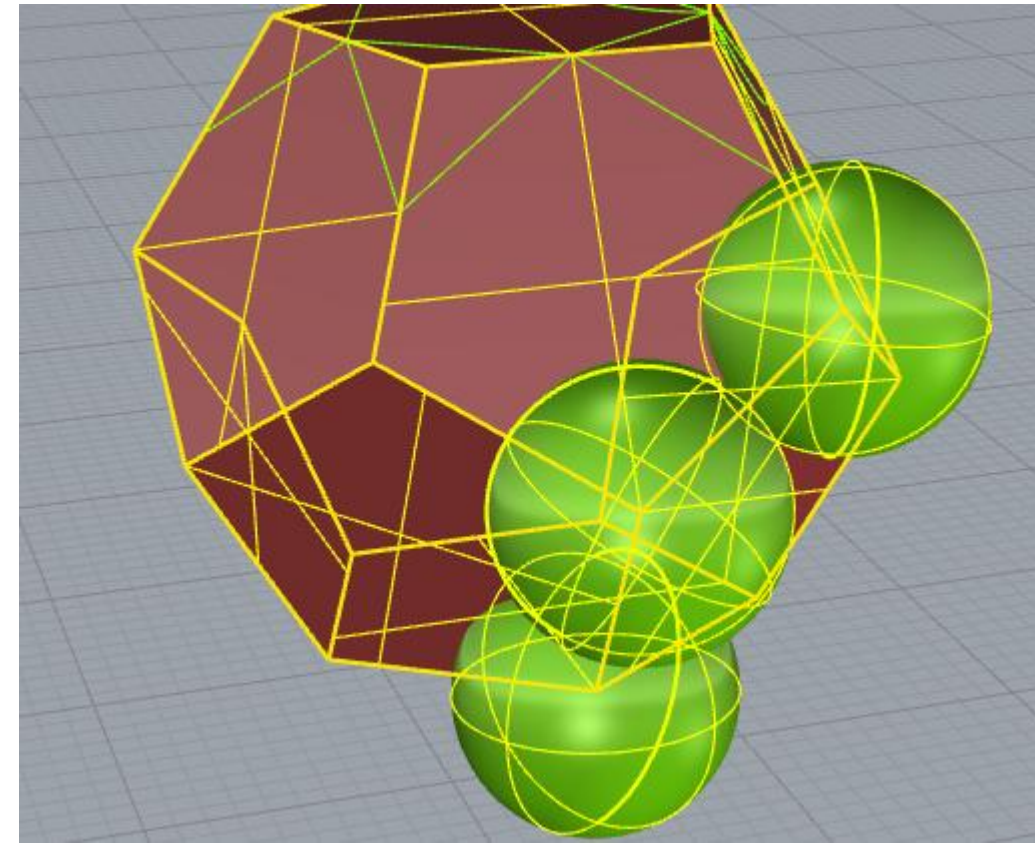
Prespectiva

SÓLIDOS DE ARQUIMEDES

Icosidodecaedro

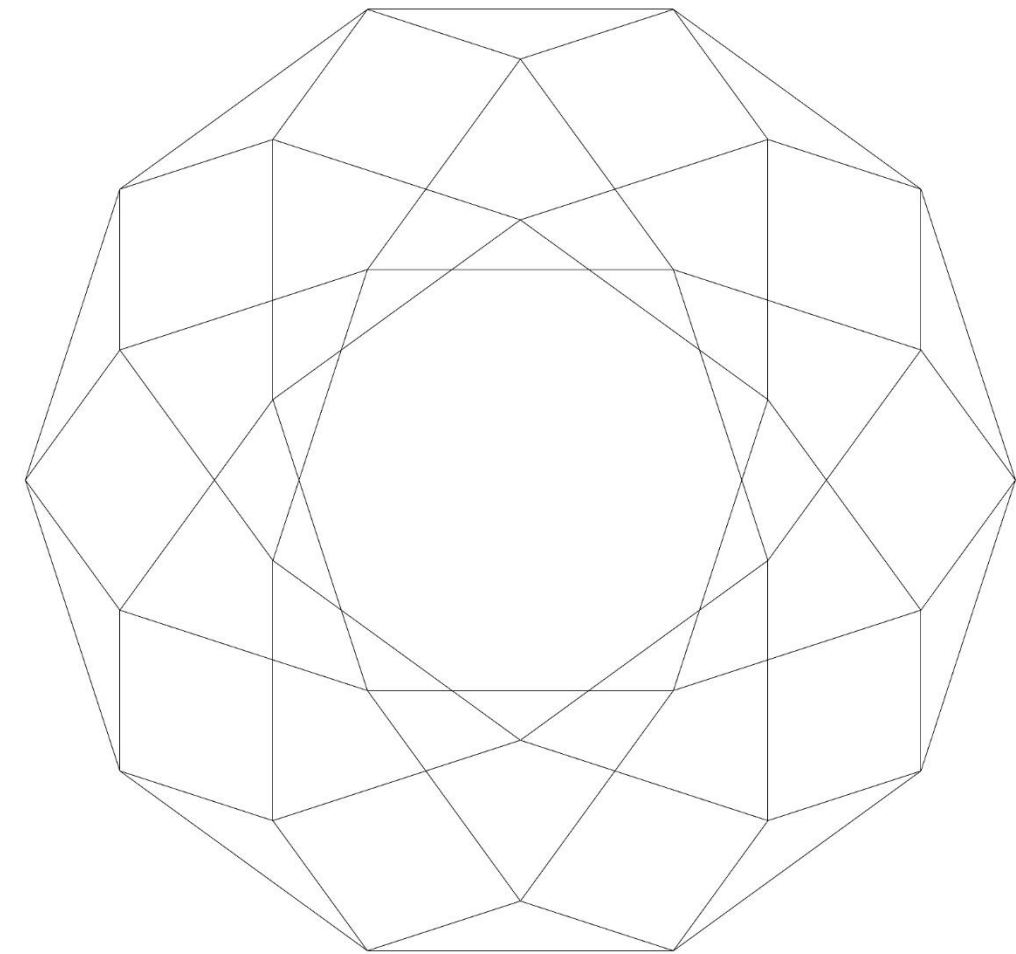
SÓLIDOS DE ARQUIMEDES

A criação do Icosidodecaedro é praticamente igual a de um dodecaedro truncado. Contudo, tal como com o cubo truncado comparativamente ao cuboctaedro, os vértices dos triângulos utilizados para tuncar o icosidodecaedro pertencem ao ponto médio das arestas de um dodecaedro. Por isso, para criar um icosidodecaedro tudo o que se tem que fazer é o mesmo que se fez para o dodecaedro truncado, mas truncar mais, tal como com o cuboctaedro.

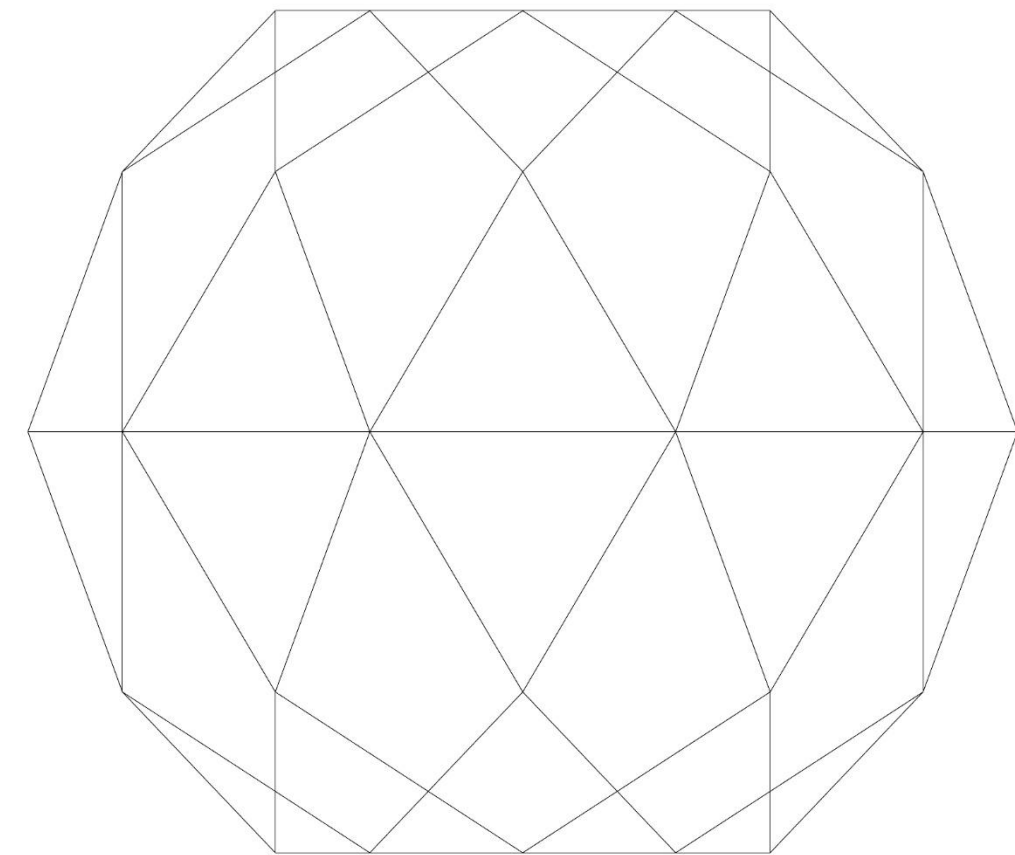


SÓLIDOS DE ARQUIMEDES

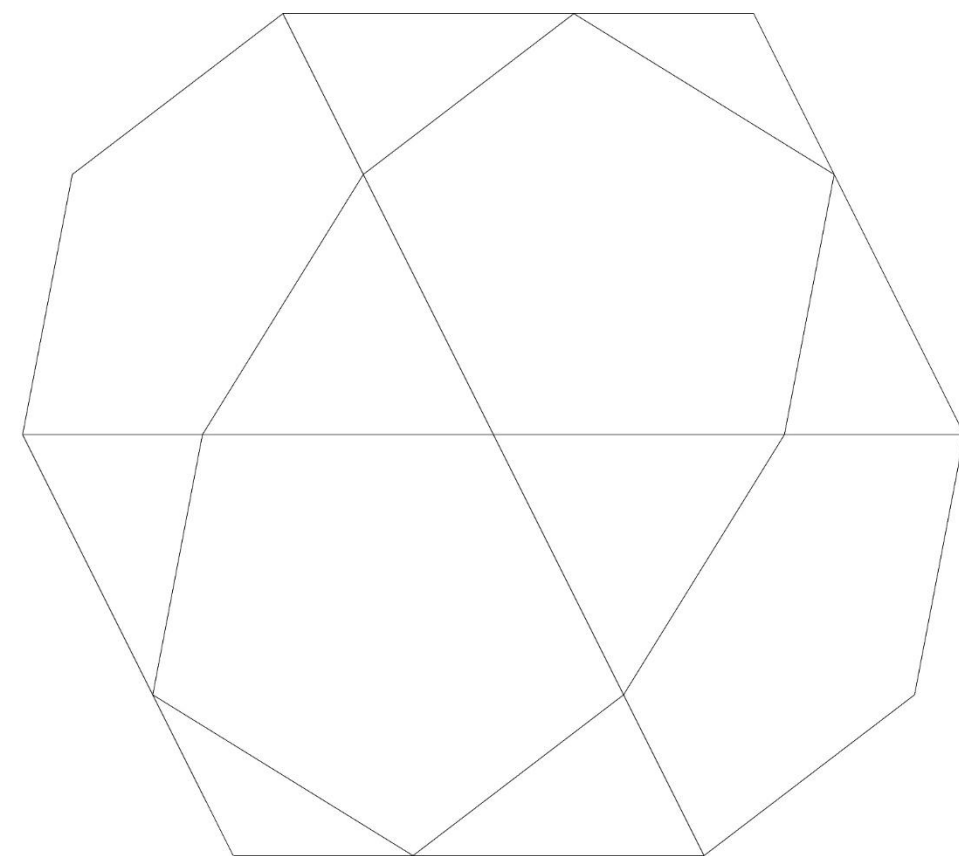
ICOSIDODECAEDRO



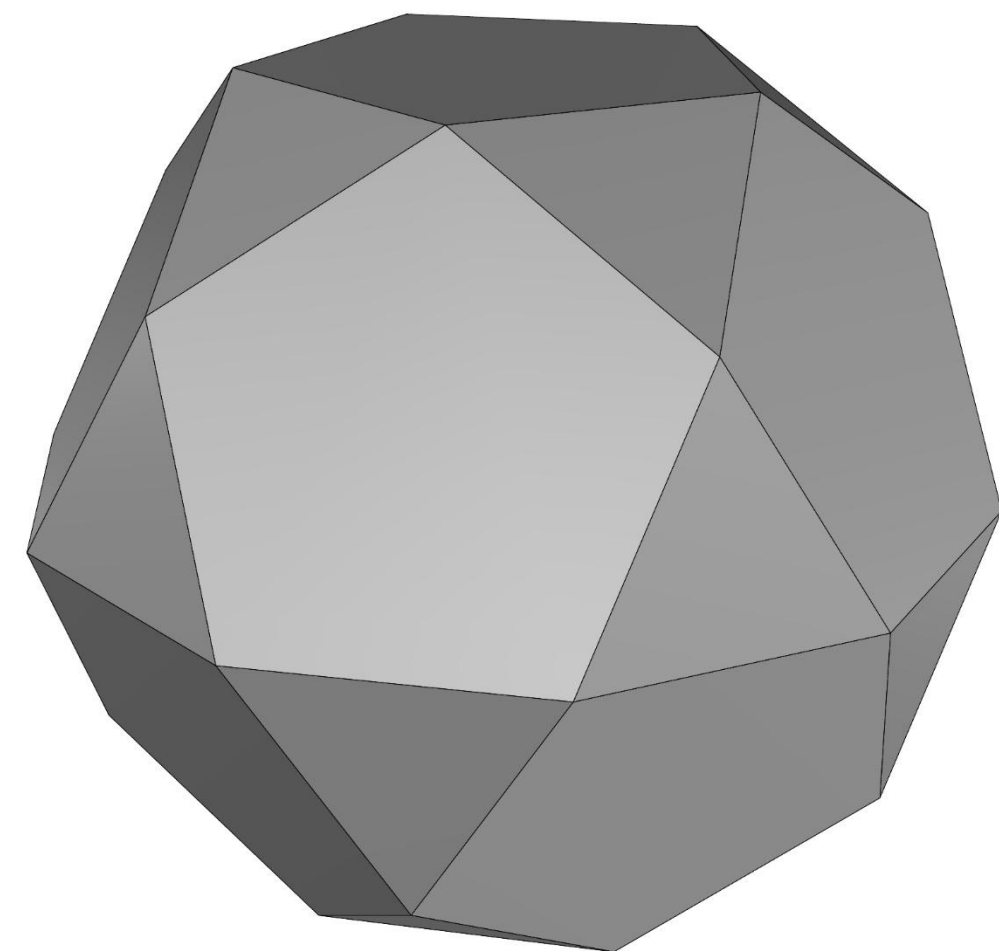
Planta ESC 1:2



Vista Lateral ESC 1:2



Vista Frontal ESC 1:2



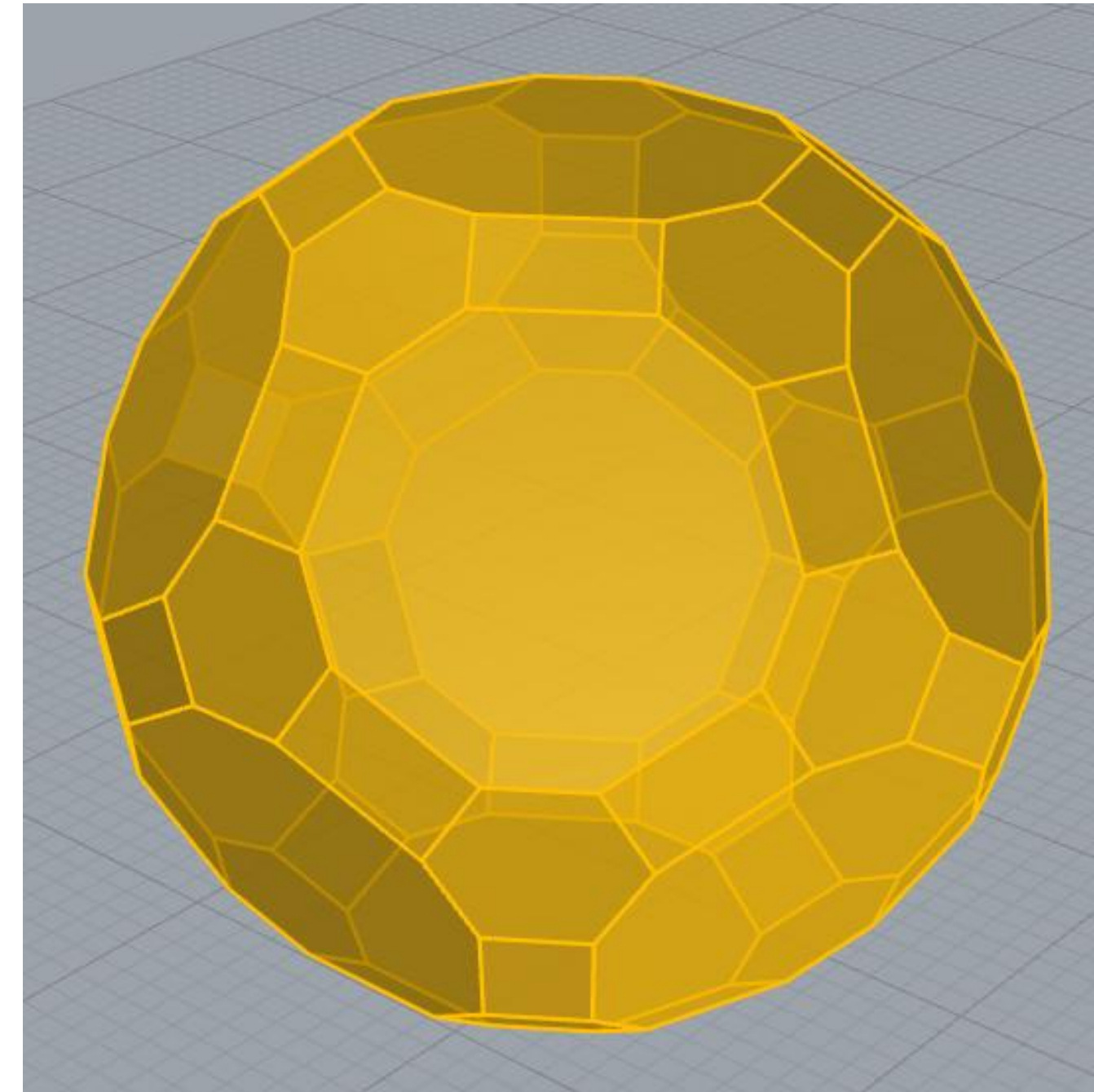
Prespectiva

Icosidodecaedro truncado

SÓLIDOS DE ARQUIMEDES

Mais uma vez a criação do icosidodecaedro truncado tem um paralelismo significativo com a criação do cuboctaedro truncado.

Tendo feito o icosaedro também vamos retirar retângulos ao sólido tal como retirámos ao cuboctaedro.

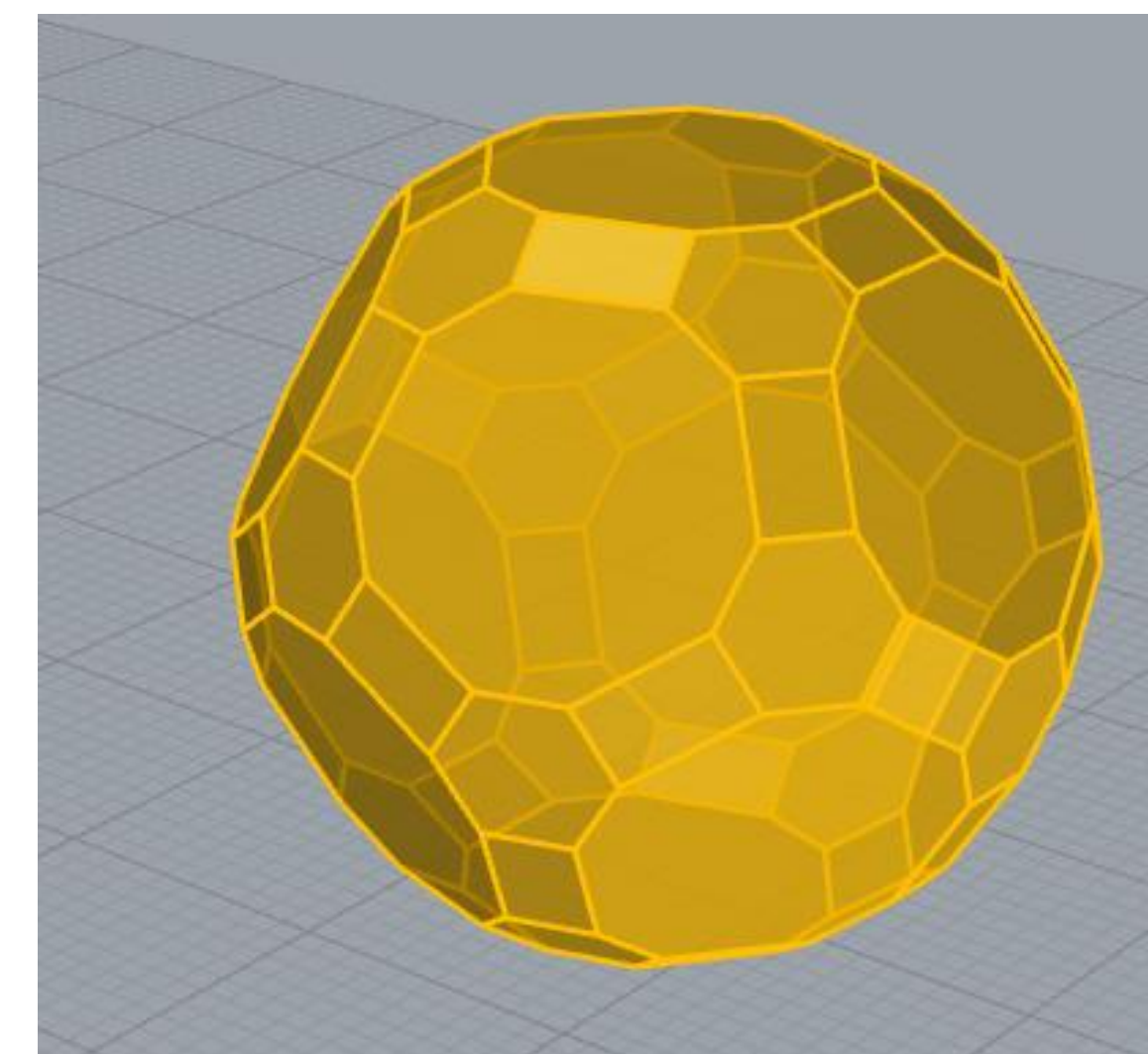
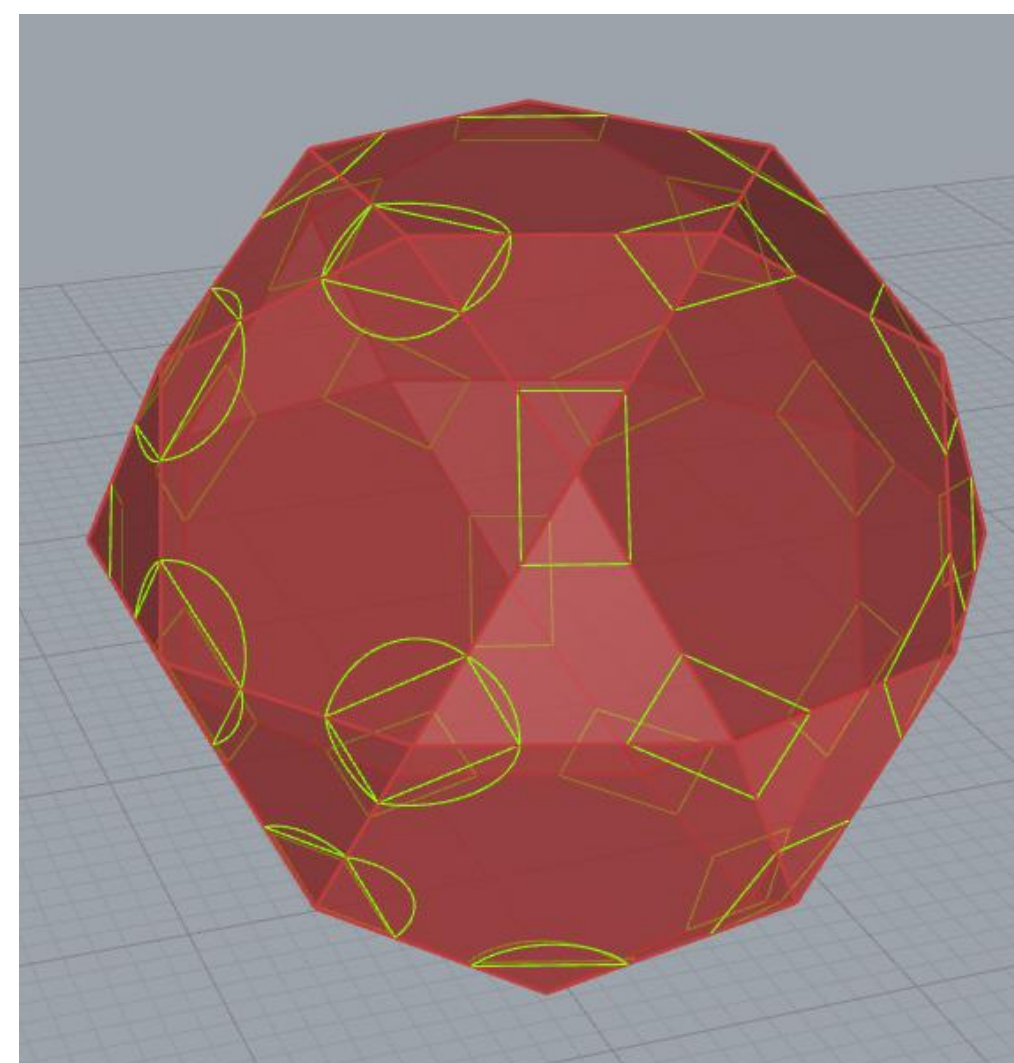
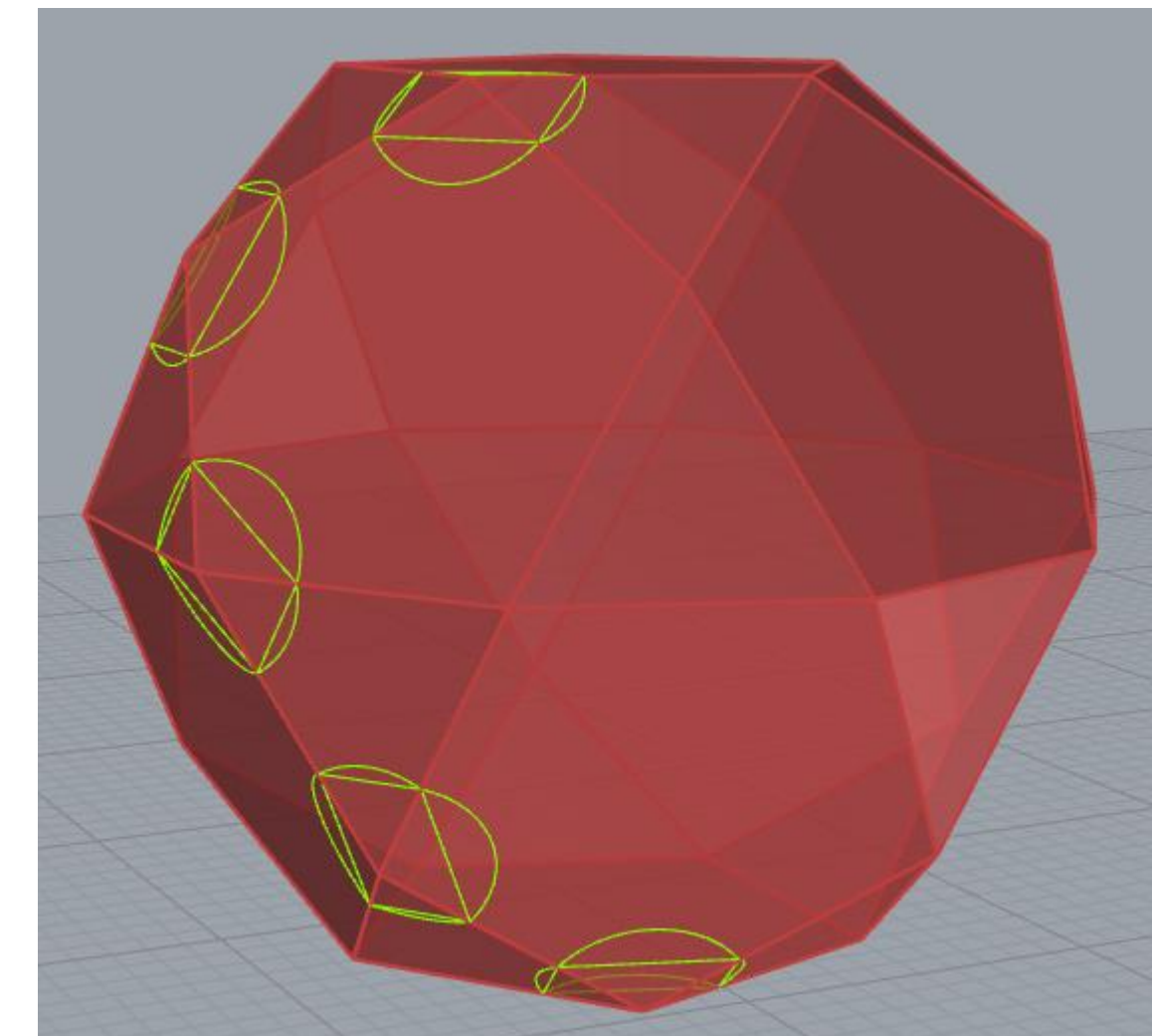
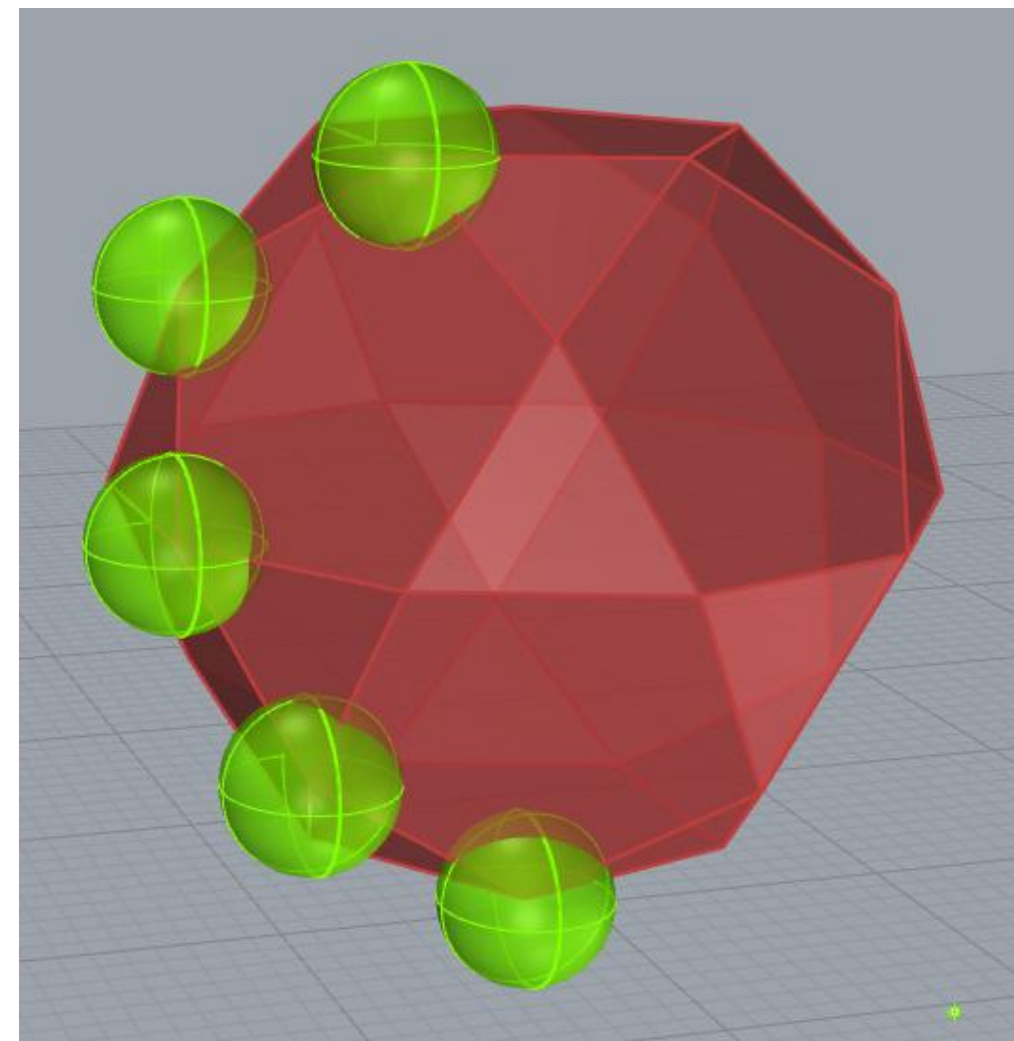


SÓLIDOS DE ARQUIMEDES

Começamos por usar esferas com um raio de um terço da aresta dos triângulos.

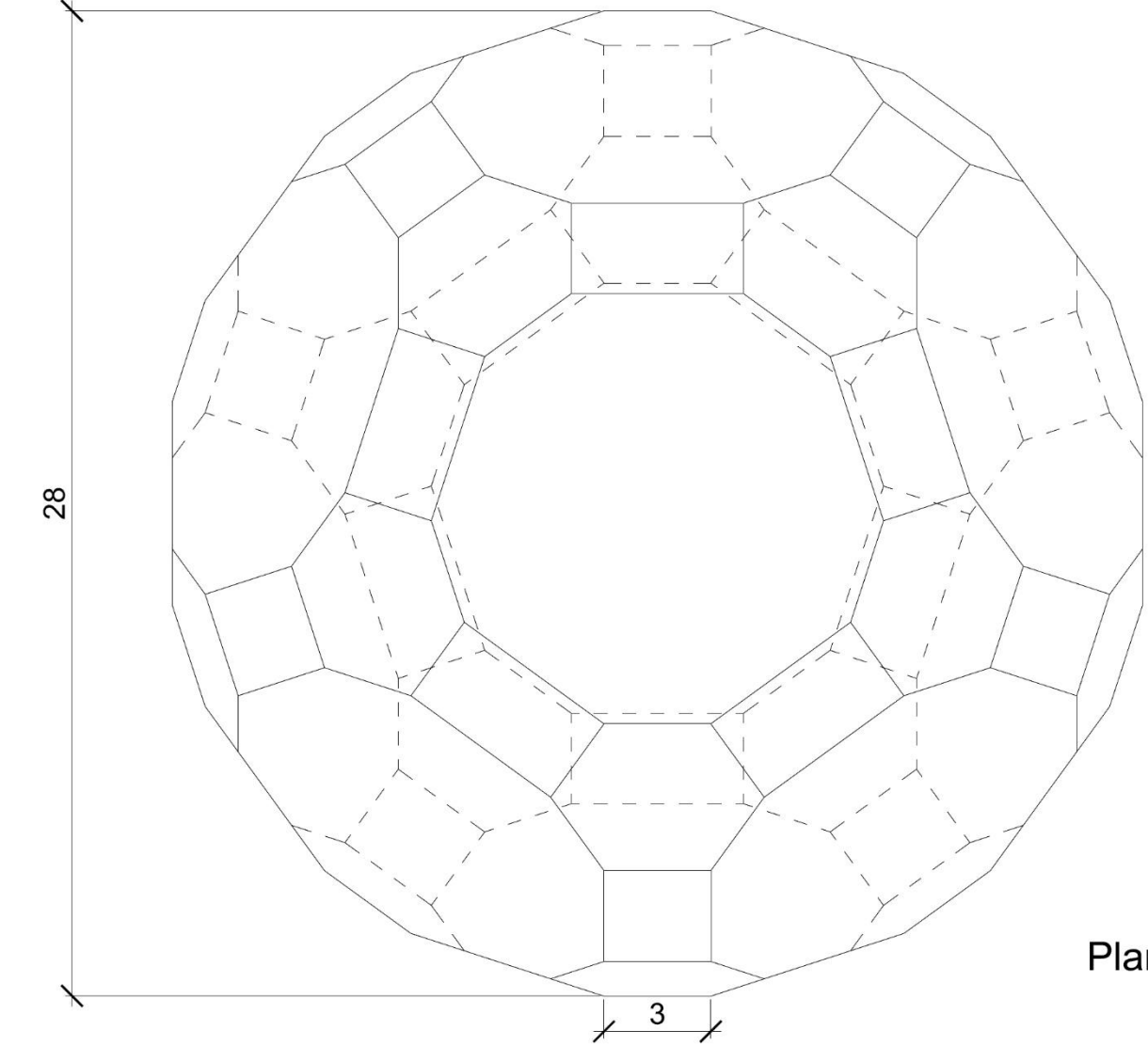
Prosseguimos por criar os retângulos com os pontos resultantes do “intersect”.

A seguir fazemos o “array polar” dos retângulos
E por ultimo retiramos as arestas ao icosidodecaedro.

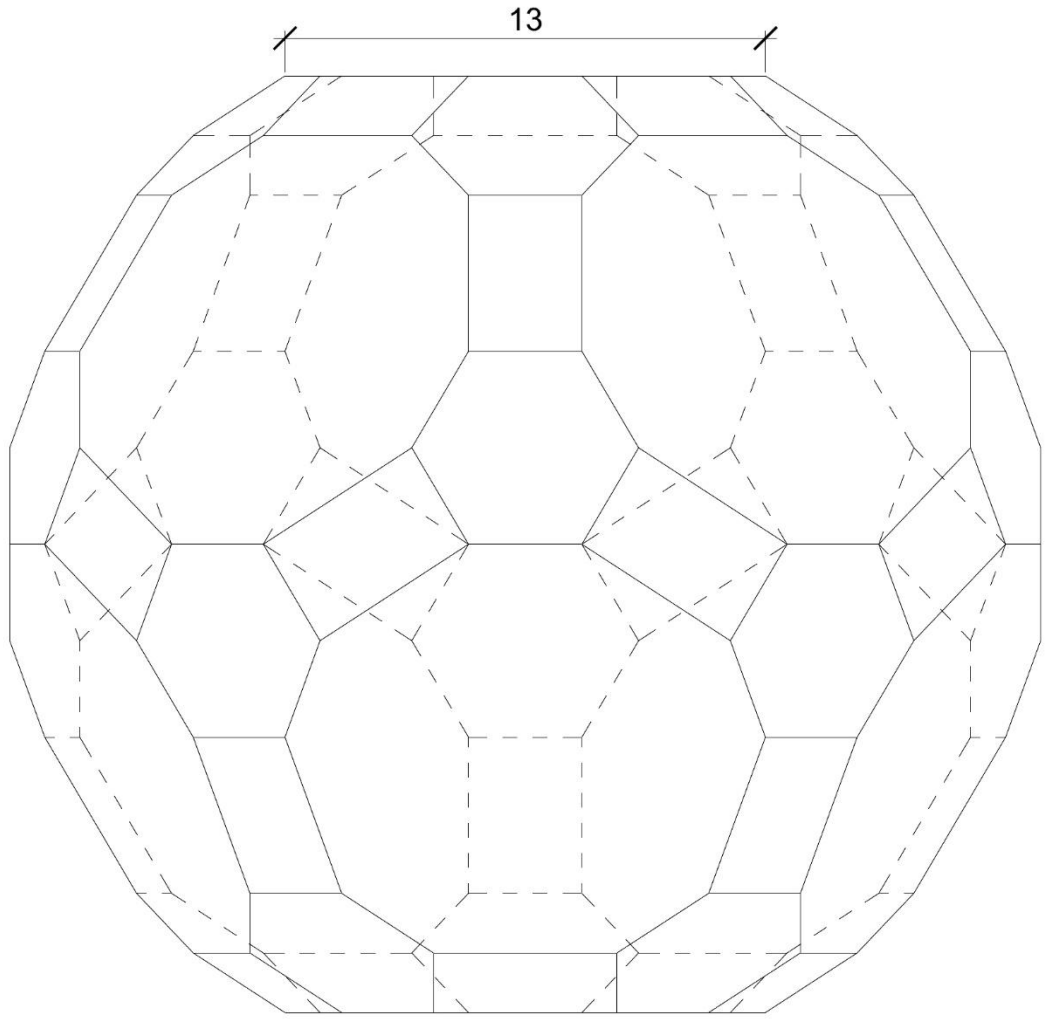


SÓLIDOS DE ARQUIMEDES

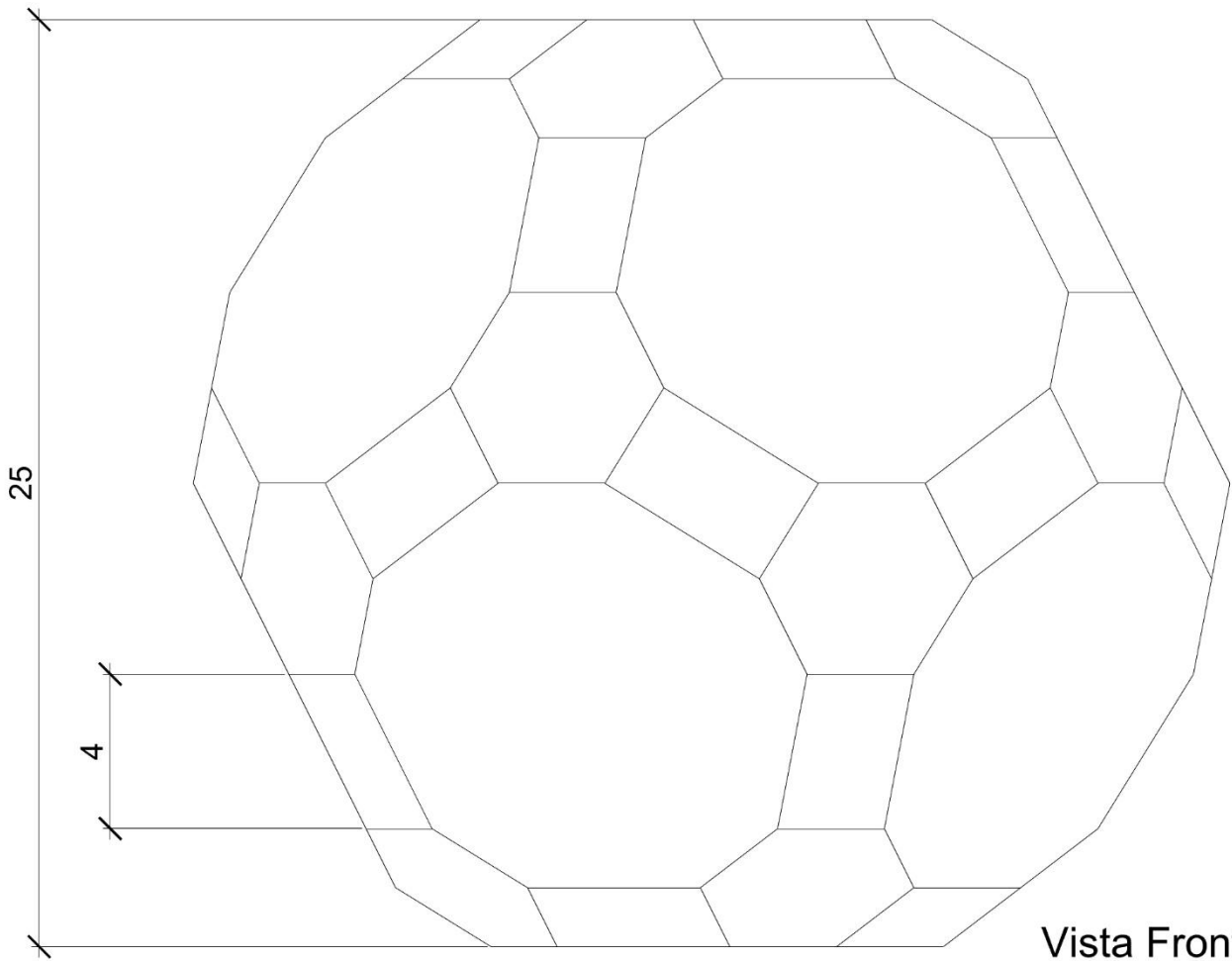
ICOSIDODECAEDRO TRUNCADO



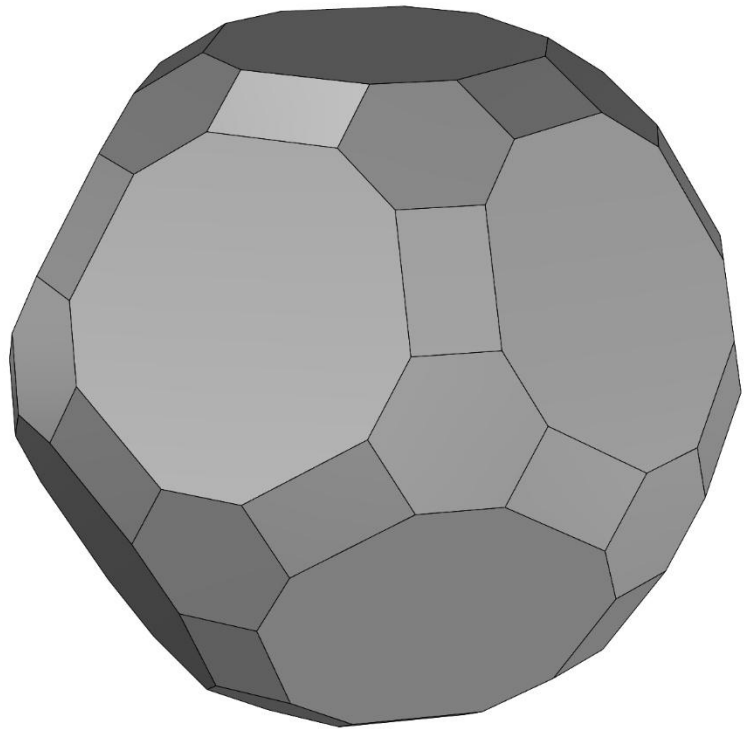
Planta ESC 1:2



Vista Lateral ESC 1:2



Vista Frontal ESC 1:2



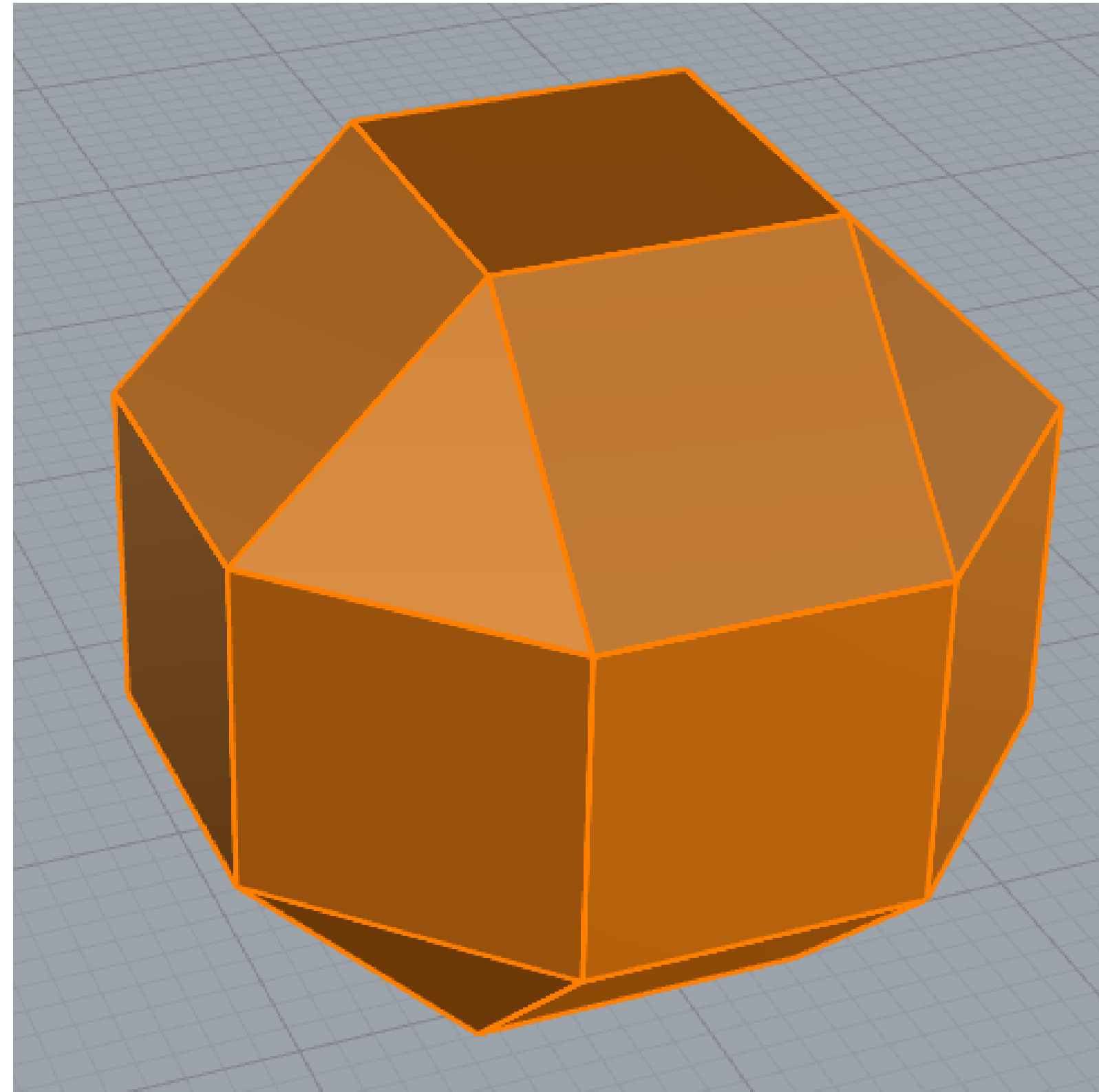
Prespectiva

Rombicuboctaedro

SÓLIDOS DE ARQUIMEDES

O rombicuboctaedro é o único dos sete sólidos criados que difere no processo de criação.

Contrariamente a todos os anteriormente referidos o rombicuboctaedro é criado ao explodir as faces de um cubo, acrescentando depois formas regulares como outros quadrados e triângulos equiláteros para completar o sólido.



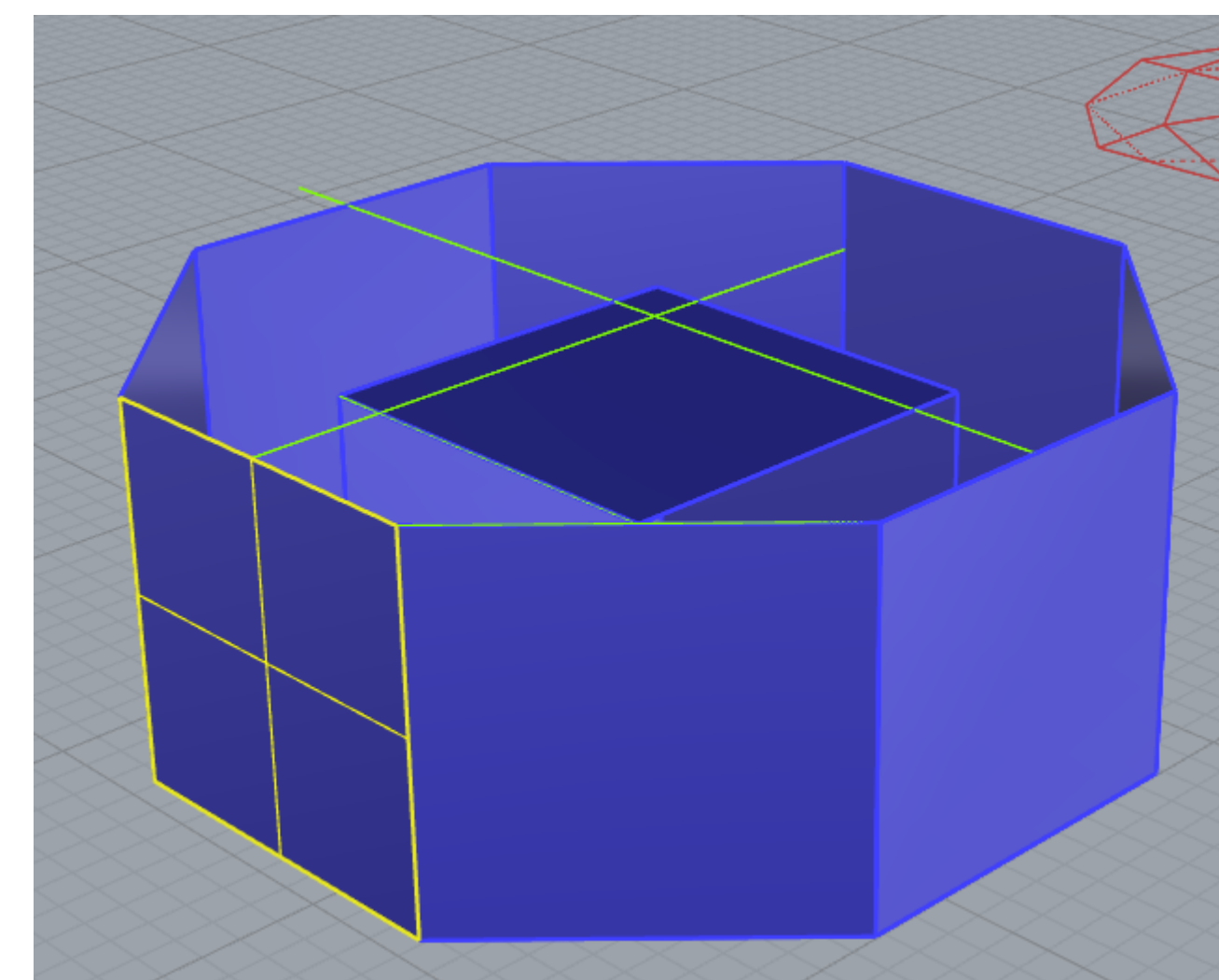
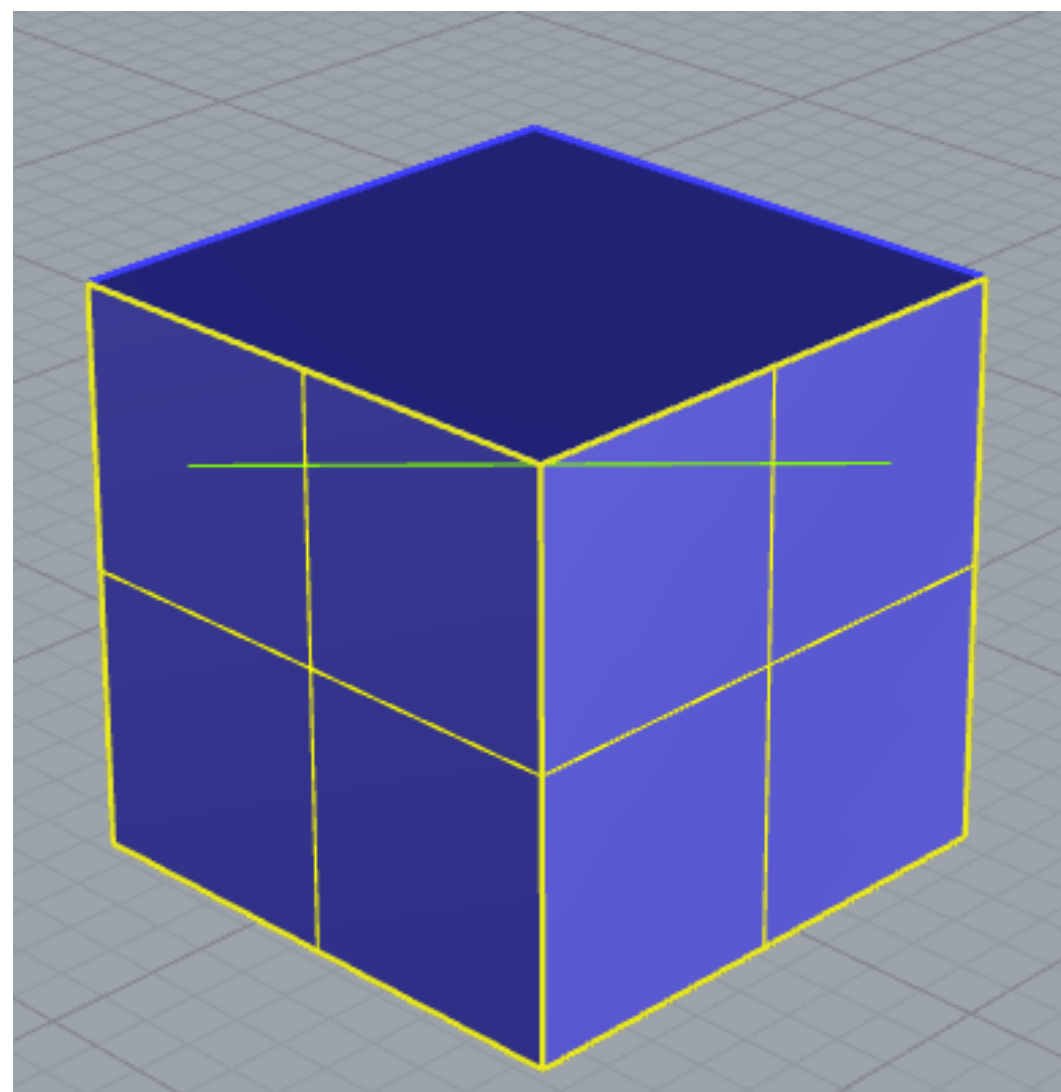
SÓLIDOS DE ARQUIMEDES

O rombicuboctaedro é obtido através de um cubo.

O primeiro passo é separar duas das faces verticais do cubo (tem que ser faces adjacentes) e distancialas do resto do sólido. Para que isto possa ser feito temos que utilizar o comando “explode” numa cópia do cubo anteriormente criado.

Devemos distanciar estas faces do cubo à distancia de uma terceira face quadrangular com as mesmas dimensões que as já existentes. Isto pode ser feito de várias formas. Contudo a forma utilizada por mim foi colocar uma reta horizontal com o mesmo comprimento de uma aresta e disposta a 45° relativamente a ambas as faces. (o segmento de reta foi colocada com o seu mid point num dos vértices do cubo)

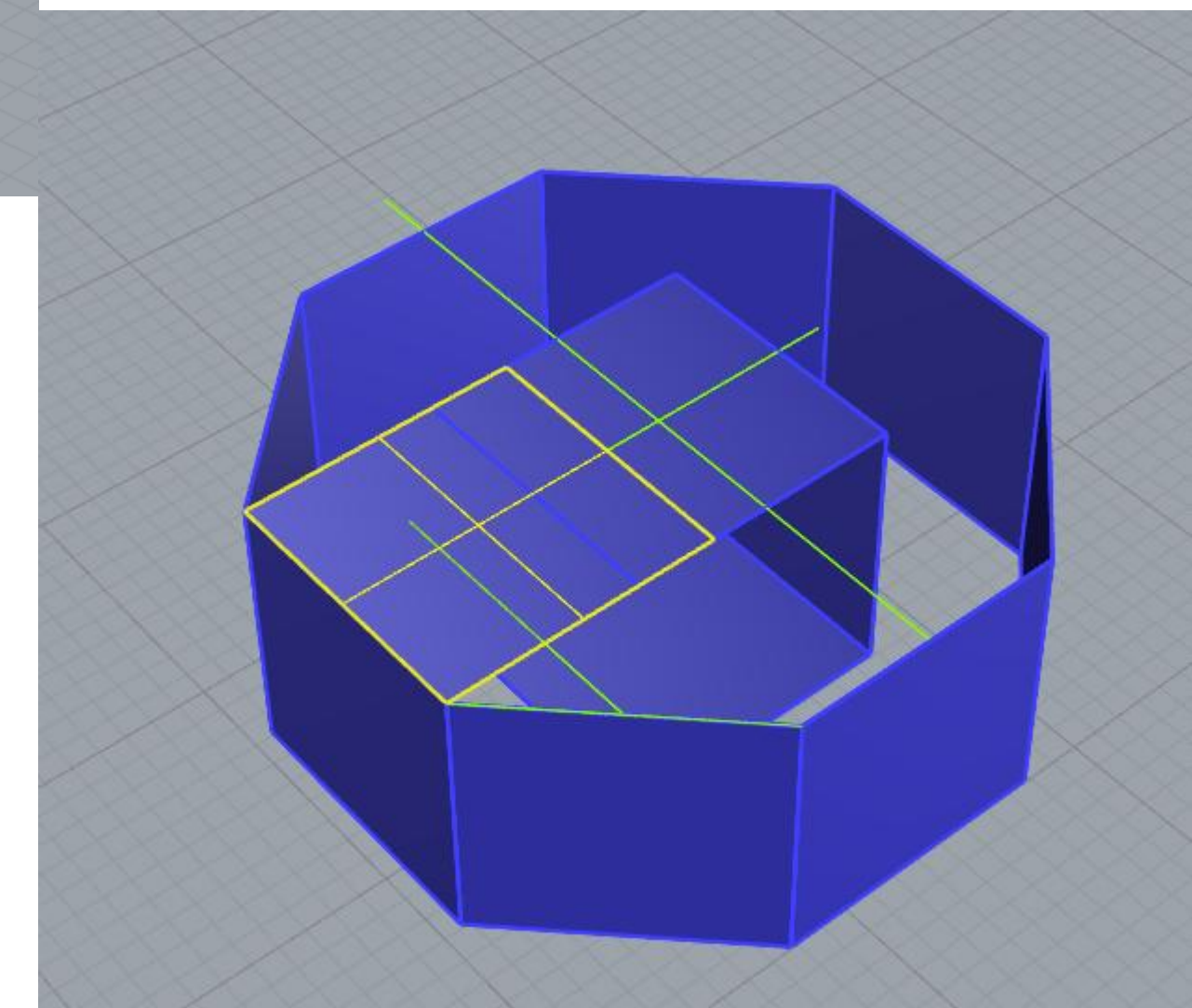
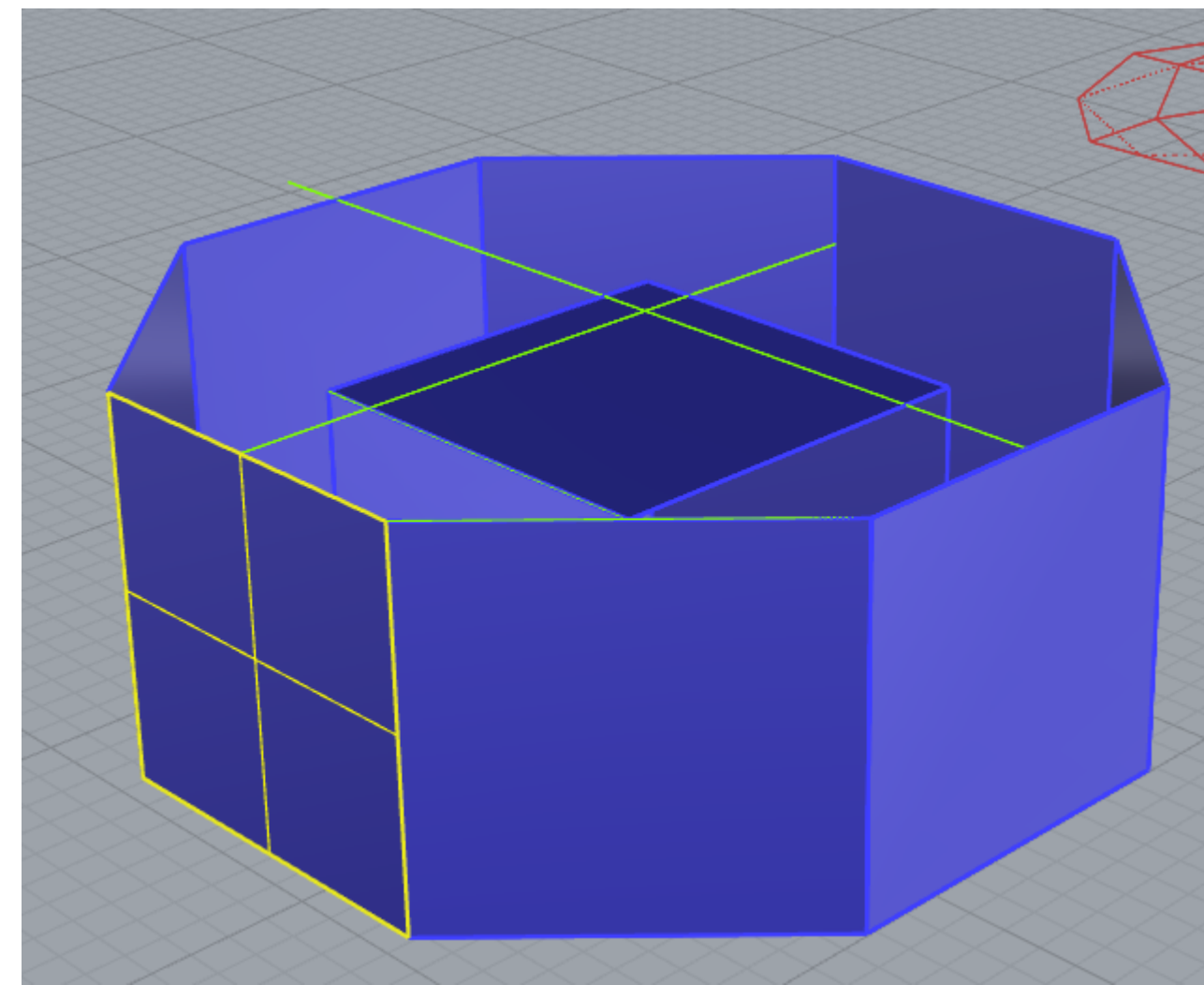
Depois de ter este processo realizado o resultade deve estar mais ou menos como o da imagem superior. Após termos colocado a reta no sitio correto, basta utilizar o comando “move” e colocarmos o vértice de cada uma das faces do cubo em que colocamos anteriormente o mid point do segmento de reta nas extremidades do mesmo segmento de reta.



SÓLIDOS DE ARQUIMEDES

Tendo colocado as faces do cubo corretamente cada uma com um vértice numa ponta oposta do segmento de reta, basta encontrar o centro do rombidecaedro que estamos a construir traçando duas retas perpendiculares às faces do cubo que reposicionamos. (as retas devem passar pelo ponto central das faces do cubo). O Ponto de interceção destas retas é o centro do rombicuboctaedro.

Devemos agora utilizar este mesmo ponto para fazer um “array polar” de uma das faces reposicionadas. O “array polar” deve criar 8 faces no total, ou seja, 6 novas faces do rombicuboctaedro.



SÓLIDOS DE ARQUIMEDES

Agora temos de criar as faces do sólido que unem as faces verticais às bases horizontais do rombicuboctaedro.

Para fazermos isso basta criar um quadrado igual ao das faces já existentes, coloca-lo horizontalmente e fazer com que partilhe ma aresta com uma das faces.

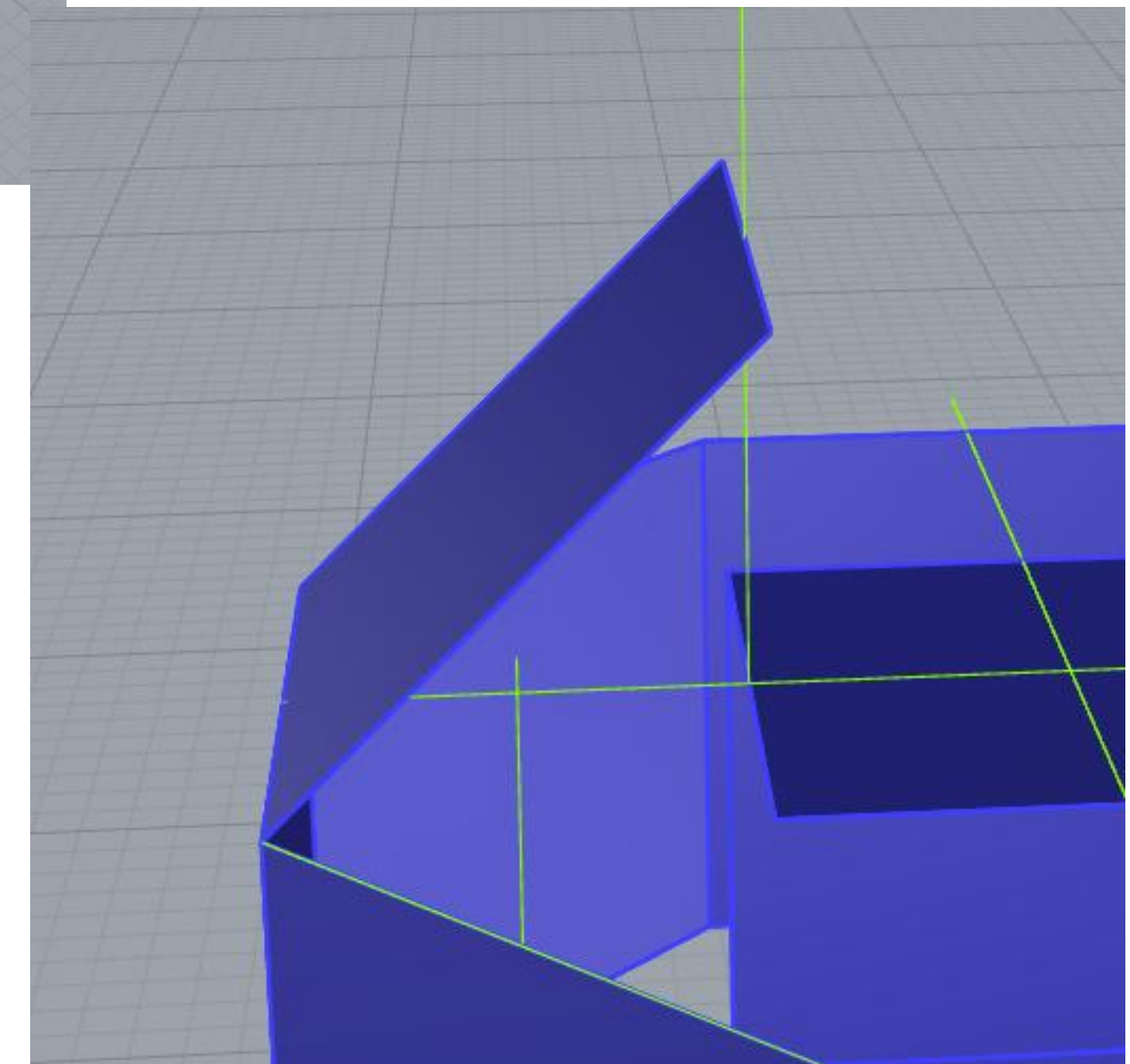
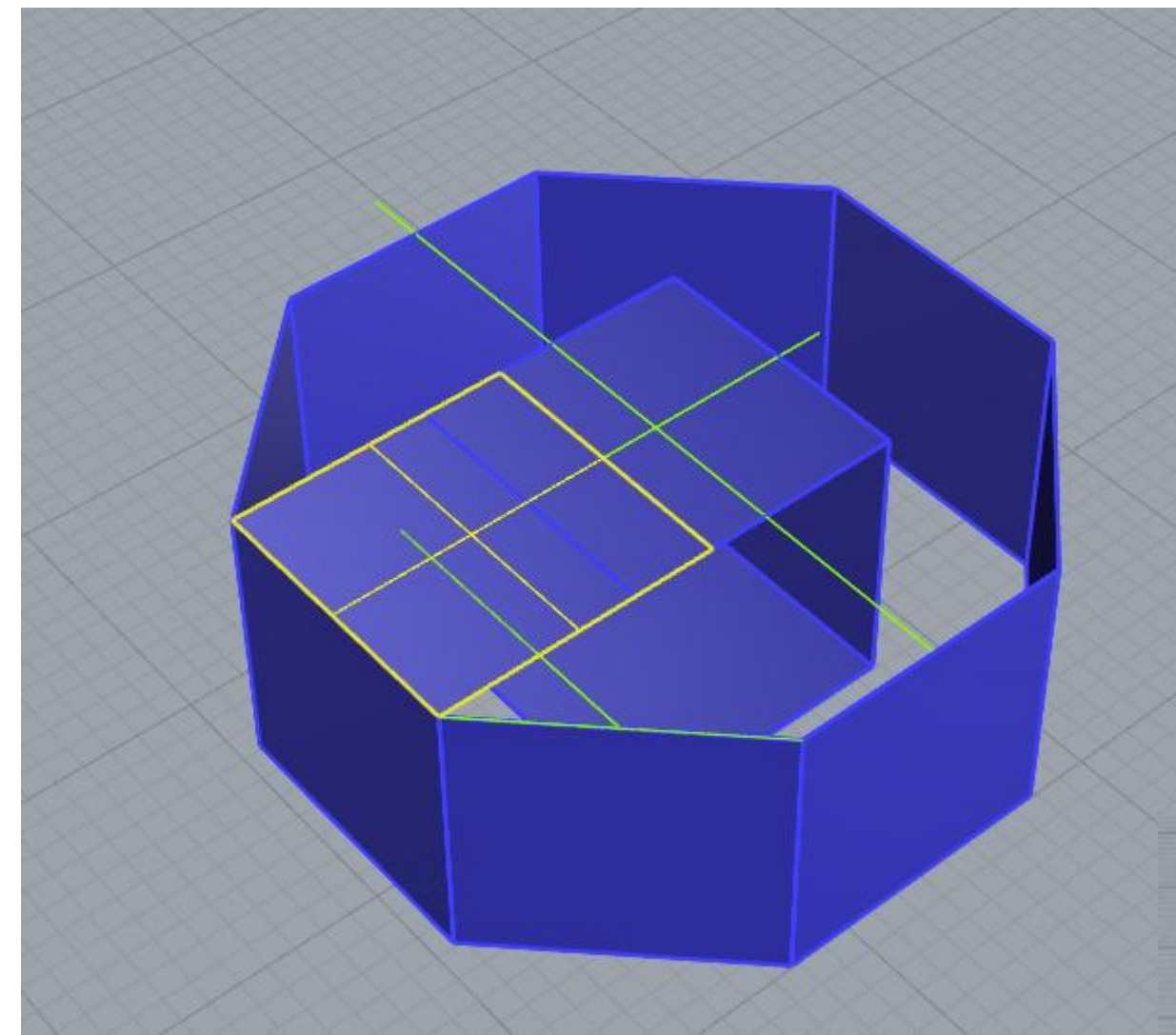
Depois temos que colocar outro quadrado horizontalmente.

O centro deste quadrado deve ser coincidente com o centro do rombicuboctaedro.

De seguida temos que traçar uma reta vertical de um dos vértices da base que acabamos de alinhar com o centro.

Esse vértice tem de ser um dos dois que ficará coincidente com a face que vai unir a base á face vertical.

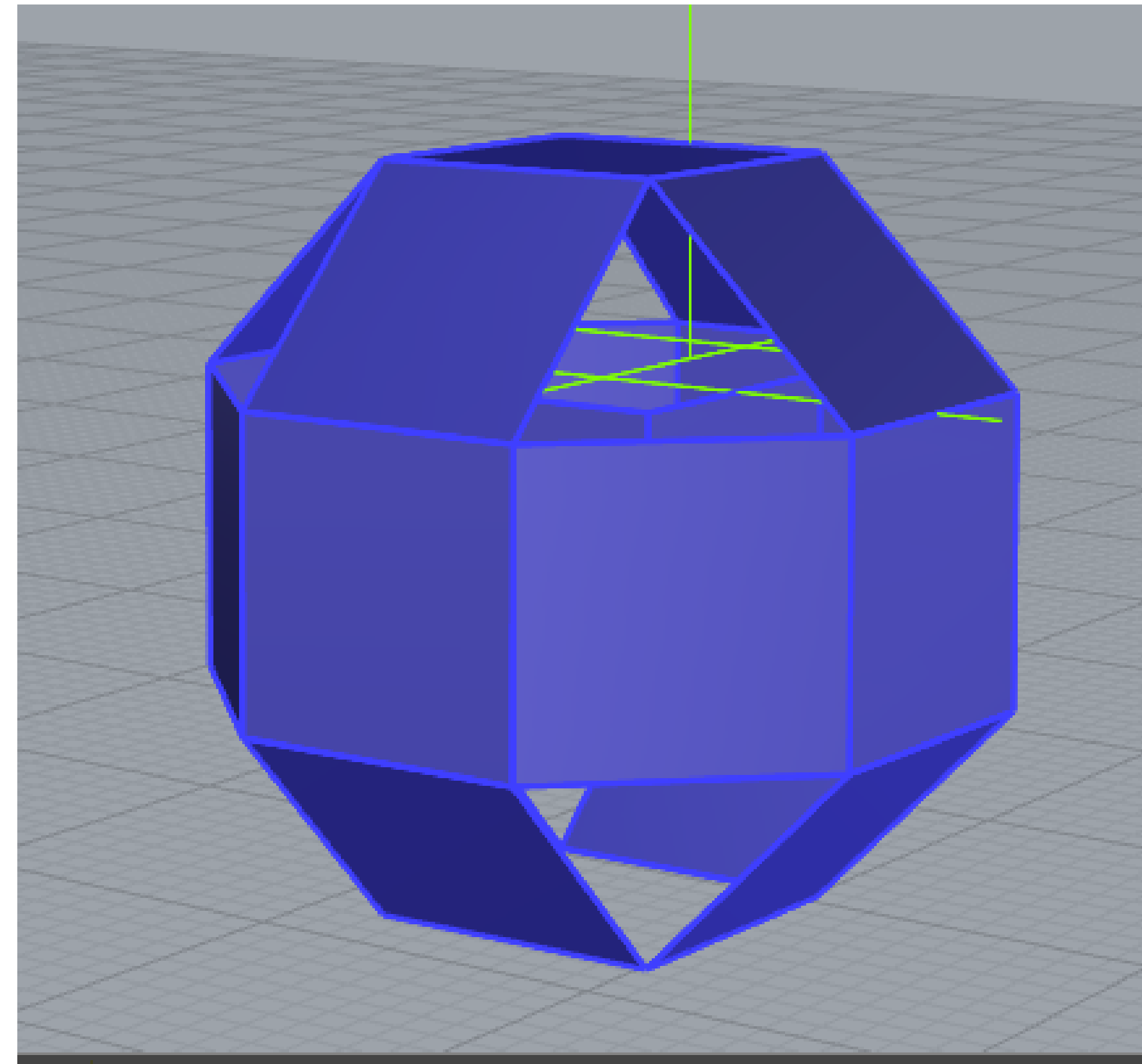
Depois de ter a reta vertical traçada temos que usar o “rotate3d” e rodar a face para que um dos seus vértices passe a ser coincidente com a reta vertical.



SÓLIDOS DE ARQUIMEDES

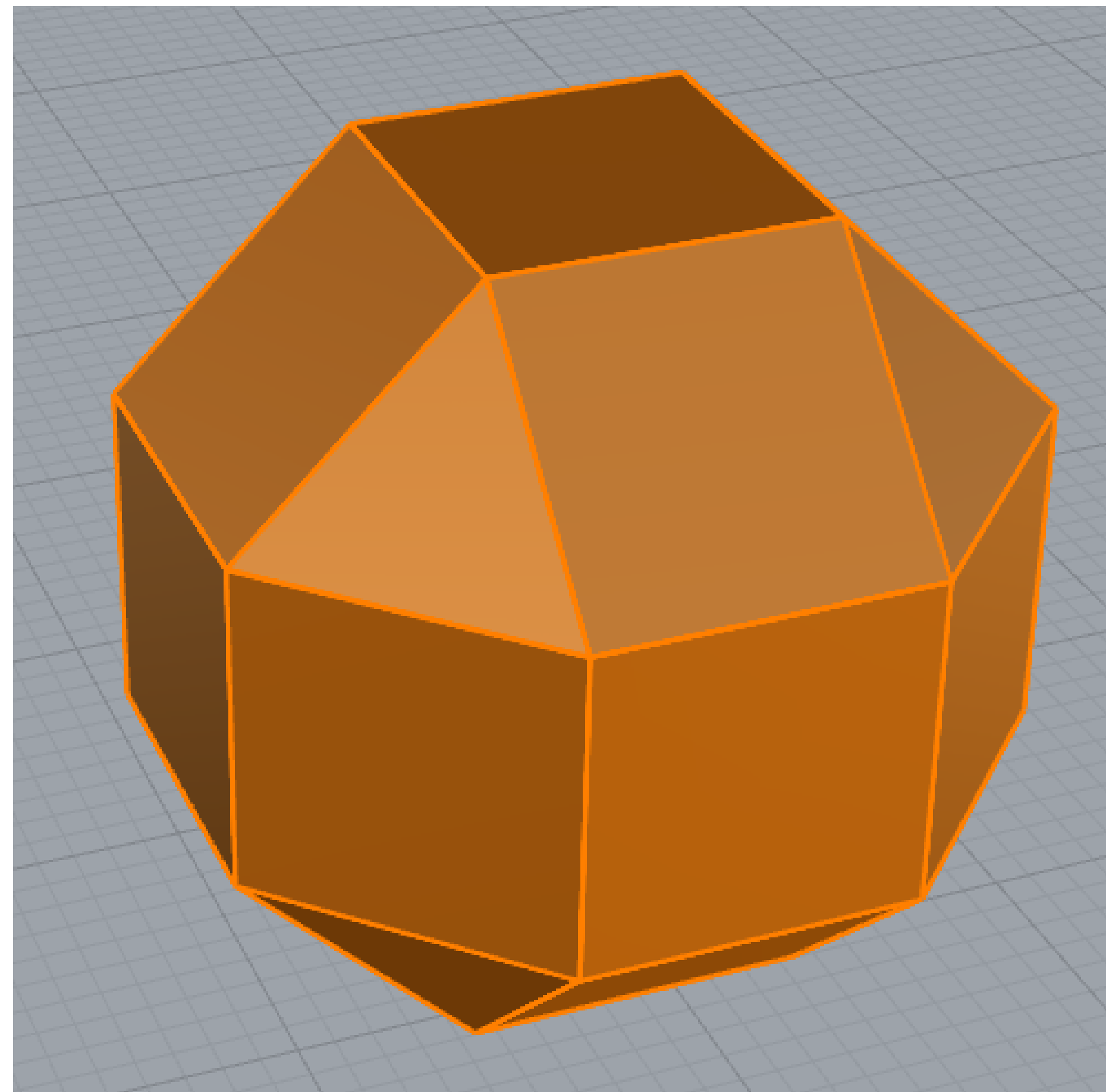
O passo seguinte é fazer um “array polar” da face que já está angulada corretamente e colocar a base superior no seu lugar correto.

A seguir fazemos um “mirror” da metade superior do sólido para obtermos as bases quadradas de baixo.



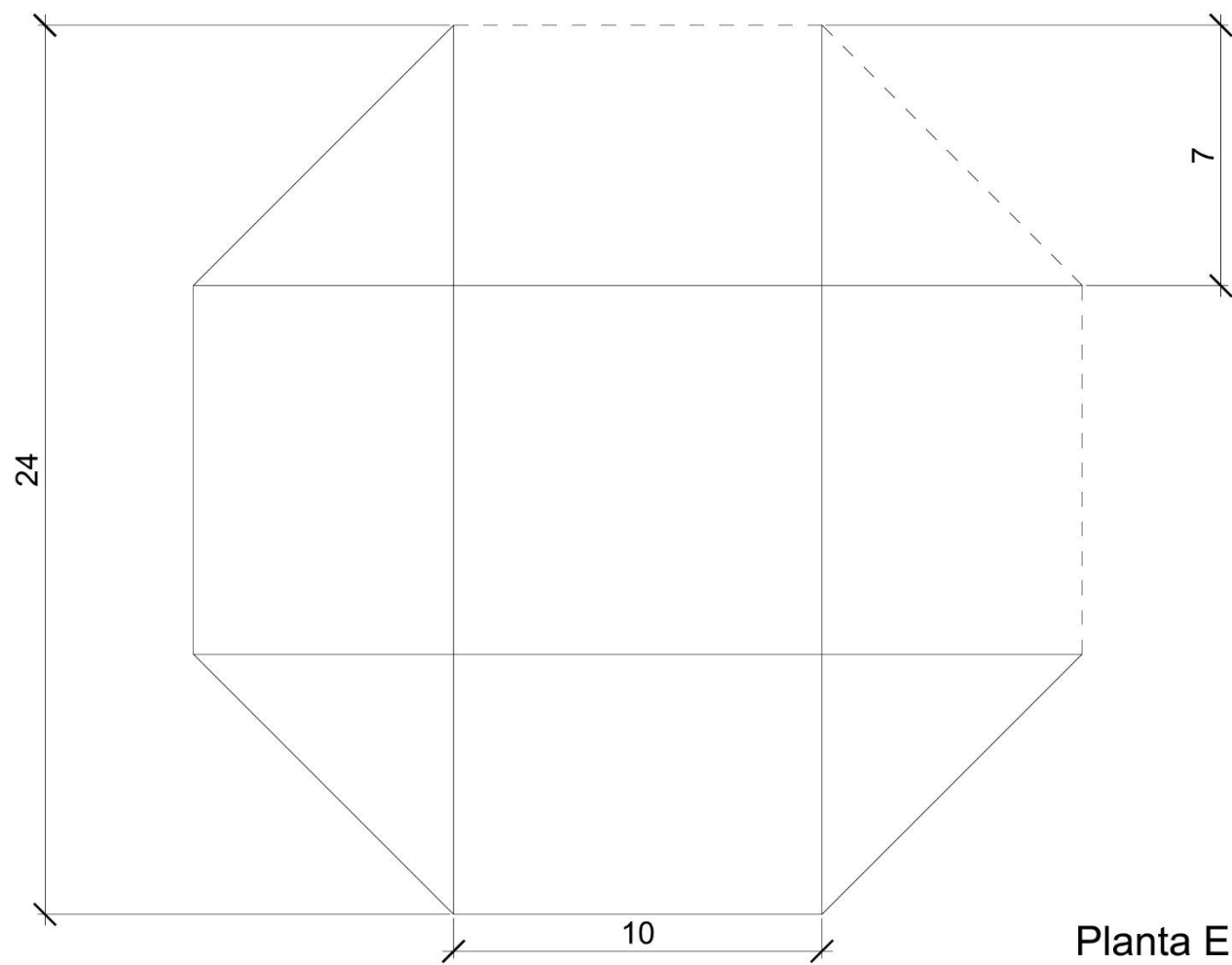
SÓLIDOS DE ARQUIMEDES

O último passo é preencher as faces triangulares com o comando “surface”, mudar a camada, fazer o make 2d e o layout.

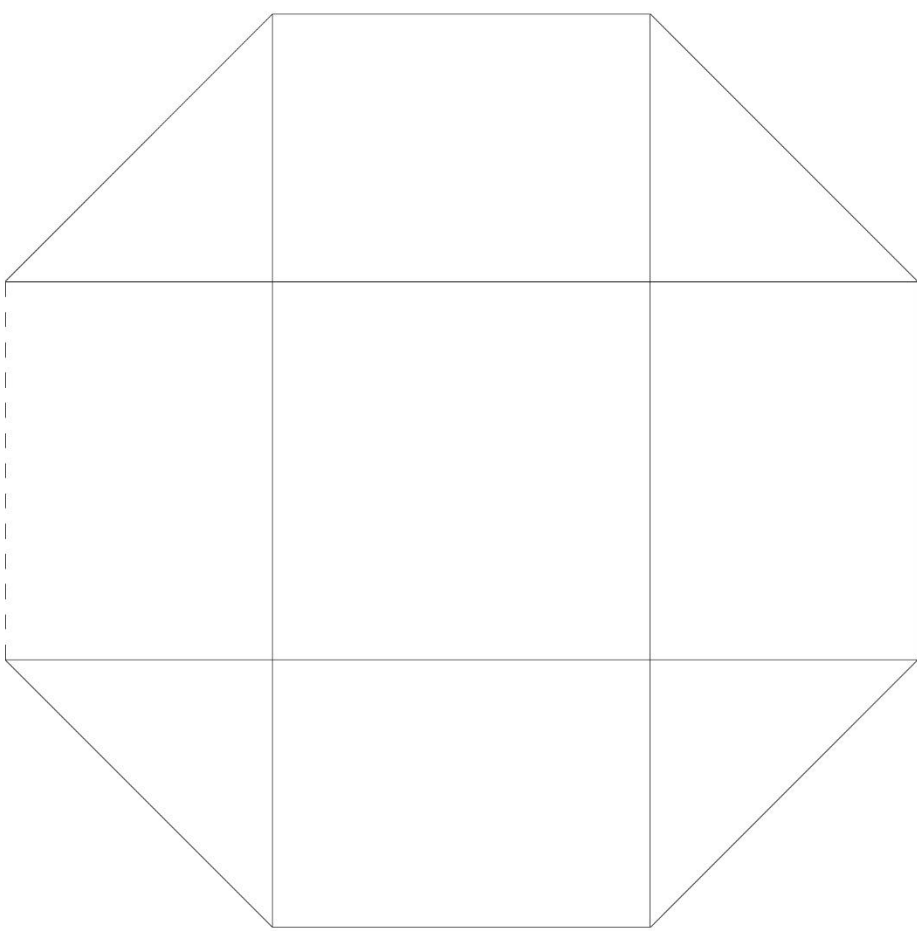


SÓLIDOS DE ARQUIMEDES

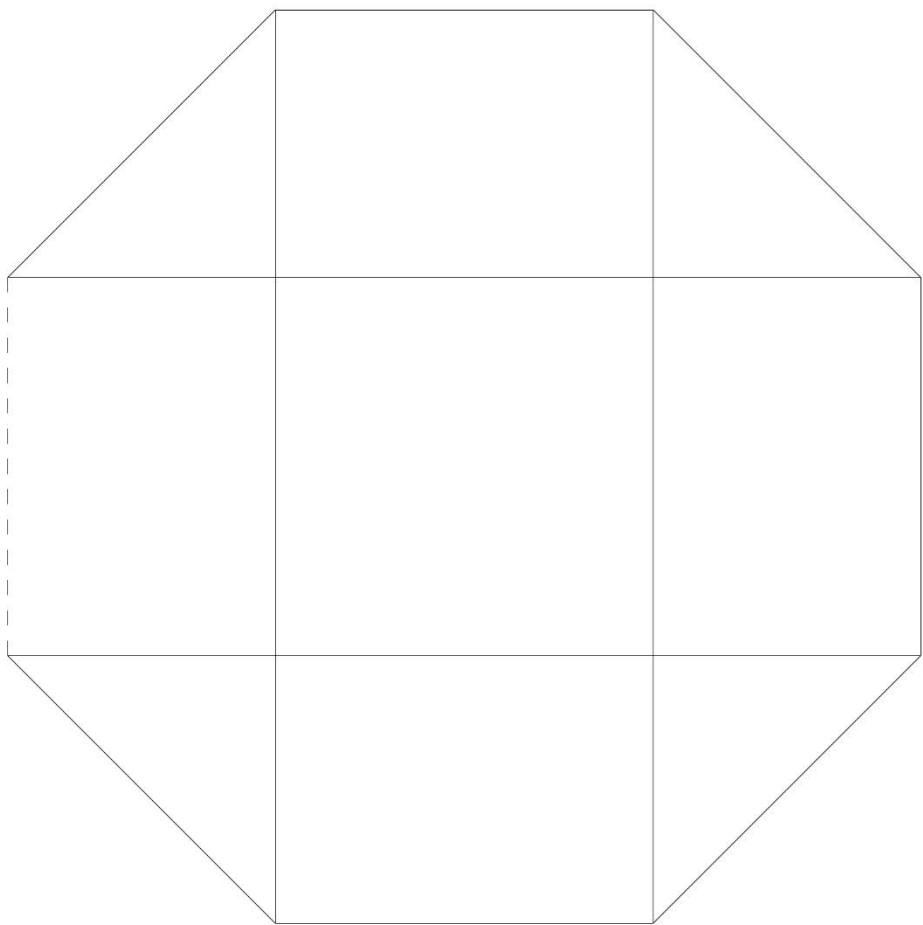
ROMBICUBOCTAEDRO



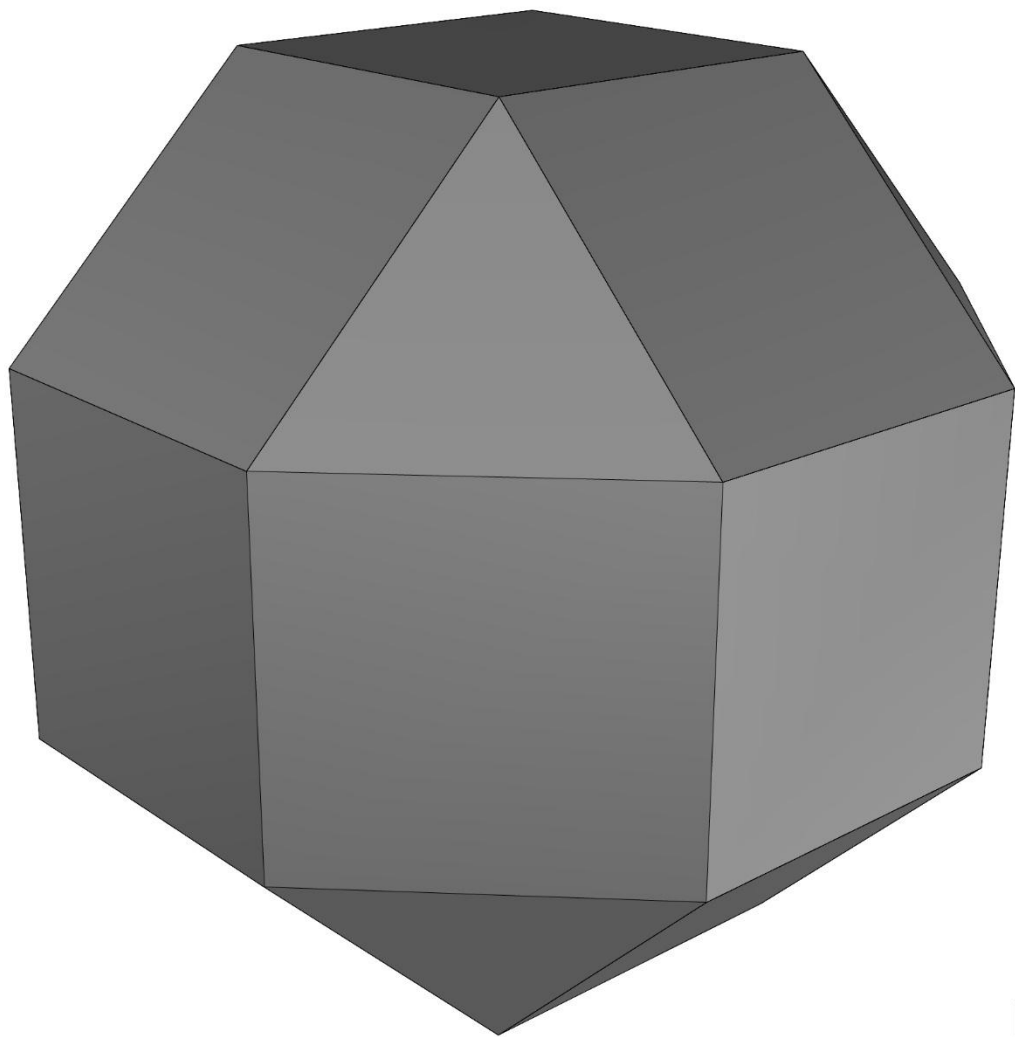
Planta ESC 1:2



Vista Lateral ESC 1:2



Vista Frontal ESC 1:2



Prespectiva

SÓLIDOS DE ARQUIMEDES

AULA 4- ABÓBODAS



ABOBODAS SÃO COBERTURAS QUE SE AUTOSUSTENTAM

Vamos dar mais ou menos 15 abóbodas diferentes que vão depender do desenho dos arcos que as vão construir

Nesta aula vamos fazer:

Abóbodas de berço-

1. Abatida
2. Ogival
3. De cisterna

Lunetas-

1. Cilíndrica
2. Esférica
3. Cónica



AULA-4 ABÓBODAS

Abóboda de berço

Começamos por customizar os layers.

Layer			Material	Linetype	Print Width	Section Style		
Default				Continuous	Default	None		
AUX1				Continuous	Default	None		
AUX2				Hidden	Default	None		
ARCOS				Continuous	Default	None		
ABÓBODAS				Continuous	Default	None		
COTAS				Continuous	Default	None		
NOTAS				Continuous	Default	None		
TEXTO				Continuous	Default	None		

Depois adicionamos um texto que nos permita identificar o que vamos construir.

Edit Text

Style:

Centimeters Architectural

Height:

0.750

cm

Mask:

None

Mask Color:

Mask margins:

1.000

cm

Model space scale:

2.000

Frame around text:

No frame

Font:

Arial

AaAbcA-a

B

/

U

fx

½

Rotation:

0.00

2.1. ABÓBODA DE BERÇO

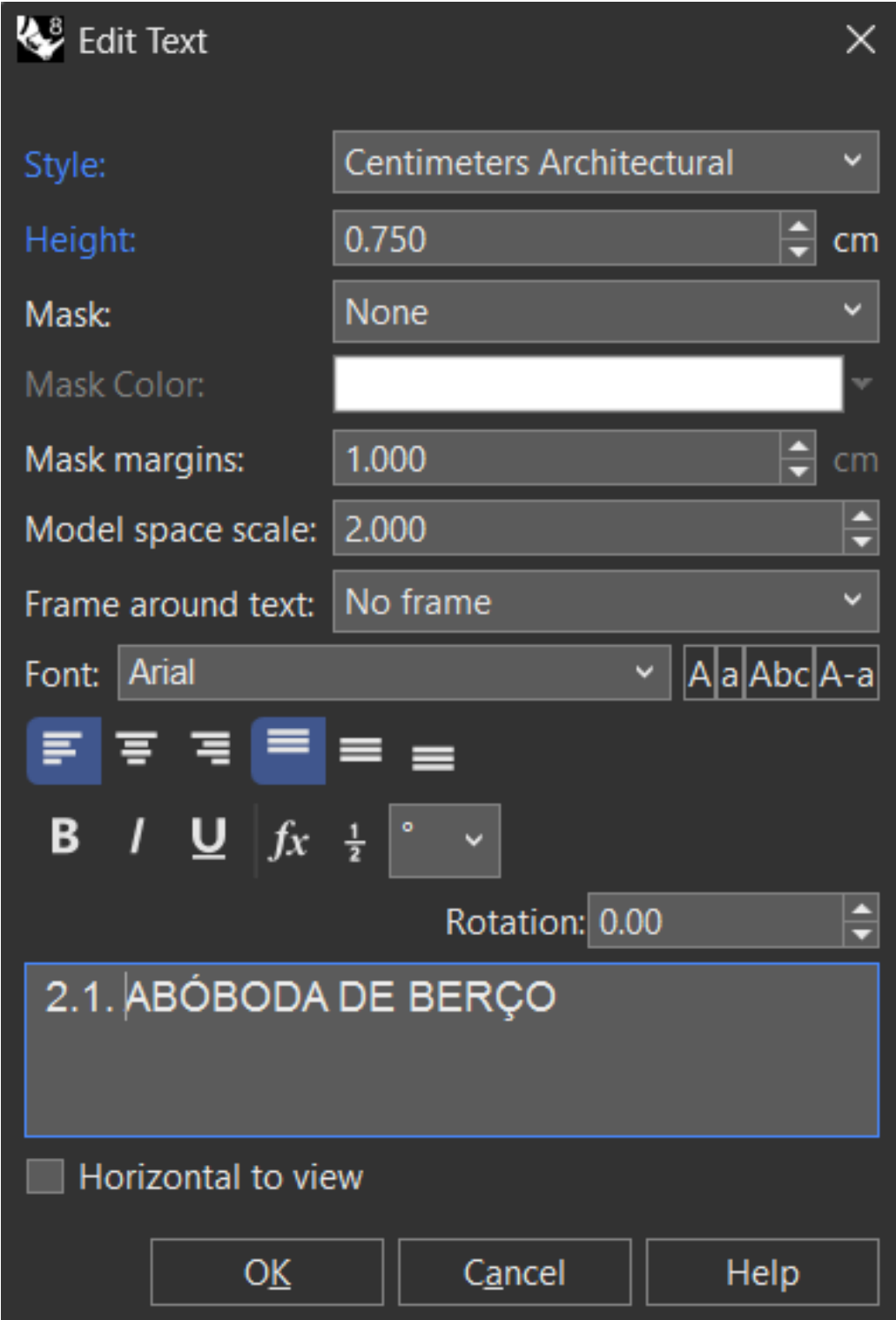
☐ Horizontal to view

OK

Cancel

Help

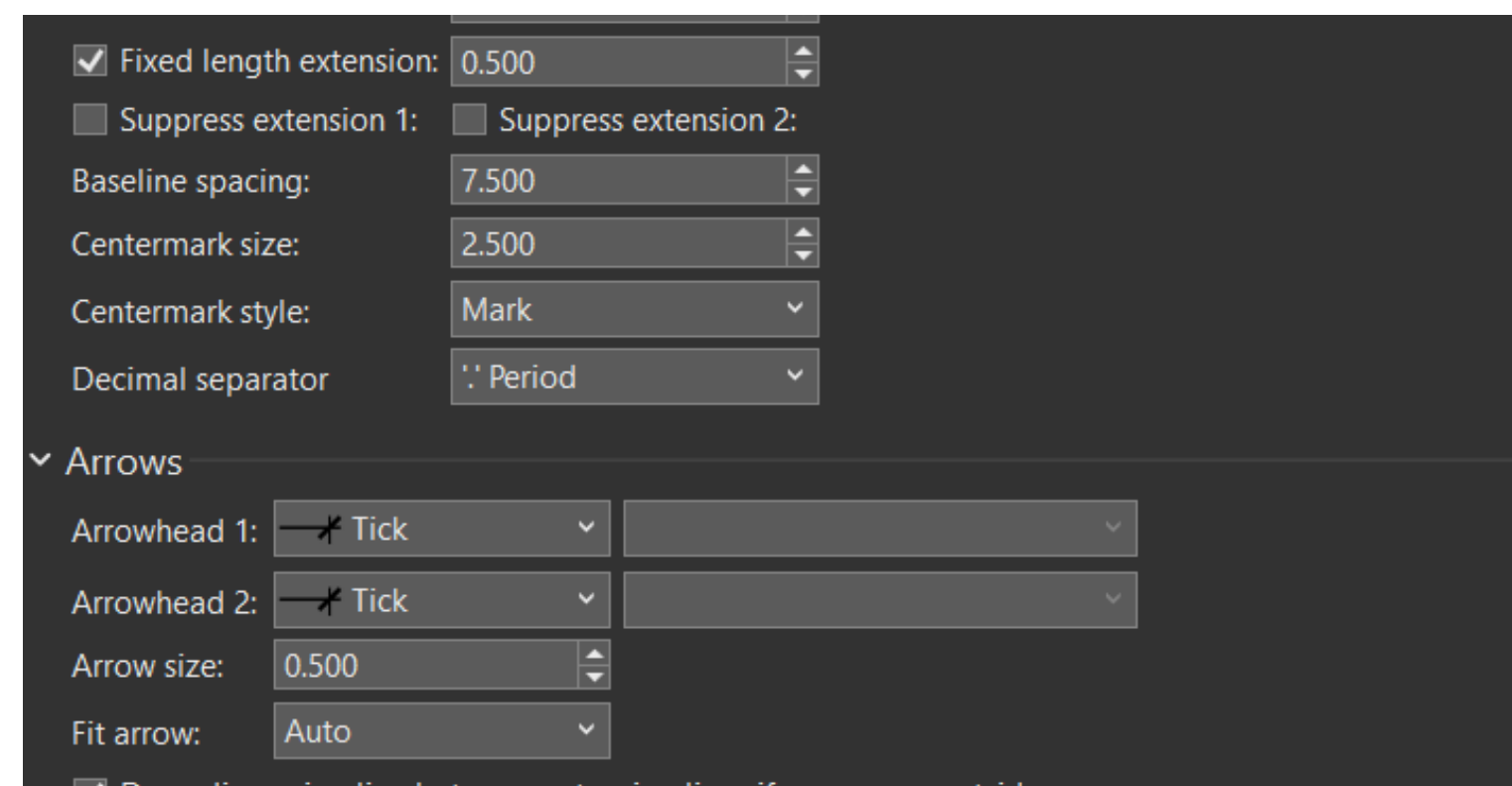
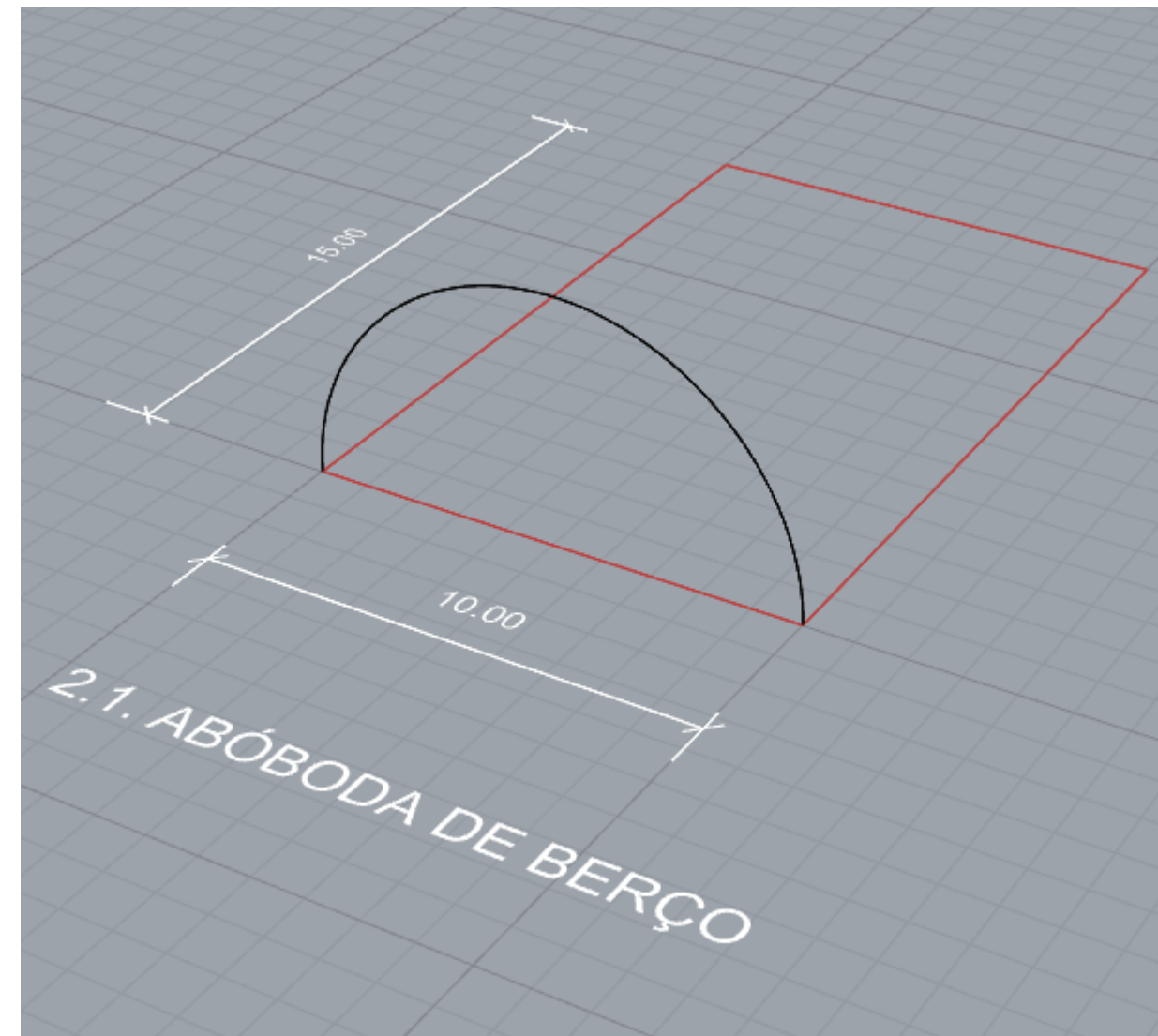
ADICIONAMOS UM TEXTO QUE IDENTIFICA O QUE IREMOS FAZER.



AULA-4 ABÓBODAS

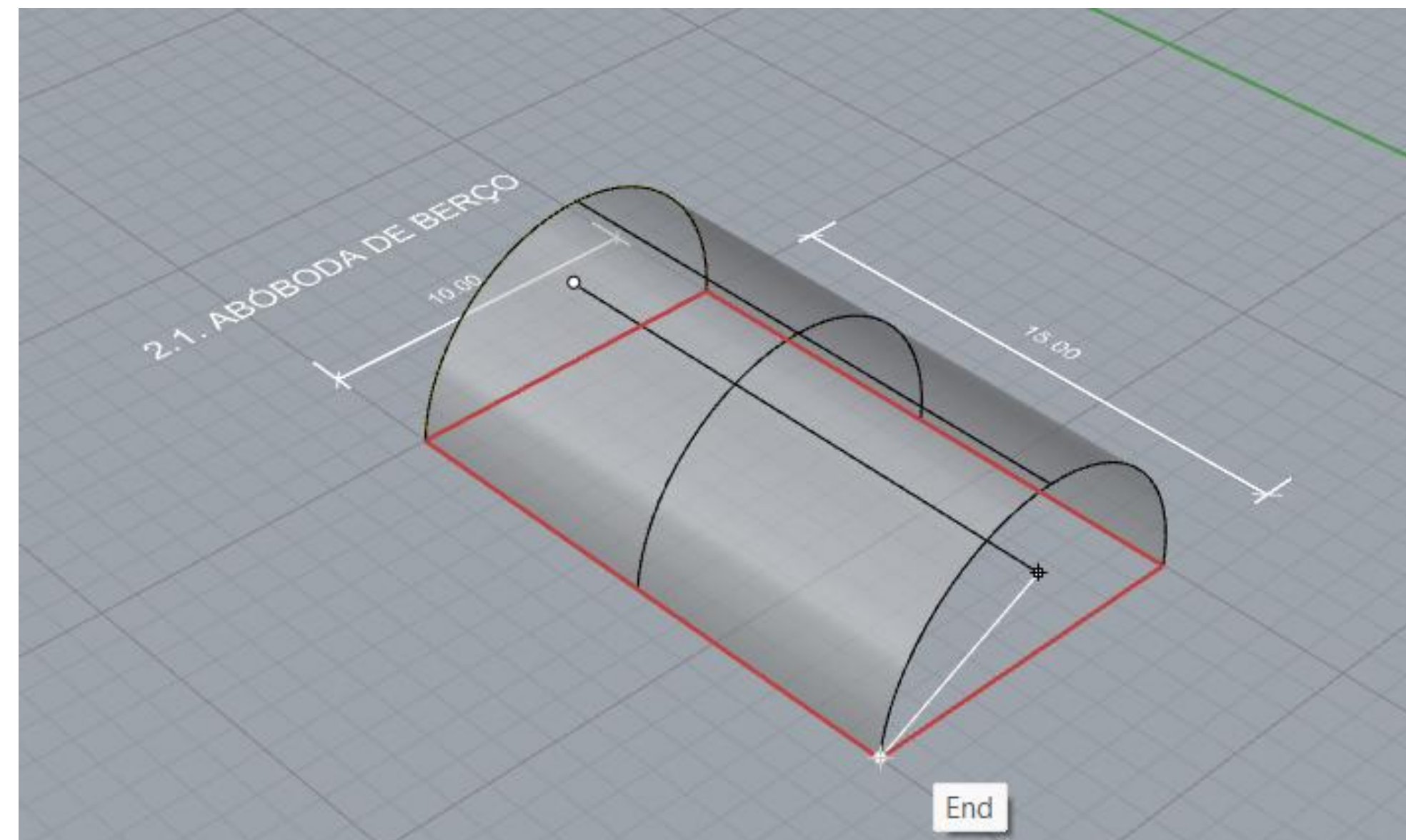
Depois temos que fazer um retângulo com um semicírculo na sua aresta.(com os comandos “rectangle” e “circle”, fazendo um “trim” ao círculo)

Depois podemos fazer e costumara as cotagens com o comando “dim”.



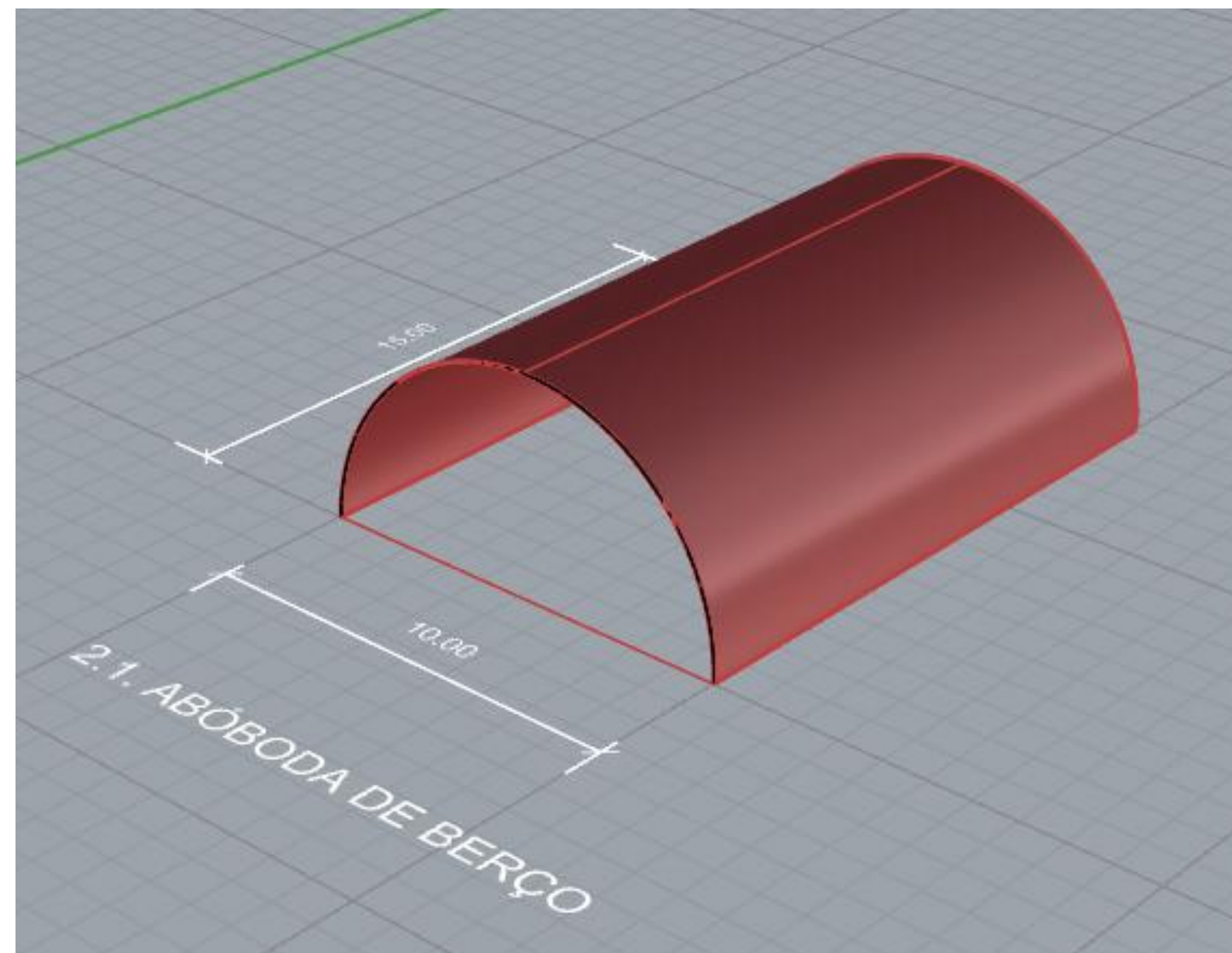
AULA-4 ABÓBODAS

De seguida basta fazer um “ExtrudeCvr” do semi círculo para criar a totalidade da abóboda de berço.



AULA-4 ABÓBODAS

O resultado final deve ficar assim.->

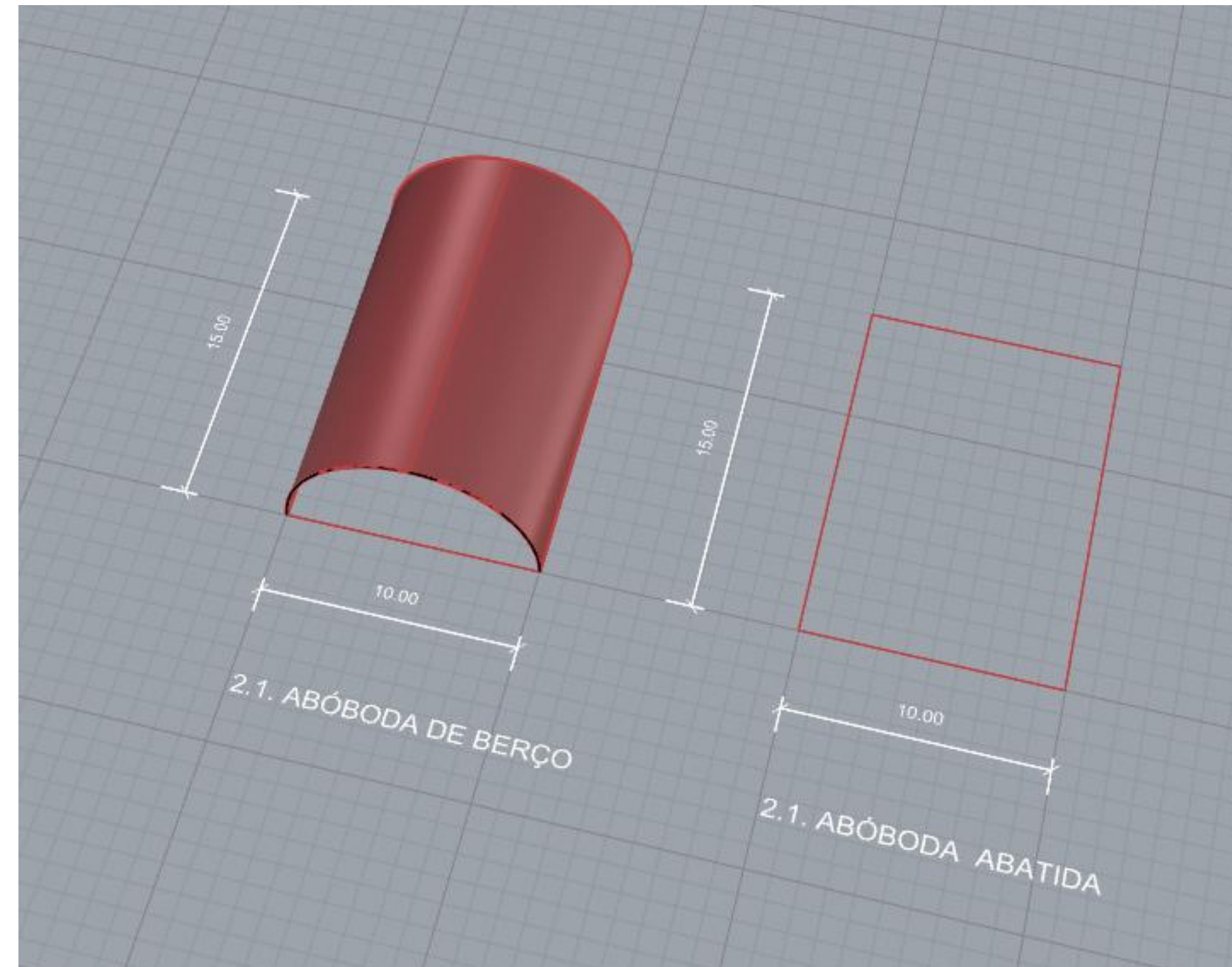


AULA-4 ABÓBODAS

Abóboda Abatida

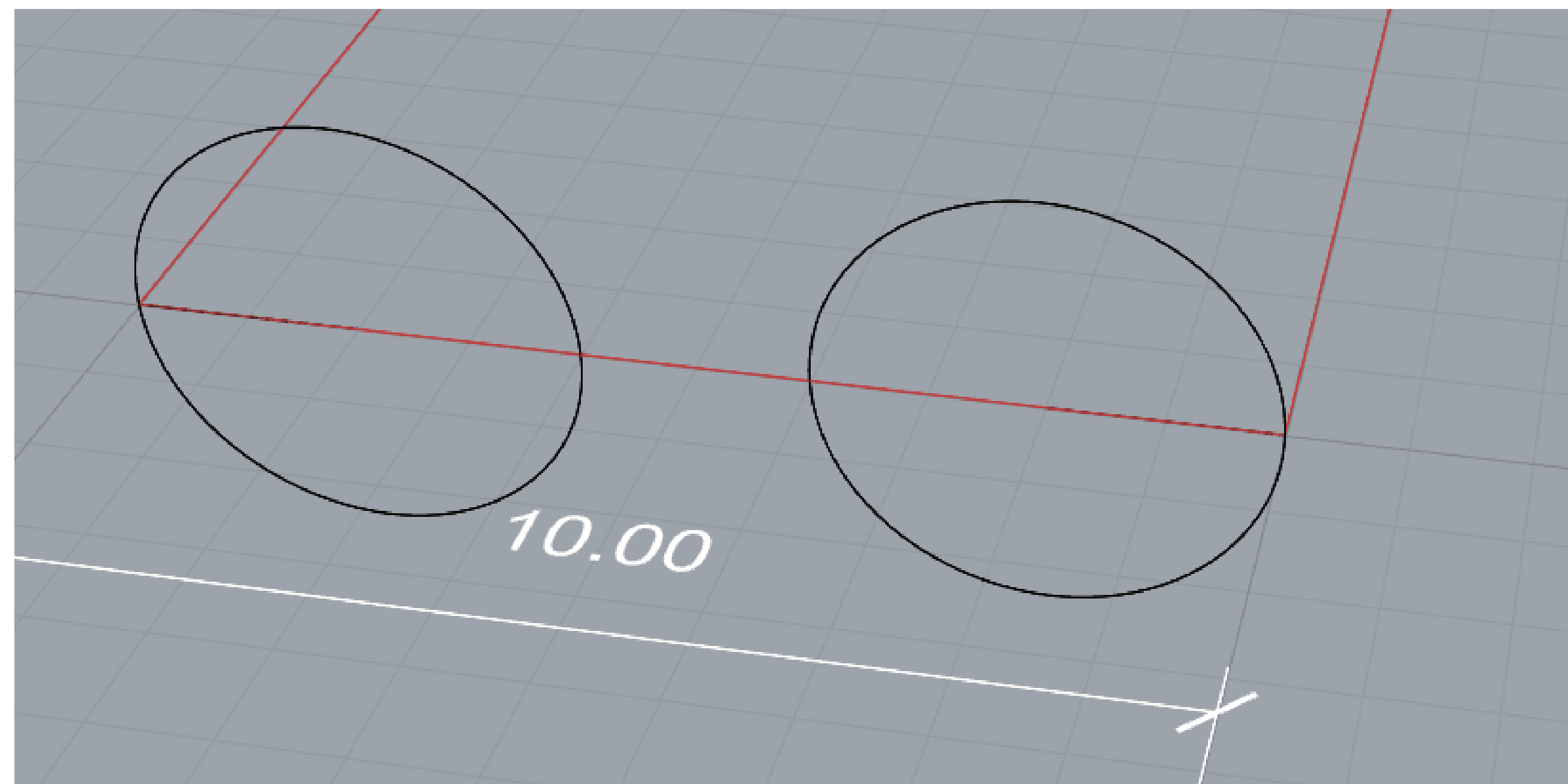
AULA-4 ABÓBODAS

Primeiro copiamos tudo menos a abóboda para o lado da abóboda de berço, mudando o título.



AULA-4 ABÓBODAS

Depois fazemos dois círculos numa das arestas menores.
O centro dos círculos tem de se distanciar um quinto da
aresta do vértice do retângulo. (neste caso são duas
unidades).

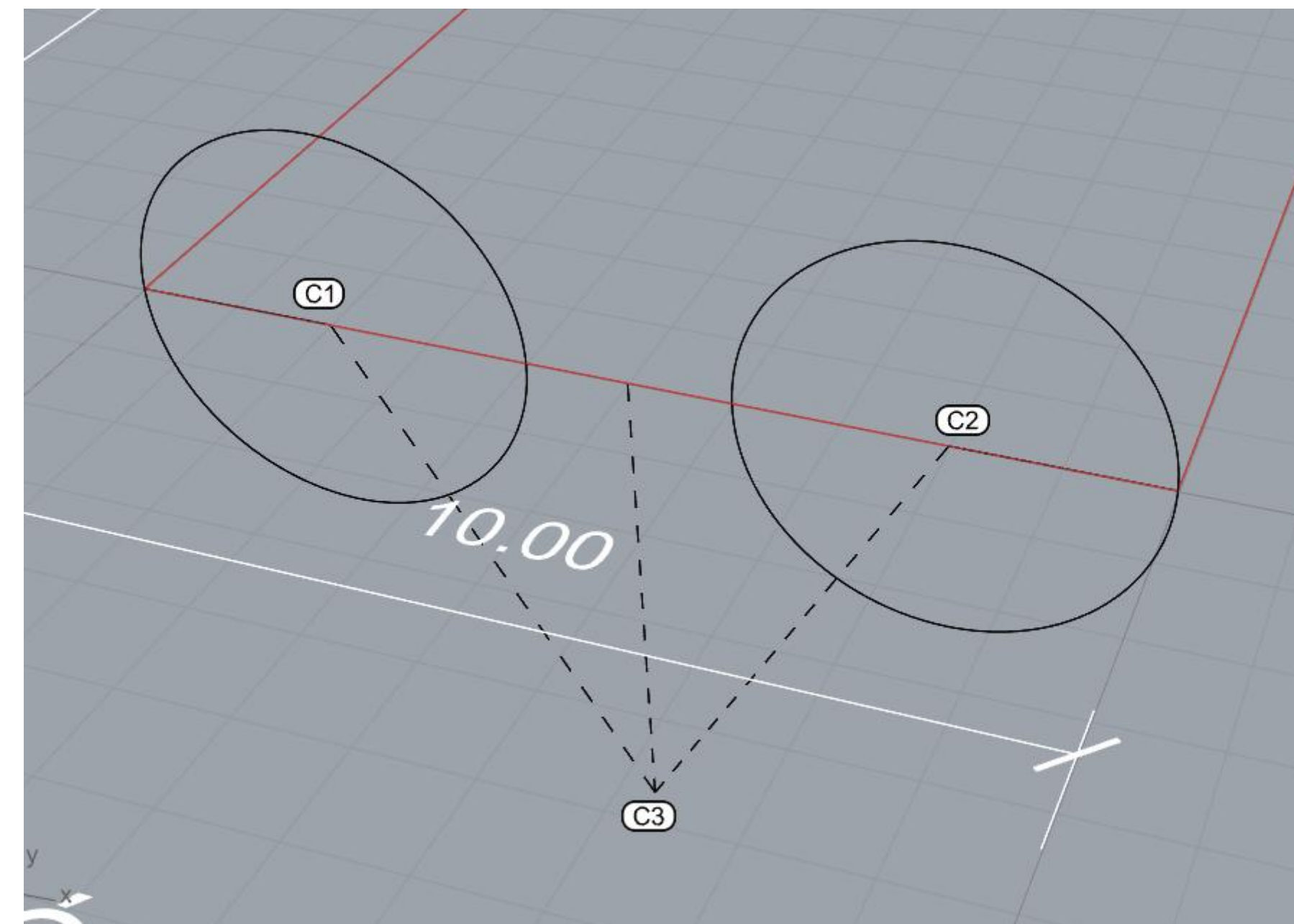


AULA-4 ABÓBODAS

Depois fazemos uma reta vertical com metade do comprimento da aresta menor do retângulo. A reta deve sair do midpoint da aresta.

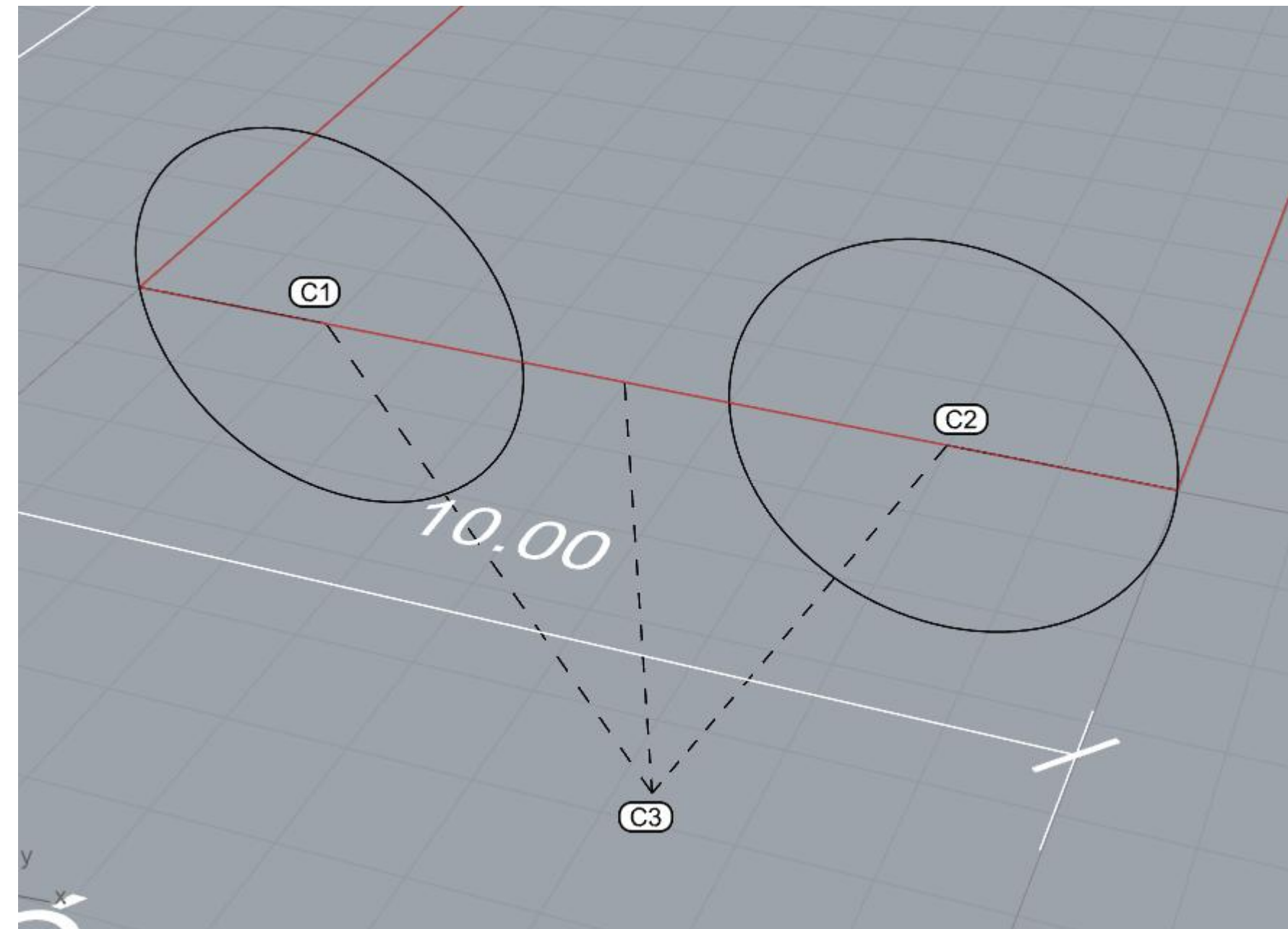
A seguir unimos o fim do segmento de reta aos dois centros dos círculos.

(idealmente colocamos notas com o nome de cada um dos pontos)



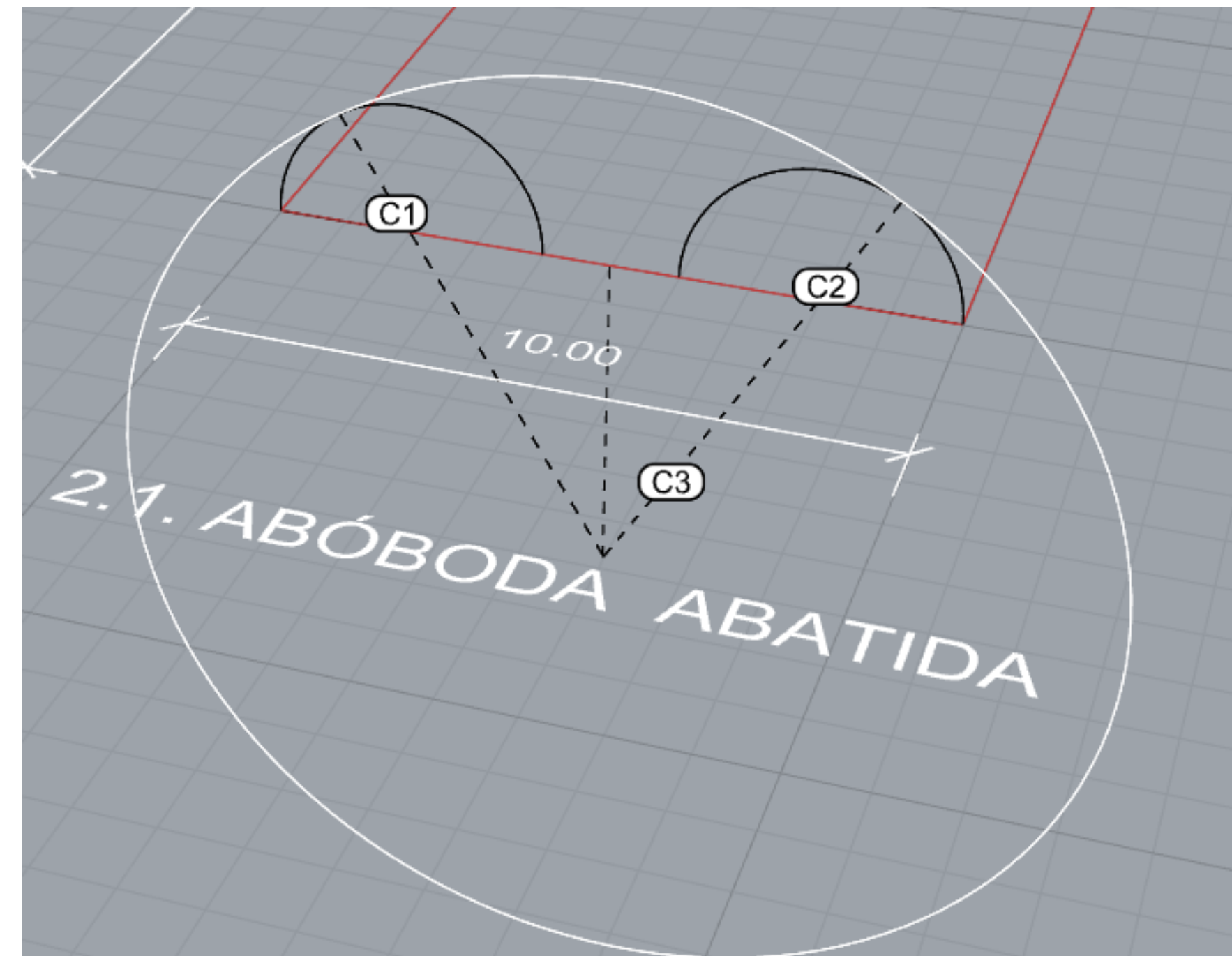
AULA-4 ABÓBODAS

O próximo passo é fazer extend dos dos últimos dois segmentos de reta a serem criados que unem o centro dos círculos ao fim do segmento vertical.



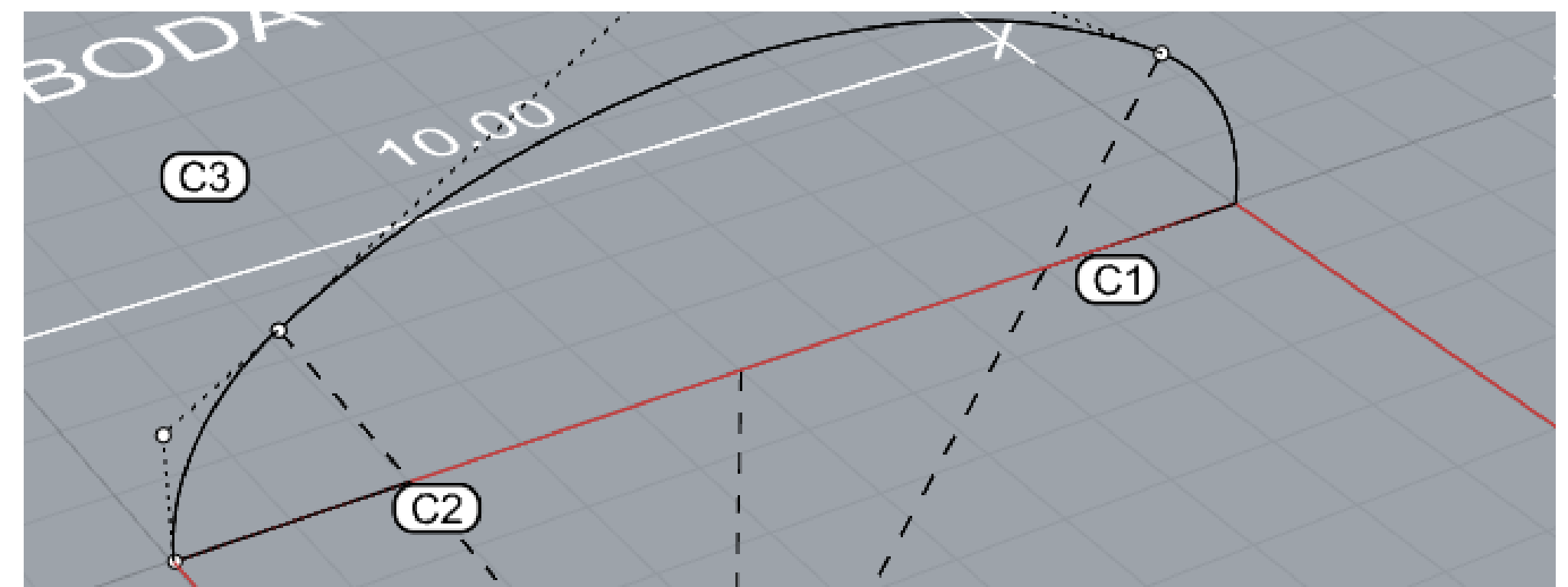
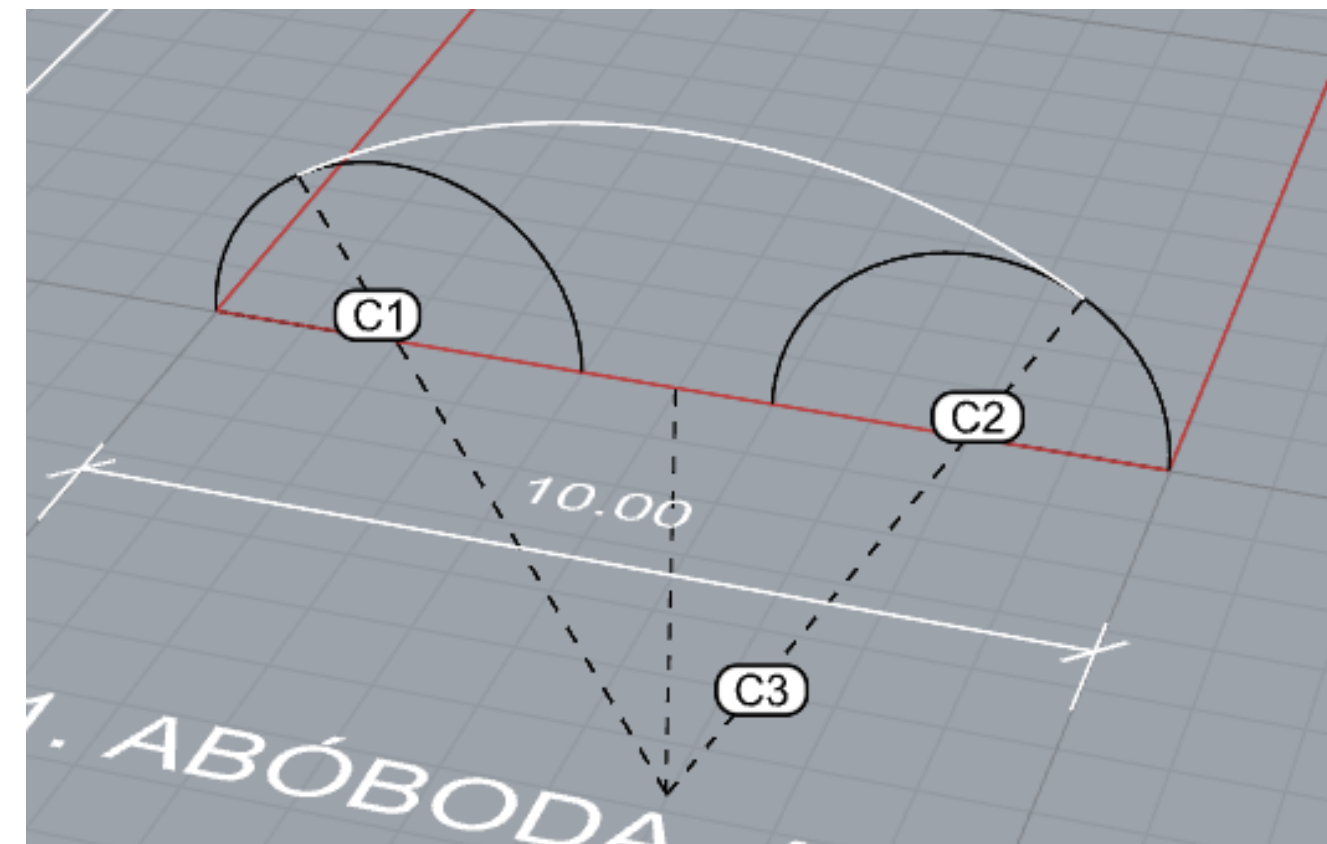
AULA-4 ABÓBODAS

A seguir fazemos um círculo vertical com o centro no ponto C3 e cujo raio é o comprimento do segmento de reta estendido.



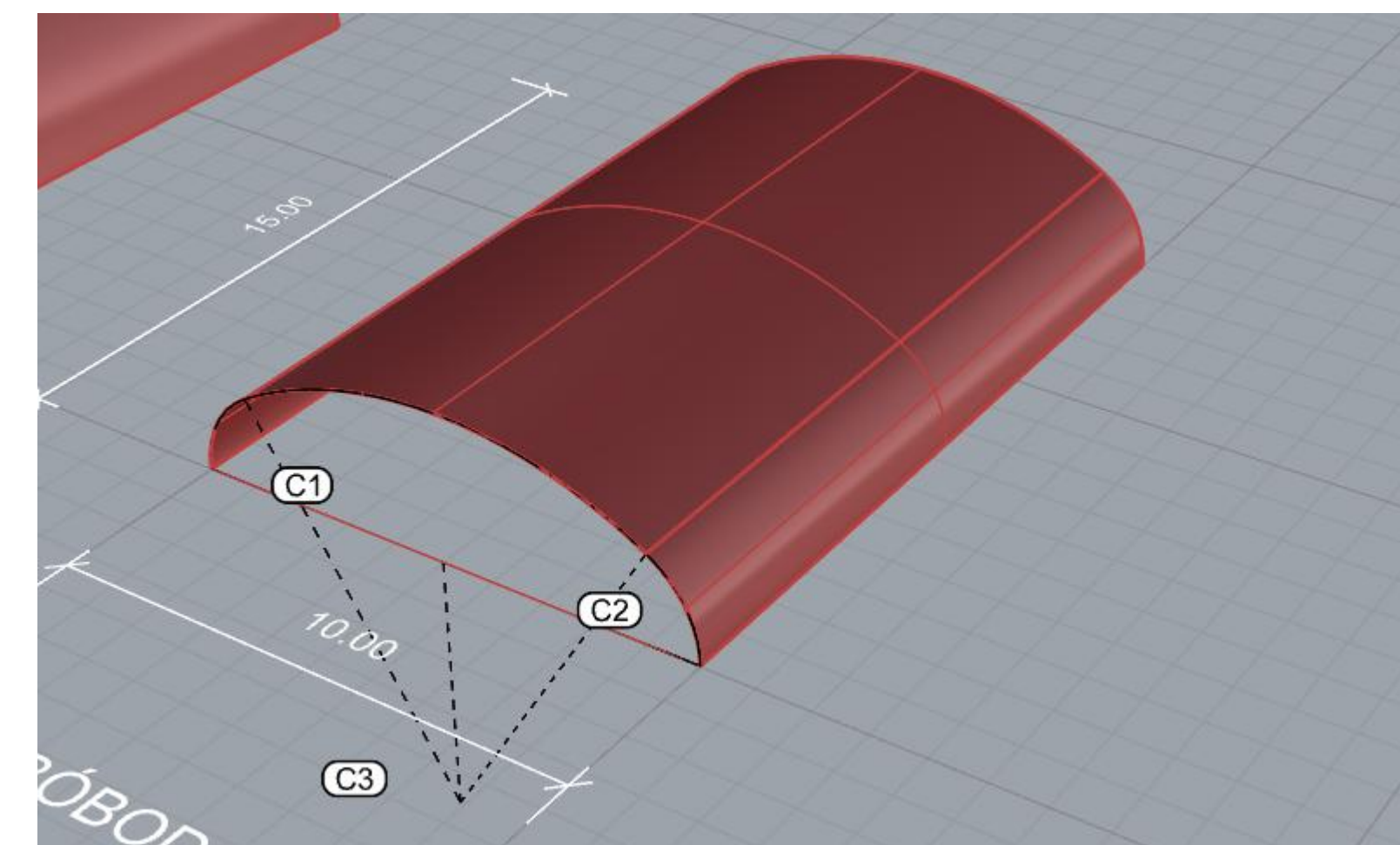
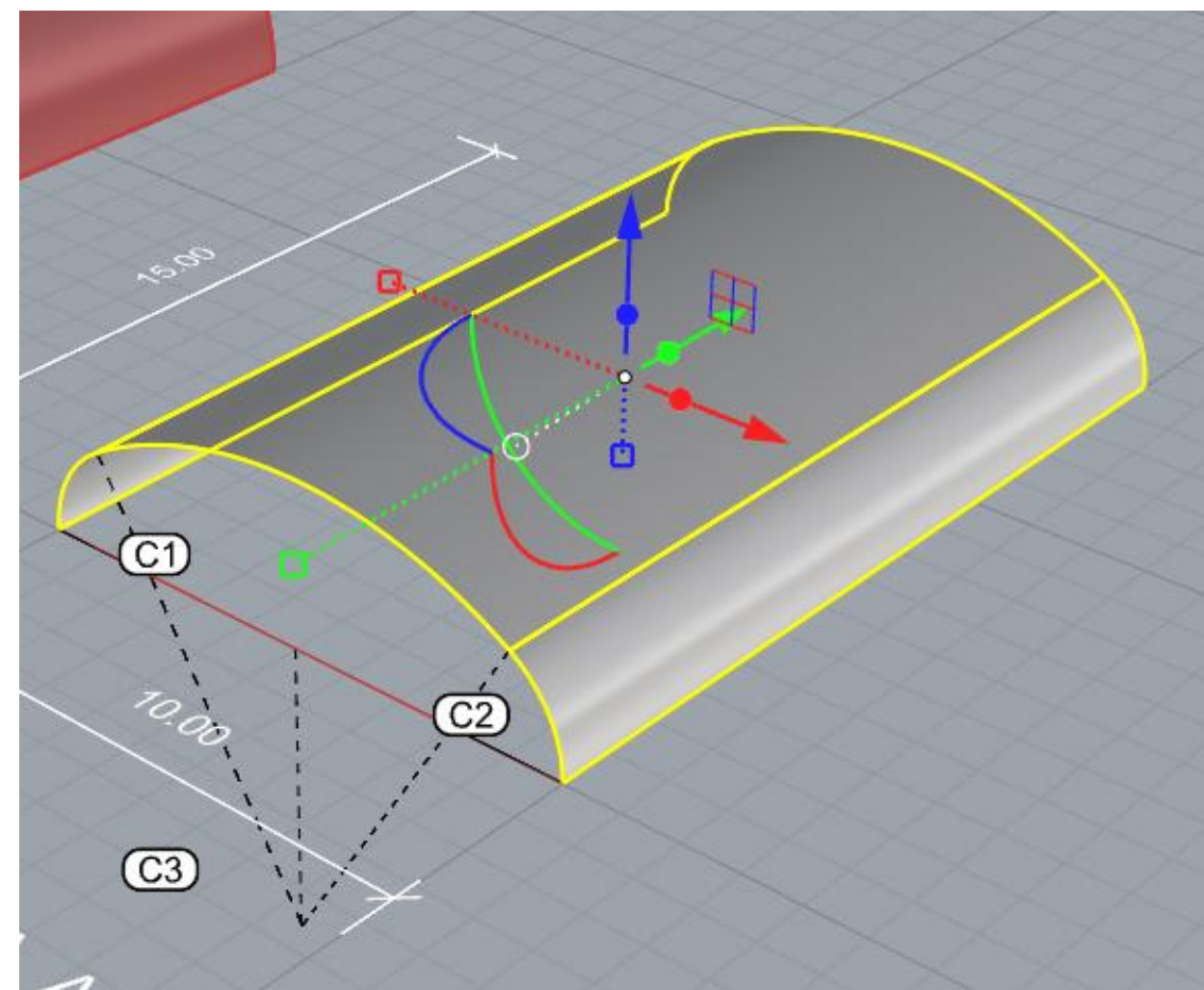
AULA-4 ABÓBODAS

Depois temos que fazer “trim” ao circulo e aos dois semi círculos.



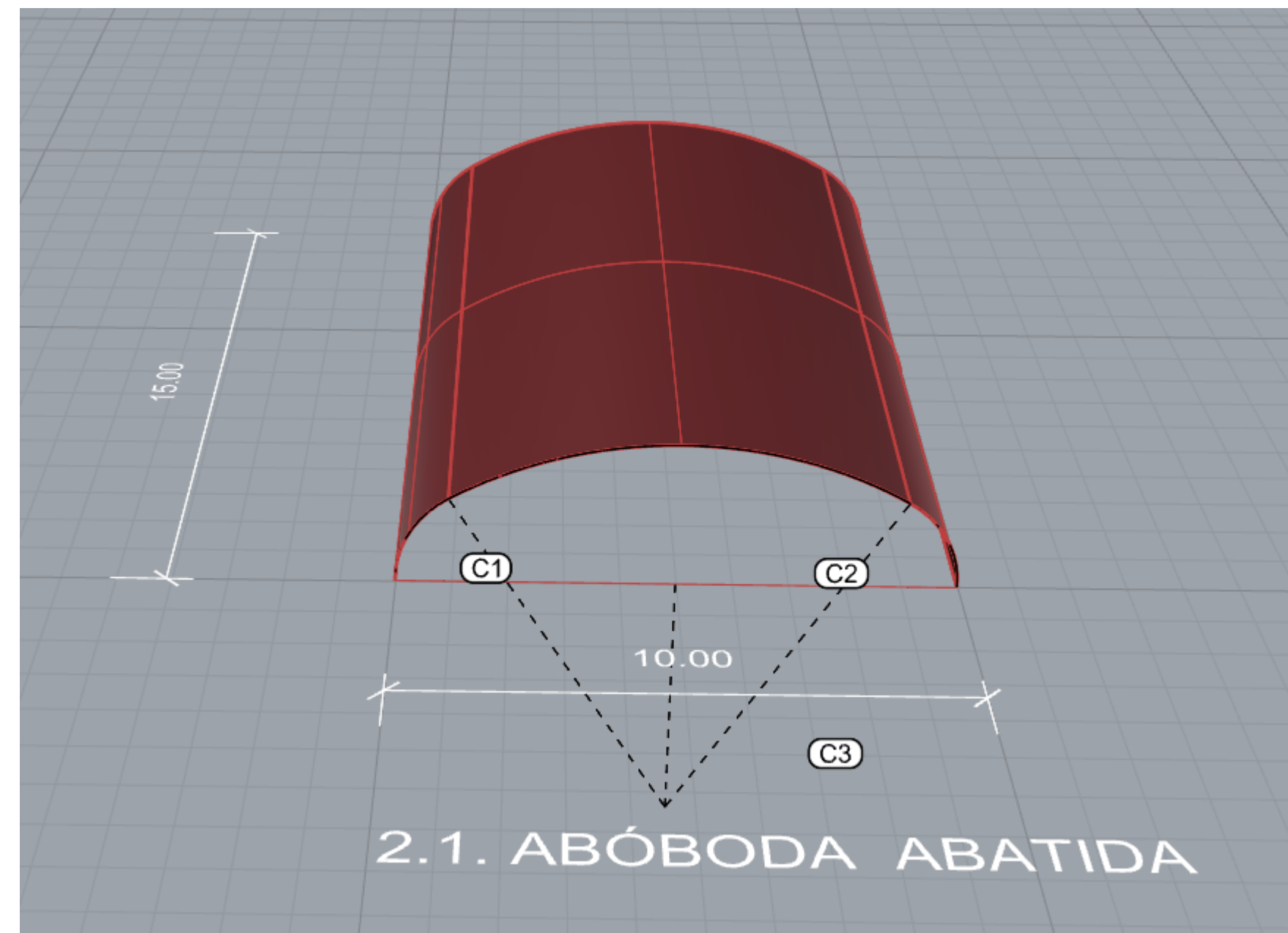
AULA-4 ABÓBODAS

Agora é só fazer “ExtrudeCvr” das curvas e fazer “join” do resultado final.



AULA-4 ABÓBODAS

O resultado final deve ficar assim.->

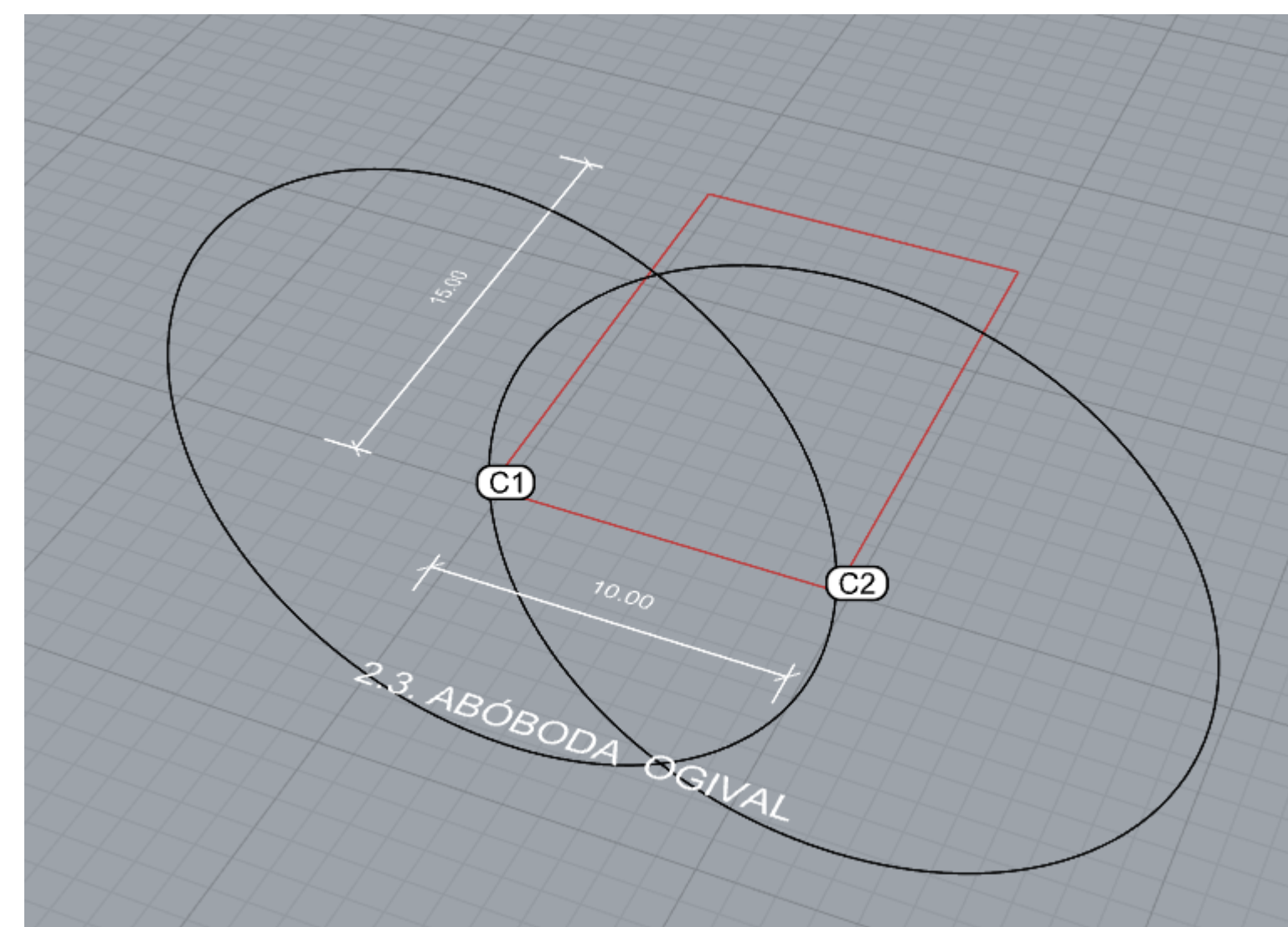


AULA-4 ABÓBODAS

Abóboda Ogival

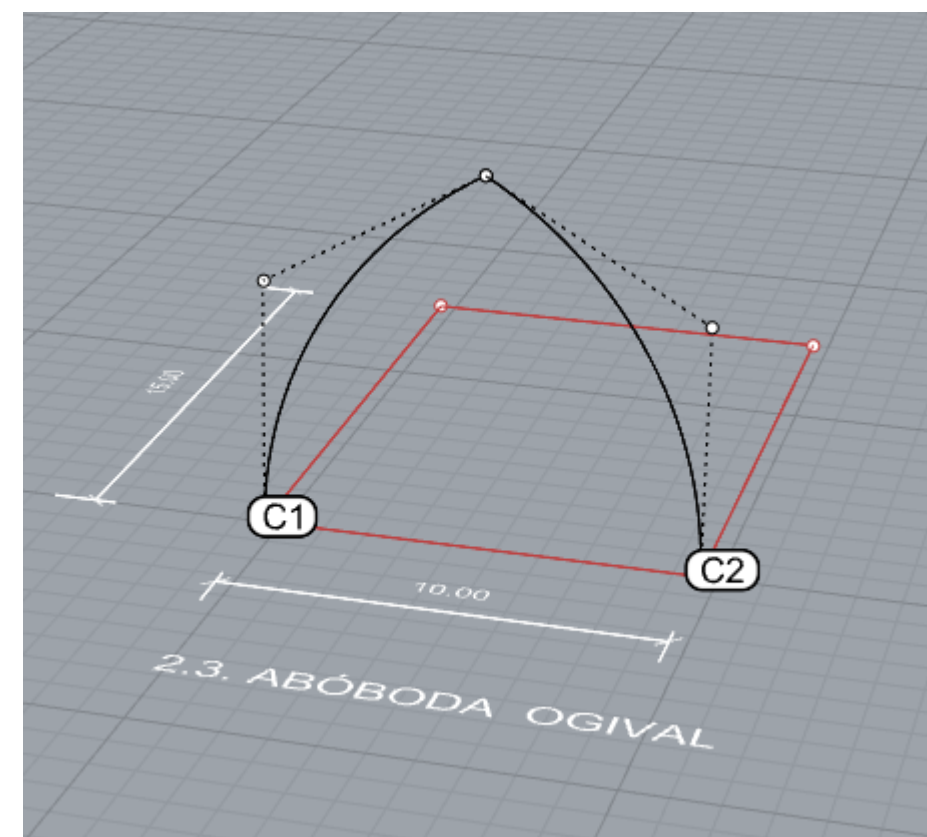
AULA-4 ABÓBODAS

Começamos por fazer duas circunferências verticais. Ambas com o centro num dos vértices de uma das arestas menores do retângulo e com o raio equivalente ao comprimento da aresta.



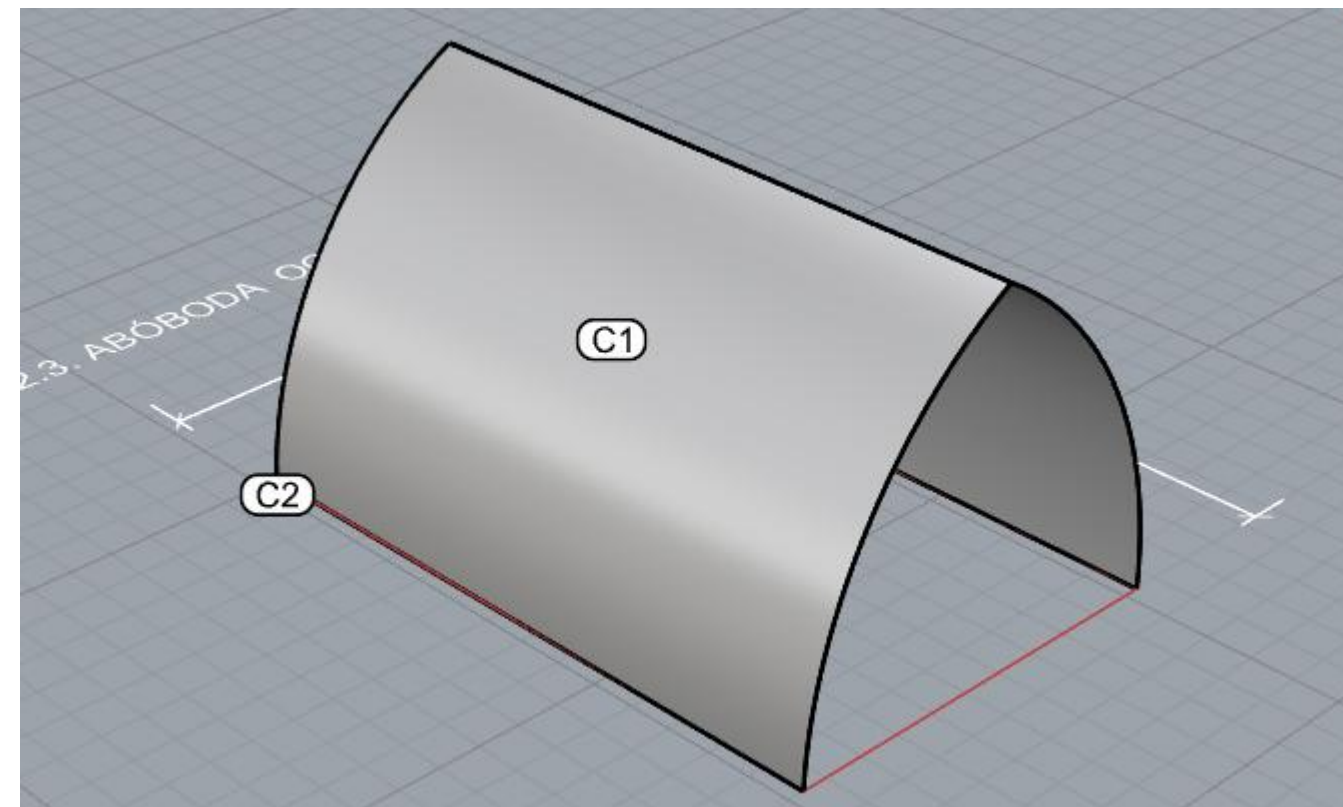
AULA-4 ABÓBODAS

A seguir temos que fazer um "trim" e ficar só com as partes que iram compor a abóboda.



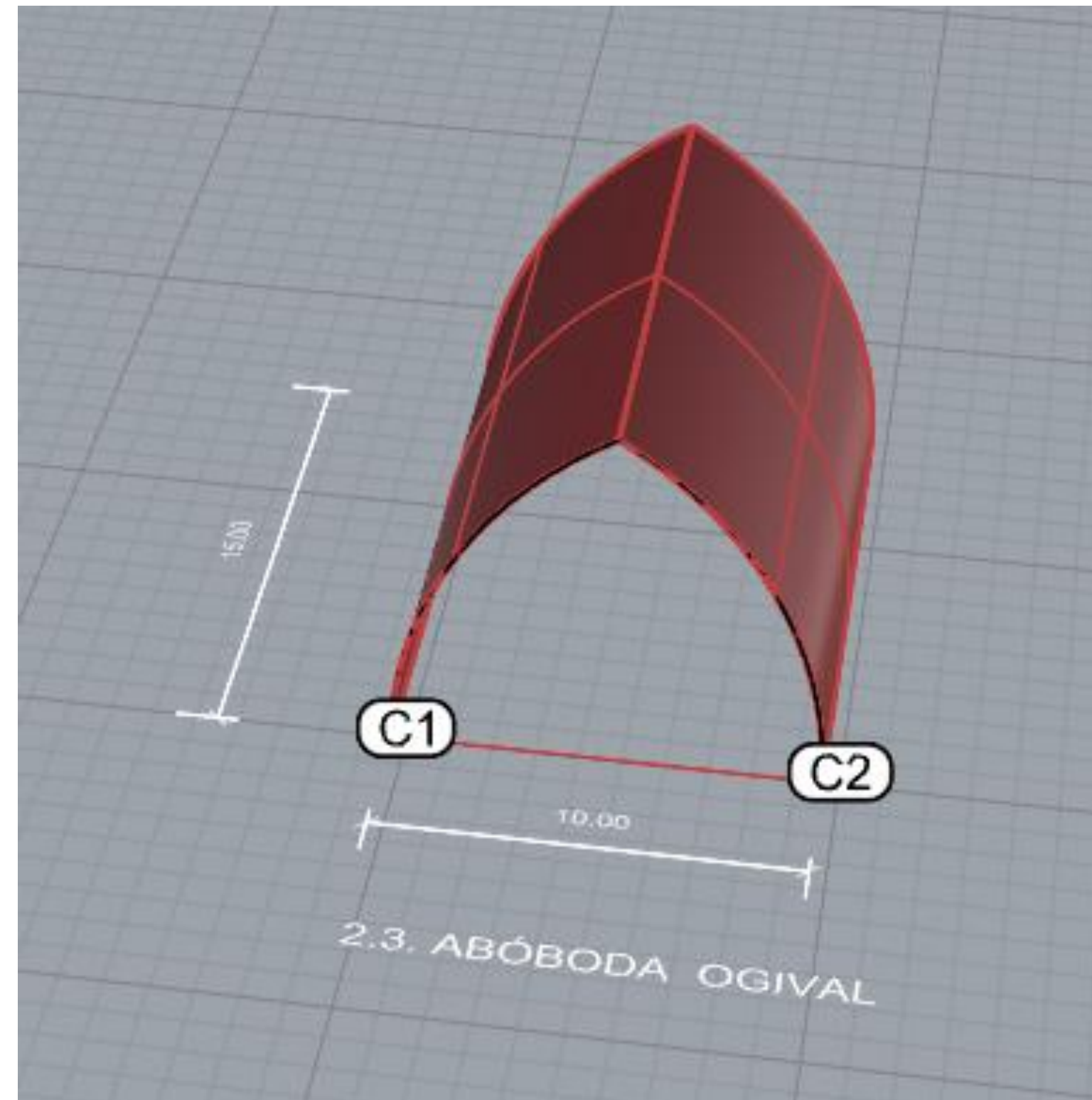
AULA-4 ABÓBODAS

Por ultimo é só fazer outro “ExtrudeCvr” e “join”



AULA-4 ABÓBODAS

O resultado final deve ficar assim.->



AULA-4 ABÓBODAS

Abóboda De Cisterna

AULA-4 ABÓBODAS


```
End of line ( BothSides ): @10<90<45
```

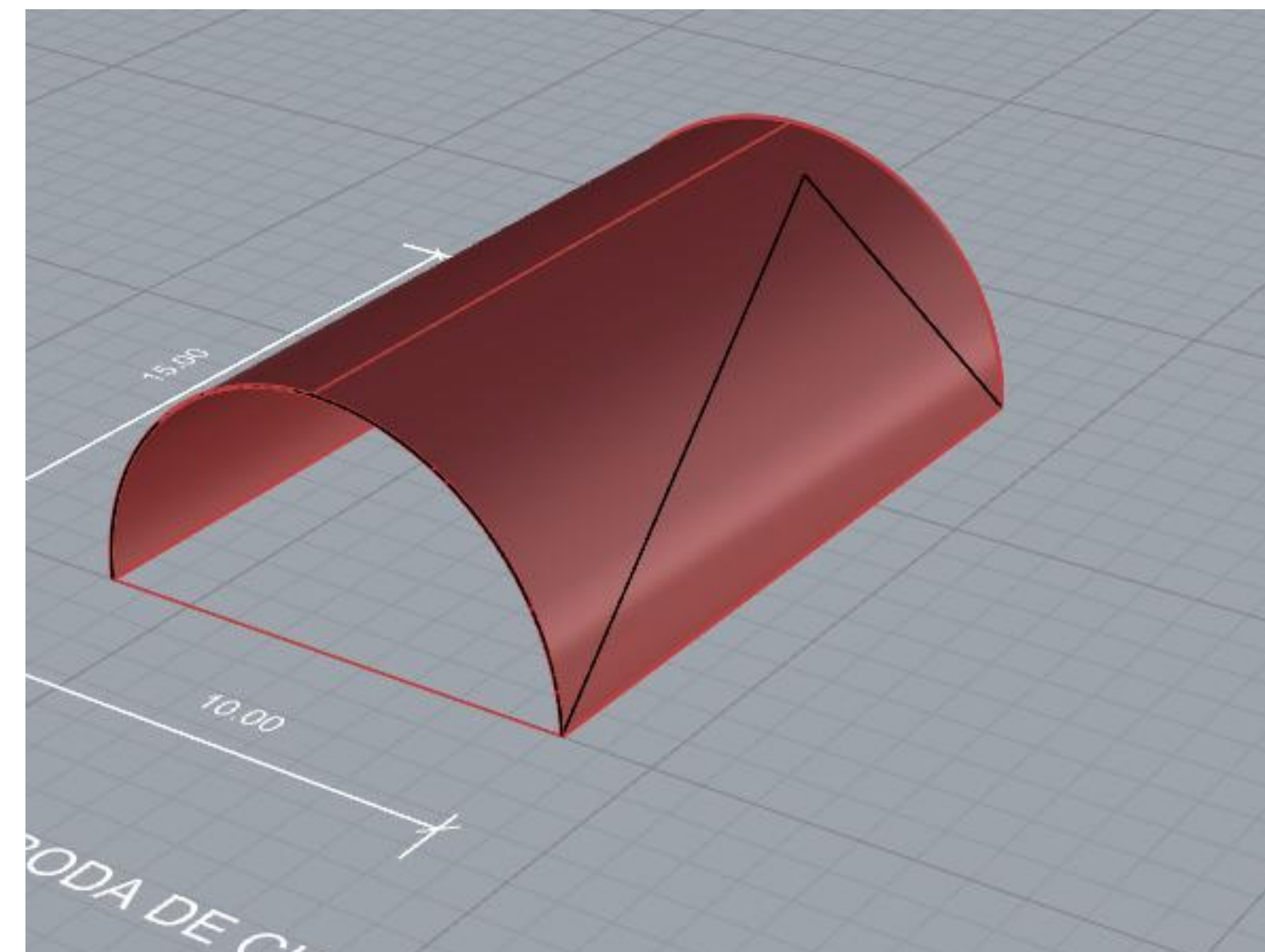
Comando para traçar o segmento de reta

```
Select first curve to fillet ( Radius=0 Join=No Trim=Yes ExtendArcsBy=Arc ExtendOtherCurvesBy=Line Dynamic=No )  
Select second curve to fillet ( Radius=0 Join=No Trim=Yes ExtendArcsBy=Arc ExtendOtherCurvesBy=Line Dynamic=No )
```

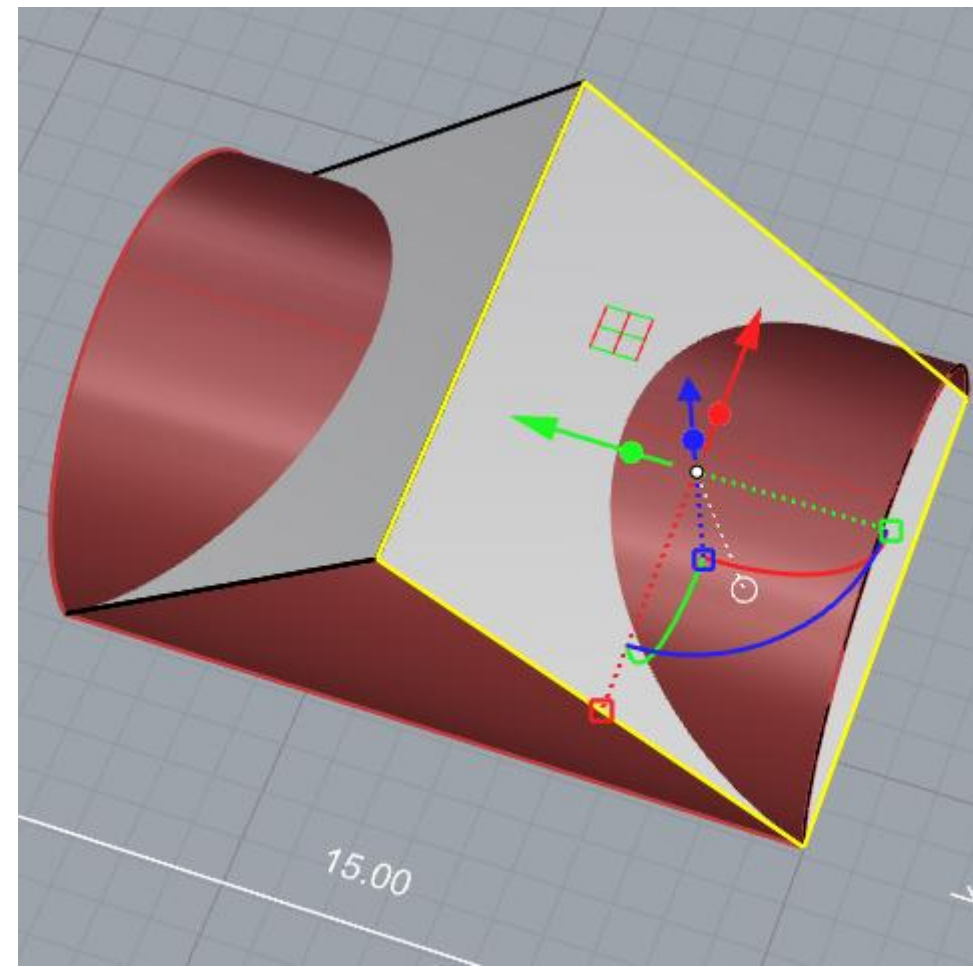
Comando para fazer “fillet”

Para fazer a Abóboda Ogival começamos com uma cópia da Abóboda de Berço.

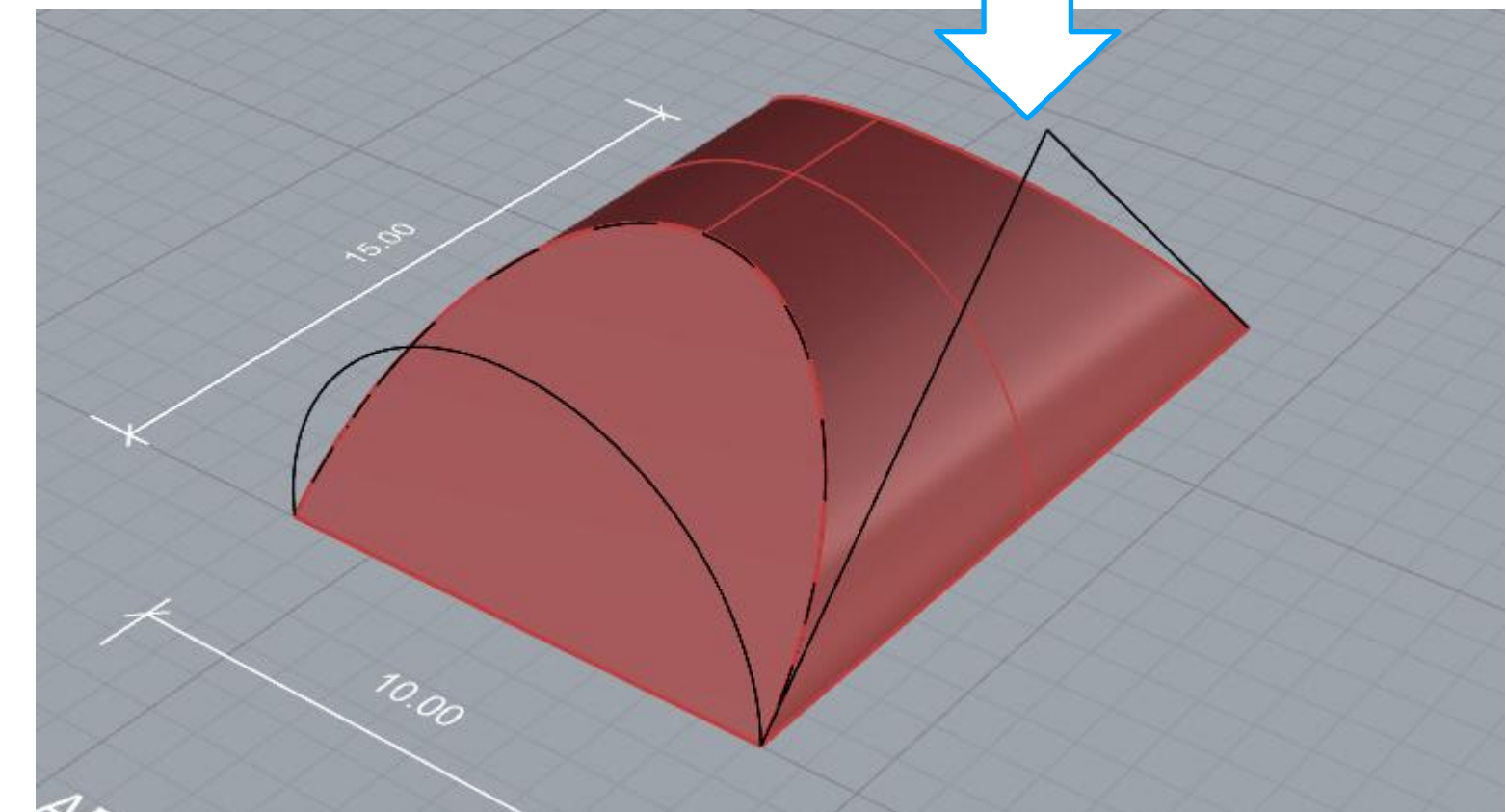
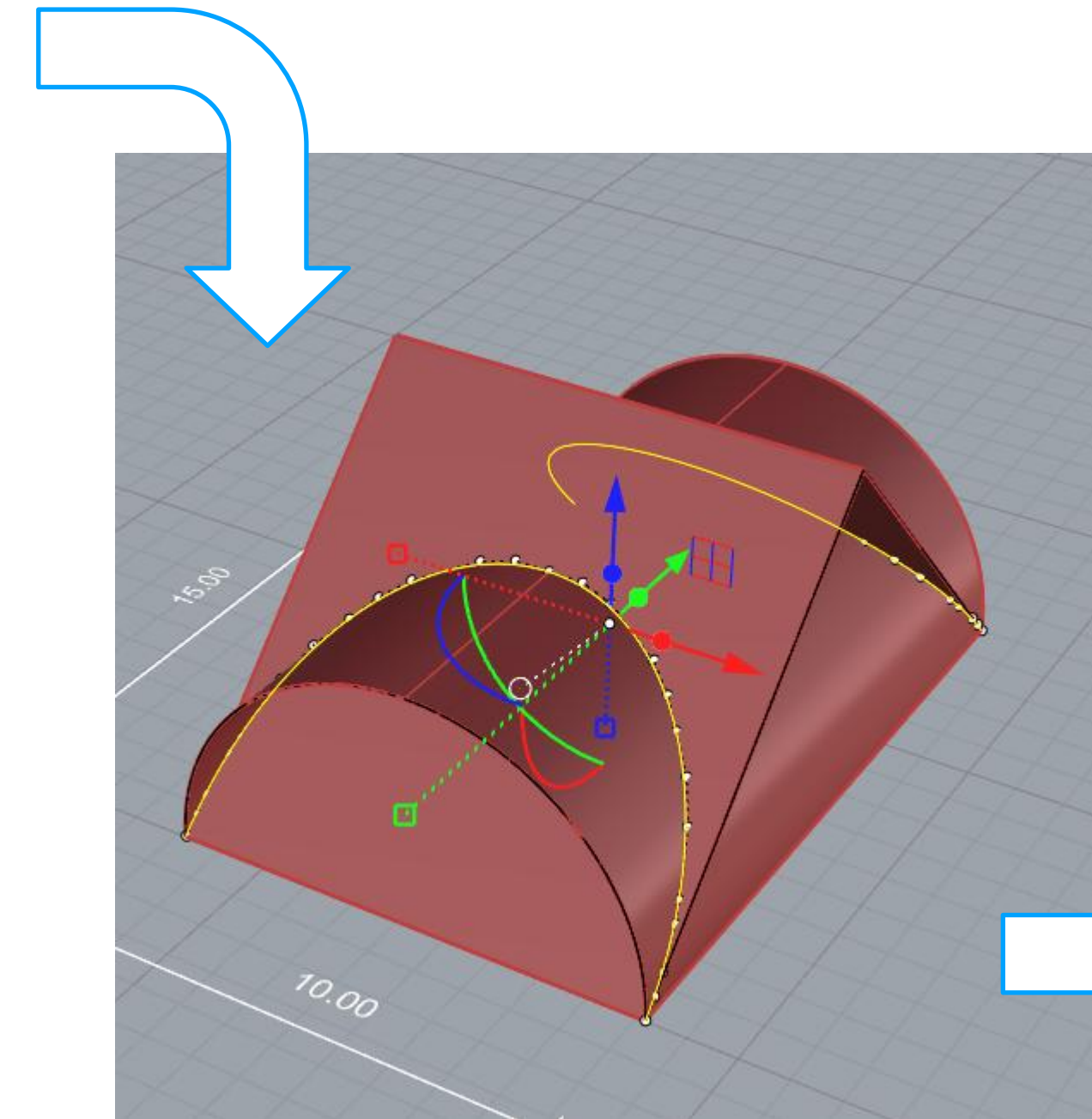
Tendo copiado a Abóboda de Berço traçam-se dois segmentos de reta que devem pertencer ao plano vertical que passa pela aresta maior do retângulo da base da abóboda. Os segmentos de reta devem fazer 45graus com a aresta do cubo e devem intercetar-se. Para que isso aconteça podemos fazer segmentos maiores do que o suposto e fazer “trim” das partes indesejadas ou fazer segmentos demasiado pequenos, que não se intercetam, e utilizar o comando “fillet” para uni-las.



AULA-4 ABÓBODAS

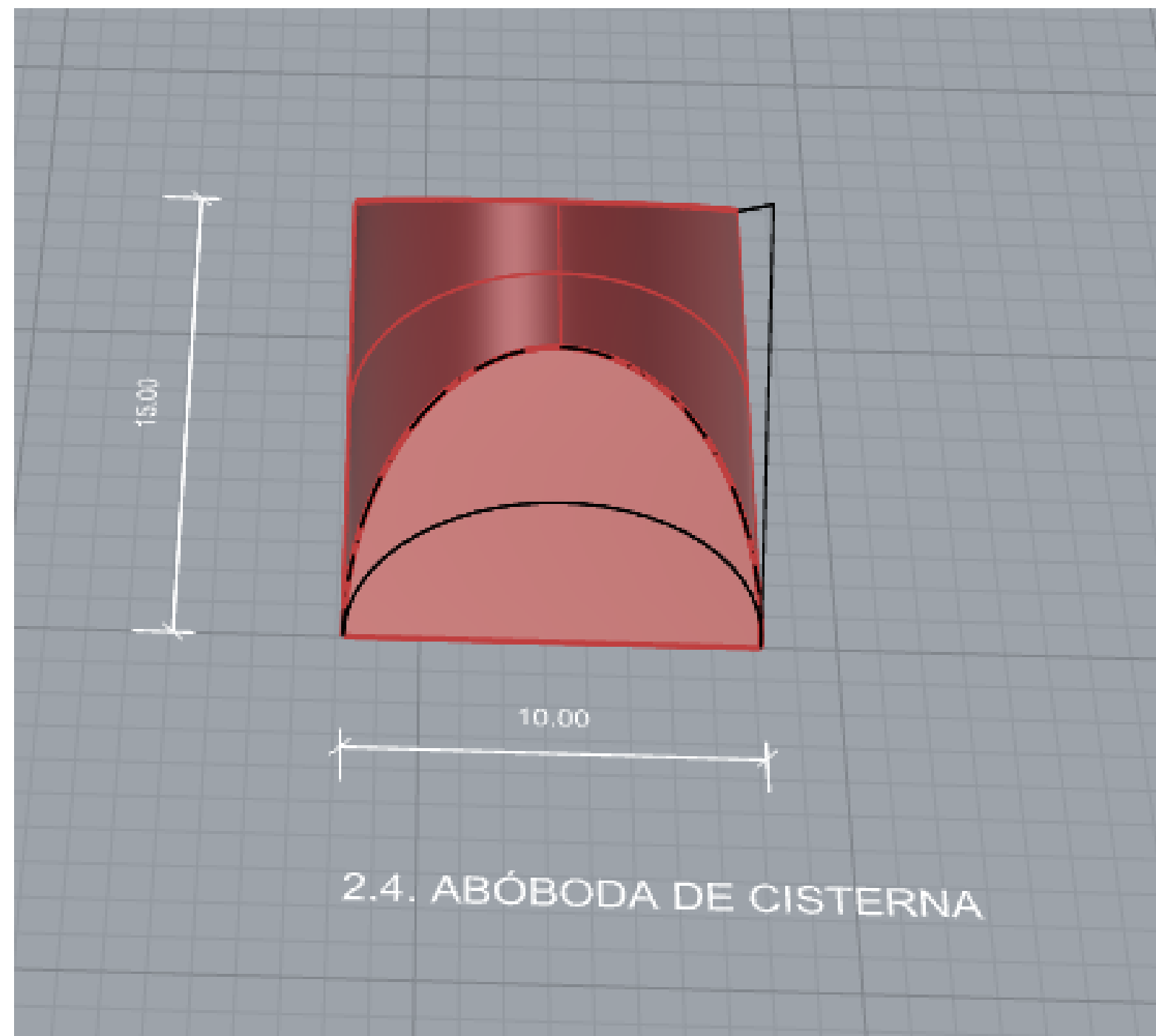


Depois temos que fazer “ExtrudeCvr” dos dois segmentos de reta, fazer “join” da forma criada e fazer um “trim” da parte que a forma criada retira à Abóboda de Berço.



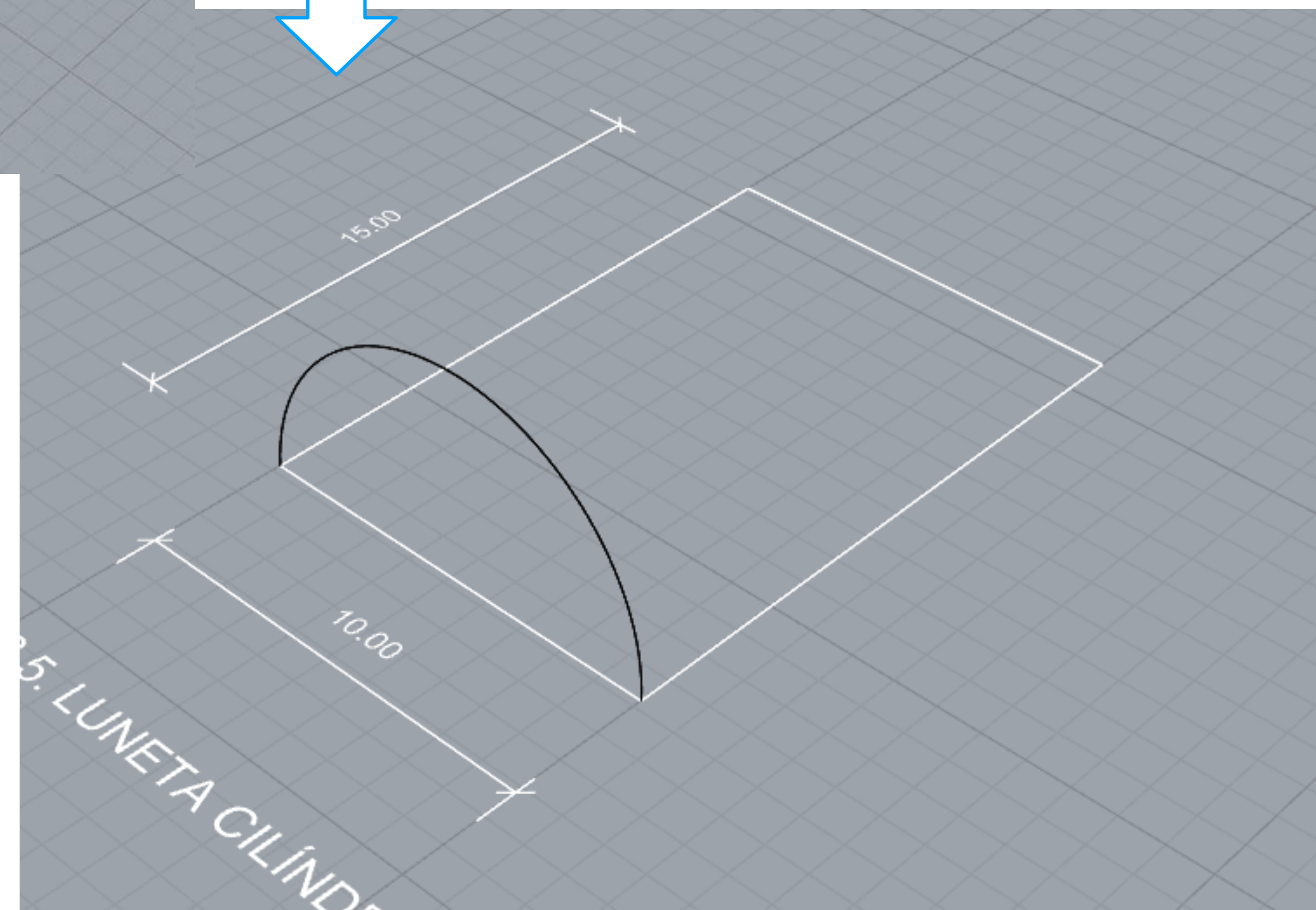
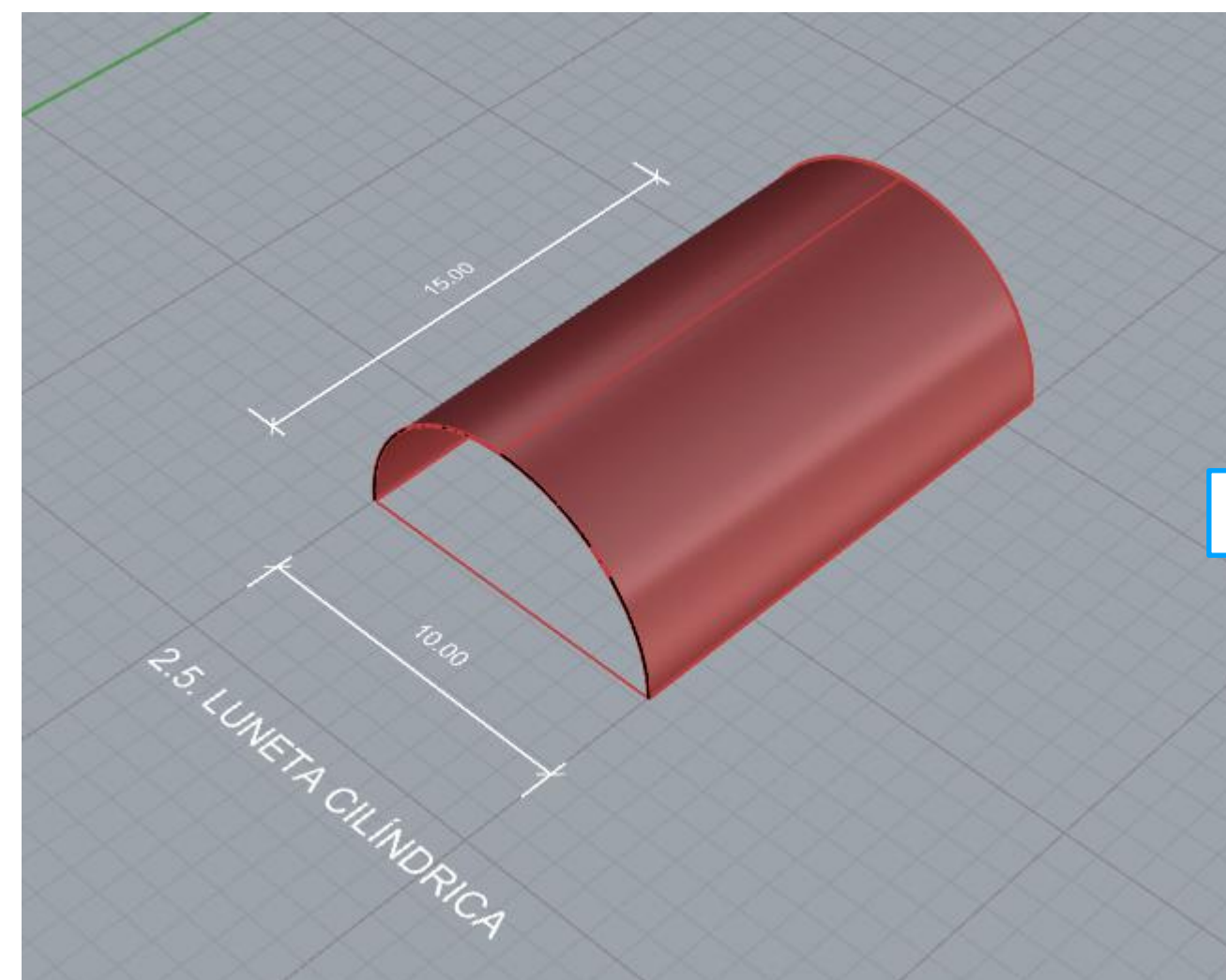
AULA-4 ABÓBODAS

O resultado final deve ficar assim.->



AULA-4 ABÓBODAS

Luneta cilíndrica

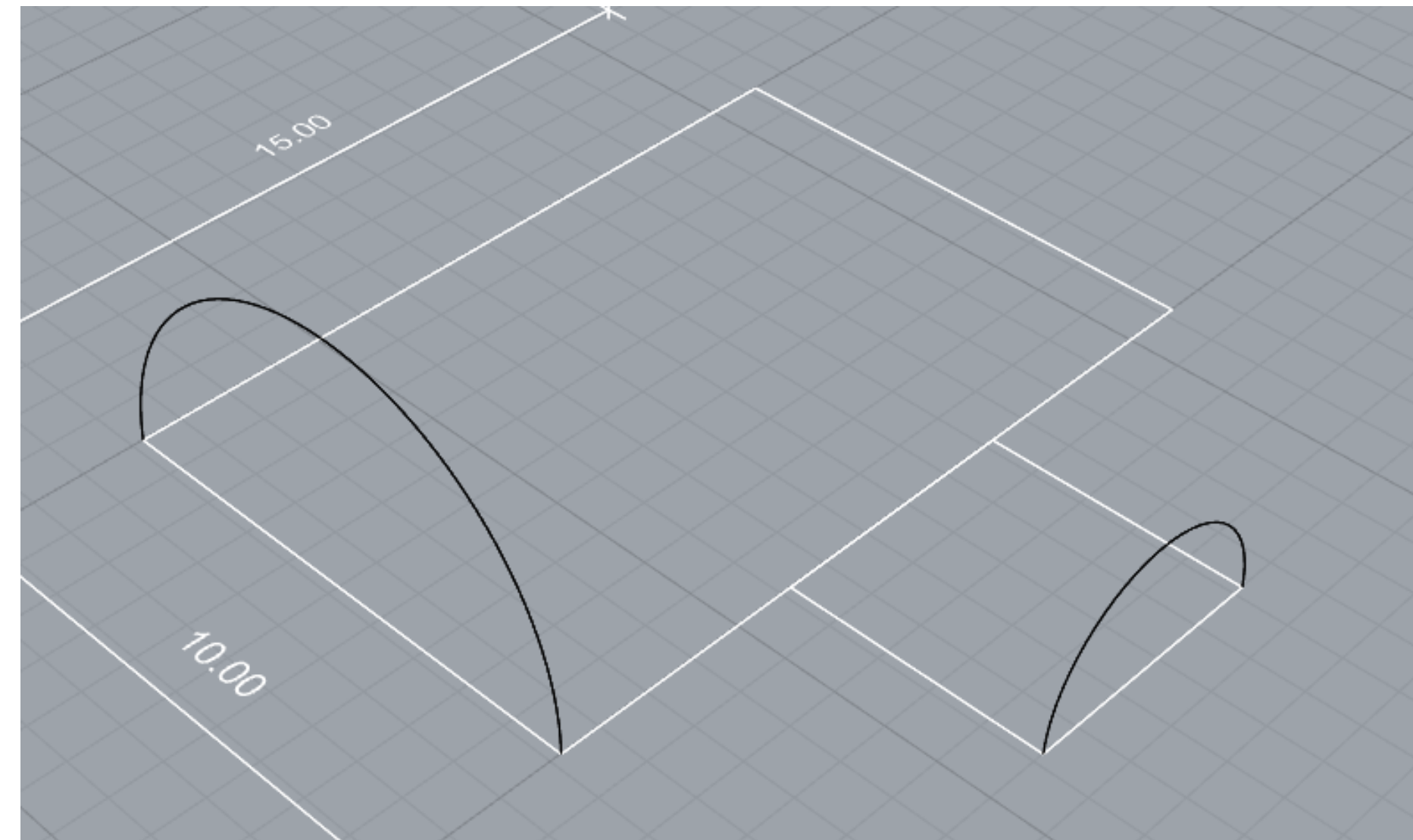


Para fazer uma luneta temos de pegar numa copia de uma abóboda de berço e interceta-la lateralmente com uma abóboda menor.

Por isso fazemos uma copia da abóboda de berço, mudamos-lhe o nome e desligamos o layer “ABÓBODA”.

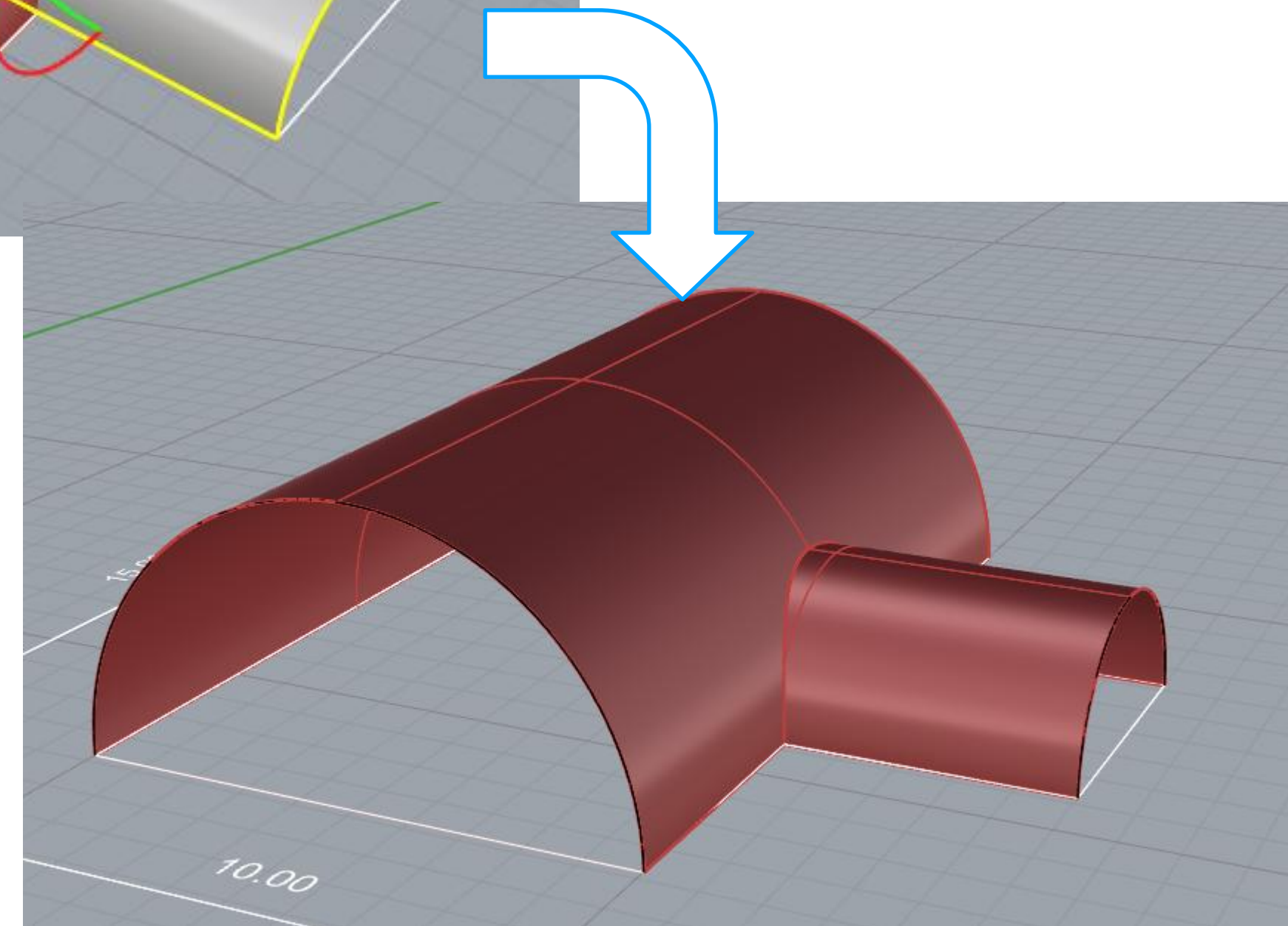
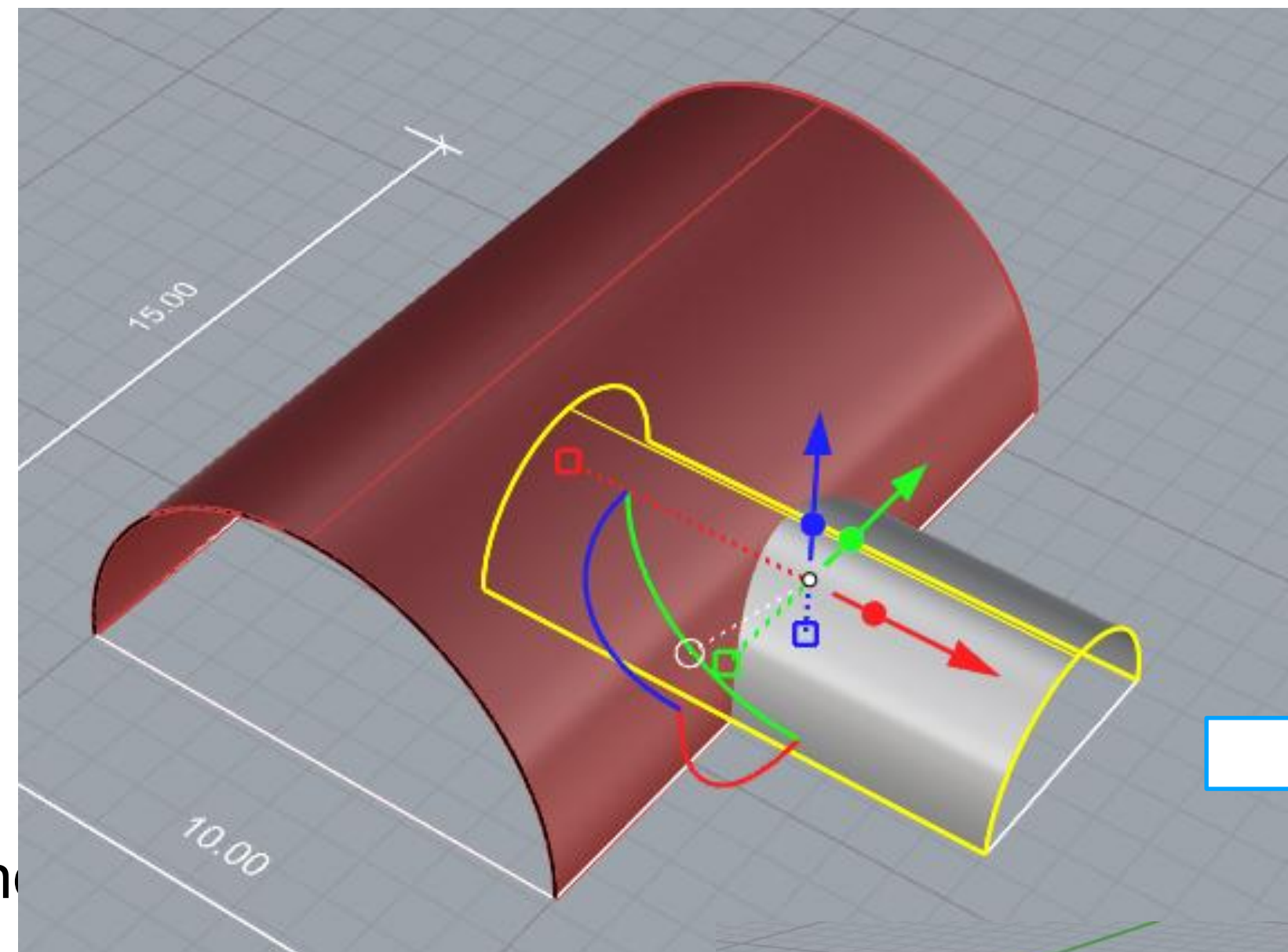
AULA-4 ABÓBODAS

O segundo passo é fazer um quadrado de 5 por 5 adjacente a uma das restas maiores do retângulo. Criando um semicírculo na aresta oposta à adjacente ao retângulo.



AULA-4 ABÓBODAS

A seguir fazemos um extrude ao semicírculo interceptando com a nossa abóboda de berço.
Com o extrude feito só resta fazer um “trim” às partes indesejáveis.



AULA-4 ABÓBODAS

O resultado final deve ficar assim.->



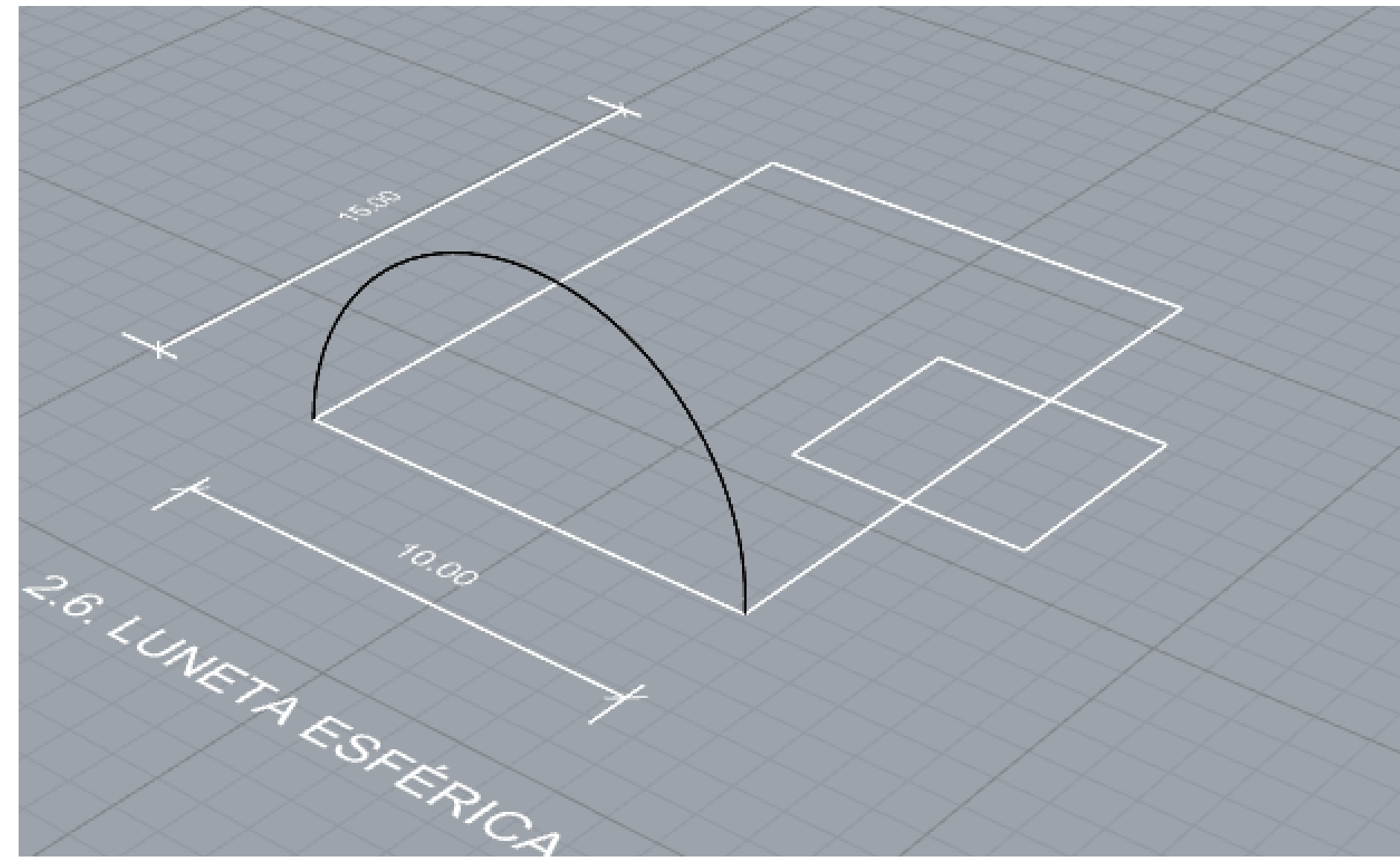
AULA-4 ABÓBODAS

Luneta Esférica

AULA-4 ABÓBODAS

A luneta esférica aplica os mesmos princípios da luneta cilíndrica mas desta vez vamos intercalar a abóboda de berço com uma esfera.

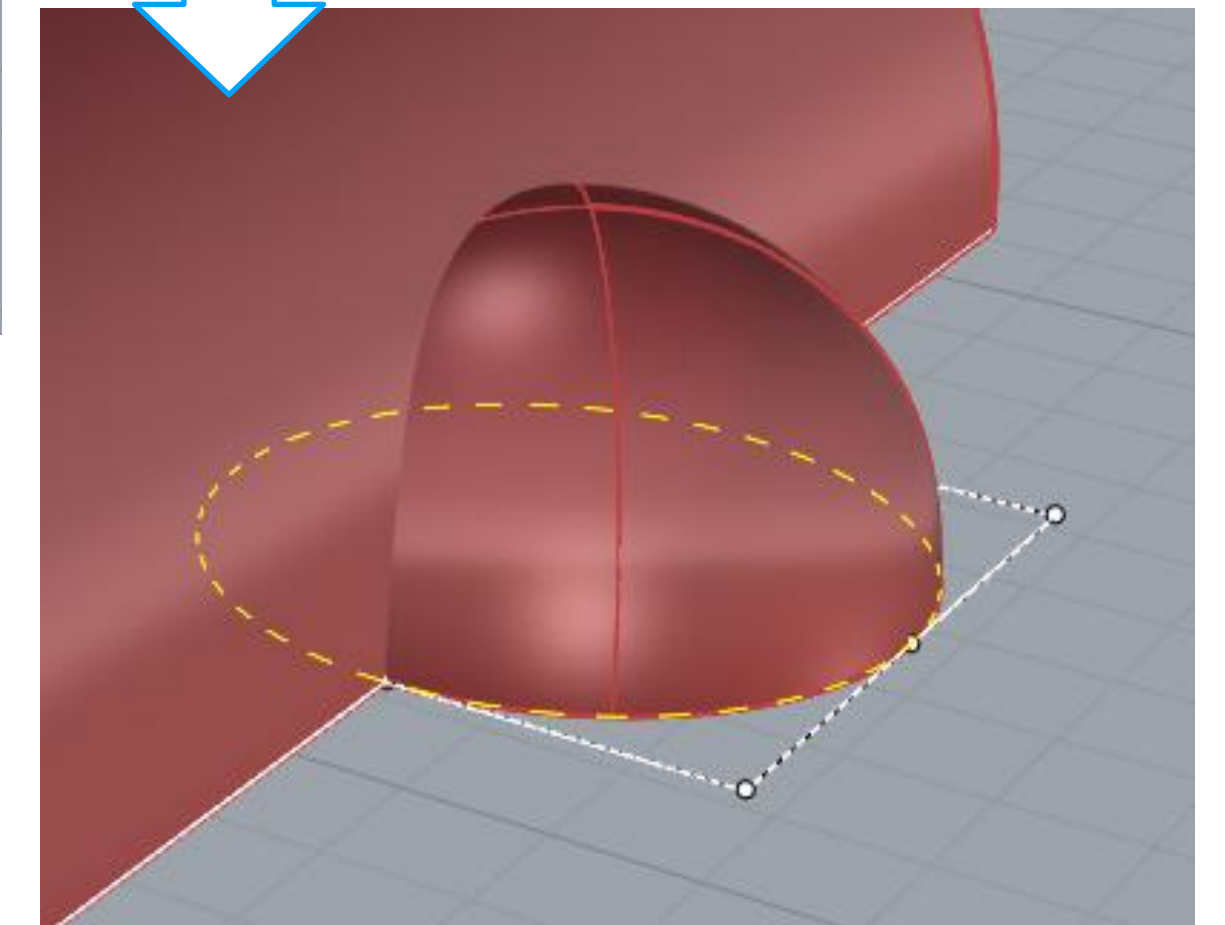
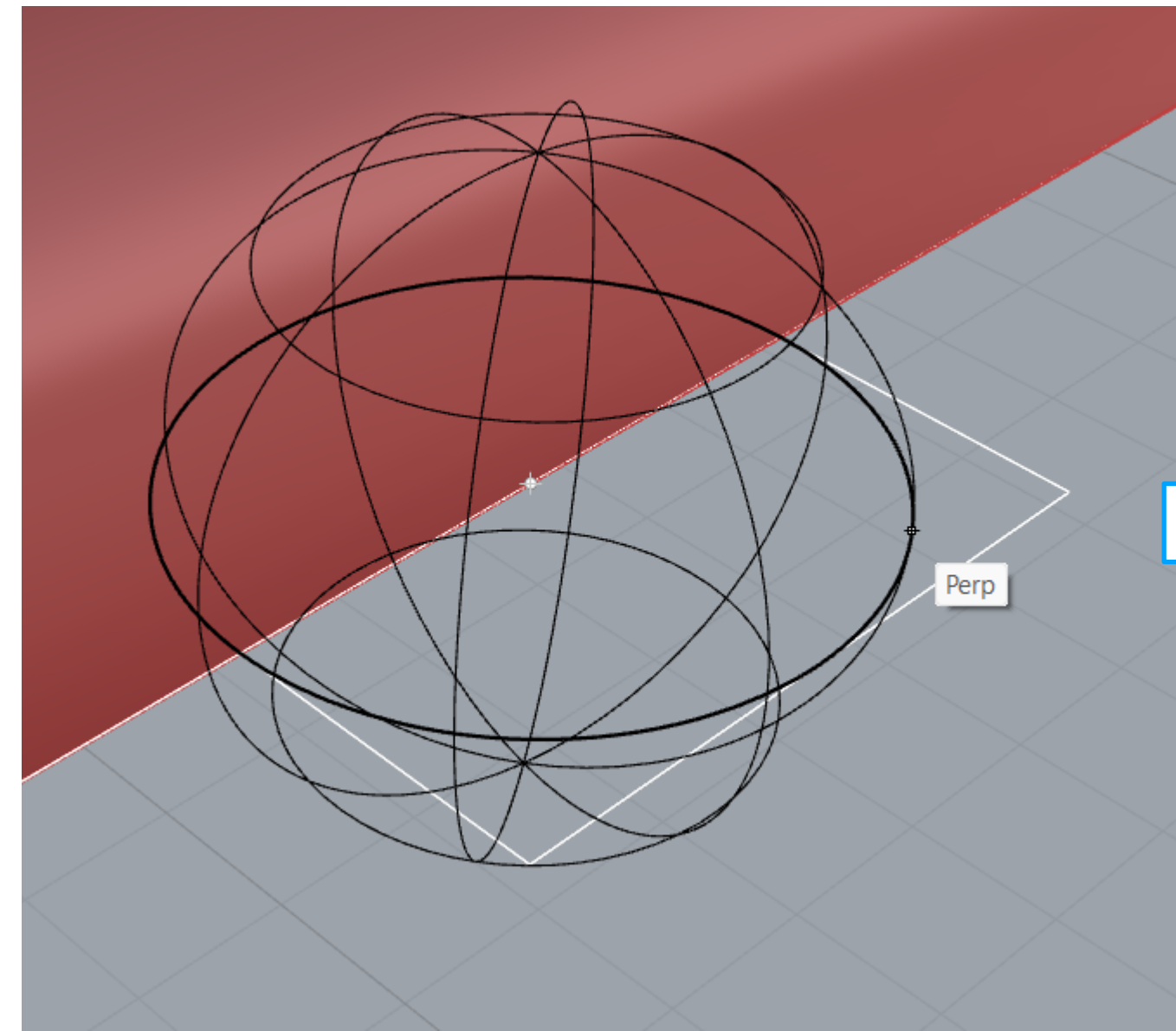
O primeiro passo é fazer mais uma vez uma cópia da abóboda de berço mas desta vez o quadrado de 5 por 5 em vez de estar adjacente deve ter o seu centro no midpoint da aresta maior do retângulo.



AULA-4 ABÓBODAS

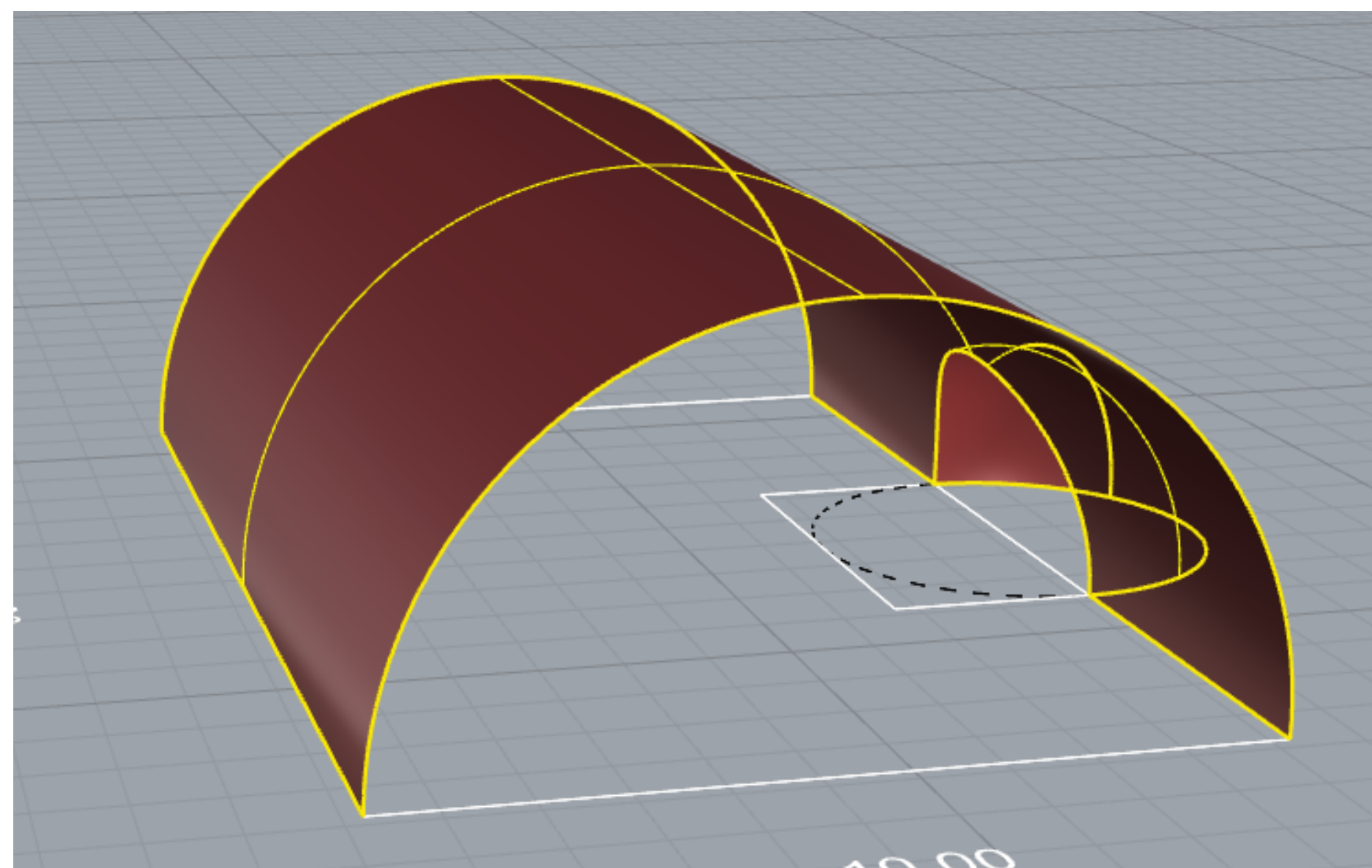
Dentro do quadrado devemos construir um círculo horizontal com um diâmetro de 5 com o centro coincidente ao do quadrado.

Com base nesse mesmo círculo construímos uma esfera. Utilizamos o círculo para fazer um "trim" à esfera, obtendo assim só a sua metade superior.



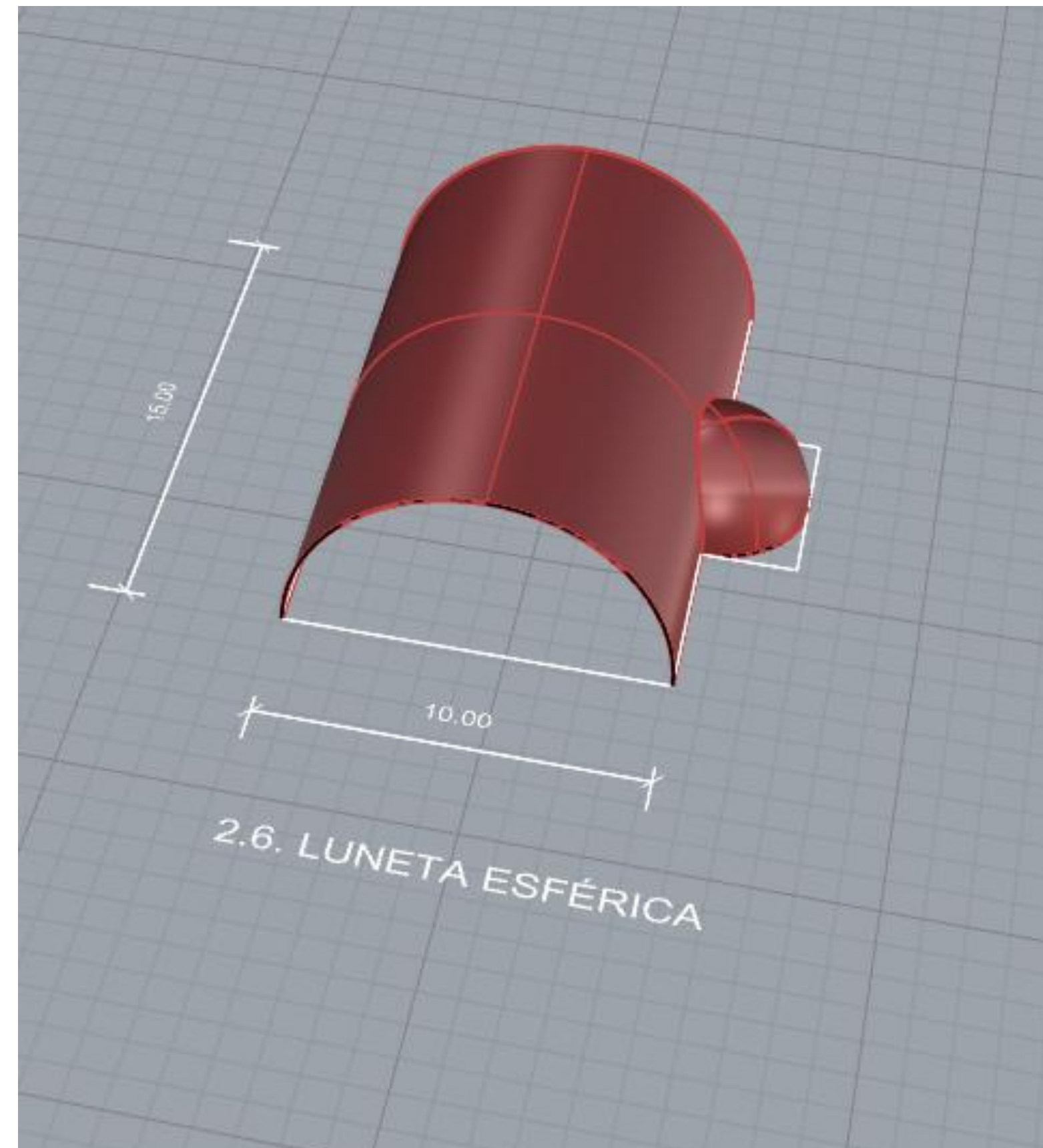
AULA-4 ABÓBODAS

Agora só é preciso fazer um “trim” das partes indesejadas e a luneta esférica está finalizada.



AULA-4 ABÓBODAS

O resultado final deve ficar assim.->

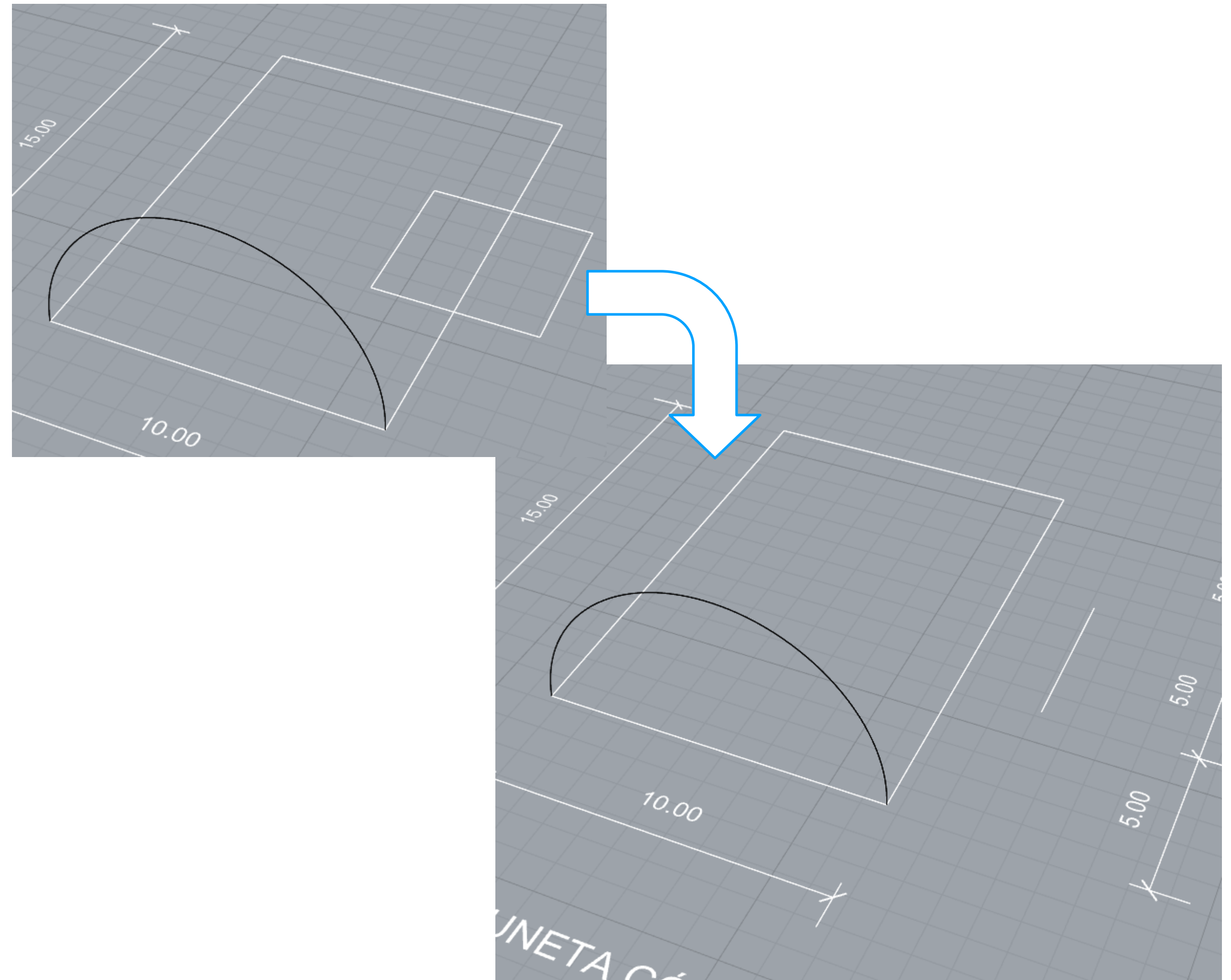


AULA-4 ABÓBODAS

Luneta Cónica

AULA-4 ABÓBODAS

Para fazer a luneta cônica fazemos uma copia da abóboda de berço, colocamos um quadrado como na luneta esférica, fazemos explode do quadrado e apagamos todos os lados do quadrado menos o único que não tem nenhum ponto dentro do retângulo.

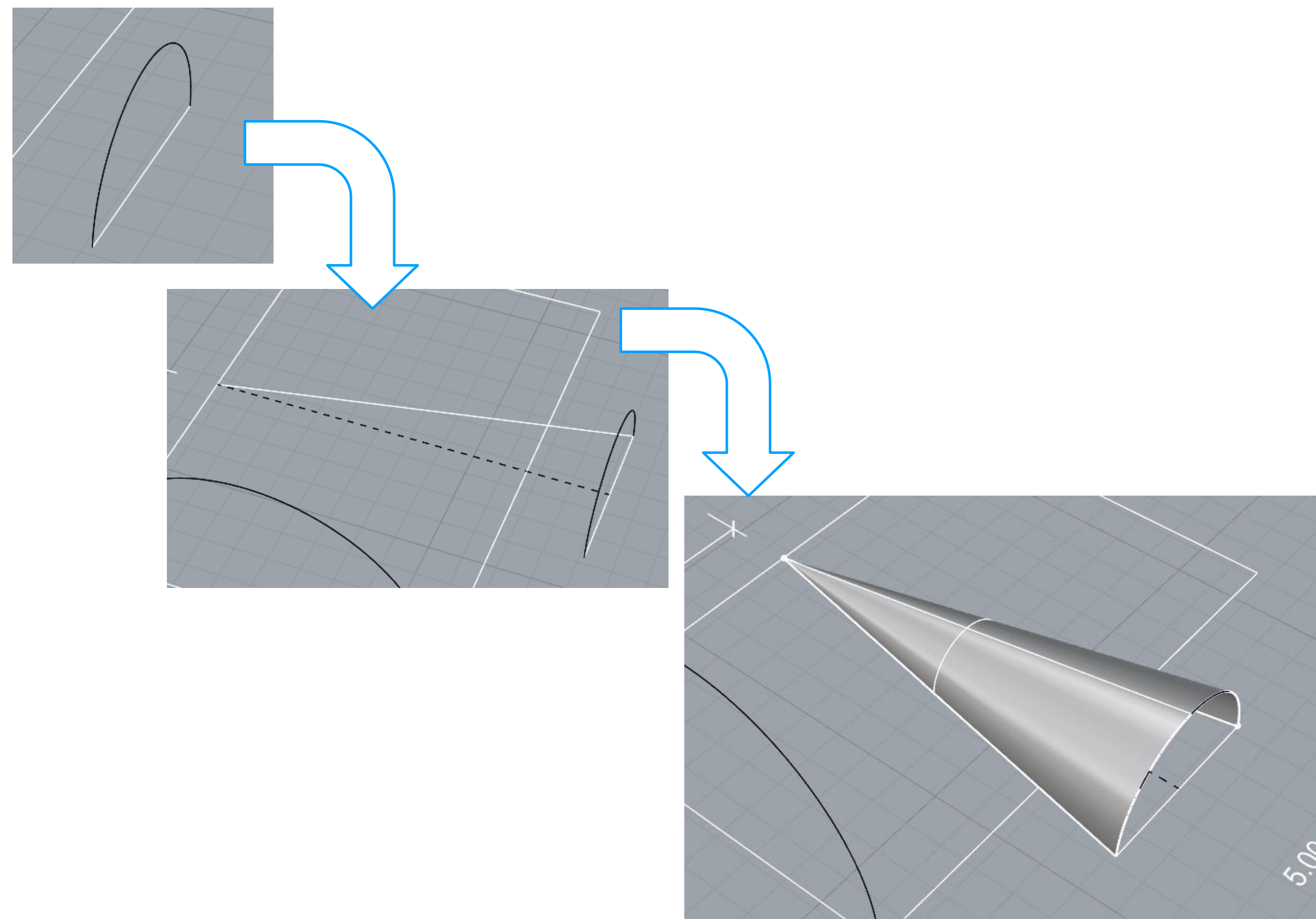


AULA-4 ABÓBODAS

Agora construímos um semicírculo na aresta que não foi apagada. Este círculo vai ser a base do meio cone que vai ser construído.

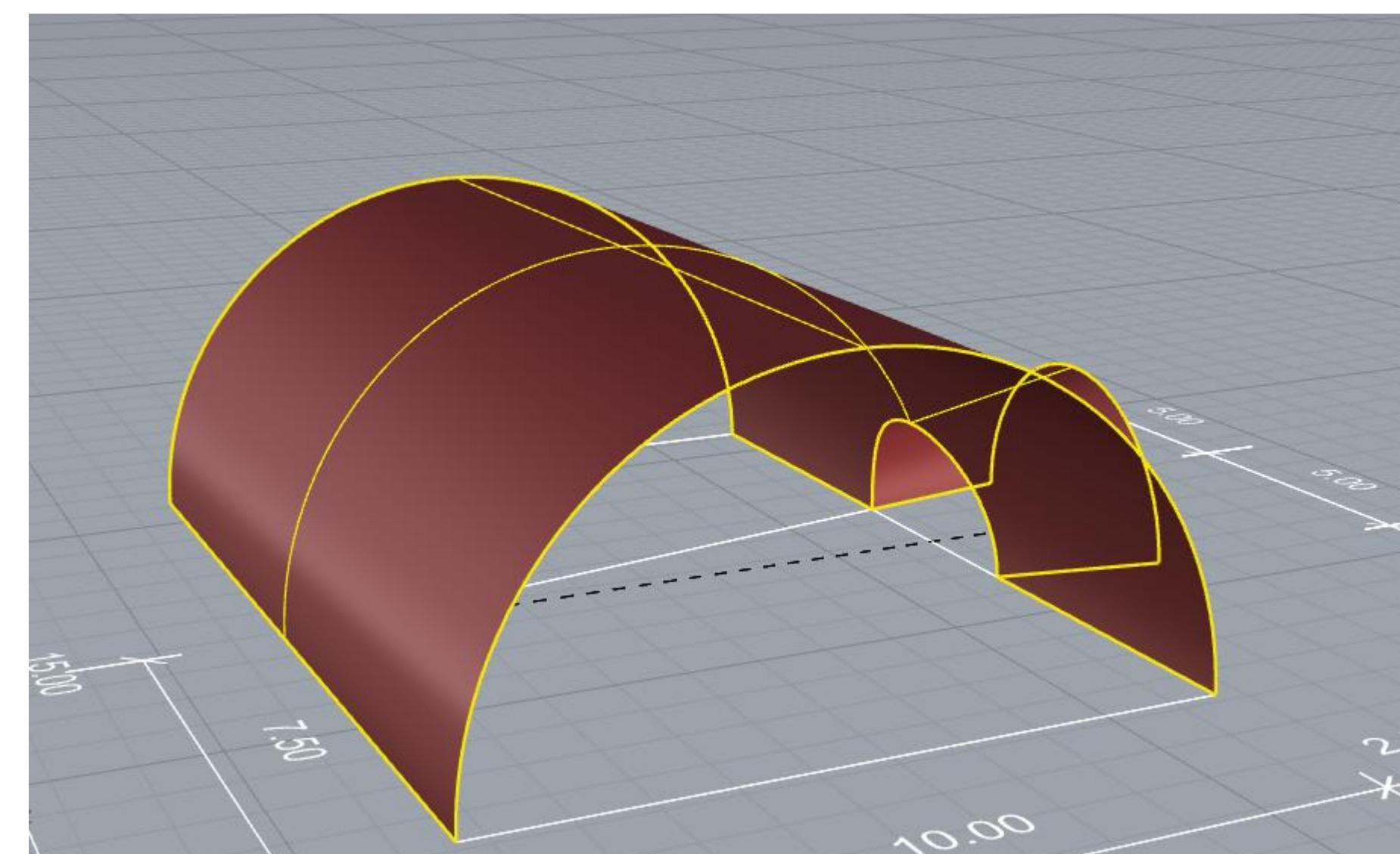
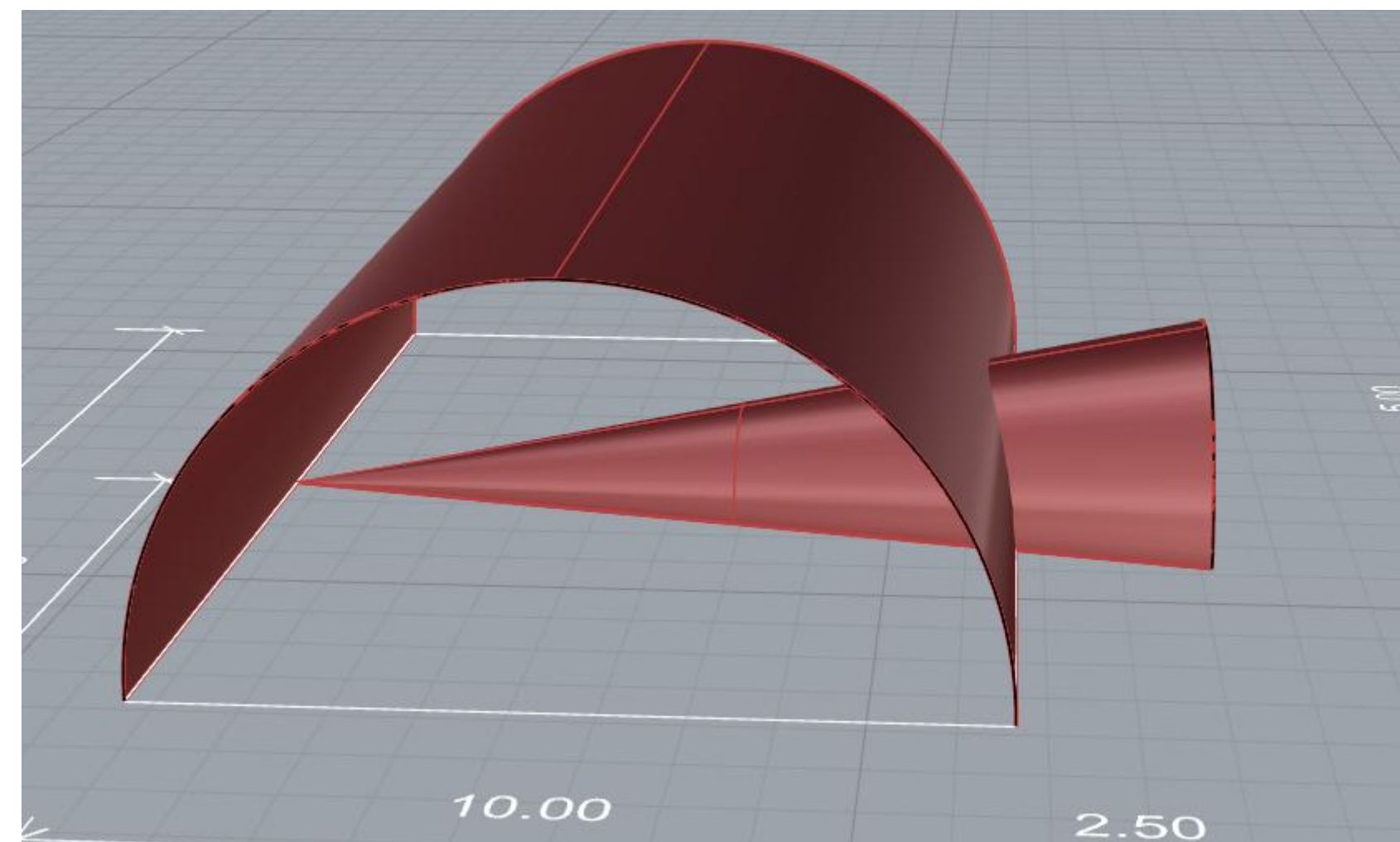
Depois traçamos um segmento do midpoint da aresta até ao midpoint da aresta mais distante do retângulo, e outro segmento que une o mesmo ponto do retângulo a um dos extremos da aresta do quadrado.

Com esta ultimo segmento traçado, podemos utilizar o comando “RailRevolve” para criar o cone.



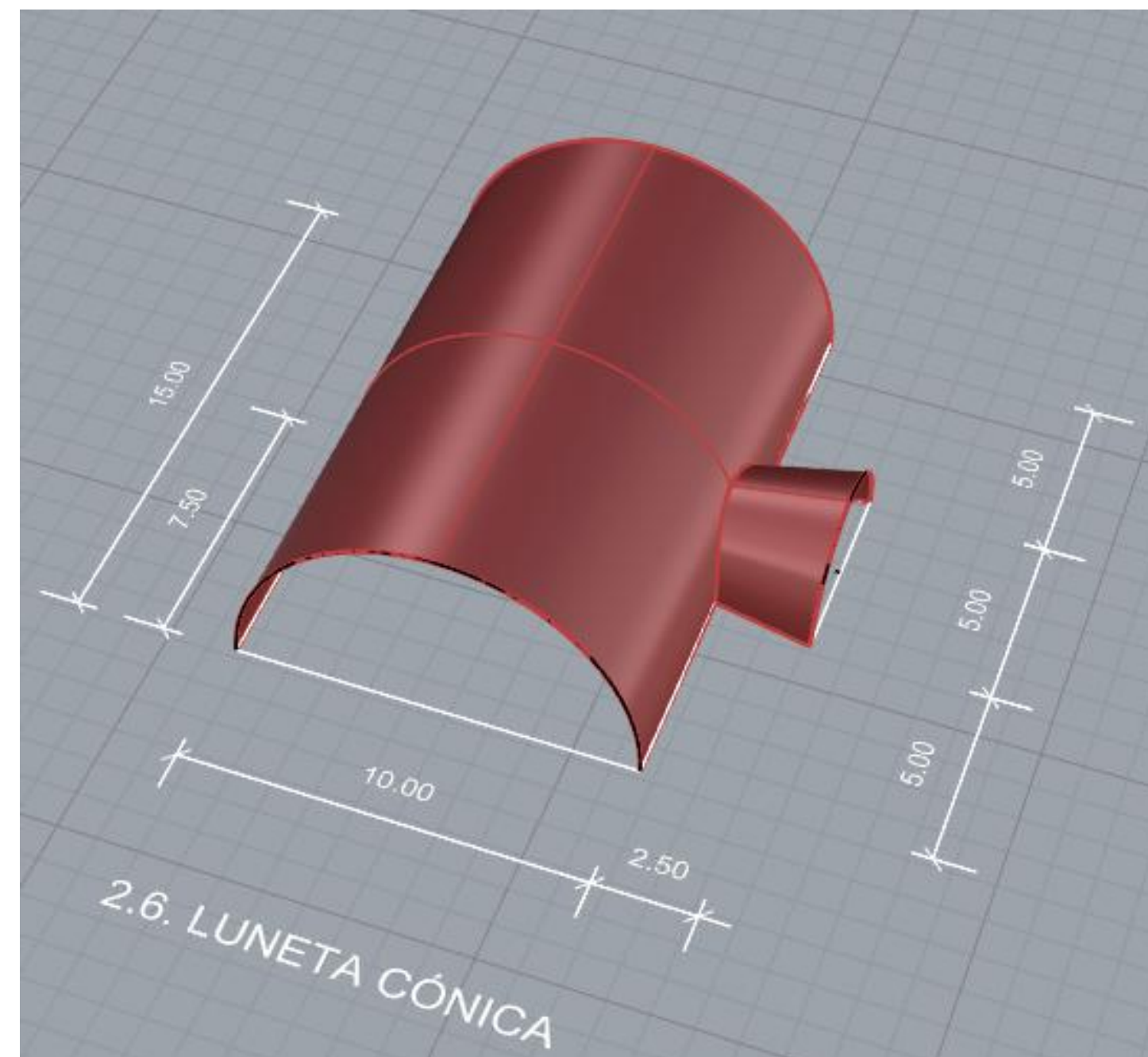
AULA-4 ABÓBODAS

Agora adicionamos o cone à mesma camada do resto da abóboda e fazemos “trim” das partes de que não precisamos.



AULA-4 ABÓBODAS

O resultado final deve ficar assim.->



AULA-4 ABÓBODAS

ABÓBODA TÓRICA

AULA-5 ABÓBODAS

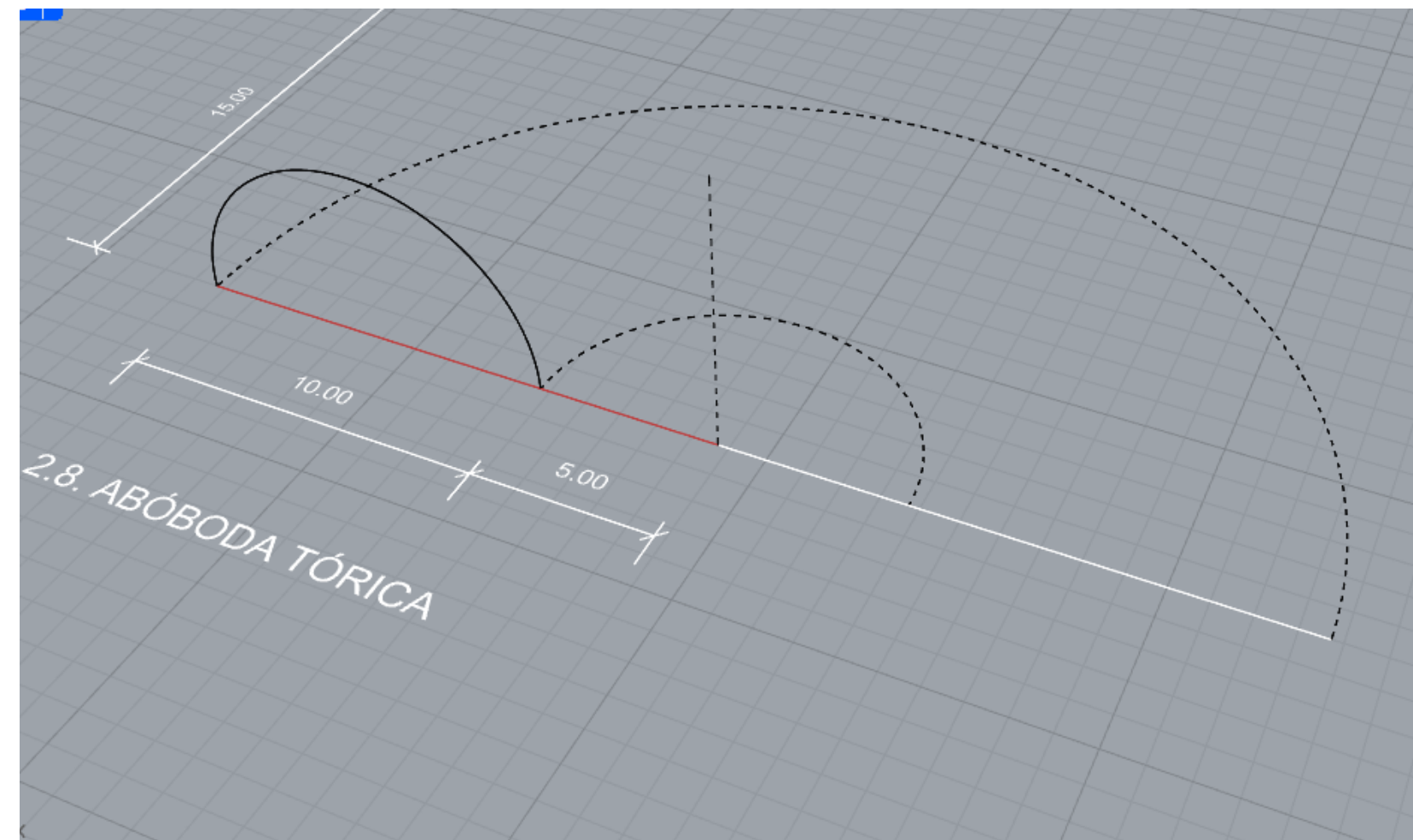
Primeiro desenhemos dois segmentos de reta na mesma direção, com comprimentos de 15 e de 10 unidades.(devemos cotar as retas).

Depois criamos uma semicircunferência vertical com o centro no midpoint da reta de 10.

Na extremidade da reta de 15 traçamos um segmento de reta vertical de 5 de comprimento.

A seguir fazemos uma reta de 15 também na mesma direção (representada a branco)

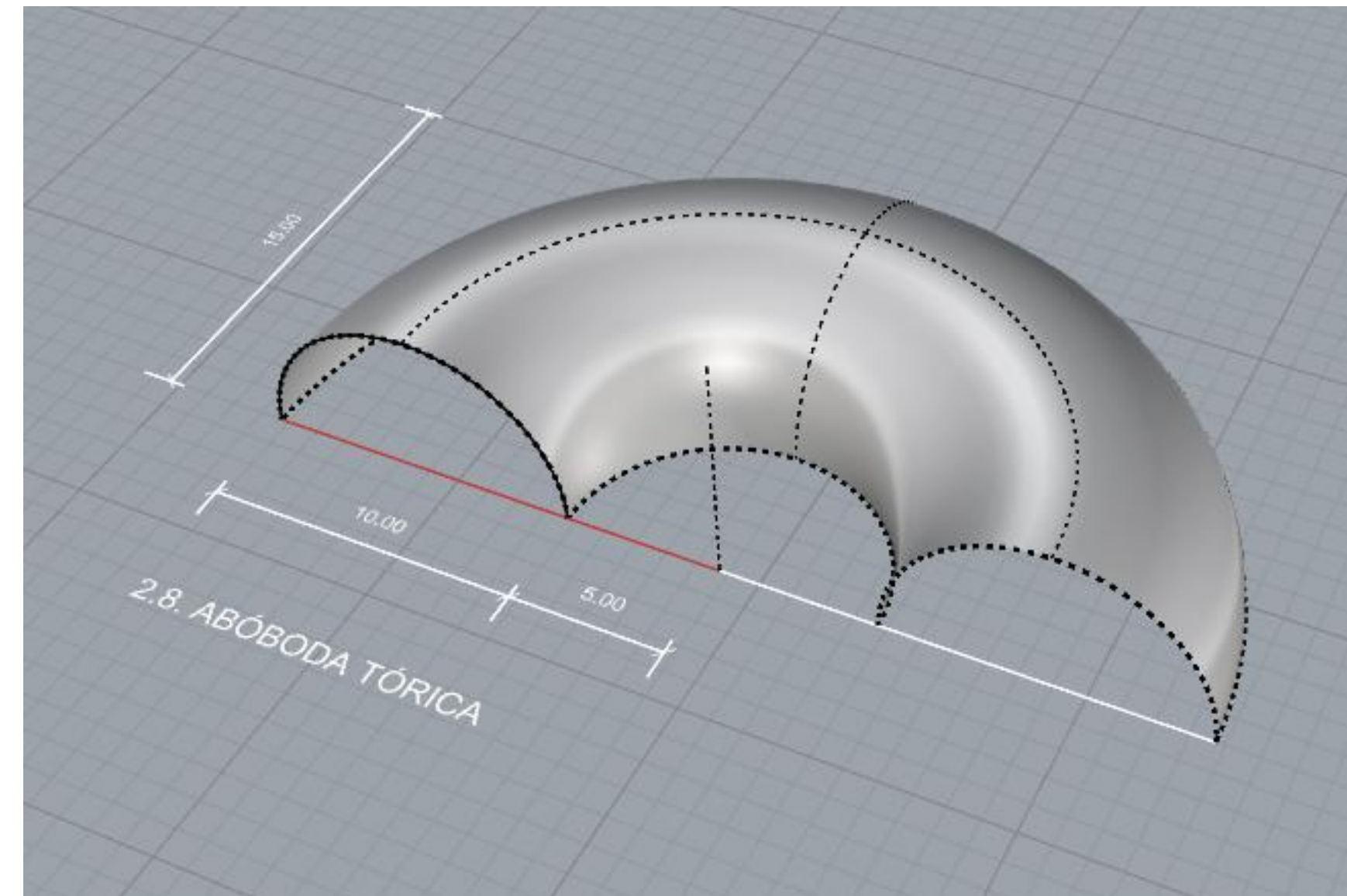
Tendo traçado todos os segmentos de reta, criamos dois semicírculos horizontais um com um raio de 5 e outro com um raio de 15, ambos com o centro no fim do segmento de 15.



AULA-5 ABÓBODAS

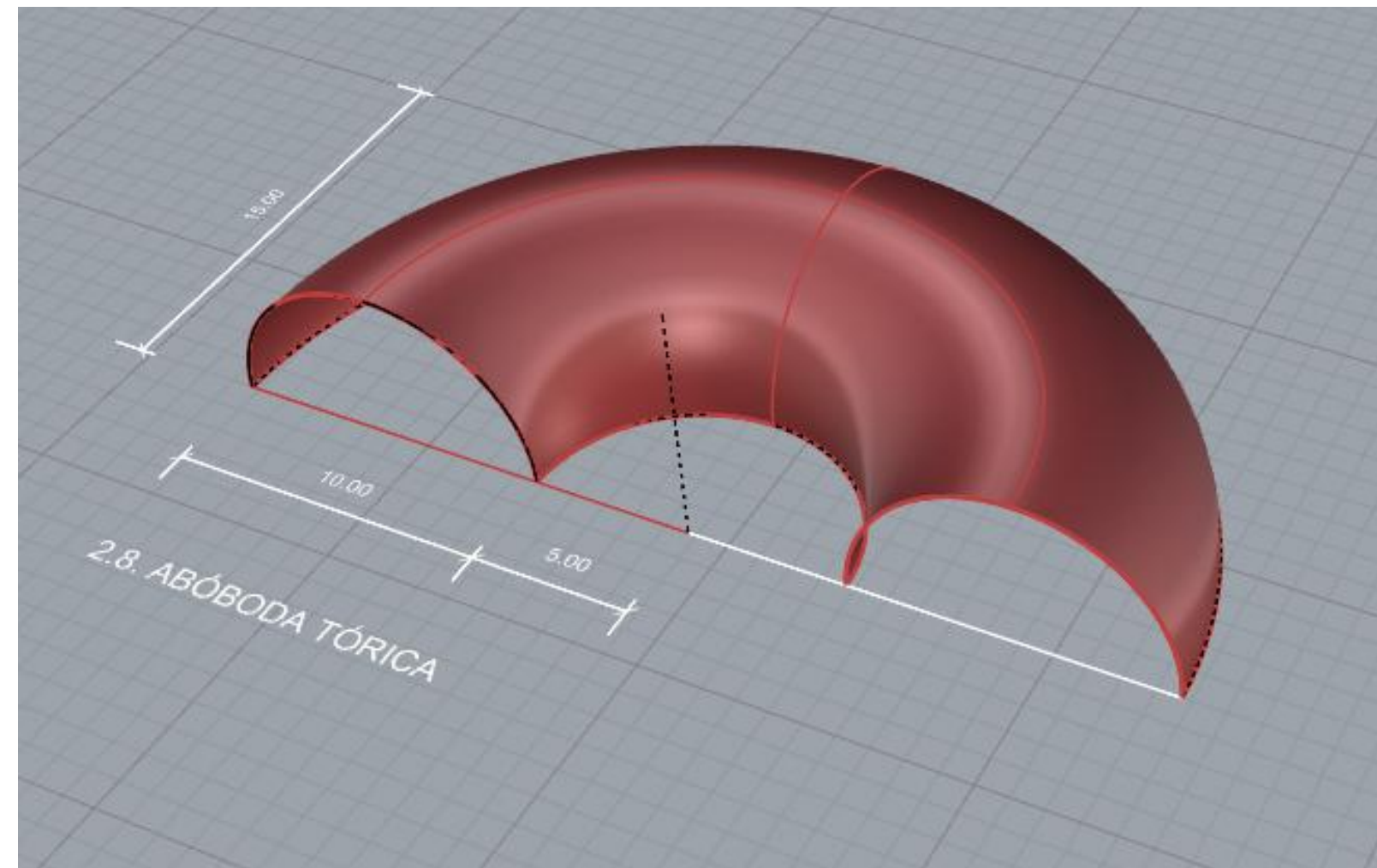
Por ultimo basta utilizar o comando rail revolve para criar a abóboda utilizando os semicírculos e a o segmento de reta vertical.

(selecionamos o semicírculo vertical como profile curve;
Um dos semicírculos horizontais como rail curve;
e o segmento de reta vertical como railrevolve axis)



AULA-5 ABÓBODAS

O resultado final ->



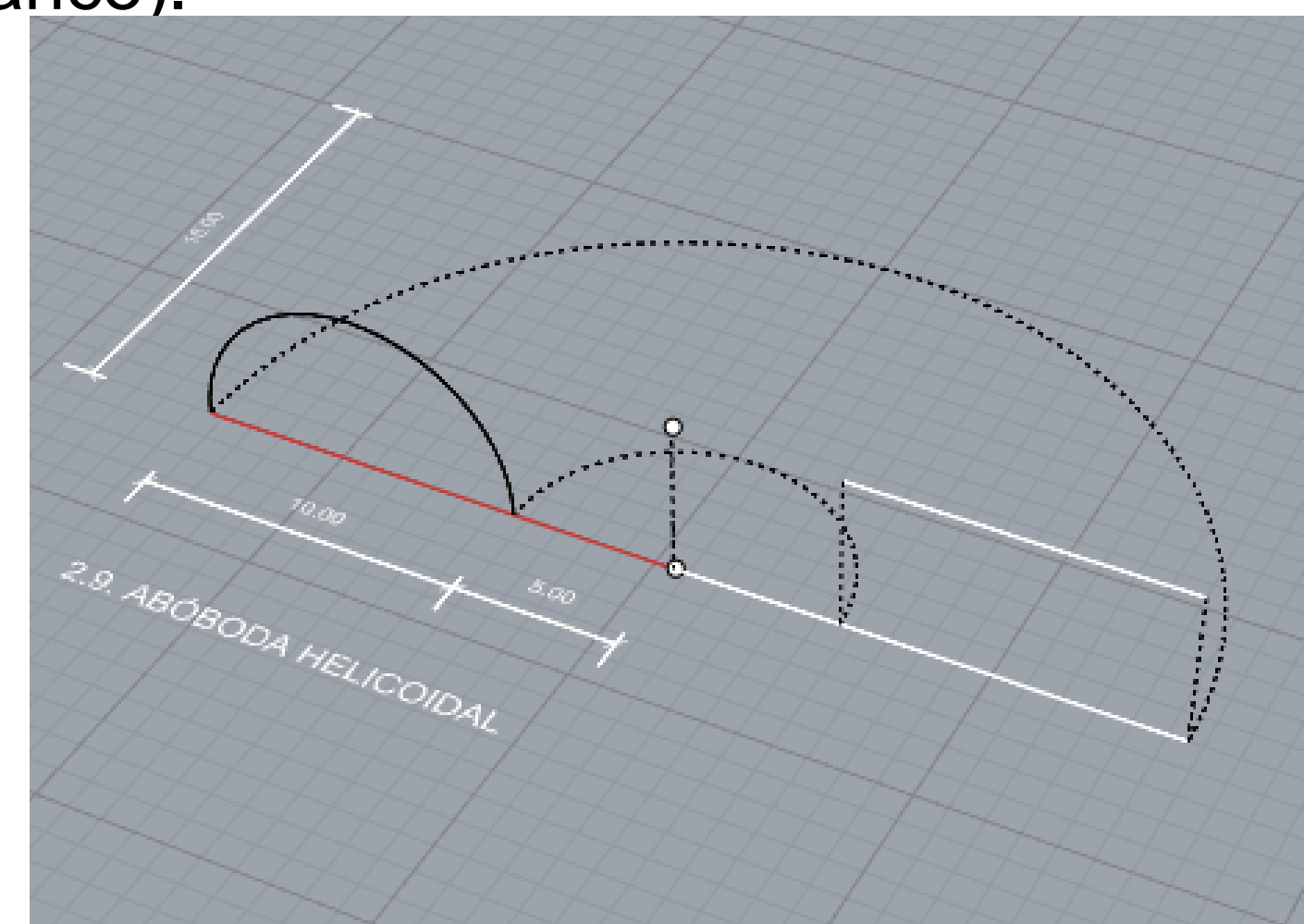
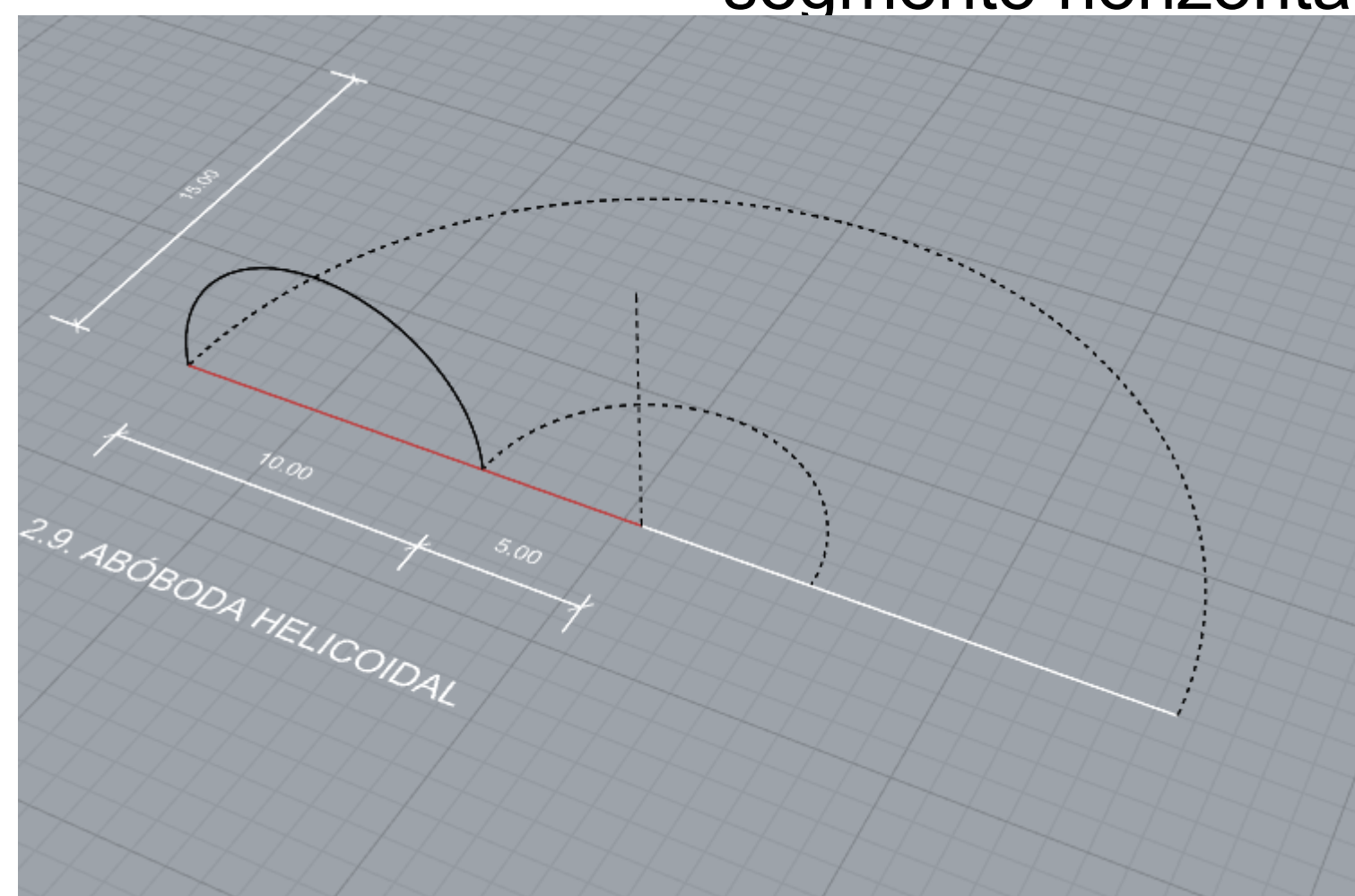
AULA-5 ABÓBODAS

ABÓBODA HELICOIDAL

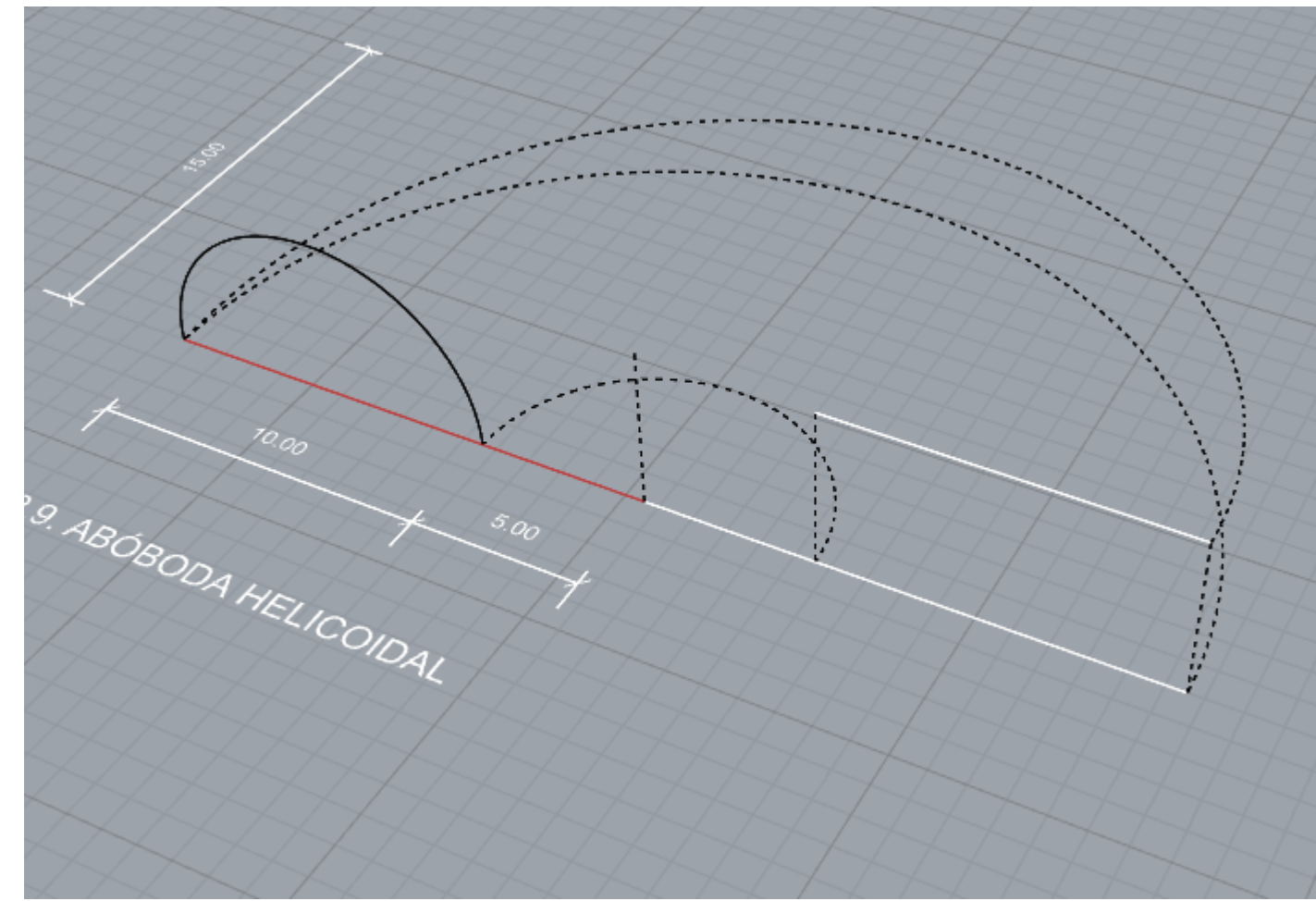
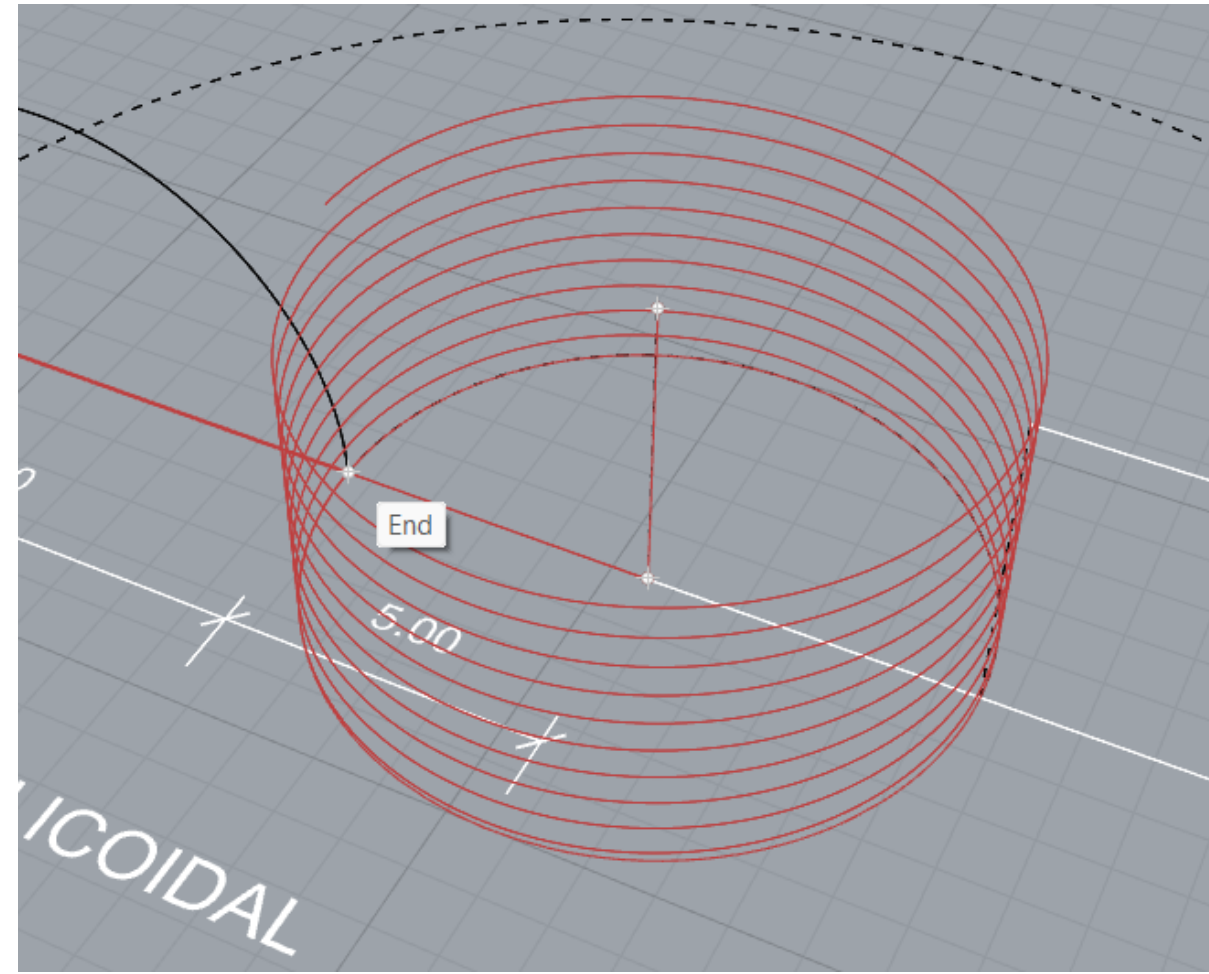
AULA-5 ABÓBODAS

Primeiro copiamos a abóboda tórica e apagamos abóboda, ficando só com a estrutura que utilizamos na sua construção.

Depois é preciso adicionar a esta estrutura, criamos nas duas extremidades do semicírculo (as que pertencem ao segmento de reta branco) dois segmentos de reta verticais com 5 de comprimento. E unimo-los com mais um segmento horizontal (branco).



AULA-5 ABÓBODAS

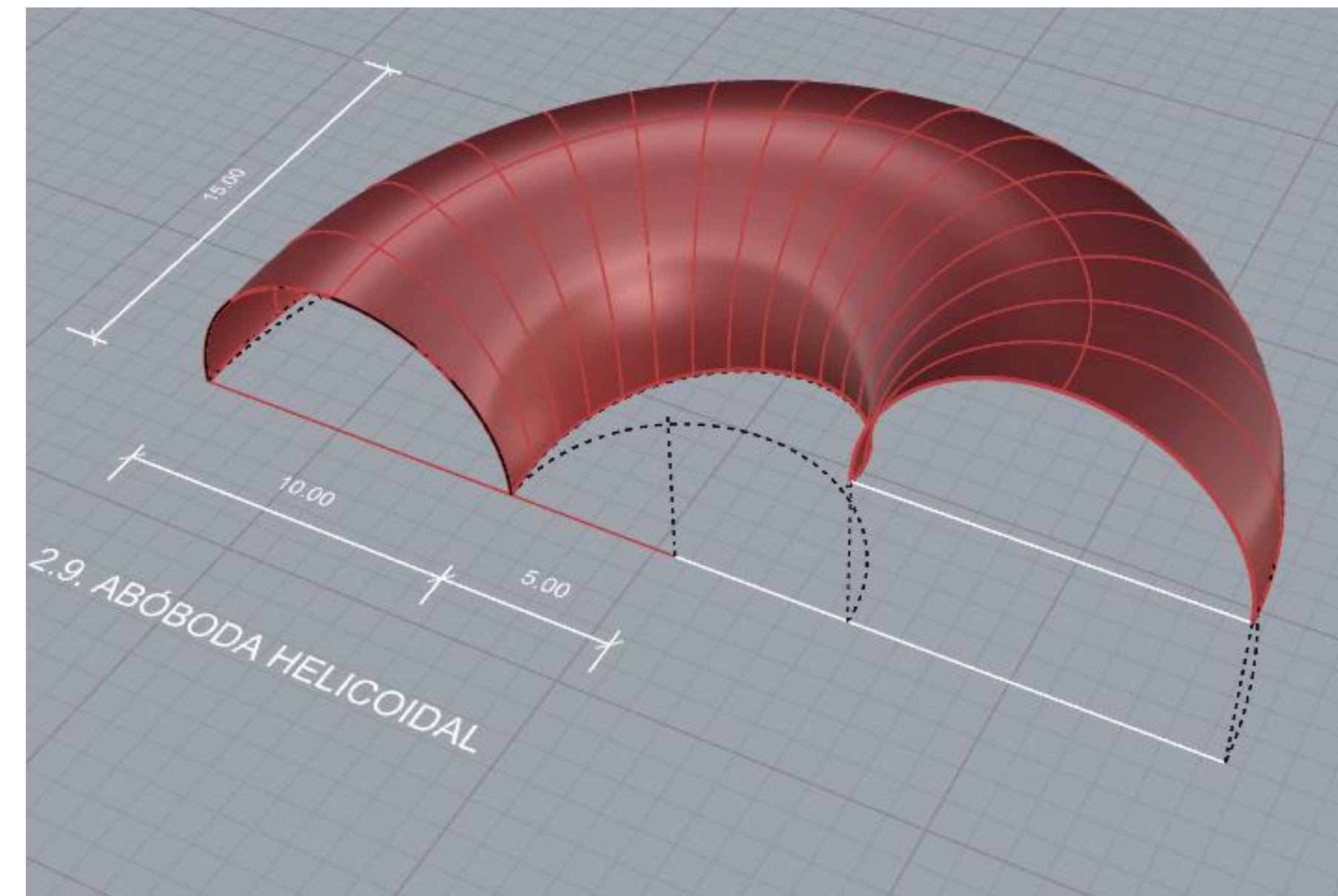


A seguir temos que criar uma nova rail curve para que o rail revolve possa ser feito num sentido ascendente e não horizontal.

Para isso vamos utilizar o comando “Helix” com um valor de 0.5 e com a variável reverse twistm, criando uma meia hélice como demonstrado na imagem da direita.

AULA-5 ABÓBODAS

Por ultimo só resta voltar a fazer o rail revolve exatamente da mesma forma, mudando só a rail curve para a hélice anteriormente construída, e temos a nossa abóboda helicoidal.



AULA-5 ABÓBODAS

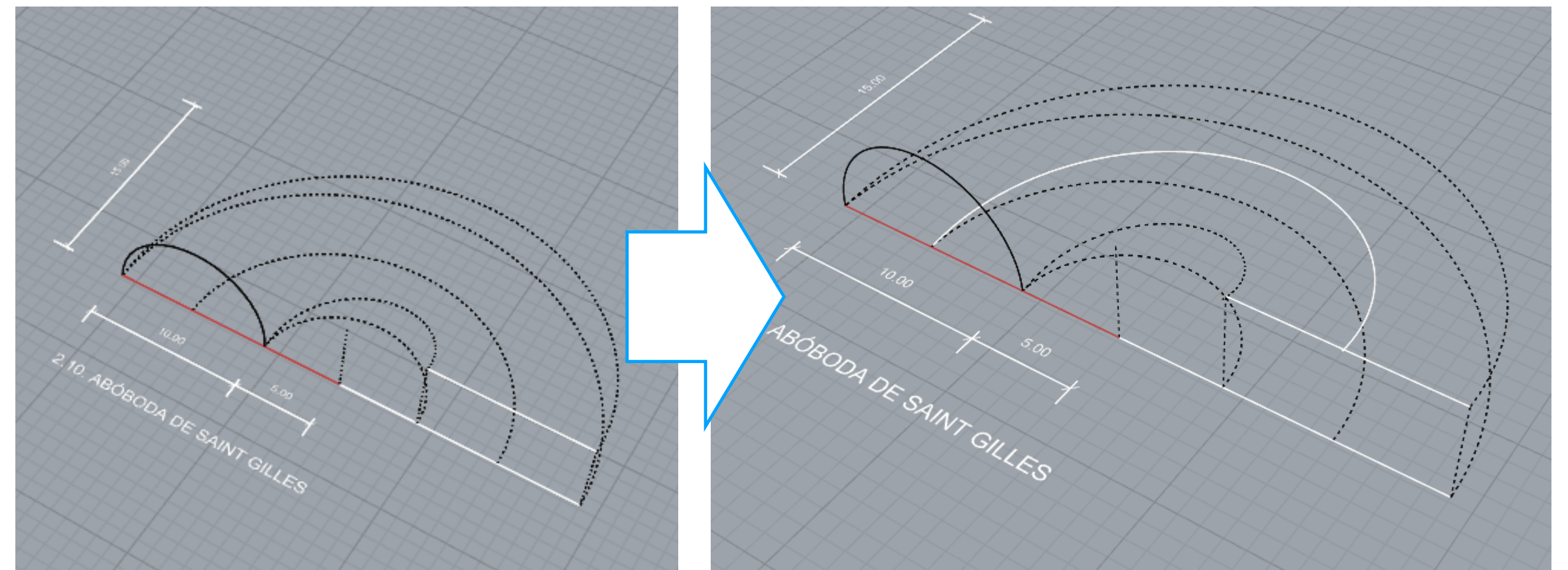
ABÓBODA DE SAINT GILLES

AULA-5 ABÓBODAS

A abóboda de saint gilles é ligeiramente diferente à abóboda helicoidal. A única diferença é que o semi-circulo gerador da abóboda é perpendicular aos eixos helicoidais em vez de ser perpendicular ao plano horizontal. Isto resulta numa ligeira diferença de altura da abóboda.

Começamos por fazer um semicírculo com centro no na interceção entre a reta branca de 15 e a reta vermelha de 5 e com um raio de dez, para que o centro do semicírculo vertical gerador da abóboda helicoidal faça parte dos pontos do semicírculo.

Depois criamos uma helice igual à criada anteriormente para servir de railcurve na abóboda helicoidal, só que fazemos com que esta helice comece no centro do semicírculo vertical e acabe no mid point do segmento de reta que une as duas extremidades dos segmentos verticais de 5 mais à direita.



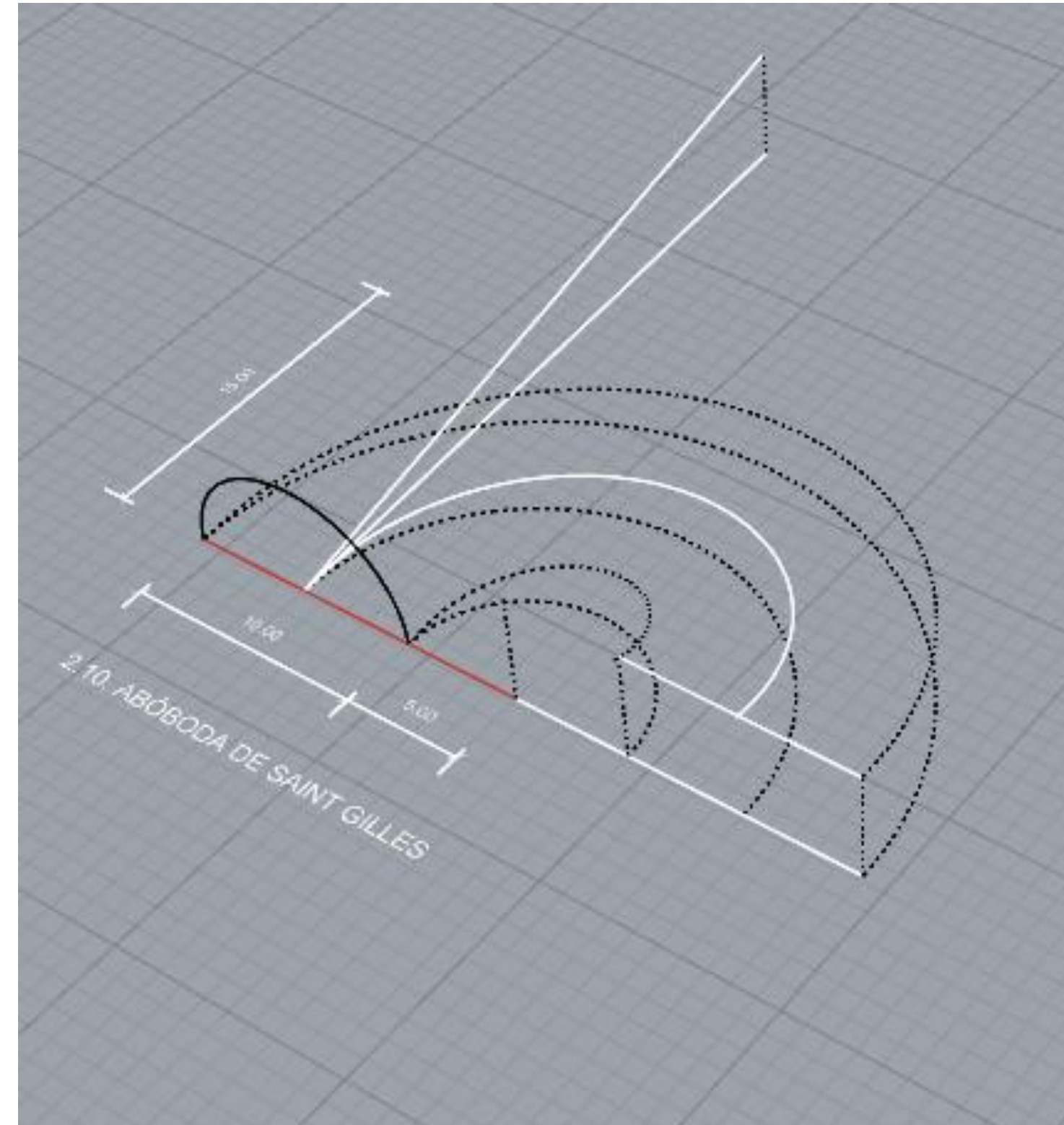
AULA-5 ABÓBODAS

Agora precisamos de criar o novo semicírculo gerador da abóboda, que em vez de ser como o anterior, deve ser perpendicular à hélice que acabámos de criar.

Por isso bem utilizamos o comando list para sabermos o comprimento do ultimo semicírculo a ser criado (que tem um raio de 10) e criamos um segmento de reta horizontal com o mesmo comprimento. Este segmento deve ser perpendicular a todos os outros anteriormente construídos e deve ter inicio no mesmo no centro do semicírculo horizontal.

Tendo traçado este segmento, na sua outra extremidade mais distante traçamos um segmento de reta vertical com um comprimento de 5.

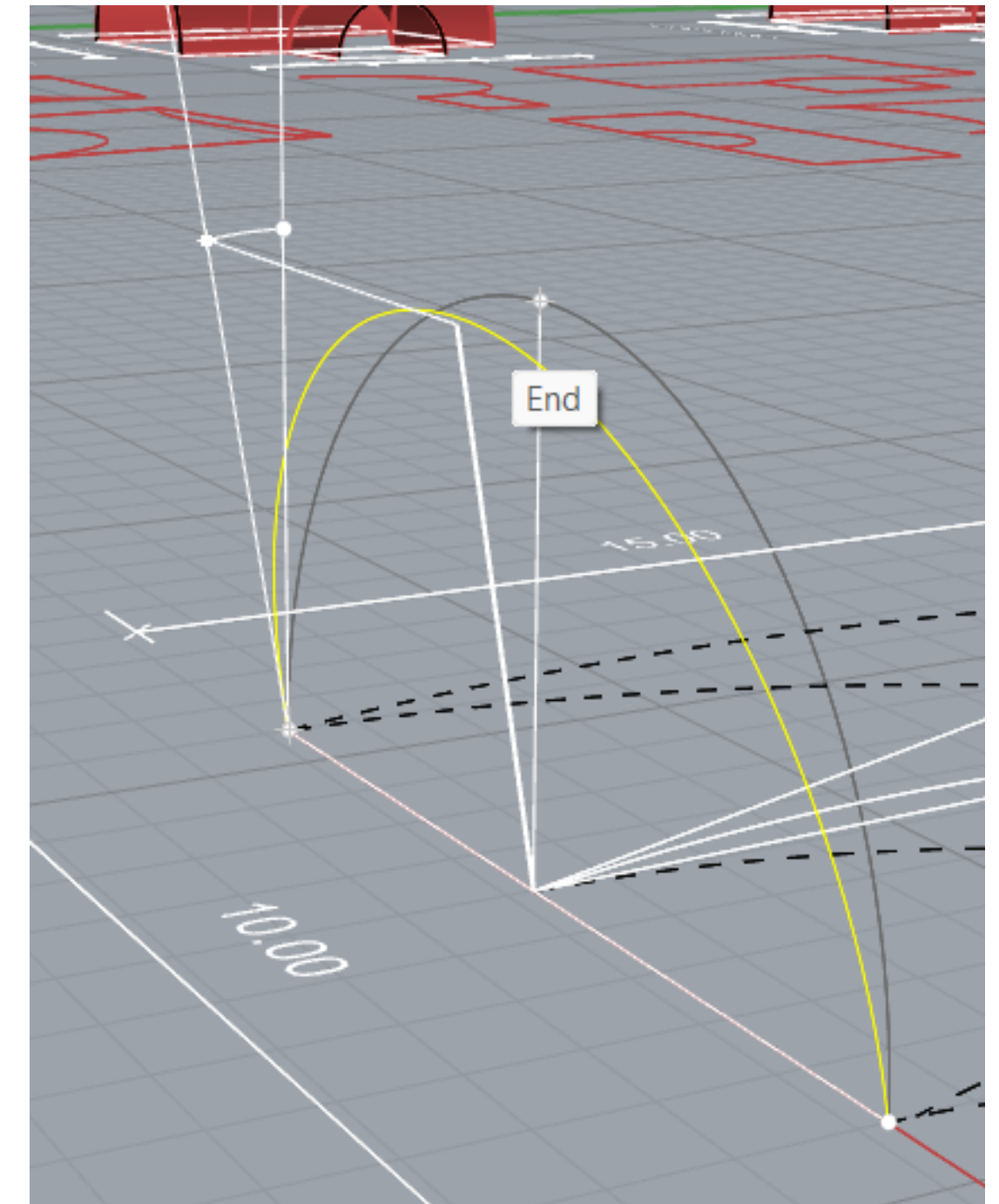
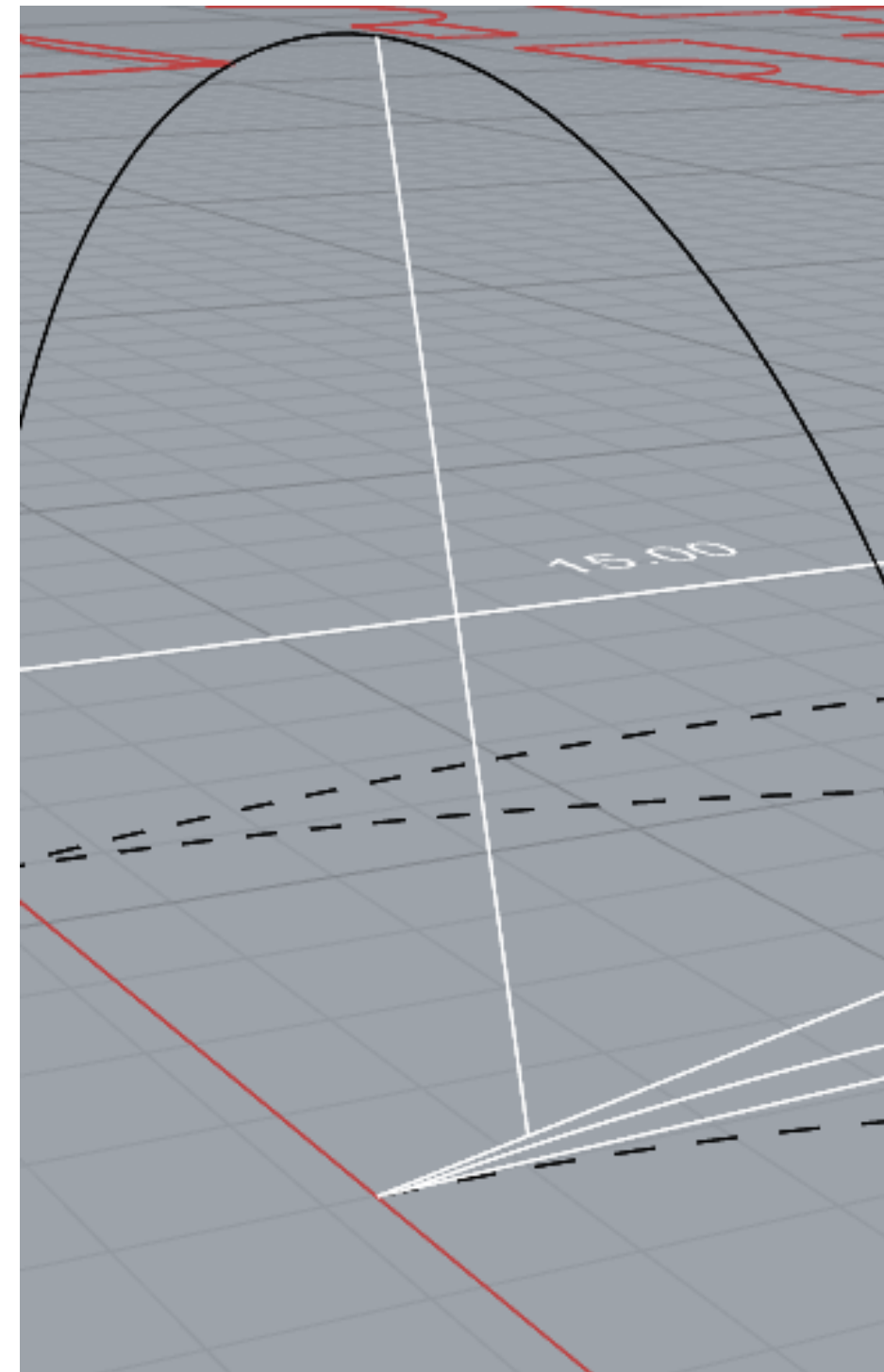
Agora unimos o ponto superior deste segmento de reta vertical ao centro do semicírculo vertical.



AULA-5 ABÓBODAS

De seguida traçamos um segmento que tenha começo no midpoint do semicírculo e que intercete perpendicularmente a reta que une o centro do mesmo e o segmento de reta vertical.

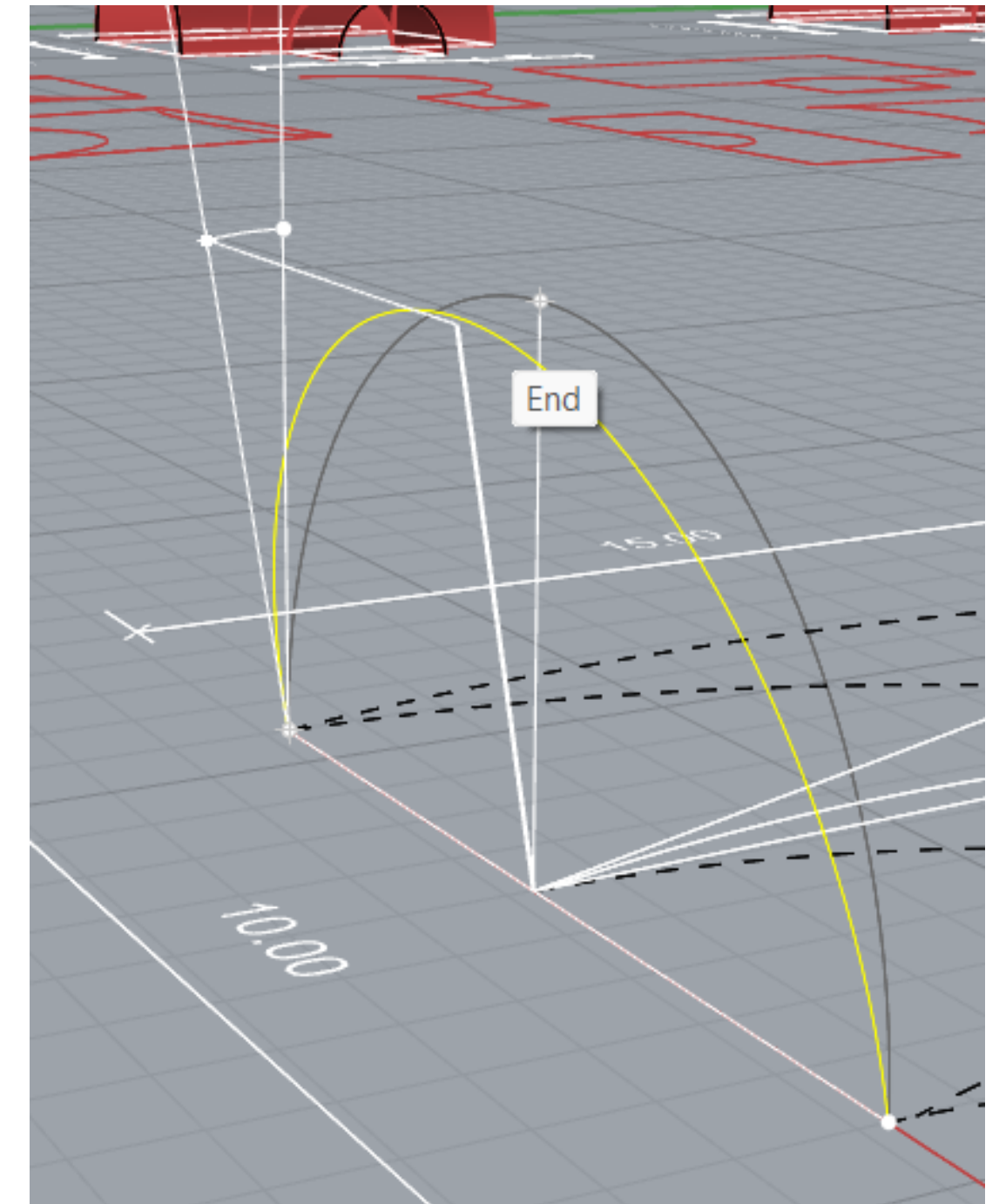
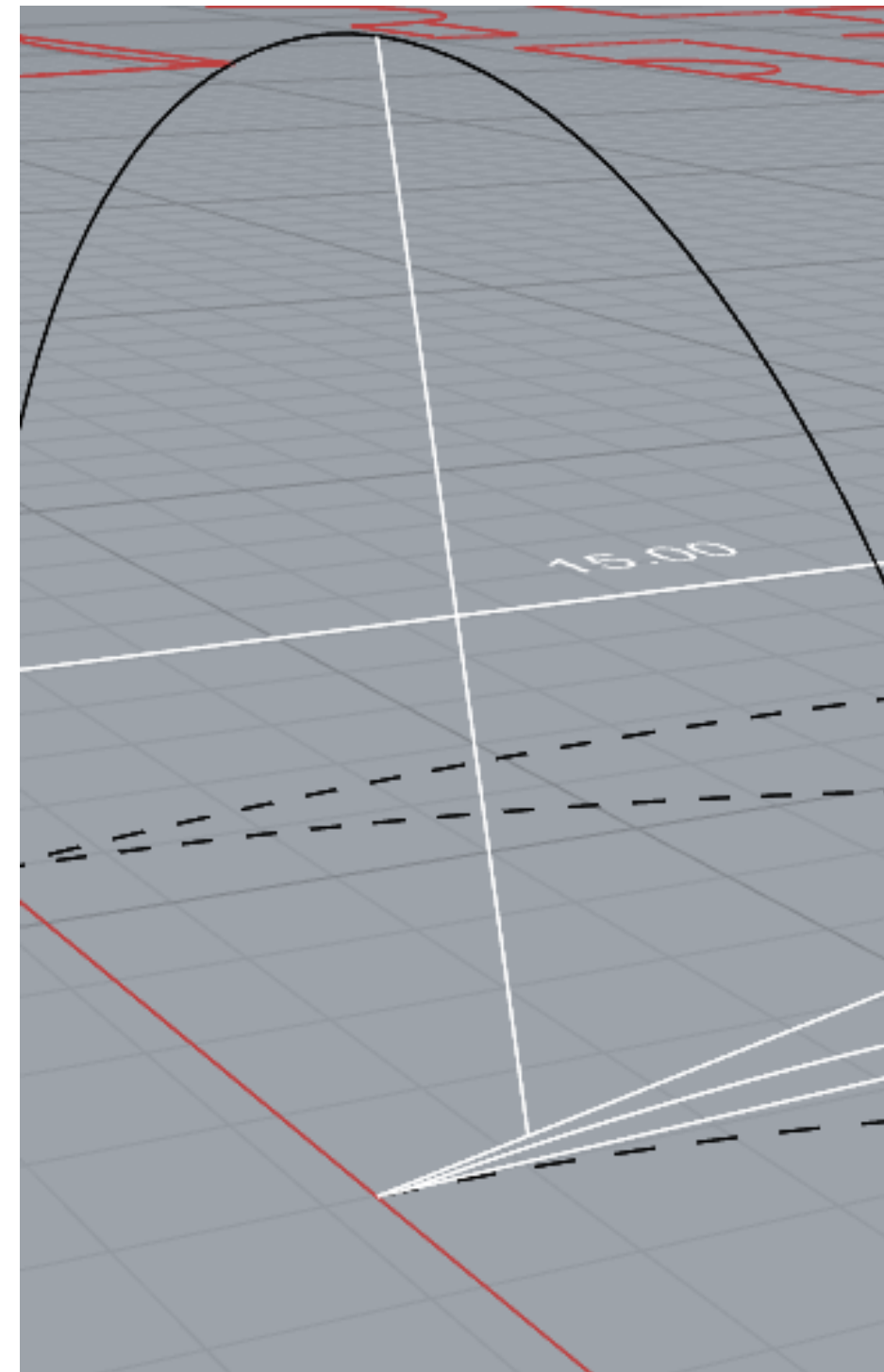
Depois de traçarmos este segmento devemos fazer um move para que o ponto que intercetava a o segmento de reta passe a pertencer ao centro do semicírculo. Fazemos isto para podermos agora fazer um 3drotate do semicírculo e colocá-lo no angulo certo.



AULA-5 ABÓBODAS

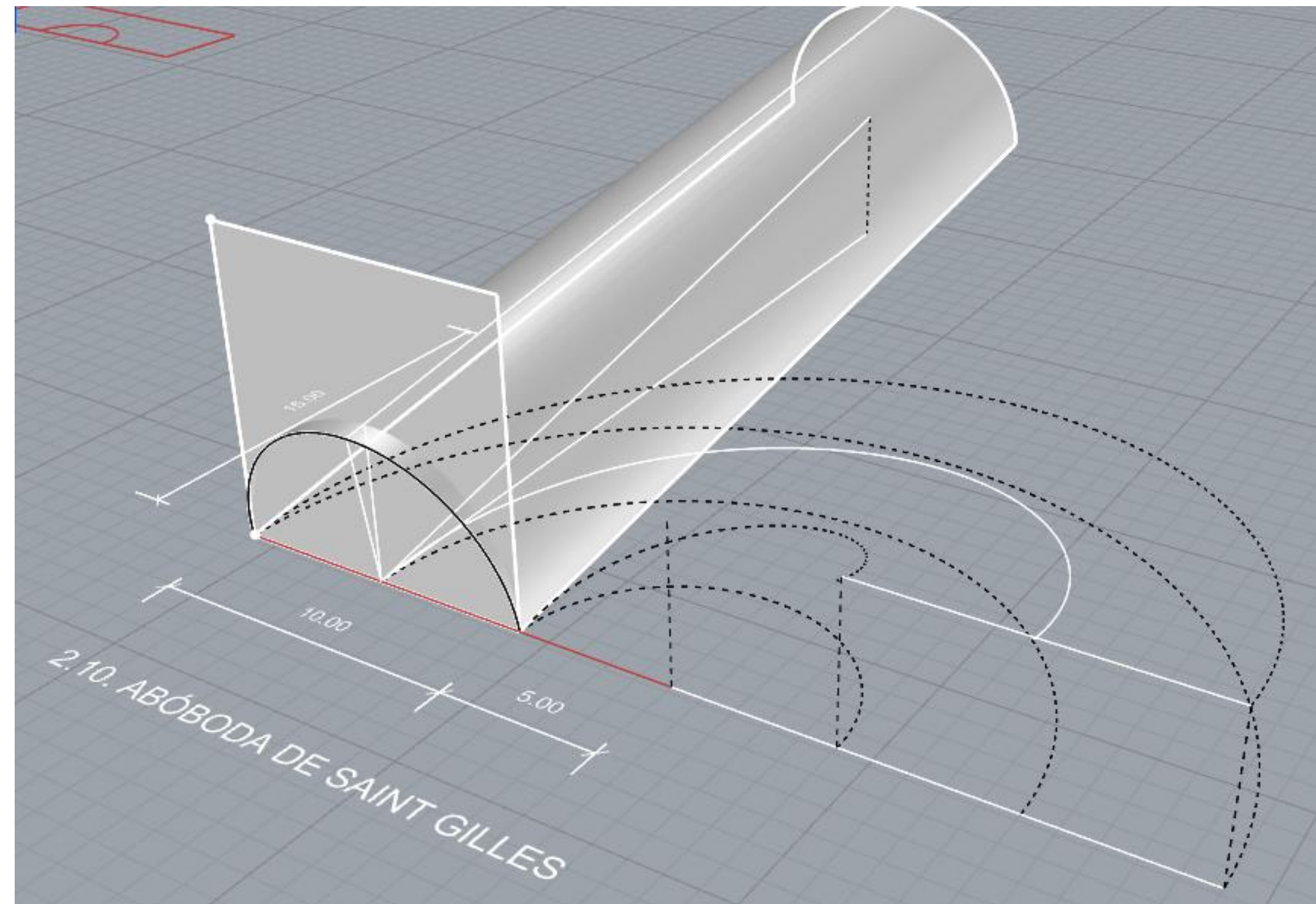
De seguida traçamos um segmento que tenha começo no midpoint do semicírculo e que intercete perpendicularmente a reta que une o centro do mesmo e o segmento de reta vertical.

Depois de traçarmos este segmento devemos fazer um move para que o ponto que intercetava a o segmento de reta passe a pertencer ao centro do semicírculo. Fazemos isto para podermos agora fazer um 3drotate do semicírculo e colocá-lo no angulo certo.



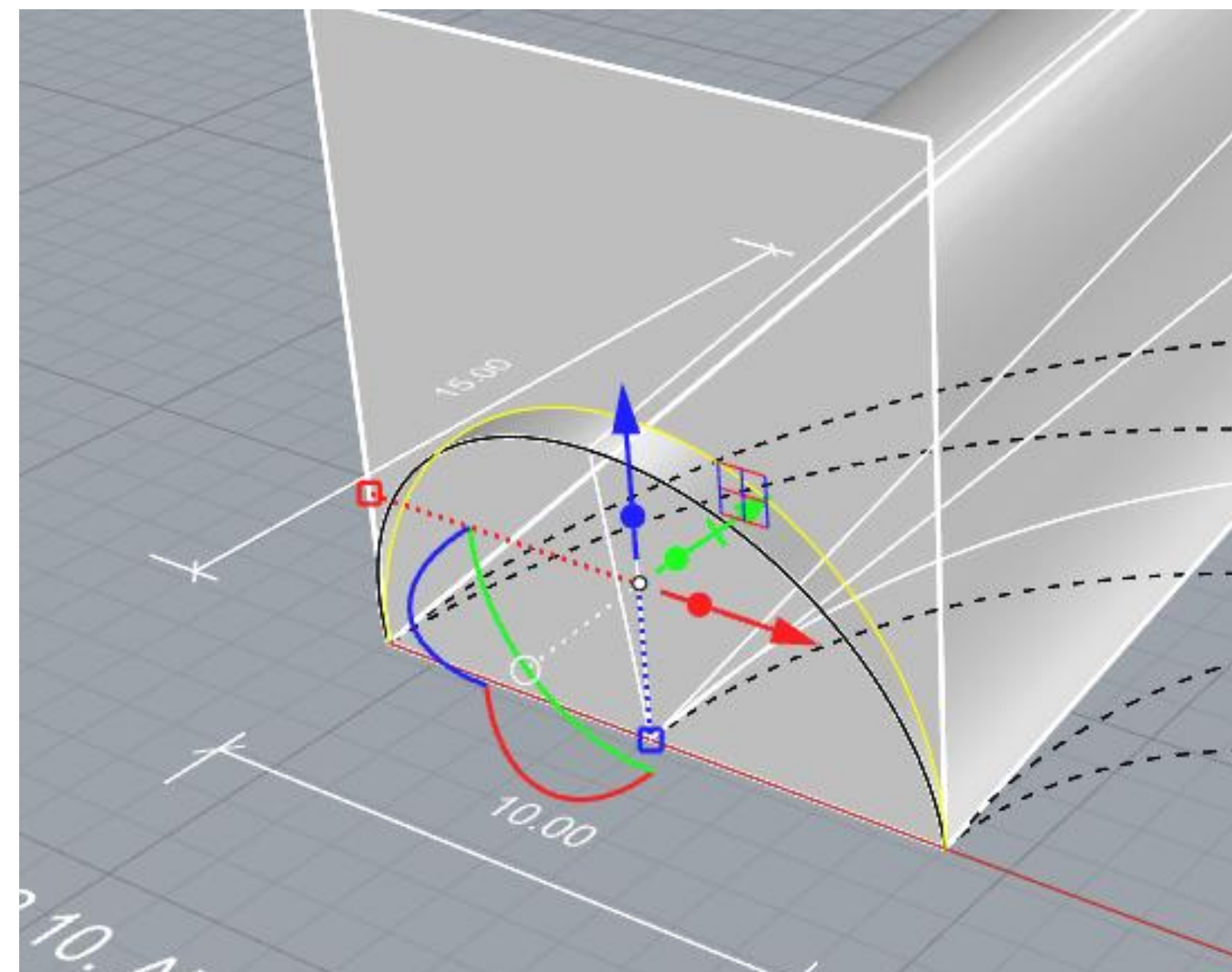
AULA-5 ABÓBODAS

Tendo o semicírculo a fazer 90 graus com a os eixos da abóboda (as hélices) temos de fazer extrude do mesmo. A seguir fazemos extrude do segmento de reta de dez que une ambas as extremidades do semicírculo.



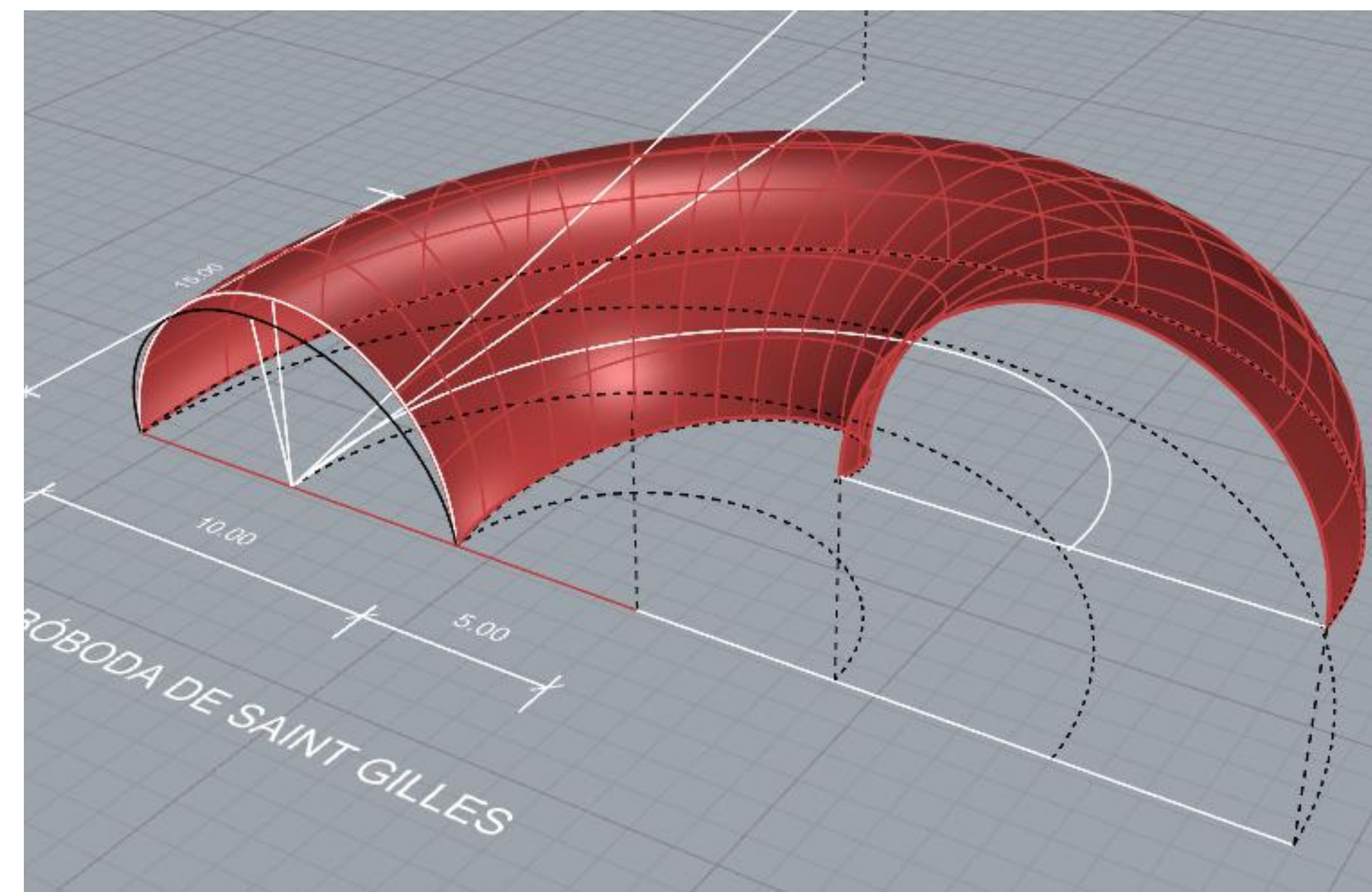
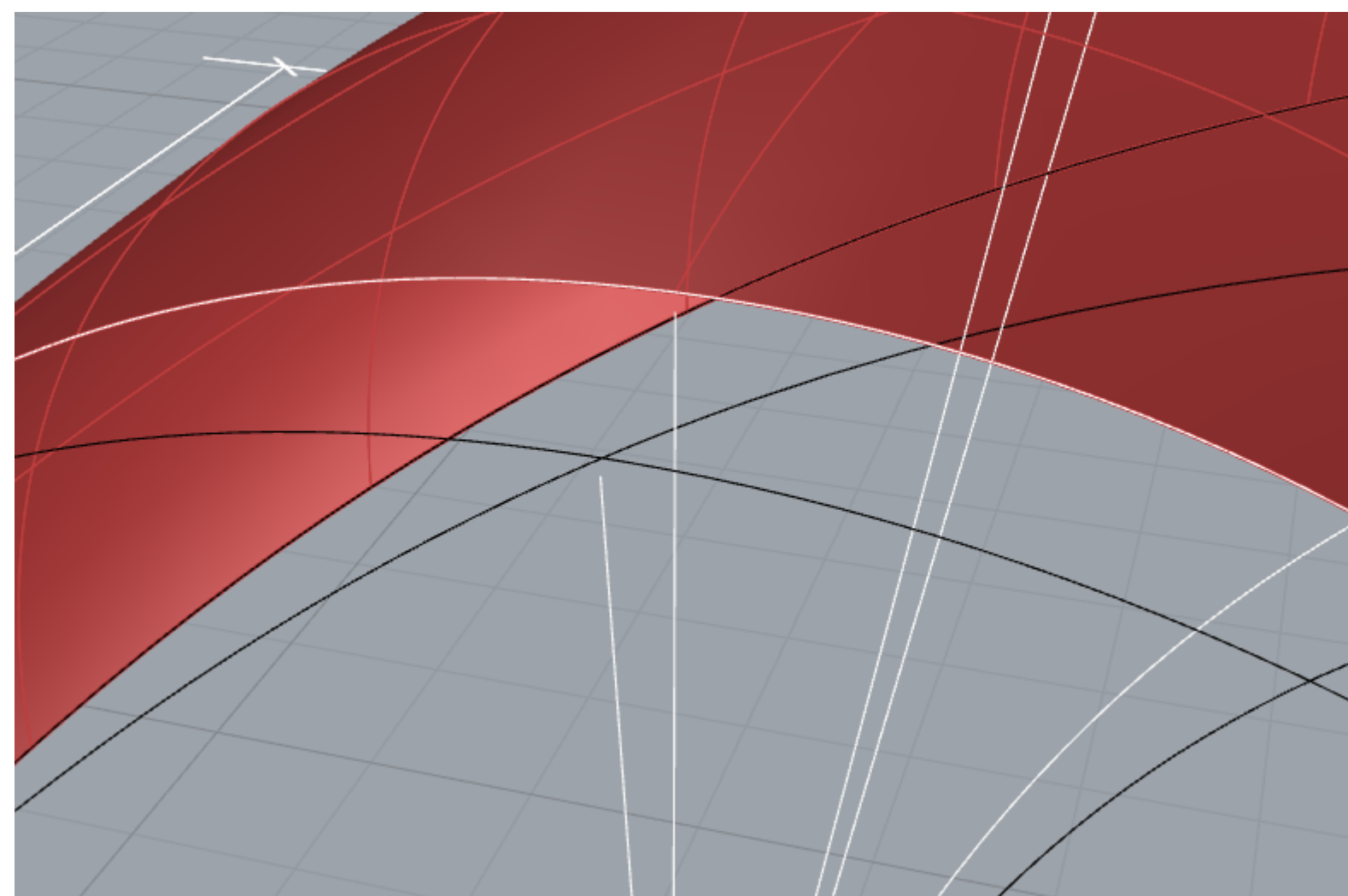
AULA-5 ABÓBODAS

Depois fazemos intersect entre os dois extrudes e isso
vais-nos dar o semicírculo gerador da abóboda.

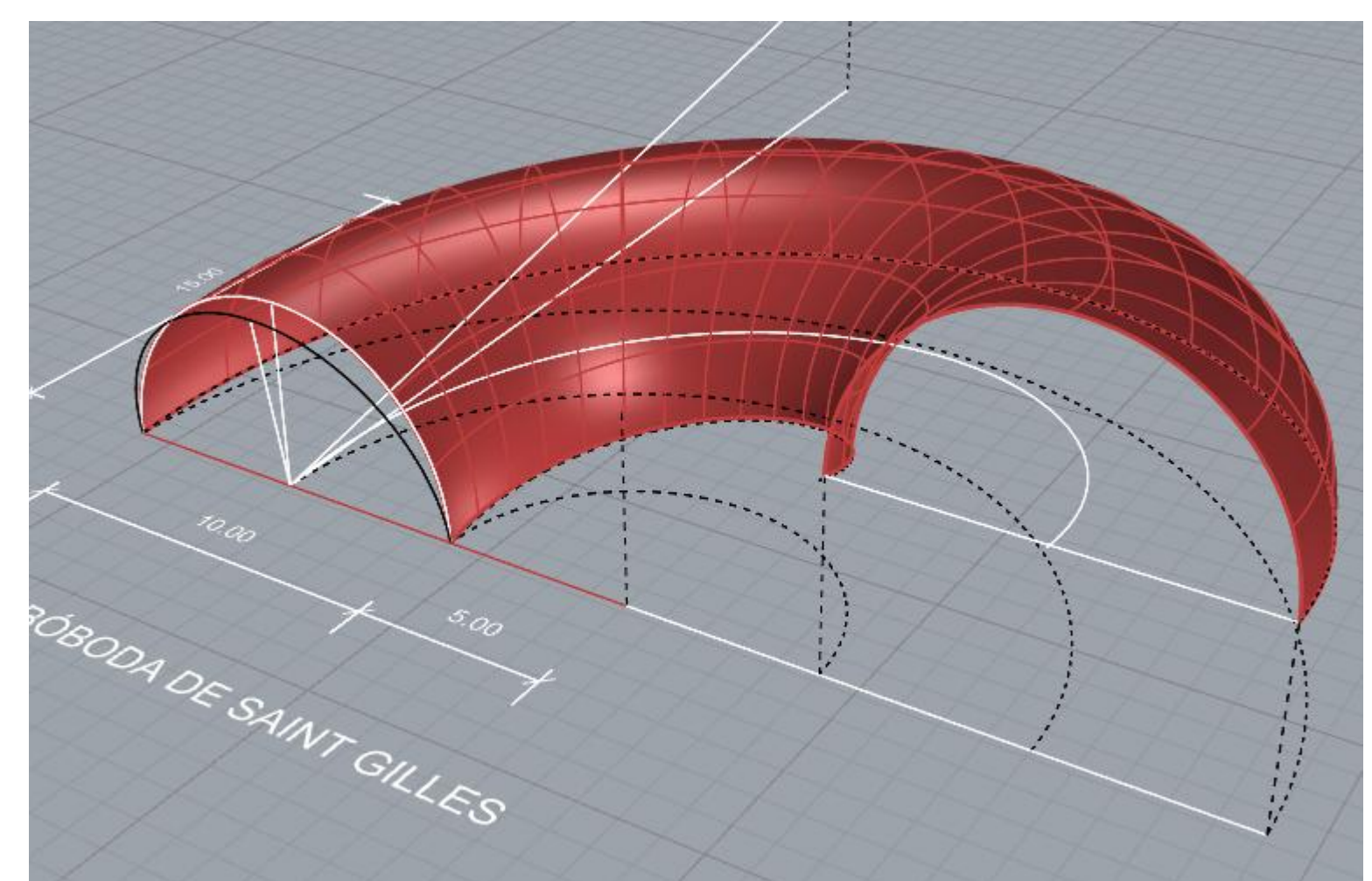
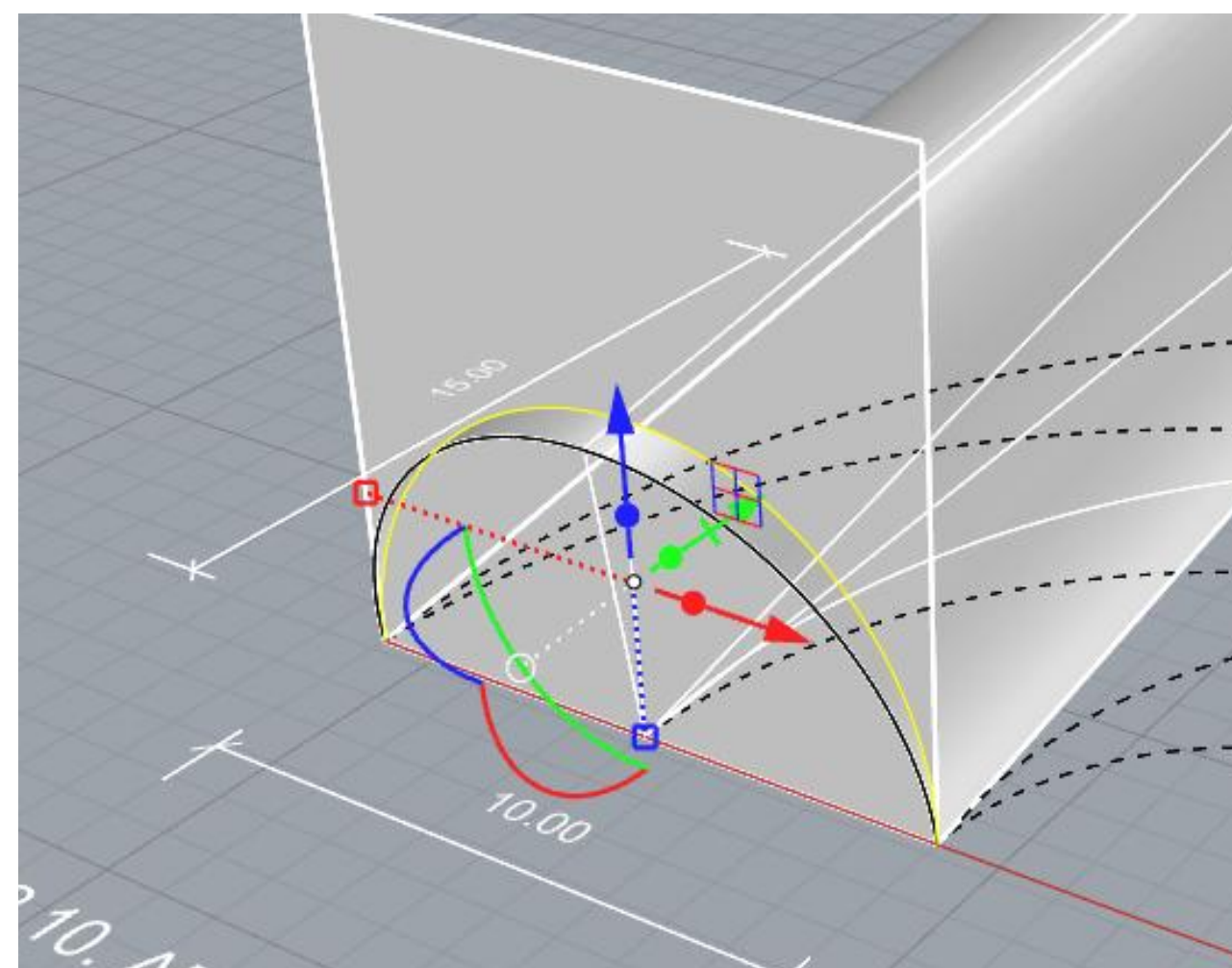
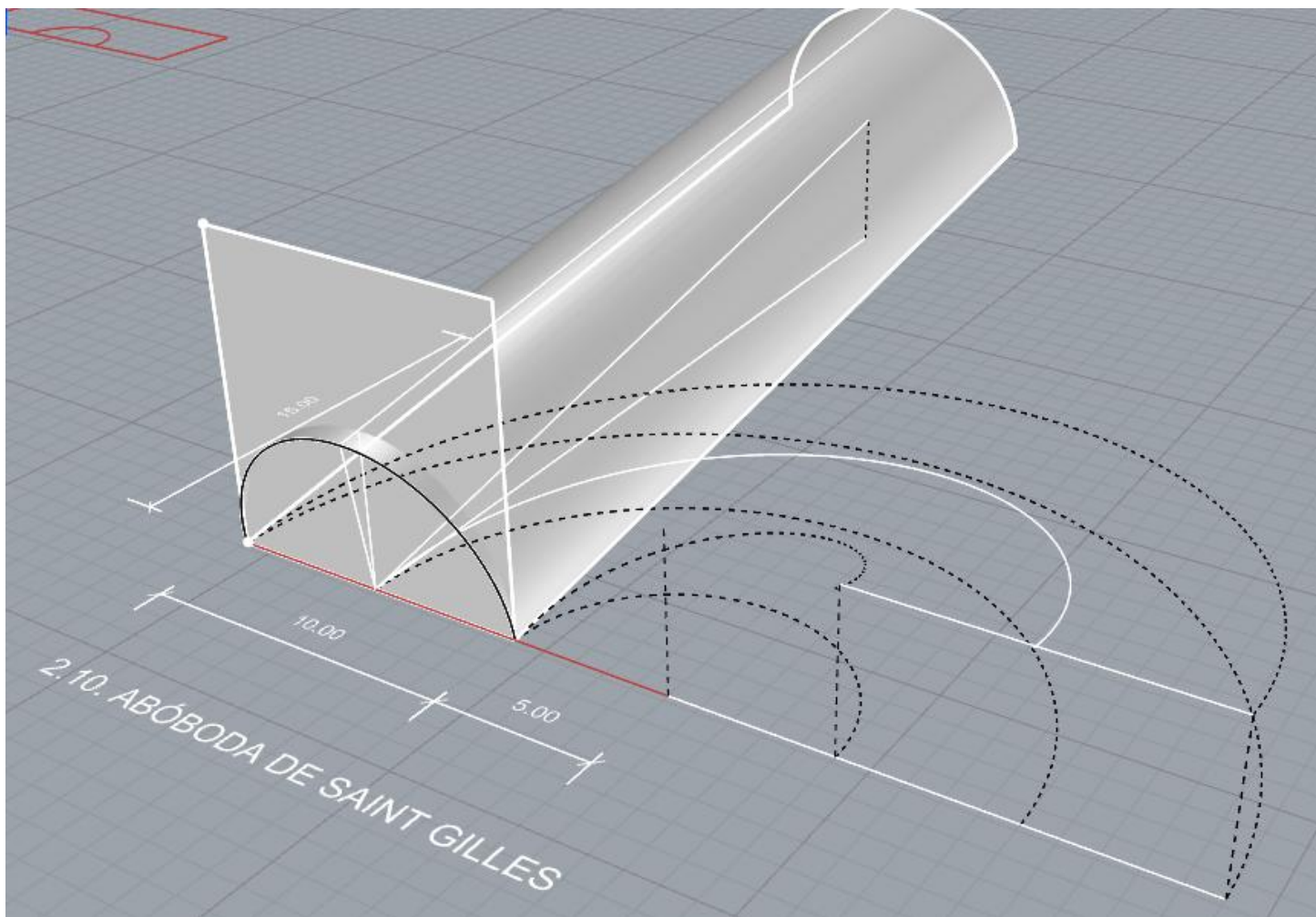


AULA-5 ABÓBODAS

Falta só apagar os dois extrudes e fazer o rail revolve do
semicírculo novo.
Como podemos ver existe uma ligeira diferença na altura.

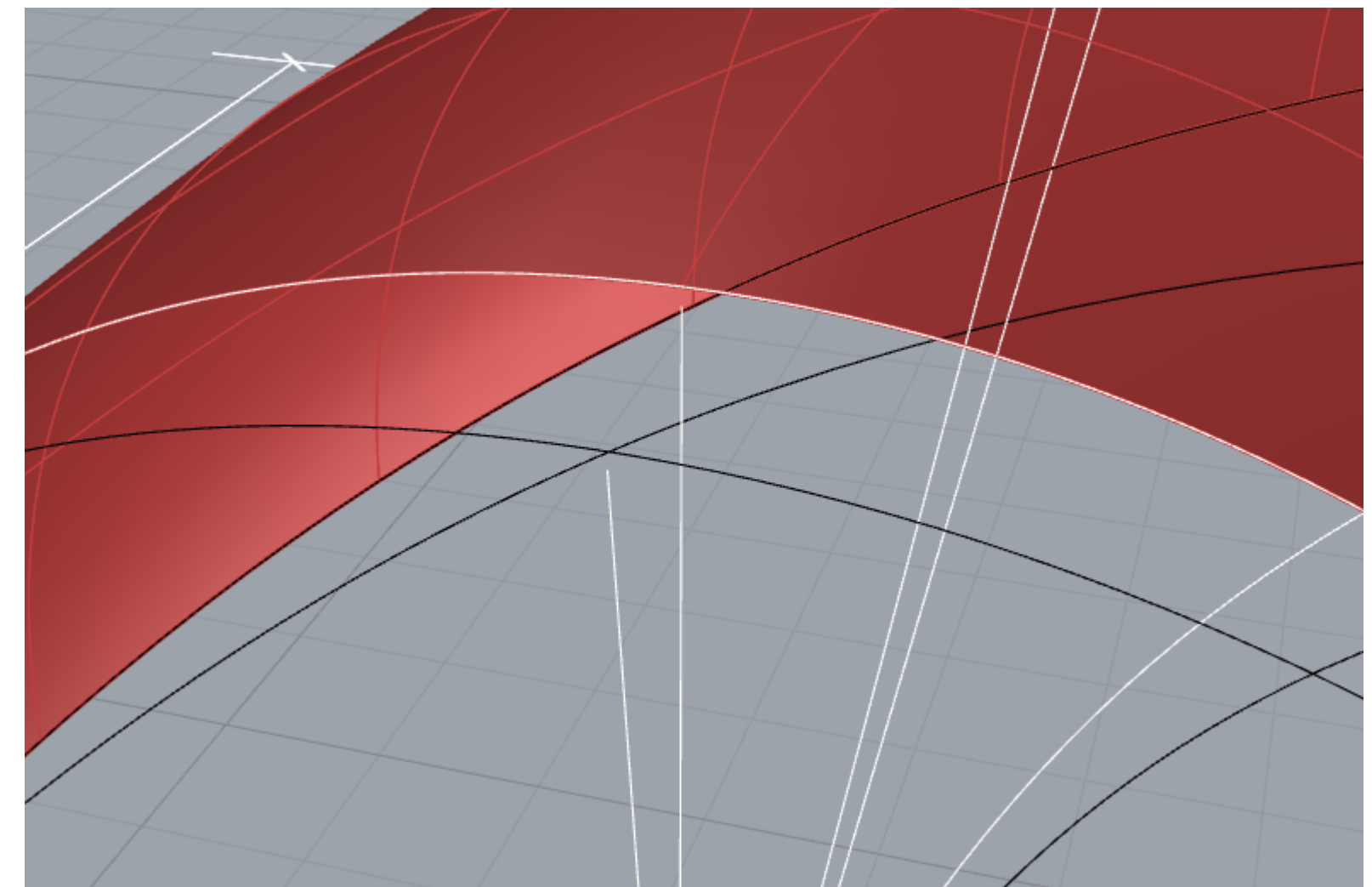


AULA-5 ABÓBODAS



VER O COMPRIMENTO DA CURVA COM O COMANDO LIST.

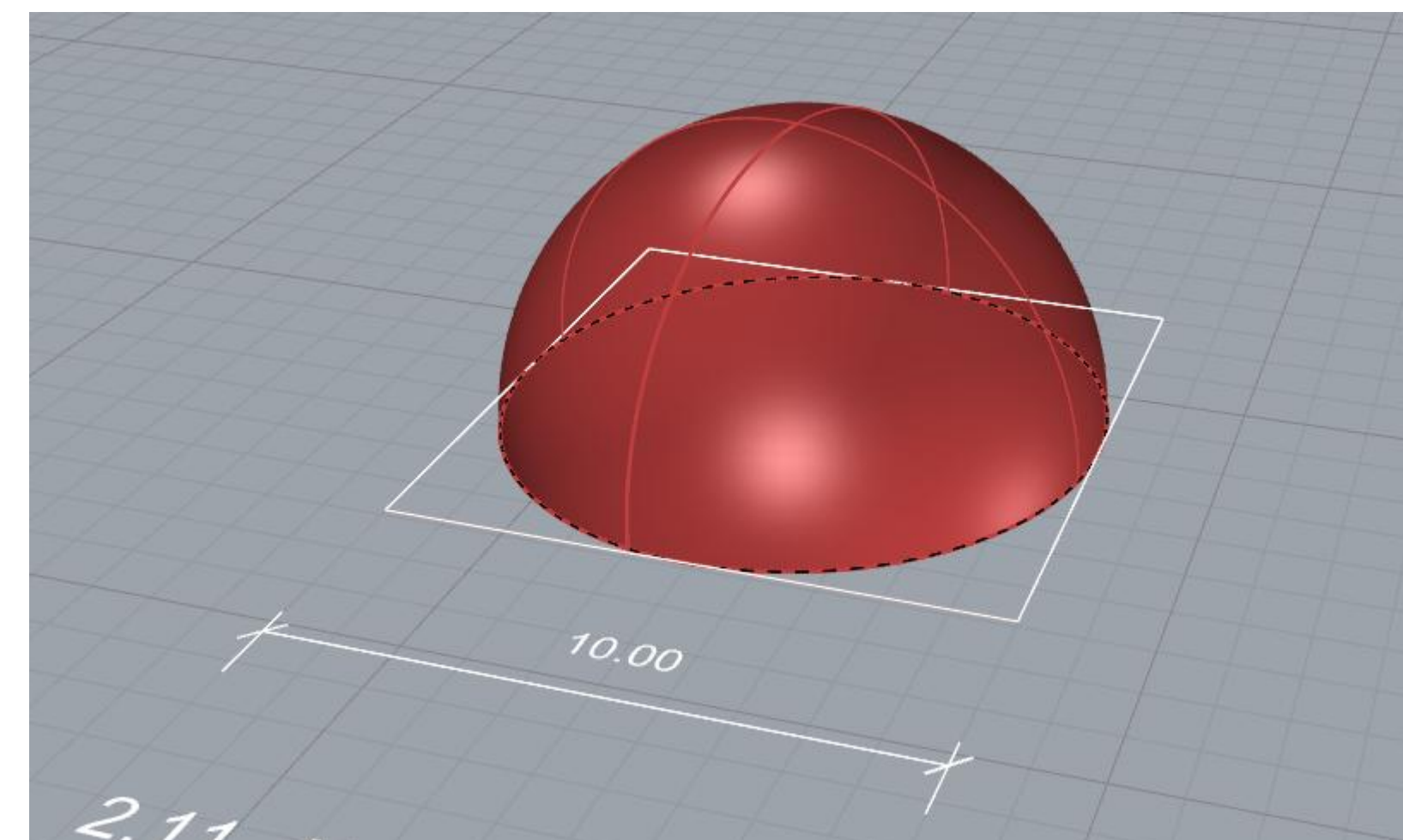
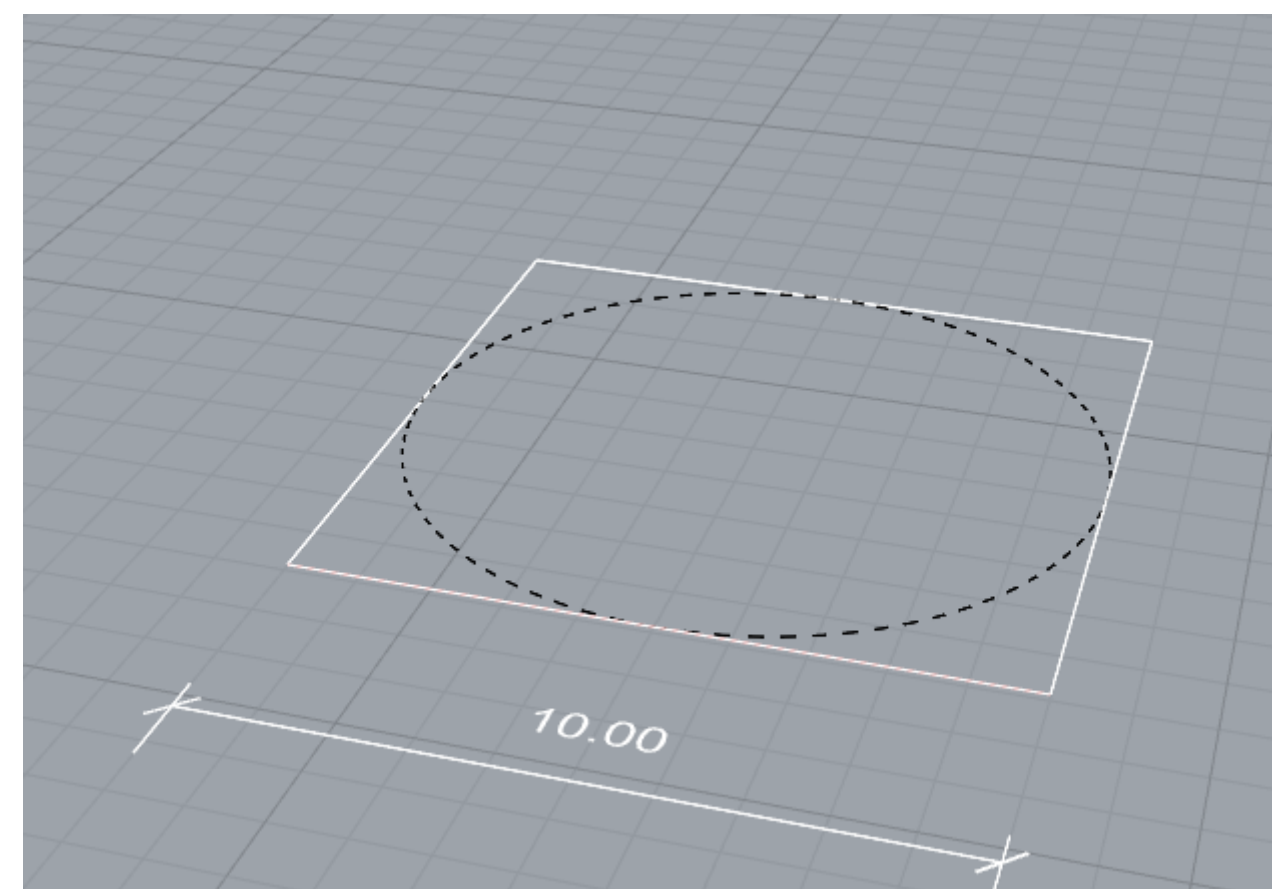
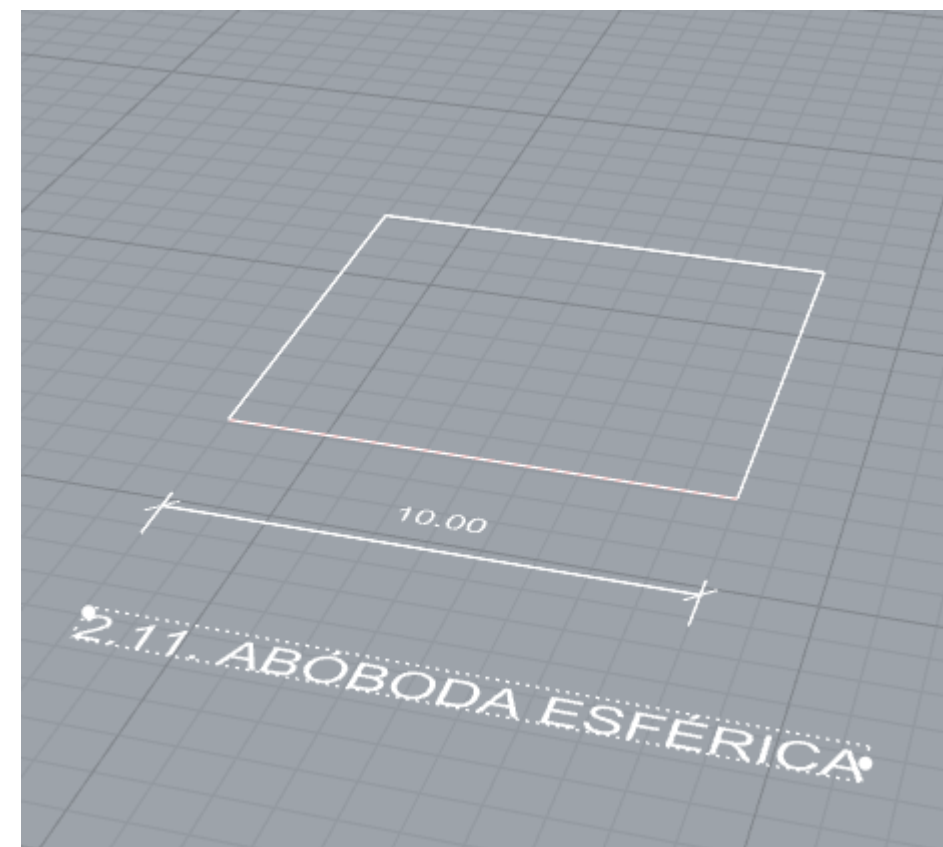
DEPOIS FAZER UMA RETA HORIZONTAL PERPENDICULAR À RETA DE 10. A RETA DEVE TER O COMPRIMENTO DA PROJEÇÃO HORIZONTAL DA LINHA MÉDIA DA RAMPA (SEMI CIRCULO CRIADO QUE PASSA PELO MID POINT DA RETA DE DEZ E CUJO CENTRO É O PONTO NO PLANO HORIZONTAL DO SEGMENTO DE RETA DE CINCO QUE COMPOE O EIXO DAS HELICES.)



AULA-5 ABÓBODAS

ABÓBODA ESFÉRICA

AULA-5 ABÓBODAS



A abóboda esférica é só uma meia esfera.
Para isso fazemos um quadrado de dez por dez. desenhamos
um círculo dentro do quadrado com um diâmetro de 5 e centro
coincidente.

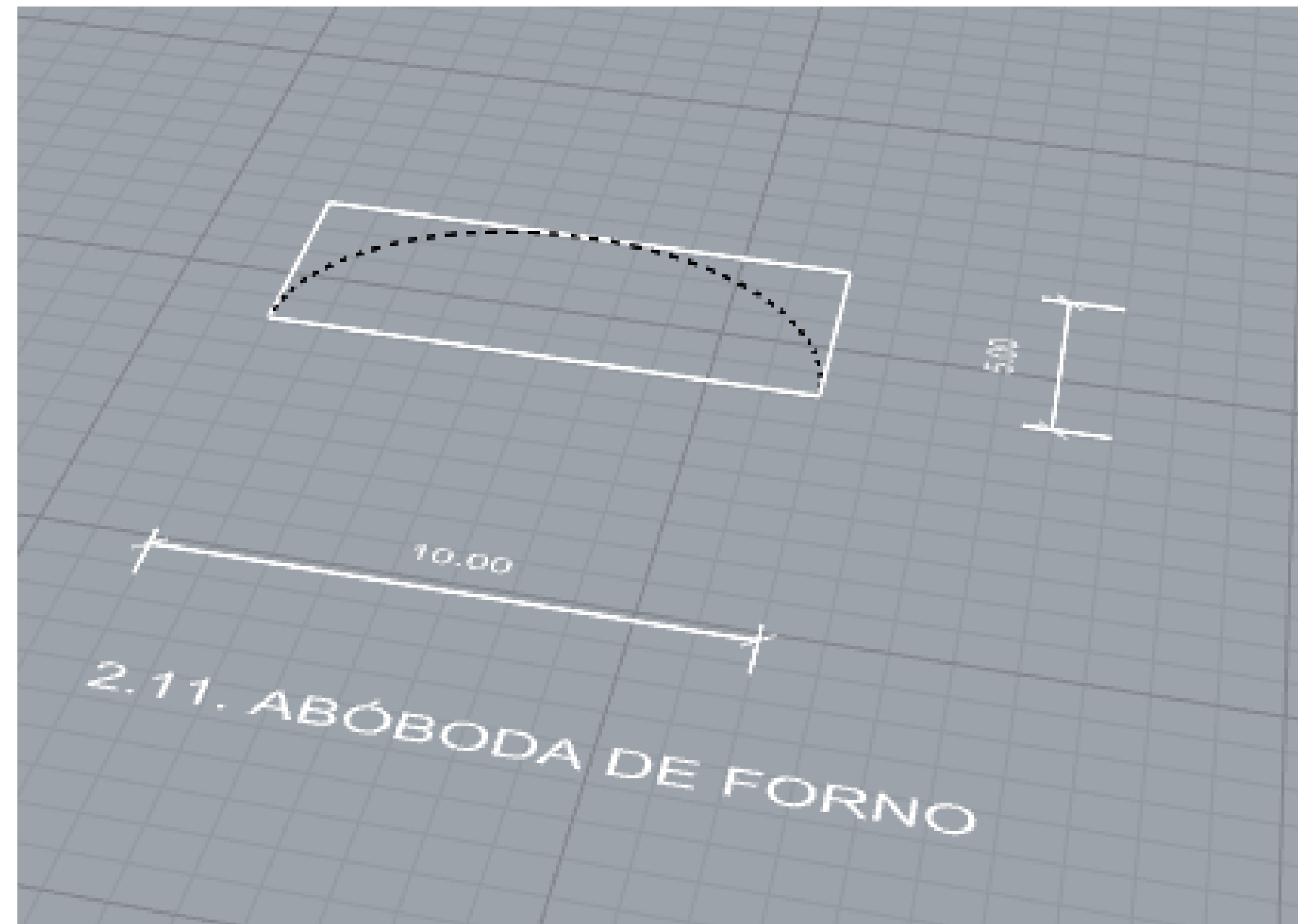
Depois fazemos uma esfera com também um centro
coincidente e diâmetro de 5 e fazemos um trim da esfera
com o círculo anteriormente criado.

AULA-5 ABÓBODAS

ABÓBODA DE FORNO

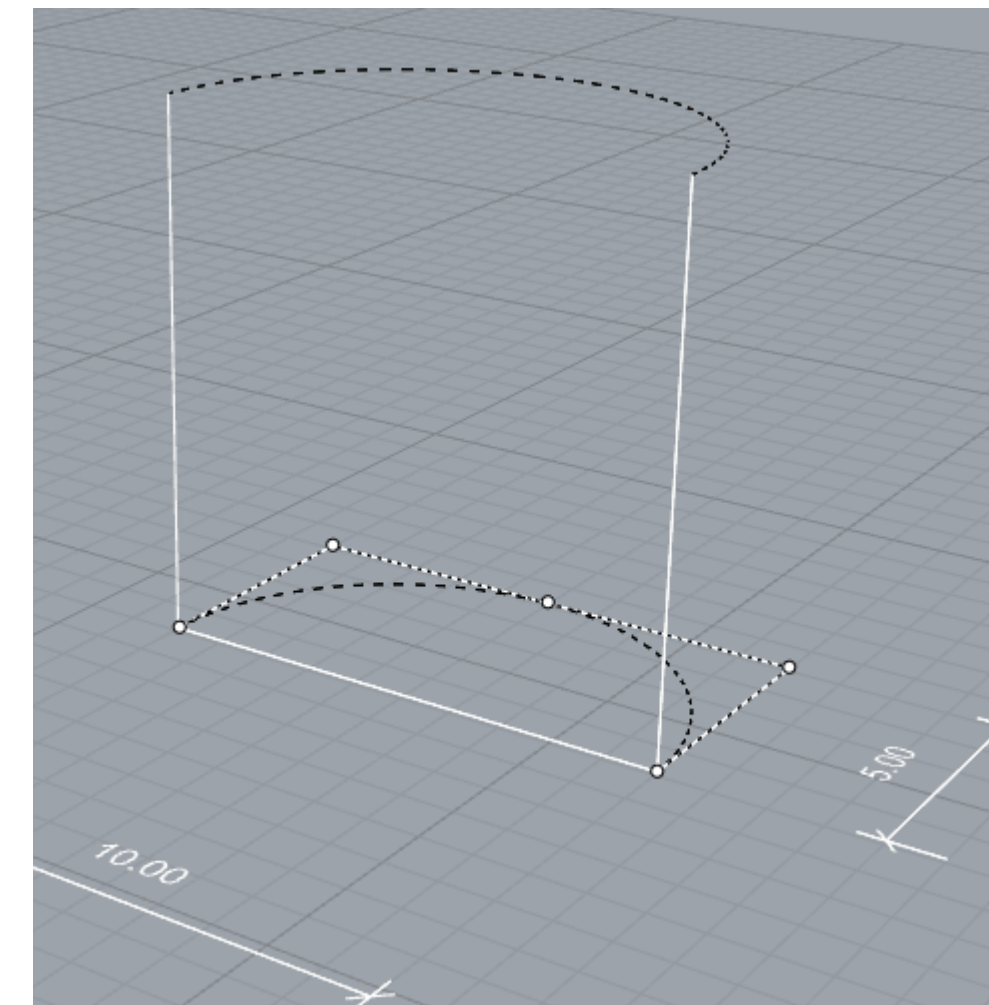
AULA-5 ABÓBODAS

Começamos por copiar uma abóboda esférica, apagar a abóboda e dividir ao meio o quadrado e o círculo. Criando assim um semicírculo e um retângulo.



AULA-5 ABÓBODAS

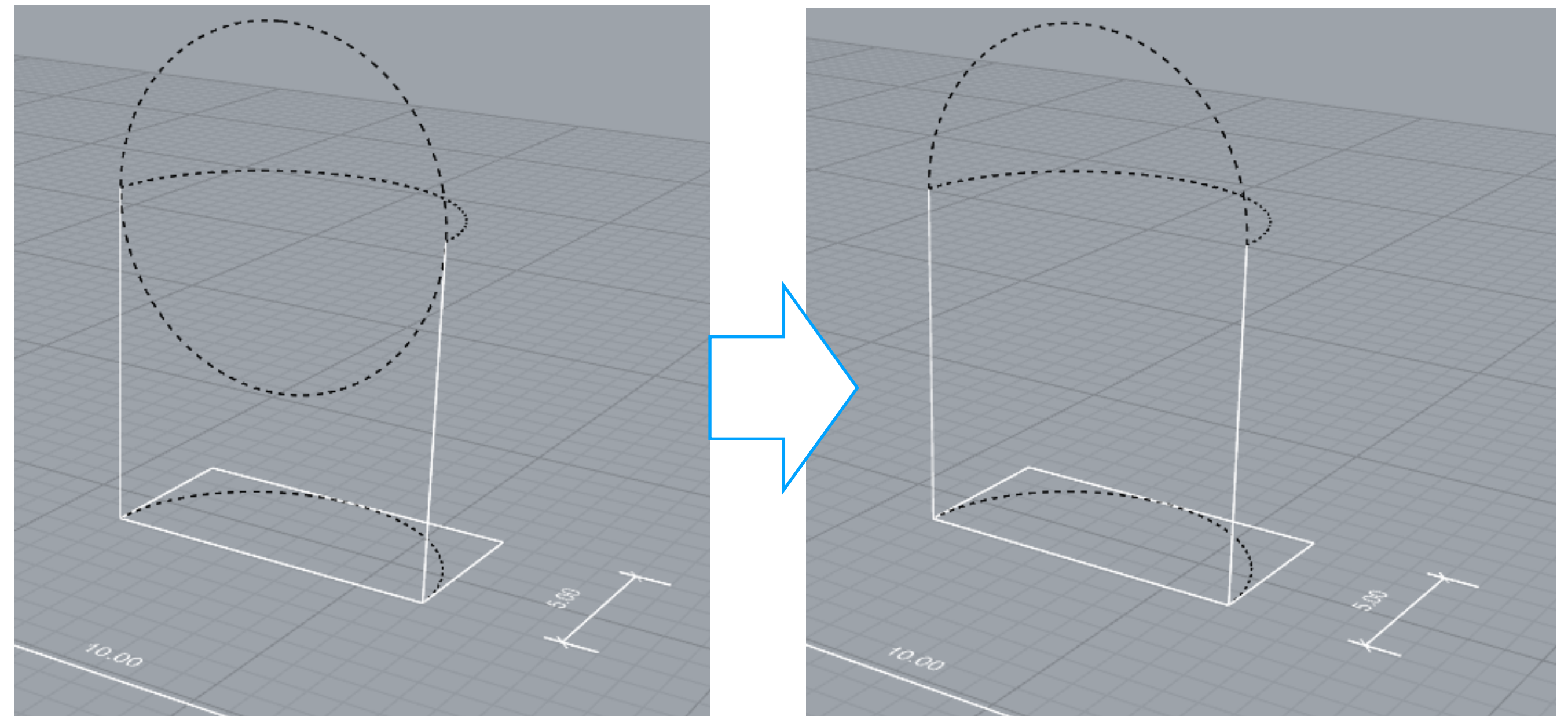
Depois fazemos dois segmentos de reta verticais com o mesmo comprimento (idealmente para cima) e fazemos um copy paste (ctrlC ctrlV) do semicírculo já existente, colocando as extremidades da cópia nas do segmento de reta.



AULA-5 ABÓBODAS

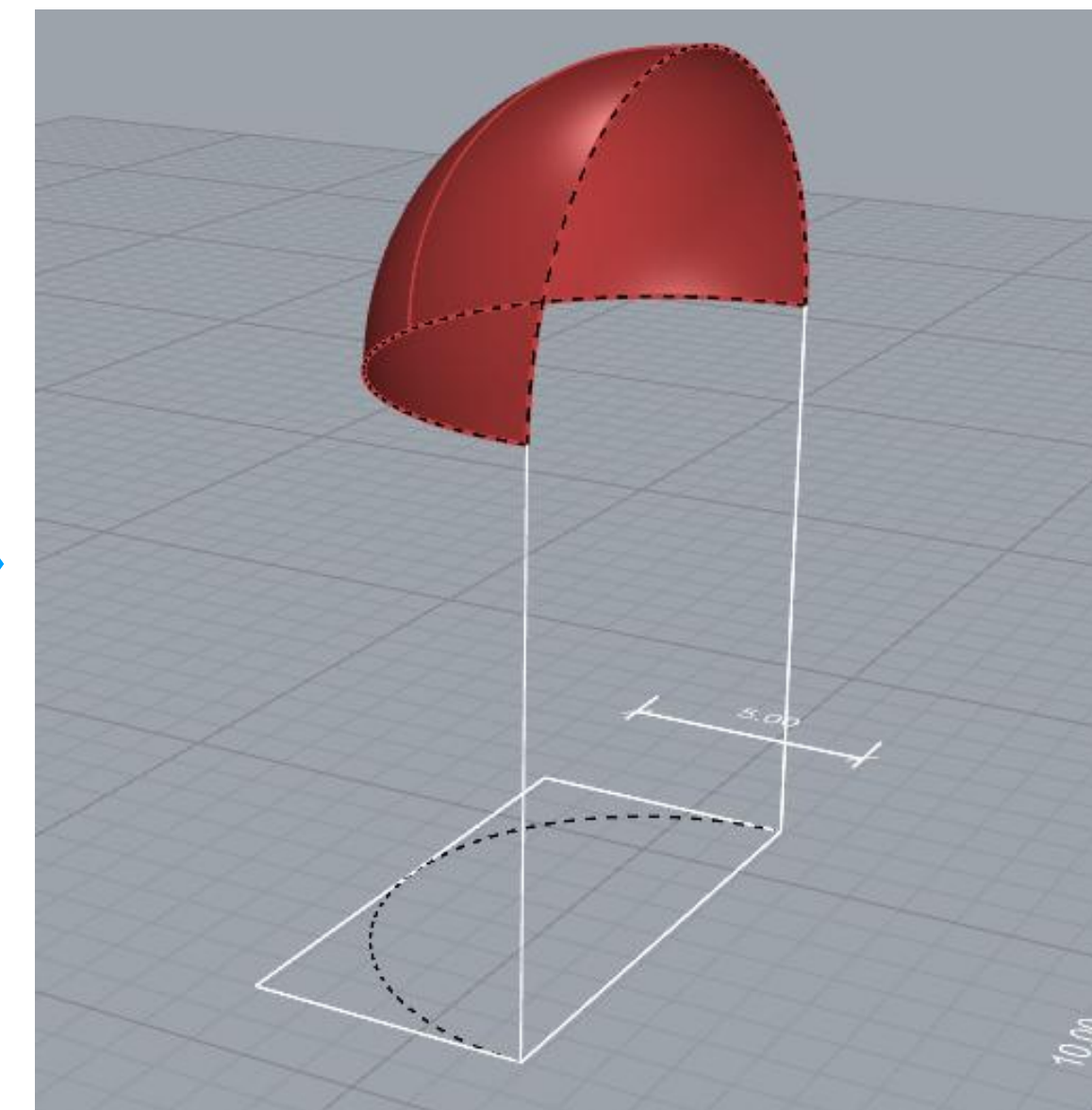
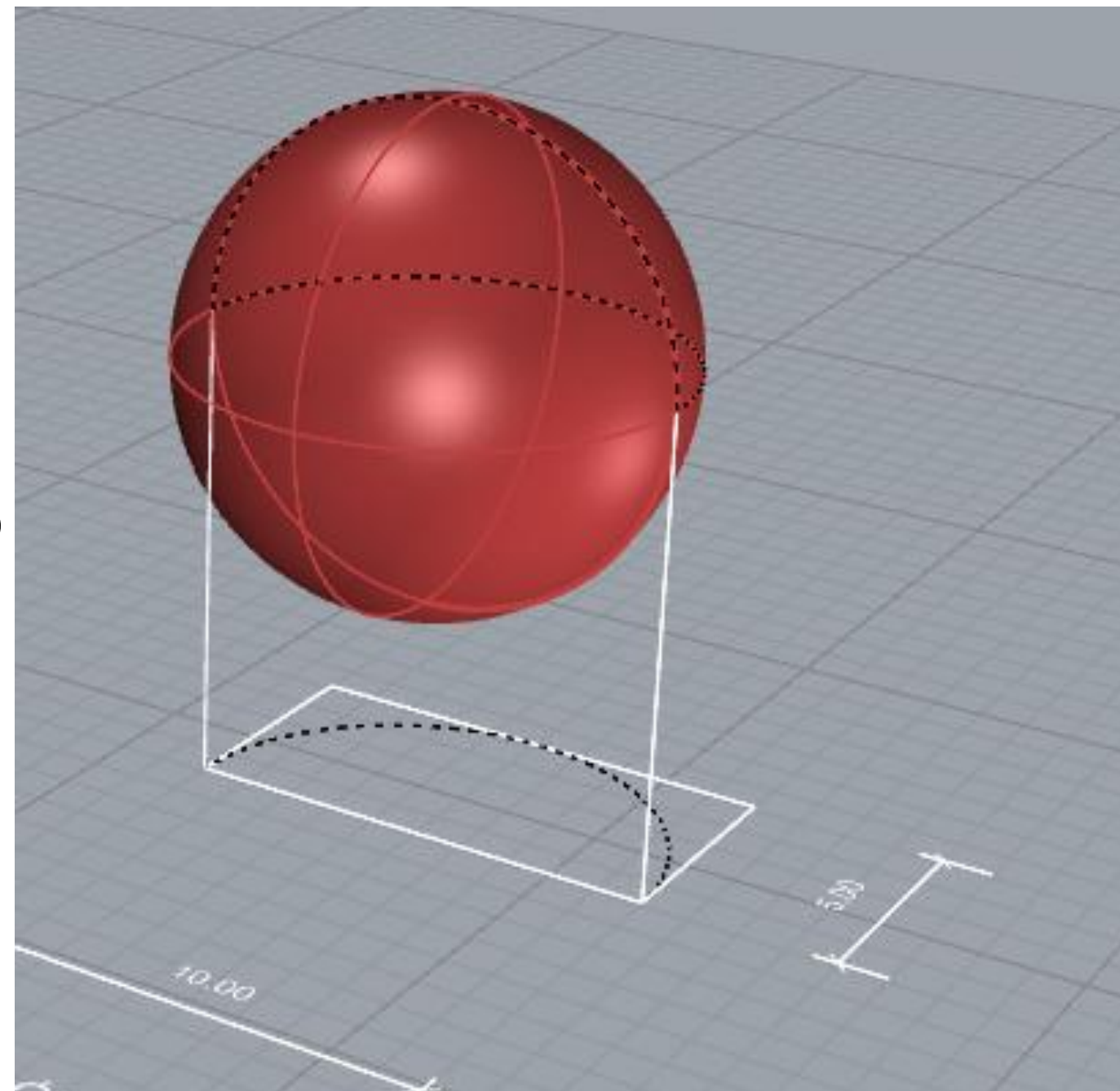
O próximo passo é criar um círculo vertical com dois pontos, sendo estes as duas extremidades dos segmentos de reta verticais.

Depois é só fazer trim ao círculo criado com o semicírculo como "cuting object".



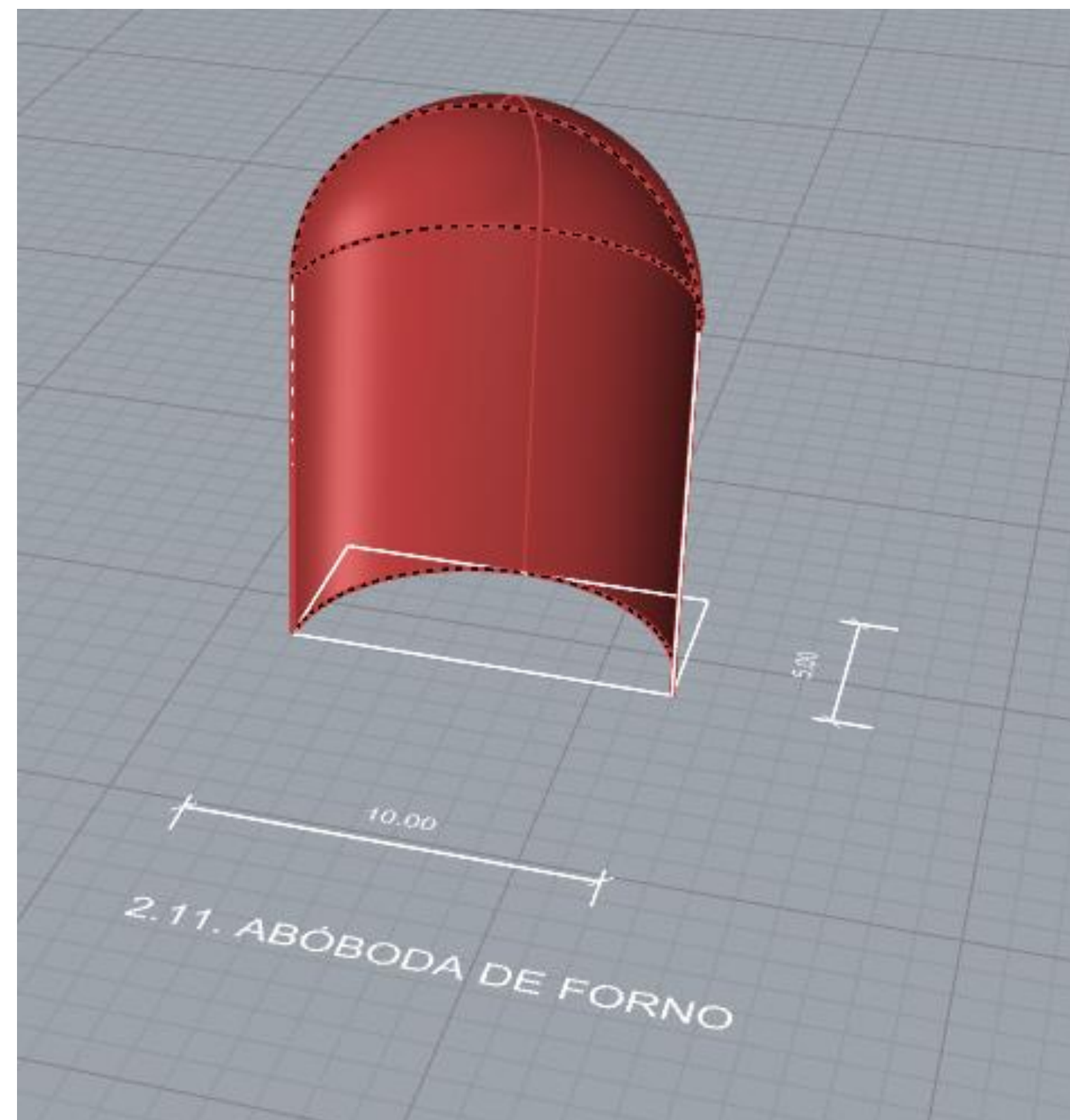
AULA-5 ABÓBODAS

De seguida fazemos uma esfera concêntrica ao semicírculo superior e utilizamos ambos os semicírculos criados para trimar a esfera.



AULA-5 ABÓBODAS

Por ultimo só temos de fazer um extrude de um dos semicírculos horizontais com o comprimento dos segmentos de reta verticais e temos a nossa abóboda de forno acabada.

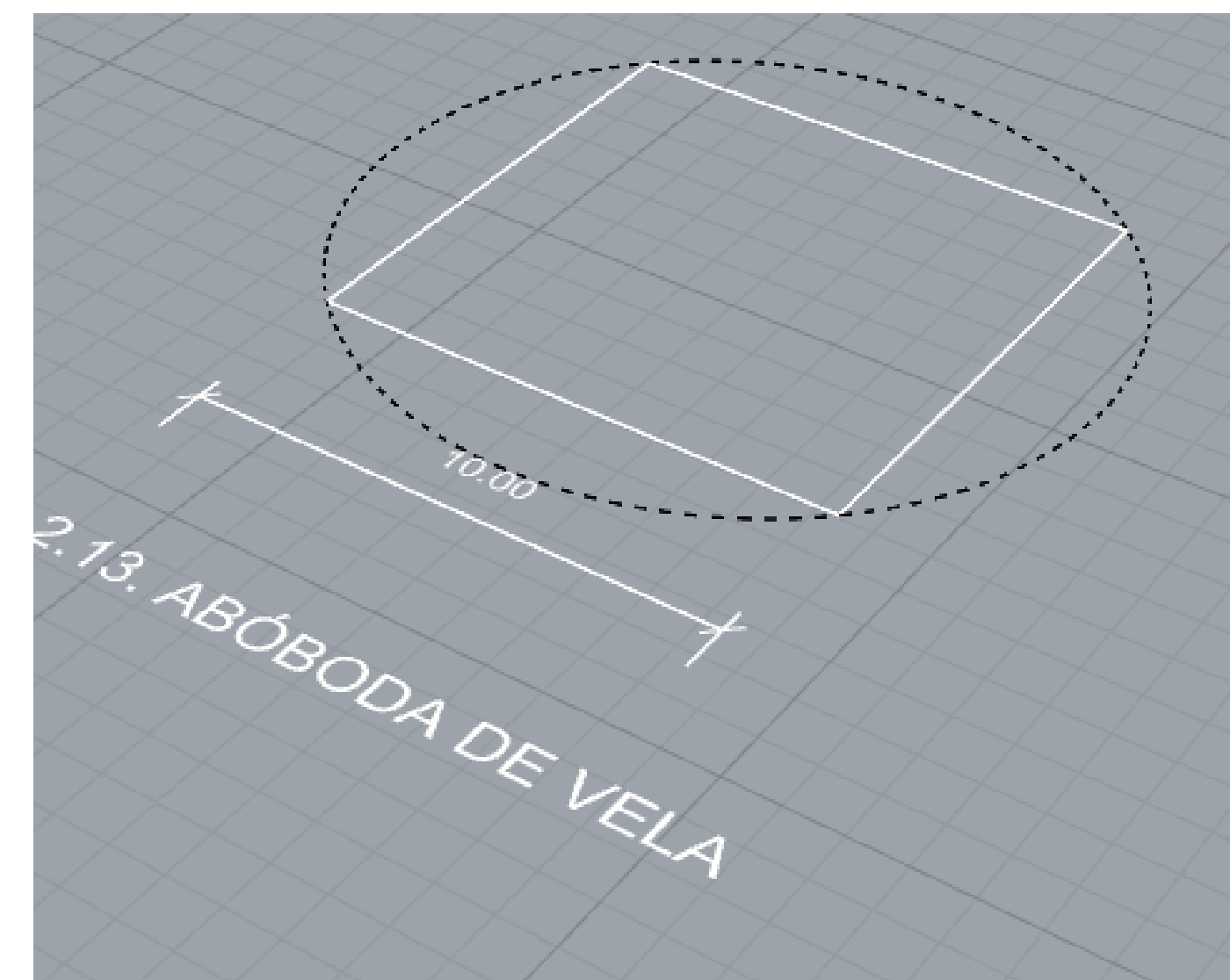
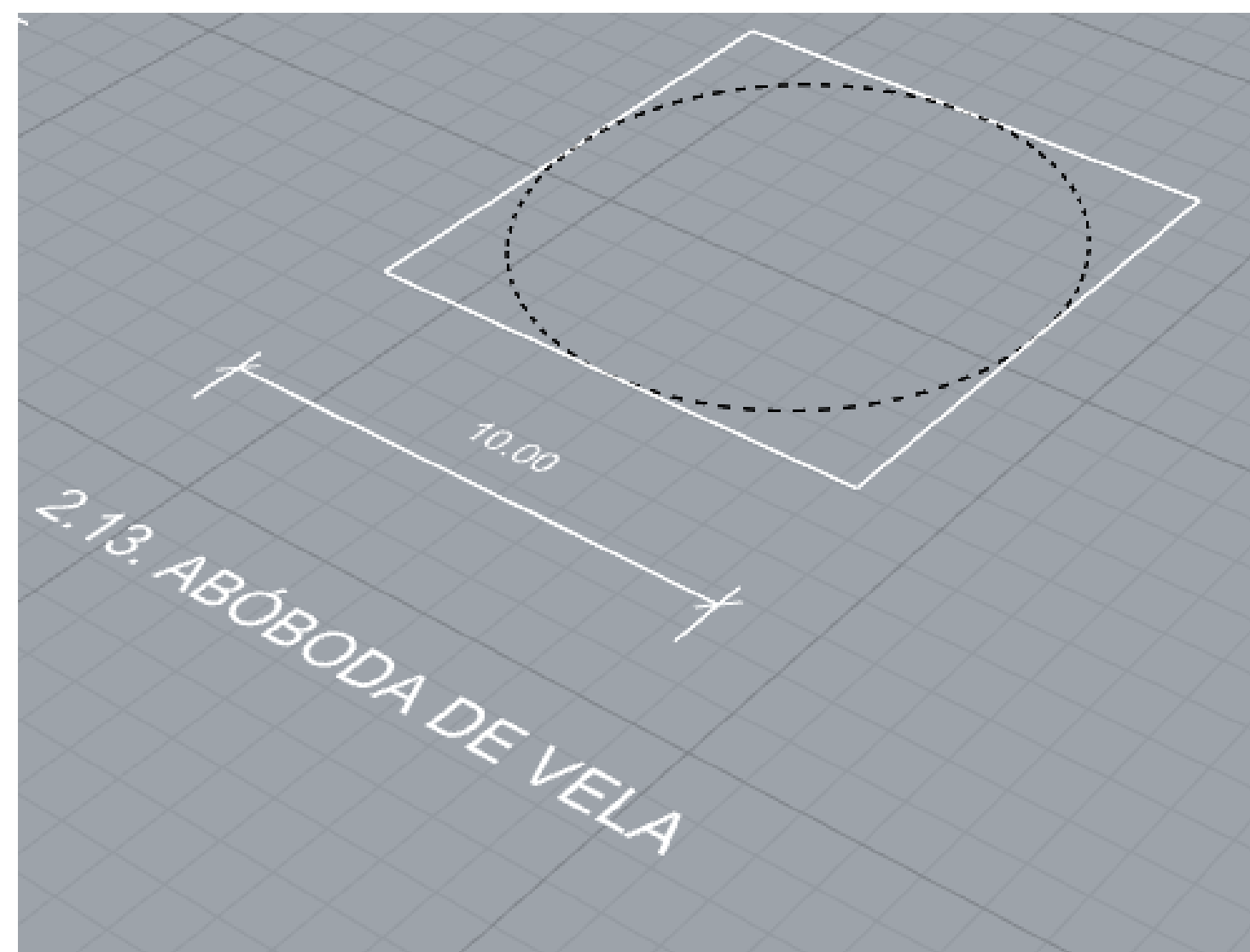


AULA-5 ABÓBODAS

ABÓBODA DE VELA

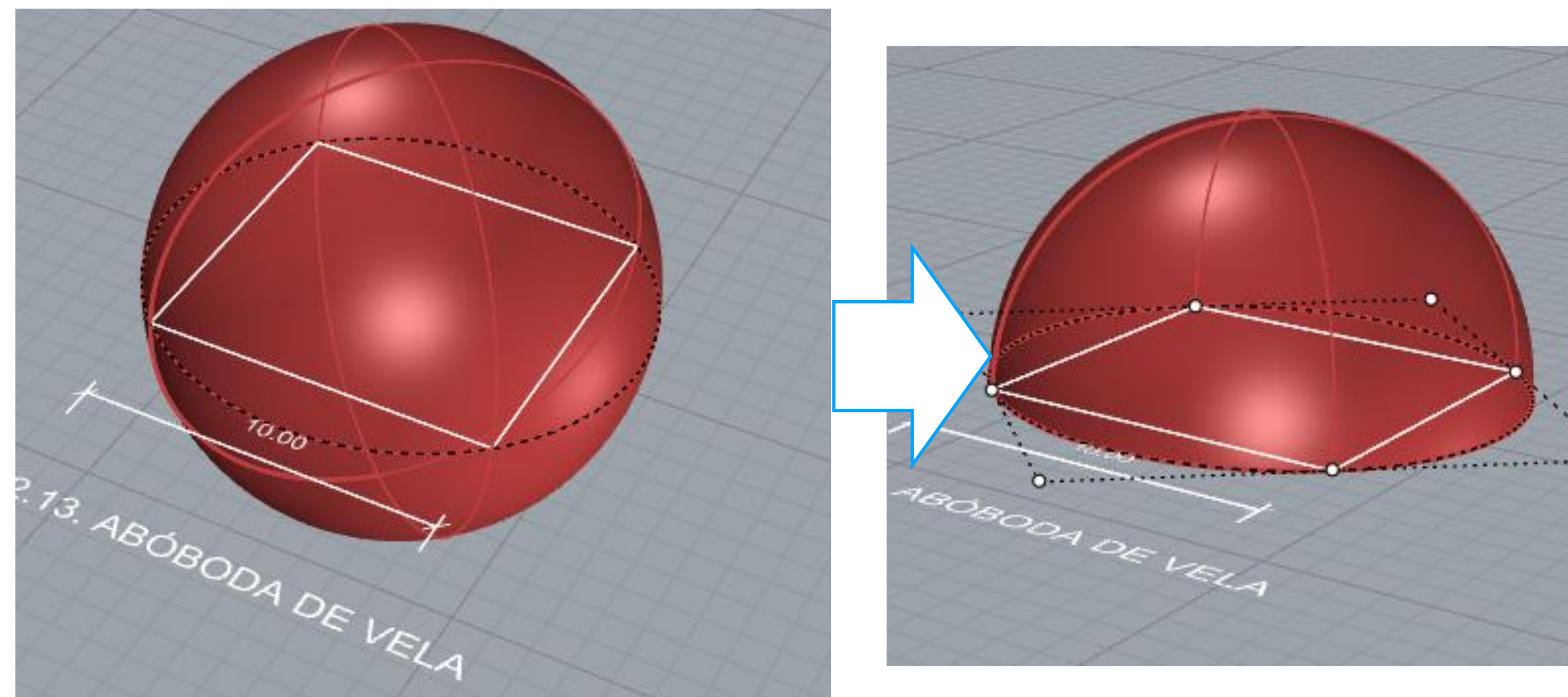
AULA-5 ABÓBODAS

Primeiro copiamos mais uma vez a abóboda esféricas. Depois apagamos a abóboda e o seu círculo gerador e criamos um novo círculo que circunscreve o quadrado.



AULA-5 ABÓBODAS

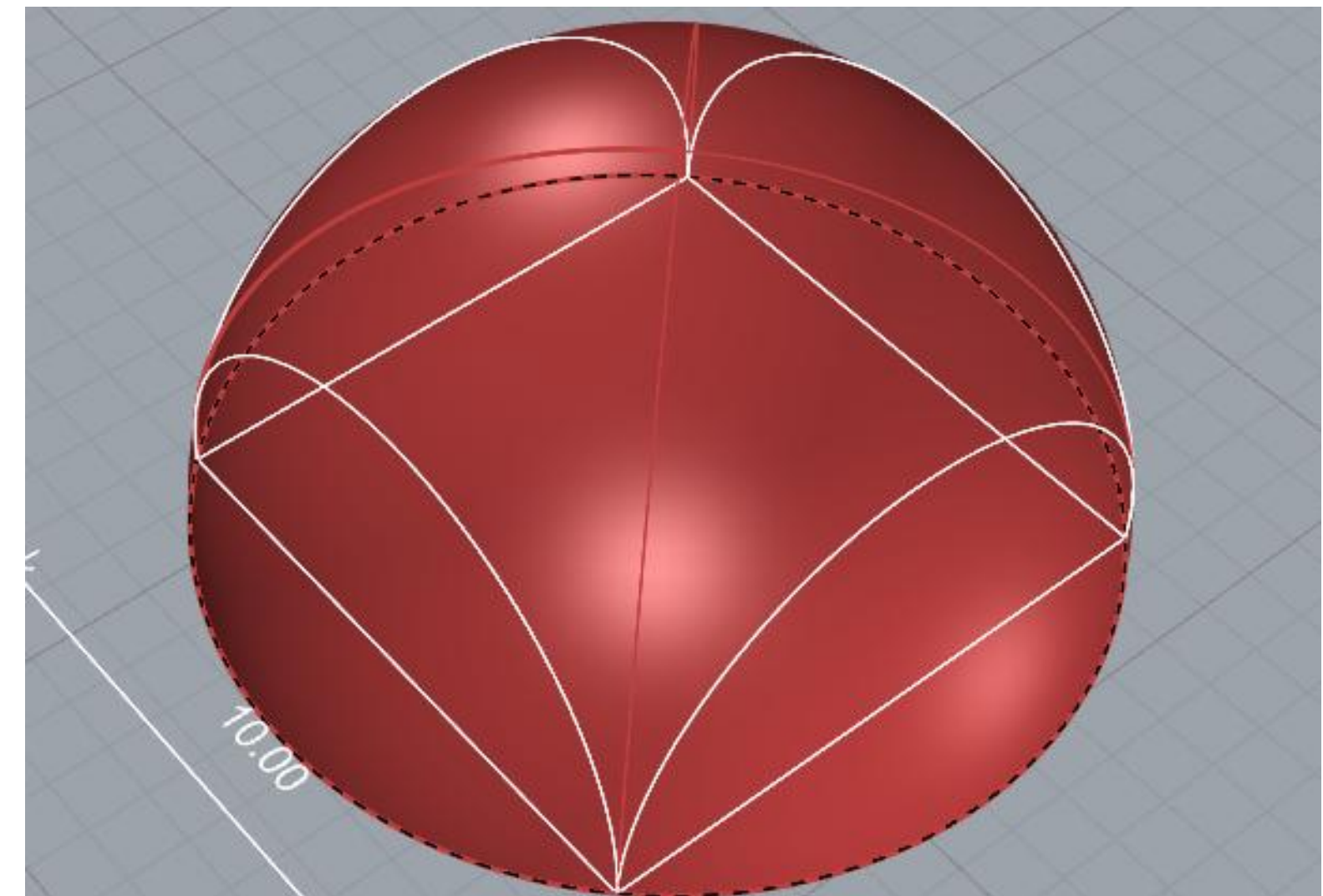
De seguida ciamos uma esfera concêntrica ao círculo e trimamos a metade inferior da esfera.



AULA-5 ABÓBODAS

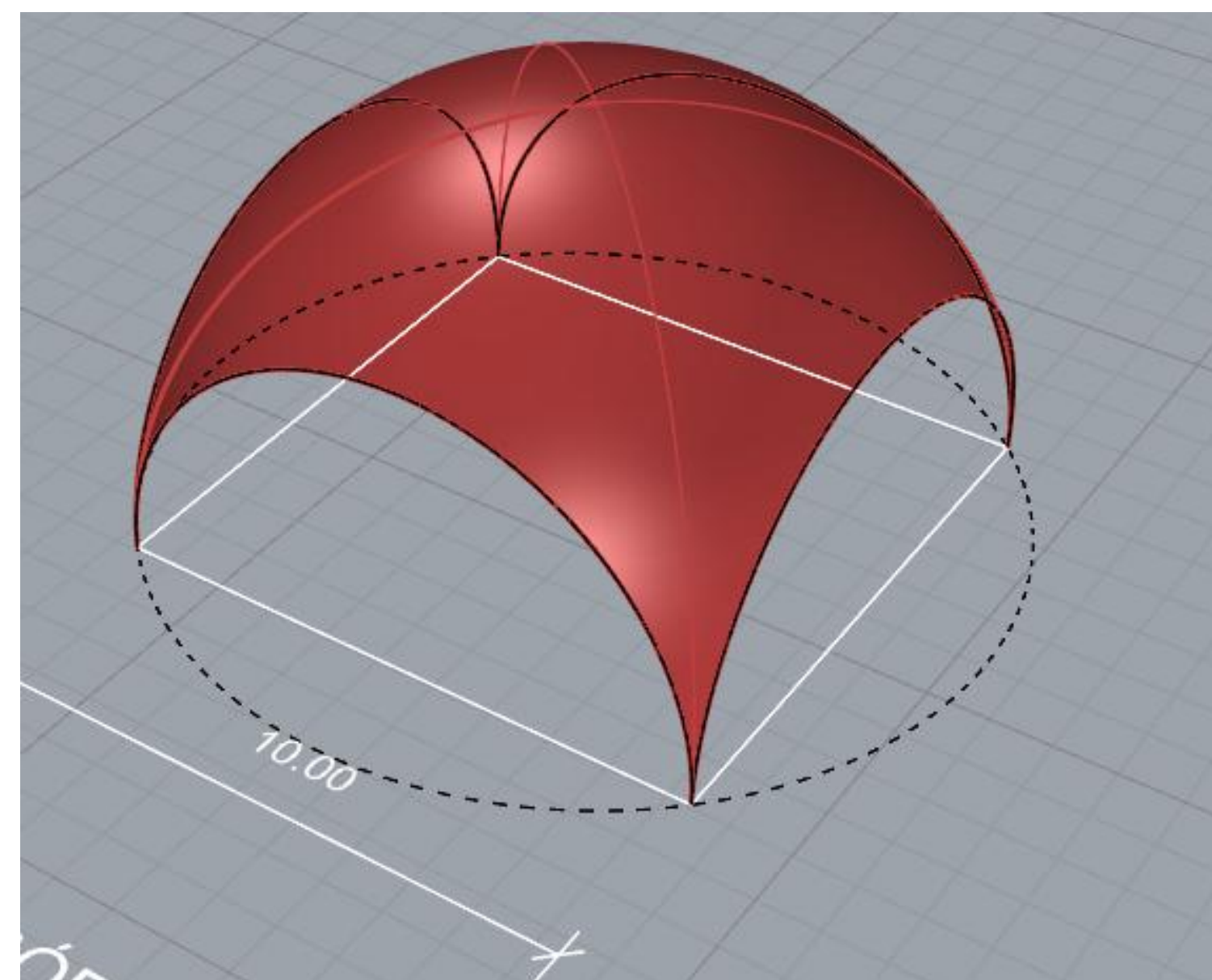
```
Command: _Project  
Select curves and points to project ( Loose=No DeletelInput=No OutputLayer=Current Direction=CPlaneZ )  
Select curves and points to project. Press Enter when done ( Loose=No DeletelInput=No OutputLayer=Current Direction=CPlaneZ )  
Select surfaces, polysurfaces, SubDs and meshes to project onto ( Loose=No DeletelInput=No OutputLayer=Current Direction=CPlaneZ )  
Select surfaces, polysurfaces, SubDs and meshes to project onto. Press Enter when done ( Loose=No DeletelInput=No OutputLayer=Current Direction=CPlaneZ )  
Projecting... Press Esc to cancel  
1 closed curve added to selection.
```

A seguir utilizamos o comando project, para nos dar as projeções do quadrado na meia esfera.



AULA-5 ABÓBODAS

O último passo é só fazer trim das partes indesejadas para a construção da abóboda e ã mesma fica completa.

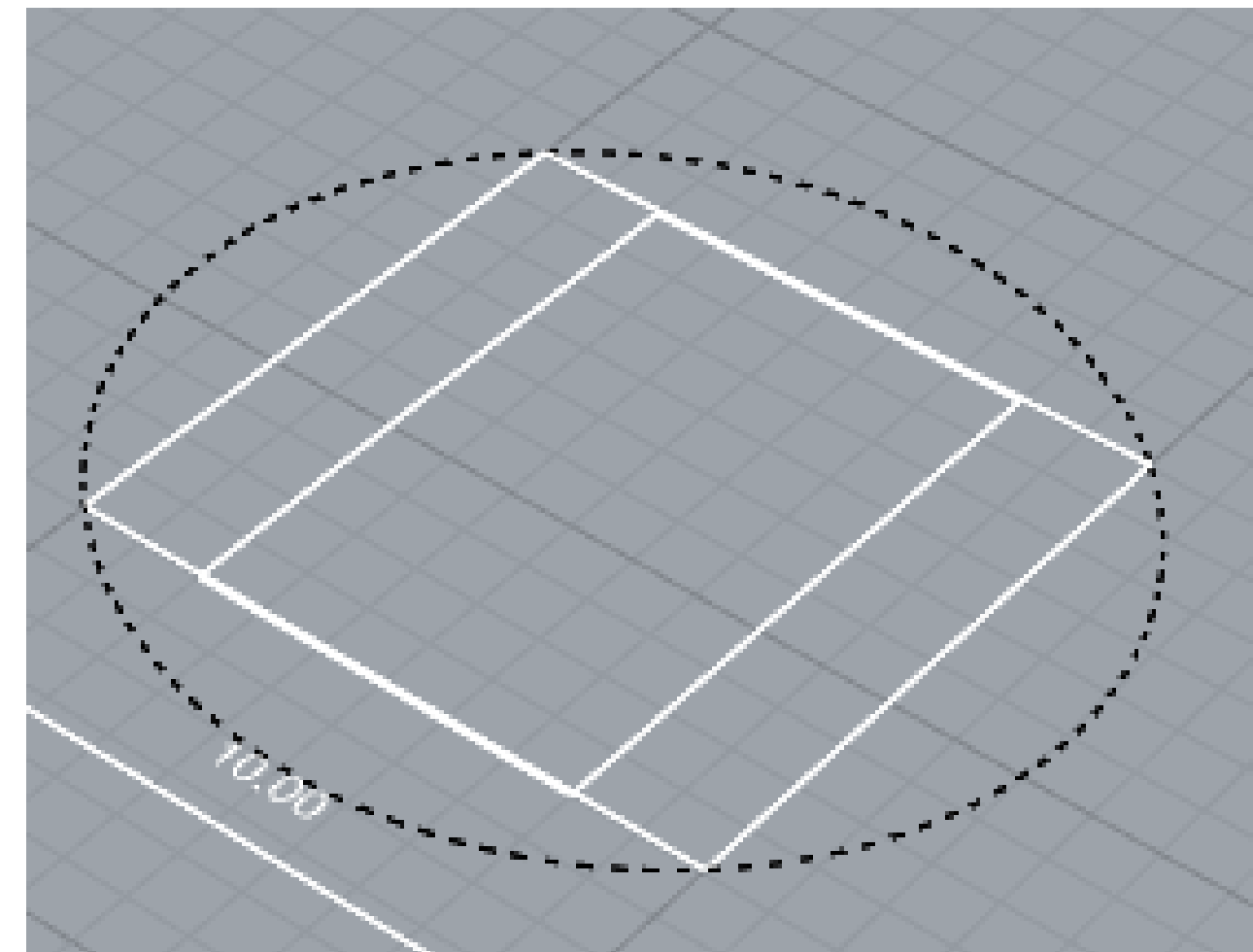


AULA-5 ABÓBODAS

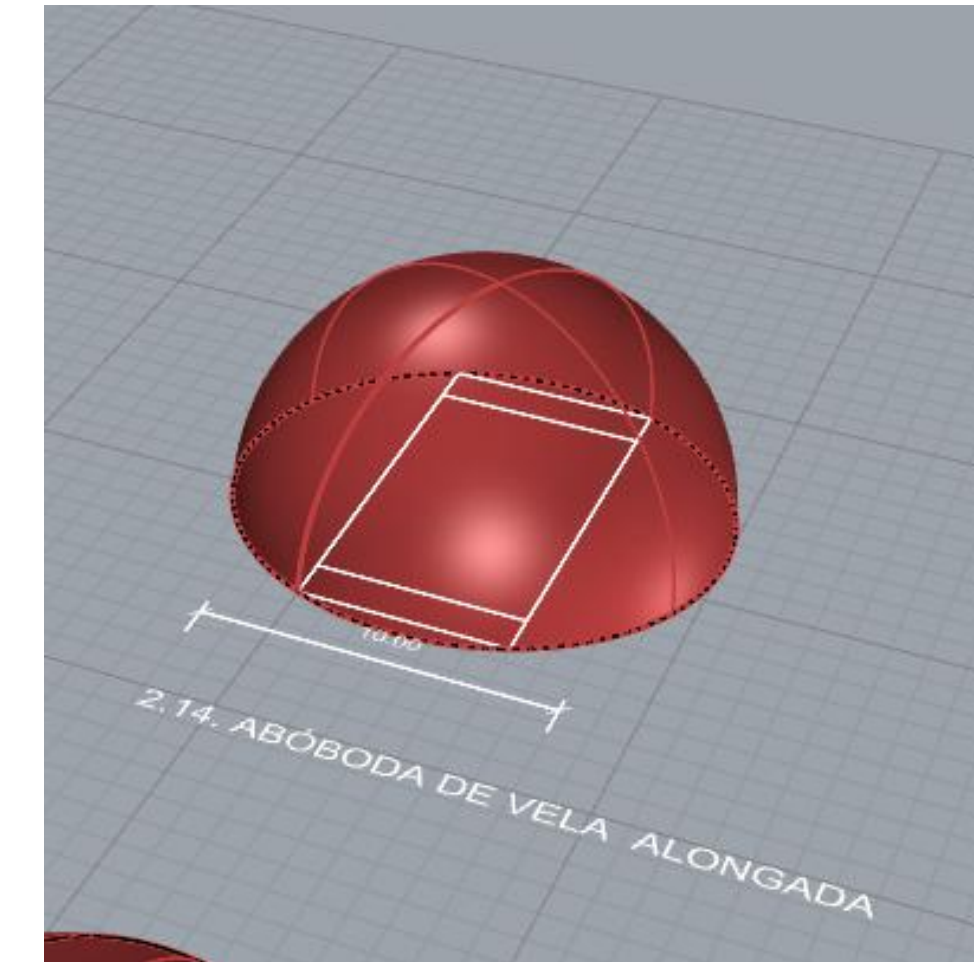
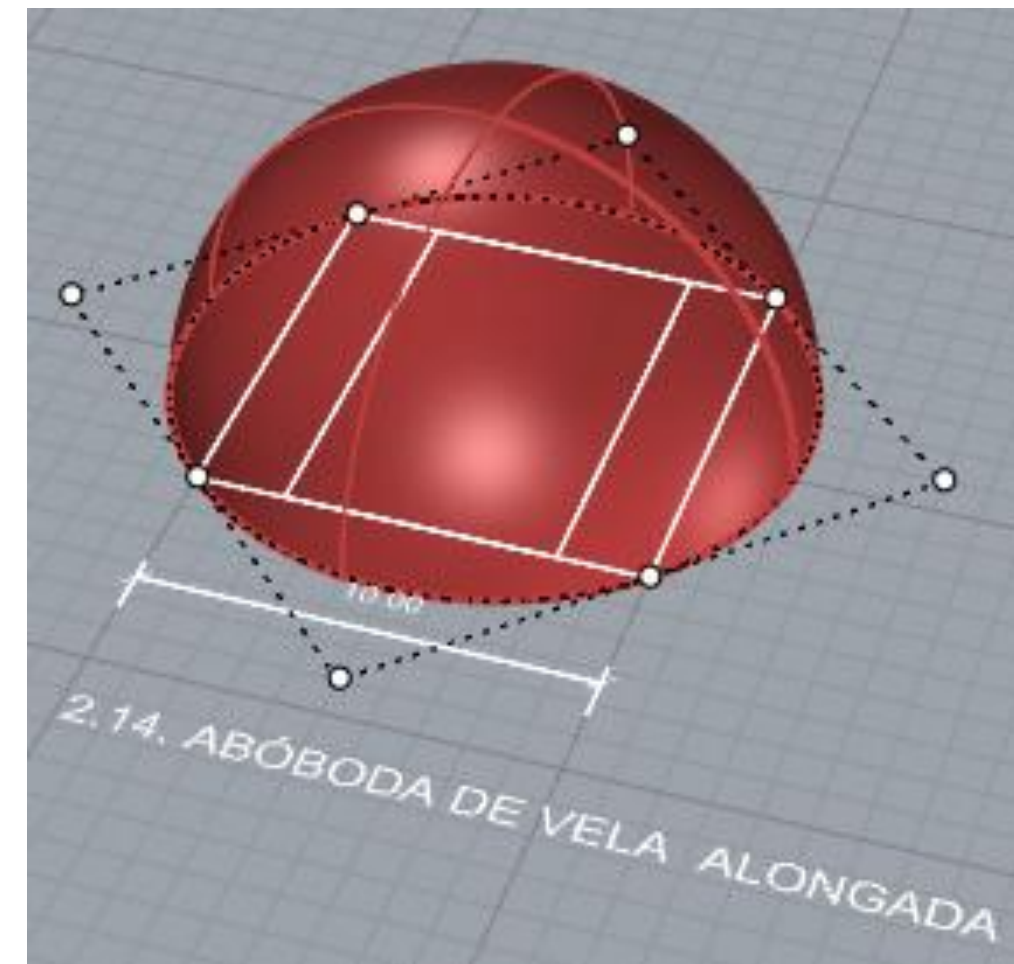
ABÓBODA DE VELA ALONGADA

AULA-5 ABÓBODAS

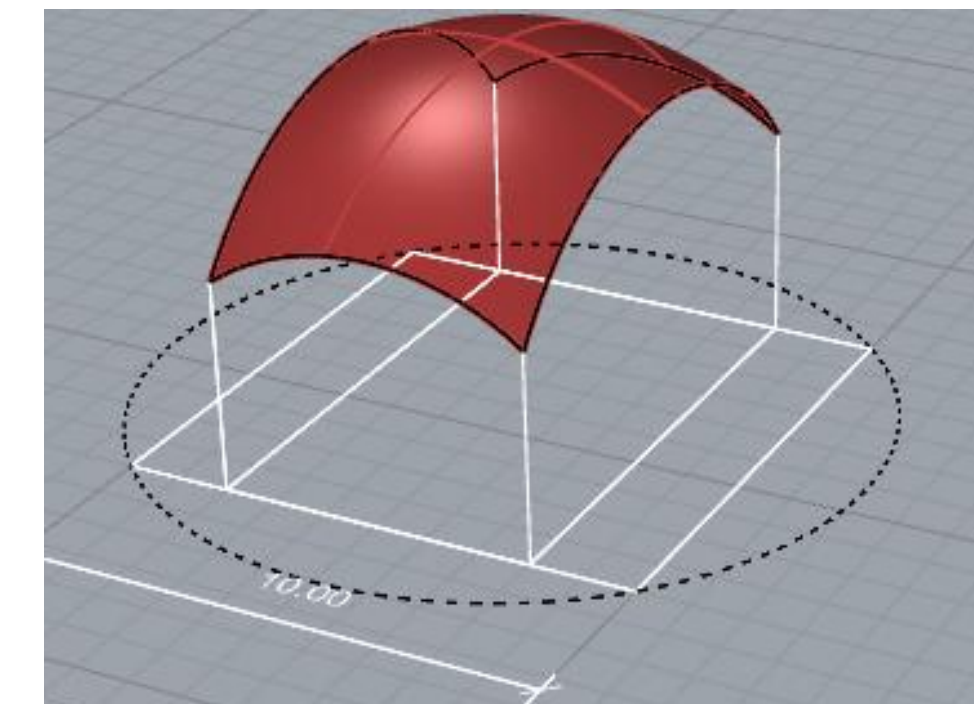
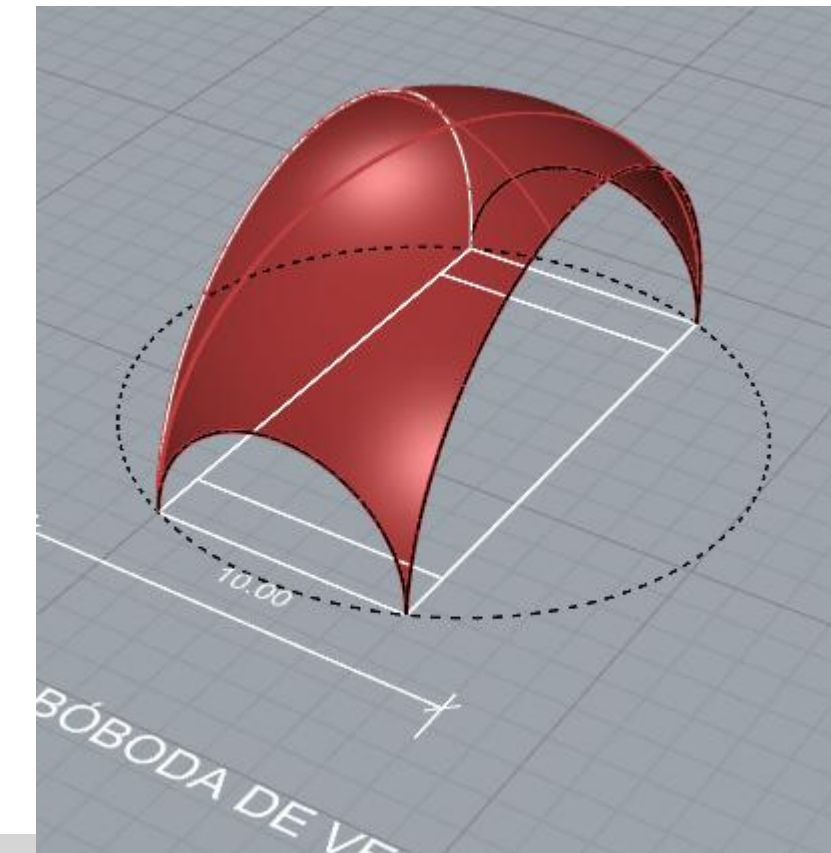
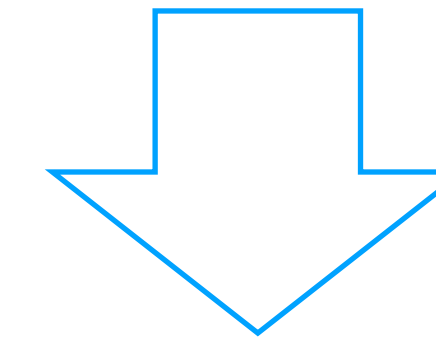
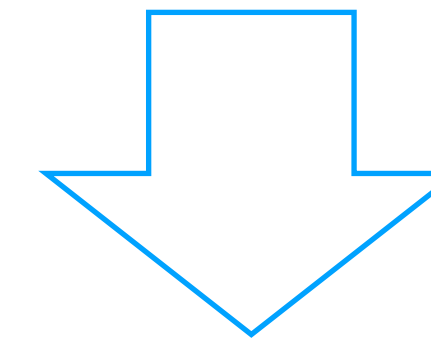
A abóboda de vela alongada sege exatamente o mesmos princípios da abóboda de vela. O seu método de construção também é muito semelhante, sendo que a única diferença é a forma que é projetada na meia esfera que passa a ser um retângulo em vez de um quadrado.



AULA-5 ABÓBODAS



Construímos dois exemplos de abóboda de vela alongada alterando só o retângulo projetado.



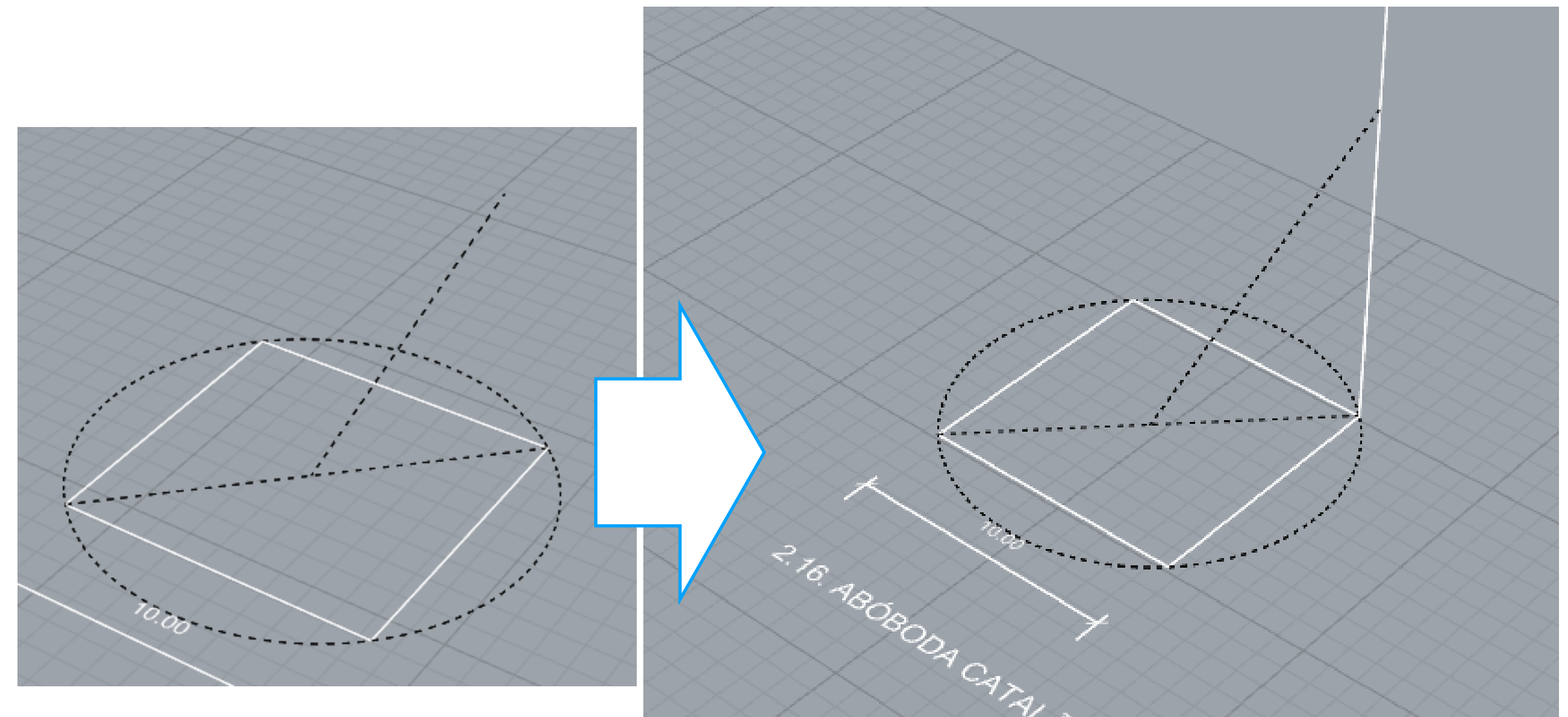
AULA-5 ABÓBODAS

ABÓBODA CATALÀ

AULA-5 ABÓBODAS

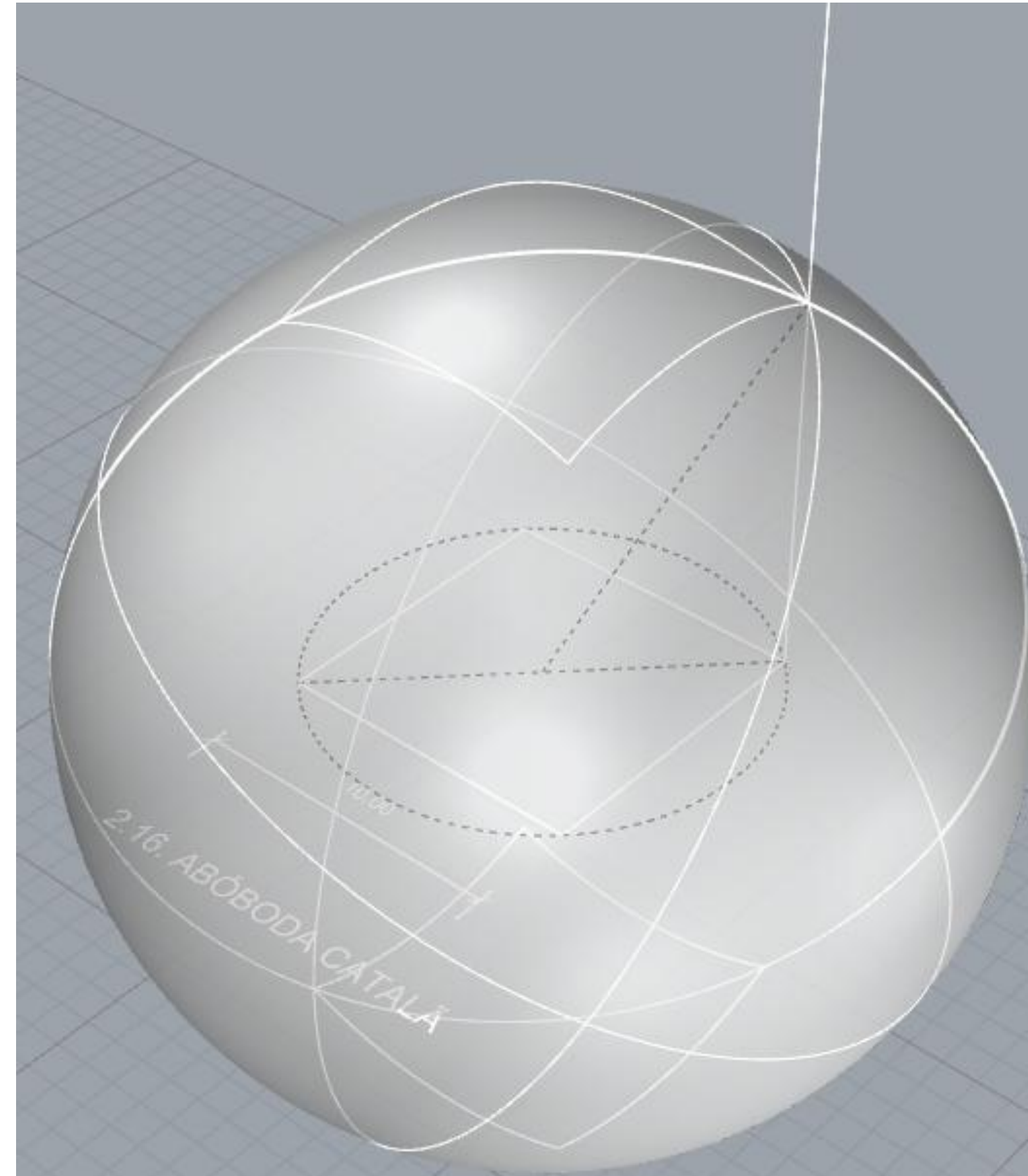

```
Command: Line  
Start of line ( BothSides Normal Angled Vertical FourPoint Bisector Perpendicular Tangent Extension )  
End of line ( BothSides ): @10<45<60
```

Para construir a abóboda catalã é como uma espécie de abóboda de vela mas é feita com uma esfera maior. Para obtermos o raio da esfera criamos um segmento de reta que faça 45 graus com o plano do quadrado e que pertença ao plano de dois dos vértices do mesmo. Depois criamos uma reta vertical que saia do vértice do quadrado mais próximo do fim do segmento anteriormente criado. A interseção entre a reta e o segmento de reta dá-nos um ponto pertencente à esfera que gerará a abóboda.



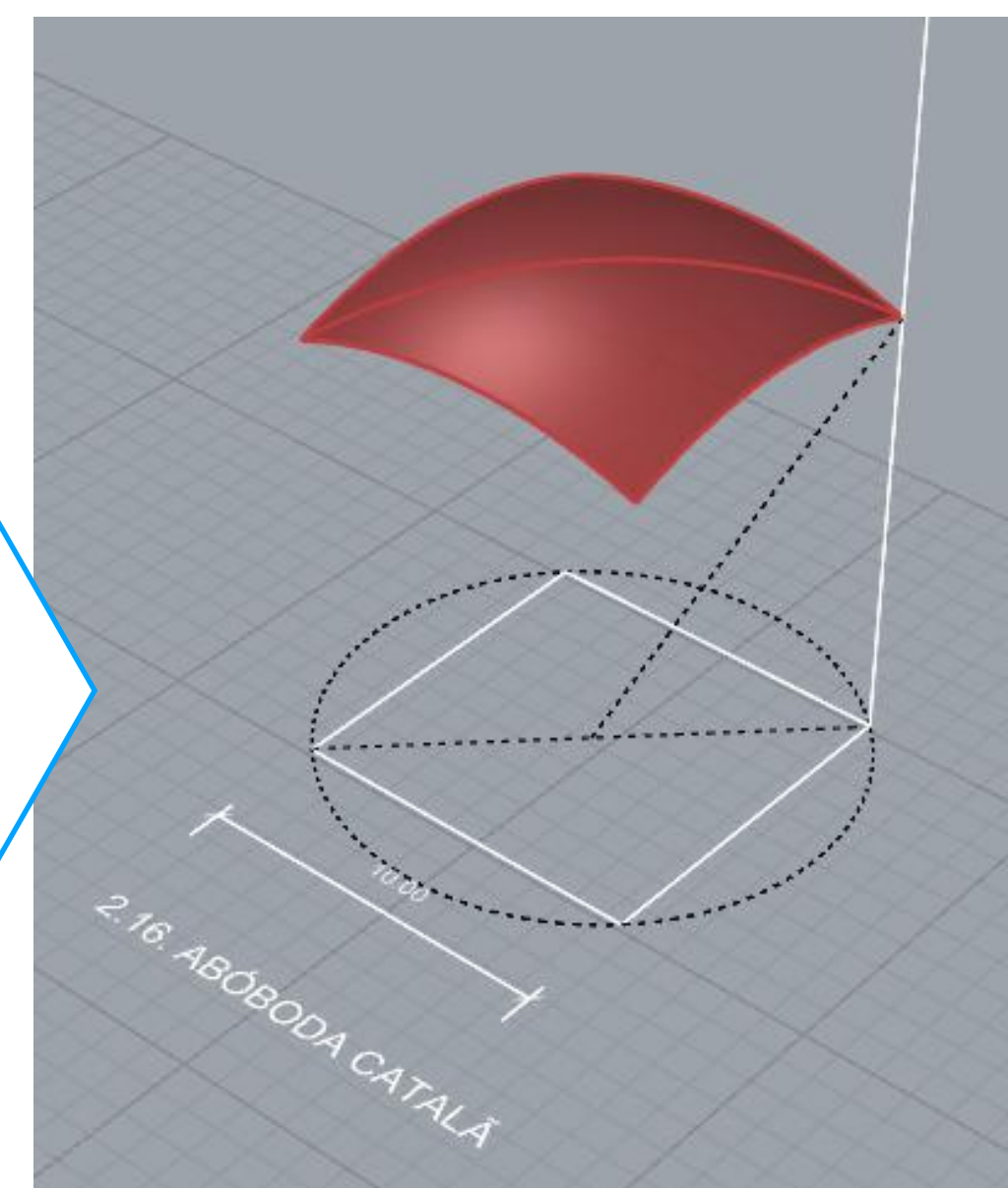
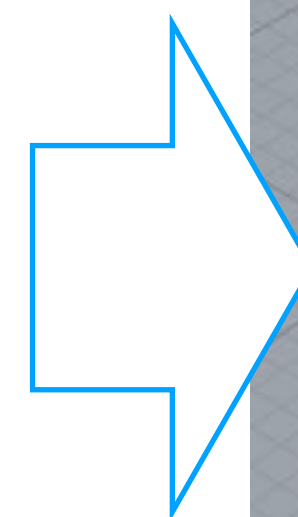
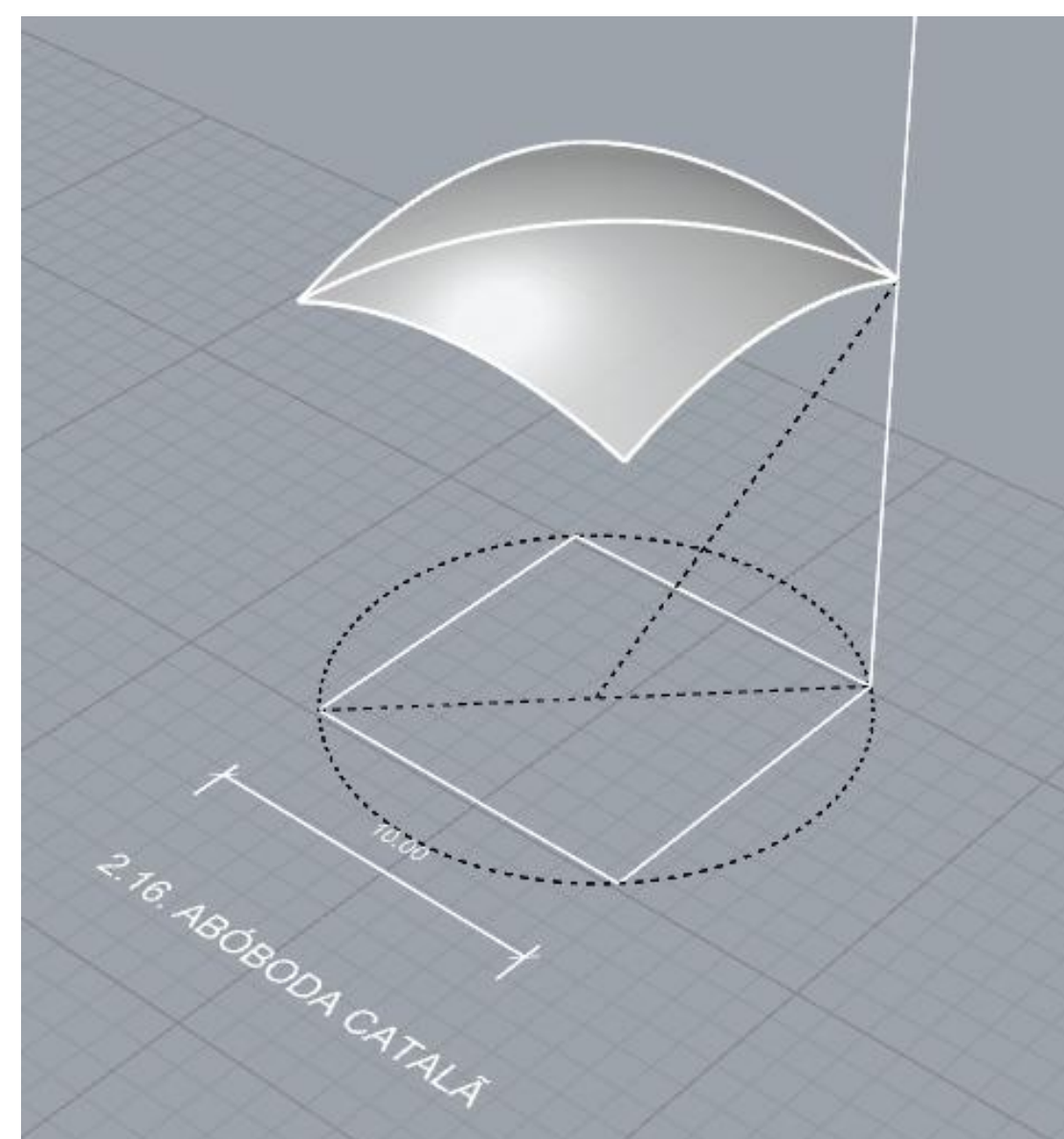
AULA-5 ABÓBODAS

O próximo passo vai ser fazer uma esfera com centro no centro do quadrado e que tem como um dos seus pontos o ponto de interceção anteriormente obtido.
A seguir é só fazer project do quadrado no círculo.



AULA-5 ABÓBODAS

Por último é só fazer trim da parte da esfera que não faz parte indesejável da esfera e temos a nossa abóboda catalã.

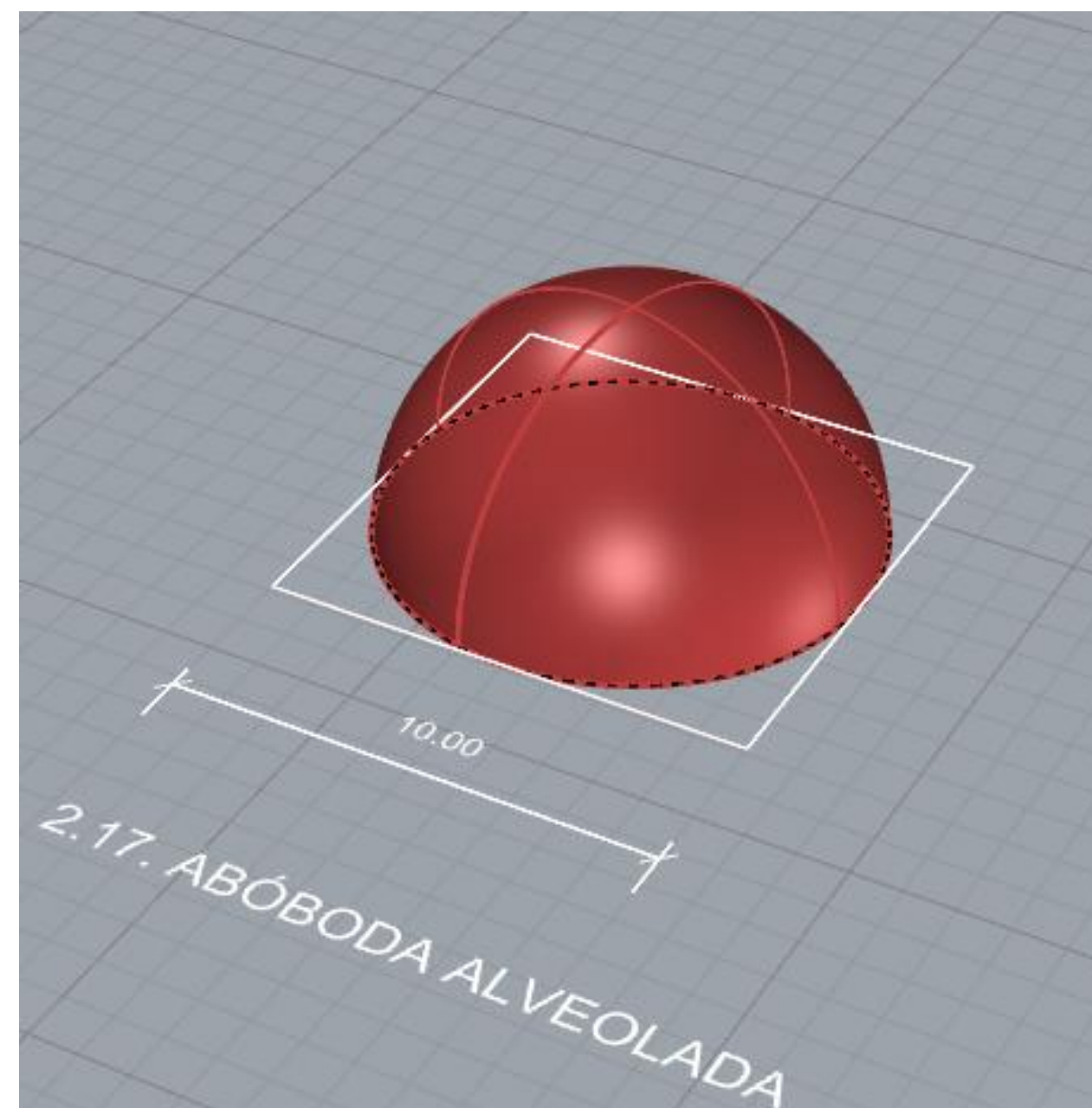


AULA-5 ABÓBODAS

ABÓBODA ALVEOLADA

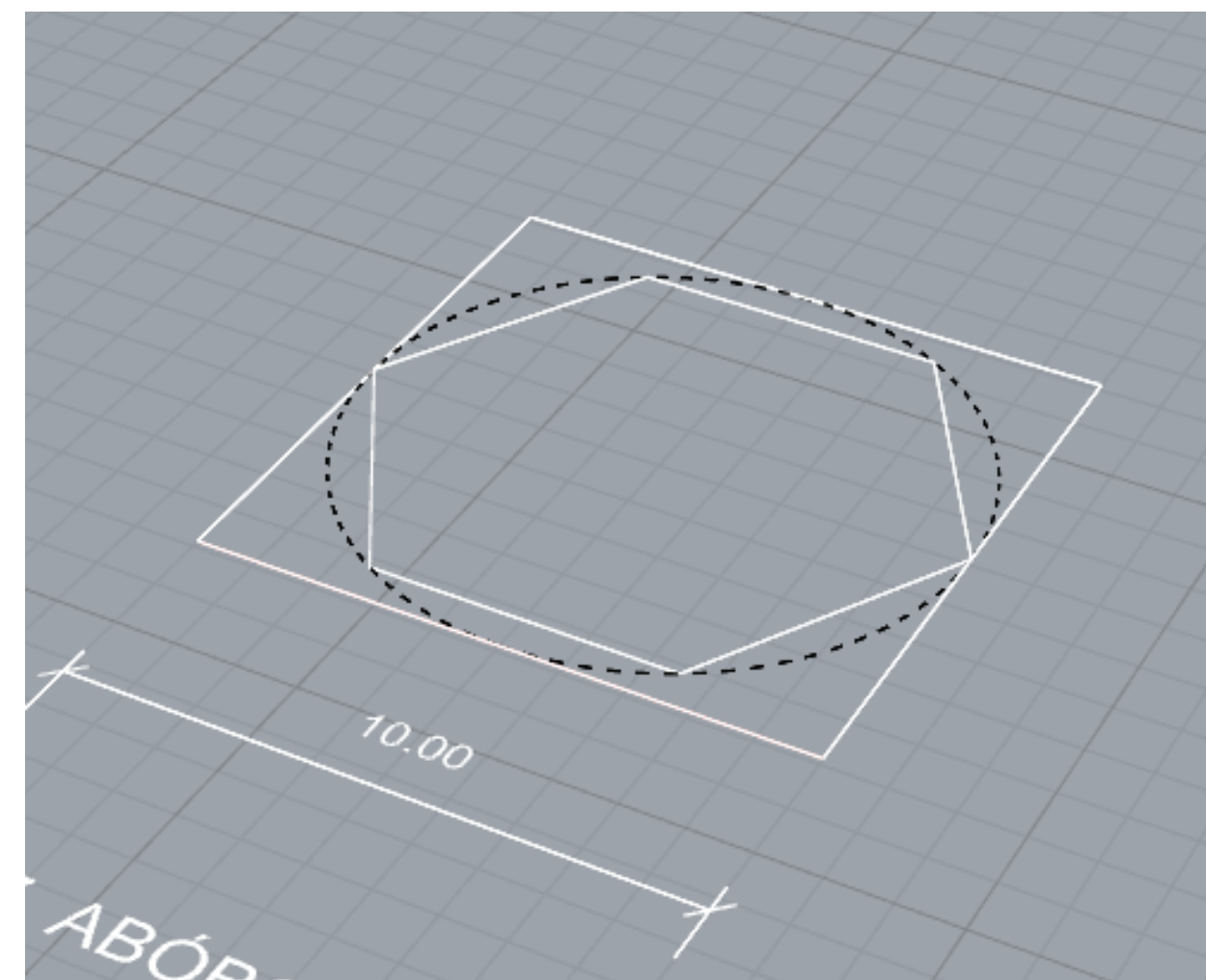
AULA-5 ABÓBODAS

Começamos por copiar uma abóboda esférica



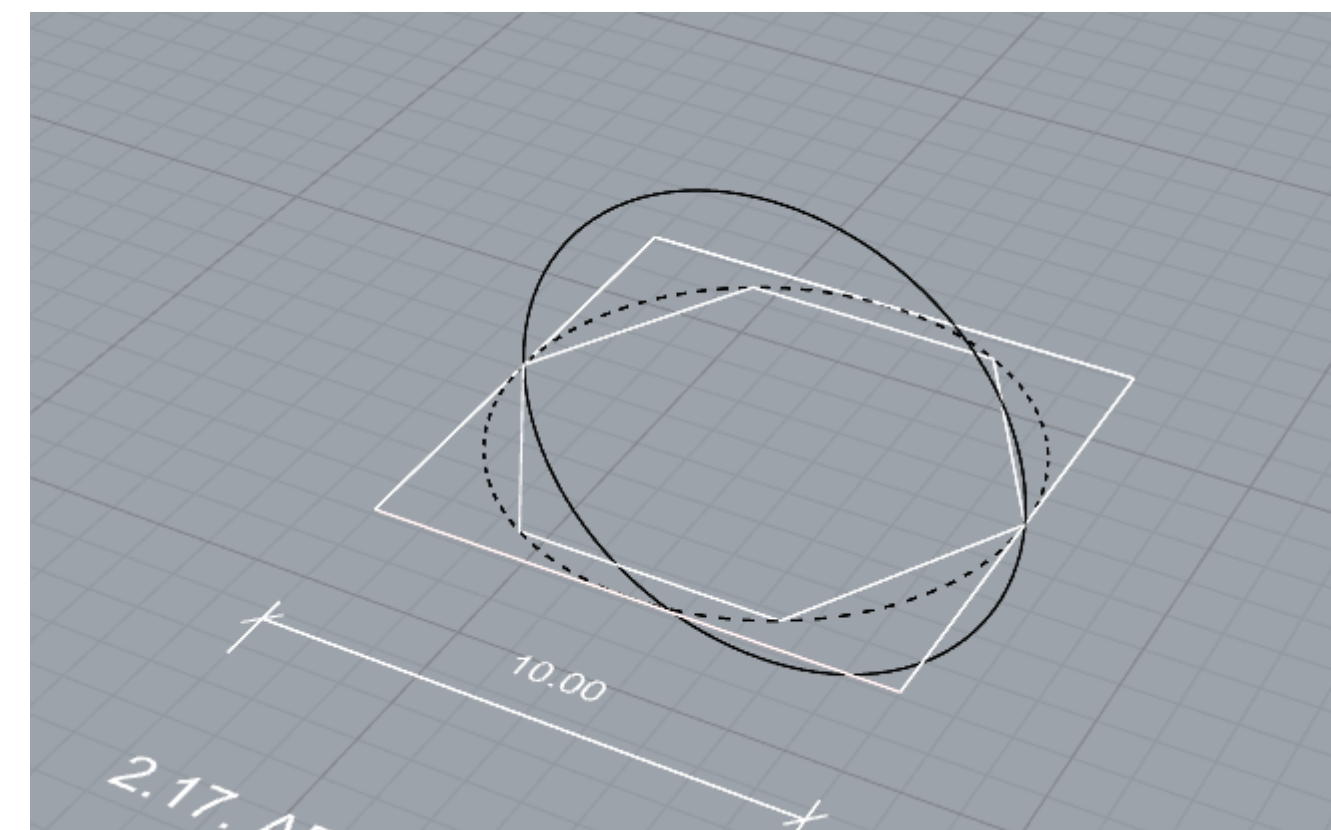
AULA-5 ABÓBODAS

Apagamos abóboda existente e criamos um hexágono circunscrito no círculo que já tínhamos criado para a abóboda esférica.



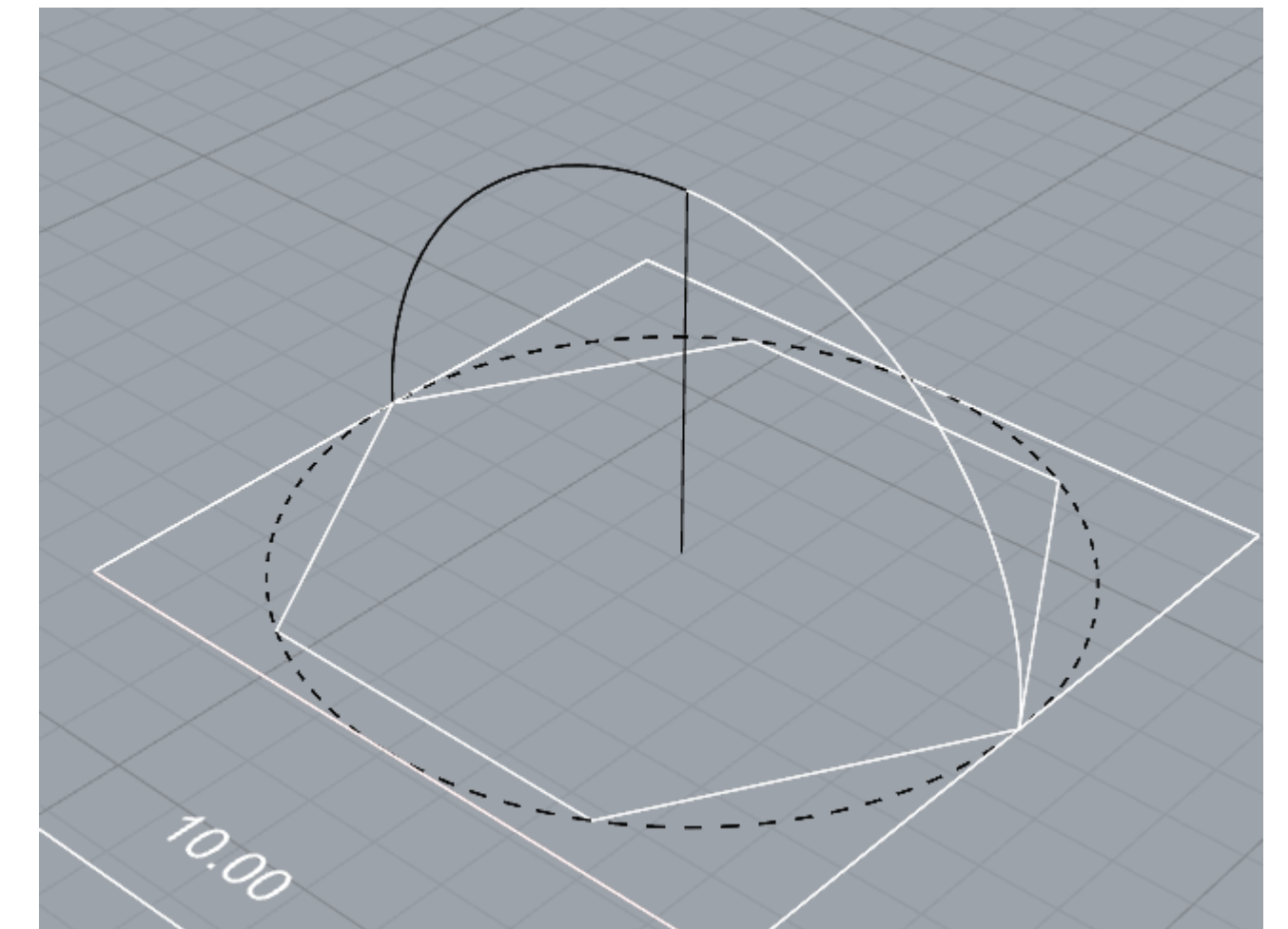
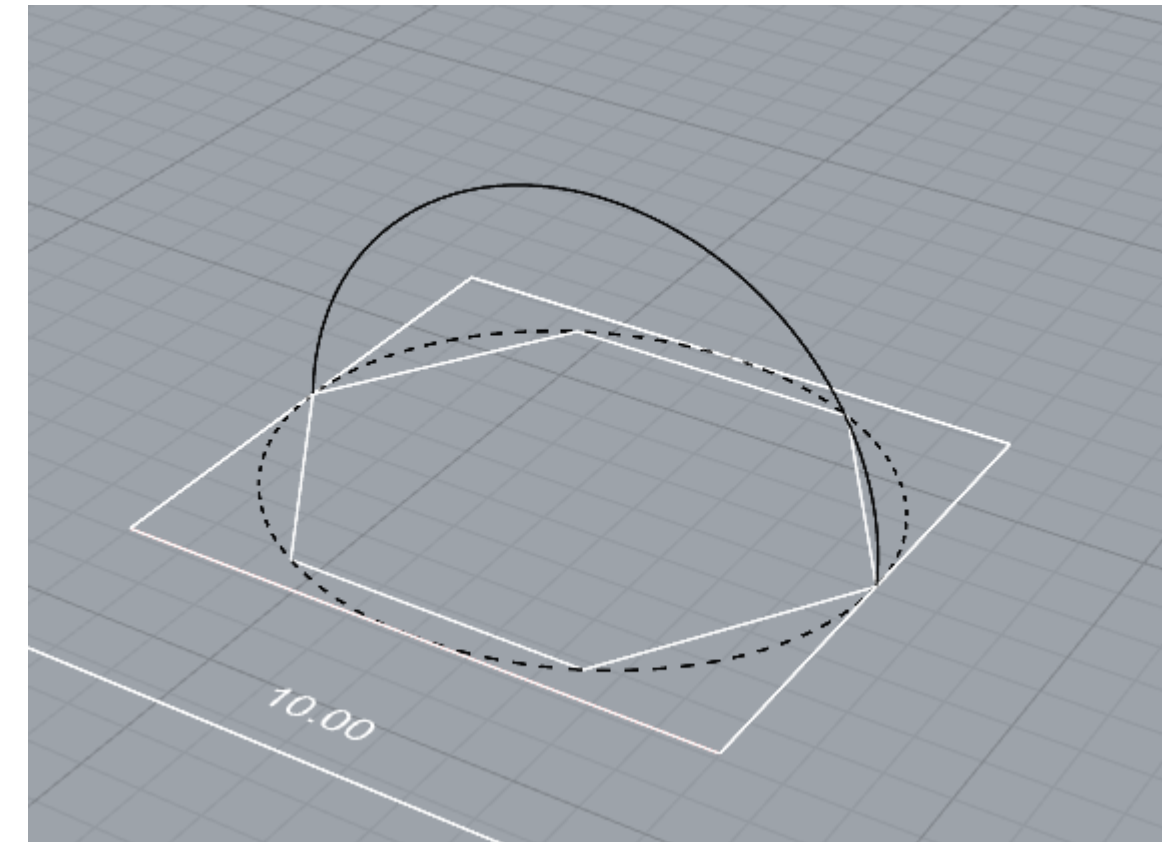
AULA-5 ABÓBODAS

Criamos um círculo vertical com dois pontos. Os dois pontos devem ser os dois vértices do hexágono que pertencem também ao quadrado.



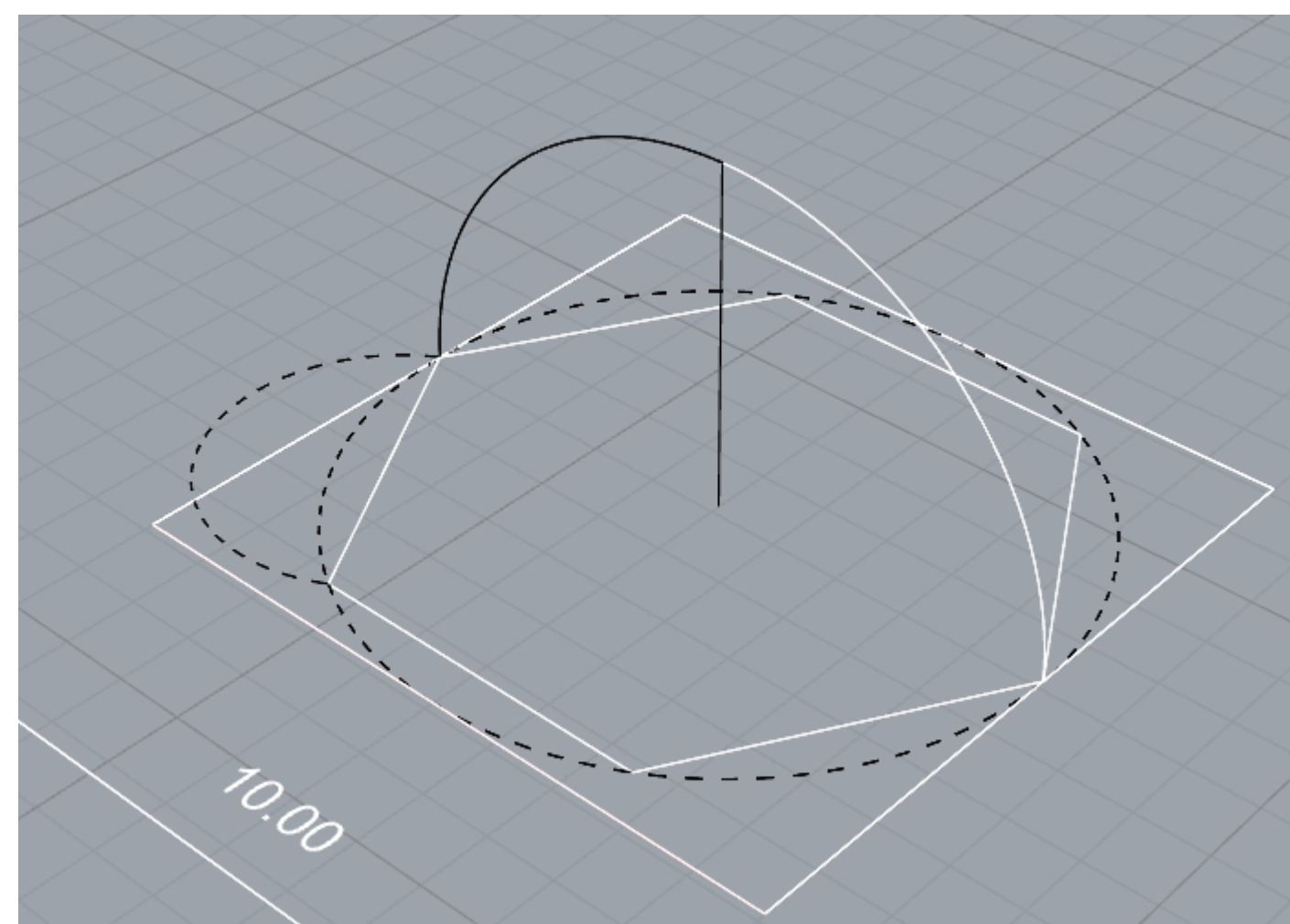
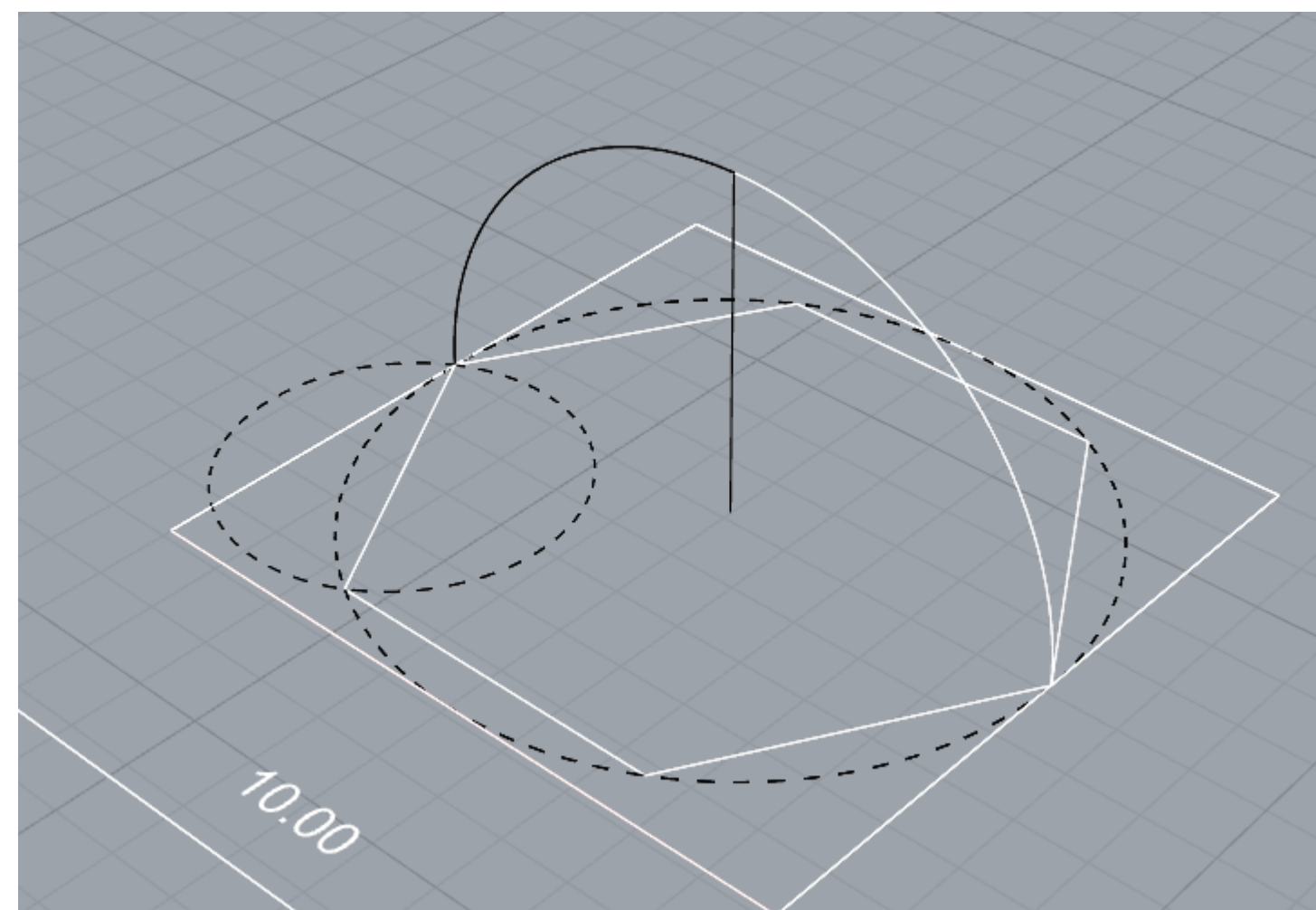
AULA-5 ABÓBODAS

Fazemos trim à parte de baixo do círculo.
Traçamos um segmento que una o centro do hexágono e o midpoint do semicírculo.
Fazemos “split” do semicírculo selecionando o semicírculo como “object to cut” e a reta como “cutting object”. Isto fará com que o nosso semicírculo seja dividido ao meio.

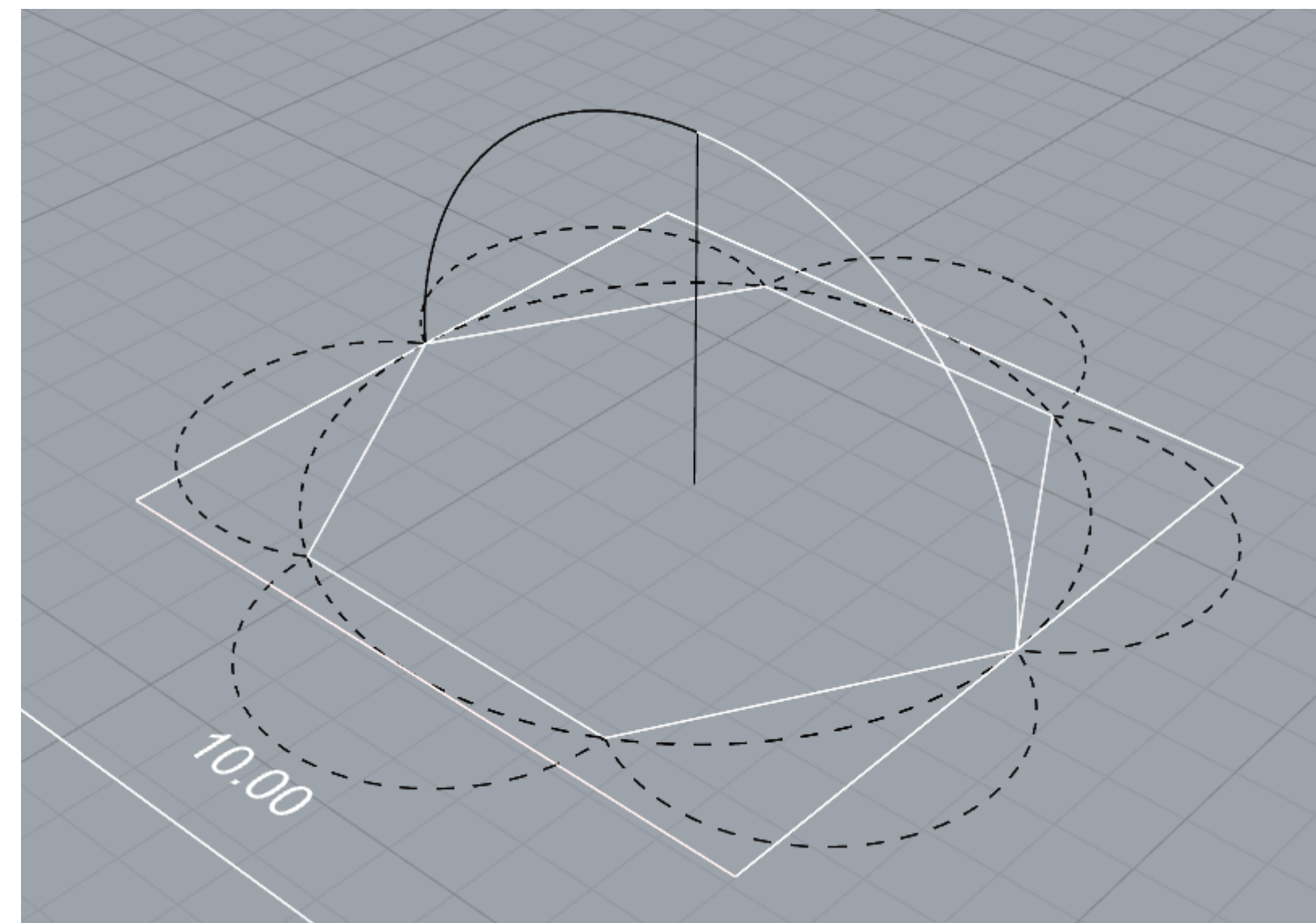


AULA-5 ABÓBODAS

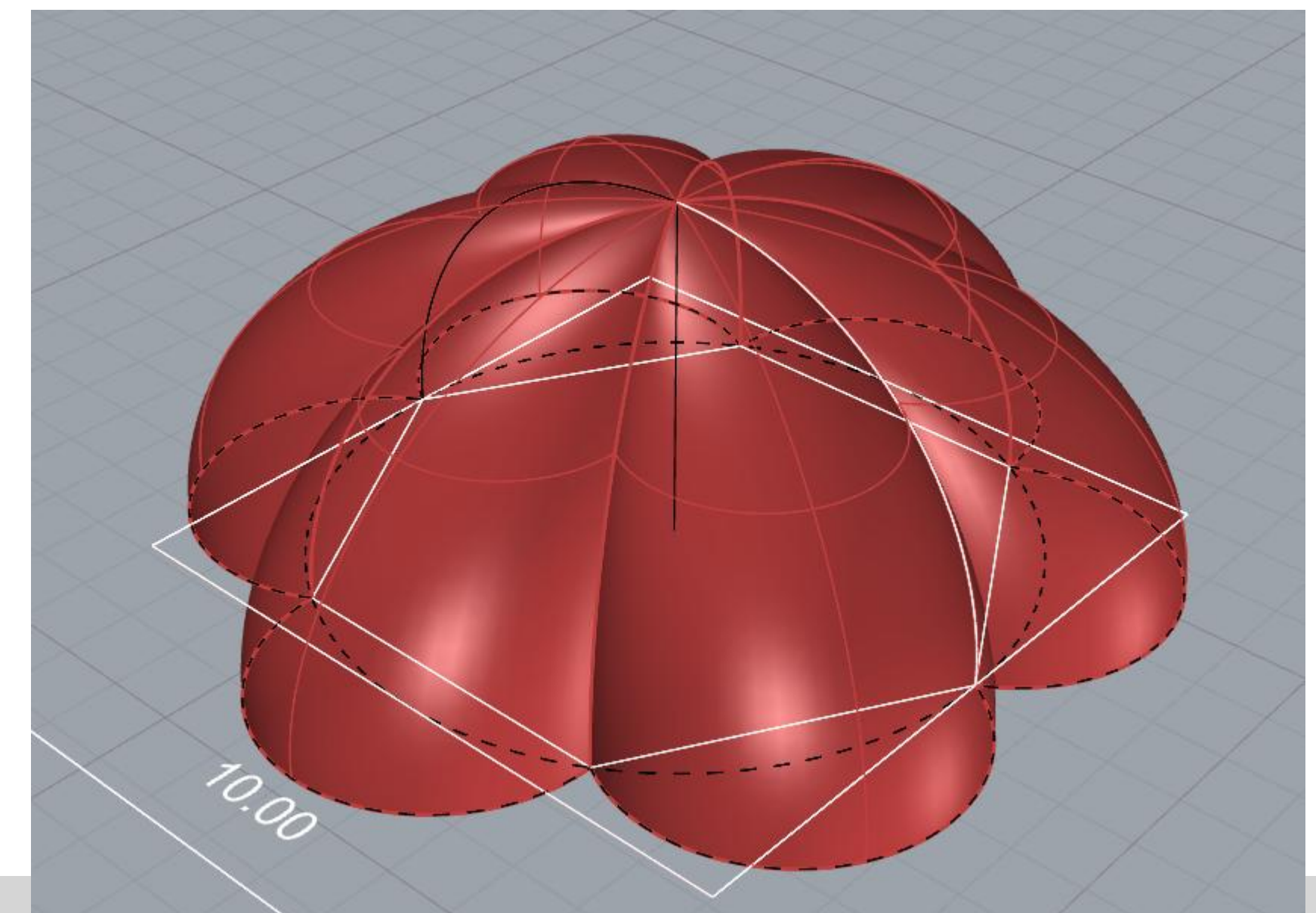
Fazemos explode ao Hexágono, passando a ter vários segmentos de reta e criamos um semicírculo num destes segmentos.



AULA-5 ABÓBODAS

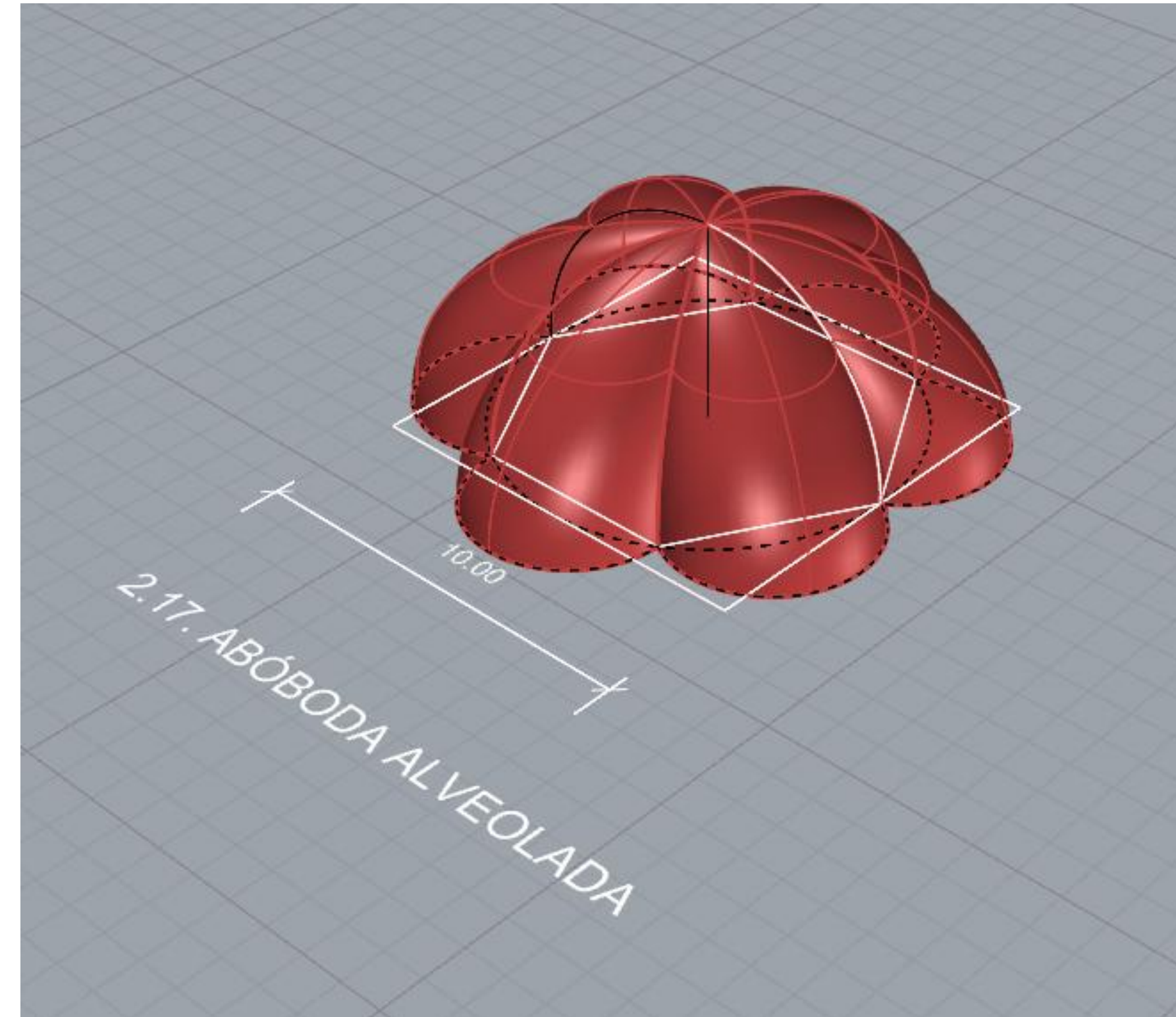


Depois utilizamos o comando “array polar” para replicar o semicírculo nos outros lados do hexágono.
 Agora resta só o último passo que é utilizar o comando “rail revolve” para criar a superfície da abóboda.
 Devemos selecionar uma das metades do semicírculo vertical primeiro, depois selecionar os semicírculos horizontais e por ultimo as duas extremidades do segmento de reta vertical.



AULA-5 ABÓBODAS

O resultado final ->



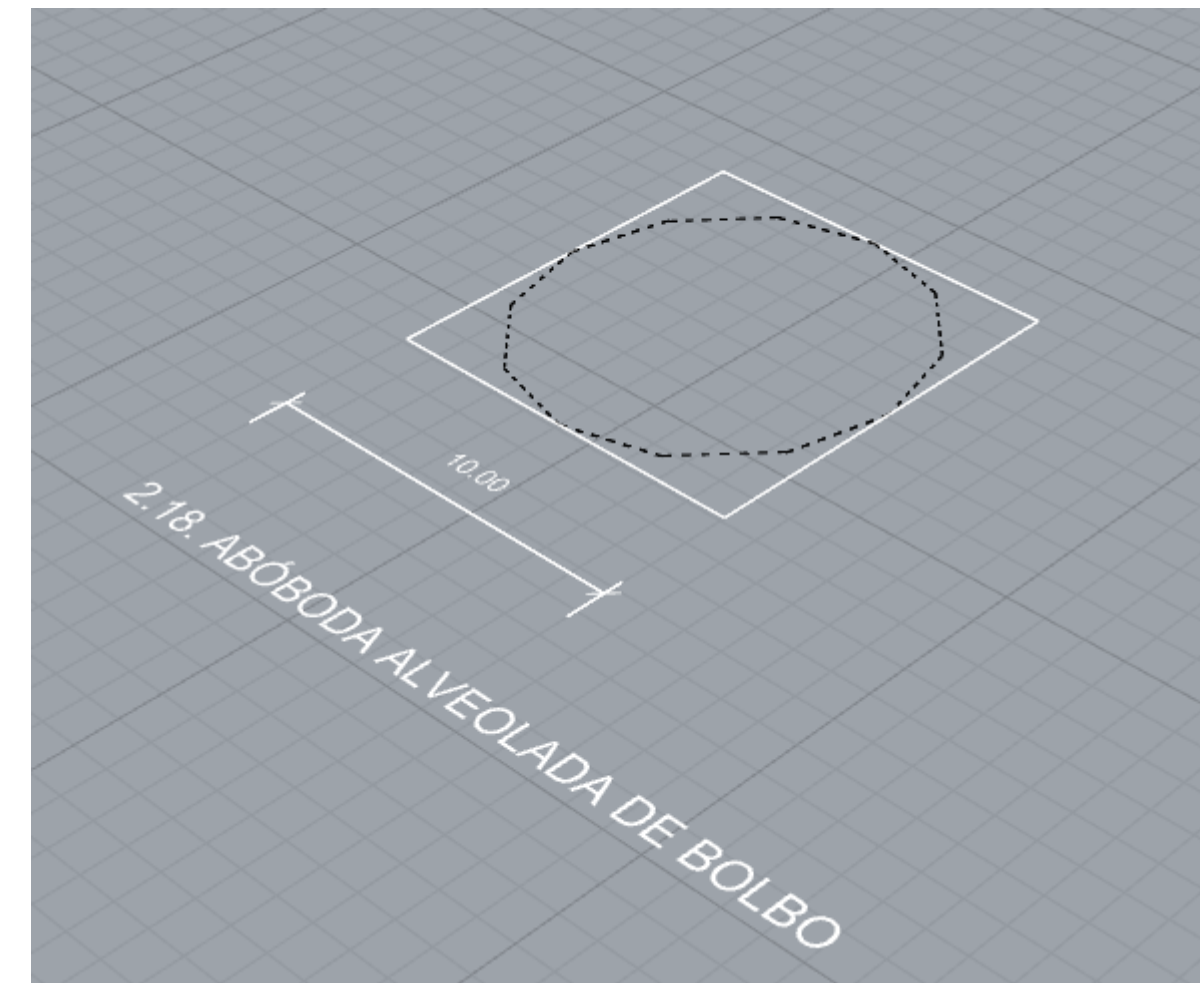
AULA-5 ABÓBODAS

ABÓBODA ALVEOLADA DE BOLBO

AULA-5 ABÓBODAS

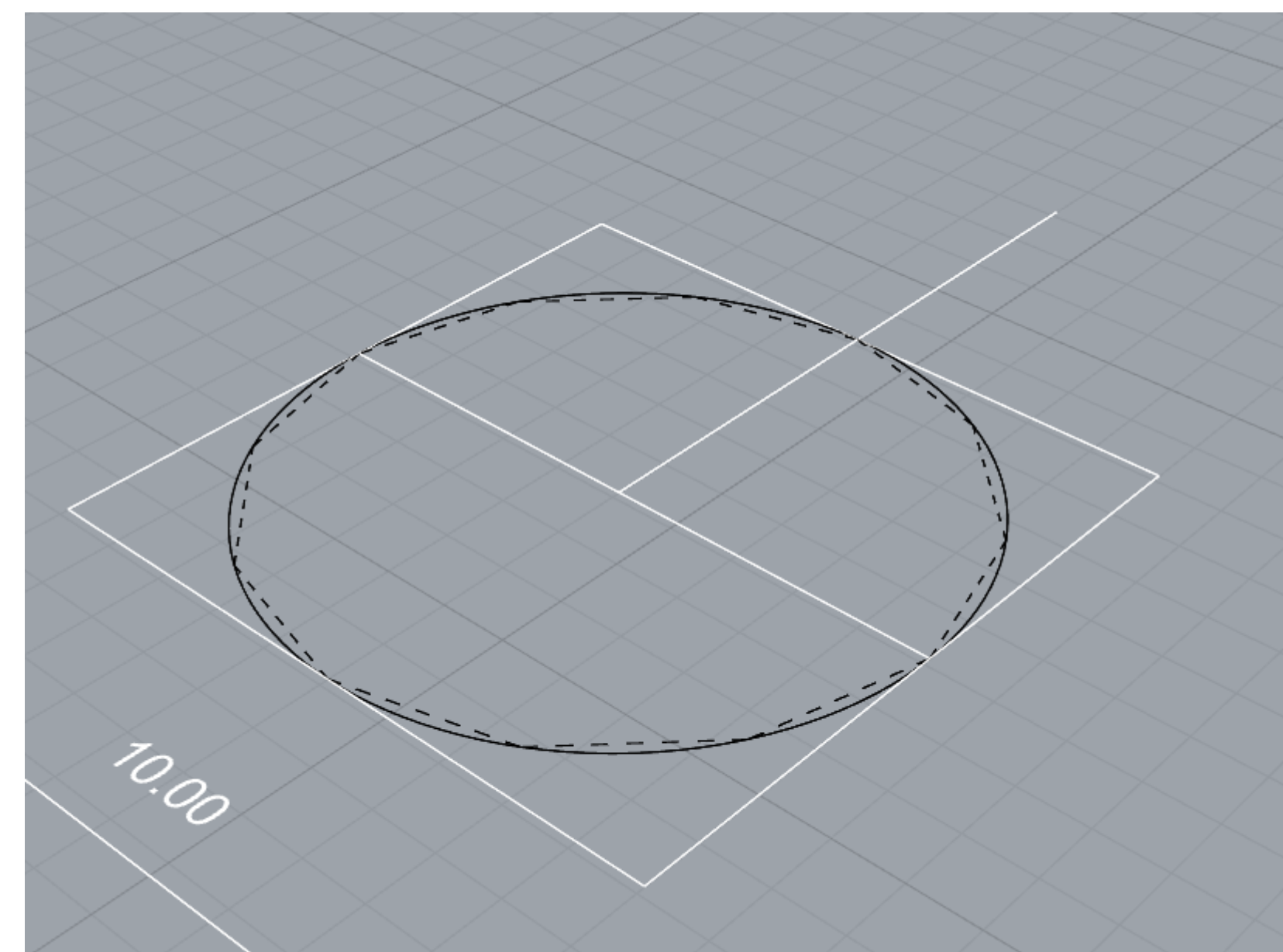
Copiamos a abóboda criada anteriormente e apagamos tudo menos o quadrado, o texto e as cotagens.

De seguida fazemos um dodecágono com centro no do quadrado. O dodecágono deve ser criado com o comando “polygon”.



AULA-5 ABÓBODAS

Criamos um círculo também concêntrico ao quadrado (o círculo tem de estar circunscrito no quadrado).
Depois criamos dois segmentos de reta. O primeiro deve unir dois lados opostos do dodecágono (os lados também tem de pertencer ao quadrado). O segundo segmento deve ter o comprimento do anterior mas deve ser perpendicular ao mesmo. Um dos pontos extremos deve ser o mid point da primeira reta a ser criada.

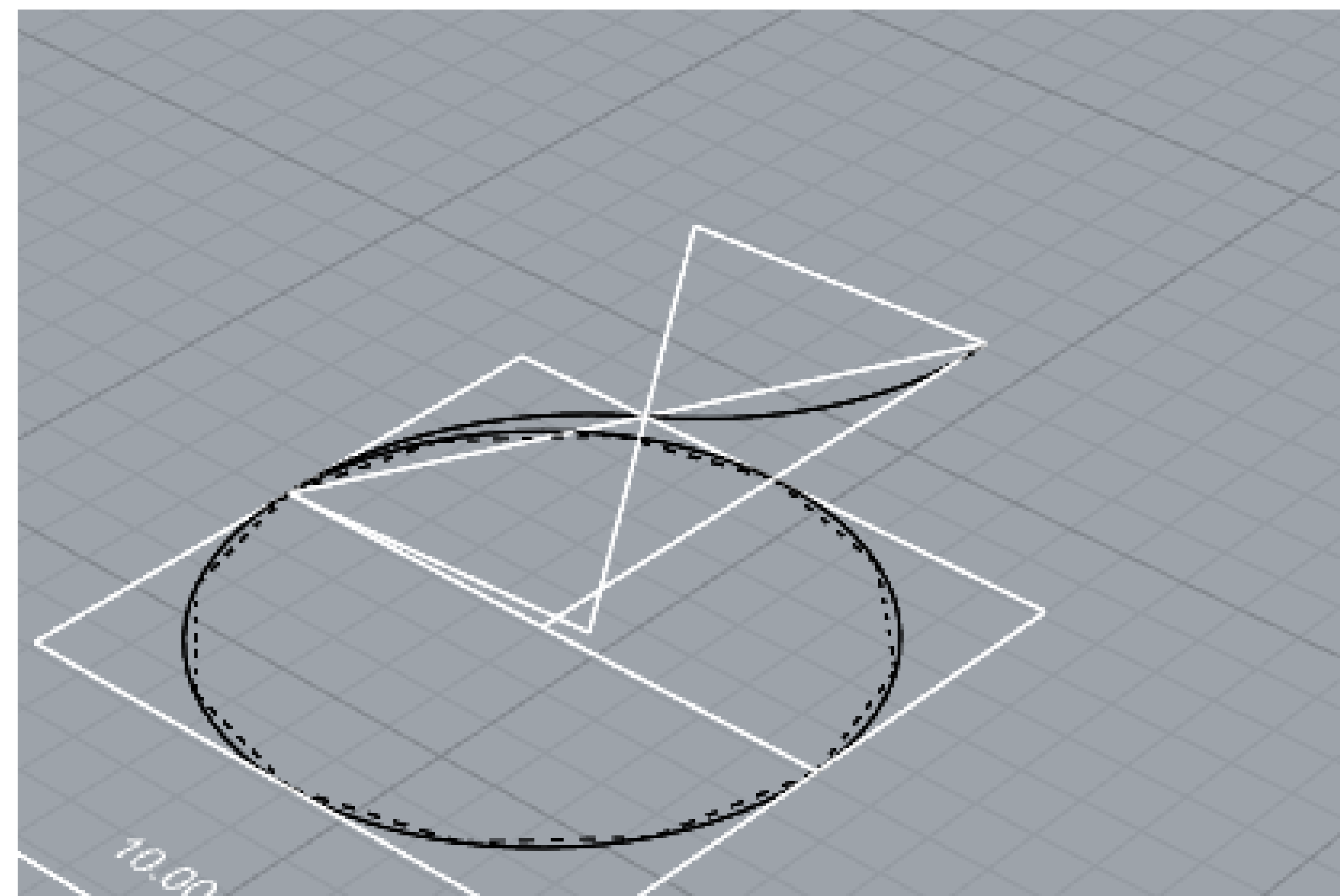


AULA-5 ABÓBODAS

Traçamos uma linha que une uma das extremidades do primeiro segmento de reta que criamos e unimos esse ponto à extremidade fora do quadrado do segundo segmento de reta.

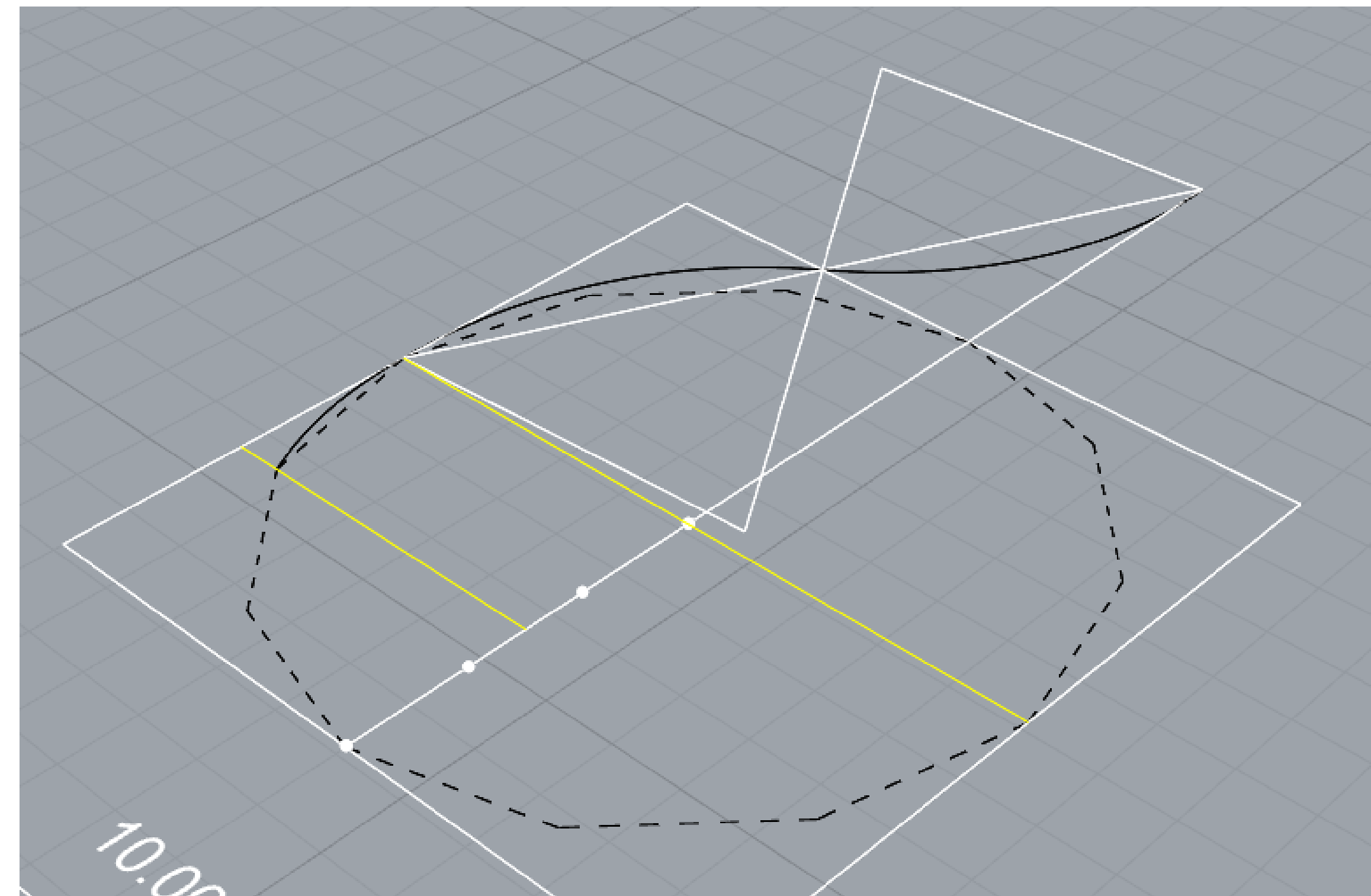
Depois criamos dois triângulos equiláteros. Os triângulos partilham um vértice e um dos seus lados pertence à linha anteriormente criada.

Depois de termos criado os triângulos, fazendo uso do comando “rotate”, devemos ficar com uma forma horizontal com planar ao quadrado inicial igual à da imagem.



AULA-5 ABÓBODAS

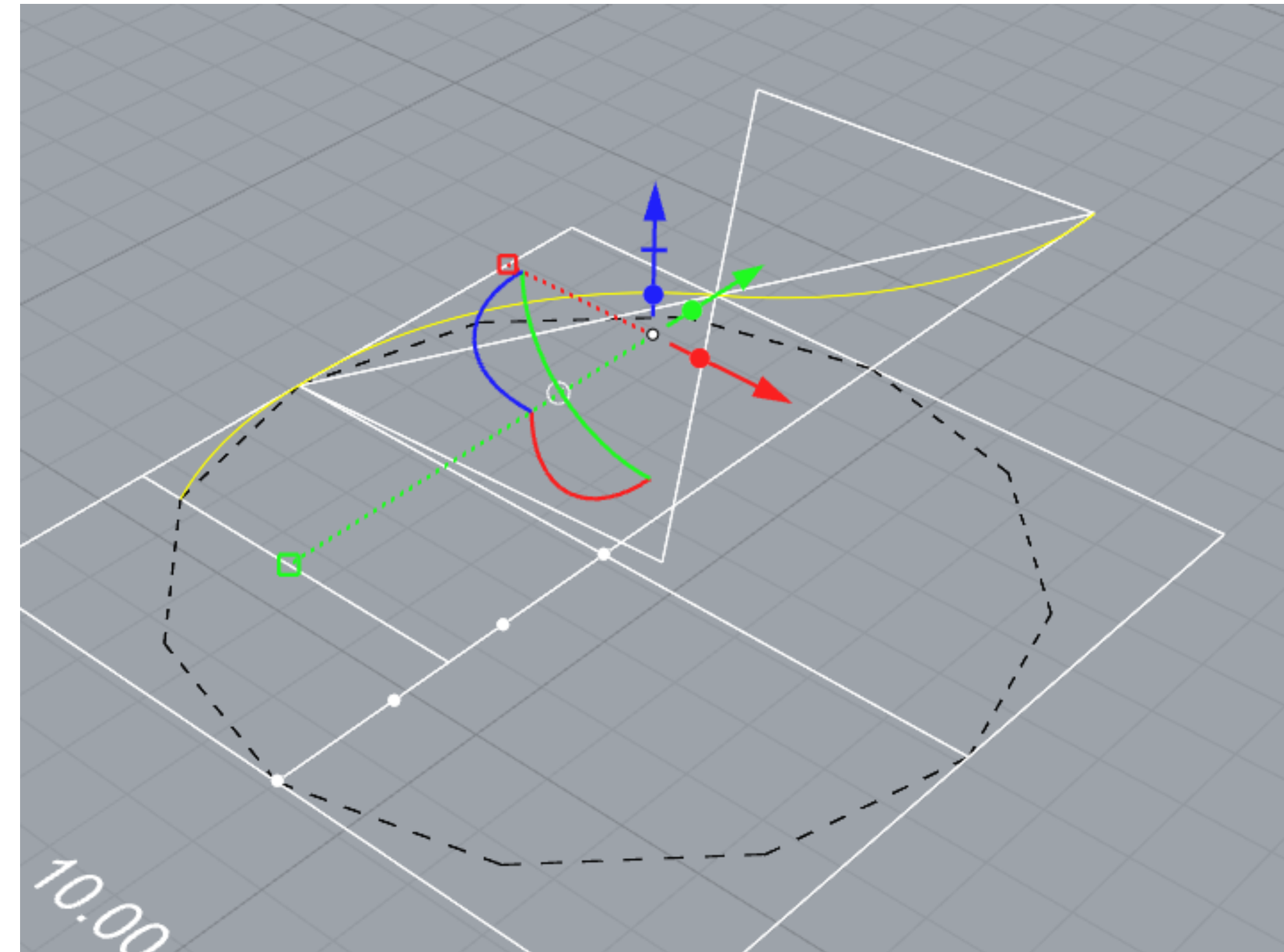
O próximo passo é criar o arco gerador da abóboda.
Para que isso possa ser feito, temos de traçar um novo segmento de reta que una o centro do quadrado e um dos vértices do dodecágono e faça noventa graus com o outro eixo já anteriormente criado. Depois traçamos outro segmento de reta para a esquerda da forma que deve ter início no mid point do ultimo segmento a ser criado e deve ser perpendicular à aresta do quadrado.



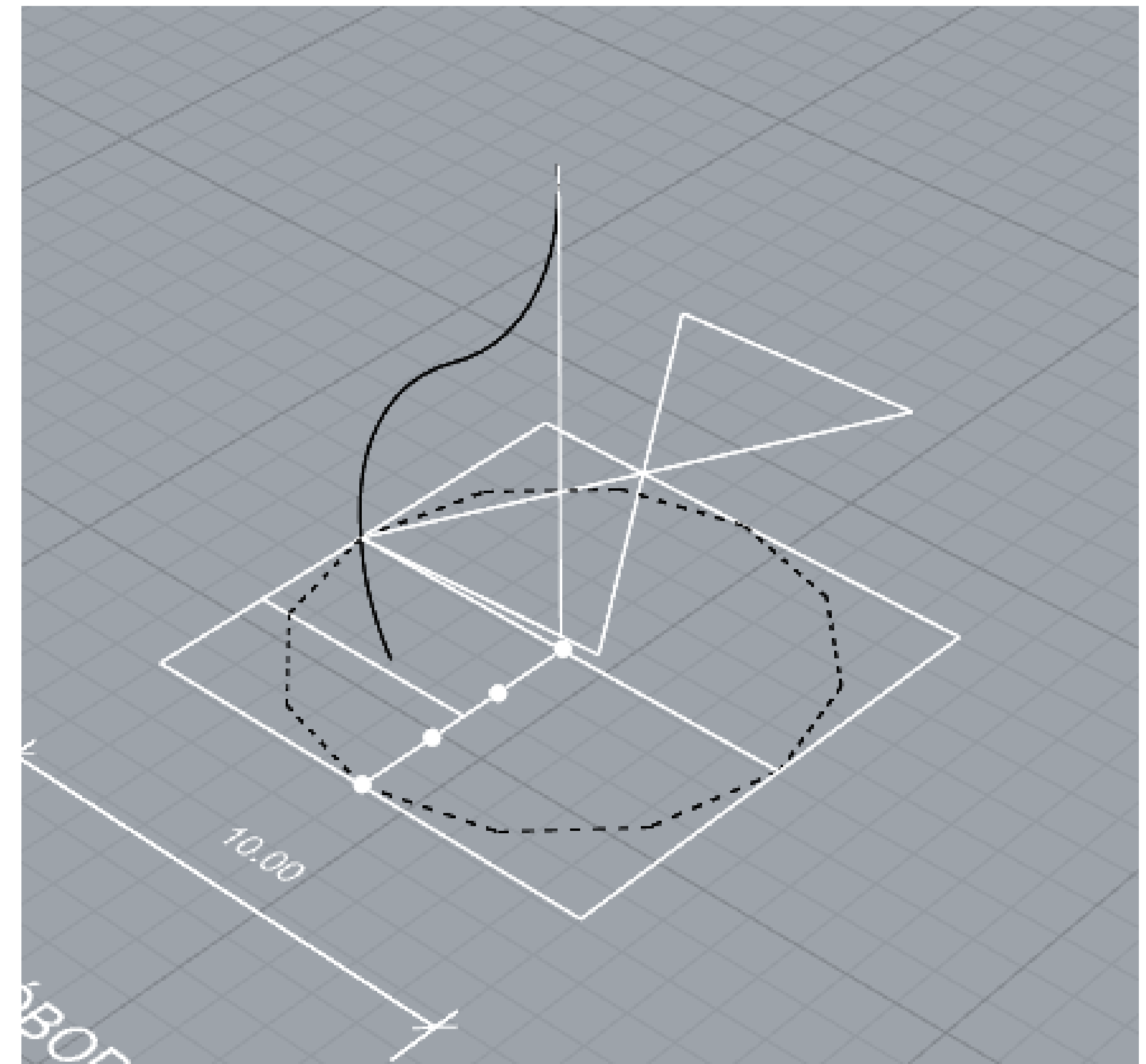
AULA-5 ABÓBODAS

Depois de termos traçado estes dois últimos segmentos de reta, temos de desenhar duas circunferências, uma com o centro no vértice dos triângulos mais perto do centro do dodecágono e a outra com o centro no vértice mais distante do centro do dodecágono (o raio das circunferências é igual ao comprimento da aresta dos triângulos).

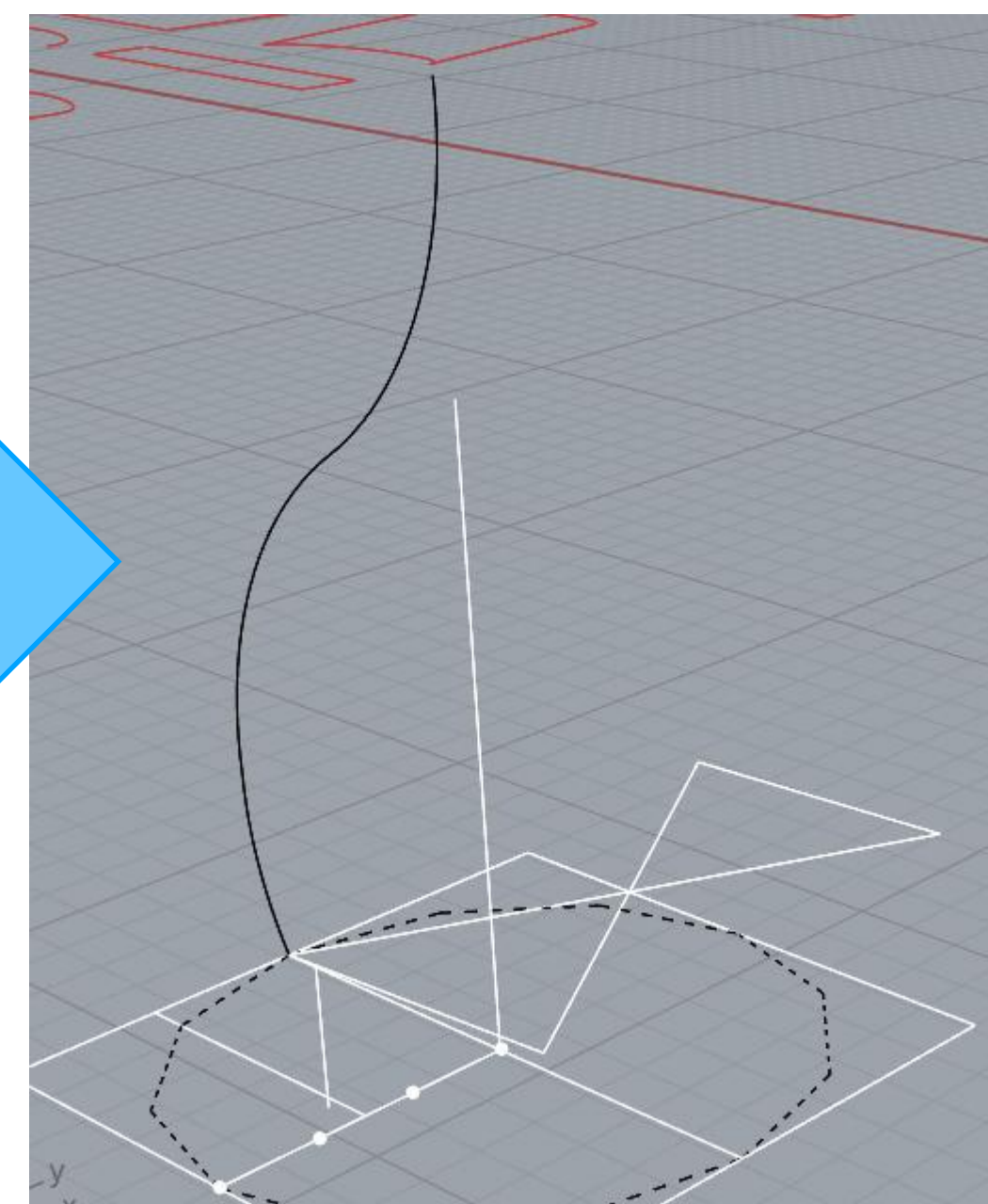
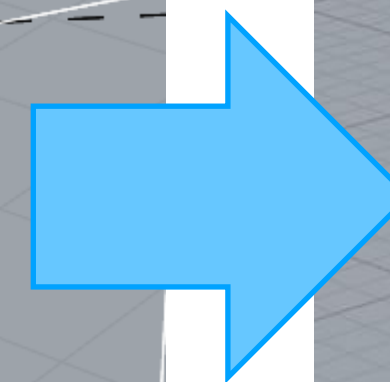
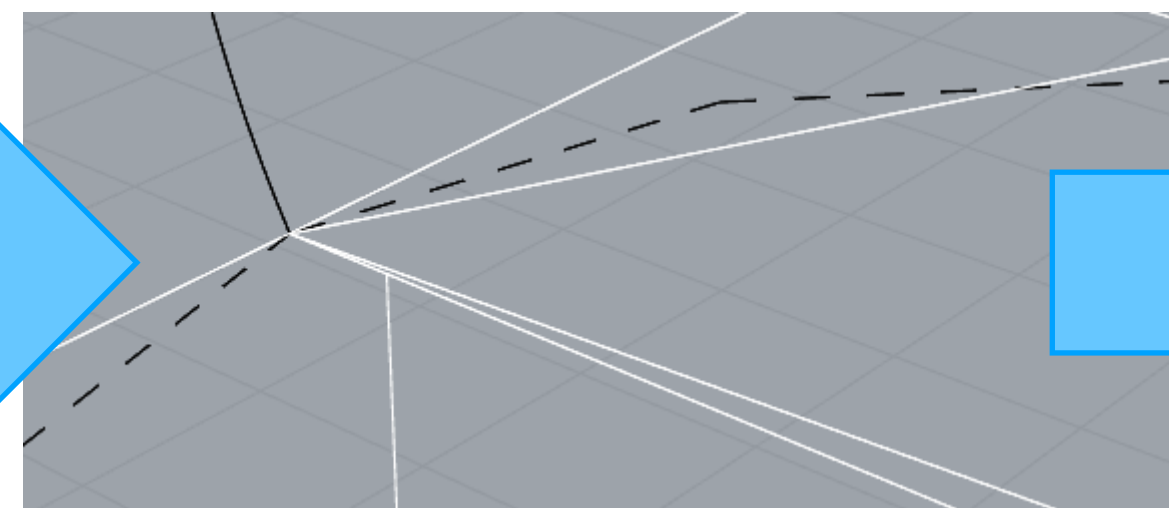
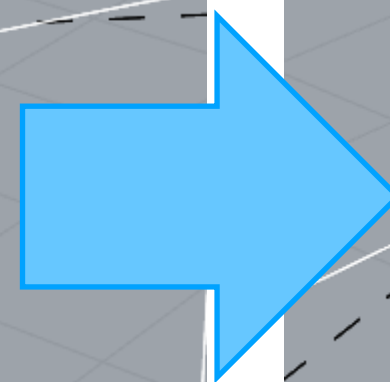
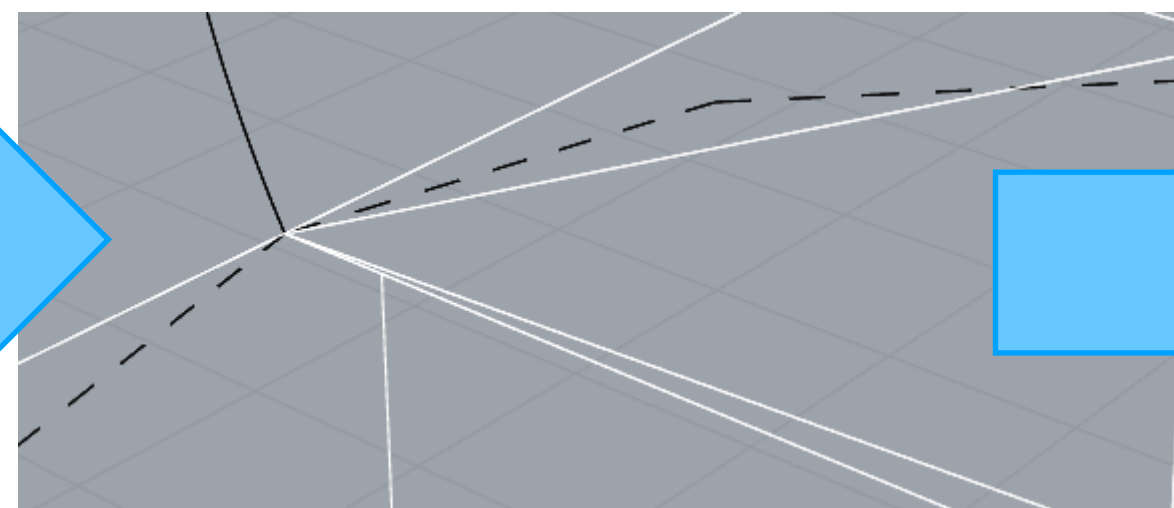
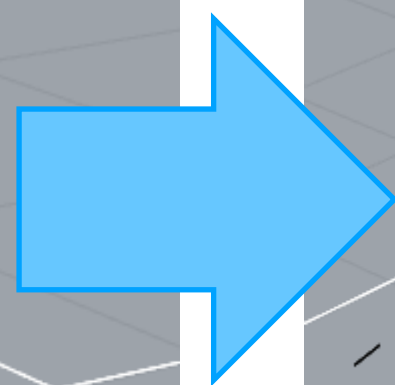
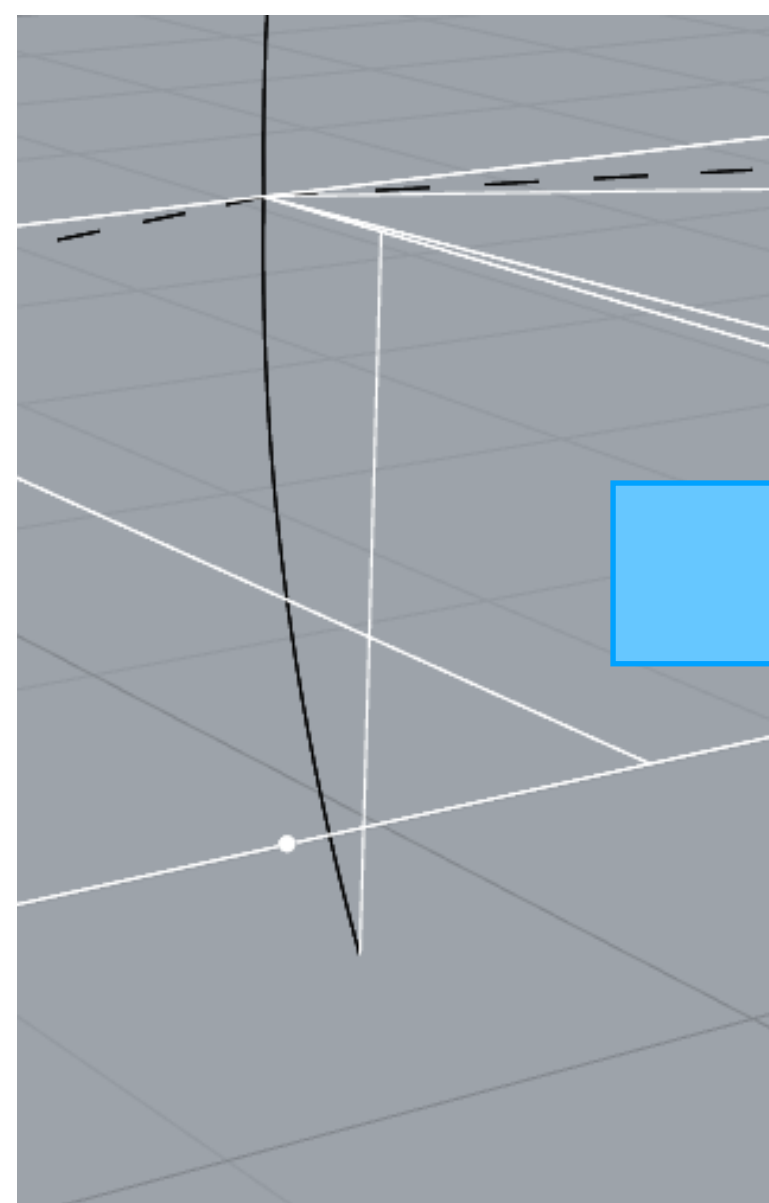
O ultimo passo desta fase é fazer trim aos dois circos selecionando como “cutting objects” o ultimo segmento de reta a ser criado e o segmento de reta ao qual pertencem os dois lados dos triângulos.



O próximo passo implica fazer “3dRotate” do arco criado para que o mesmo fique num plano perpendicular ao do dodecágono.

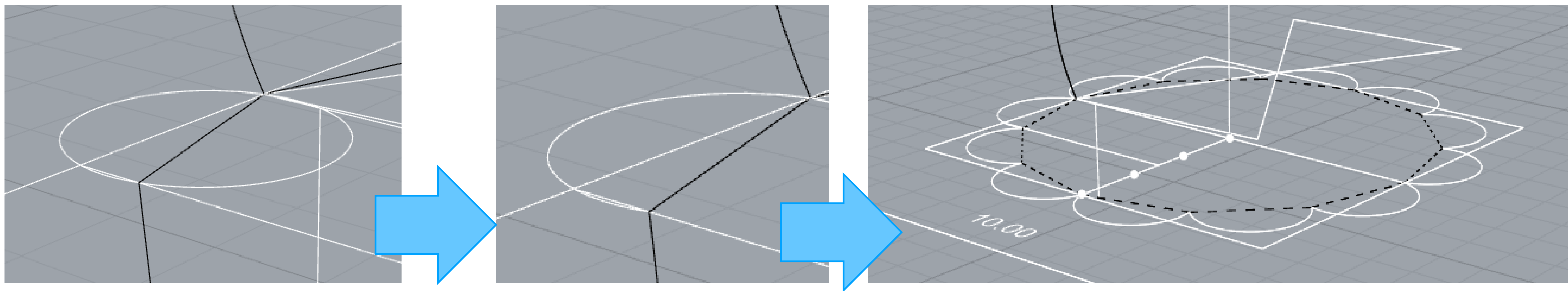


AULA-5 ABÓBODAS



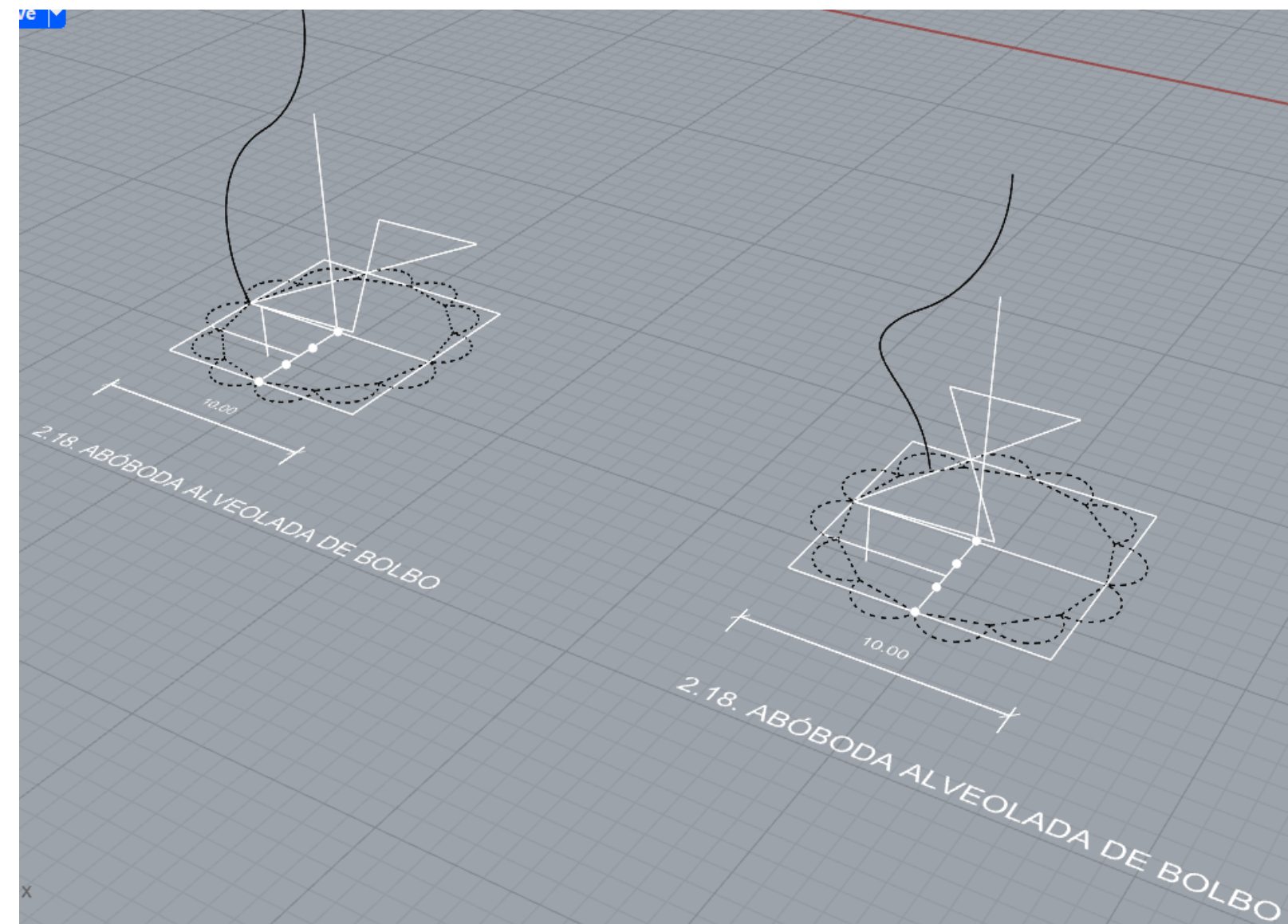
A seguir devemos colocar o arco no local certo e com as dimensões desejadas. Para que isso possa acontecer, movemo-lo de forma a que o seu ponto com a cota Z menor pertença ao plano do dodecágono e fazemos um scale.

AULA-5 ABÓBODAS



O próximo passo é fazer a estrutura necessária para fazer o “rail revolve”. Para isso fazemos exatamente o mesmo que fizemos na abóboda alveolada e criamos uma espécie de flor com semicírculos à volta do dodecágono.

AULA-5 ABÓBODAS

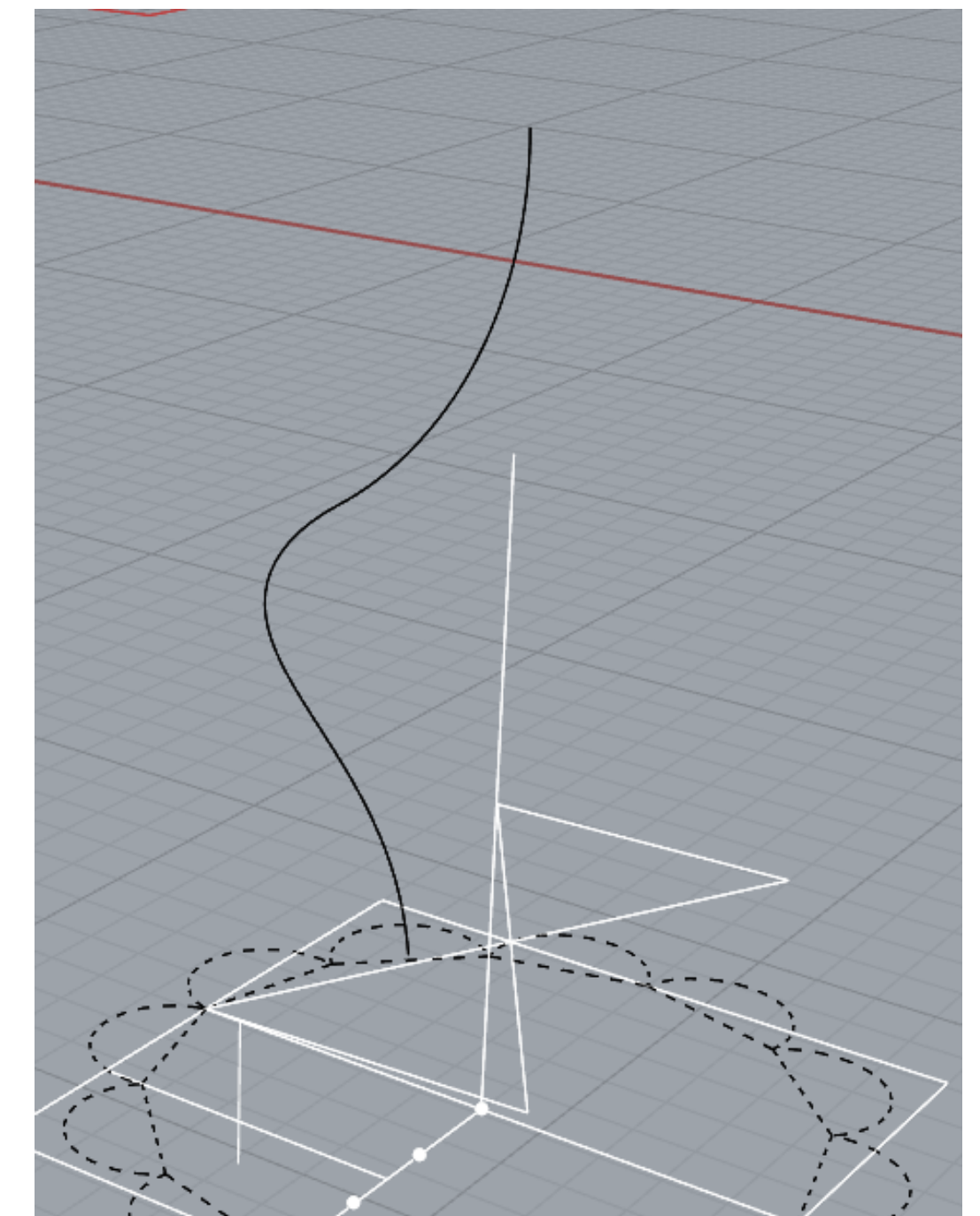


Agora vamos fazer uma alteração ao arco para podemos obter uma abóboda alveolada de bolbo diferente.

Primeiro copiamos tudo o que fizemos até agora e colocamos a cópia ao lado da nossa abóboda.

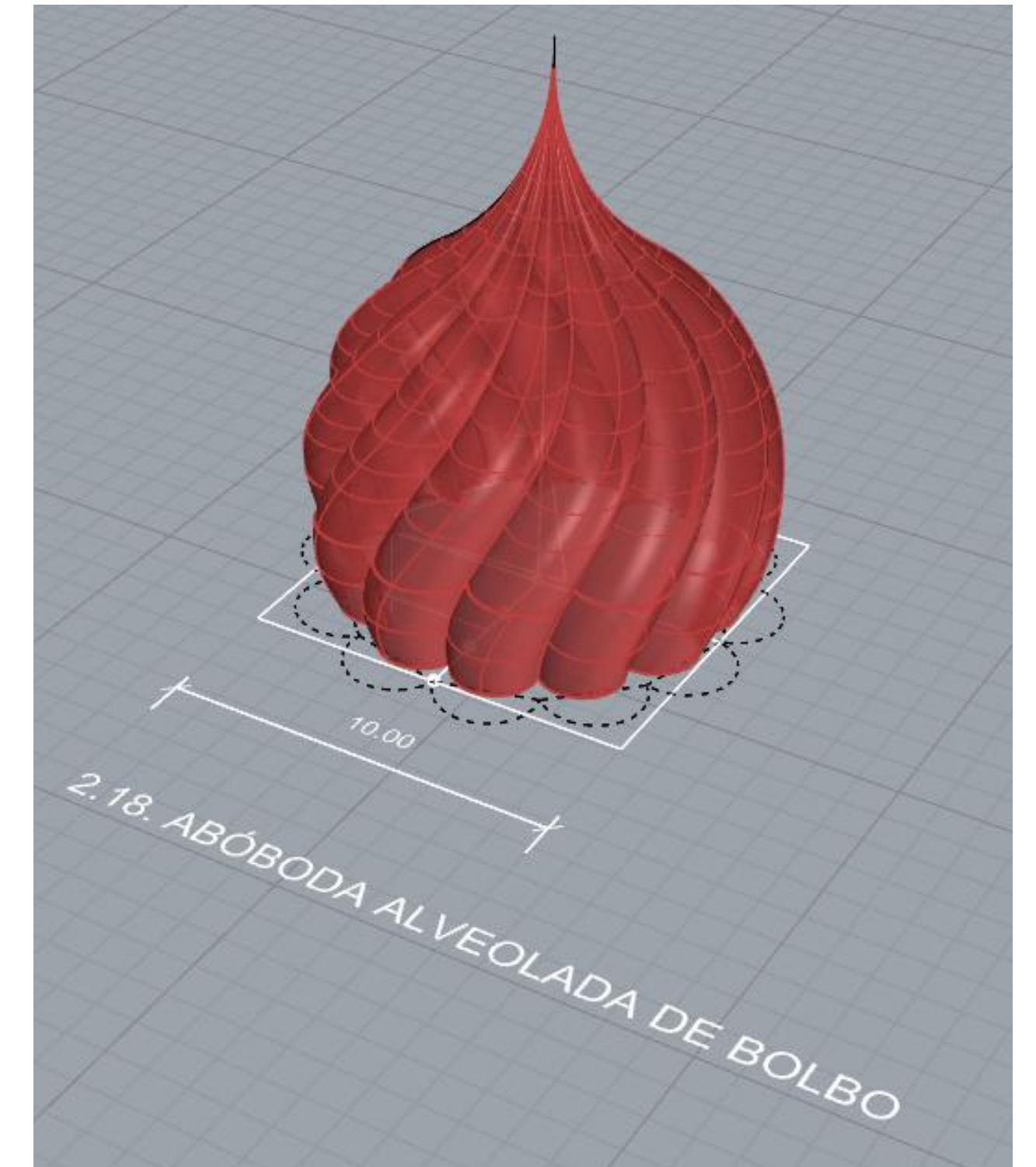
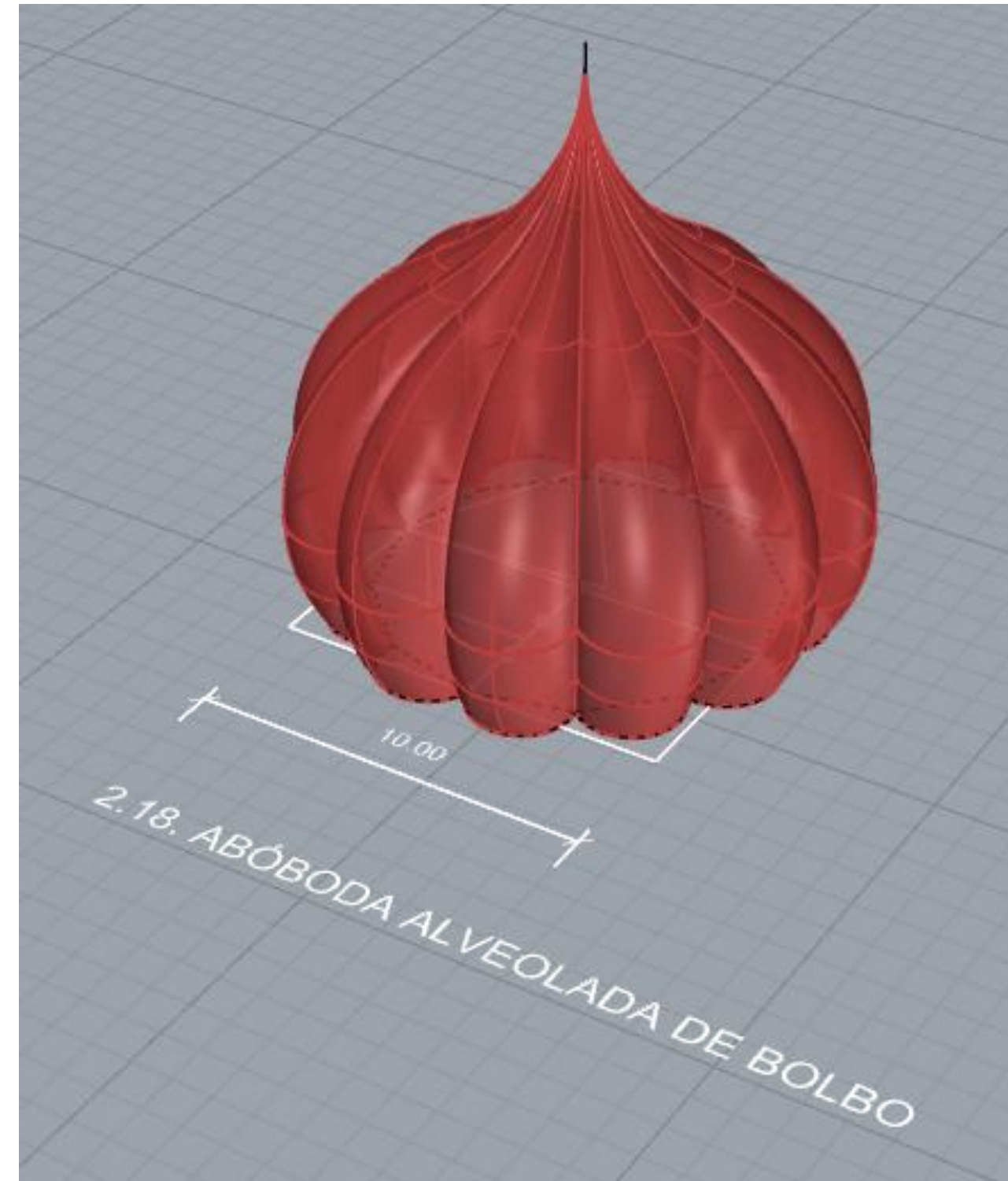
Depois vamos fazer um twist do arco. Seleccionamos o arco depois o eixo vertical que usamos para criar o arco e adicionamos 45 graus como o angulo de referencia.

O arco novo deve ficar como o da imagem.



AULA-5 ABÓBODAS

Por último é só fazer rail revolve dos arcos como fizemos na abóboda anterior. E temos o produto final.



AULA-5 ABÓBODAS

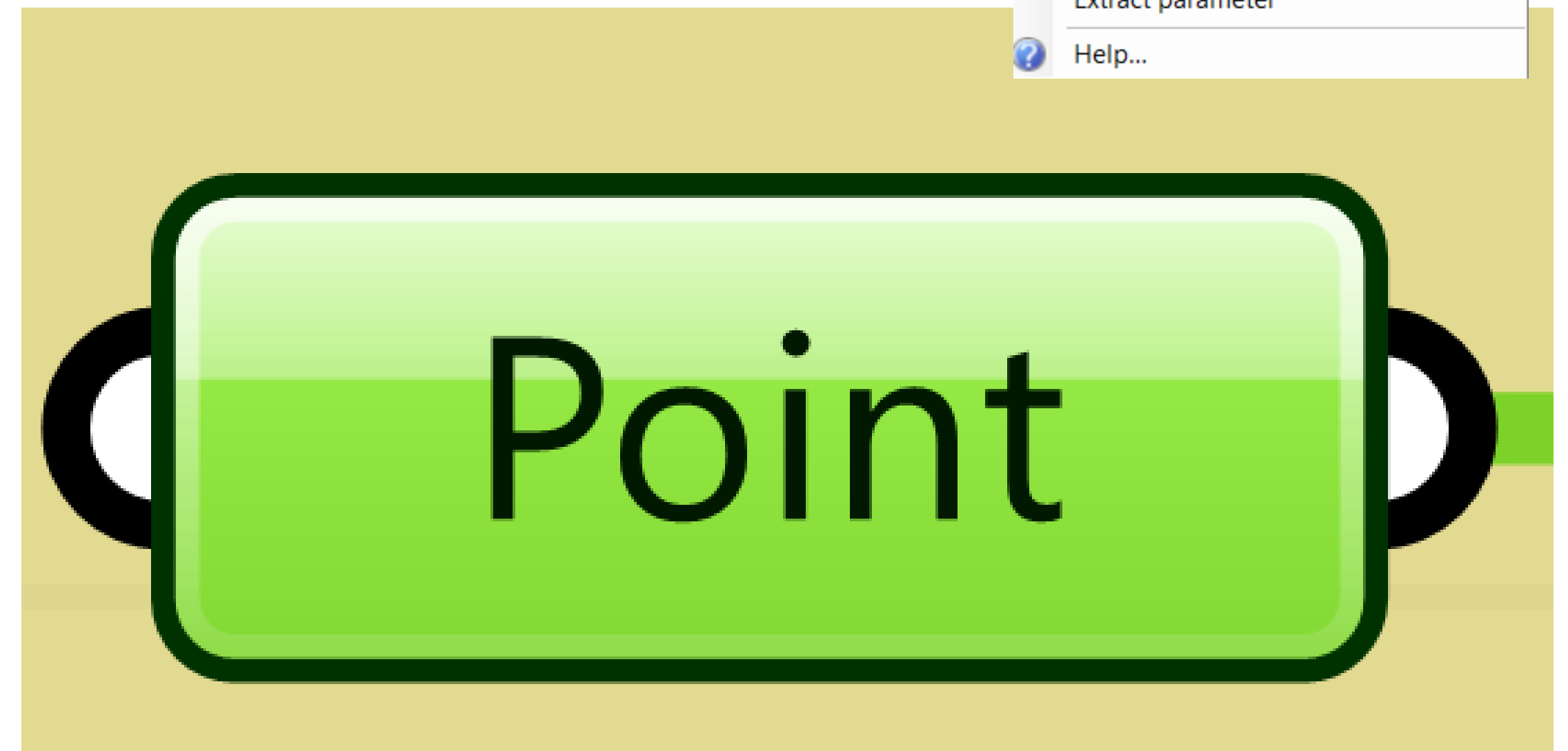
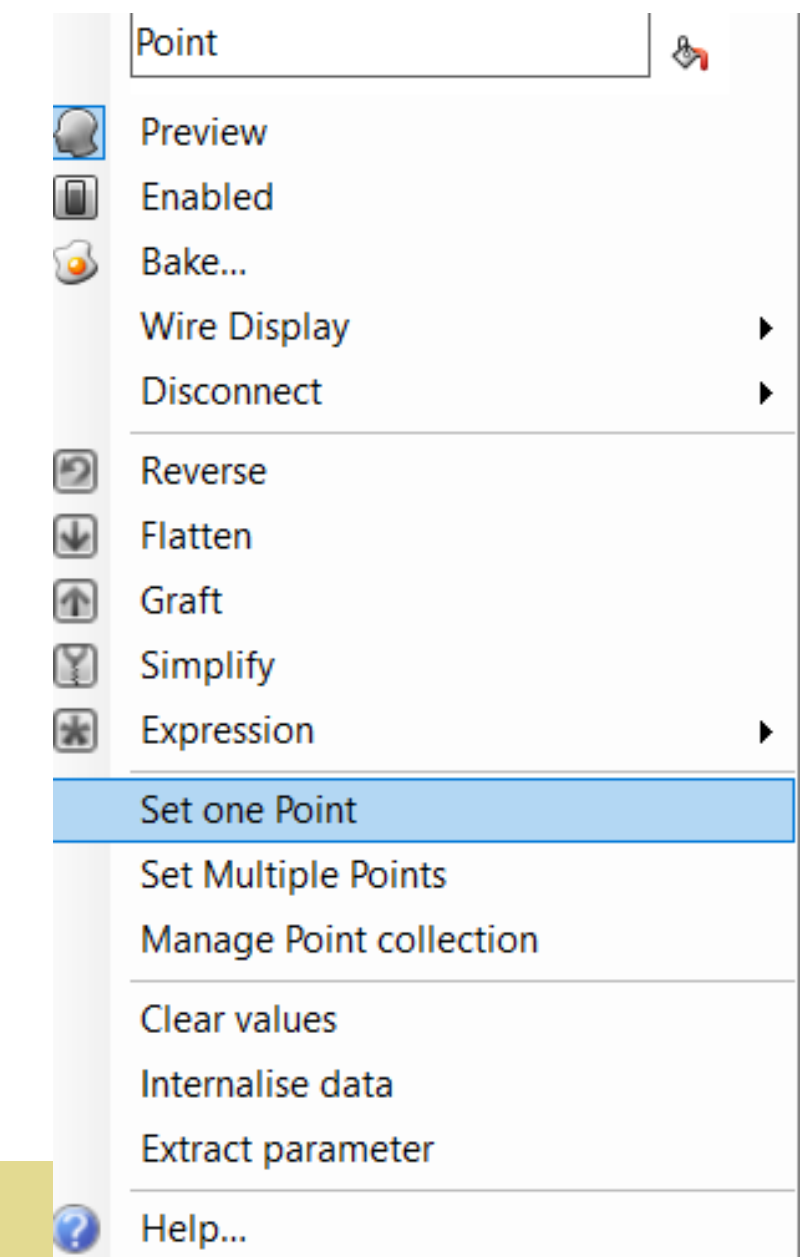
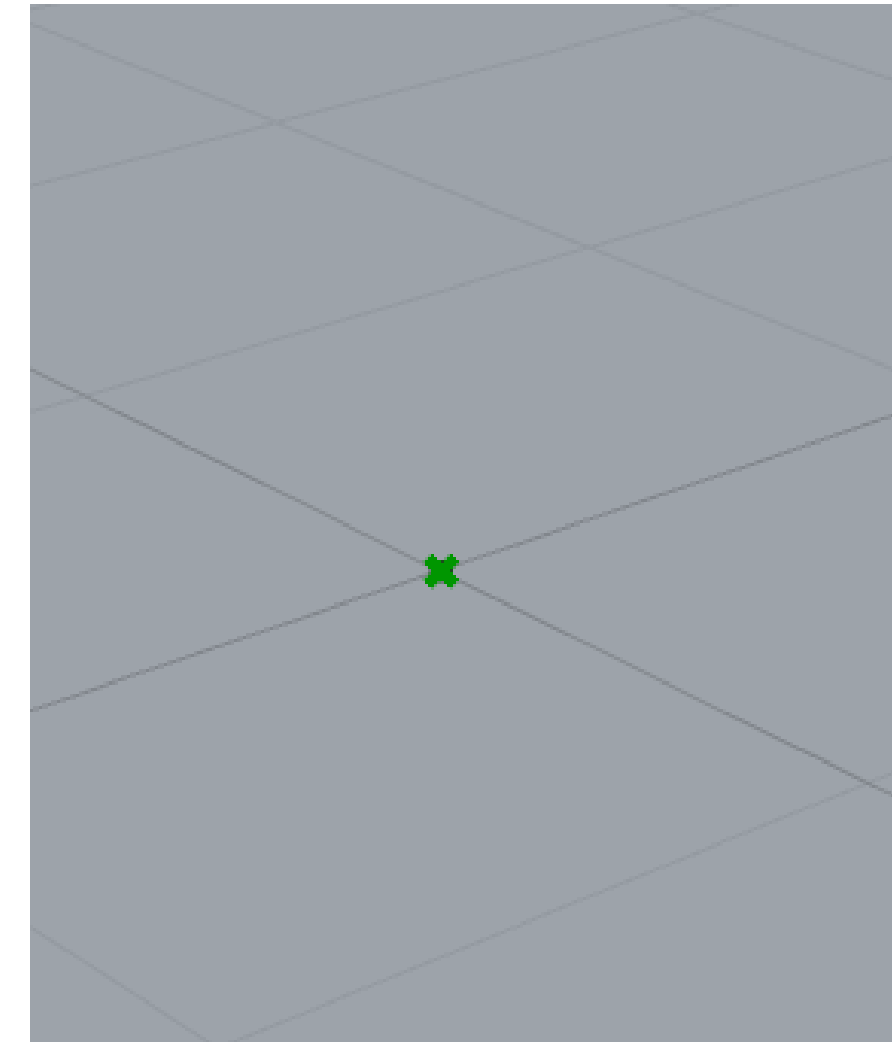
TRABALHO 2 - GRASSHOPPER

ABÓBODA TÓRICA

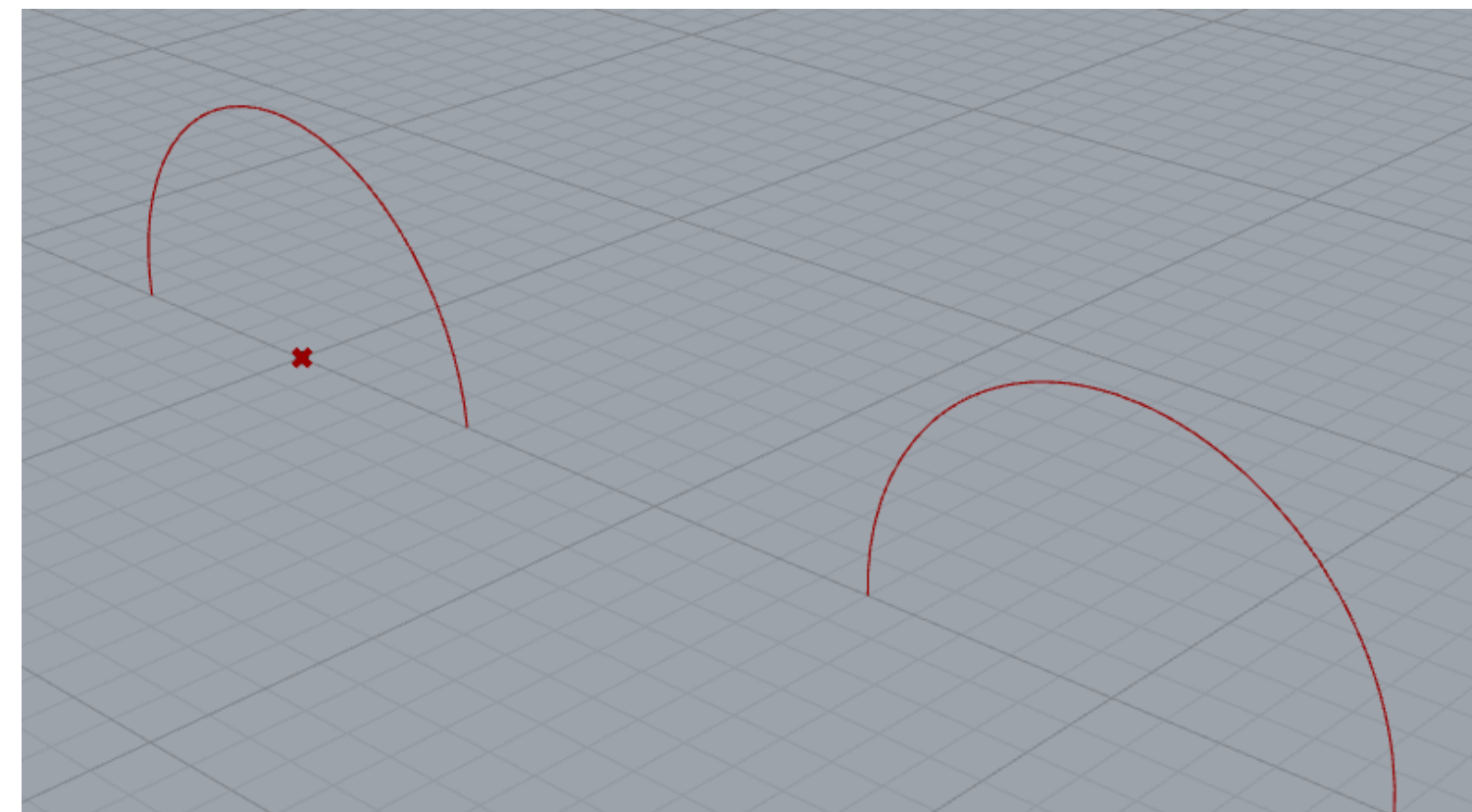
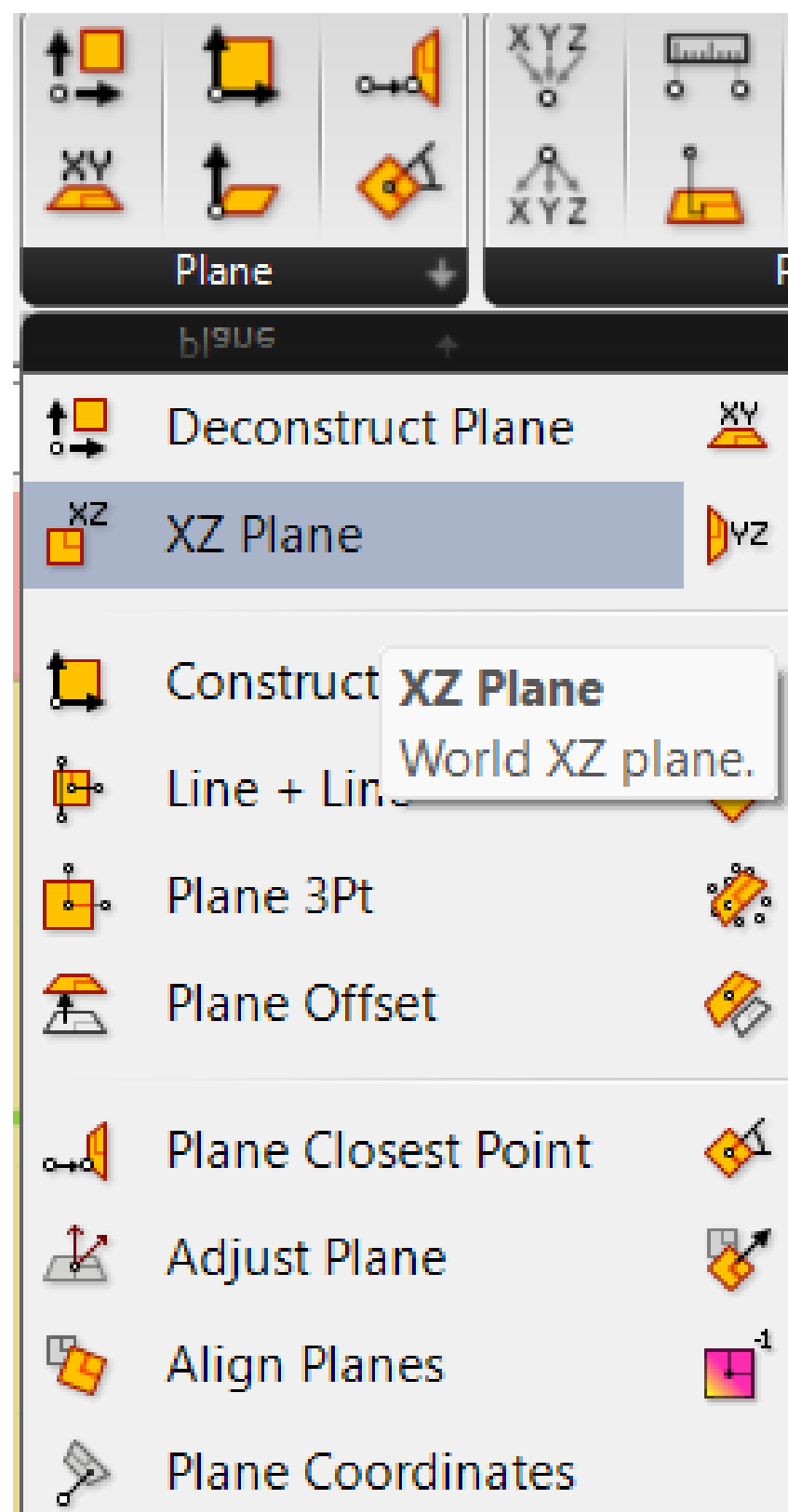
TRABALHO 2 - GRASSHOPPER

O primeiro passo na construção de uma abóboda tórica no grasshopper é colocar um ponto no rhino, o que será a única introdução de um elemento no rhino que é necessário realizarmos. Este ponto será o começo de todas as formas geométricas que iremos criar , uma vez que quando precisarmos de um novo ponto, em vez de o irmos criar ao rhino, faremos uma copia do mesmo utilizando o comando move para o colocarmos onde desejamos.

Podemos colocar o ponto onde quisermos no workspace do rhino e associá-lo ao comando ponto no grasshopper clicando no ponto (o do grasshopper) e selecionando a opção set one point.

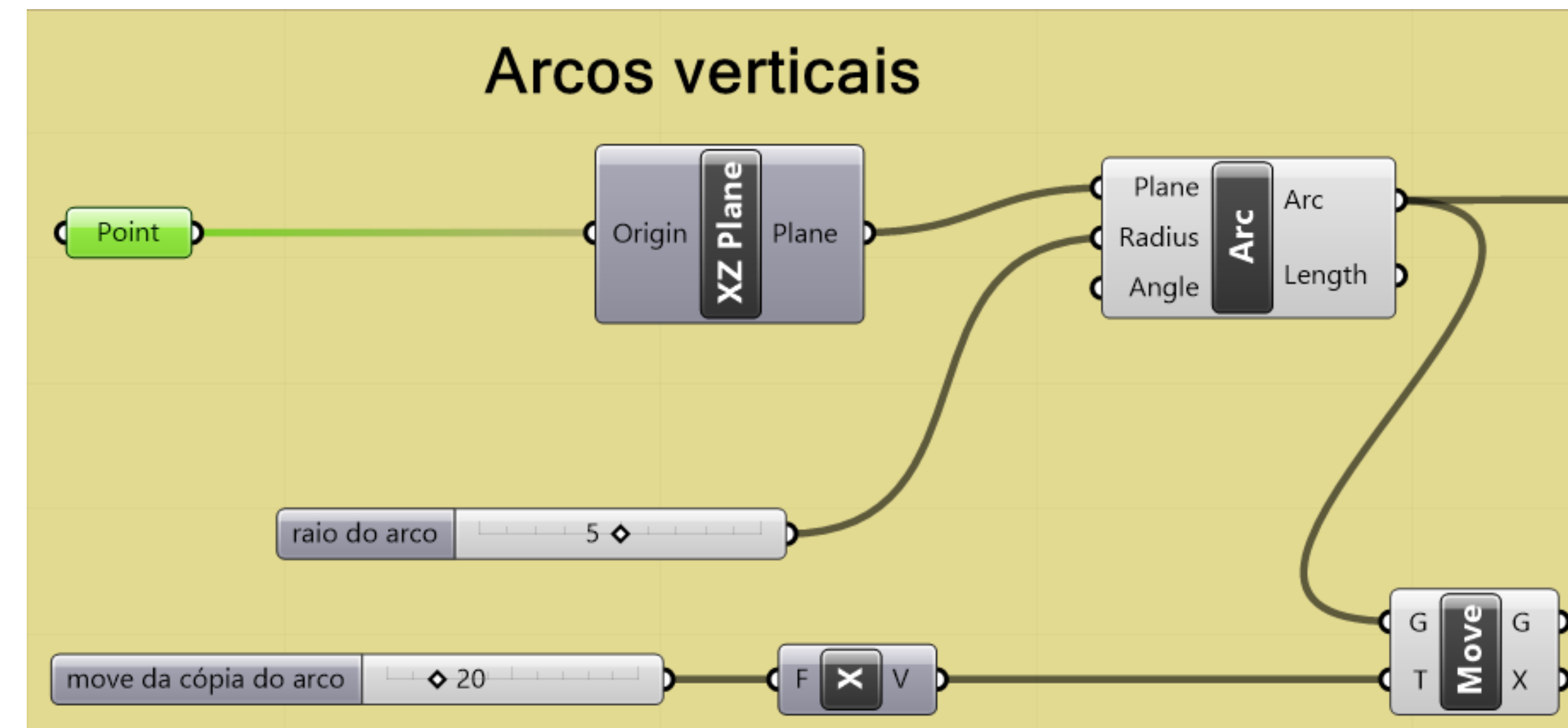


TRABALHO 2 - GRASSHOPPER



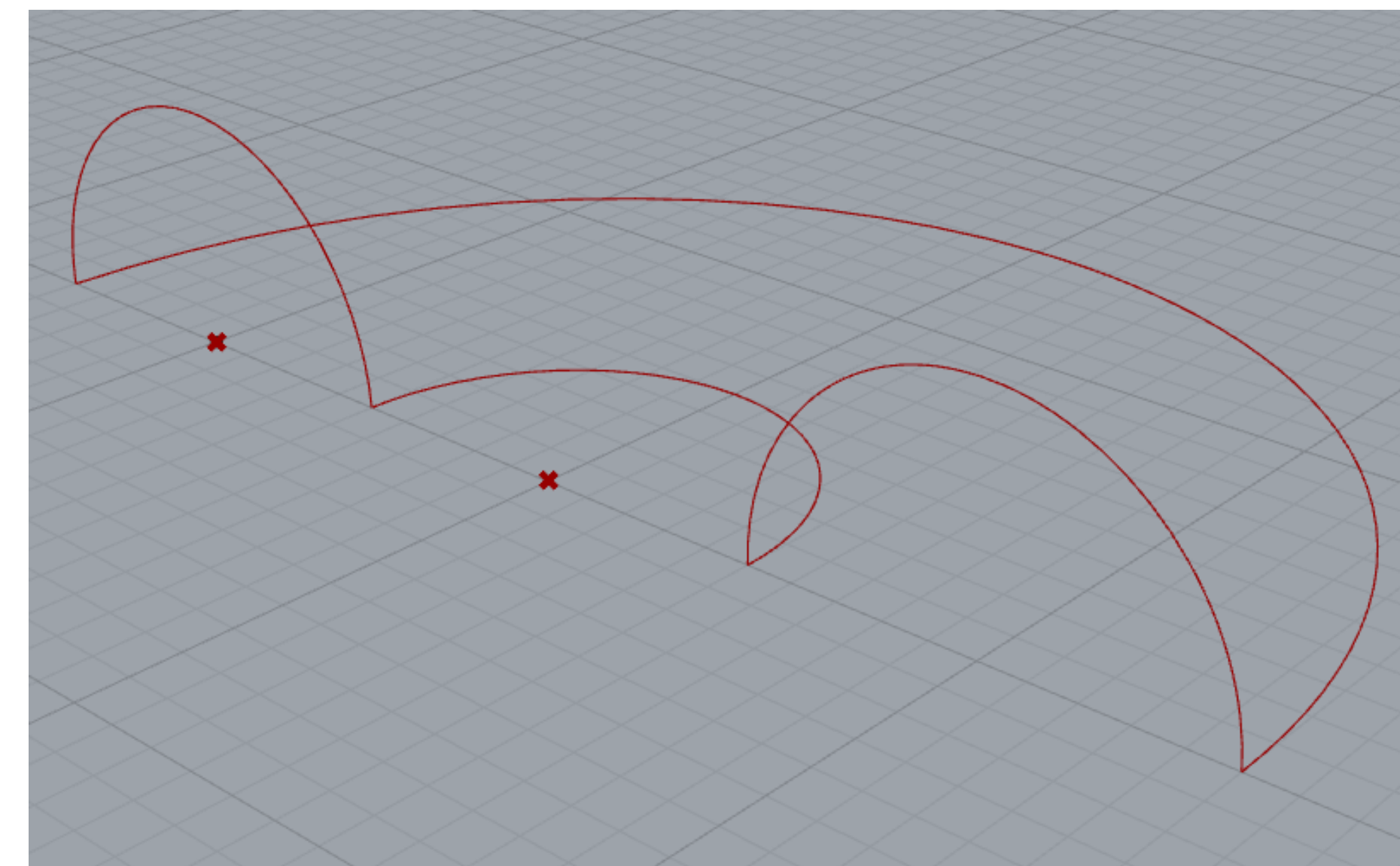
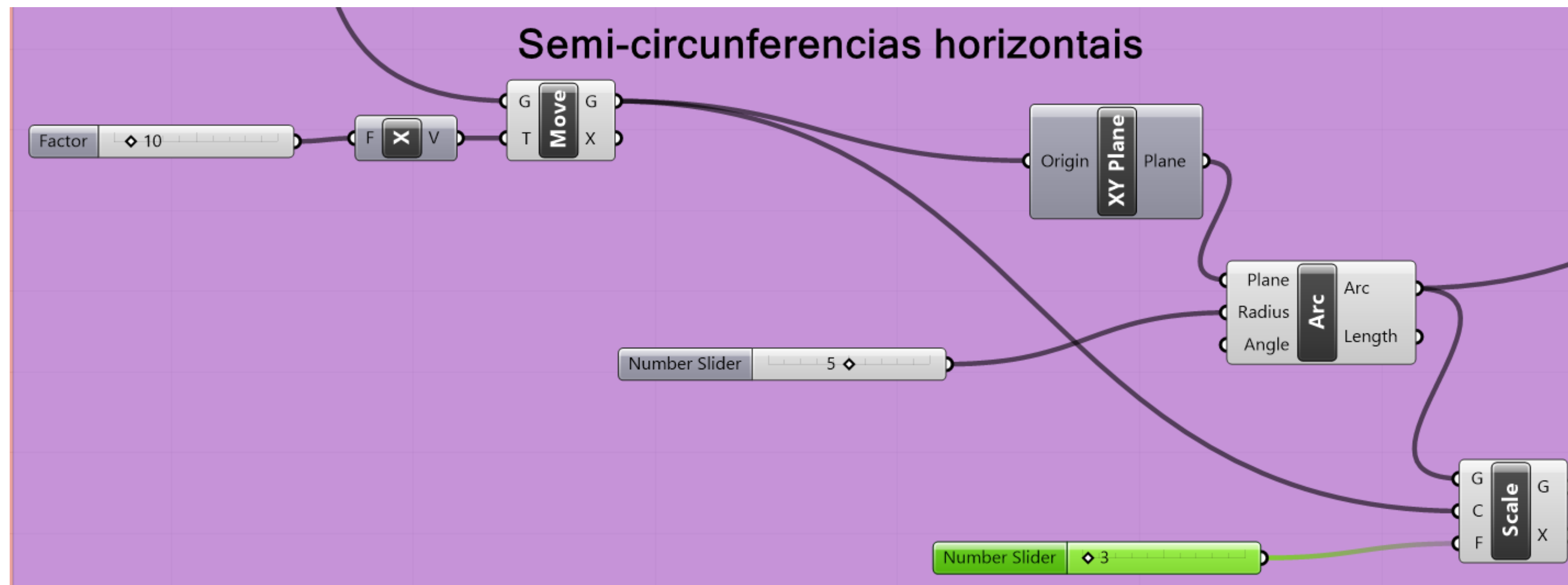
Tendo o ponto colocado, o próximo passo é criar os dois arcos verticais que serão as duas extremidades da abóboda. Para criarmos estes arcos utilizamos o comando “Arc” em conjunto com a variável “XZ PLANE”. Esta variável pode ser encontrada no painel de comandos em cima em “vector”->”plane”->”Xzplane”.

Depois utilizamos o comando “Move” para criar uma cópia do primeiro arco vertical, usando também a variável “vectorX” e um “number slider” para determinar a sua posição.



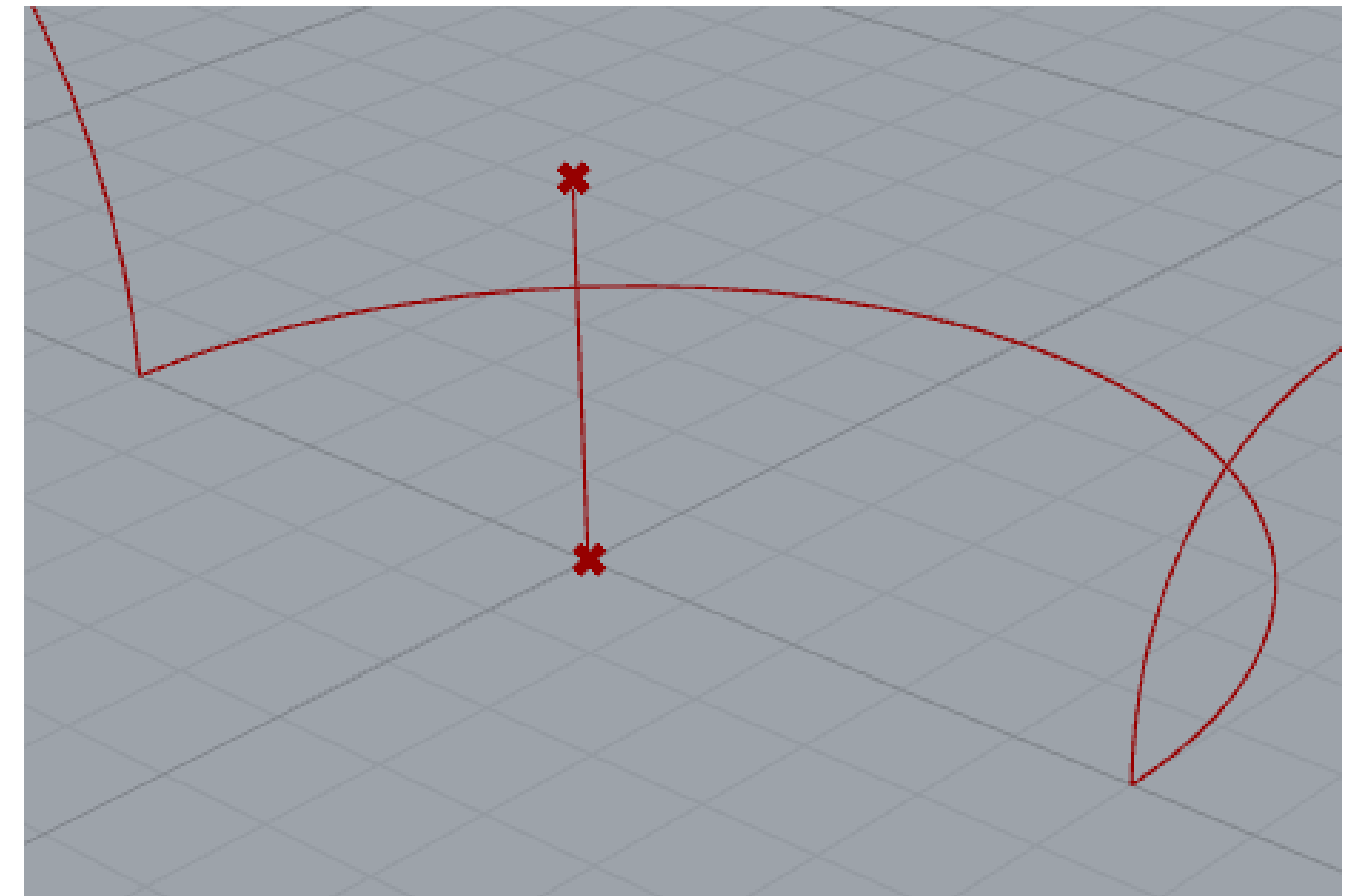
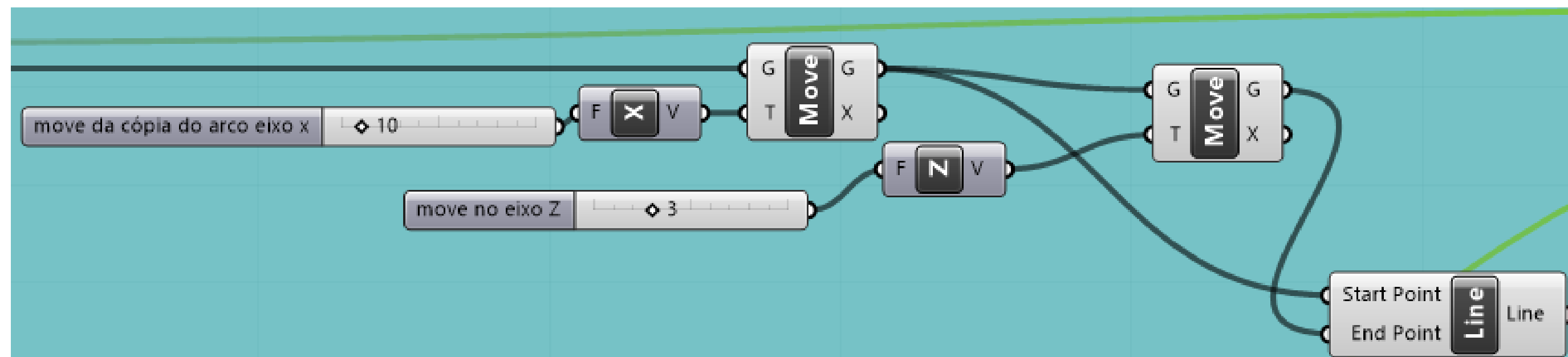
TRABALHO 2 - GRASSHOPPER

Depois de criarmos os dois arcos verticais, temos de criar dois arcos horizontais que serão os “rails” da nossa abóboda. Para isso começamos por fazer uma cópia do nosso primeiro ponto com o “move” e o “vectorX”, colocando esta copia entre os dois arcos verticais. Devemos ligar esta cópia a um plano XY que por sua vez se ligará a um “Arc” cujo raio podemos ajustar o com um “number slider” para que una as duas extremidades mais próximas ou mais afastadas dos arcos verticais. Depois de termos o primeiro arco construído utilizamos o comando “scale” para fazer uma cópia maior ou menor do mesmo que ligue as outras duas extremidades dos arcos verticais que ainda não estão unidas.



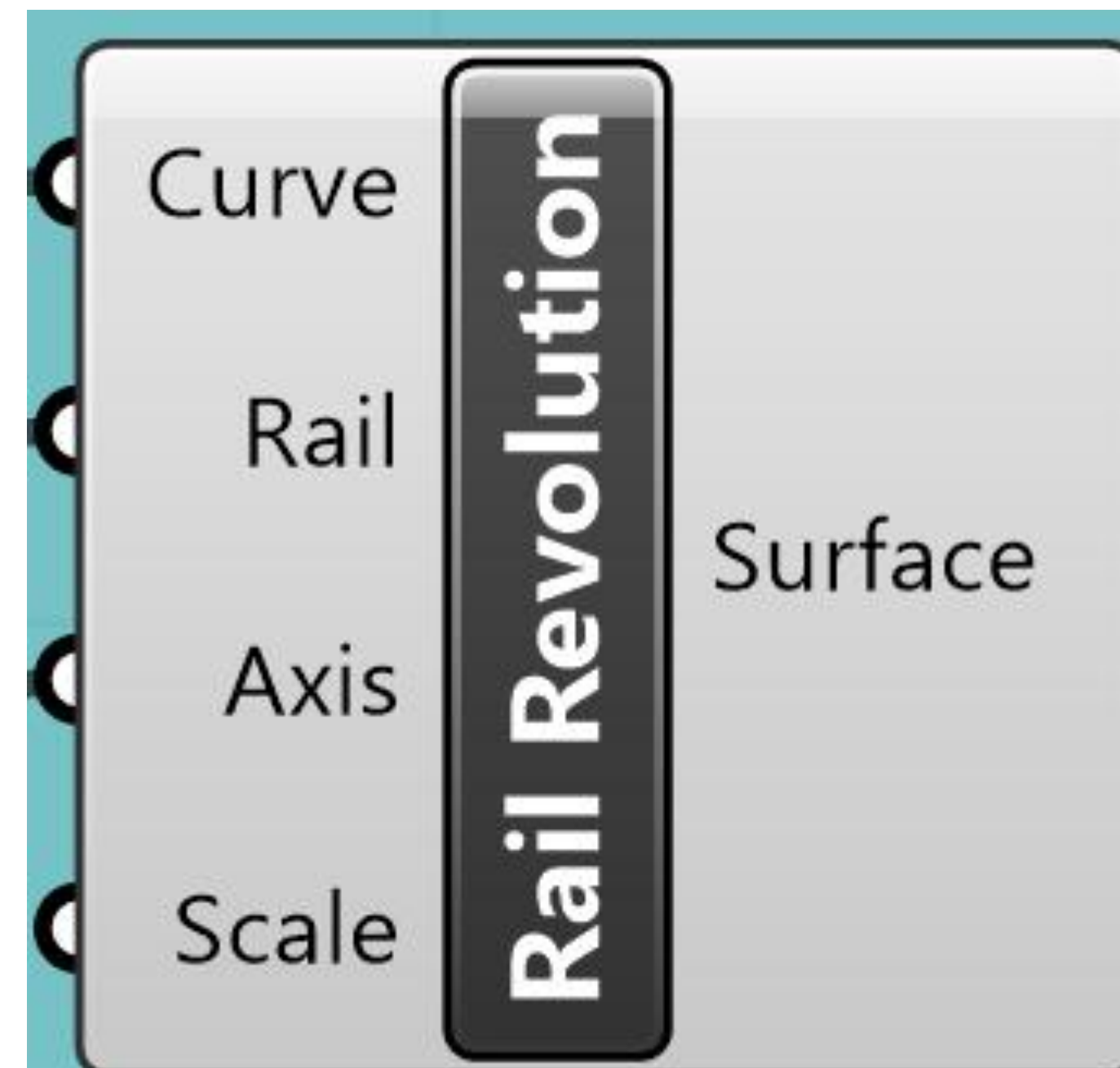
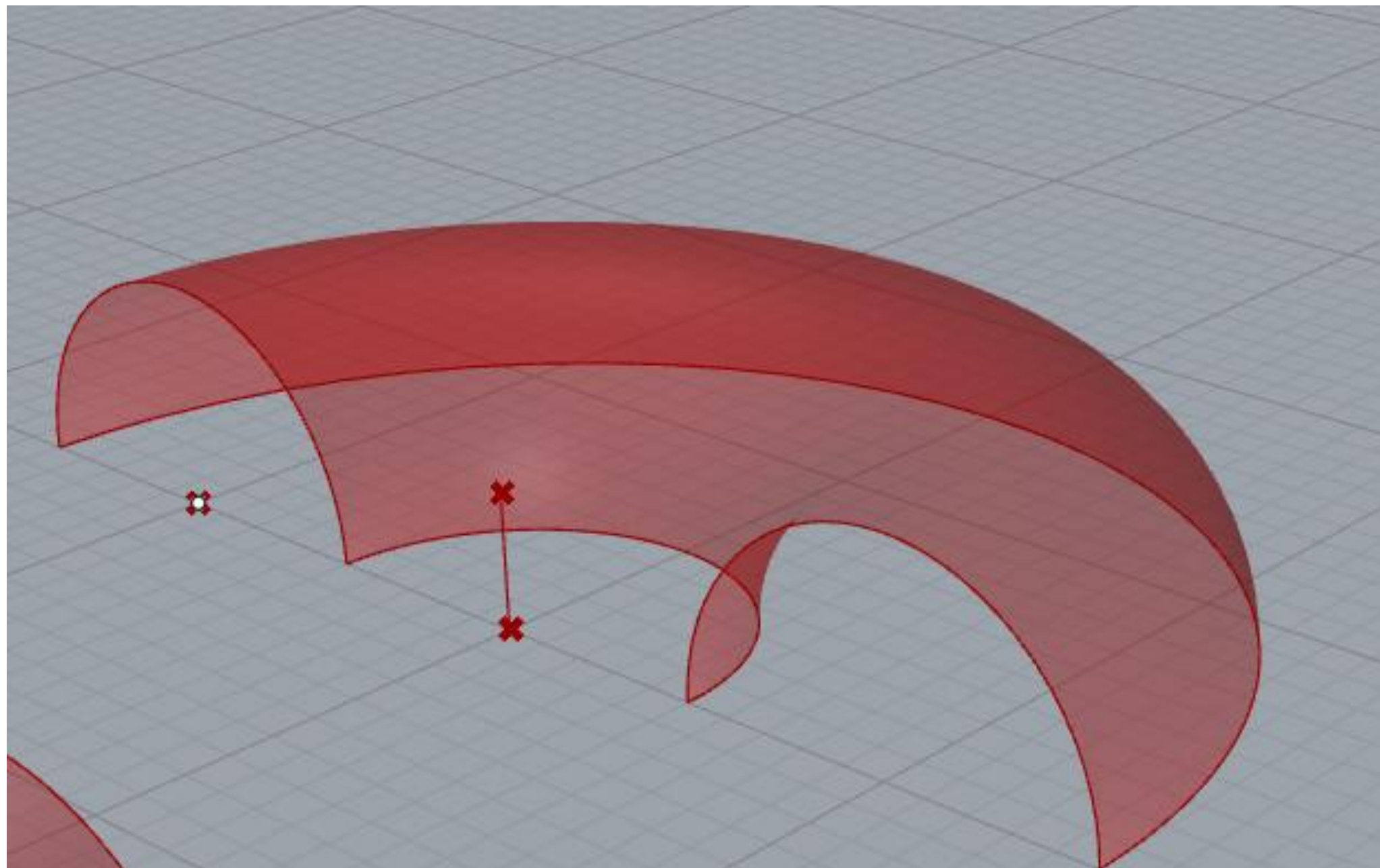
TRABALHO 2 - GRASSHOPPER

Agora só nos resta criar um eixo para podermos executar o comando “RailRevolution” que gerará a superfície da nossa abóboda. Para criar este eixo fazemos o que está abaixo representado. Apesar de parecer relativamente complicado, é bastante simples. A tarefa consiste em fazer dois “moves” seguidos, um para criar o ponto inferior da linha e outro para criar o superior. Para criar o inferior basta adicionar à coordenada X do nosso ponto inicial. o ponto superior exige fazermos um move do ponto inferior, mas desta vez adicionamos às coordenadas Z criando um ponto mais acima. Por ultimo só temos de conectar os dois pontos ao comando “line” e temos o nosso eixo.



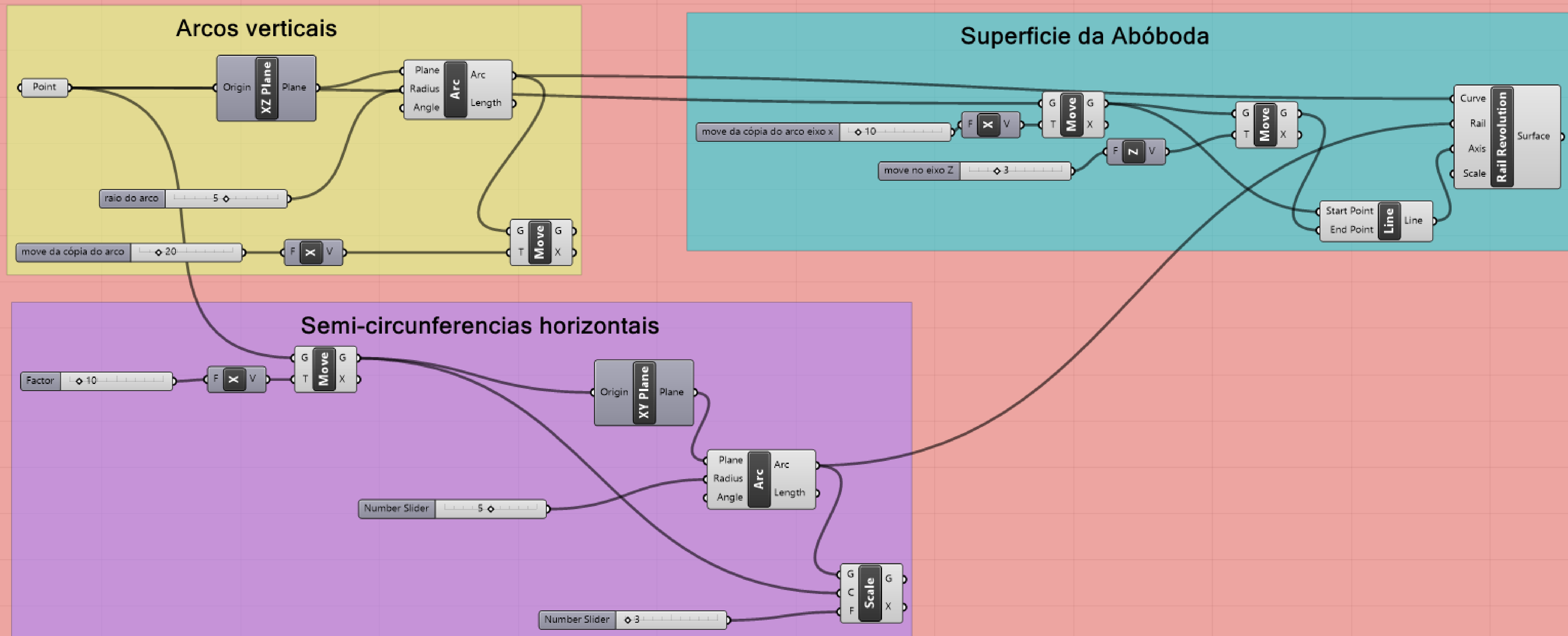
TRABALHO 2 - GRASSHOPPER

O último passo é ligar os nossos elementos extruturais ao comando “Rail Revolution” que vai criar a nossa superfície. Ao parâmetro “curve” ligamos um dos arcos verticais, ao parâmetro “rail” um dos arcos horizontais e ao parâmetro “axis” a nossa linha. O resultado final fica como representado abaixo.



TRABALHO 2 - GRASSHOPPER

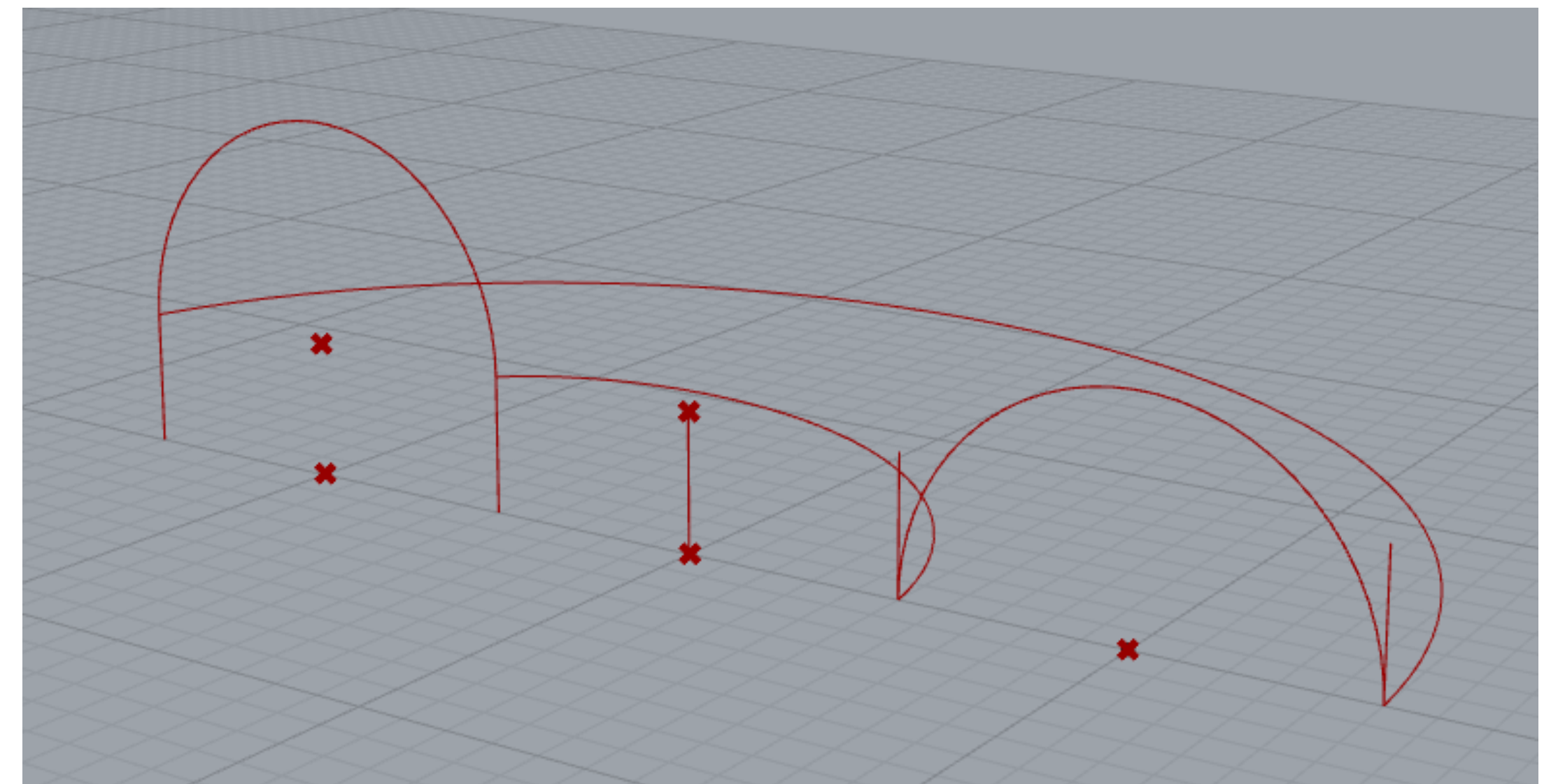
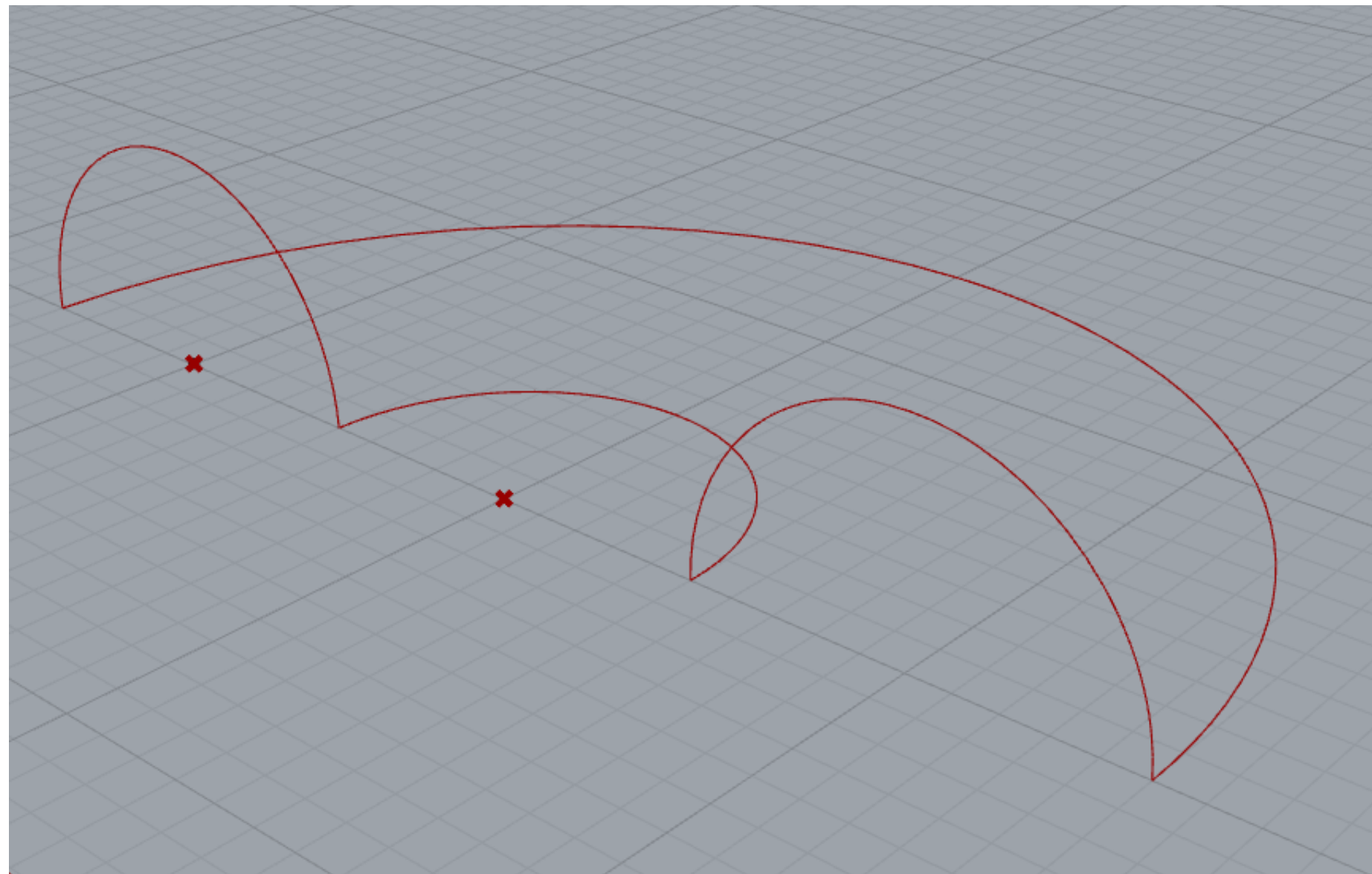
Abóboda Tórica



ABÓBODA HELICOIDAL

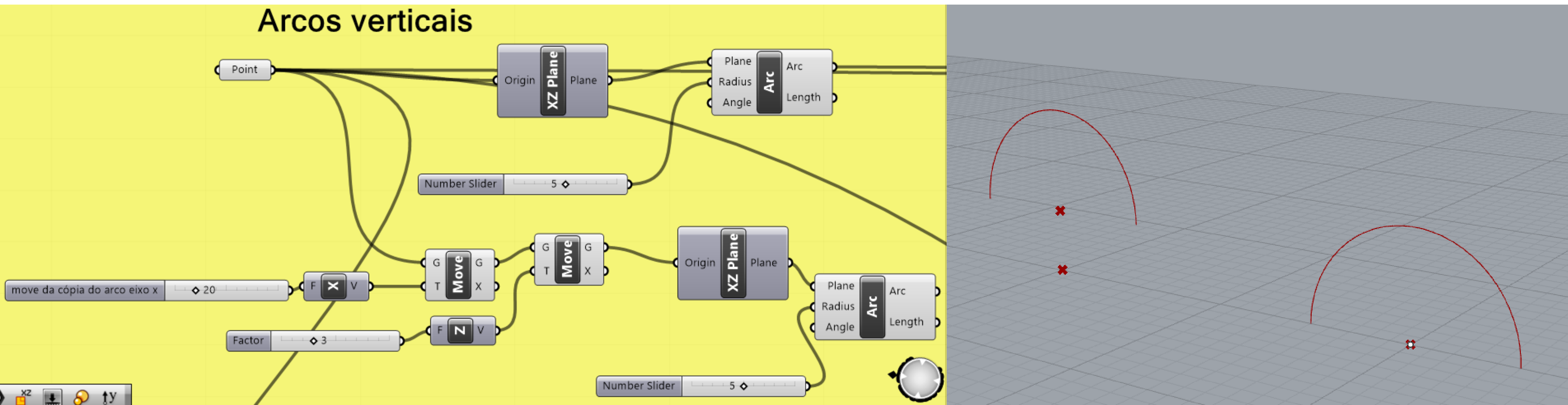
TRABALHO 2 - GRASSHOPPER

A abóboda helicoidal segue exatamente os mesmos princípios construtivos da abóboda tórica. O único fator que diferencia tanto as abóbodas como a sua construção é essencialmente o facto de que em vez de construirmos os dois arcos horizontais que serviram de “rail” para a abóboda tórica, na abóboda helicoidal esses rails têm de ser hélices, uma vez que têm de unir as extremidades de dois arcos verticais que não se encontram no mesmo plano horizontal. (Abóboda tórica à esquerda e abóboda Helicoidal à direita)



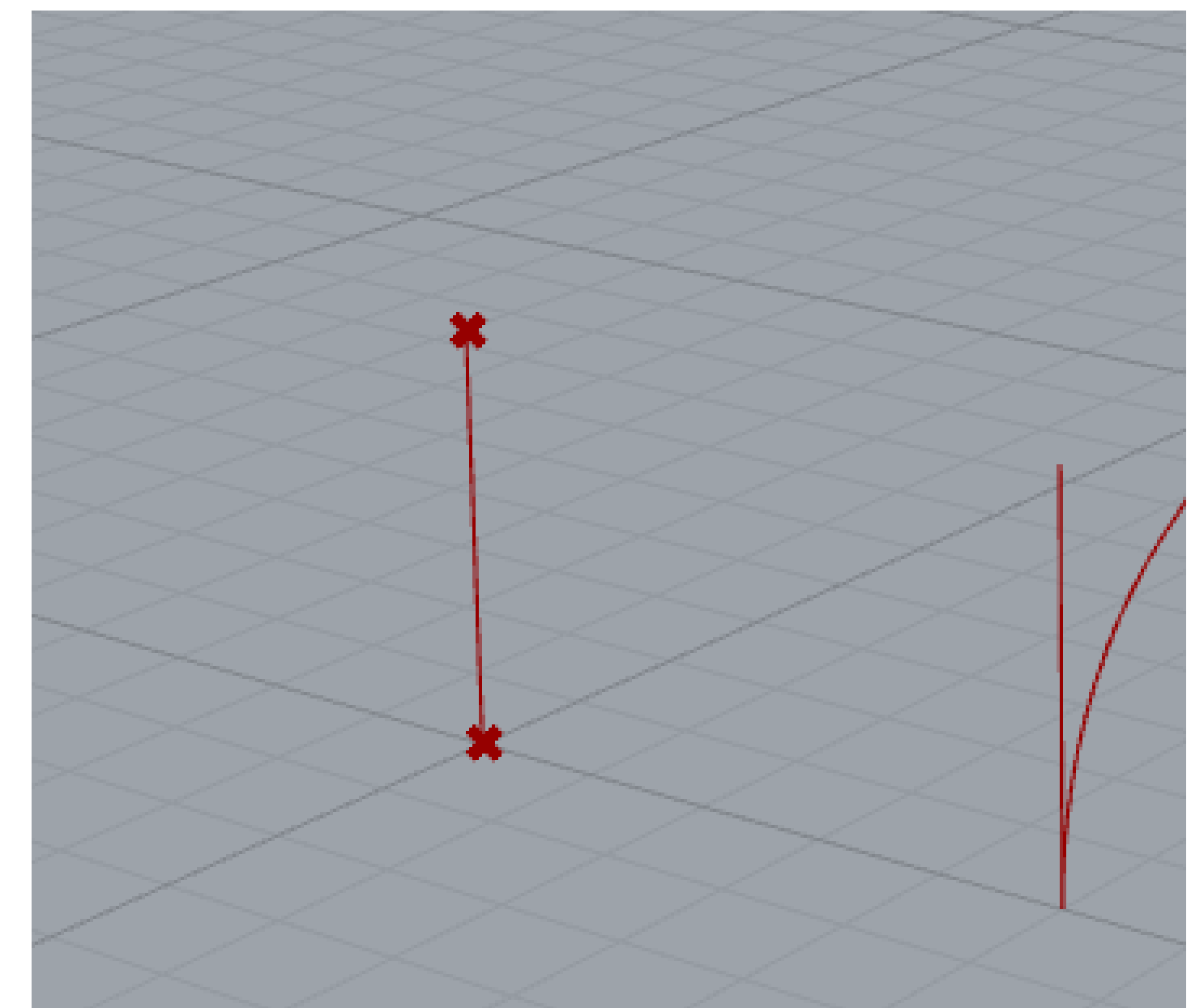
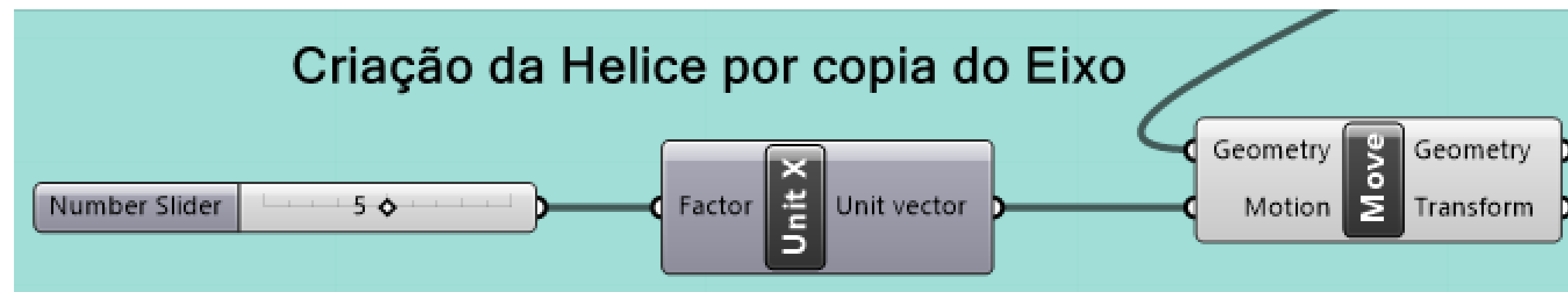
TRABALHO 2 - GRASSHOPPER

O primeiro passo é criar um ponto como fizemos na abóboda tórica. Depois criamos o primeiro arco vertical e fazemos um duplo “move” para criar uma cópia do arco que possamos alterar as coordenadas X e Z.

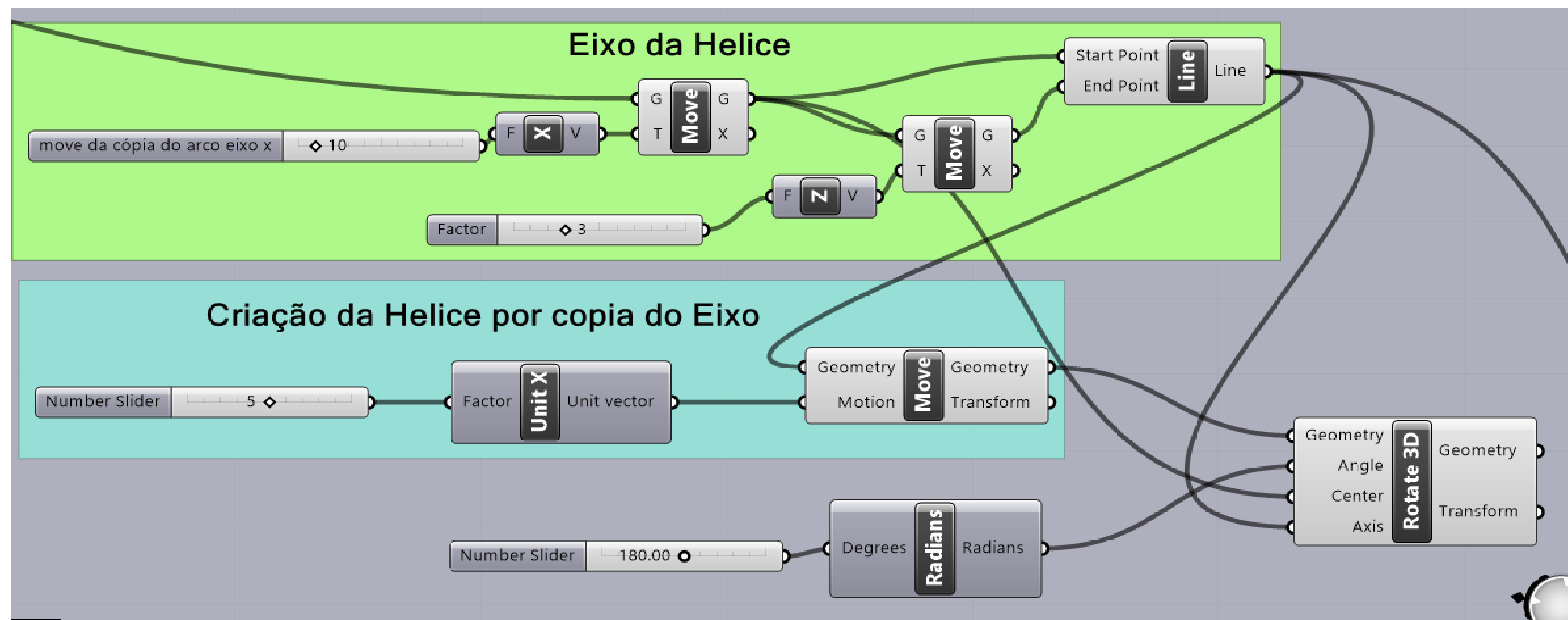


Começamos por criar o eixo e o centro que vamos utilizar para a construção da Hélice.

A seguir fazemos uma cópia da linha do eixo e colocamos esta cópia na extremidade do arco vertical mais próxima. Esta nova reta vertical vai ser transformada na hélice com o comando “twist”.

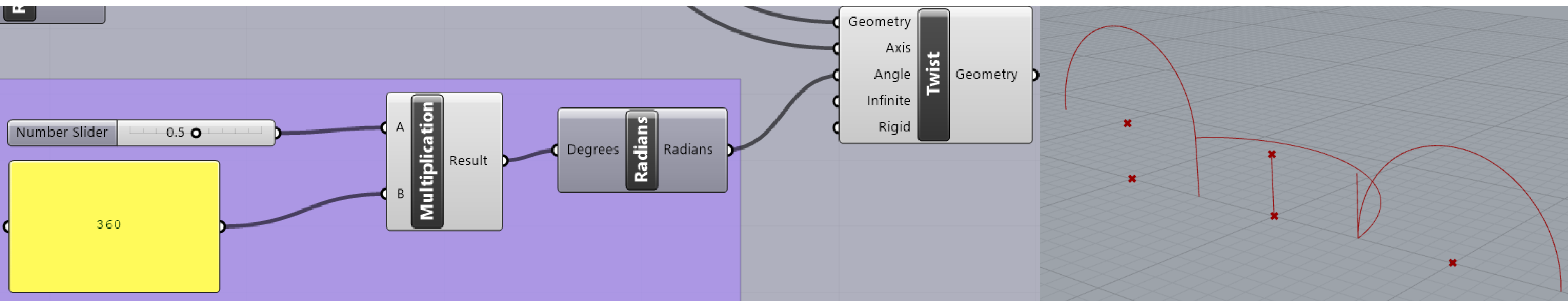


Agora vamos ligar a cópia do eixo ao comando “Rotate 3D”. Ao parâmetro geometry ligamos a cópia do eixo, ao parâmetro “angle” ligamos um “number slider” com 180 que estará por sua vez ligado a um conversor de graus para radianos (porque o grasshopper interpreta todos os ângulos em radianos). O parâmetro “center” deve estar ligado a um dos pontos do eixo e o parâmetro “axis” deve estar ligado à linha do eixo. Isto faz com que possamos mexer no posicionamento da cópia do eixo que criamos, permitindo a sua rotação em torno do eixo.

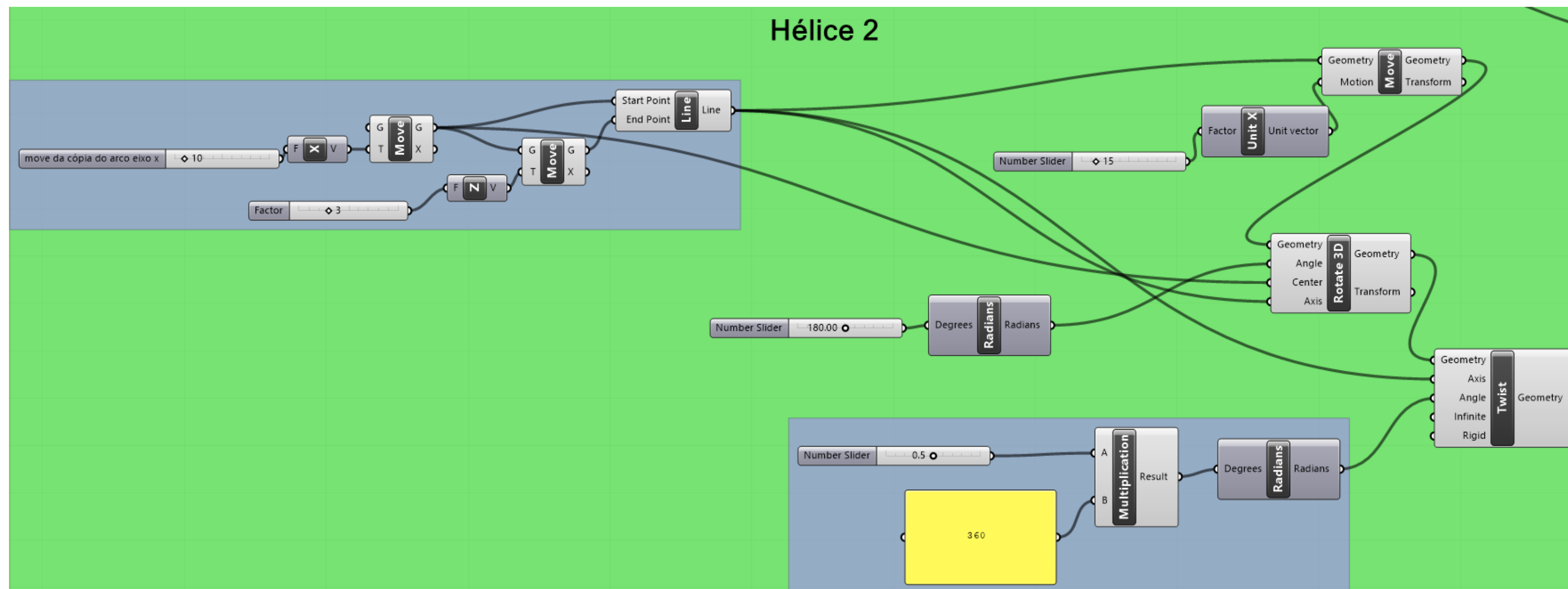


TRABALHO 2 - GRASSHOPPER

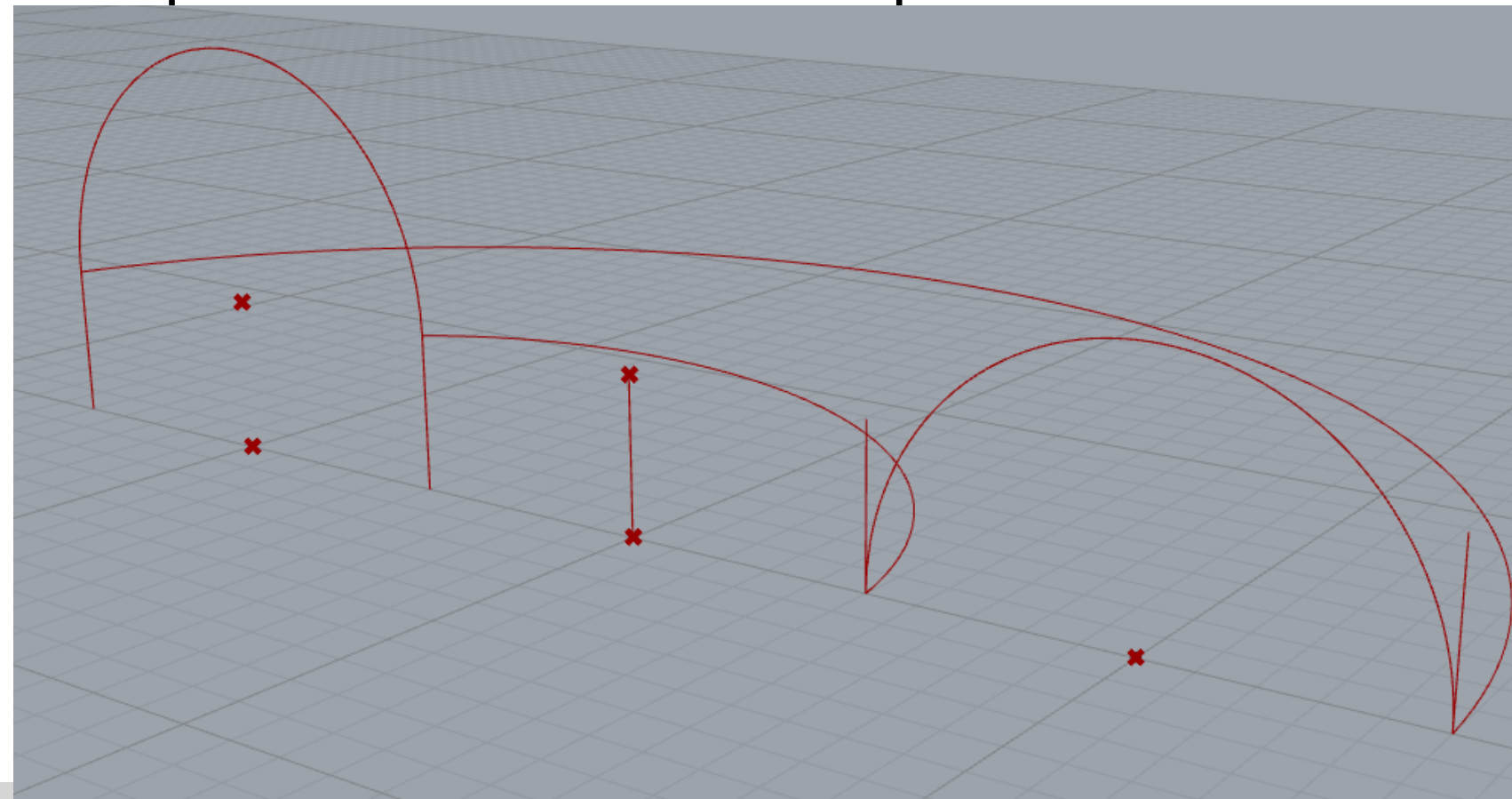
O último passo da criação da helice é aplicar o comando “twist”. Ao parâmetro geometry ligamos a cópia do eixo, ao parâmetro axis ligamos a linha do eixo e ao parâmetro “angle” ligamos uma combinação de um “number slider” e de um painel que fazemos passar pelo comando multiplicação e por um conversor de graus para radianos. O que a combinação do painel e do “number slider” fazem é dar-nos a possibilidade de customizar o numero de twists que fazemos com o comando.



TRABALHO 2 - GRASSHOPPER

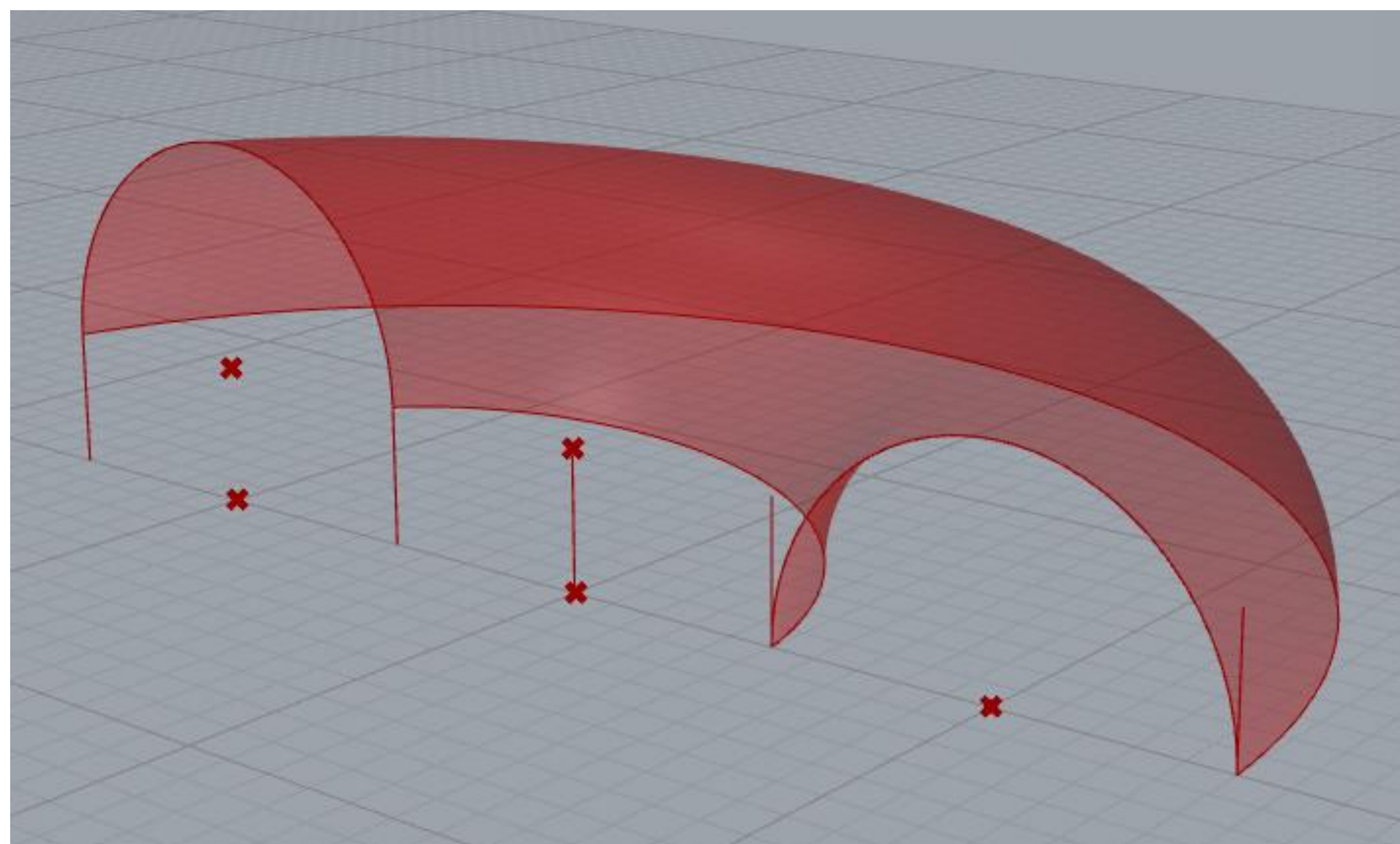
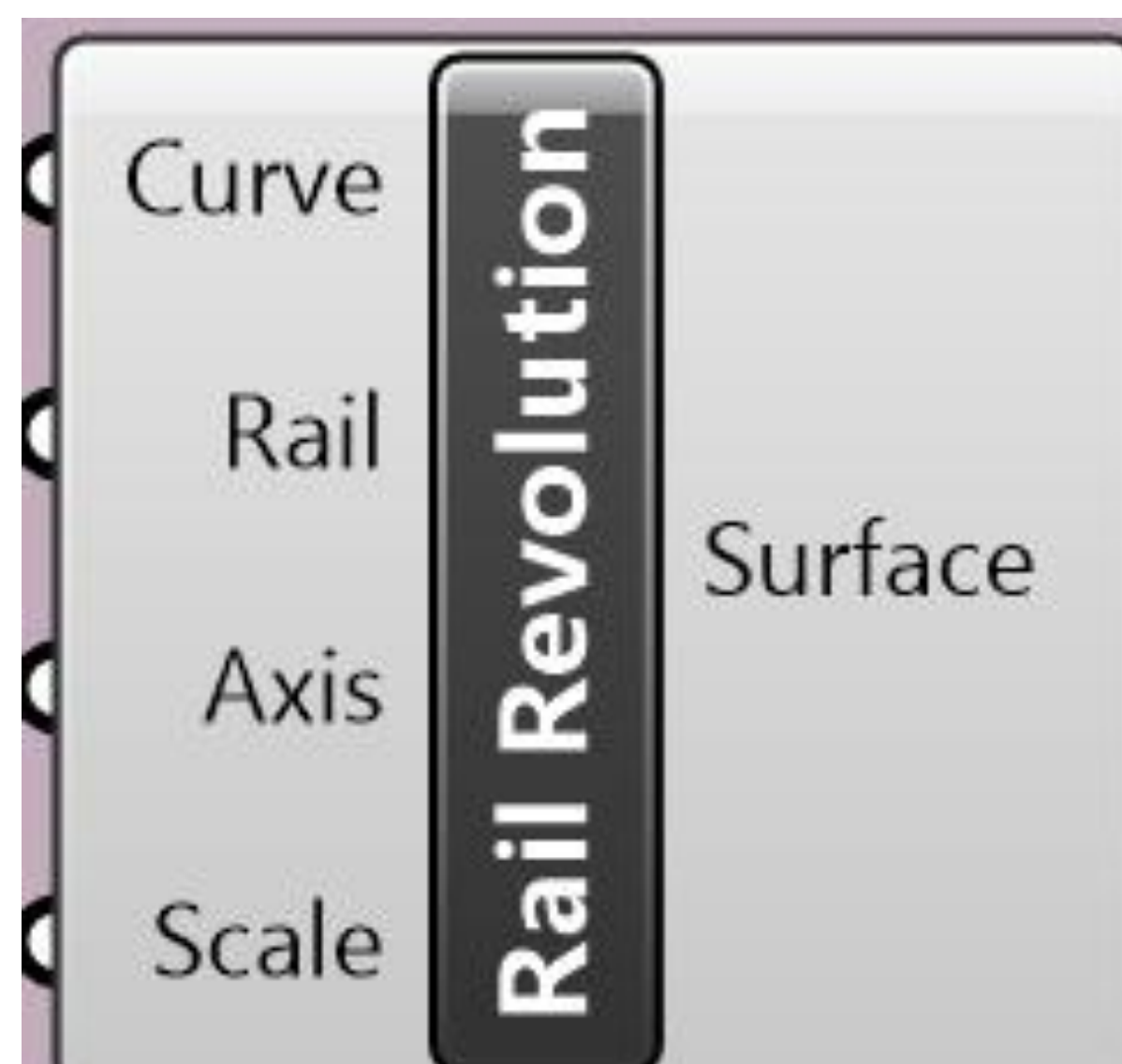


Tendo feito esta primeira helice podemos repetir o processo alterando só o posicionamento no eixo X da cópia do eixo que fazemos.



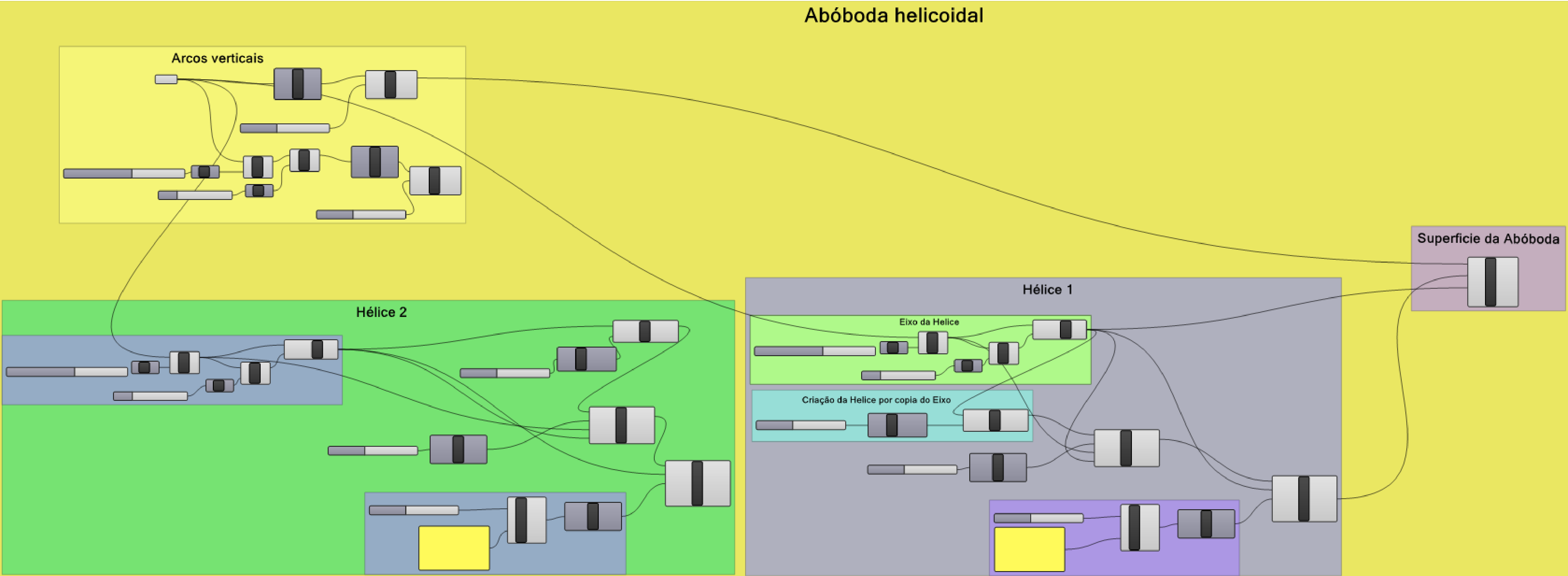
TRABALHO 2 - GRASSHOPPER

Finalmente, só nos resta ligar todos os elementos construtivos ao comando “rail revolution” como fizemos na abóboda tórica. Ao parâmetro “curve” ligamos um dos arco verticais, ao parâmetro “rail” uma das hélices e ao parâmetro “axis” o eixo vertical central que utilizamos para criar as hélices.



TRABALHO 2 - GRASSHOPPER

Codigo final.->

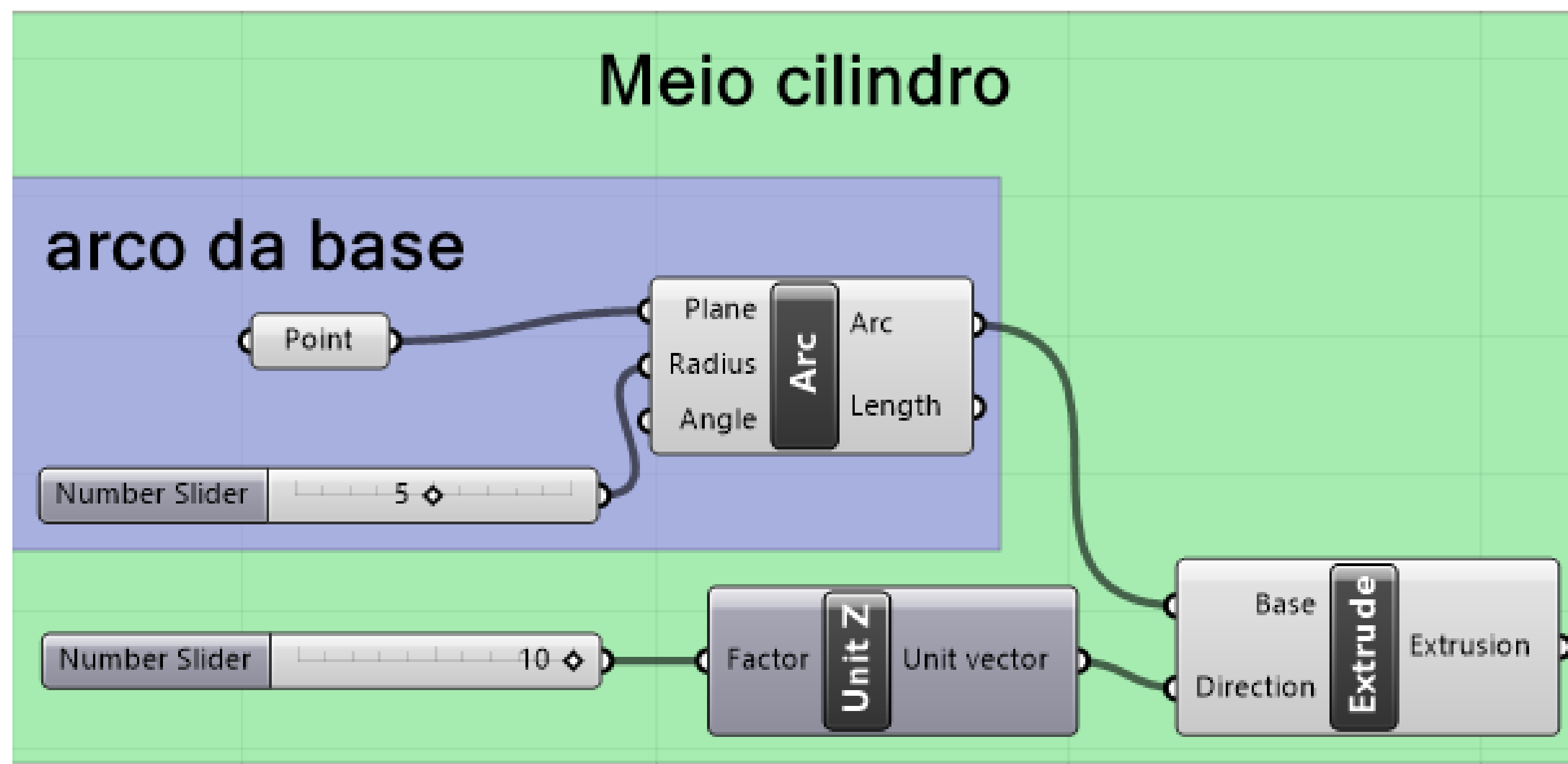
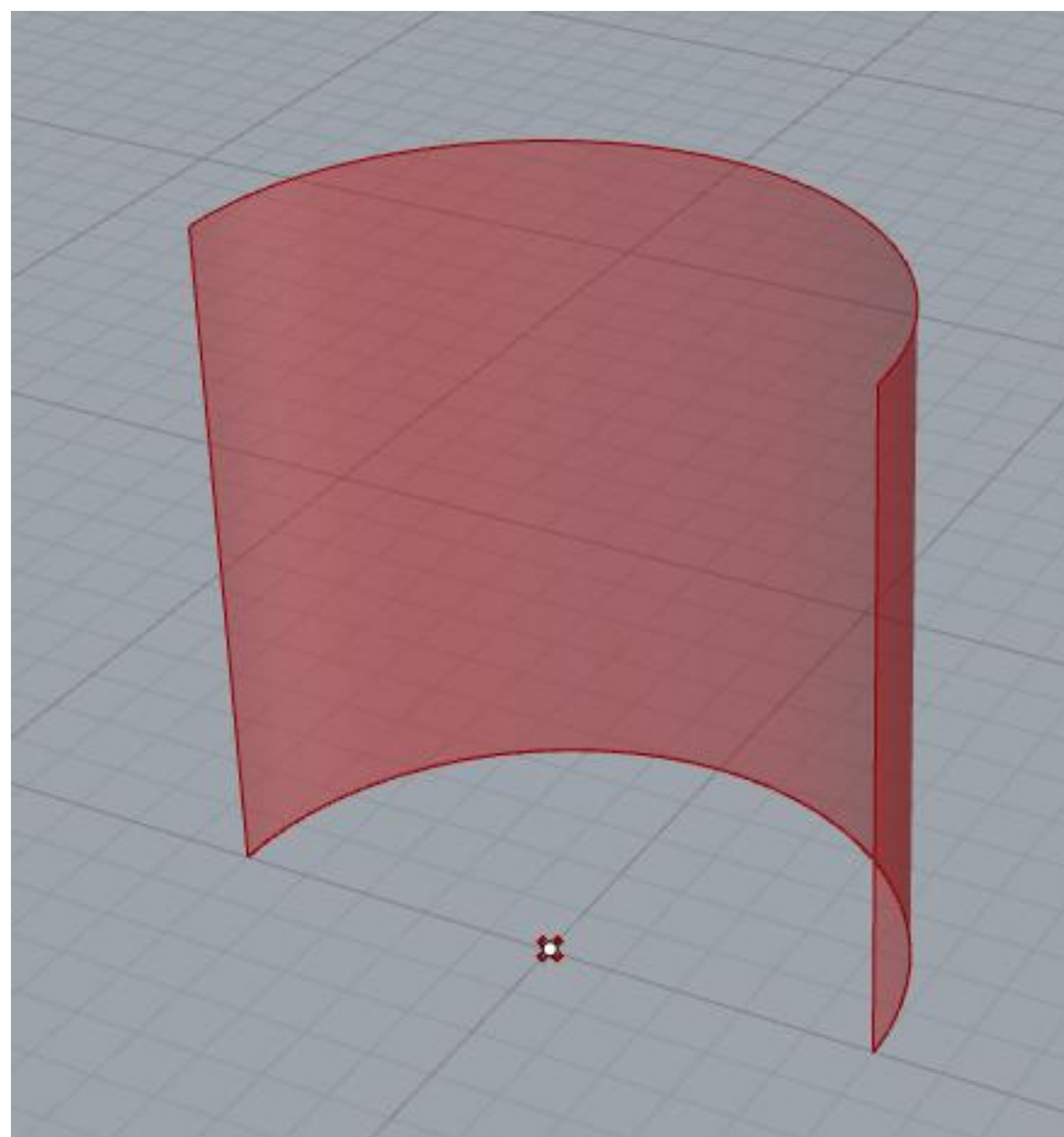


TRABALHO 2 - GRASSHOPPER

ABÓBODA DE FORNO

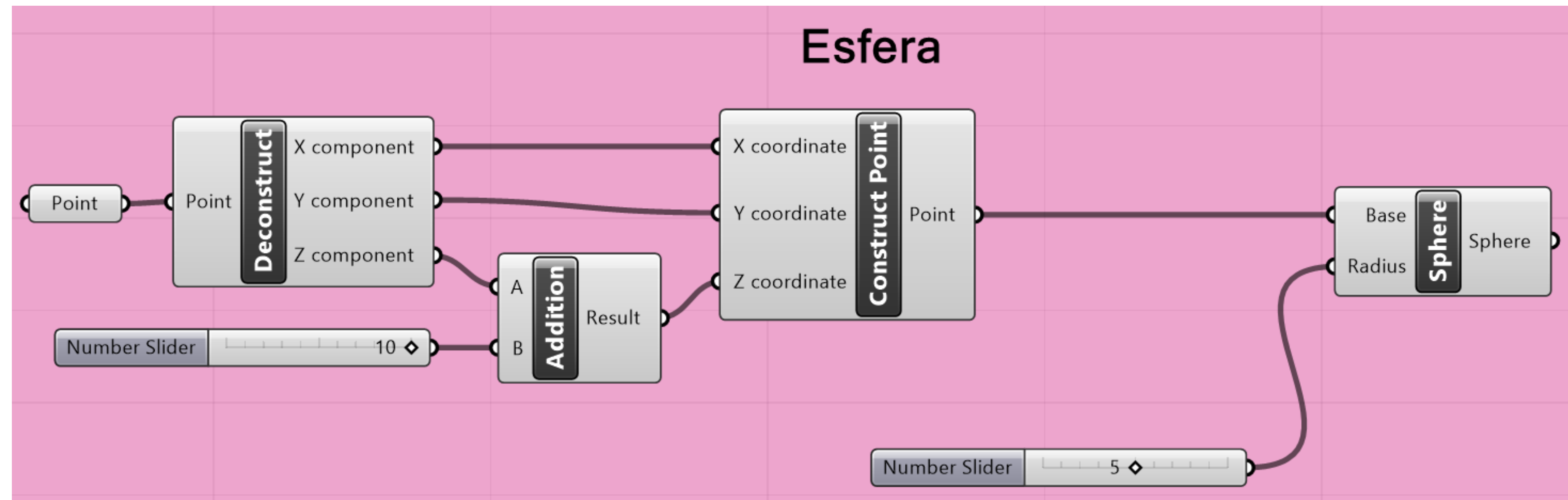
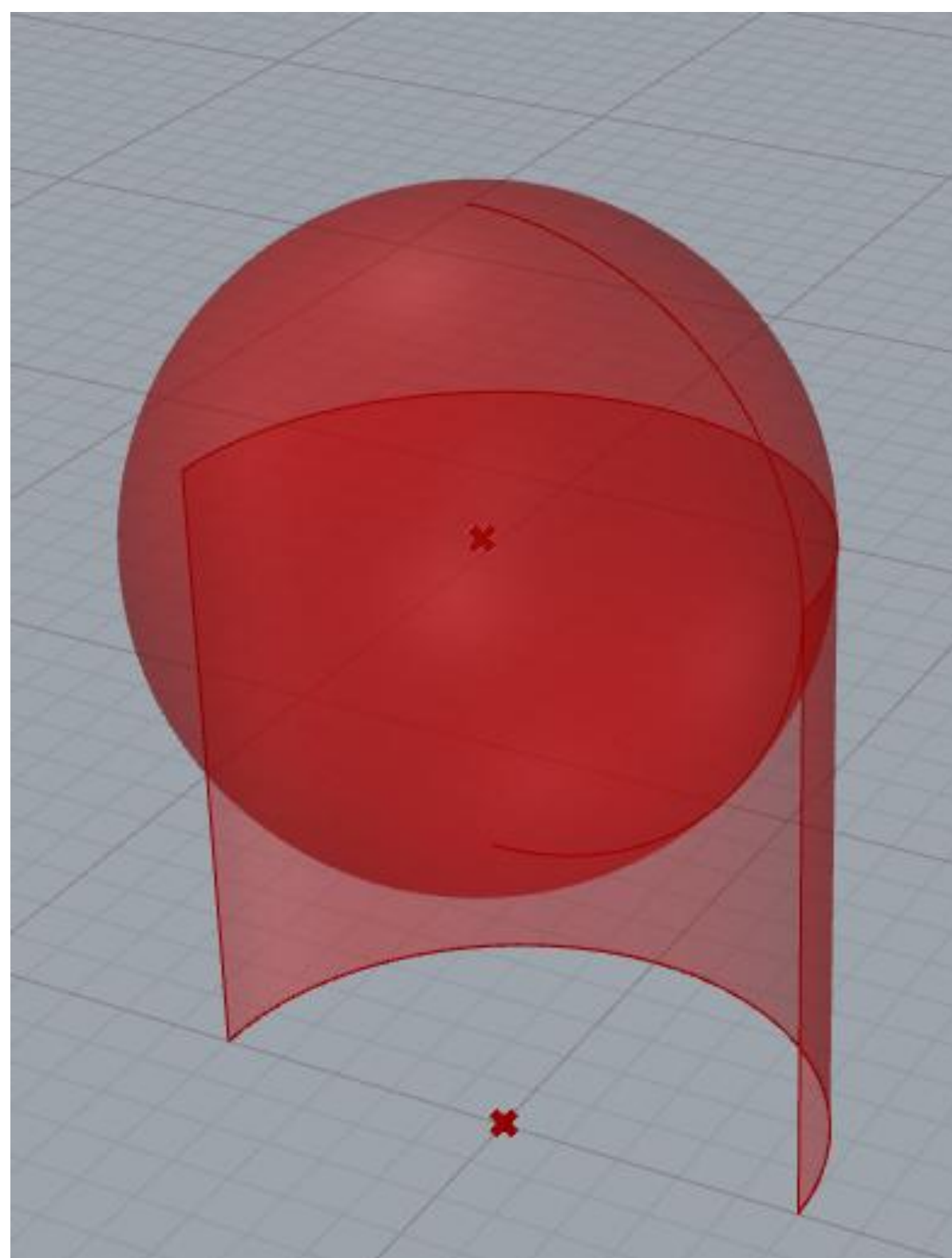
TRABALHO 2 - GRASSHOPPER

O primeiro passo é criar um meio cilindro vertical. Para isso criamos um ponto que é o centro de um arco com um raio de cinco e fazemos “extrude” desse arco com o comando “extrude” ligado a um “number slider” e a um “vectorZ”



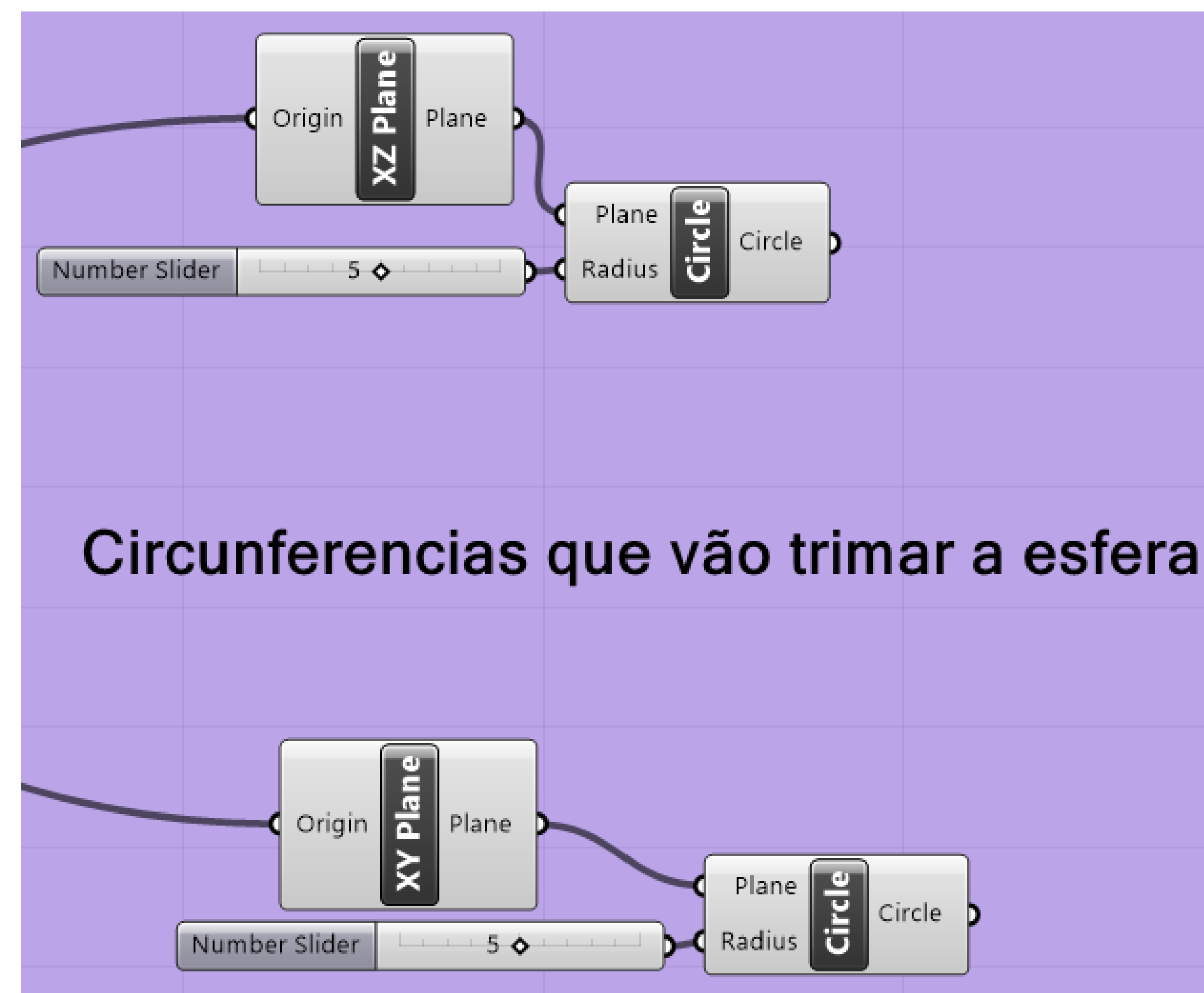
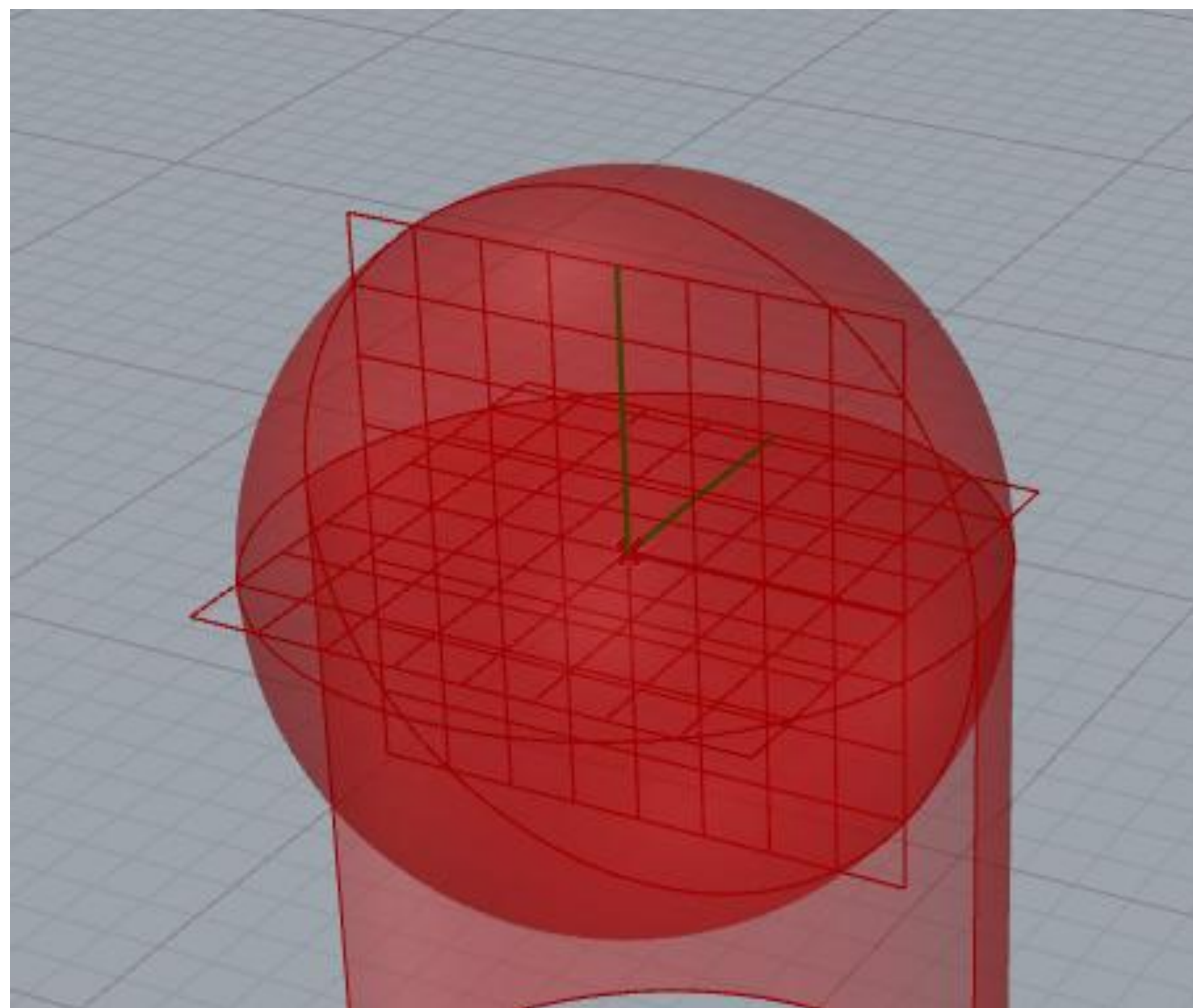
TRABALHO 2 - GRASSHOPPER

O segundo passo é criar a esfera que vamos trimar. Para isso desconstruímos as coordenadas do ponto que utilizamos como centro do arco da base, acrescentando 10, ou o comprimento do extrude, à coordenada Z. Depois basta ligar o novo ponto ao comando “sphere” no parâmetro base e adicionar um raio igual ao do arco no parâmetro “radius”.



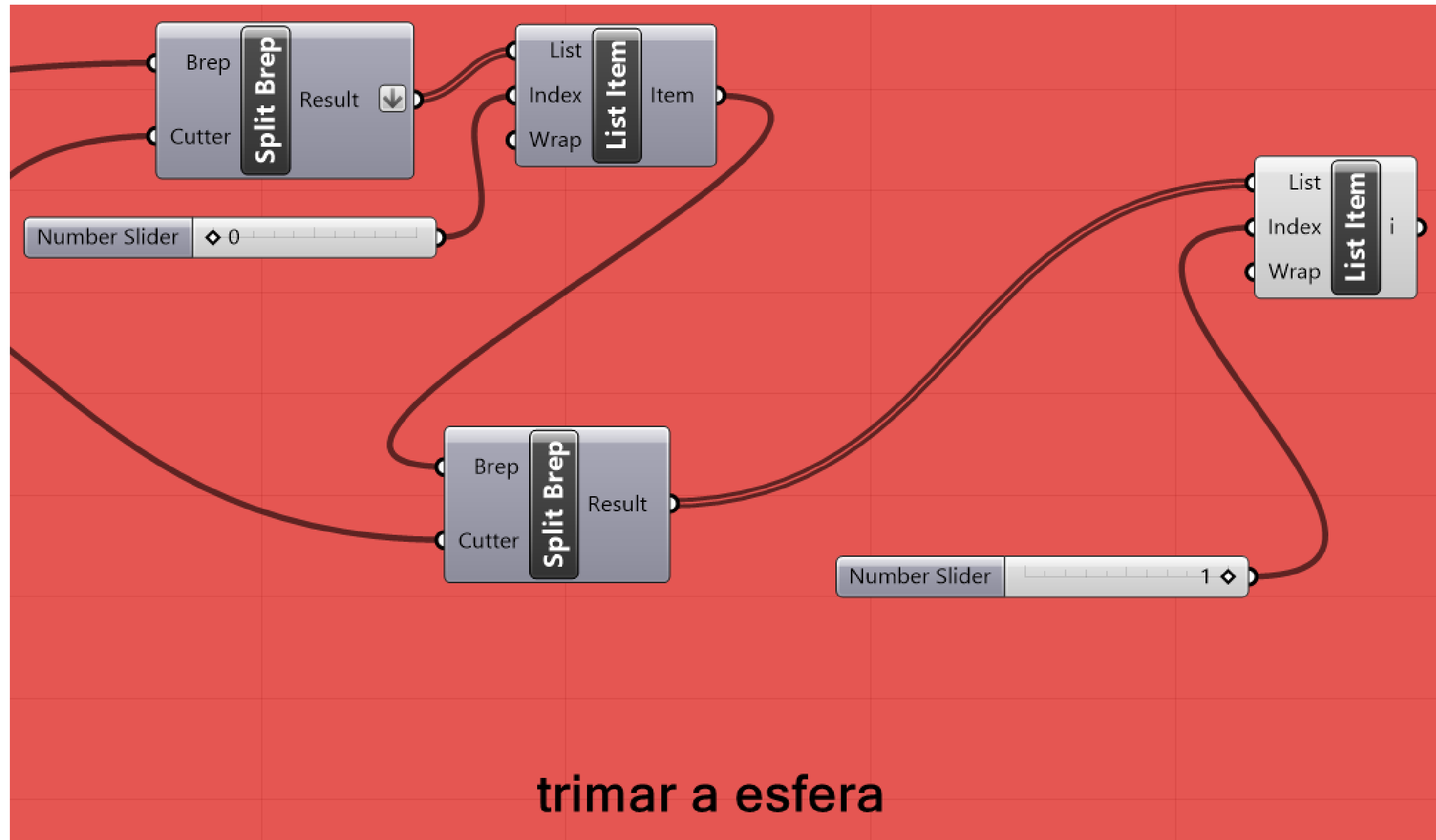
TRABALHO 2 - GRASSHOPPER

A seguir construímos duas circunferências uma no plano XZ e outra no plano XY, ambas devem ter um raio igual ou maior ao da esfera e devem ser concêntricas à mesma.



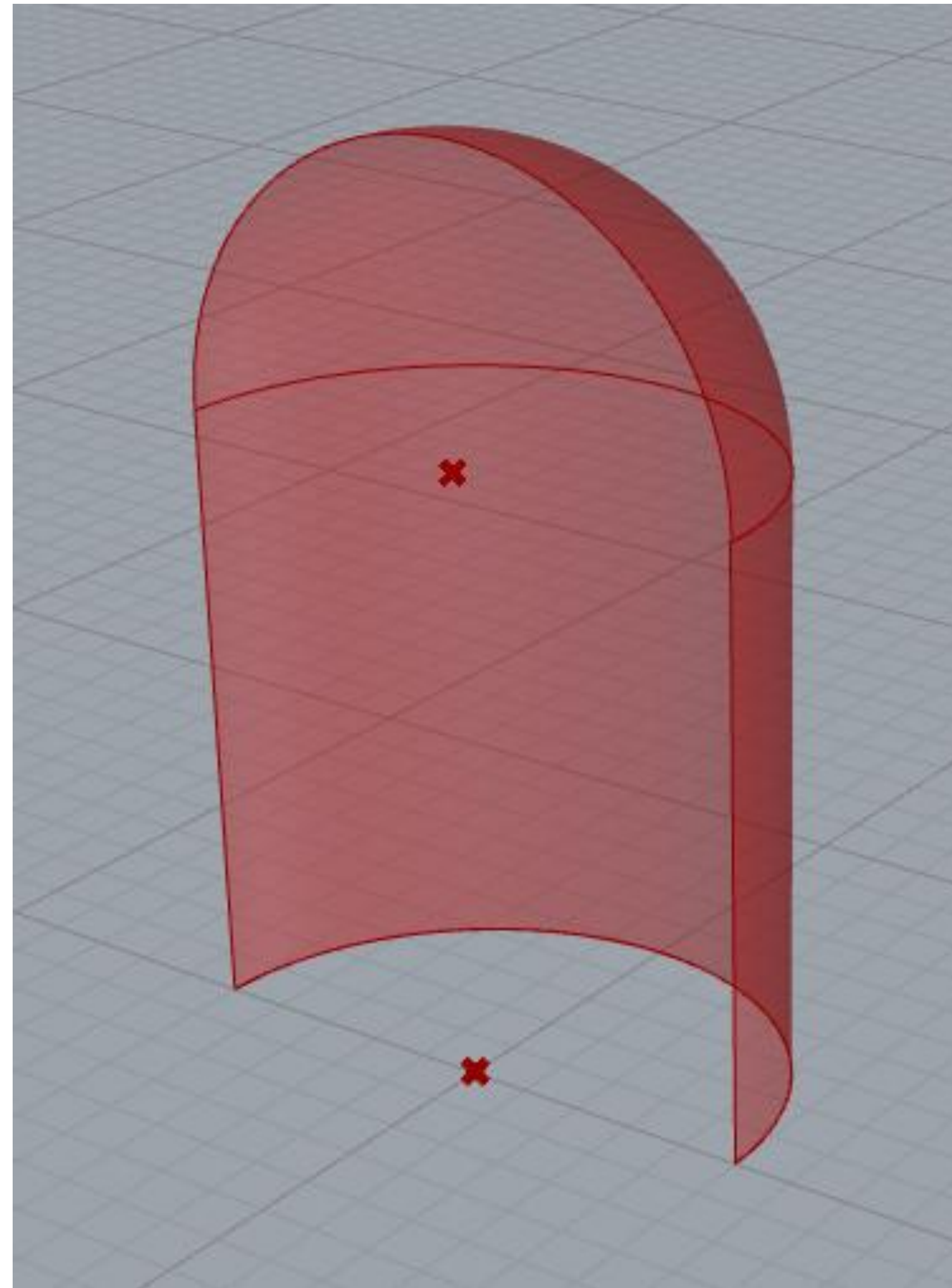
TRABALHO 2 - GRASSHOPPER

Tendo construído as circunferências, fazemos o trim da esfera através dos comandos “Split Brep” e “List Item”. Como temos de trinar duas vezes vamos encadear dois destes comandos. No que toca aos parâmetros devemos ligar a esfera ao Primeiro “Brep” e o círculo pertencente ao plano XY ao primeiro “cutter”. Depois ligamos o resultado a um dos Lists que deve ter um “number slider” com o valor de 0 ligado ao parâmetro “index”. Ligamos o parâmetro “item” deste primeiro list ao “brep” do segundo “Split Brep” ligando ao seu parâmetro “cutter” a outra circunferência (plano XZ). Este segundo comando “Split Brep” deve por sua vez ser ligado ao segundo list que deve ter também um “number slider” conectado ao seu “index” com o valor de 1.



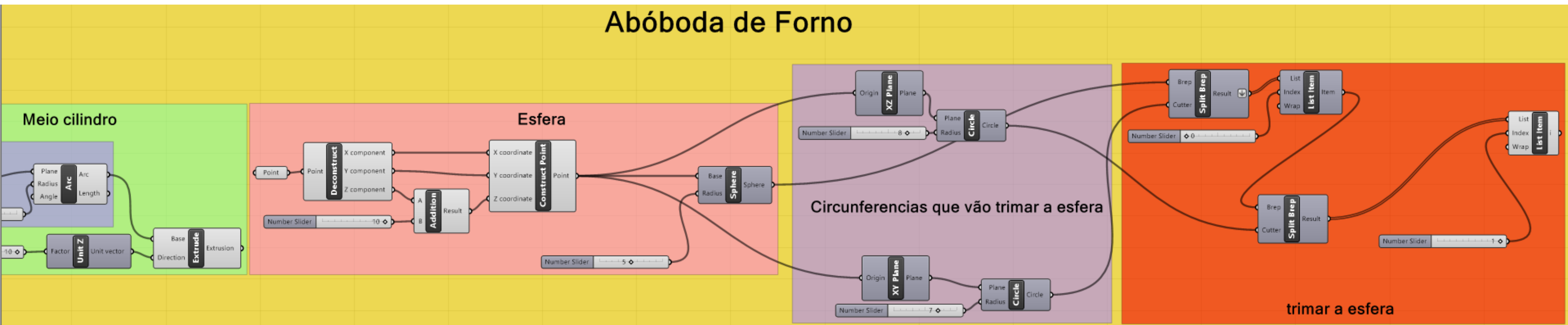
TRABALHO 2 - GRASSHOPPER

Agora só nos resta o último passo que envolve desligar (clique com o botão direito do rato por cima do comando e seleccionar “enable”) a esfera, os dois círculos, os dois splits e o primeiro list. Se tudo for feito como o que foi descrito o resultado final deve estar concluído e assim.->



TRABALHO 2 - GRASSHOPPER

Código final.->



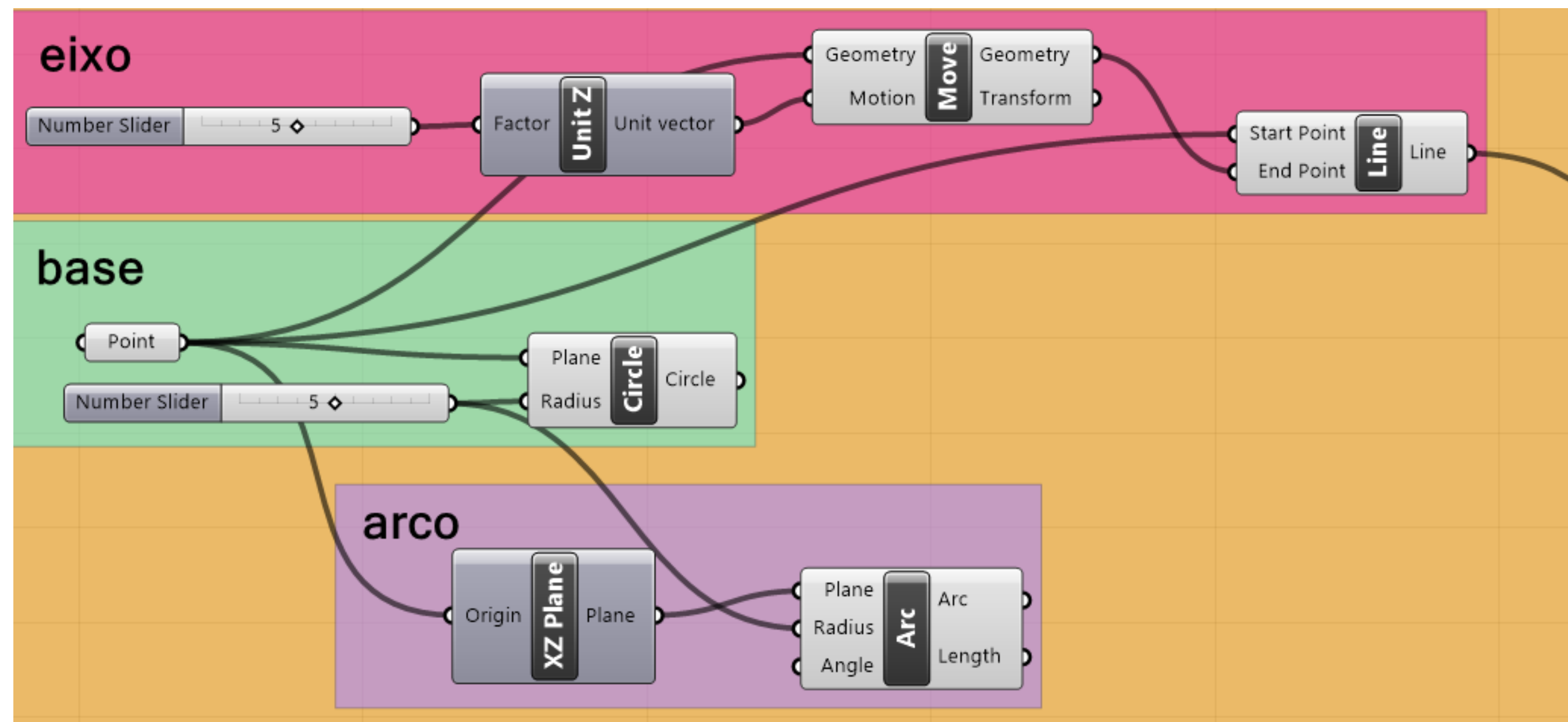
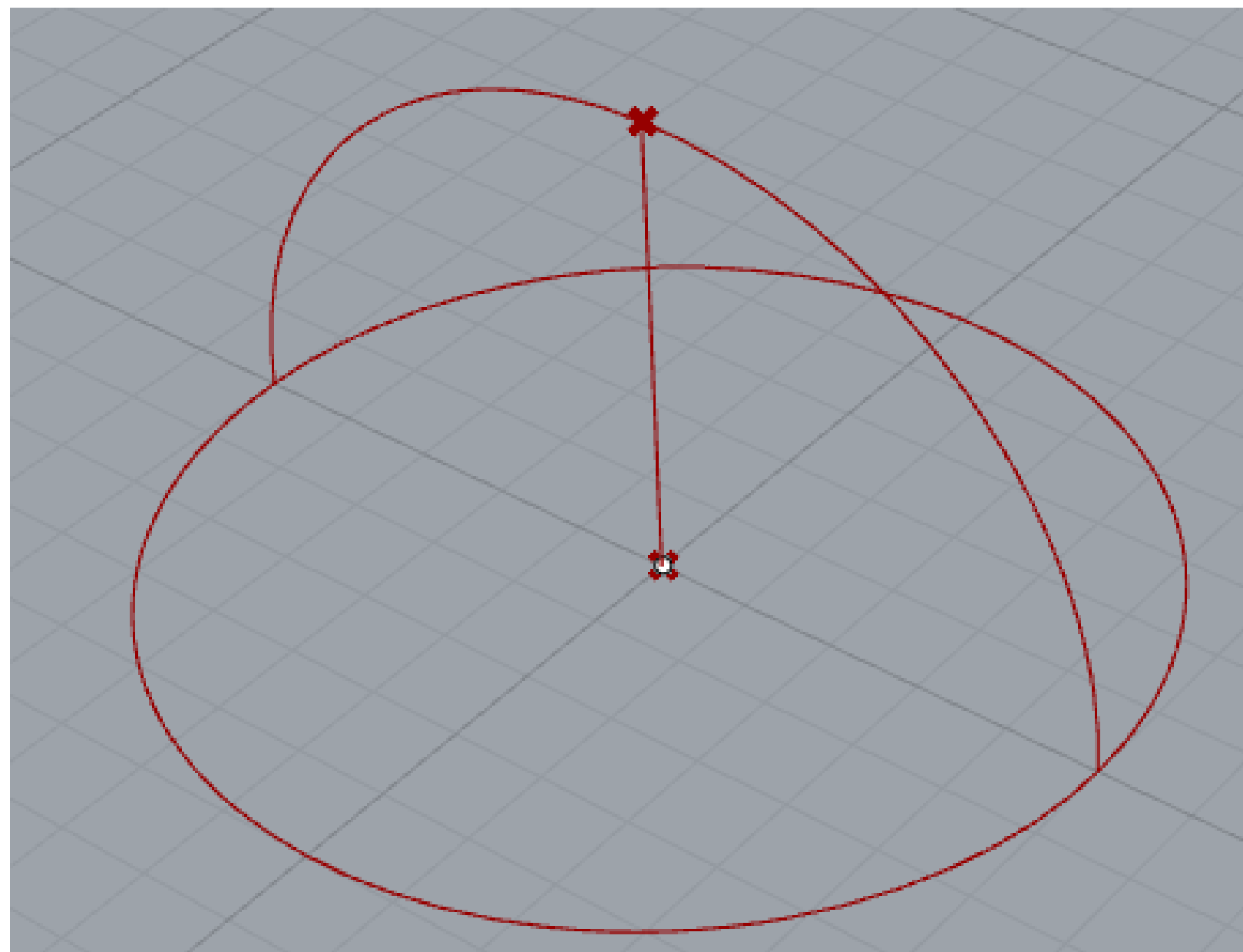
TRABALHO 2 - GRASSHOPPER

ABÓBODA ESFÉRICA

TRABALHO 2 - GRASSHOPPER

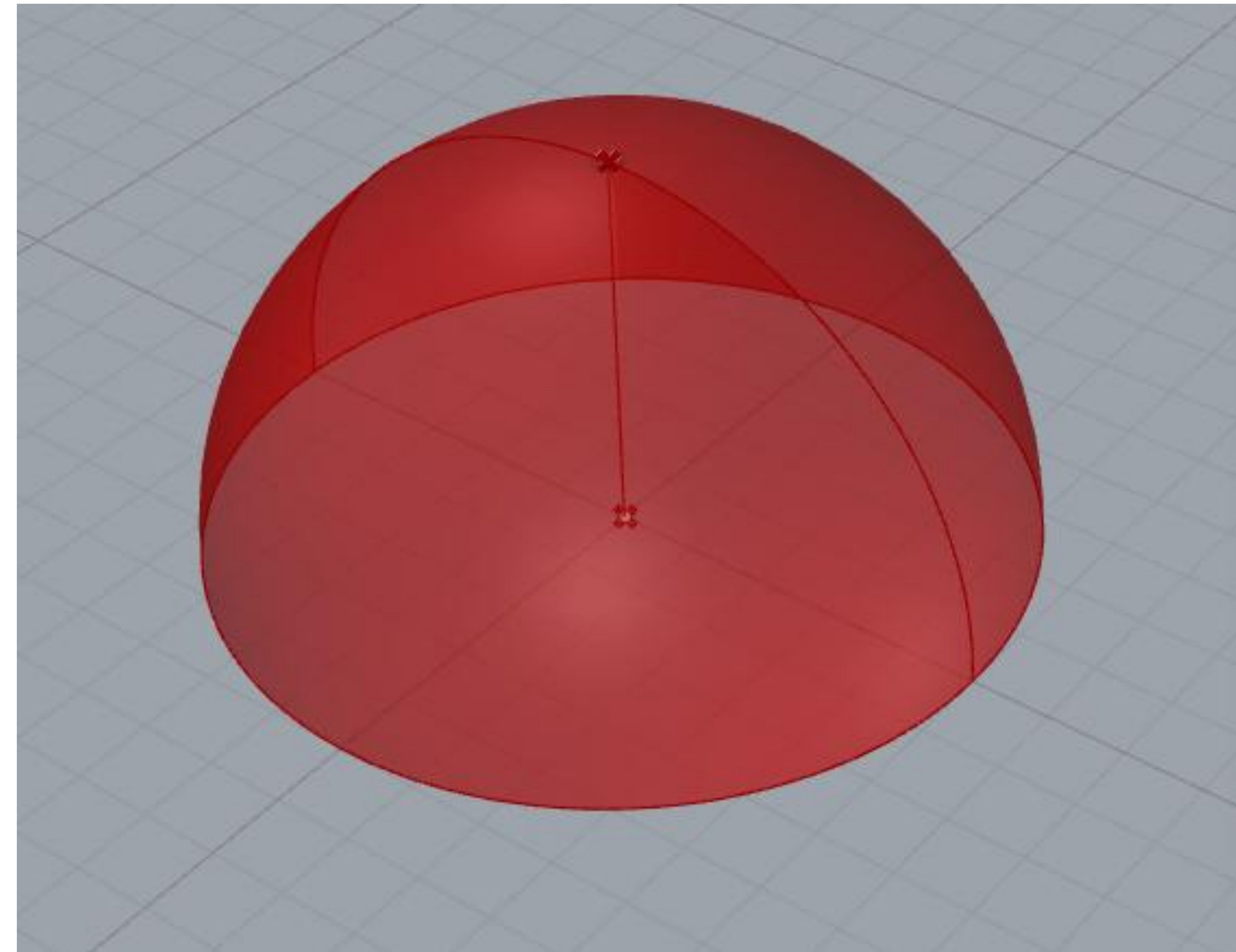
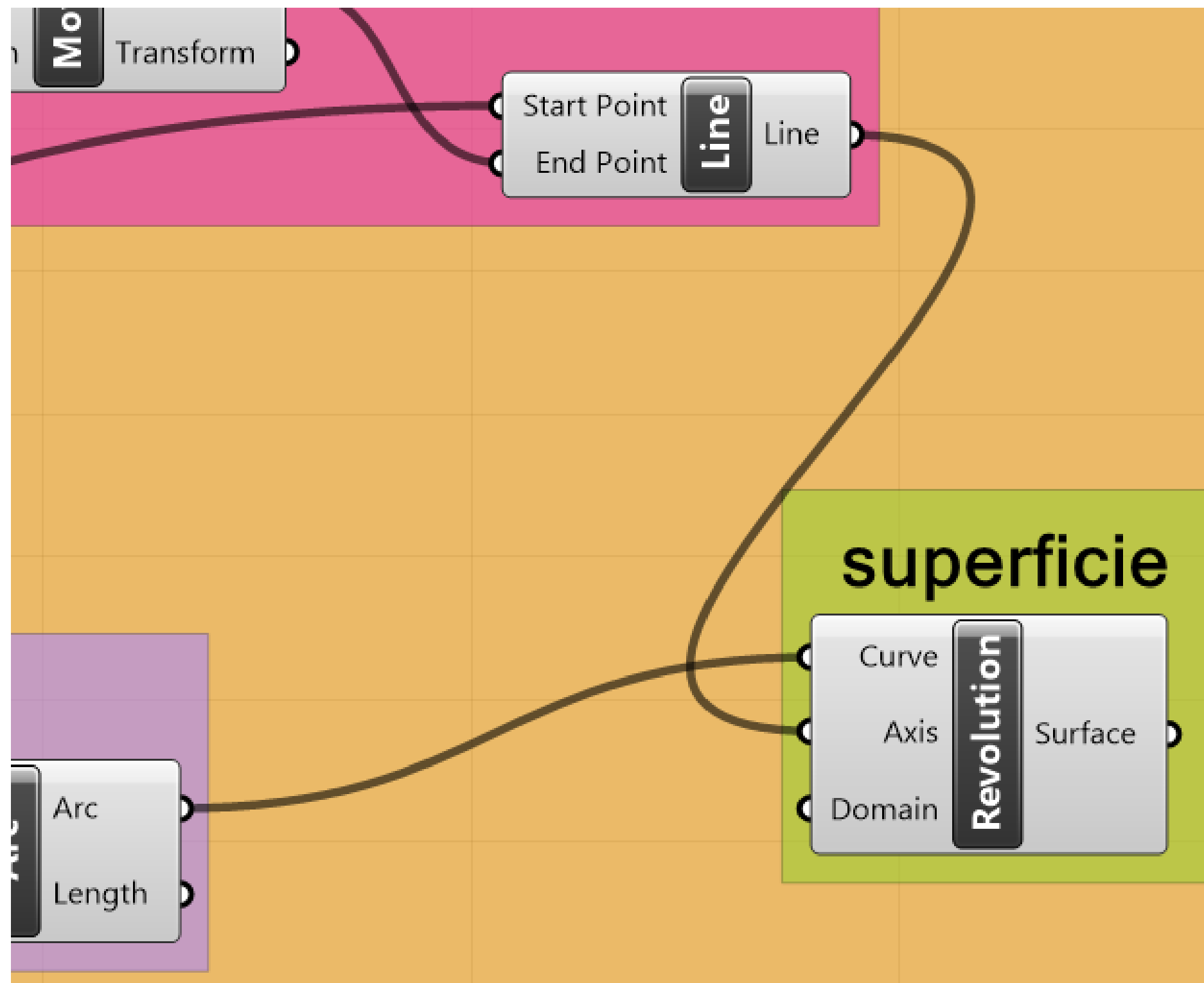
A abóboda esférica é relativamente simples. Para a construirmos é preciso criar um círculo que serve de base com o comando “circle”, um ponto central para o círculo, um eixo de revolução com o comprimento do raio do círculo, perpendicular ao plano da base e com começo no centro do círculo e um arco gerador.

Começamos por criar um ponto (“point”) e liga-lo ao comando “circle” juntamente com um numberslider que dite o raio do círculo. Depois fazemos um “move” do ponto central da base para cima com o uso do comando “move” ligado a um vetor na direção Z e a um “number slider” com um valor igual ao do raio do círculo. Por último criamos o arco com o comando “arc” e o ligado a um “Xzplane” para que o mesmo seja um arco vertical. O arco deve ter o mesmo centro e raio que o círculo da base.



TRABALHO 2 - GRASSHOPPER

O ultimo passo é ligar os elementos estruturais ao comando “revolution” de forma a criar a superfície da abóboda. Devemos ligar o arco ao parâmetro “curve” do comando e o nosso eixo ao parâmetro “axis”. Assim temos concluída a nossa abóboda esférica.

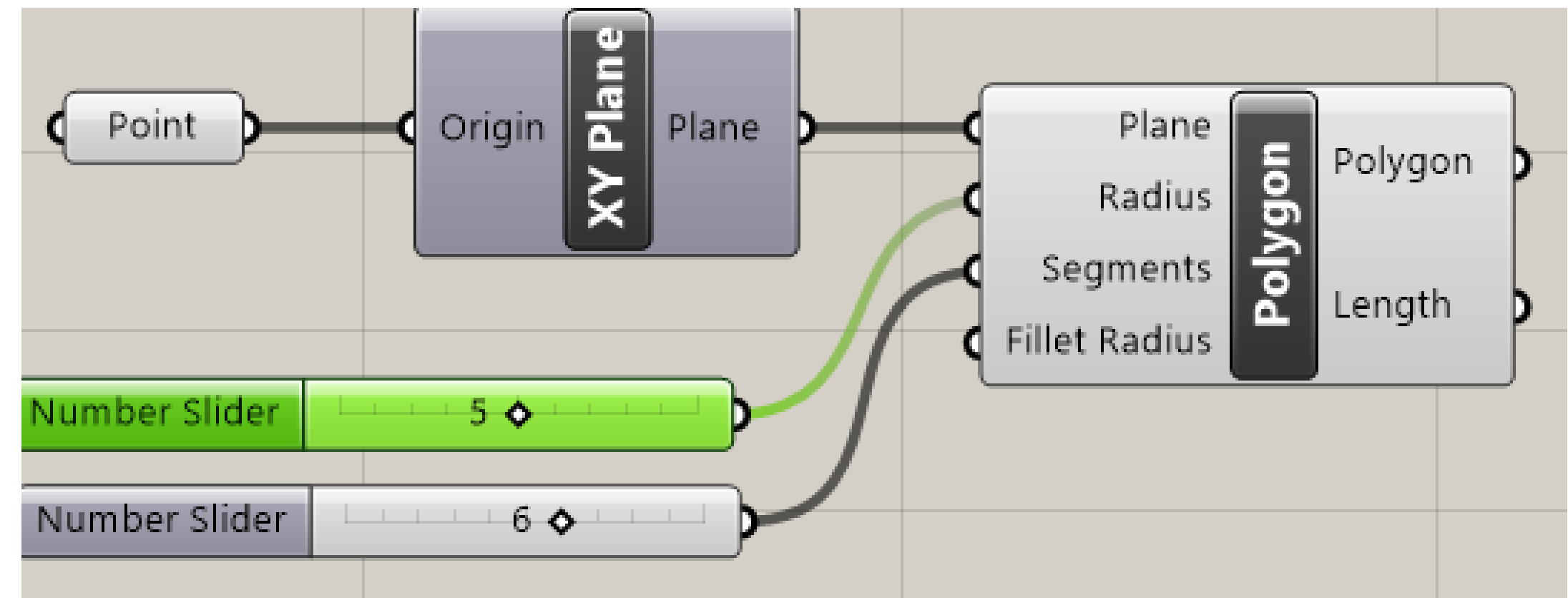
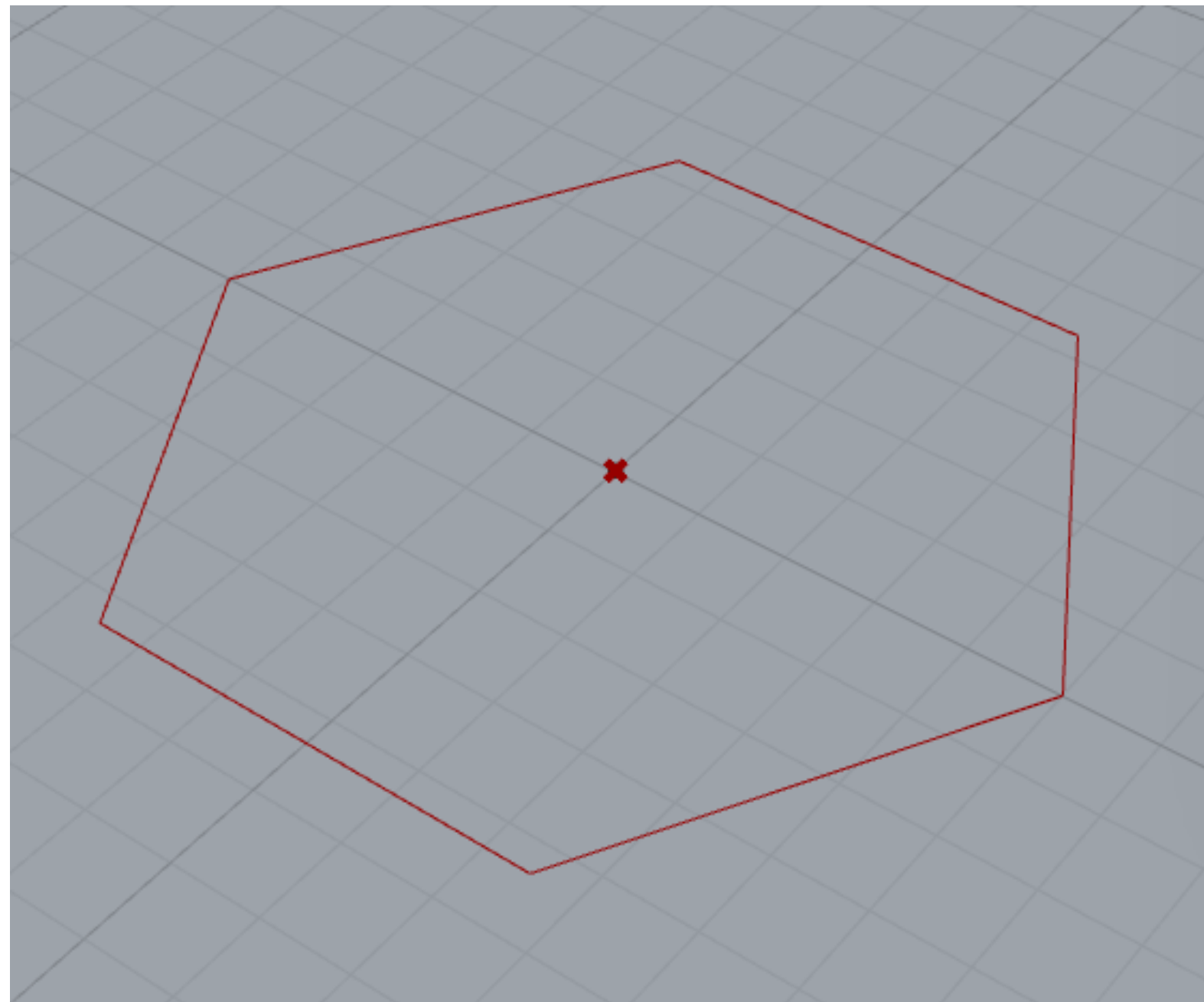


TRABALHO 2 - GRASSHOPPER

ABÓBODA ALVEOLADA

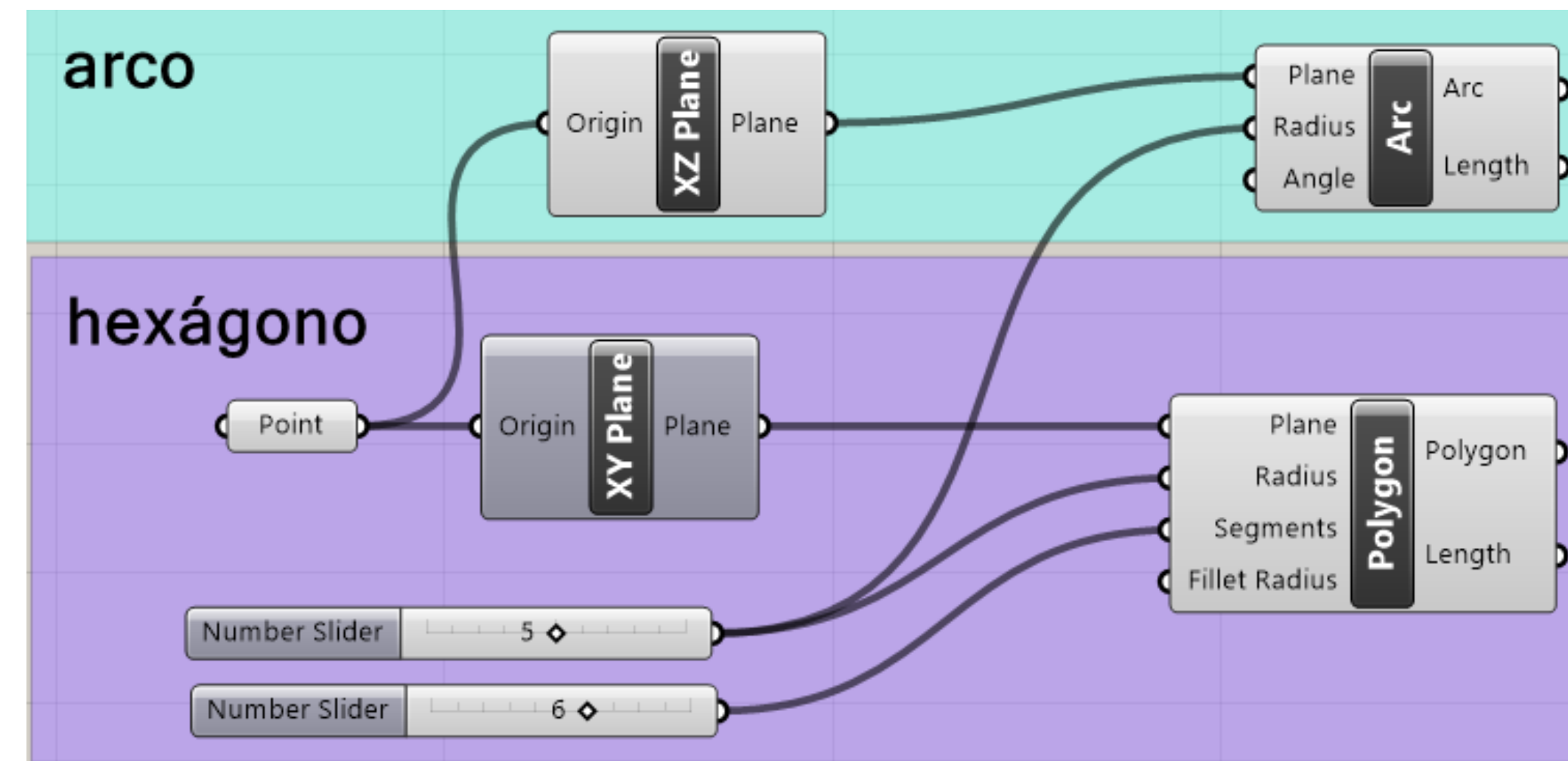
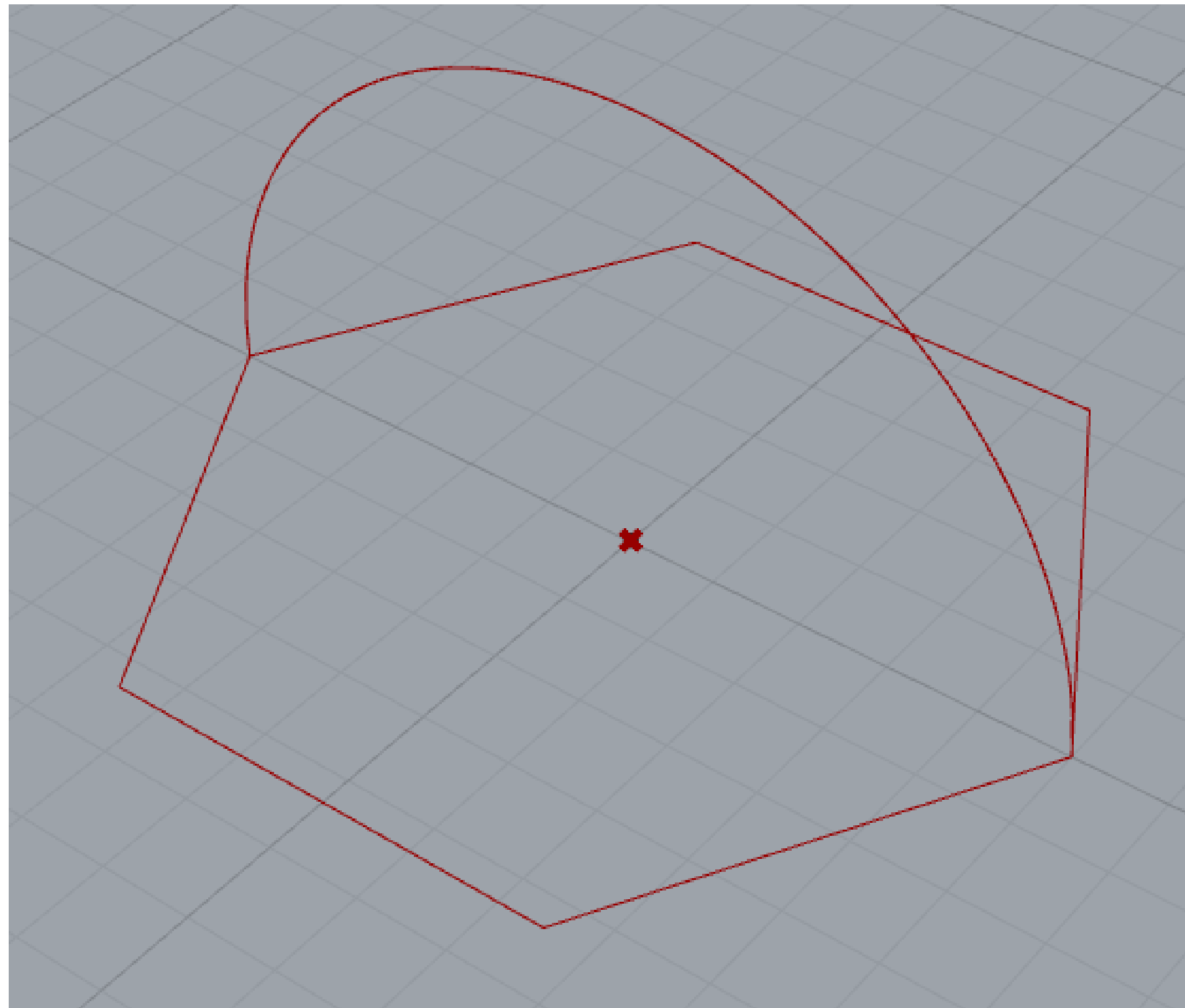
TRABALHO 2 - GRASSHOPPER

O primeiro passo na criação da abóboda alveolada é a construção de um ponto central e de um hexágono.



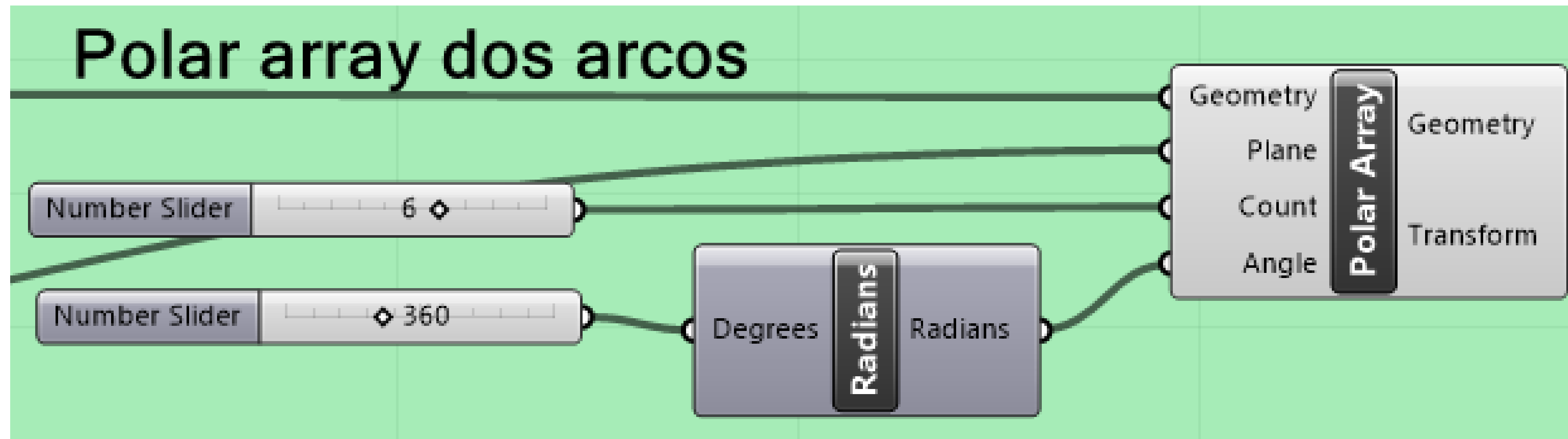
TRABALHO 2 - GRASSHOPPER

Depois adicionamos um arco vertical concêntrico ao hexágono e com as extremidades posicionadas em vértices opostos do hexágono.

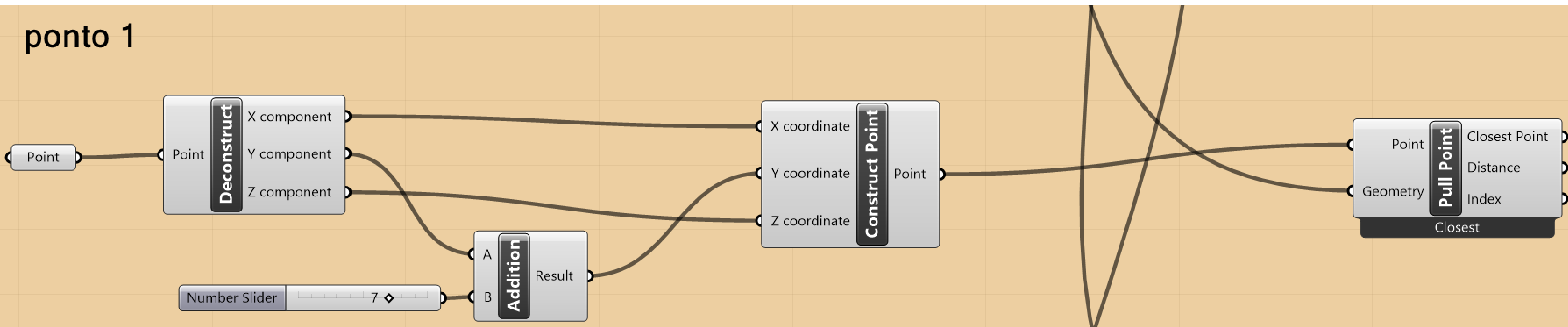


TRABALHO 2 - GRASSHOPPER

Agora fazemos um “polar array” do arco criado. Utilizamos o comando polar array e uimos o parâmetro “geometry” ao arco, “plane” ao ponto central, “count” a um “number slider” com o valor de 6 e angle a um number slider com o valor de 360 e a um conversor de graus para radianos.

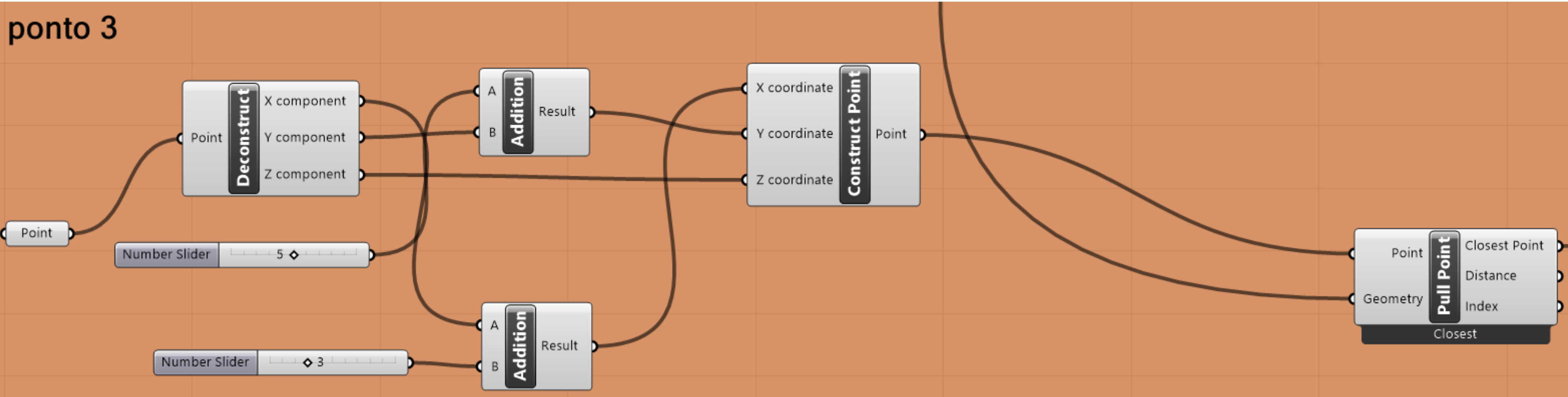
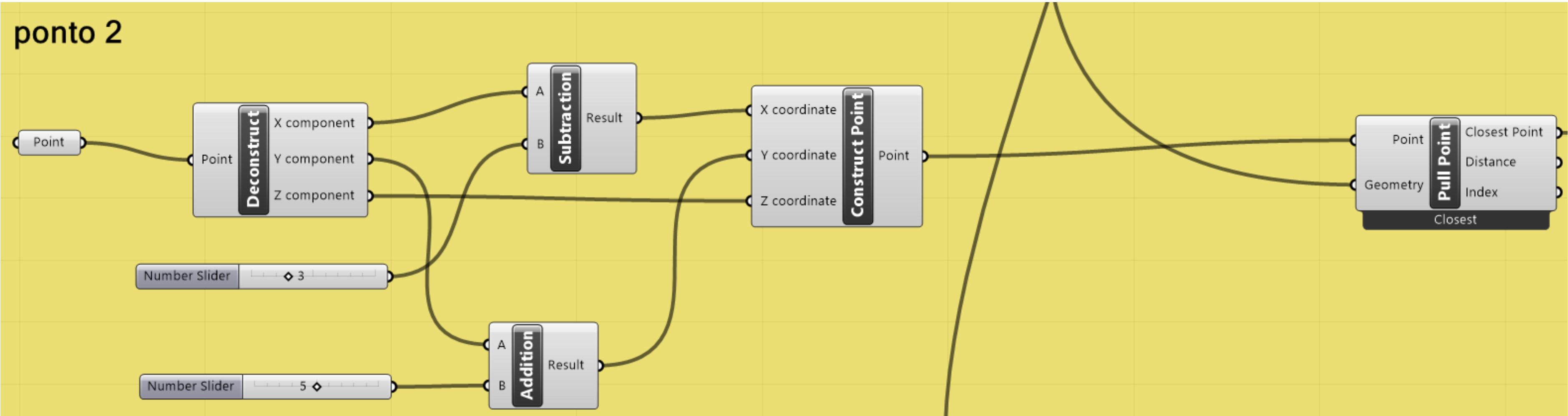


O próximo passo é criar 3 pontos para que possamos criar os arcos que serviram de rail para fazermos mais tardiamente uma “rail revolution”. Para fazemos isso vamos desconstruir e construir as coordenadas dos pontos aproximando cada um dos três aos pontos desejados, depois vamos utilizar o comando “pull point” para criar um novo ponto no polígono onde realmente desejamos. Queremos ter um ponto no midpoint de uma das arestas, e os outros dois em cada um dos vértices dessa aresta. No comando “pull point” vamos introduzir o resultado do nosso ponto reconstruído no parâmetro “point” e no parâmetro “geometry” introduzimos o Hexágono.



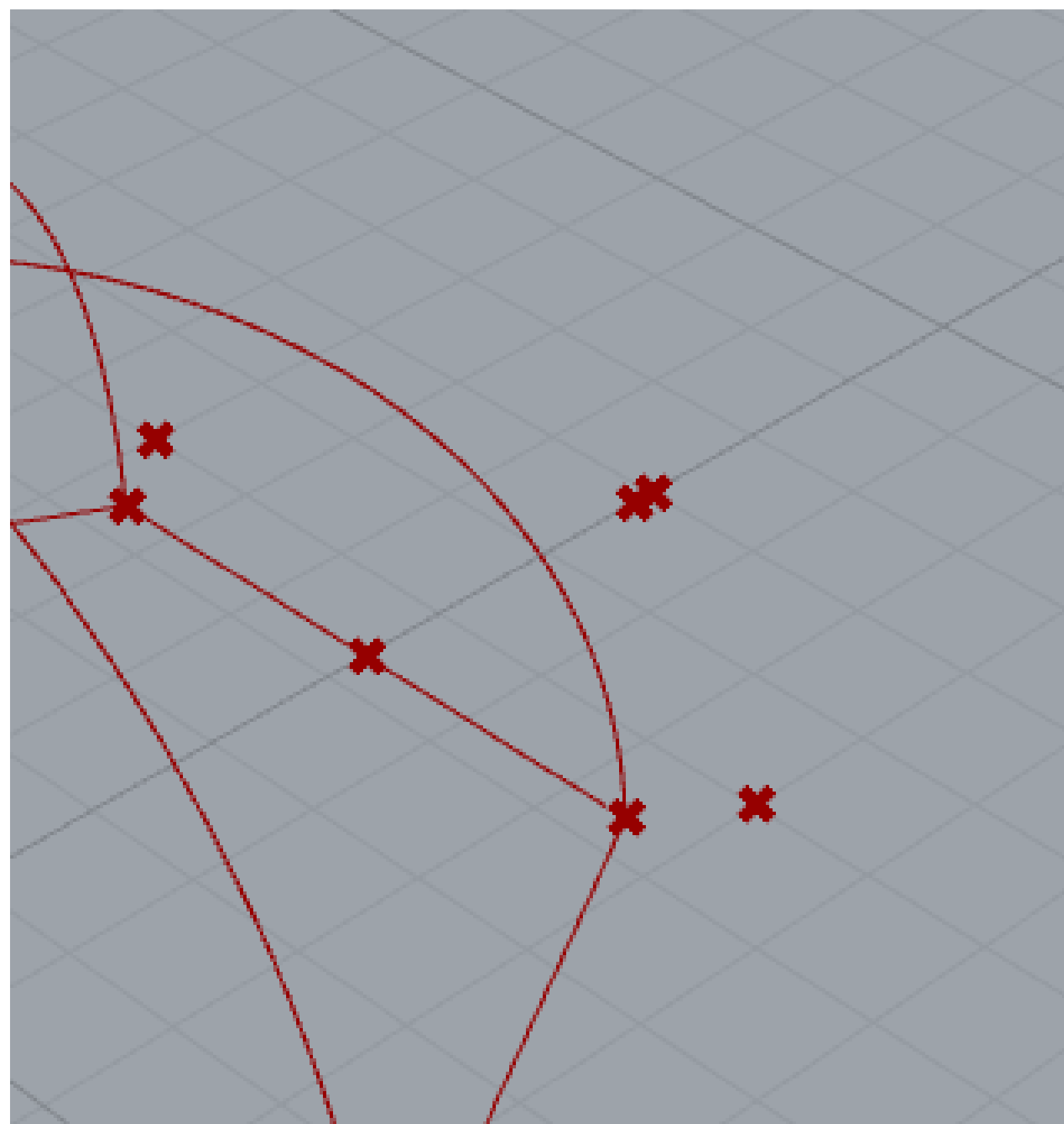
TRABALHO 2 - GRASSHOPPER

Os outros dois pontos.->



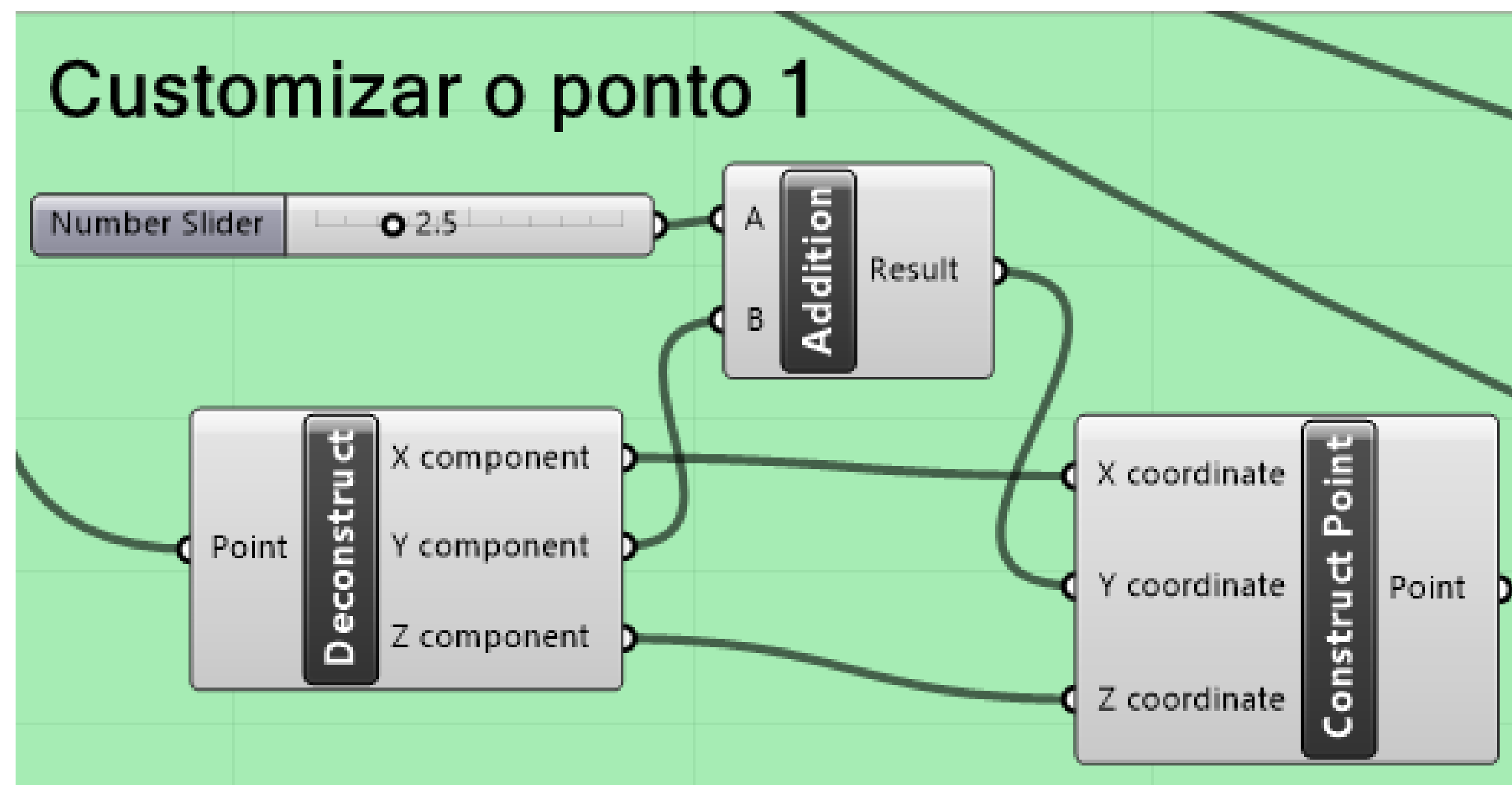
TRABALHO 2 - GRASSHOPPER

O resultado no Rhino.->

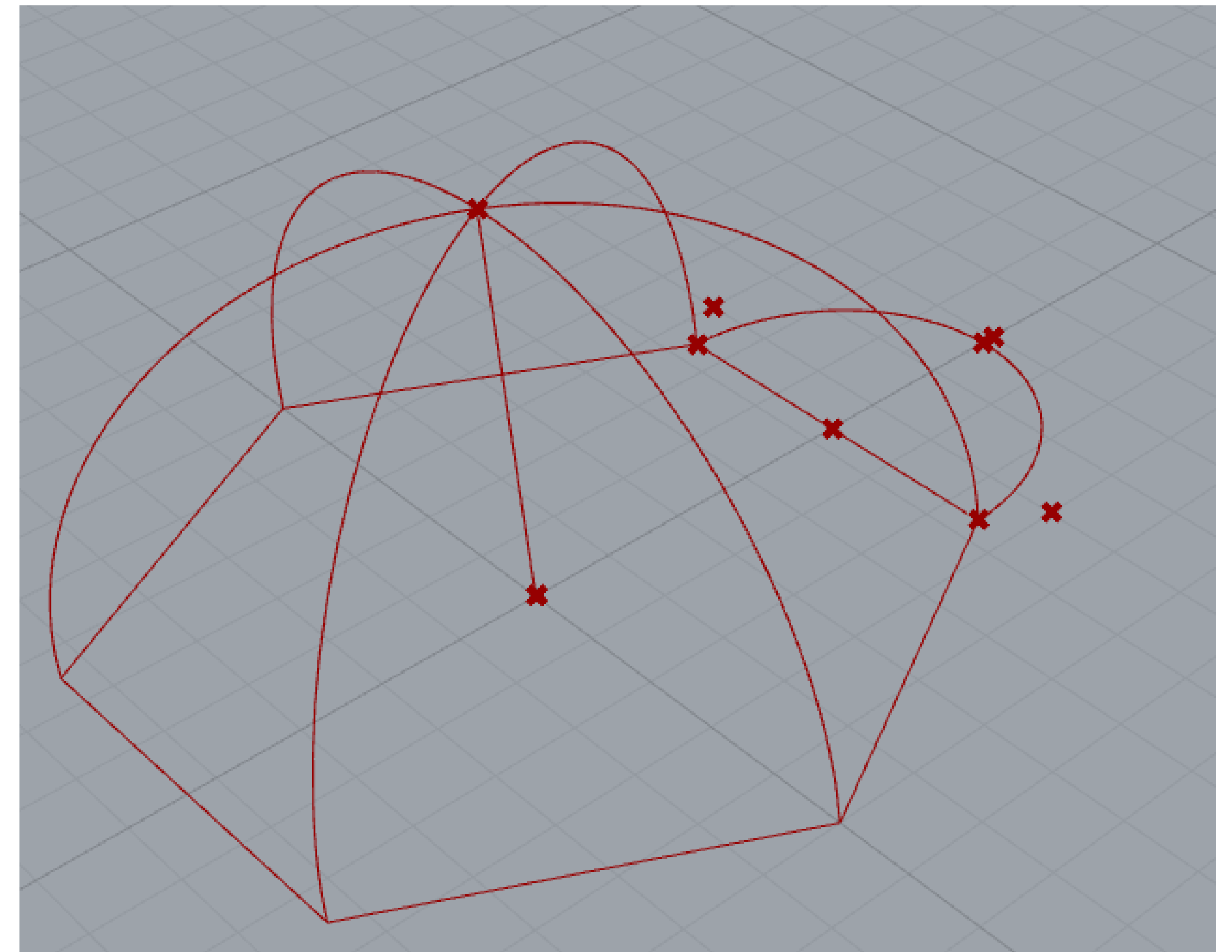
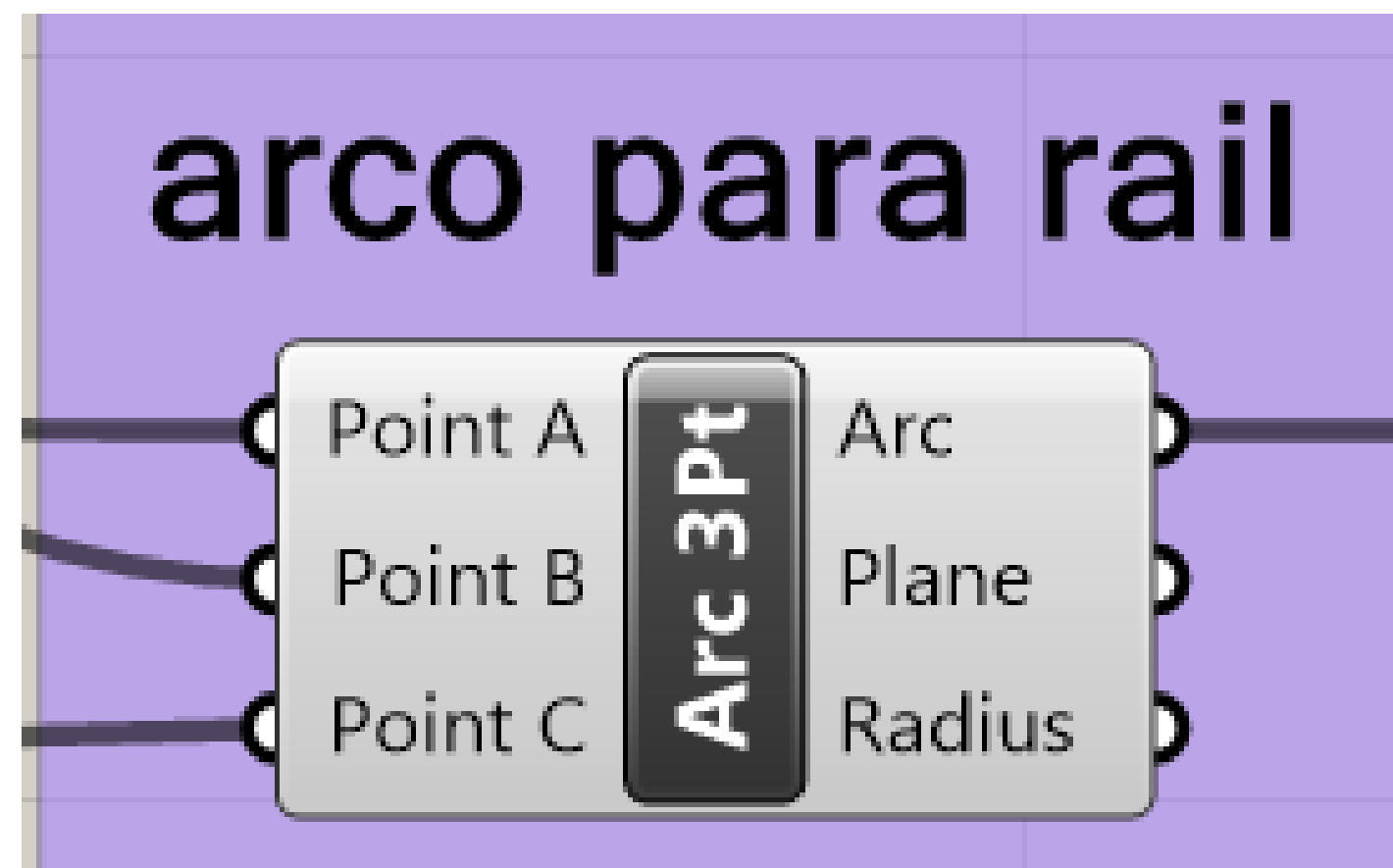


TRABALHO 2 - GRASSHOPPER

A seguir criamos um mecanismo que nos possibilite trabalhar o posicionamento do ponto central que se encontra no ponto medio da aresta (ponto1). Basicamente voltamos a desconstruir e a construir as coordenadas do ponto mas adicionamos um number slider que permita alterar a coordenada Y. Fazemos isto porque precisamos que este novo ponto se encontre à mesma distancia do midpoint da aresta que os pontos dos vértices de forma a criarmos um arco de volta perfeita.

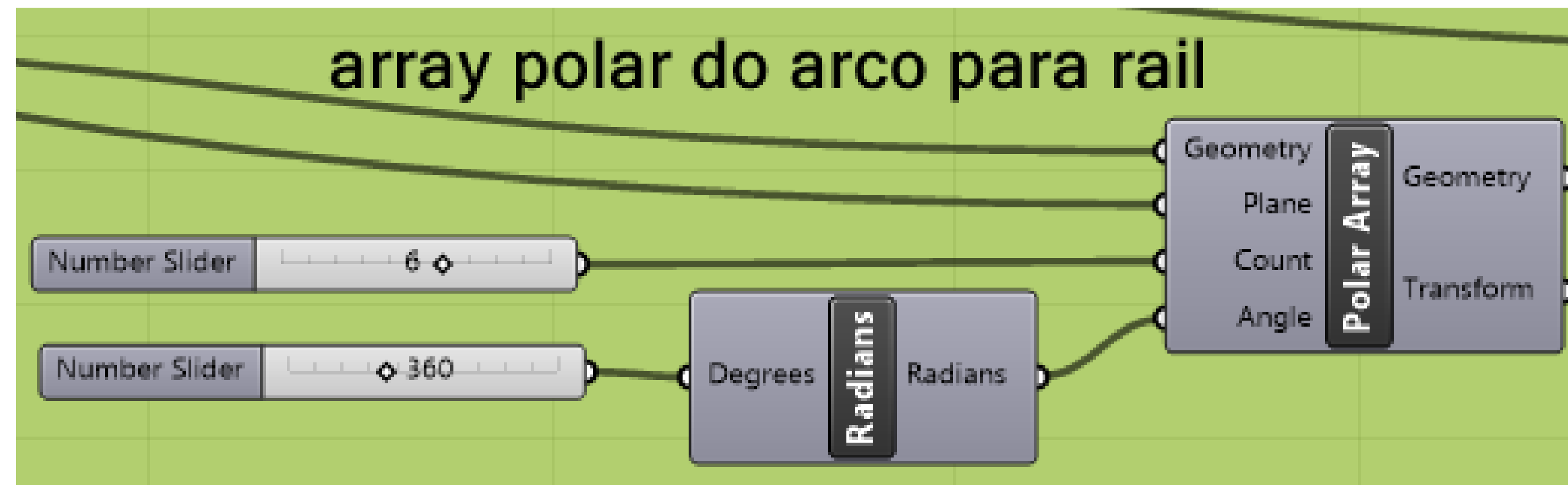


Depois Utilizamos o comando “3pt Arc” e ligamos os três pontos ao mesmo.

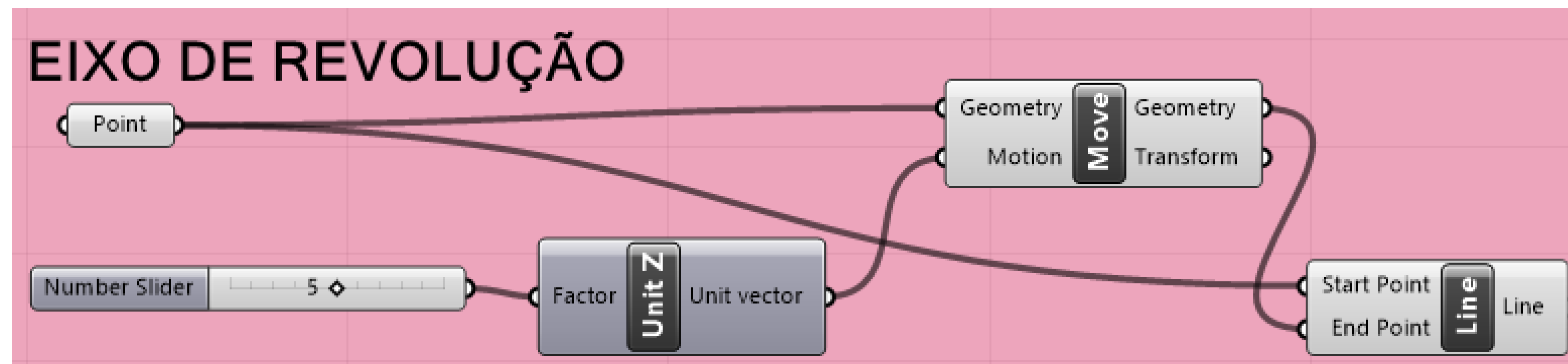


TRABALHO 2 - GRASSHOPPER

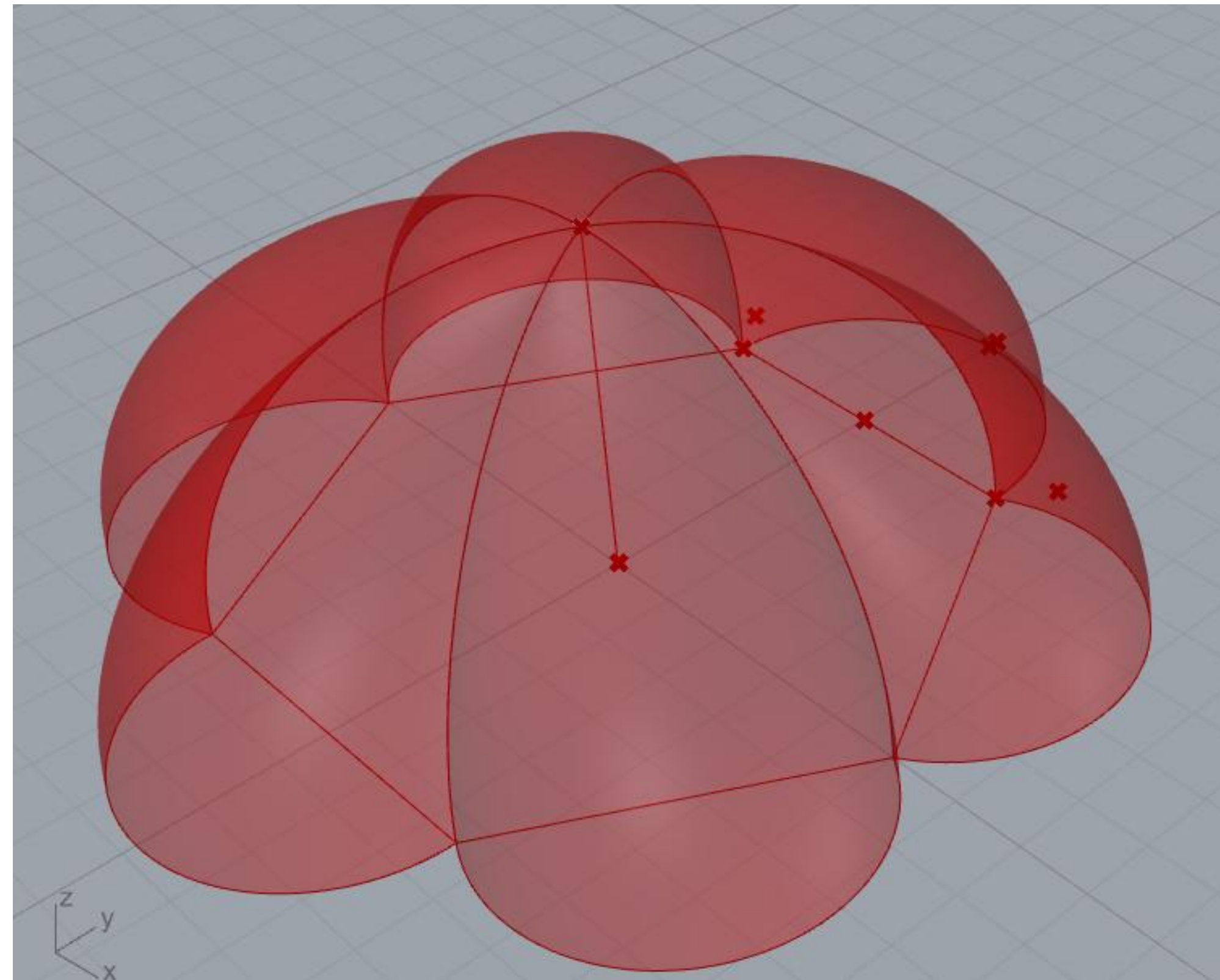
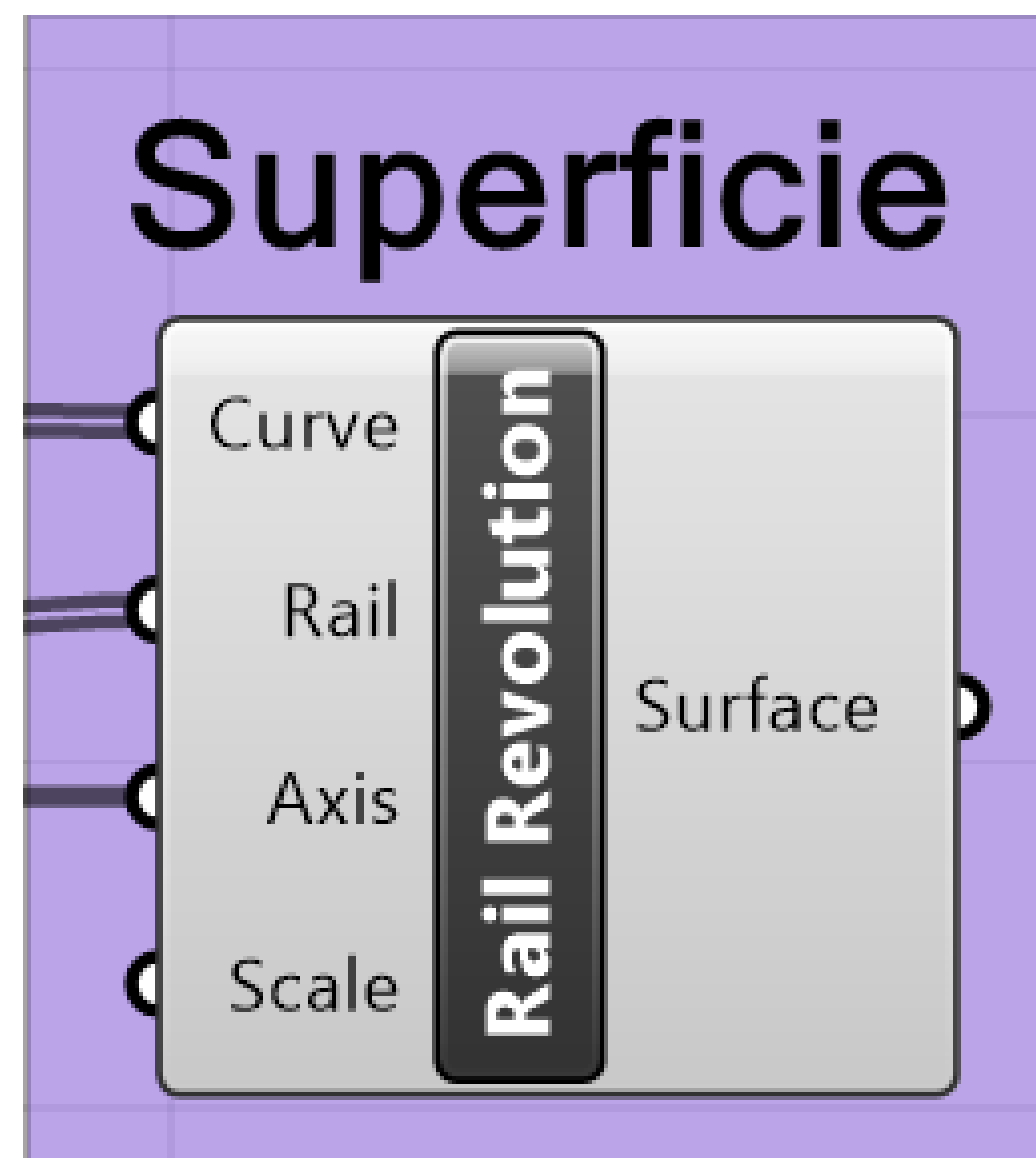
Tendo o primeiro arco construído utilizamos o comando “arraypolar” para replicá-lo em todas as outras arestas do hexágono. Este array polar é igual ao feito para o arco vertical.



O penúltimo passo é criar um eixo de revolução para ligar ao comando “Rail Revolution”. Para criarmos esse eixo utilizamos o nosso ponto central como ponto A e uma copia dele posicionada mais acima como ponto B.

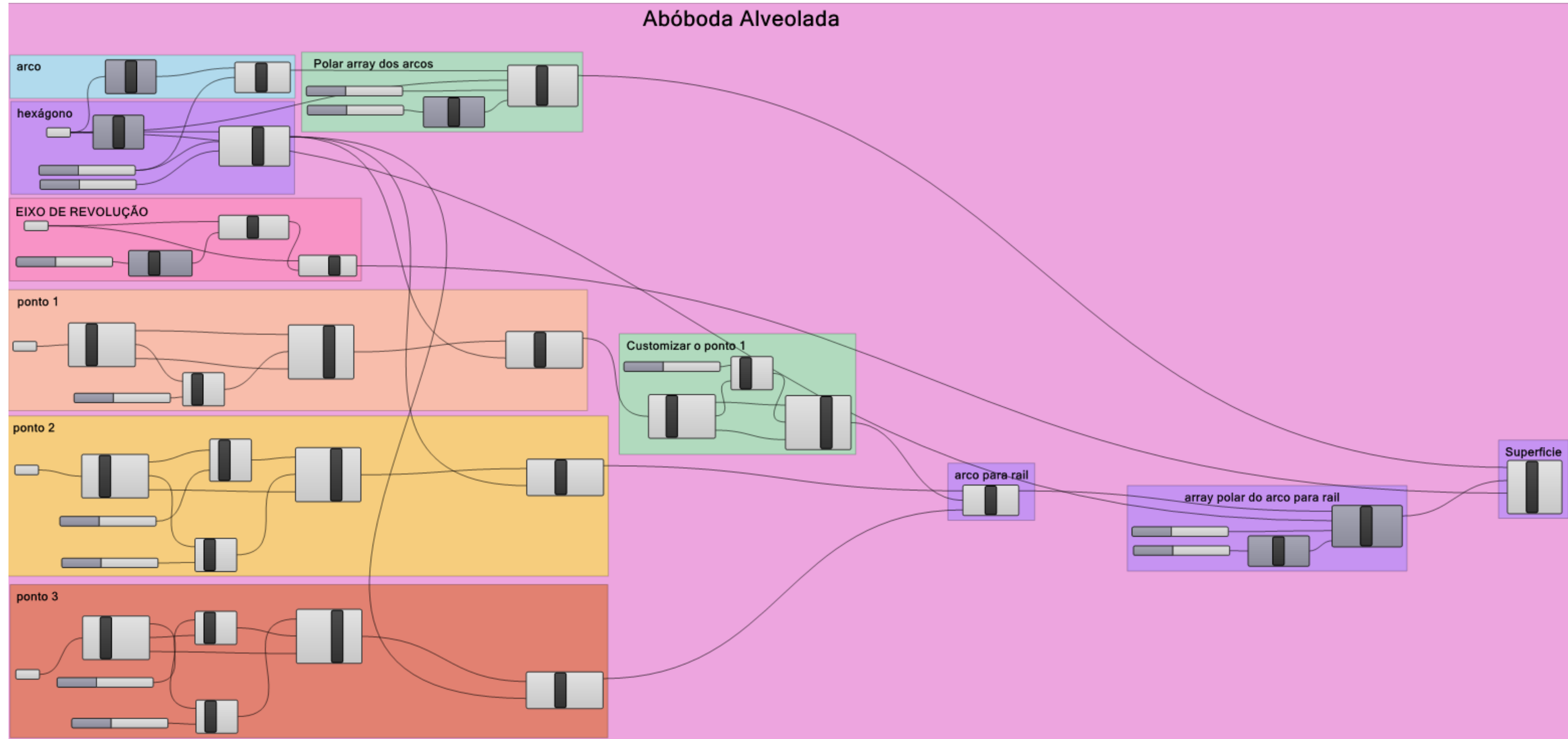


Agora só nos resta o último passo que é ligar todos os elementos estruturais ao comando “Rail Revolution” de forma a criar a superfície da abóboda.



TRABALHO 2 - GRASSHOPPER

Código final.->



TRABALHO 2 - GRASSHOPPER

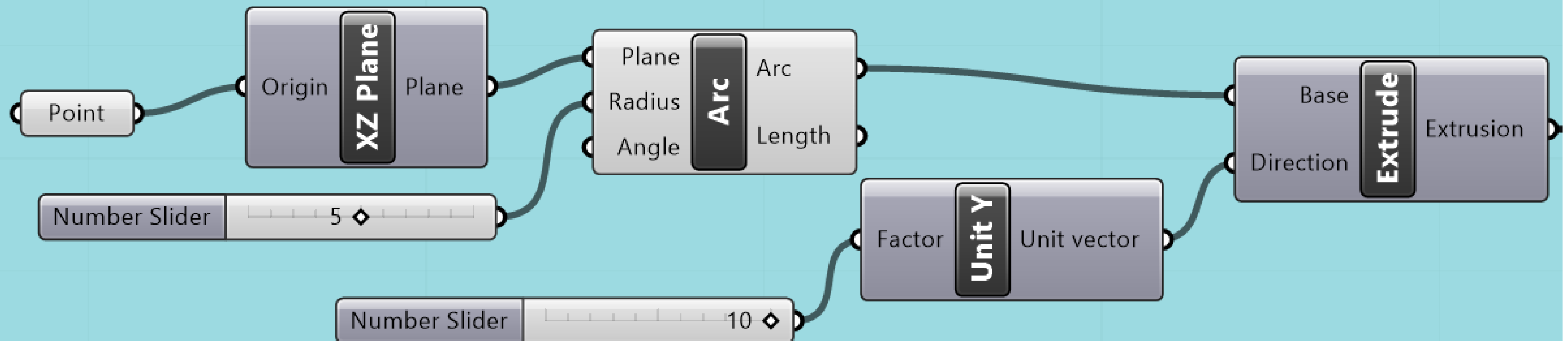
LUNETA ESFÉRICA

TRABALHO 2 - GRASSHOPPER

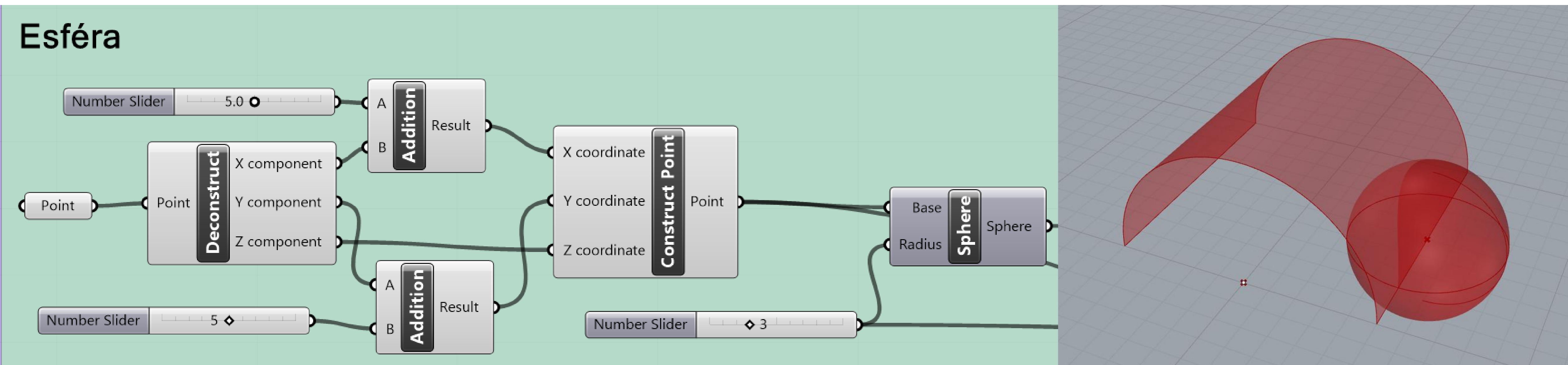
A luneta esférica, é uma abóboda de berço interceptada lateralmente com uma esfera. Por isso os primeiros passos são obviamente a construção de uma abóboda de berço e de uma esfera que a intercepta.

Para construir a abóboda de berço construímos um arco vertical e um ponto central ao mesmo e fazmos um extrude do arco no sentido do eixo Y.

Abóboda de Berço

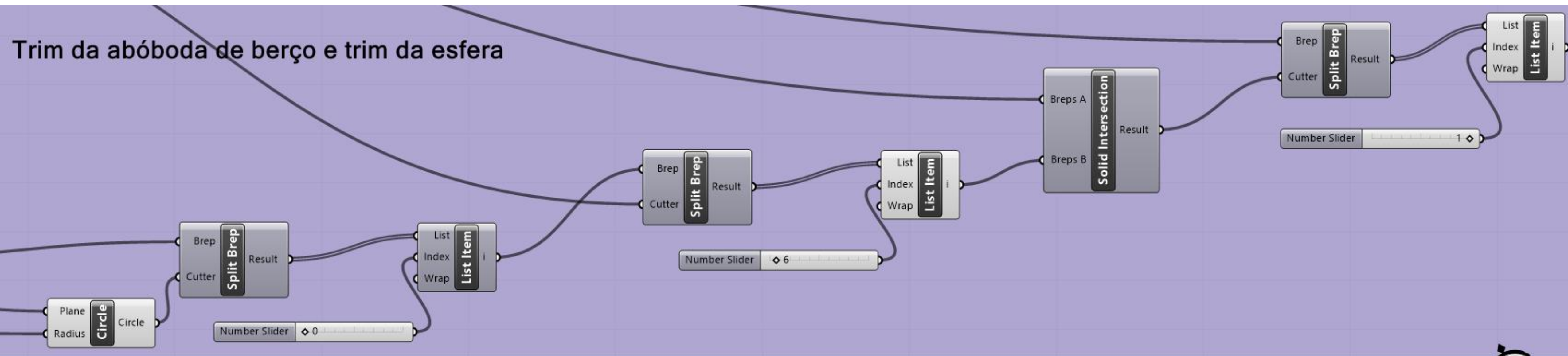


O segundo passo é a construção da esfera. Para fazer isso temos de criar primeiro o ponto central da mesma. Por isso desconstruímos e voltamos a construir as coordenadas do ponto original adicionando às coordenadas X e Y de forma a colocar o novo ponto no midpoint de uma das arestas do centro. Depois de termos criado o novo ponto é só utilizar o comando “sphere” e gerar uma esfera.



TRABALHO 2 - GRASSHOPPER

A seguir temos de criar uma circunferência que corte a esfera deixando só a sua metade superior.
O ultimo passo é fazer trim à esfera e à parte da abóboda que ficou dentro da mesma. Para executar este passo utilizamos uma serie de vezes o comando “split berp” ligando o objeto cortante ao parâmetro “cutter” e o objeto a cortar ao parâmetro “berp”. É importante que depois de se ter feito todos os cortes sejam desativadas todas as superfícies criadas até ao último “berp” de forma a que não se suberponham superfícies.

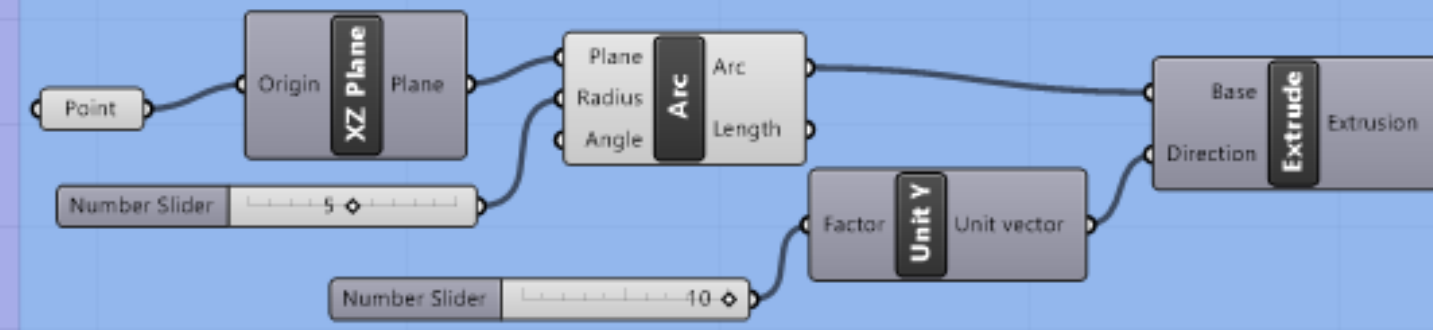


TRABALHO 2 - GRASSHOPPER

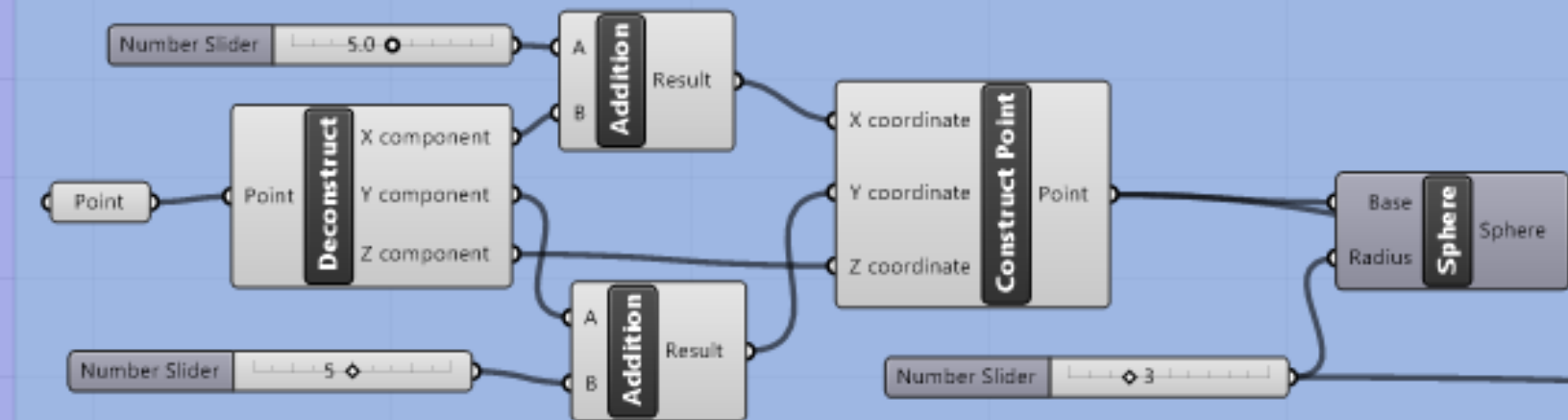
No fim ficamos com uma abóboda de berço intercetada pela esfera... Uma luneta esférica.

Luneta Cónica

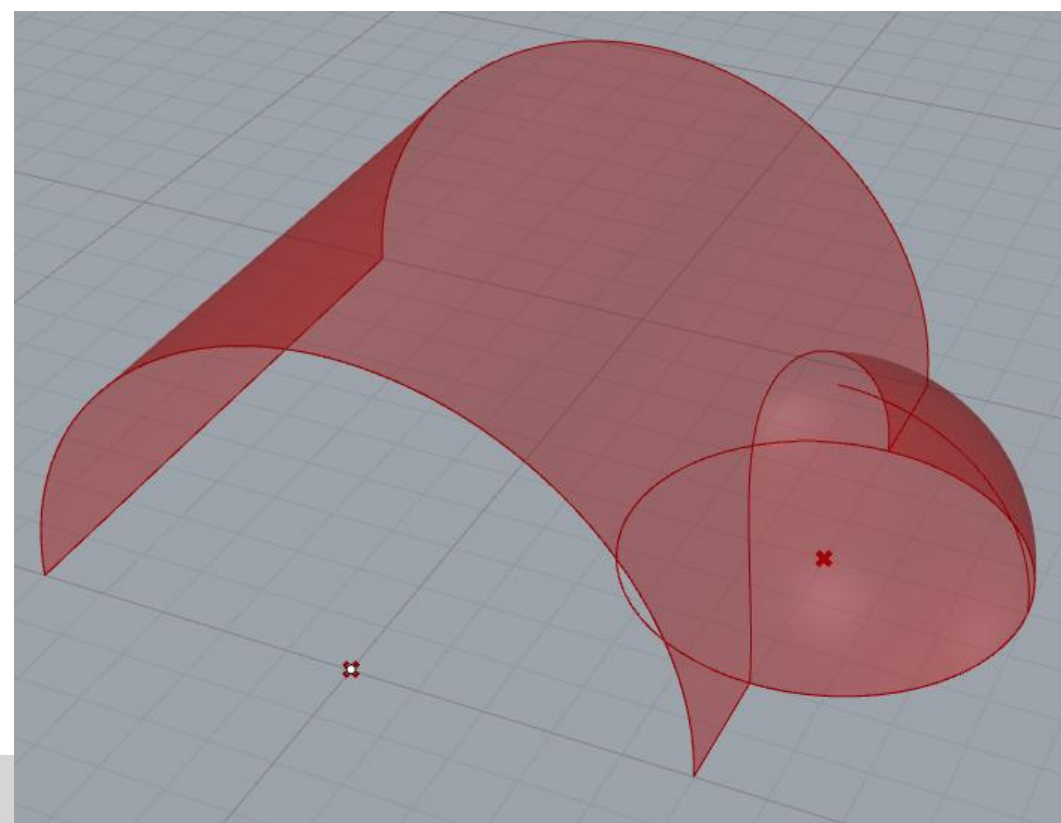
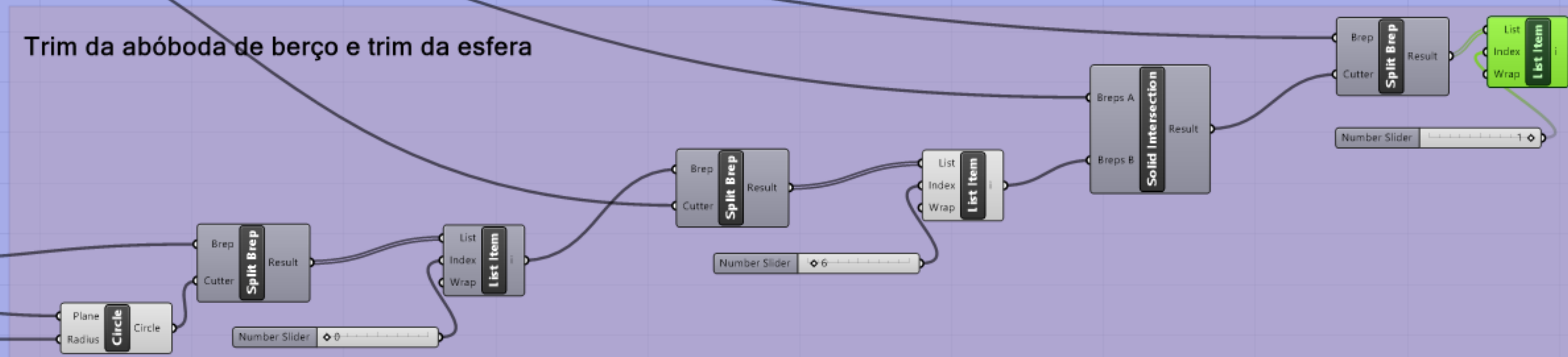
Abóboda de Berço



Esféra



Trim da abóboda de berço e trim da esfera



TRABALHO 2 - GRASSHOPPER

FIM TRABALHO 2

AULA 6- GRASSHOPPER

ABRIR O GRASSHOPPER

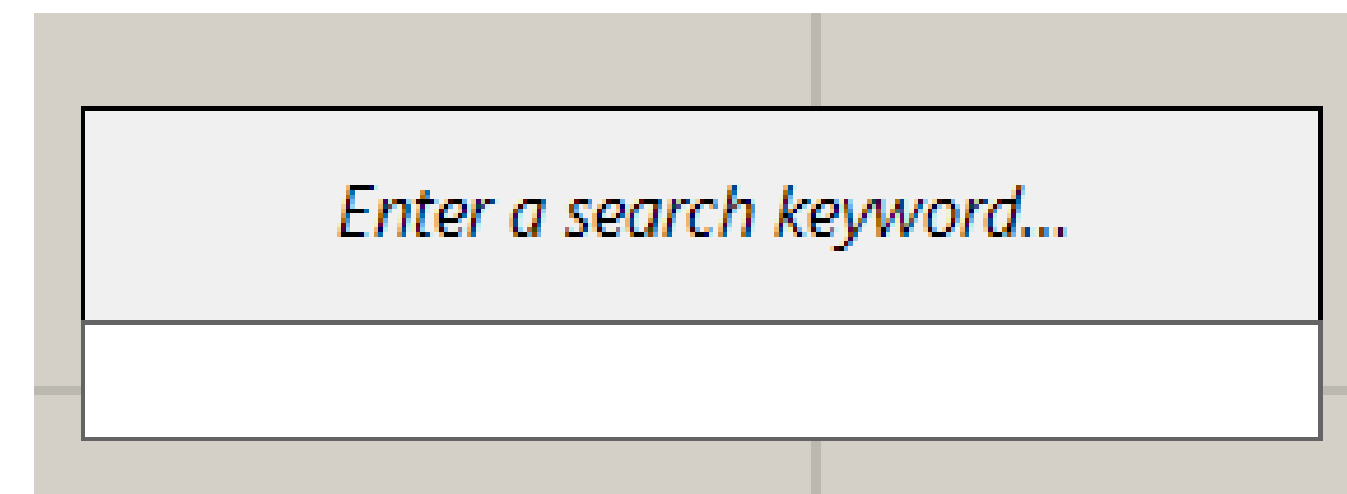
AULA-6 GRASSHOPPER

Para abrir o grasshoper é só escrever nos comandos
grasshopper.

É como se fosse uma espécie de “Scratch”(programa
utilizado para ensinar programação a crianças) mas para
o Rhino8. Utilizamos caixas com
funções/variáveis/comandos e unimo-las de forma a criar
resultados geométricos.

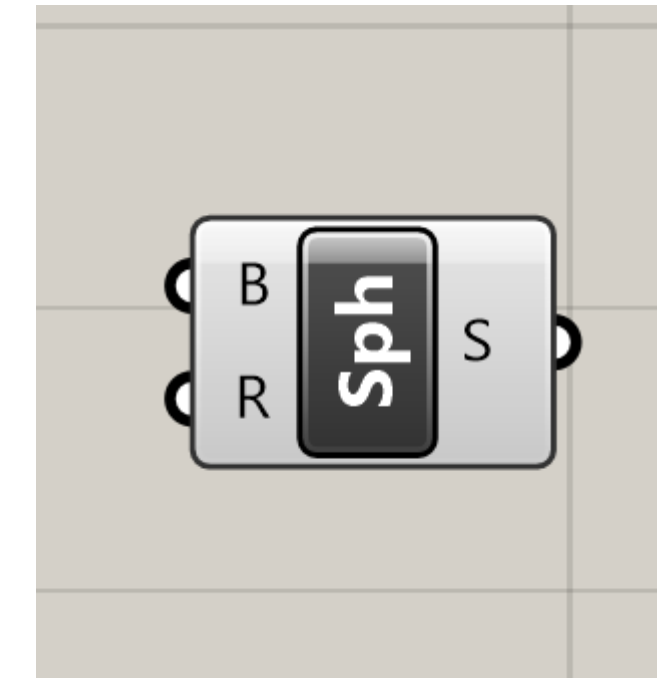
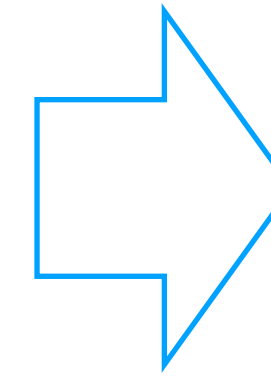
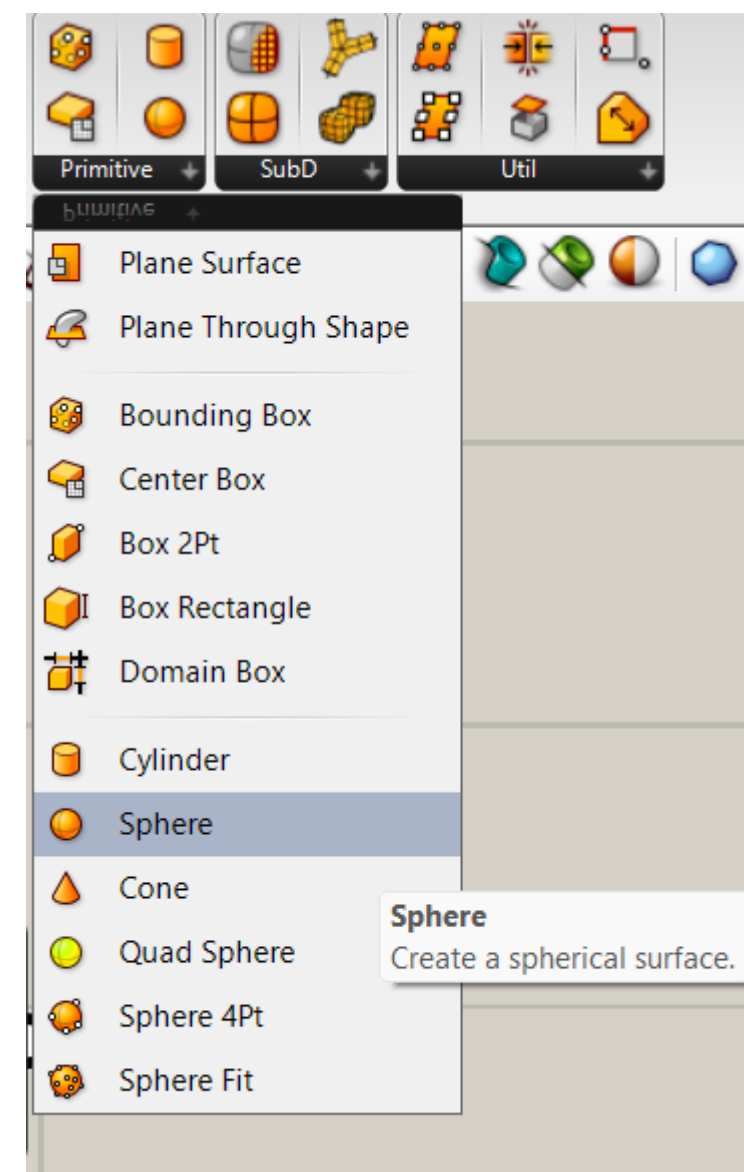
AULA-6 GRASSHOPPER

Todas as funções do grasshopper podem ser acedidas na parte superior do programa ou com a utilização de comandos se clicarmos duas vezes na tela.



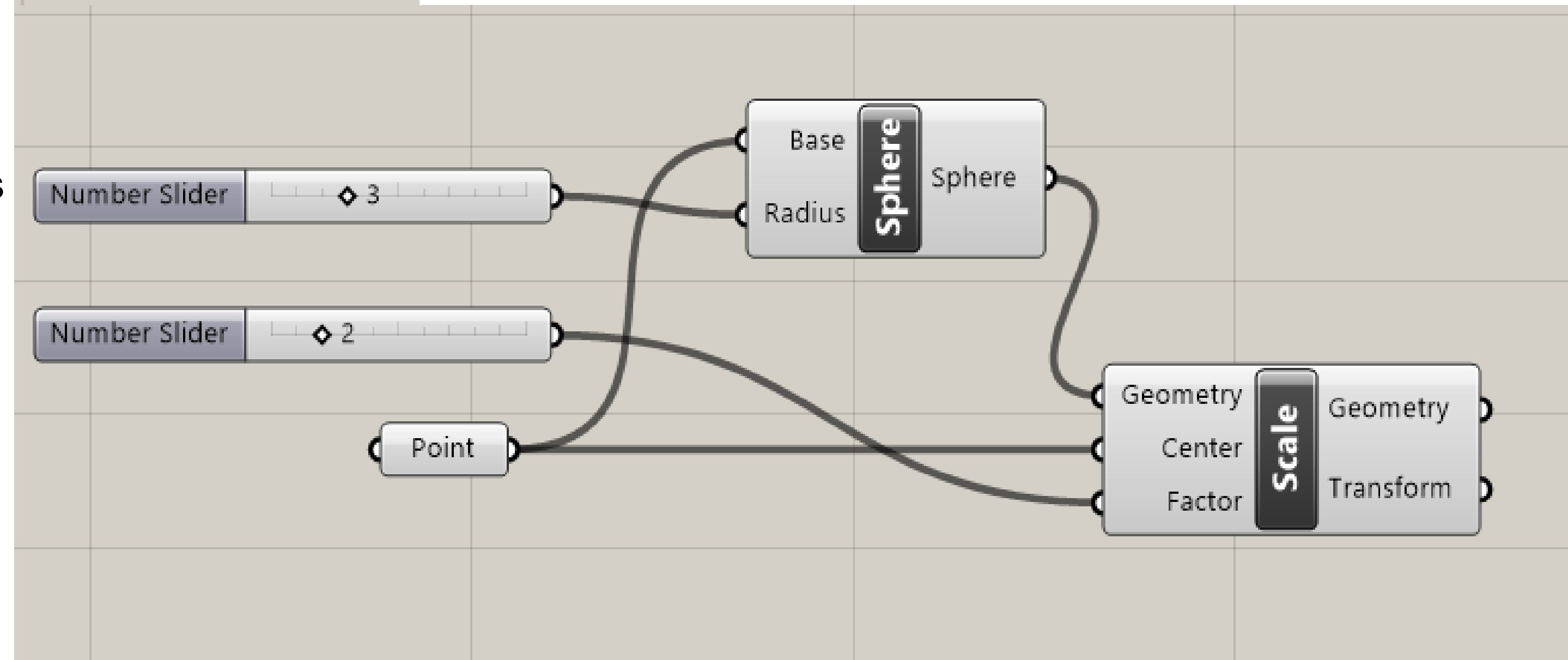
AULA-6 GRASSHOPPER

Processo de criação do círculo.



Durante a aula criamos uma esfera, aprendemos a coloca-la onde quisesse-mos, a moldar o seu tamanho e a sua escala.

Para isso utilizamos “numbersliders”, que simplesmente definem um valor numérico, e unimo-os às variáveis presentes na caixa da esfera e na caixa do comando scale.



AULA-6 GRASSHOPPER

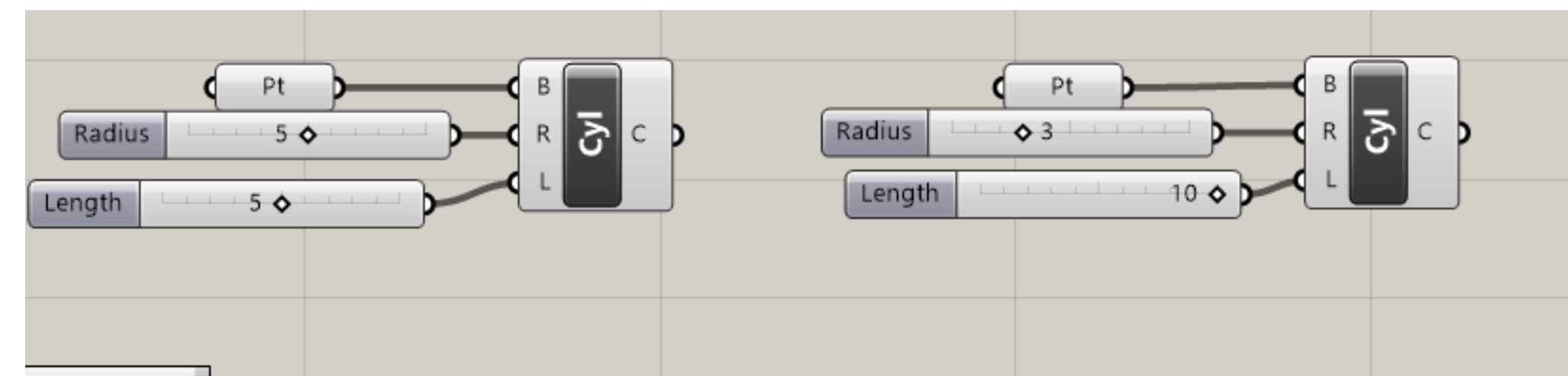
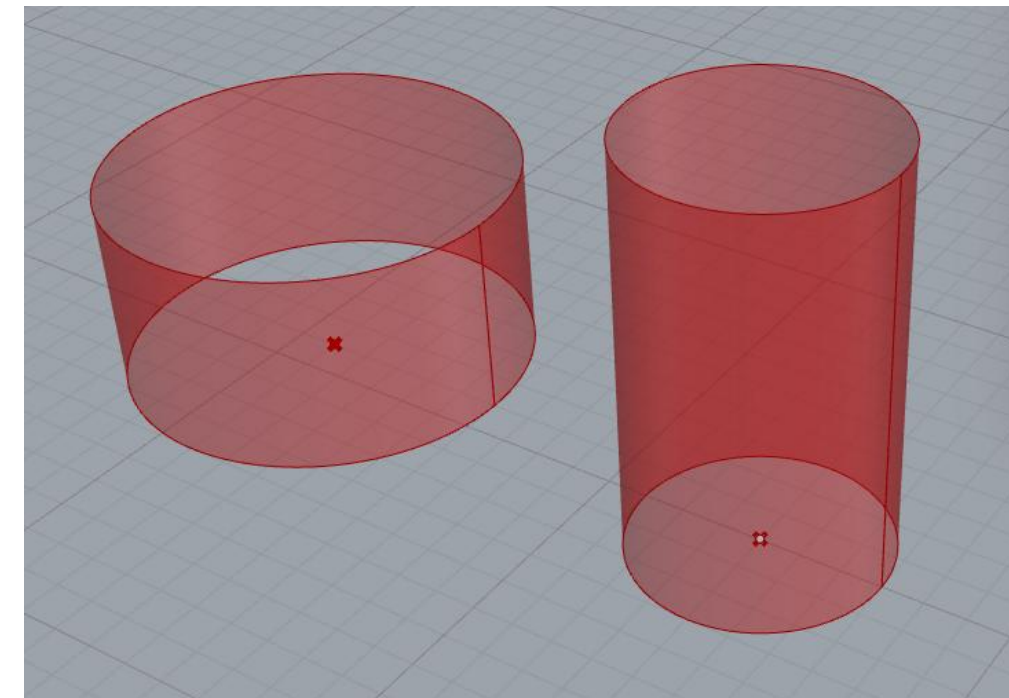
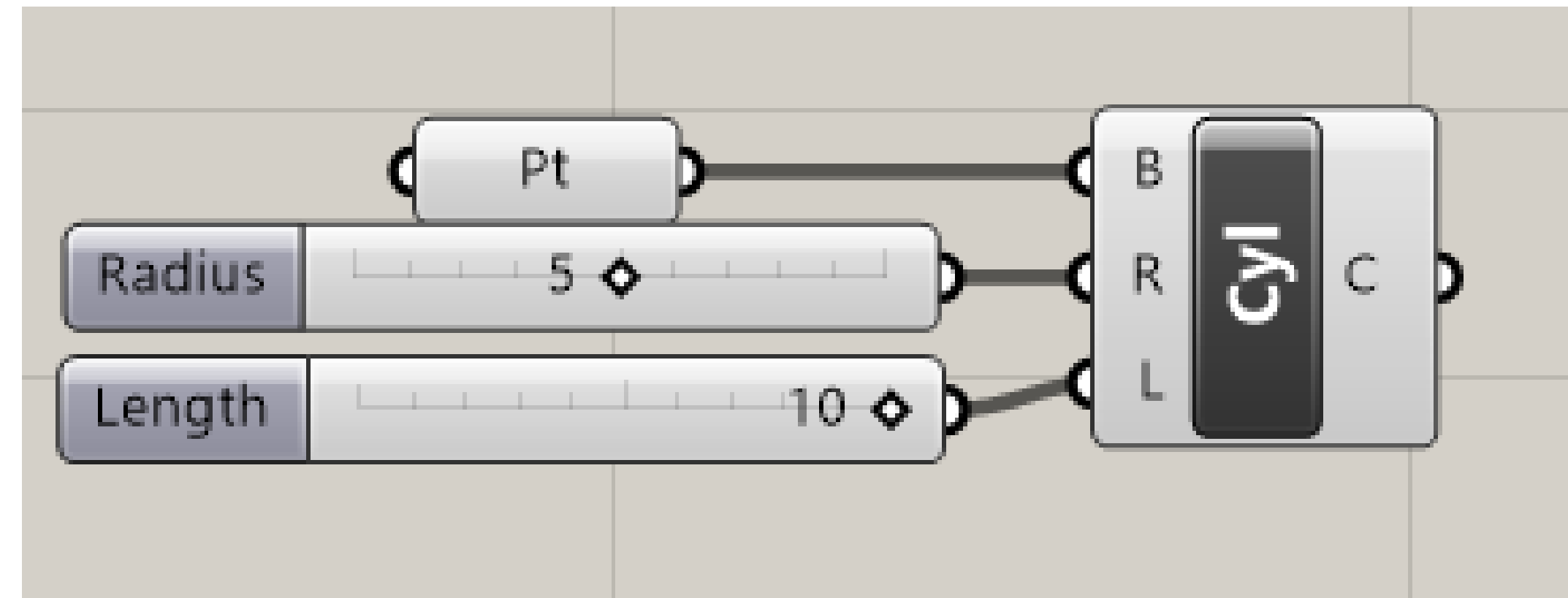
Cilindros

AULA-6 GRASSHOPPER

Há três formas de fazer cilindros.

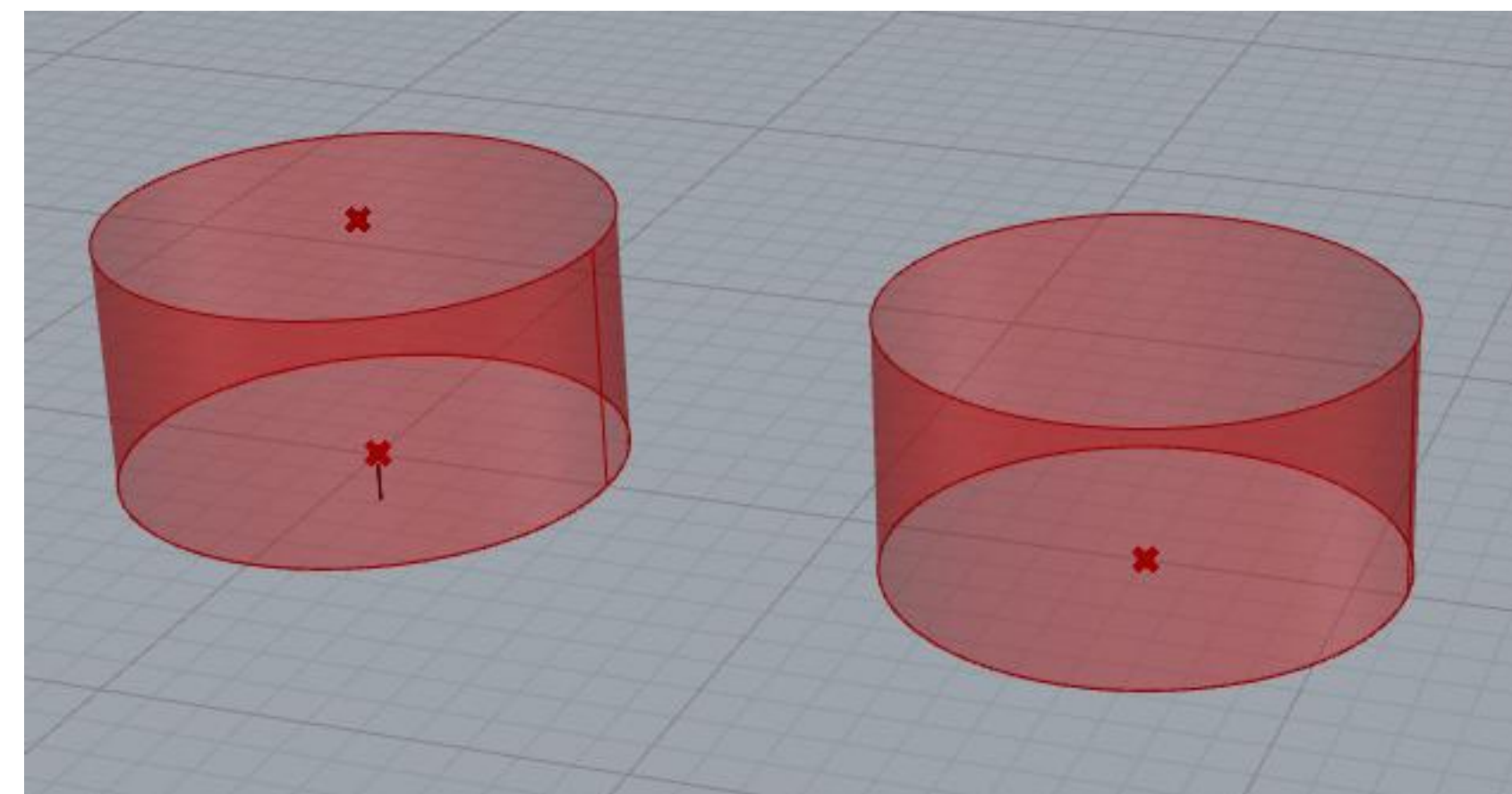
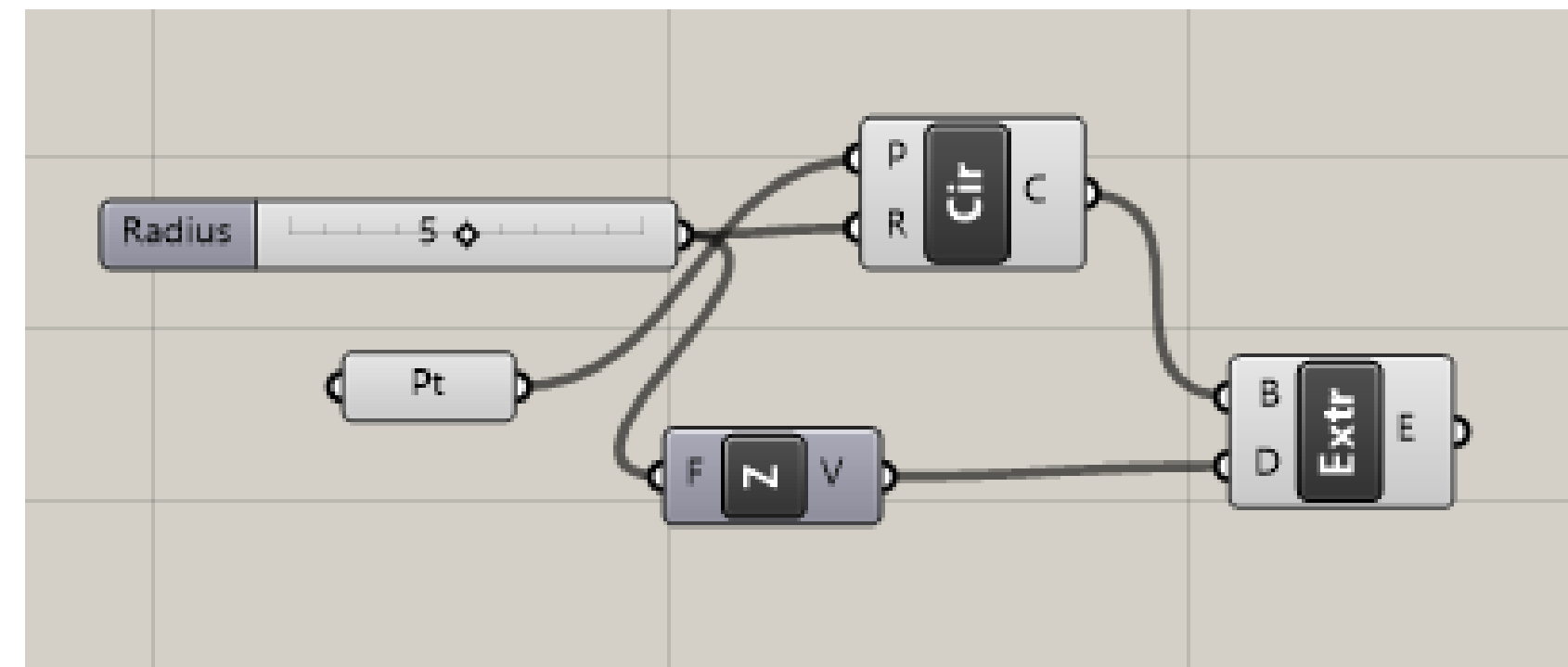
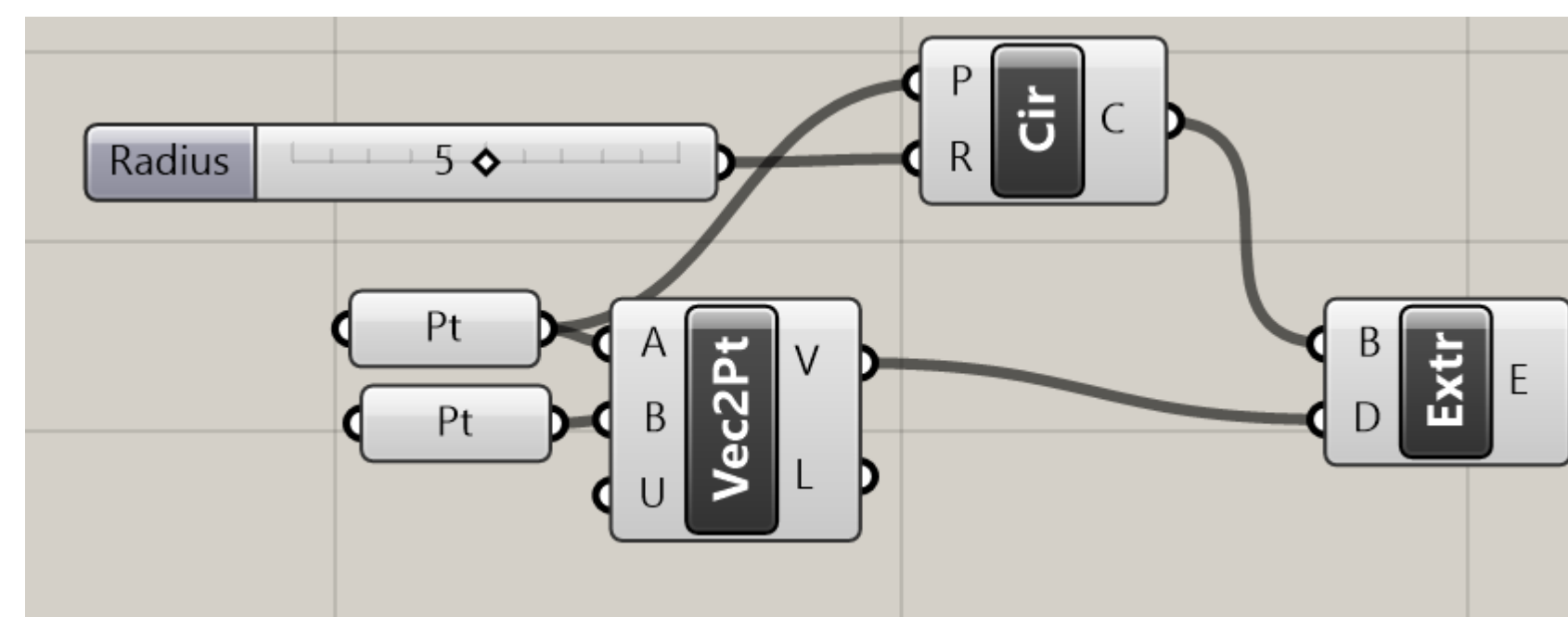
A primeira é de certa forma mais simples, começamos por clicar duas vezes no botão esquerdo do rato e introduzir o comando “Cylinder”.

Adicionar valores numéricos com o “slidenumber” (basta clicar duas vezes no botão esquerdo do rato e digitar o numero correspondente ao valor que queremos) para o raio e o comprimento e adicionar um ponto correspondente à “base”.
~podemos fazer vários cilindros extremamente customáveis graças ao “slide number”.

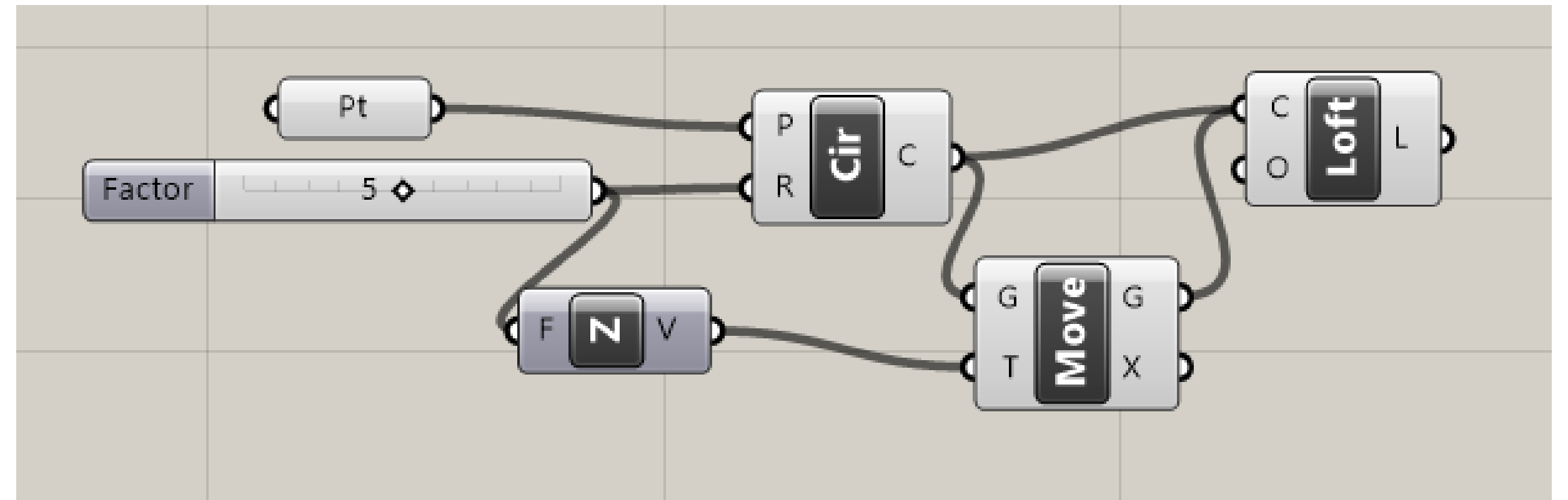


AULA-6 GRASSHOPPER

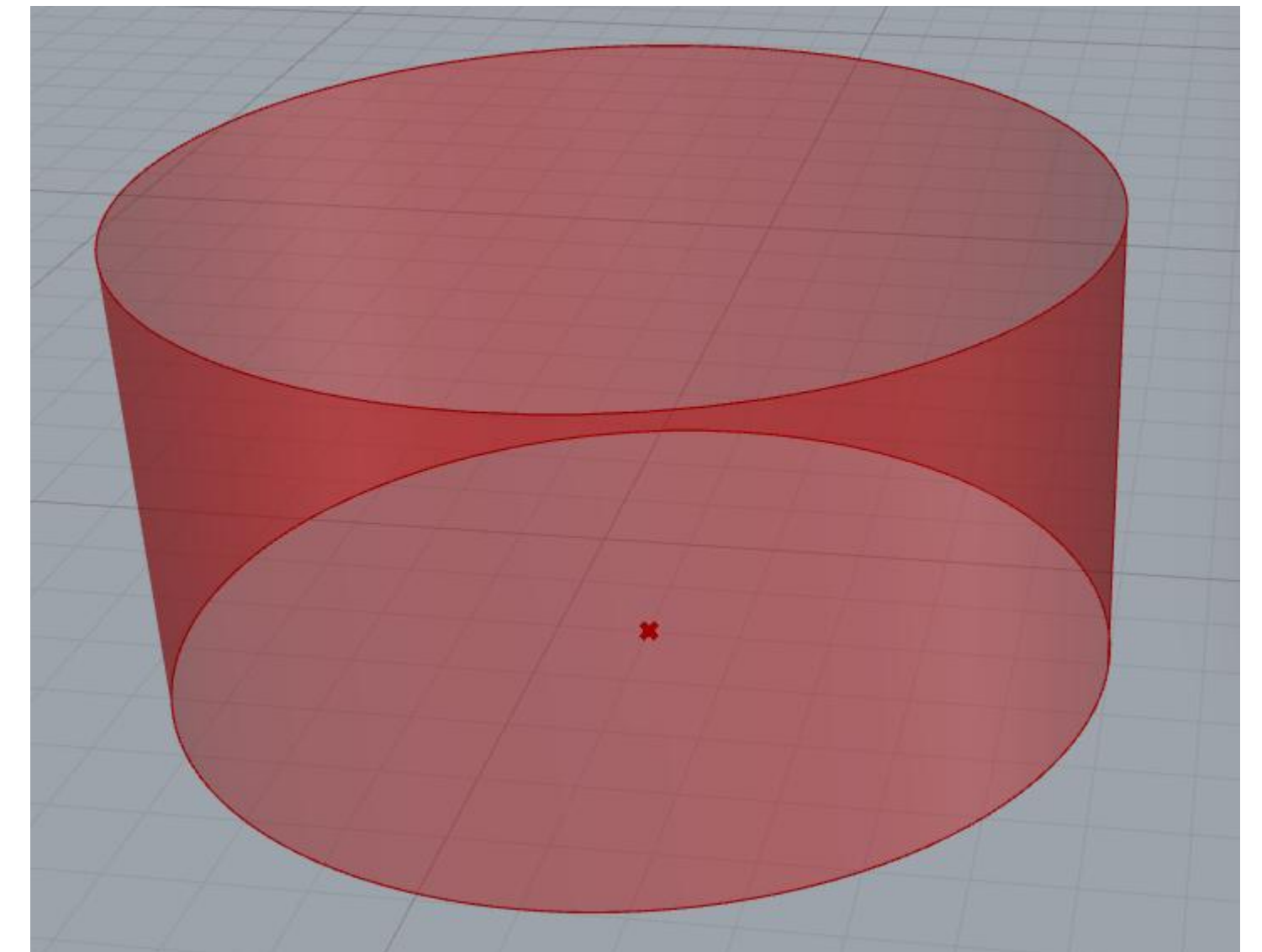
A segunda forma é fazer a extrusão de um círculo.
 Criamos um círculo em “curves” -> “primitive” -> “circle”.
 Adicionar um ponto ao “base” do círculo e um valor numérico
 ao raio.
 Depois adicionamos o comando extrude adicionando o círculo
 ao base.
 Por ultimo temos que adicionar uma direção ao extrude. Para
 isso podemos adicionar um “vector 2 points” e adicionar-lhe
 dois pontos, ou adicionar um “vector unit Z” e ligá-lo a um
 “number slider”.



AULA-6 GRASSHOPPER



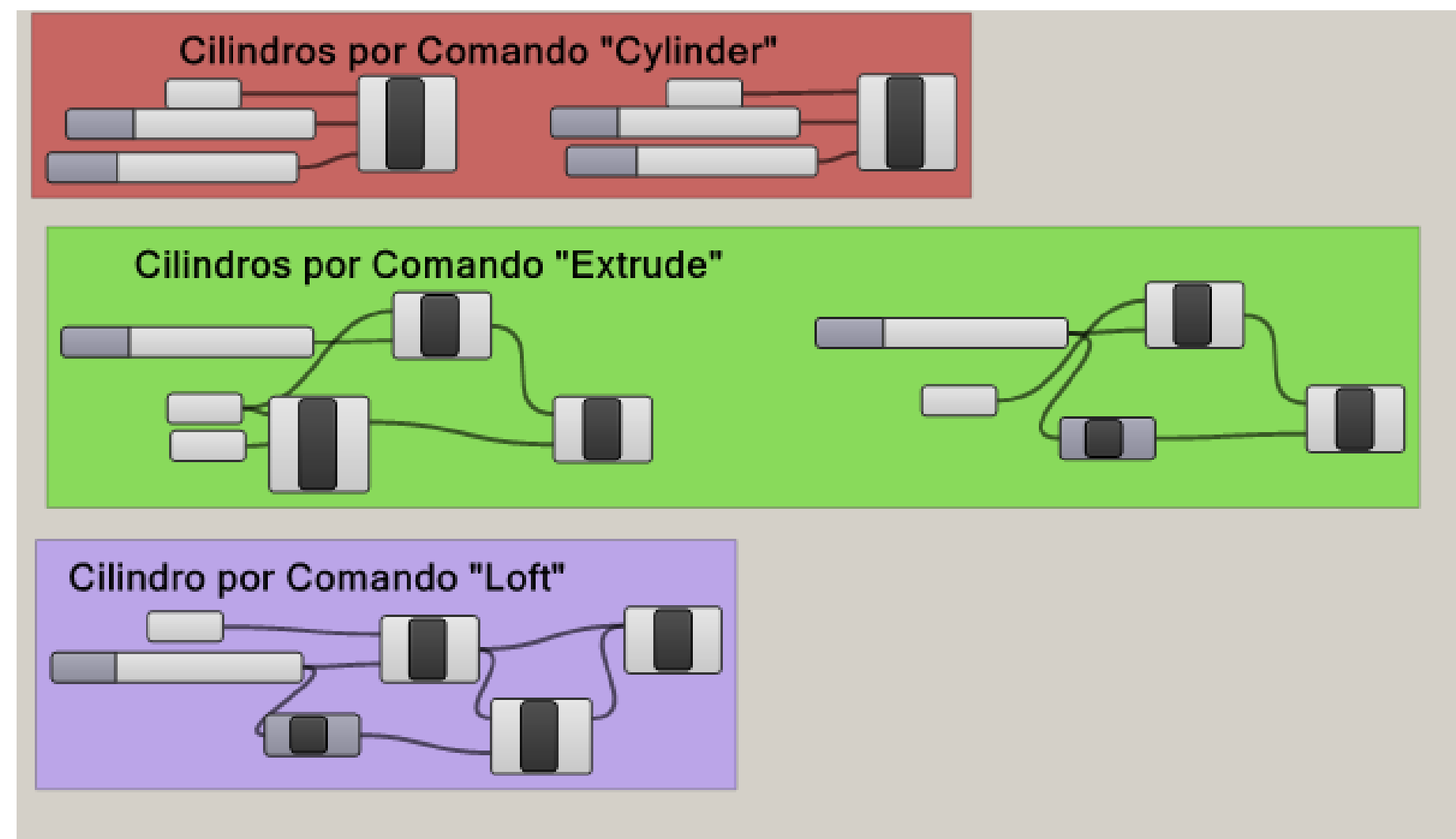
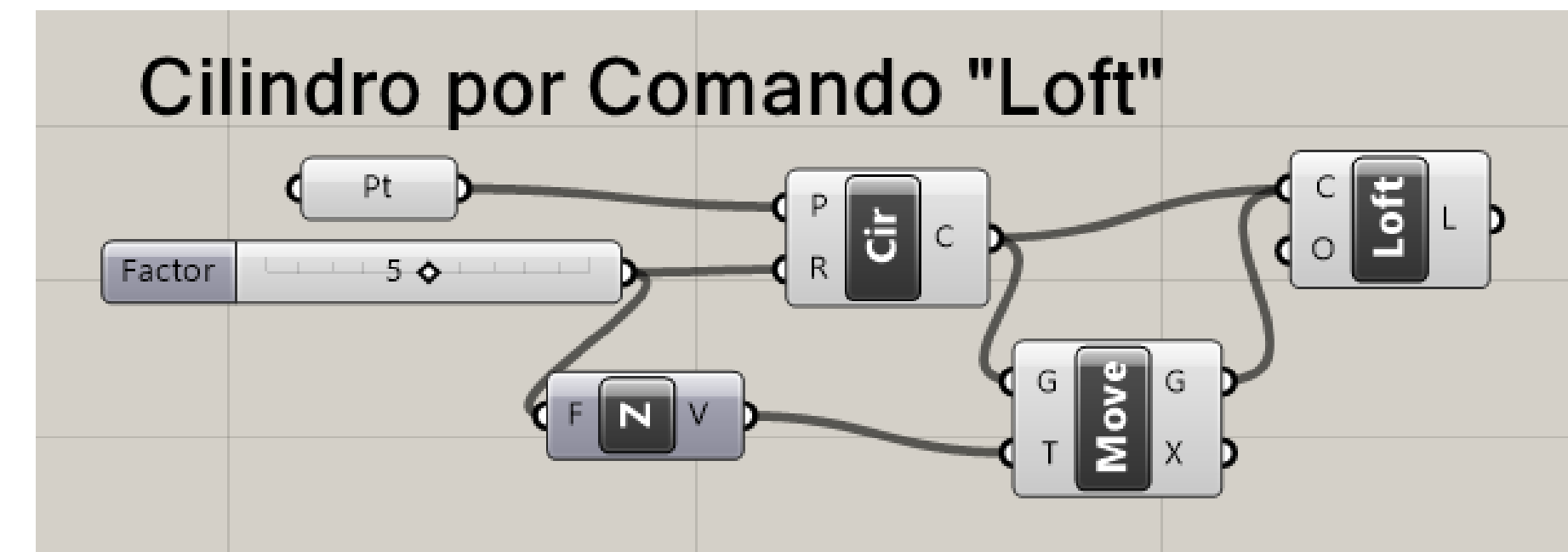
A terceira opção é fazer loft de um círculo.
Para isso utilizamos a estrutura anterior mas em vez de utilizarmos o “extrude” substituímo-lo pelos comandos “move” e “loft”



Podemos adicionar títulos para organizar o nosso “workspace” com o comando “Scribe”.

Podemos selecionar cada tipo de cilindro e utilizar o comando “Group” selecionável depois de selecionarmos o os elementos que queremos juntar ao grupo e utilizar o comando “group” com o botão direito do rato.

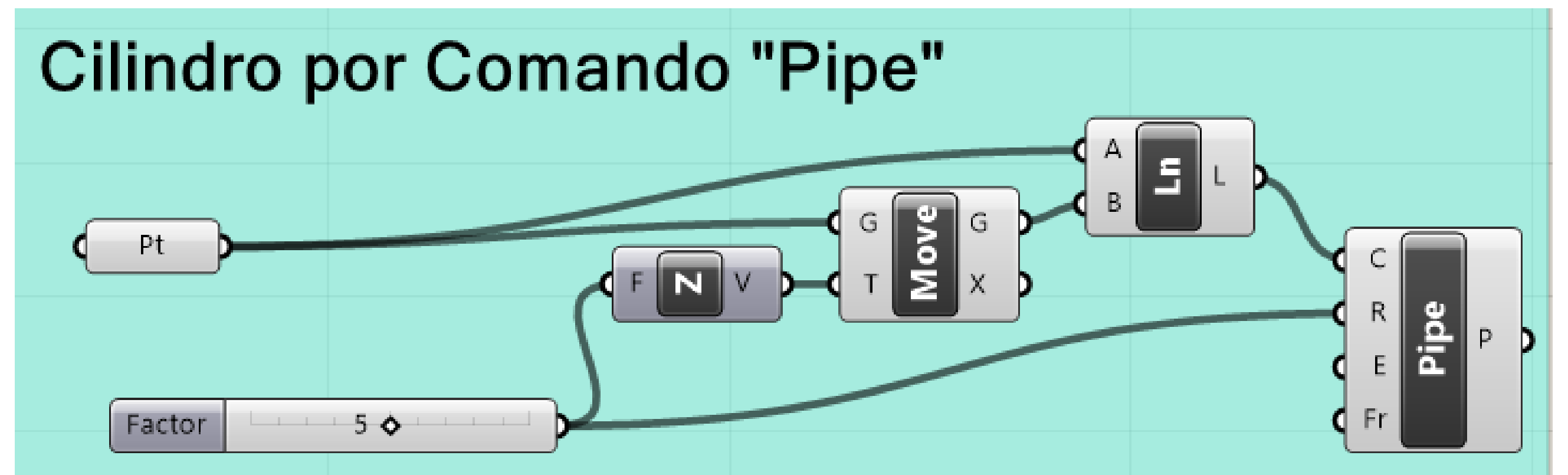
Com o “group” juntamos tudo e podemos editar a cor de fundo.



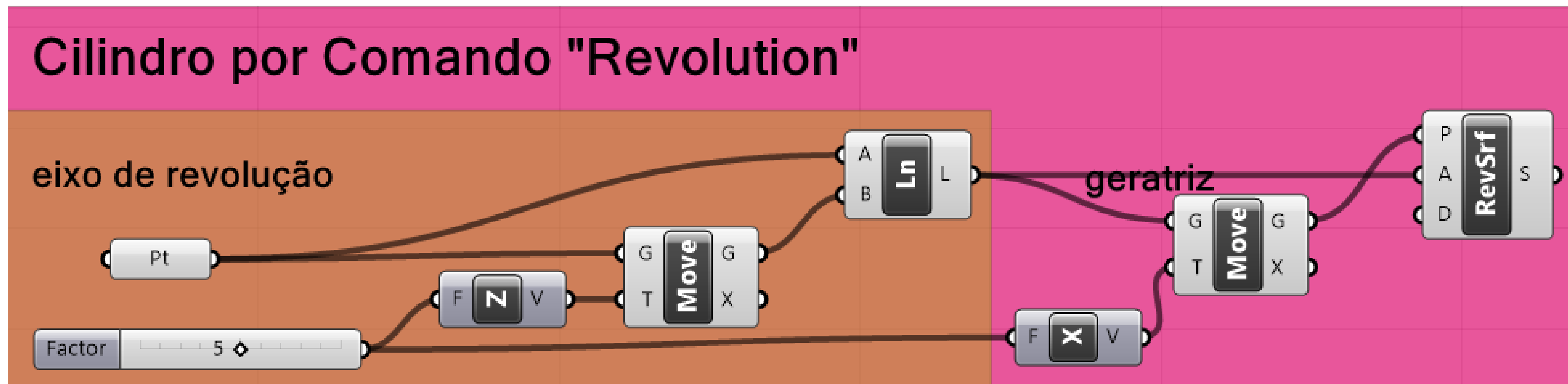
Claro que existem obviamente outros métodos mais complicados como utilizar comandos mais específicos como o “Pipe”.

Criamos uma reta, criando um ponto e fazendo um “Move ao mesmo” e depois ligando os dois pontos ao comando “Line”.

Por ultimo ligamos o comando “line” ao comando “Pipe” e adicionamos um raio.

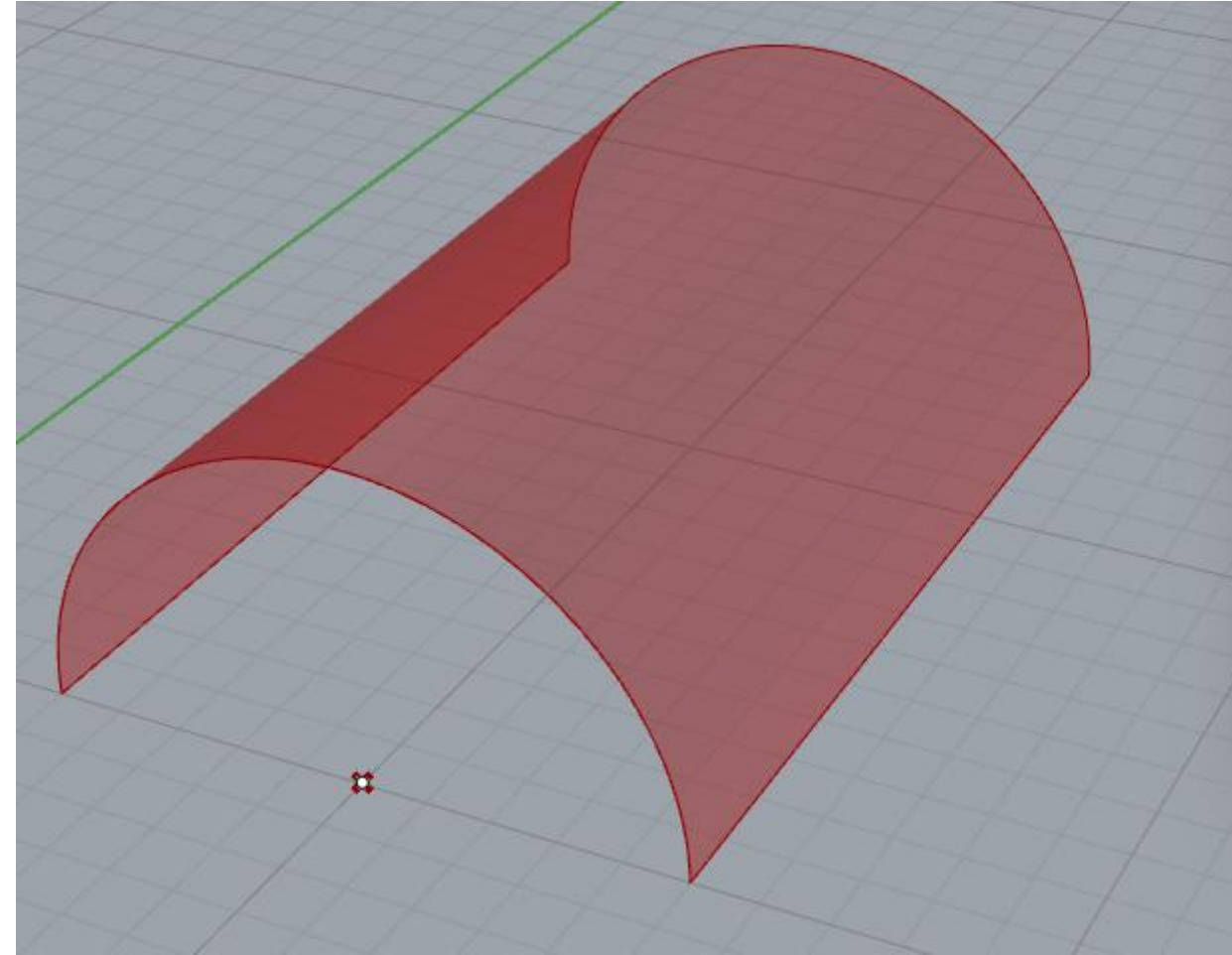


Por último temos o método de construção do cilindro hiper mega complicado que é através do comando revolution.
Criamos uma linha vertical como fizemos para o cilindro anterior mas depois criamos uma copia com um “move”. Unido à outra linha e com um “vetorX” de valor 5”.
Depois é só unir ao revolution.



Abóbodas

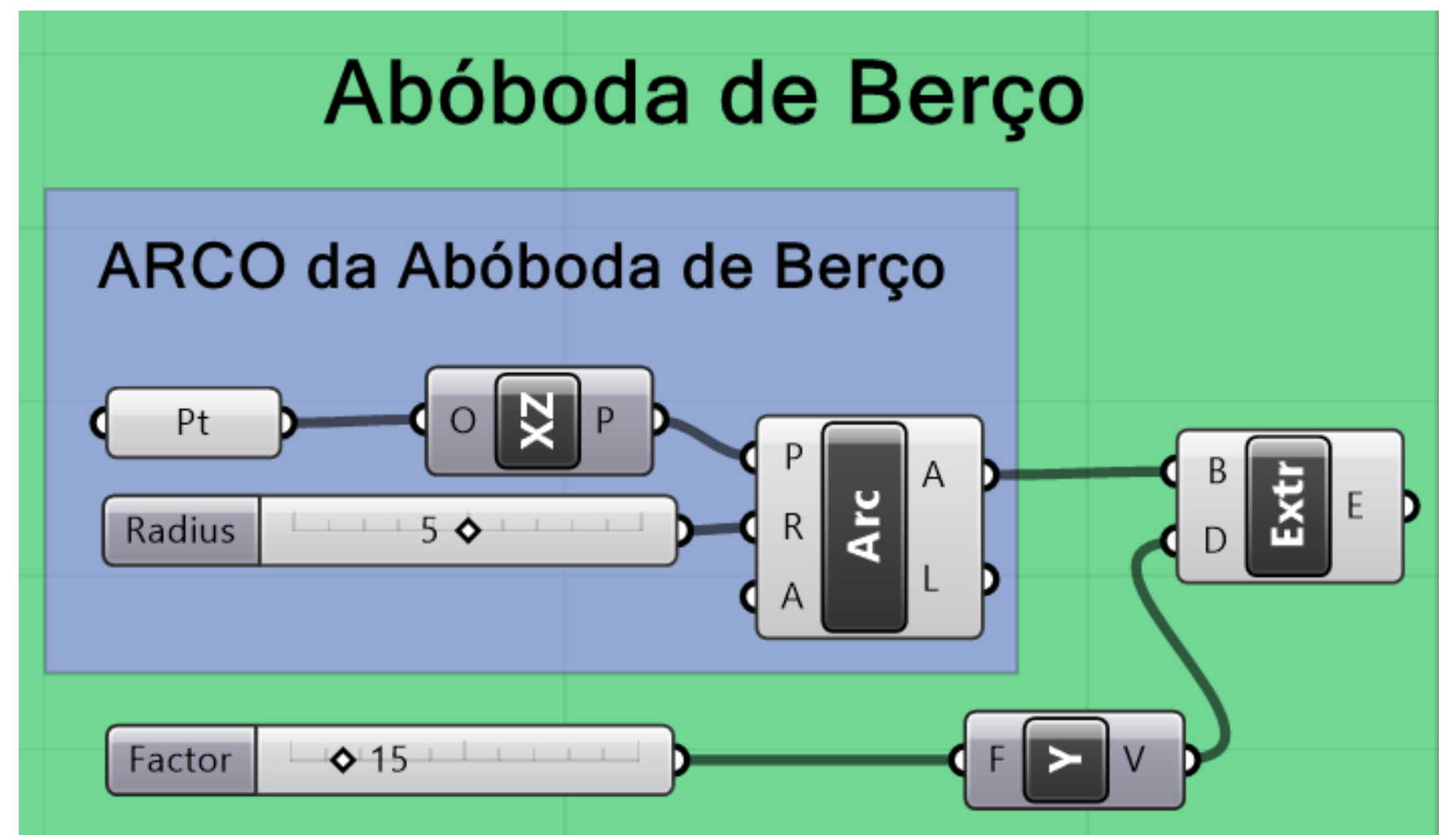
AULA-6 GRASSHOPPER



Claro que existem obviamente outros métodos mais complicados como utilizar comandos mais específicos como o “Pipe”.

Criamos uma reta, criando um ponto e fazendo um “Move ao mesmo” e depois ligando os dois pontos ao comando “Line”.

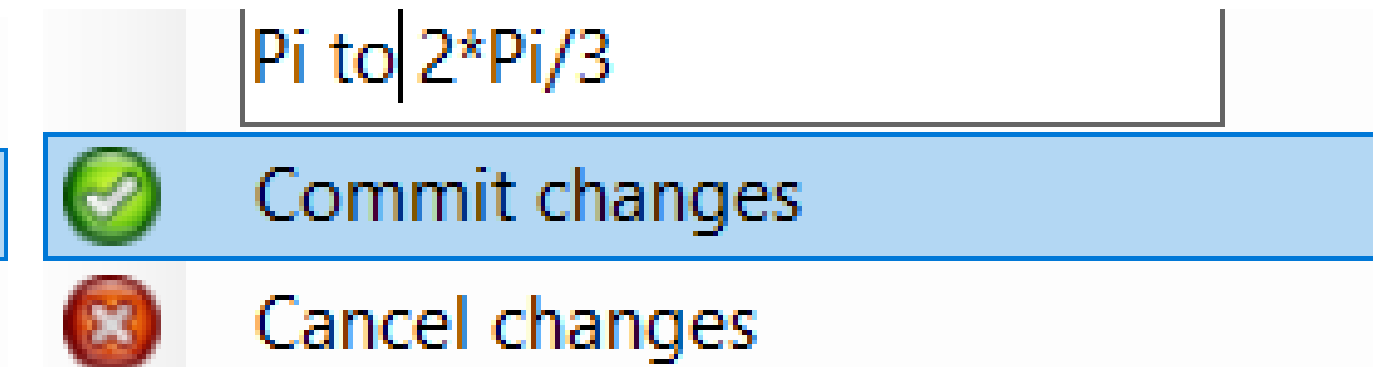
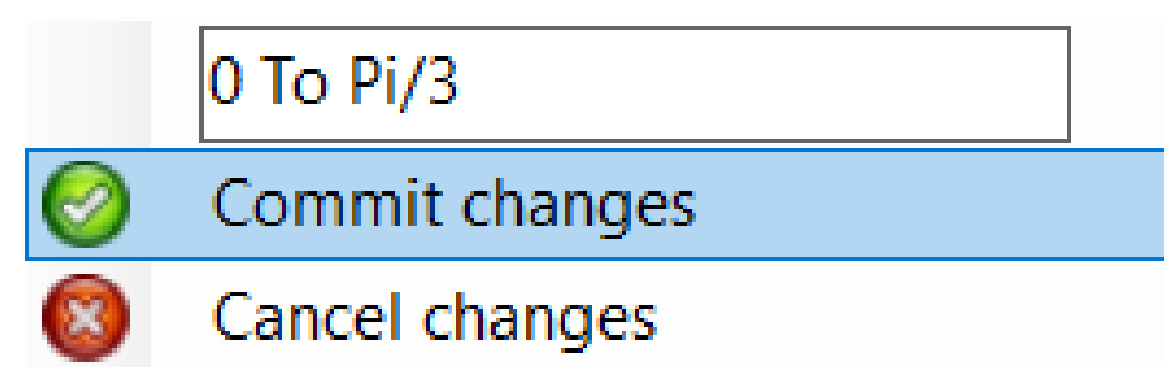
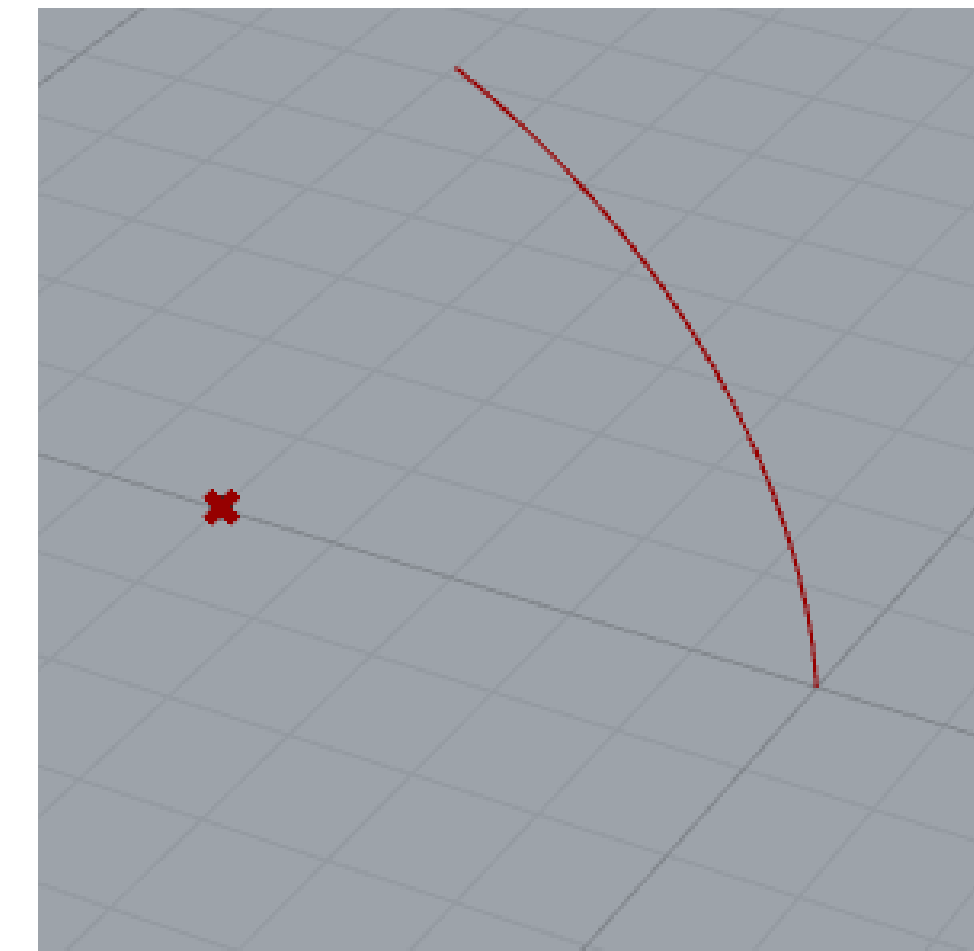
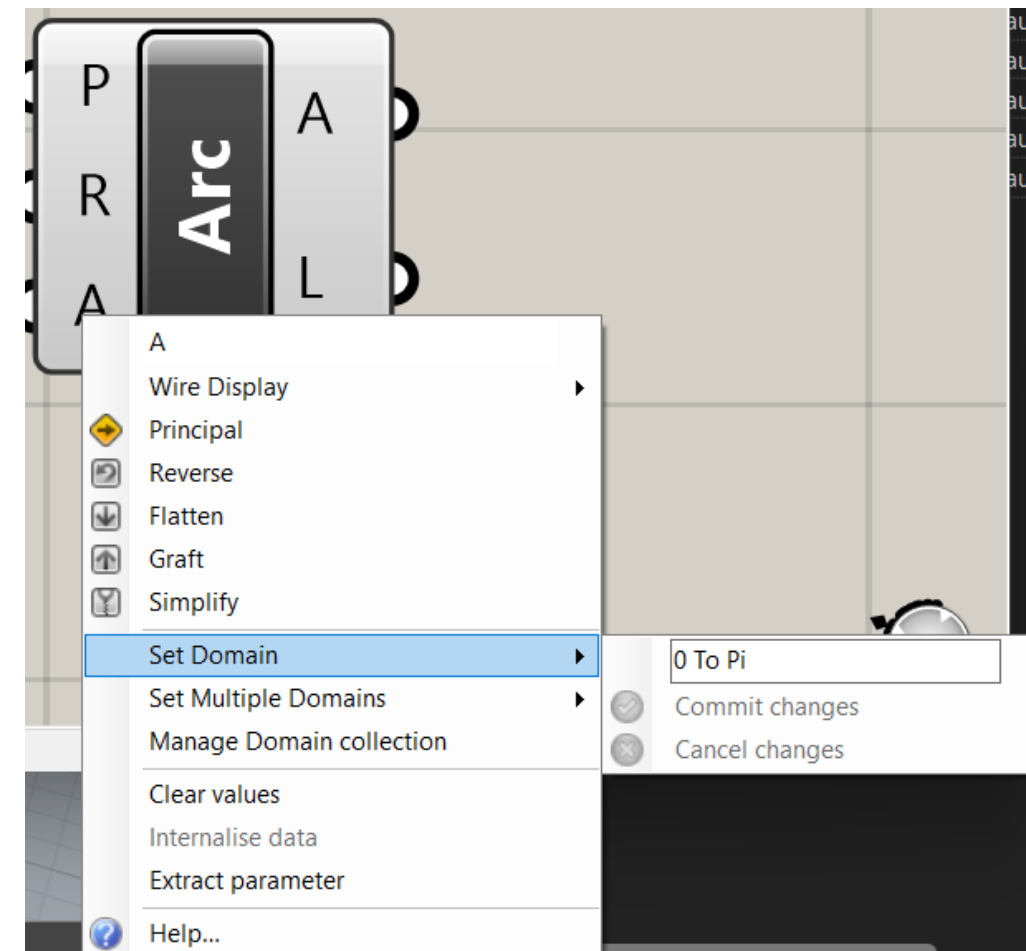
Por ultimo ligamos o comando “line” ao comando “Pipe” e adicionamos um raio.



Claro que existem obviamente outros métodos mais complicados como utilizar comandos mais específicos como o “Pipe”.

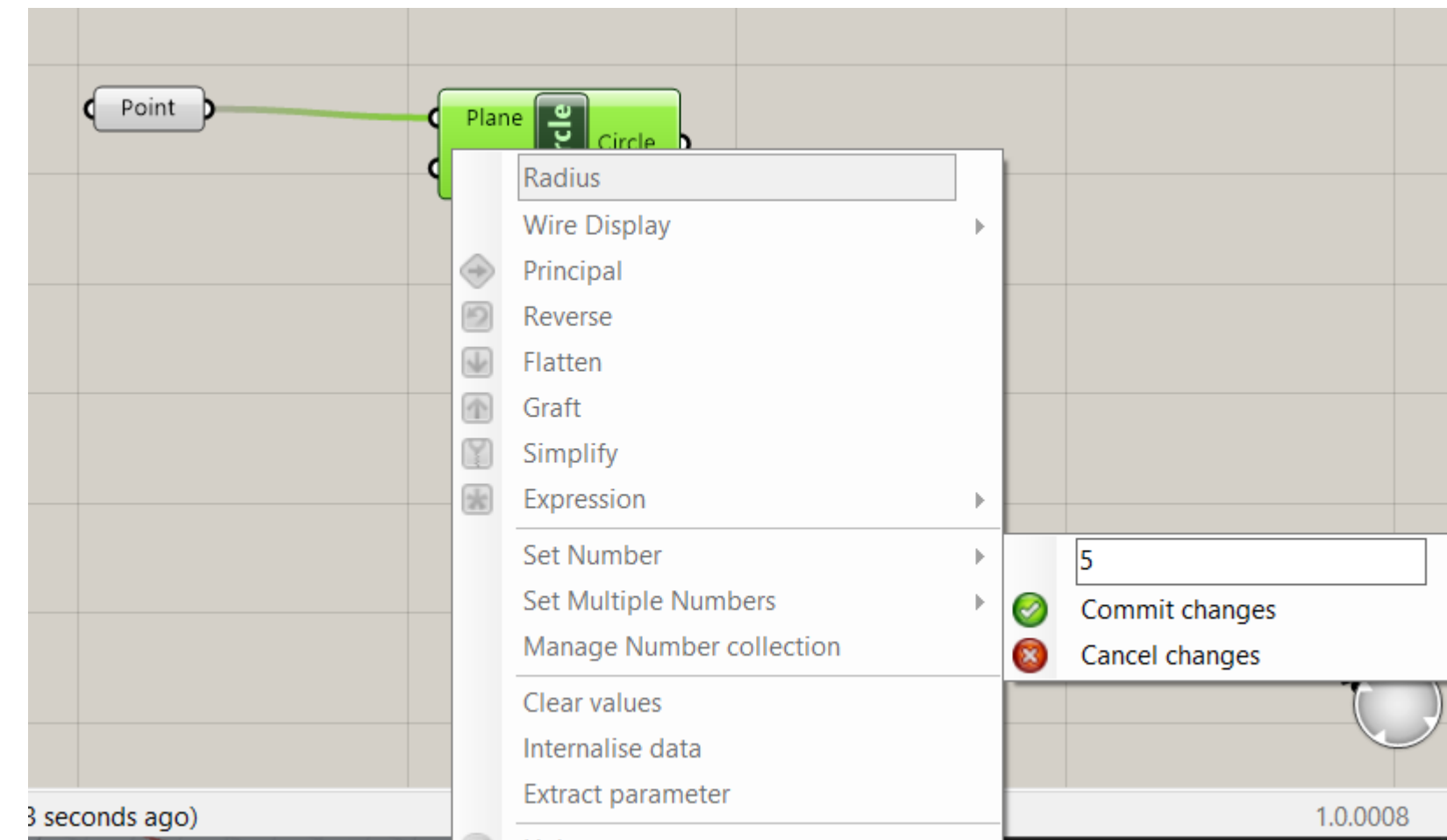
Criamos uma reta, criando um ponto e fazendo um “Move ao mesmo” e depois ligando os dois pontos ao comando “Line”.

Por último ligamos o comando “line” ao comando “Pipe” e adicionamos um raio.

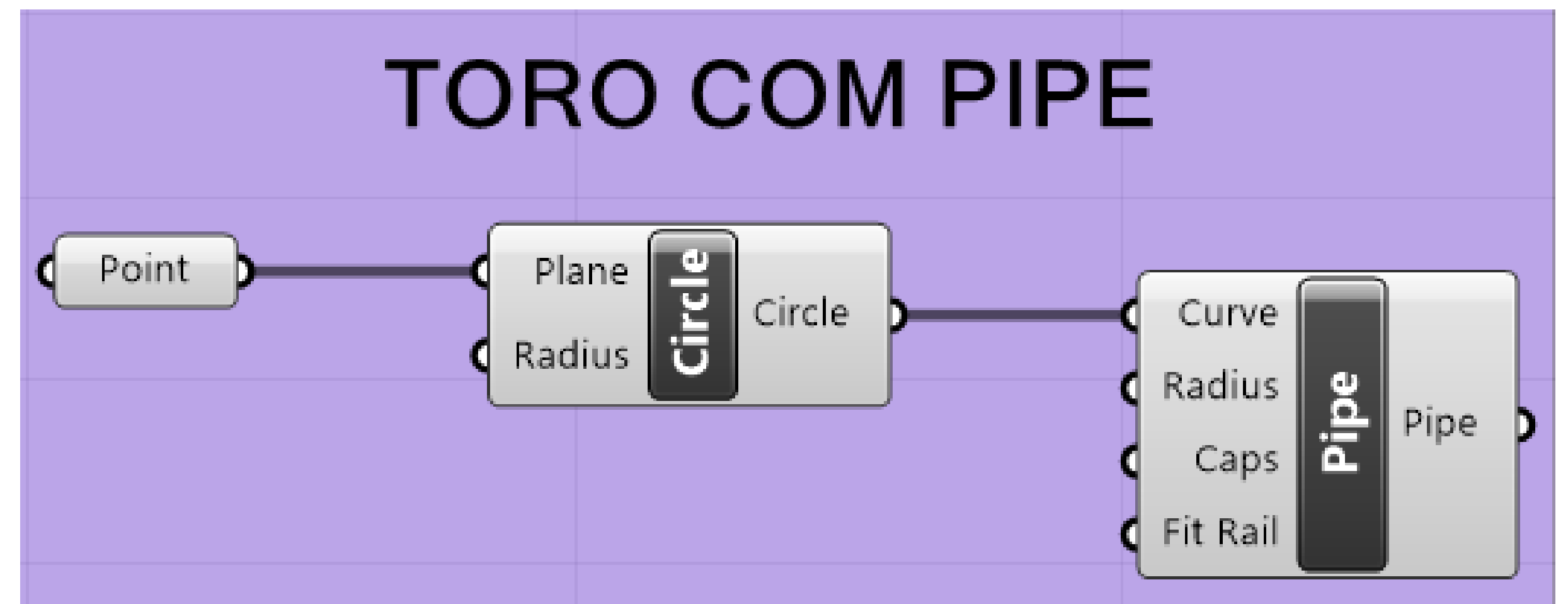


TOROS

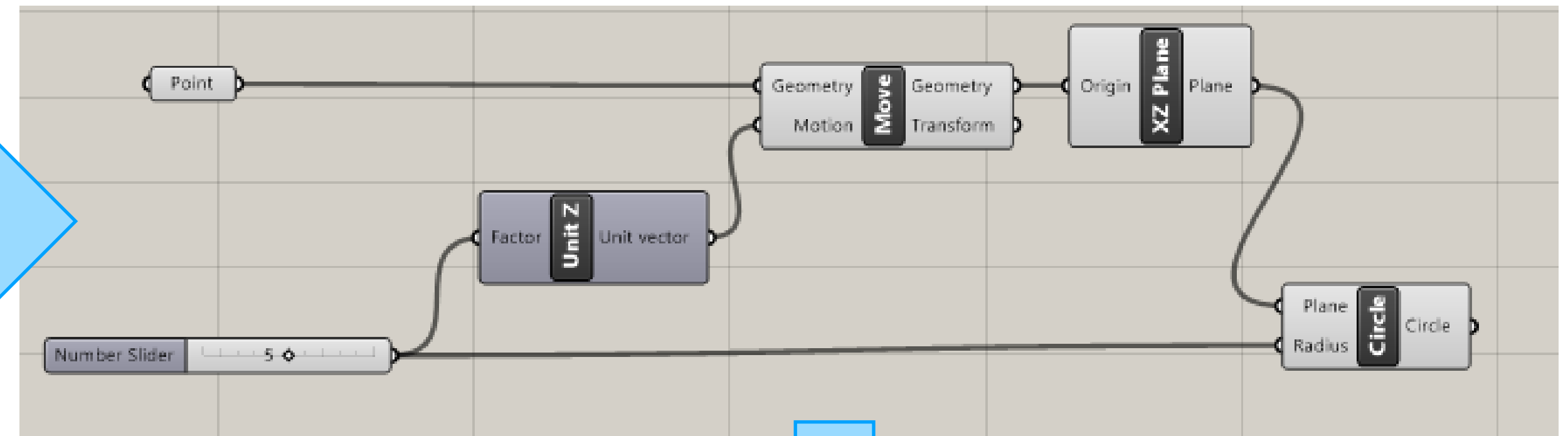
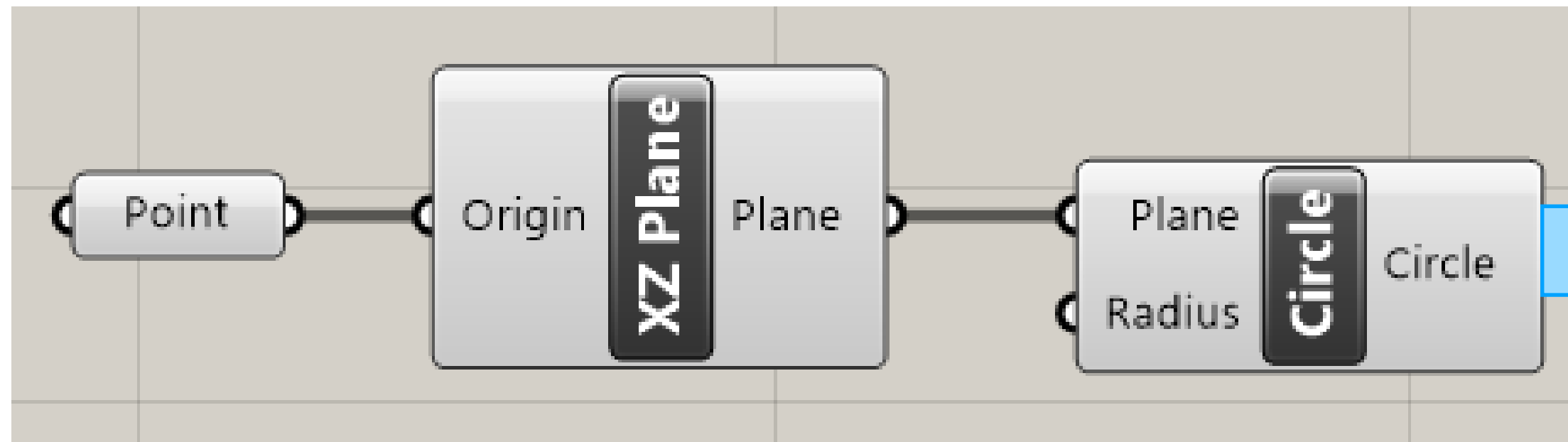
AULA-6 GRASSHOPPER



A criação de um toro é muito simples com a aplicação do comando pipe. Basta criar um círculo com o raio desejado e ligá-lo ao comando pipe.



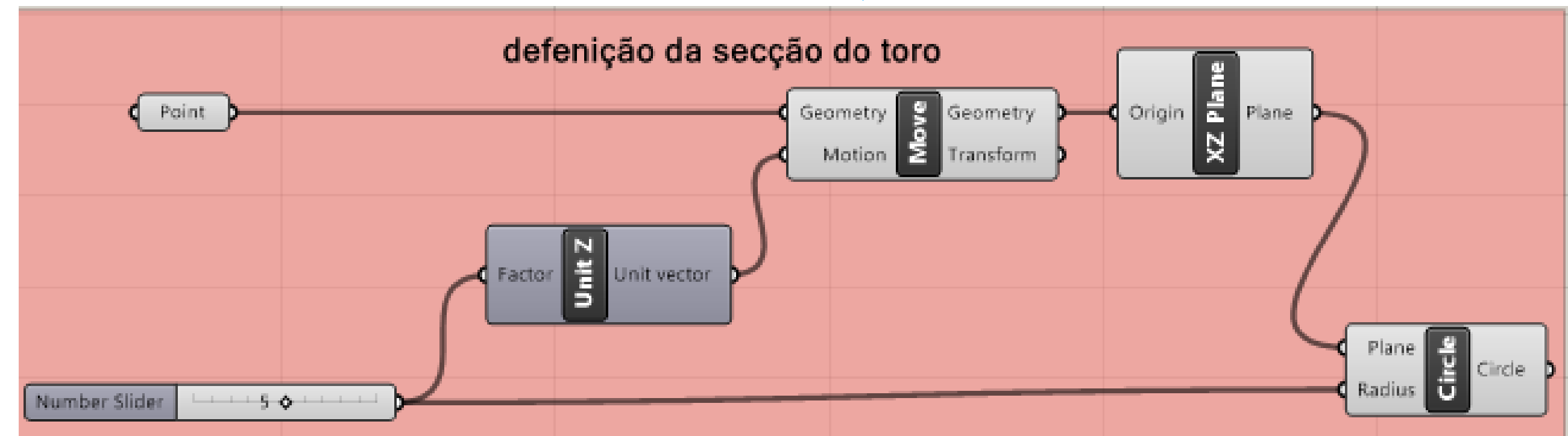
AULA-6 GRASSHOPPER



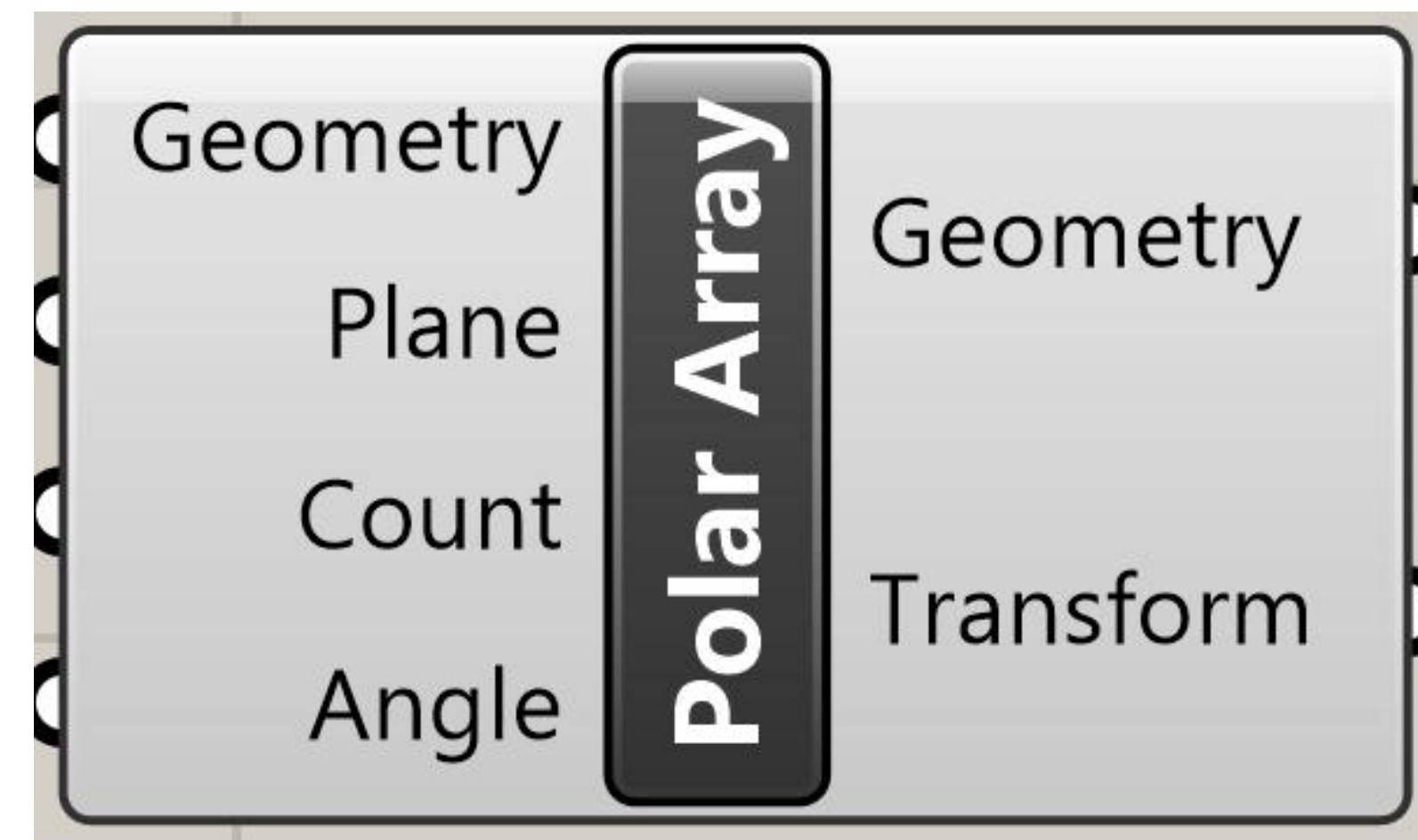
Claro que como sempre existem outras formas de criar toros, se quisermos criar um toro com base num circulo vertical podemos utilizar o comando polar array.

Primeiro criamos um circulo vertical.

Mas como isso não é suficiente, utilizamos o comando move e um vetor unit Z para mover o circulo, criando assim a secção do toro.

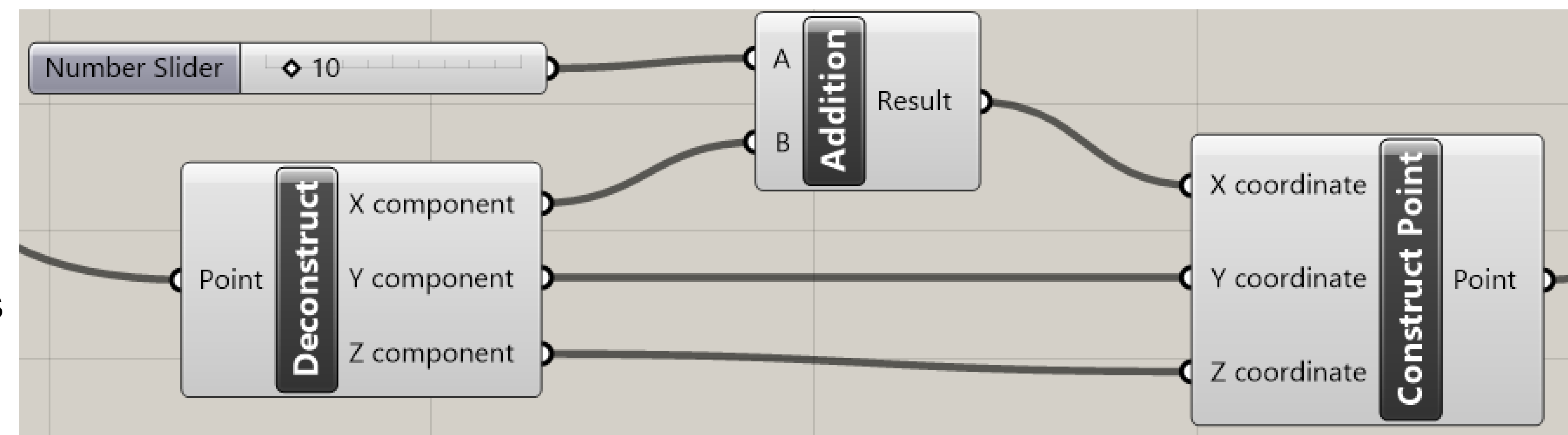


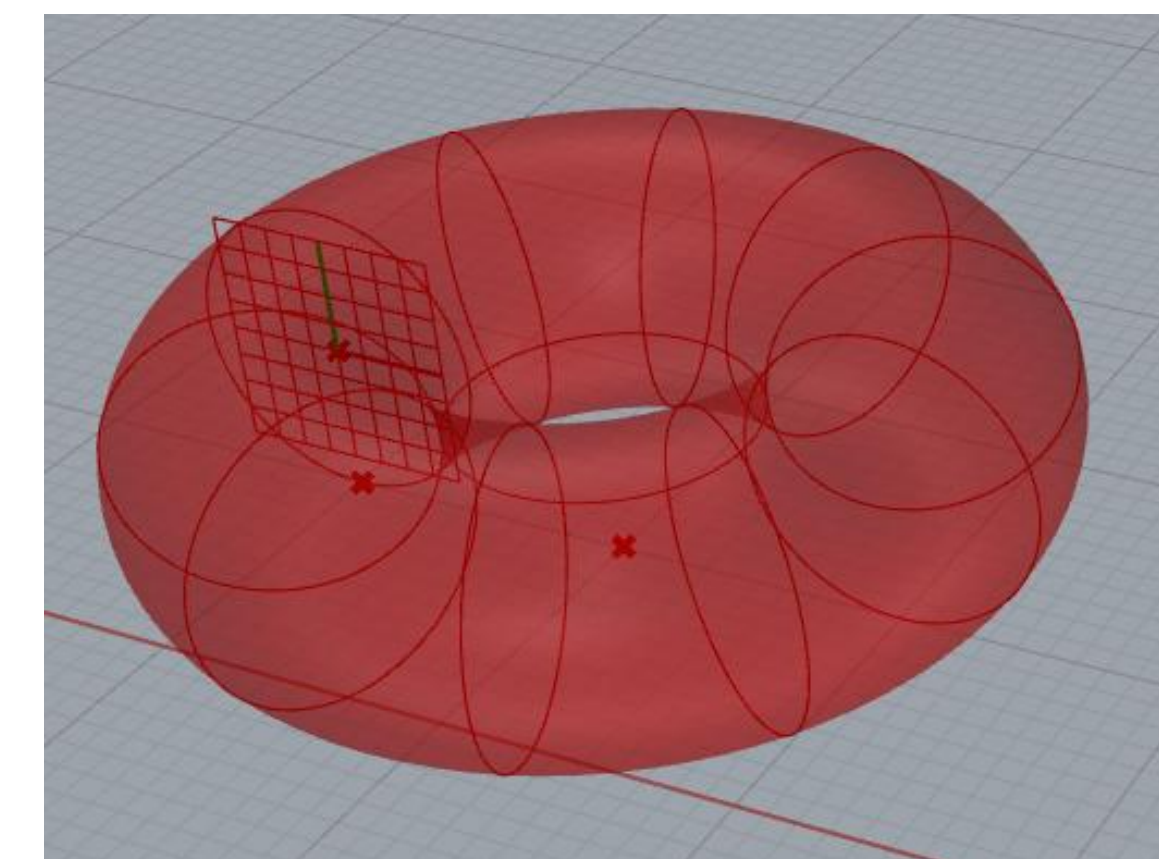
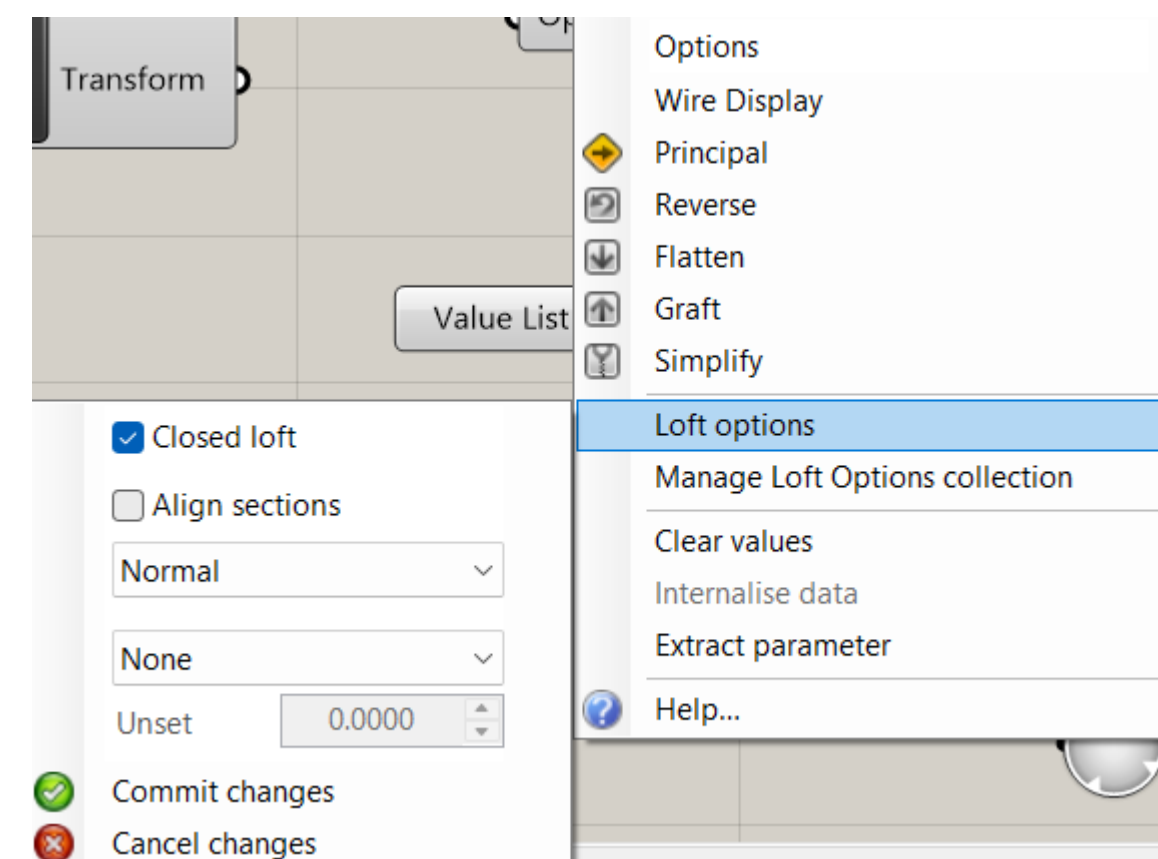
Utilizamos o comando polar array ligando o nosso circulo vertical ao parâmetro geometry e o nosso ponto (o primeiro a ser criado) ao parâmetro plane.



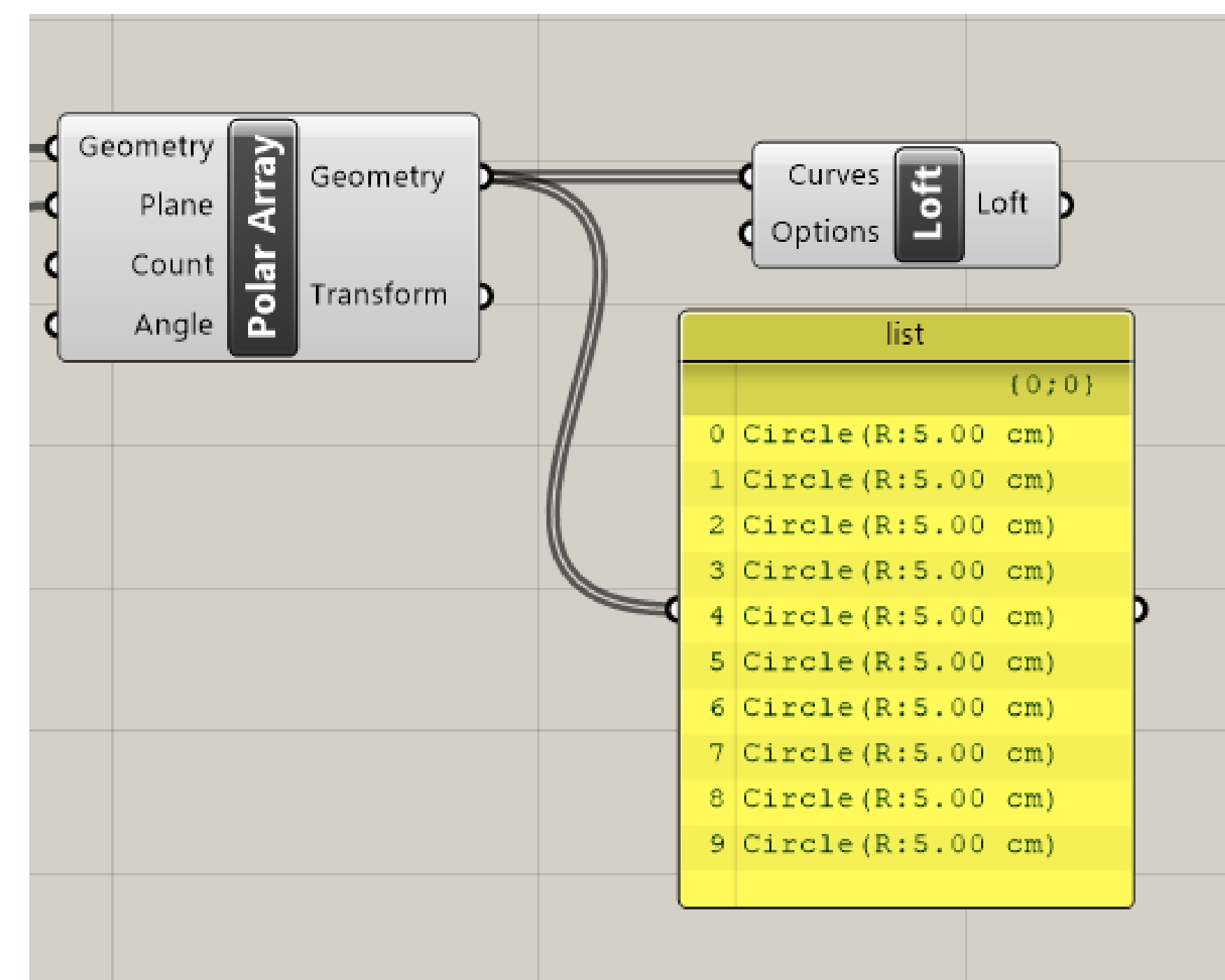
Contudo nós não desejamos ligar exatamente ligar o nosso ponto original ao nosso ponto original porque isso impossibilitaria a criação do toro. Por isso desconstruímos as coordenadas do nosso ponto para que possamos criar um ponto adicional em que alteramos somente uma das coordenadas (neste caso a X).

Para que isto aconteça criamos esta estrutura que através dos comandos “deconstruct point”, “construct point” e “addition” adicionando um valor à coordenada X do nosso ponto original.





Depois ligamos tudo ao comando polar array e ligamos o parâmetro geometry do polar array ao comando loft. É importante colocar “closed loft” nas opções do loft.

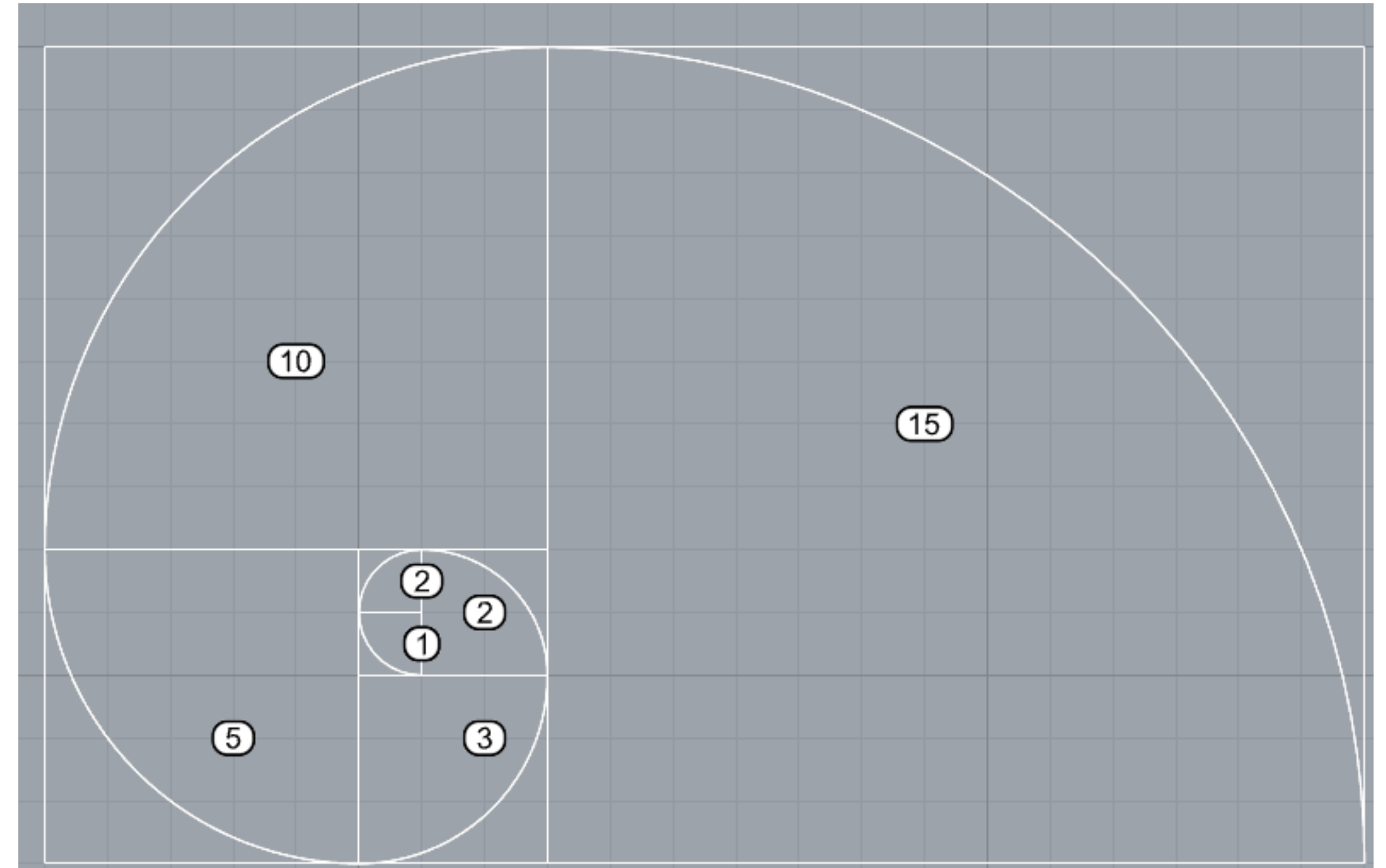


AULA-6 GRASSHOPPER

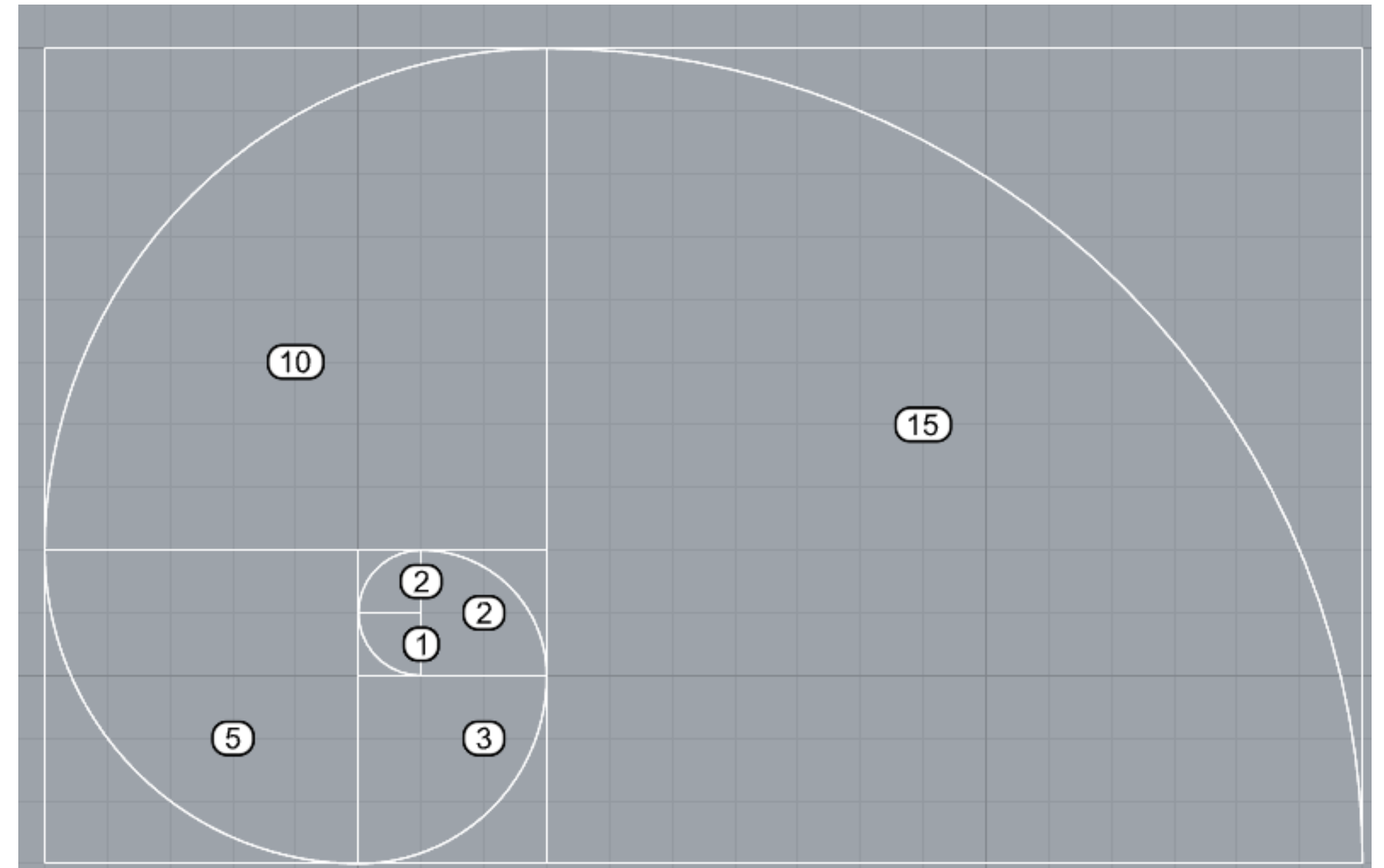
MOLUSCOS

AULA-6 GRASSHOPPER

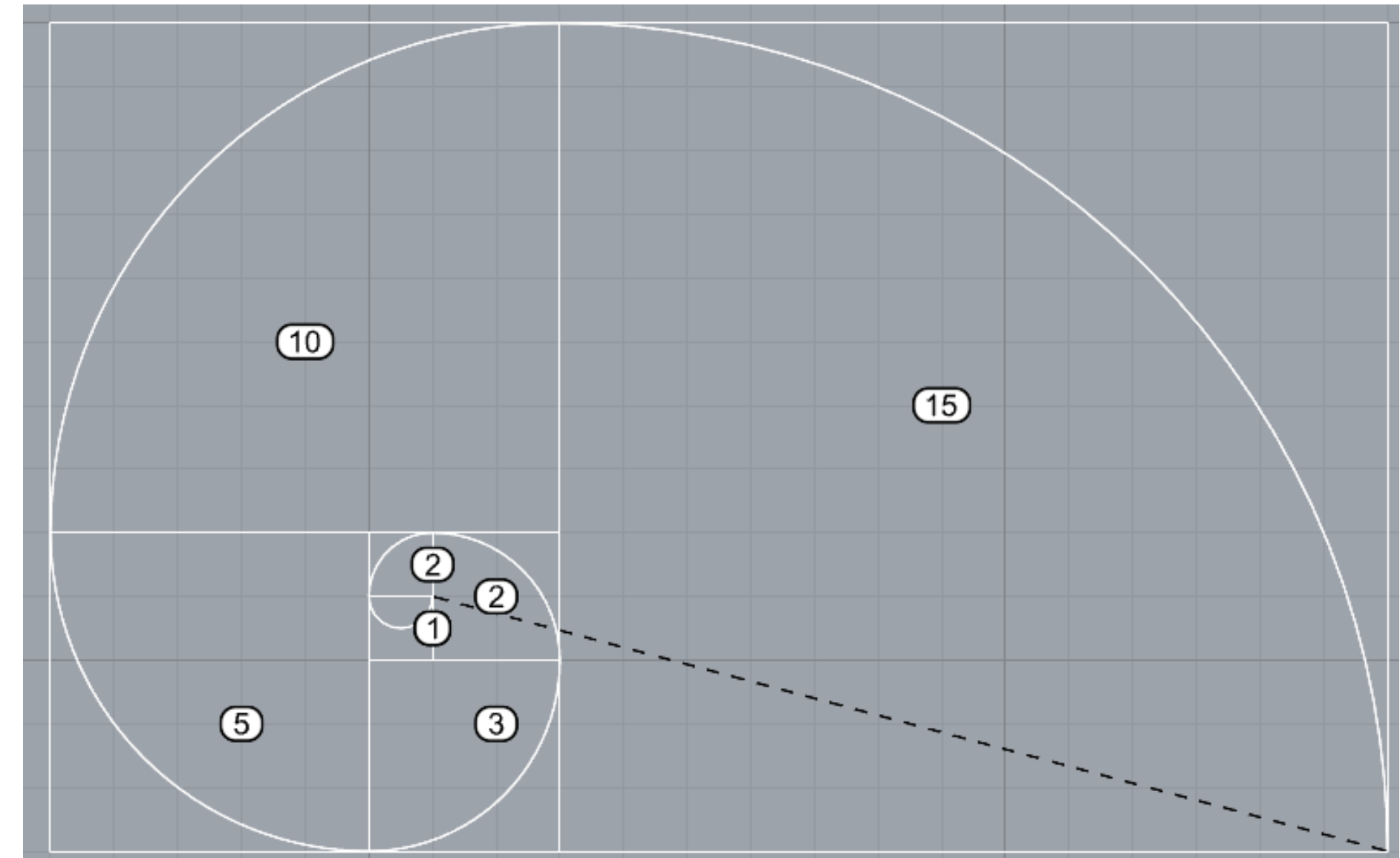
Fazer a espiral de fibonaci



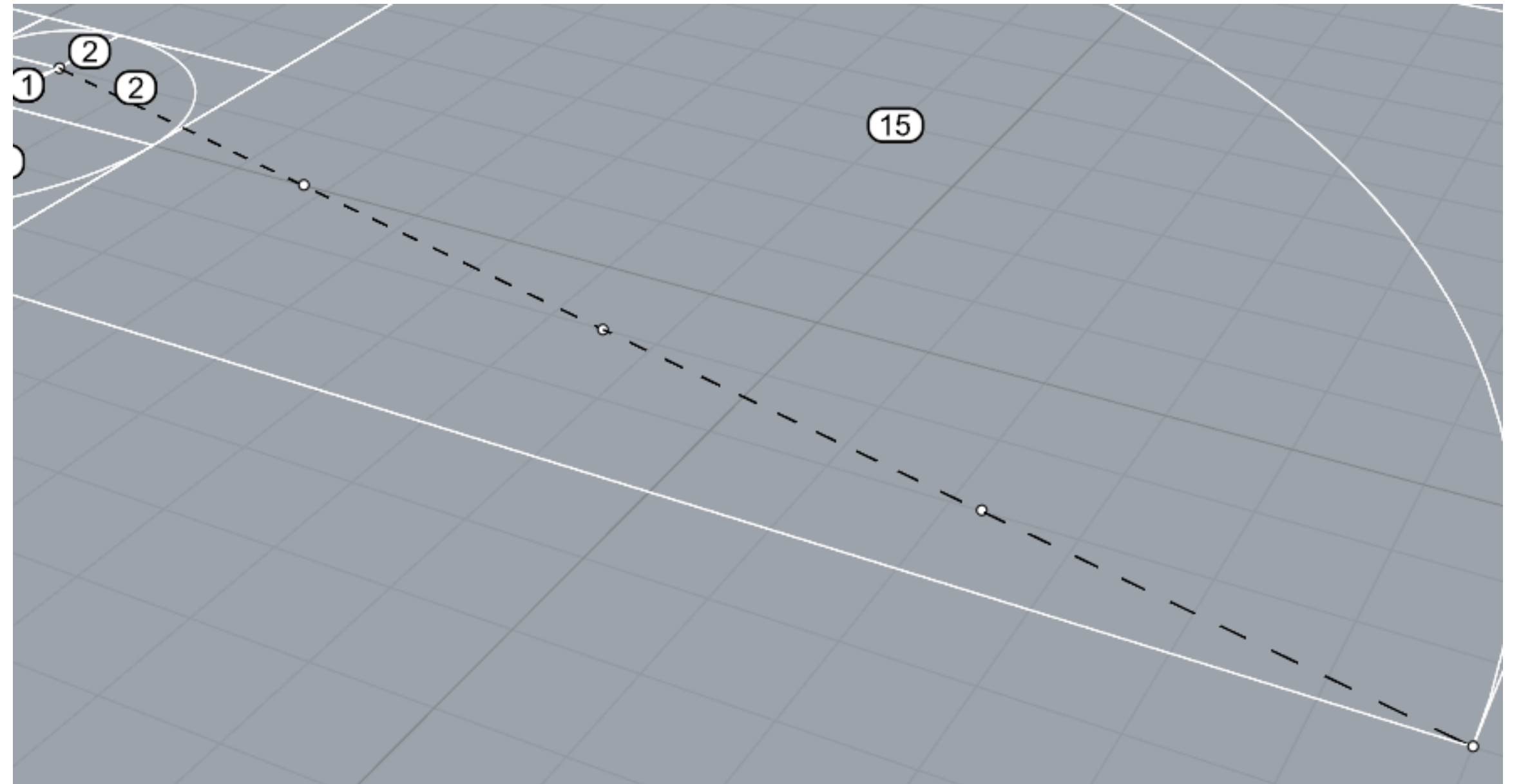
Unir todos os arcos criados para fazer a espiral.



Traçar linha entre ultimo ponto da espiral e primeiro



Fazer divide do segmento de reta em 4 partes



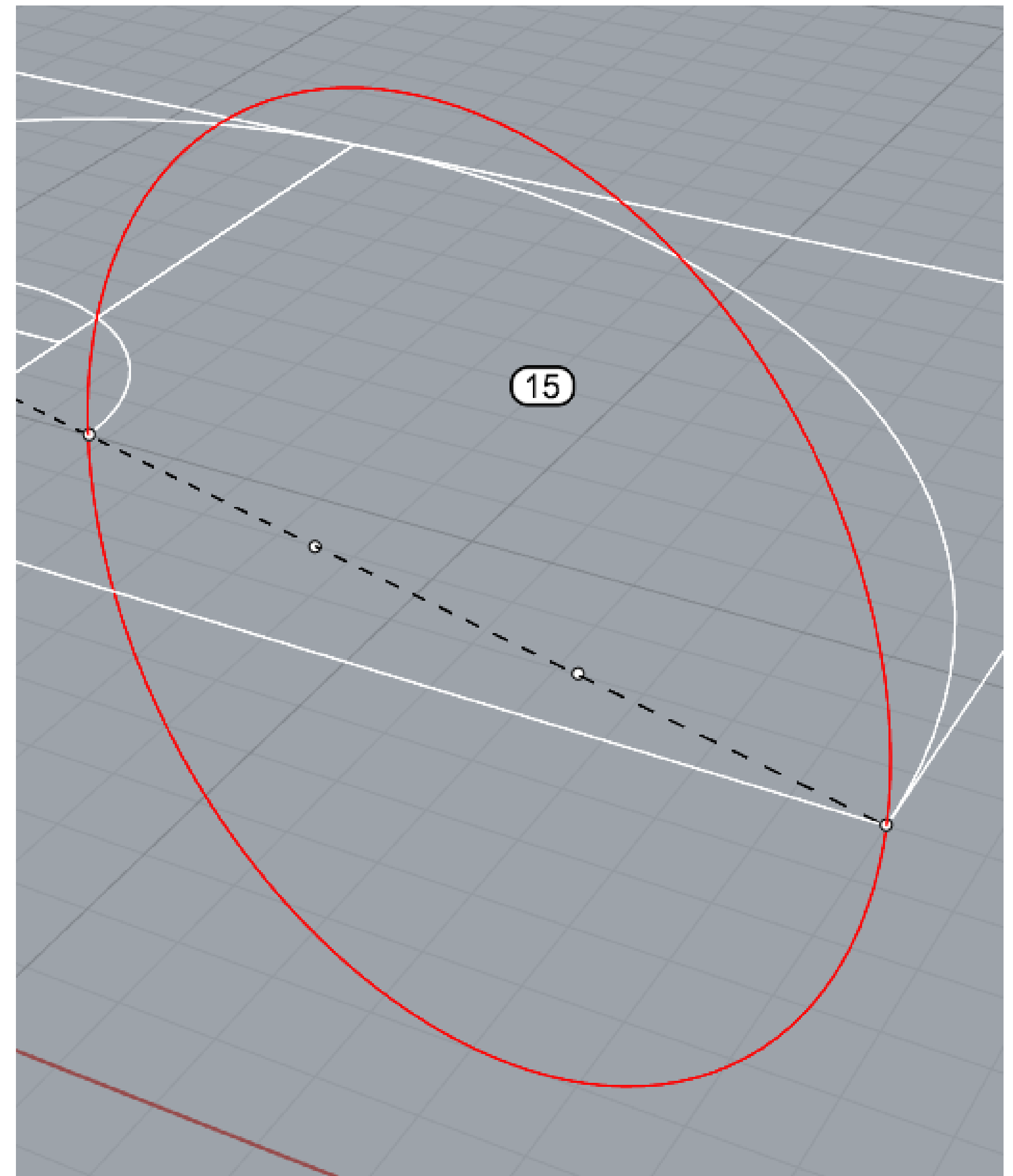
AULA-6 GRASSHOPPER

Fazer uma copia da espiral com CtrlC CtrlV e fazer scale com base point no ponto inicial da espiral.



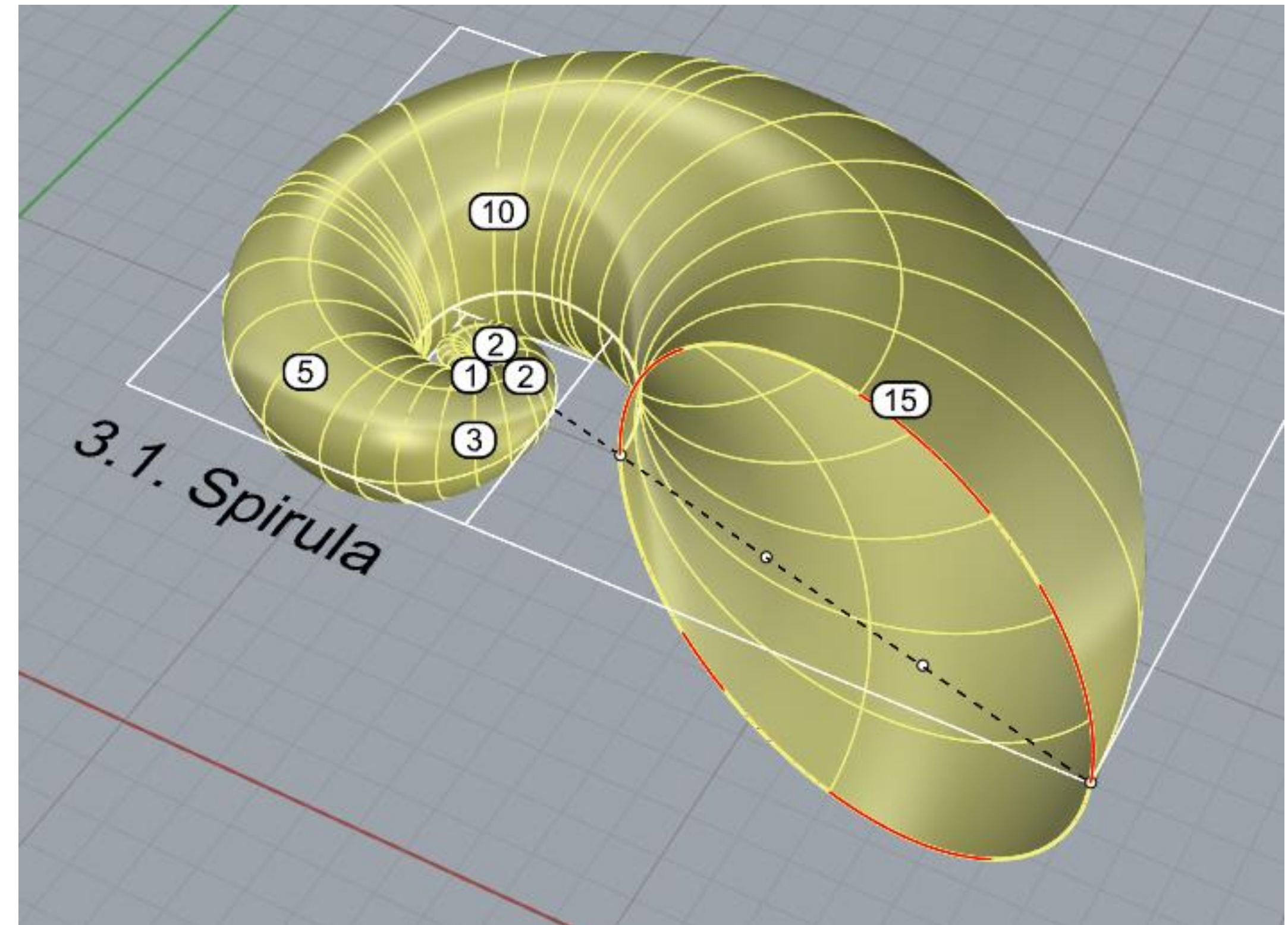
AULA-6 GRASSHOPPER

Fazer um círculo vertical que una o fim da primeira espiral e o fim da espiral mais pequena.



AULA-6 GRASSHOPPER

Fazer “sweep2” selecionando primeiro as duas espirais e depois o círculo vertical.
A forma final fica assim.



AULA 7 - MOLUSCOS

PLANORBIS

AULA-7 MOLUSCOS

Nesta aula vamos fazer 4 conchas de moluscos. Nomeadamente, uma concha de planorbis, uma concha de nautilus, uma concha de caracol e uma concha de caramujo. Todas estas conchas serão construídas seguindo mais ou menos os mesmos princípios. Primeiro criar um conjunto de secções e depois criar uma espiral que serve de rail para por último fazer um sweep2.



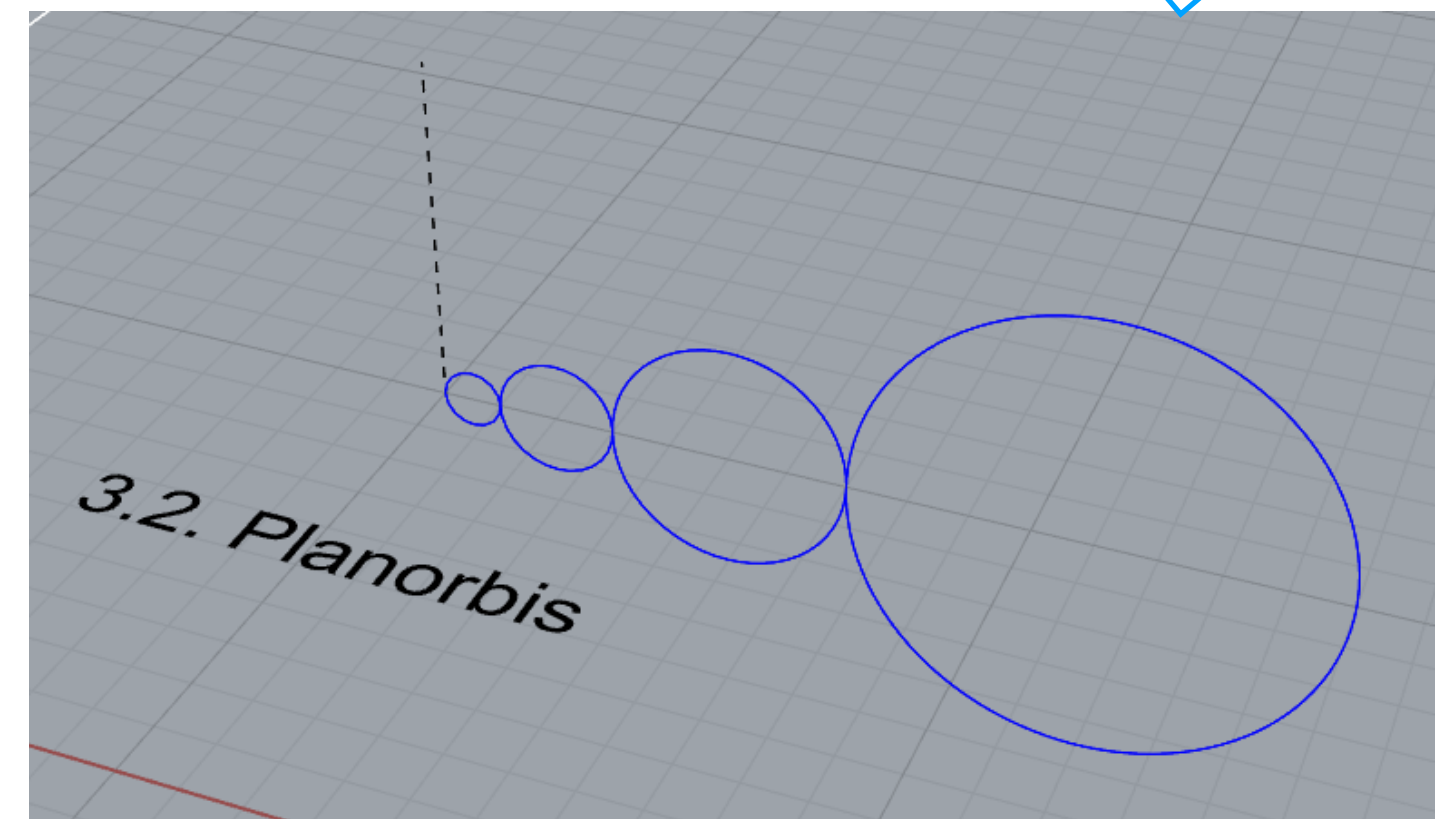
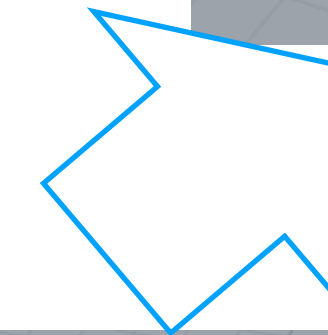
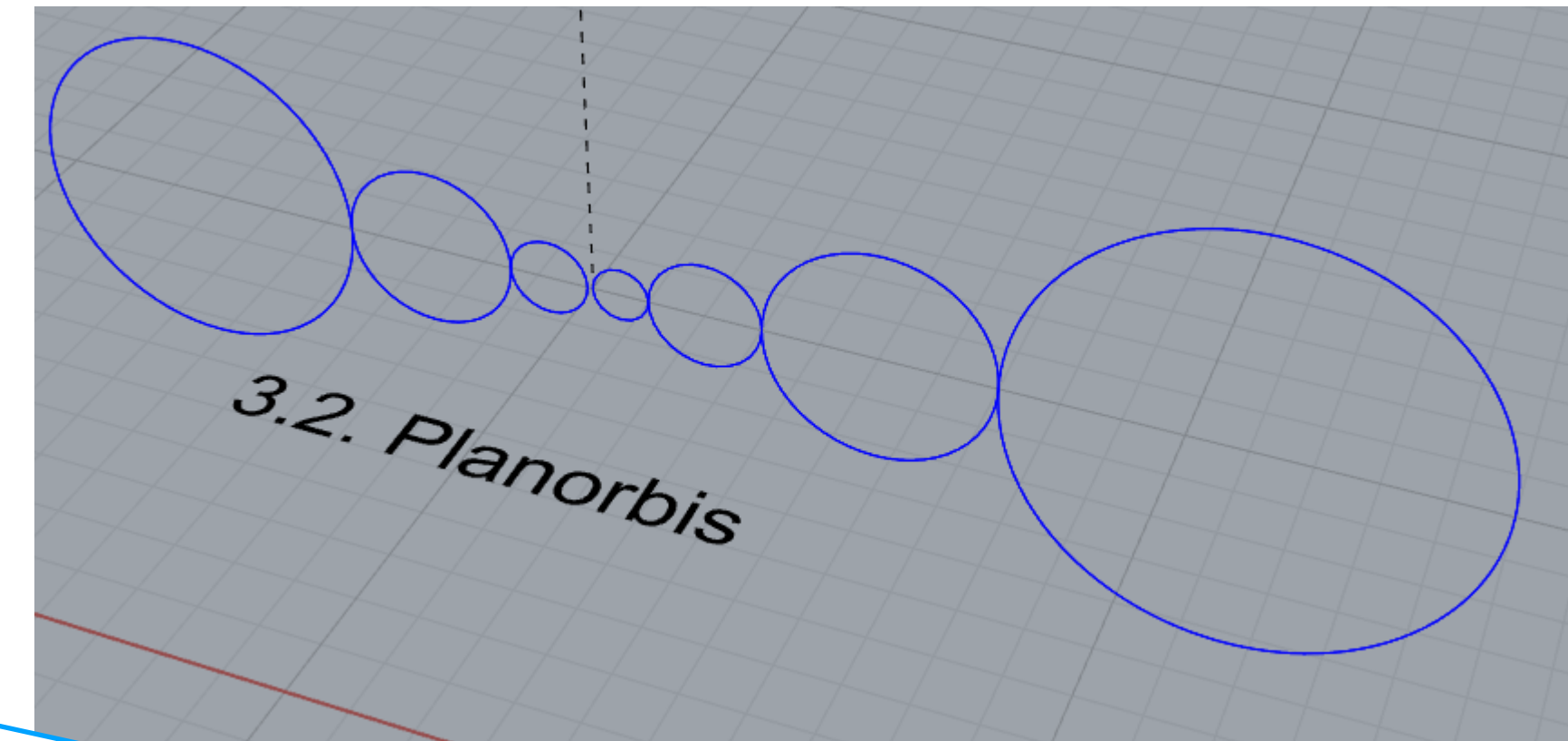
AULA-7 MOLUSCOS

O primeiro molusco que vamos fazer é o planorbis.

O primeiro passo para fazer o planorbis é desenhar as suas secções que são círculos verticais que partilham um ponto uns com os outros, que se dispõem todos no mesmo plano e em que todos os seus centros pertencem à mesma reta horizontal.

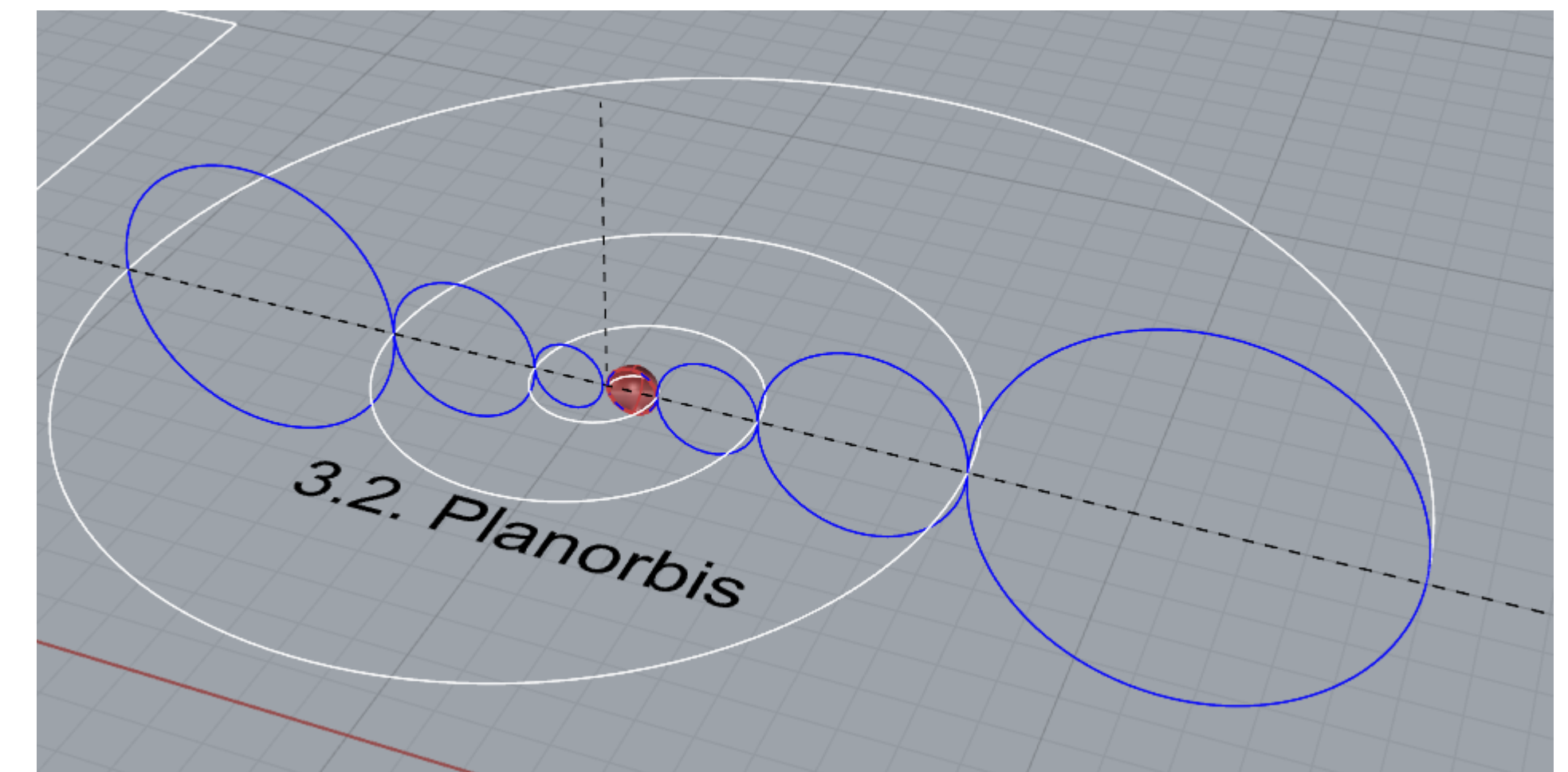
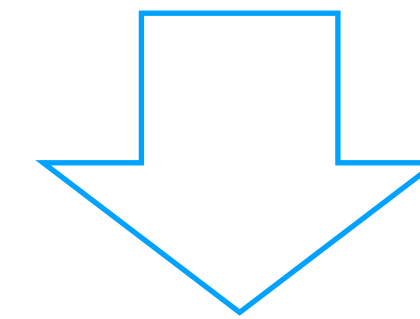
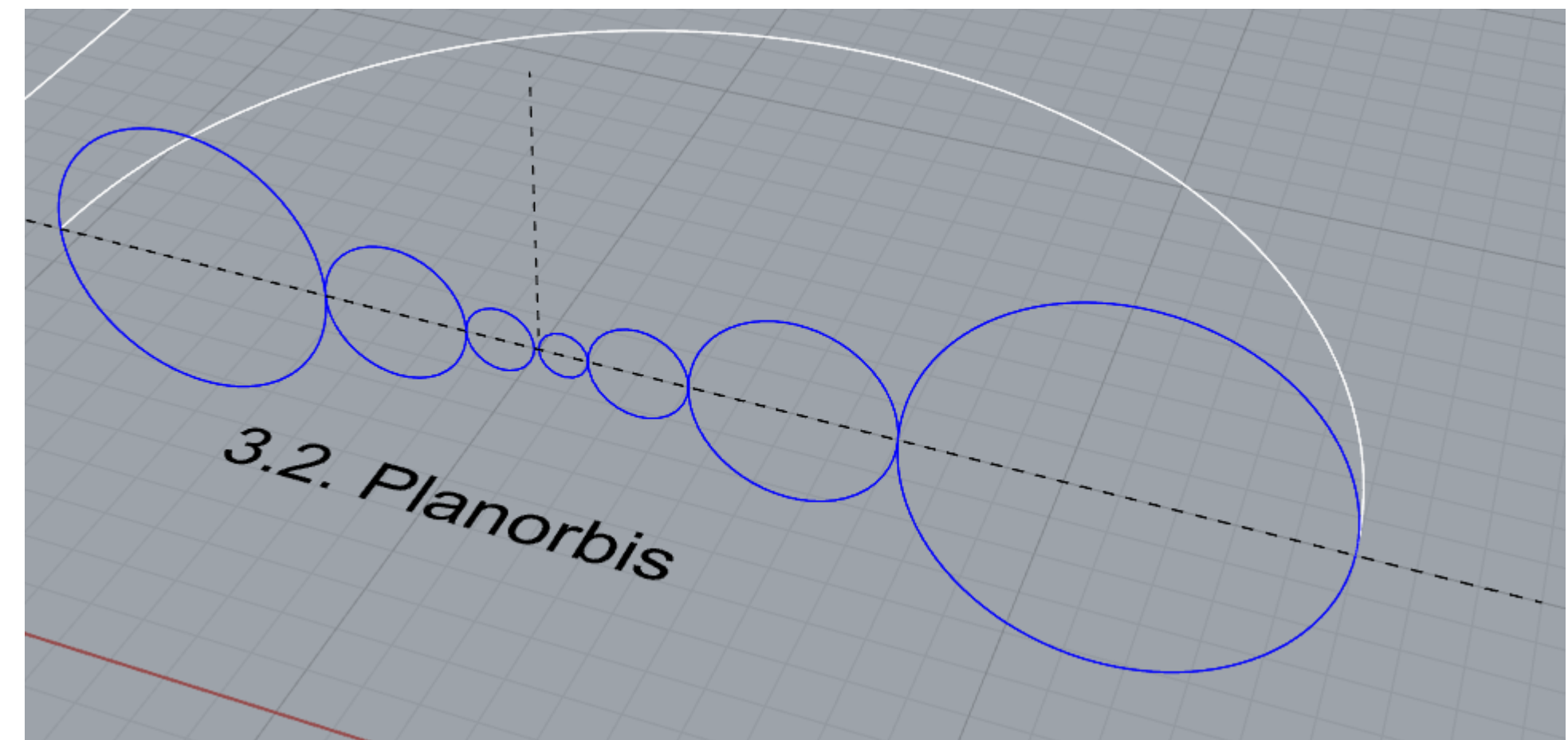
Por isso criamos uma reta vertical que e a partir dessa mesma reta criamos um círculo com 1 de diâmetro. De seguida posicionamos um círculo com o dobro do seu diâmetro adjacente ao anterior que por sua vez terá adjacente a si um círculo com 4 de diâmetro.

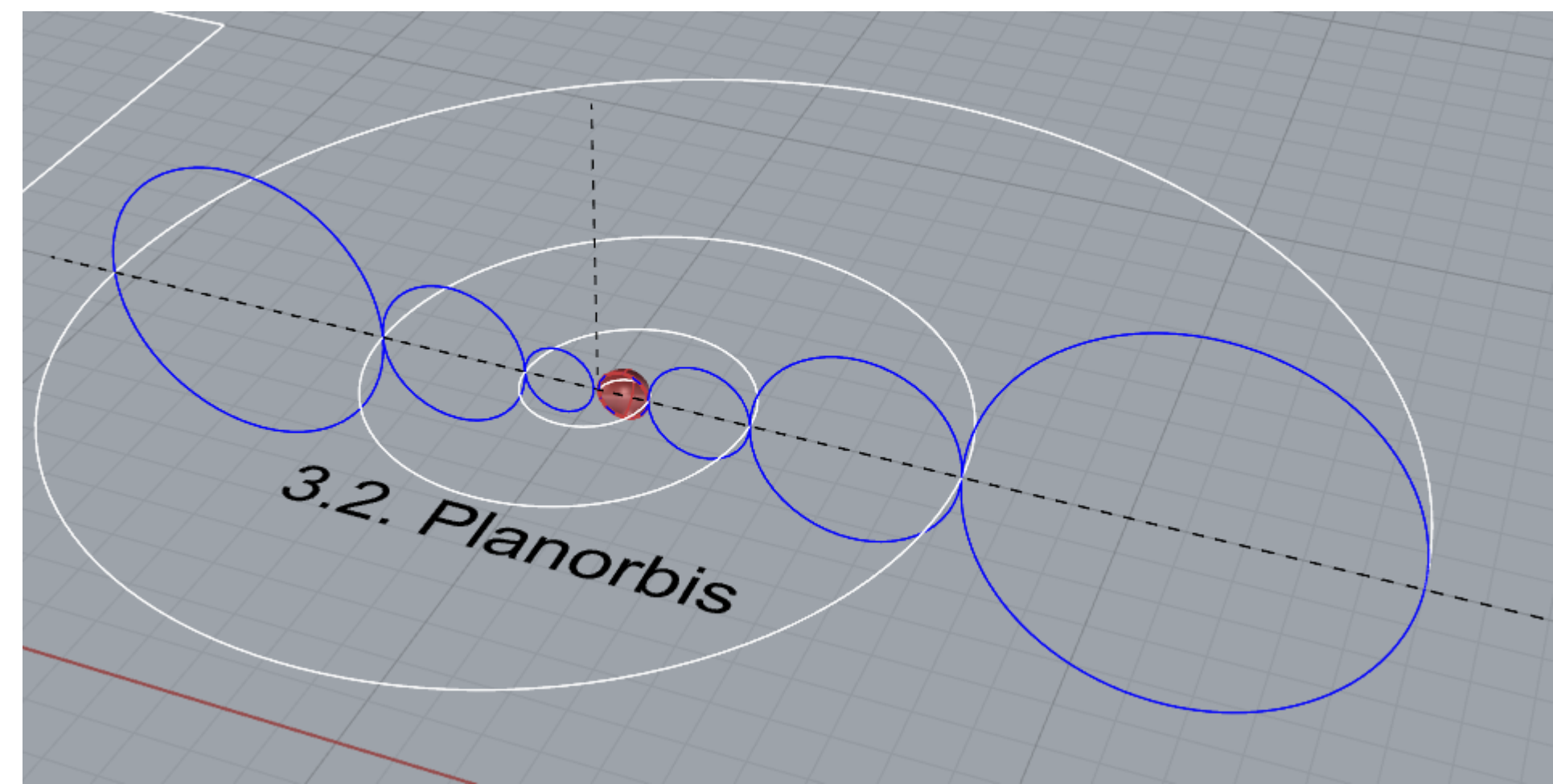
Do outro lado, adjacente ao círculo de 1 pelo lado esquerdo desenhamos um círculo com 1.5 de diâmetro, e repetimos o processo de criar mais dois círculos ao seu lado que aumentam o seu tamanho para o dobro.



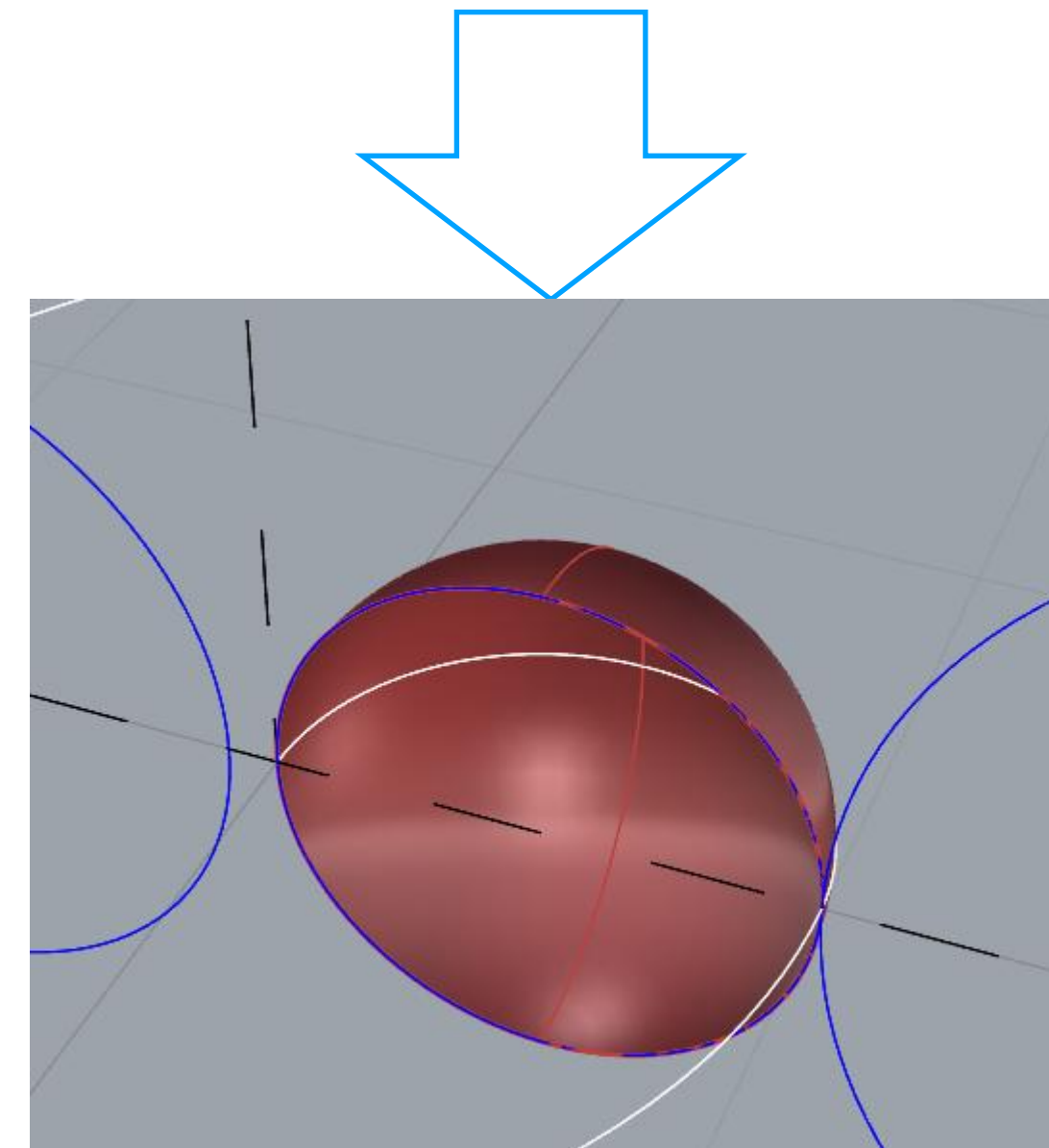
A seguir desenhamos uma reta horizontal que passe pelos centros de todos os círculos e criamos um arco horizontal que una os dois pontos mais afastados dos dois círculos maiores.

Depois de ter desenhado este primeiro arco, repetimos o processo de criação unindo as partes dos círculos demonstradas à direita de forma a criar a espiral geradora do planorbis.



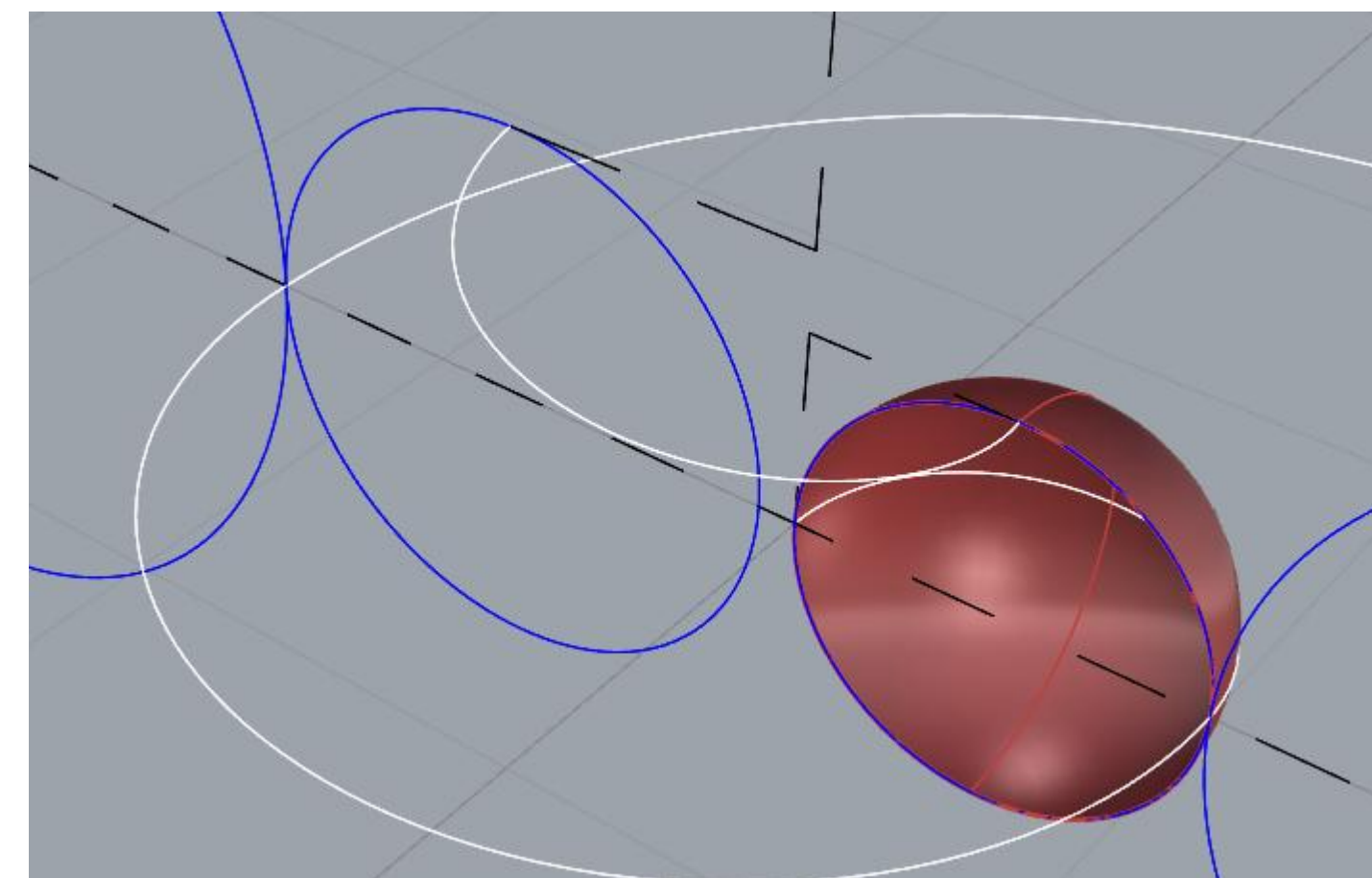
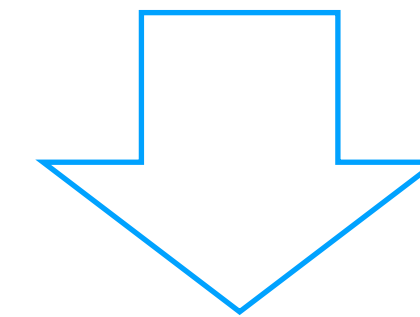


De seguida no centro da forma criamos uma esfera que trimamos ao meio para criarmos assim o inicio do planorbis.

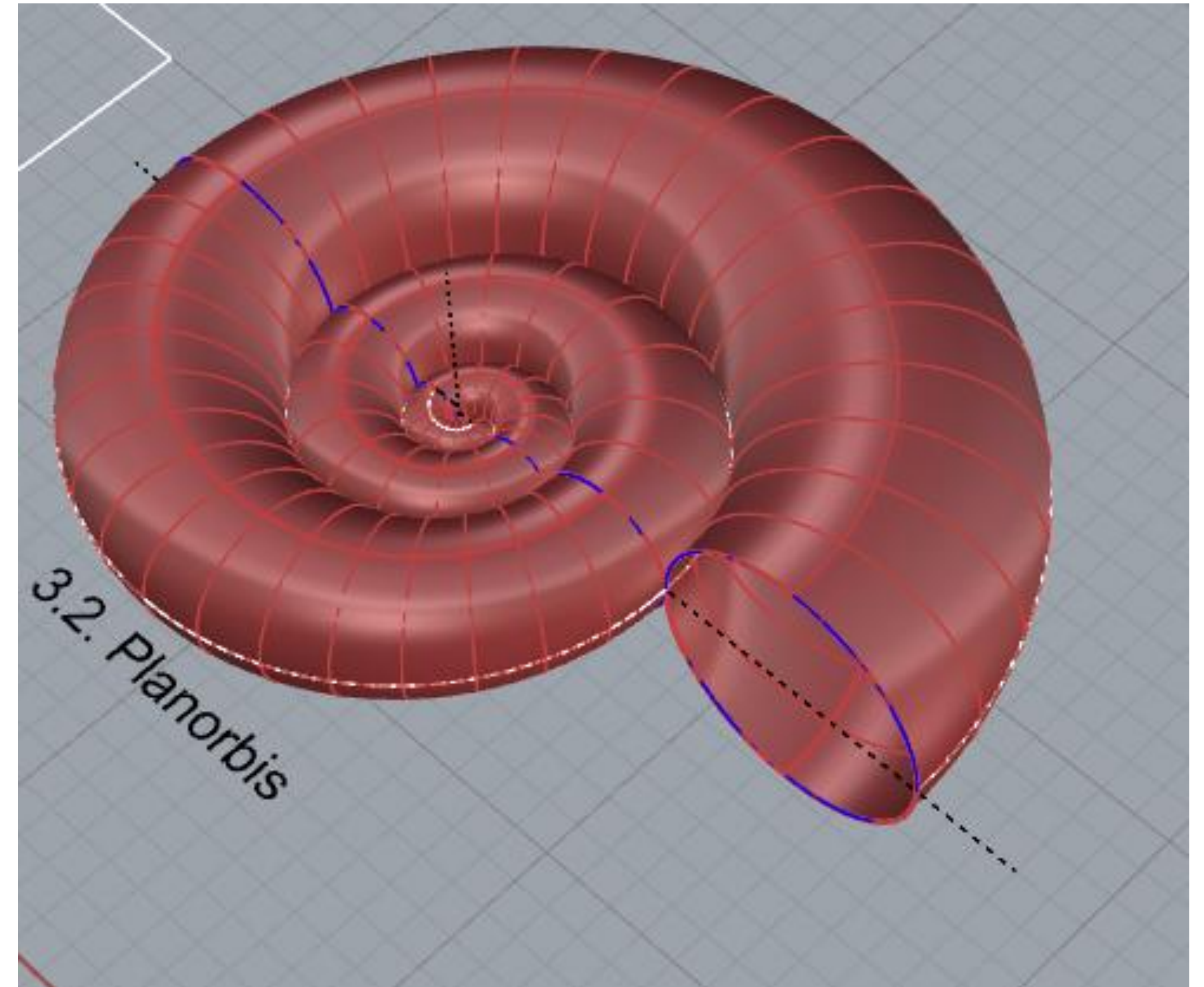


A seguir traçamos um segmento de reta que una o ponto mais alto da circunferência vertical com 1.5 de diâmetro ao eixo central e um segmento que una o ponto mais alto da circunferência com 1 de diâmetro ao mesmo eixo também. Tendo feito estes dois segmentos de reta podemos agora utilizar o comando spiral para criar uma espiral que será o nosso segundo rail para o sweep2.

```
Number of turns <10>: 0.5  
First radius and start point <1.000> ( Diameter Mode=Turns Turns=0.5 Pitch=0.404627 ReverseTwist=No )  
First radius and start point <1.000> ( Diameter Mode=Turns Turns=0.5 Pitch=0.404627 ReverseTwist=No )  
First radius and start point <1.000> ( Diameter Mode=Turns Turns=0.5 Pitch=0.404627 ReverseTwist=No )  
First radius and start point <1.000> ( Diameter Mode=Turns Turns=0.5 Pitch=0.404627 ReverseTwist=No )  
Second radius <0.000> ( Diameter Mode=Turns Turns=0.5 Pitch=0.404627 ReverseTwist=Yes )
```



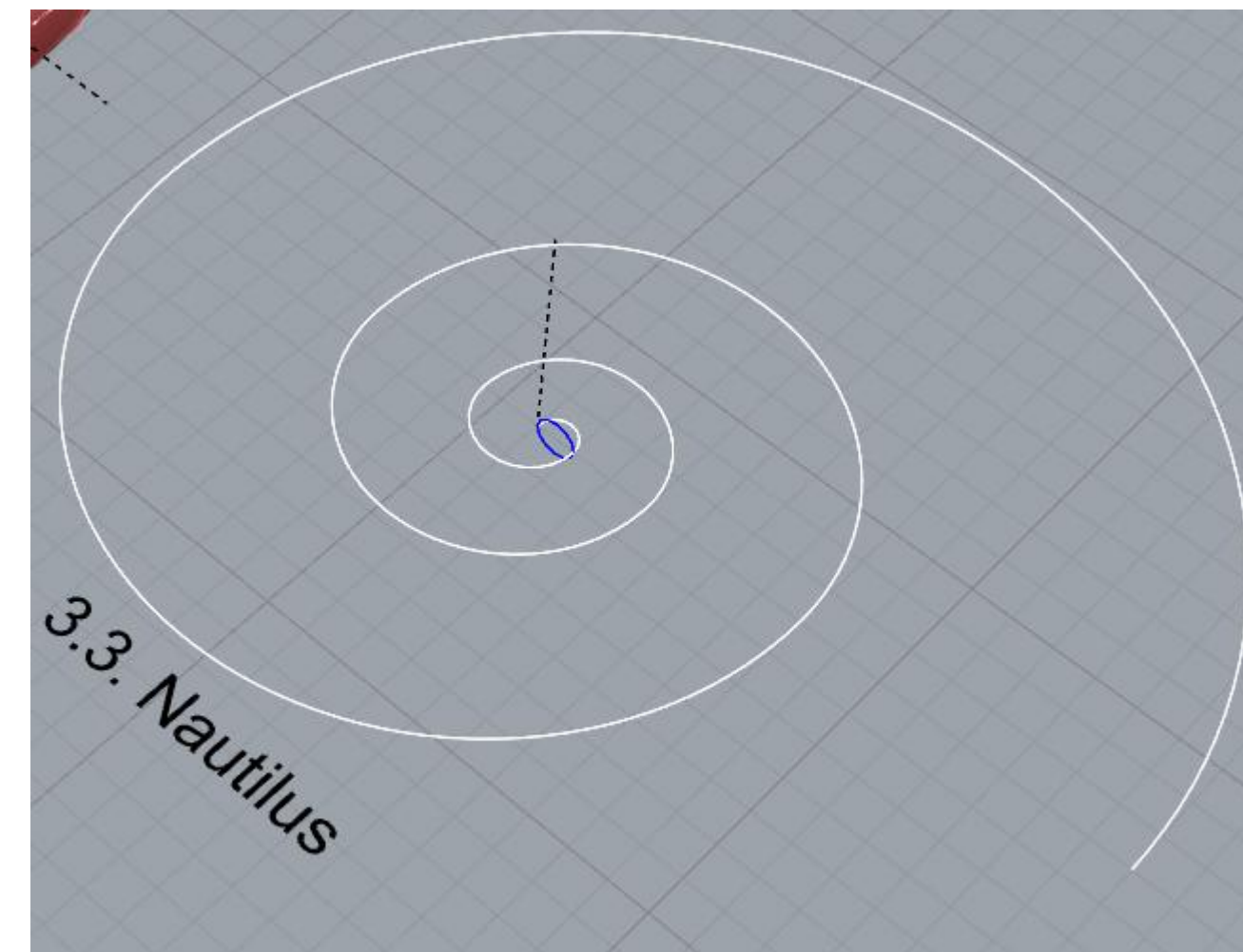
O ultimo passo para concluirmos a construção do planorbis é fazer sweep2 introduzindo as duas espirais como rails e as circunferências como secções.



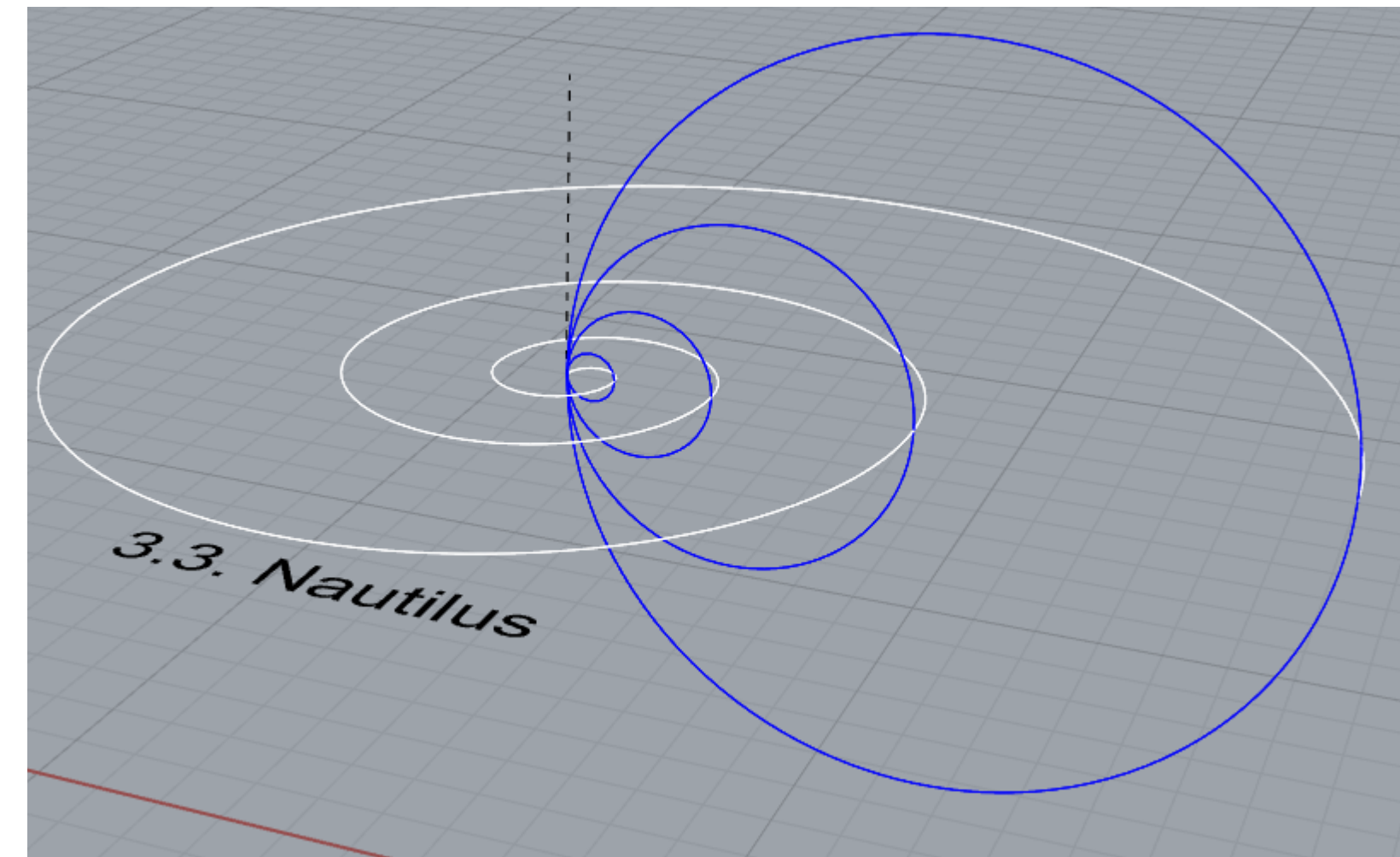
NAUTILUS

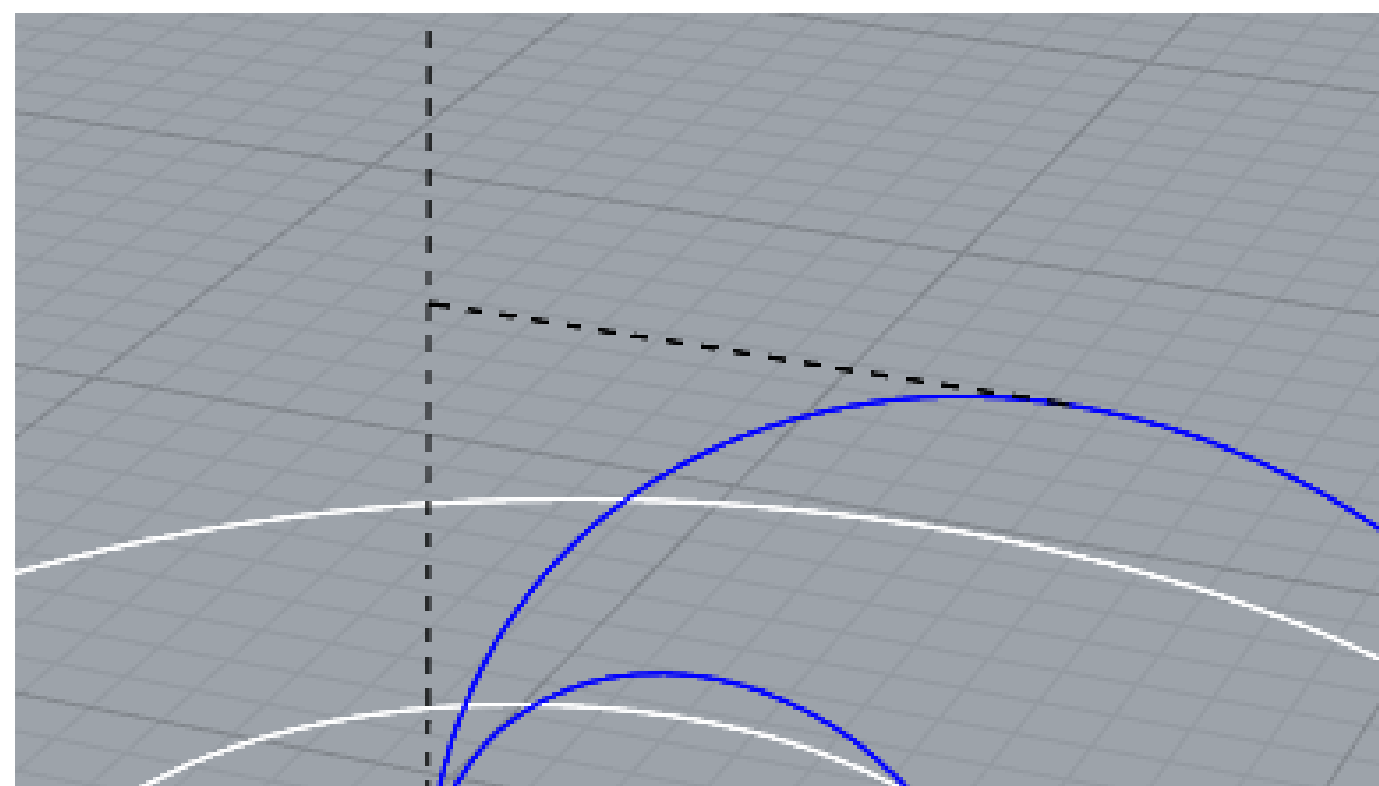
AULA-7 MOLLUSCOS

Primeiro copiamos a estrutura do planorbe se apagamos tudo menos a espiral, o círculo com 1 de diâmetro e o eixo central.

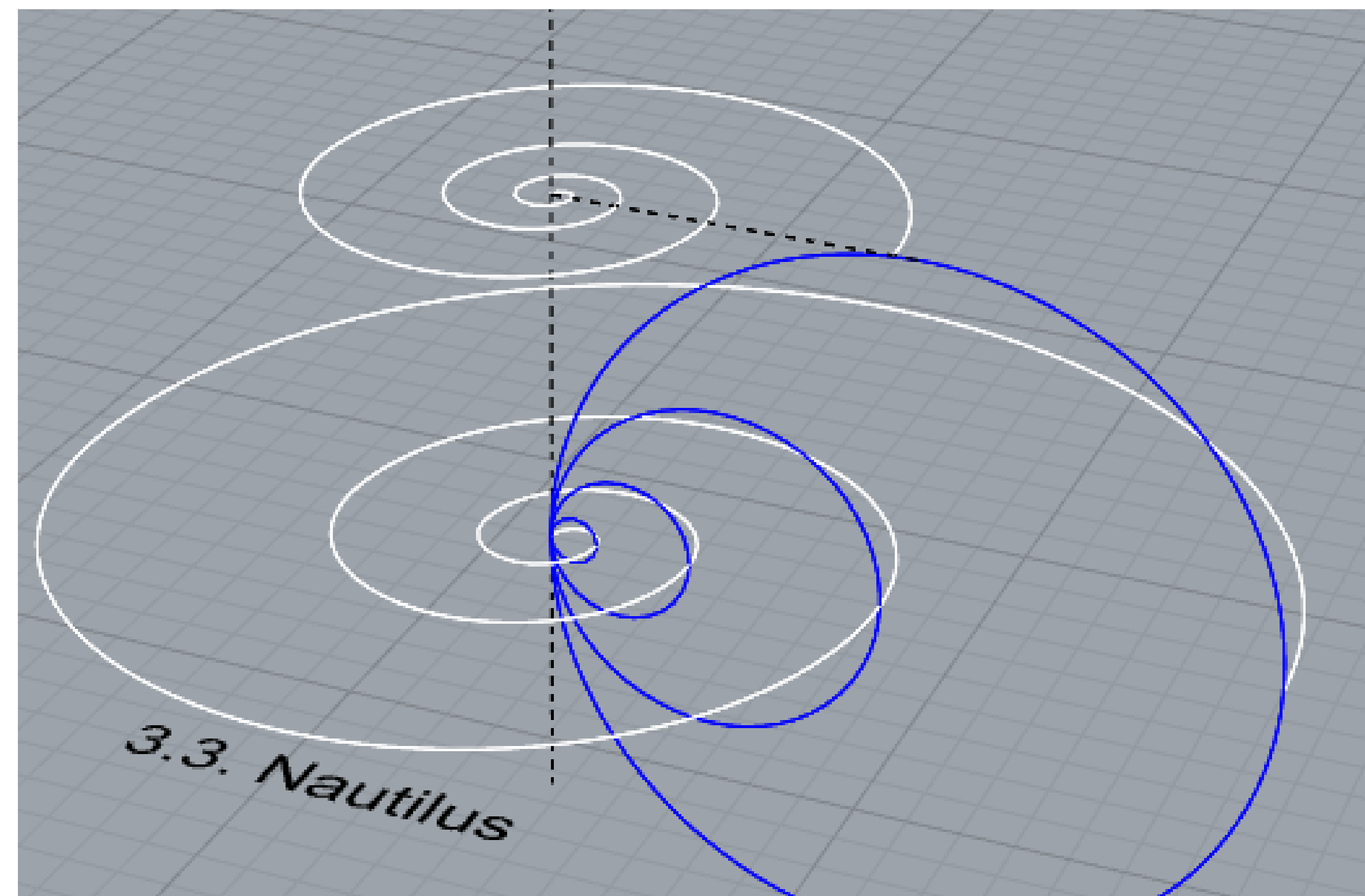


Depois criamos uma serie de circunferências verticais que unam o ponto central da forma e os restantes pontos da espiral que se dispõem numa reta horizontal perpendicular ao eixo e que atravessasse o ponto final da espiral.



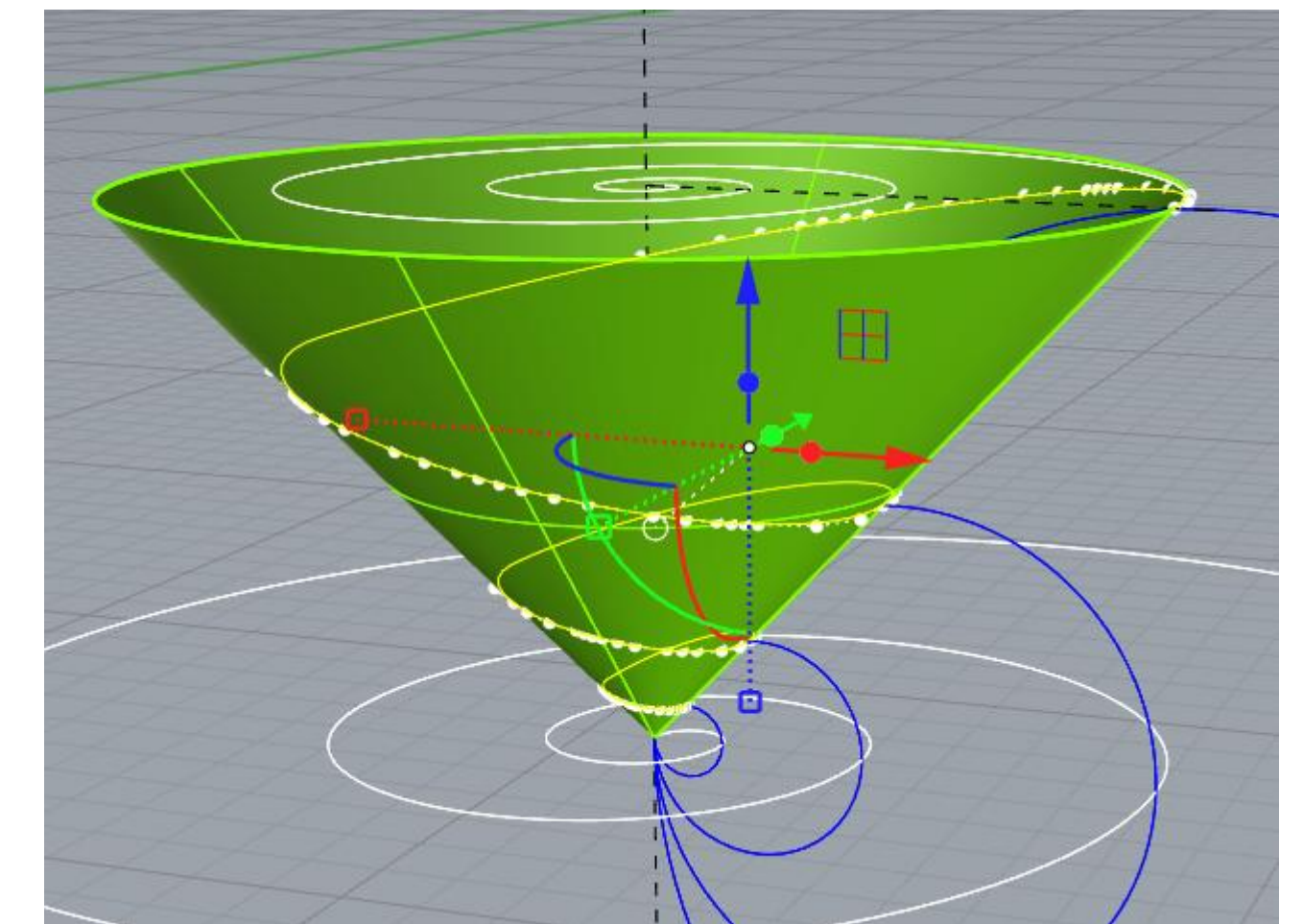
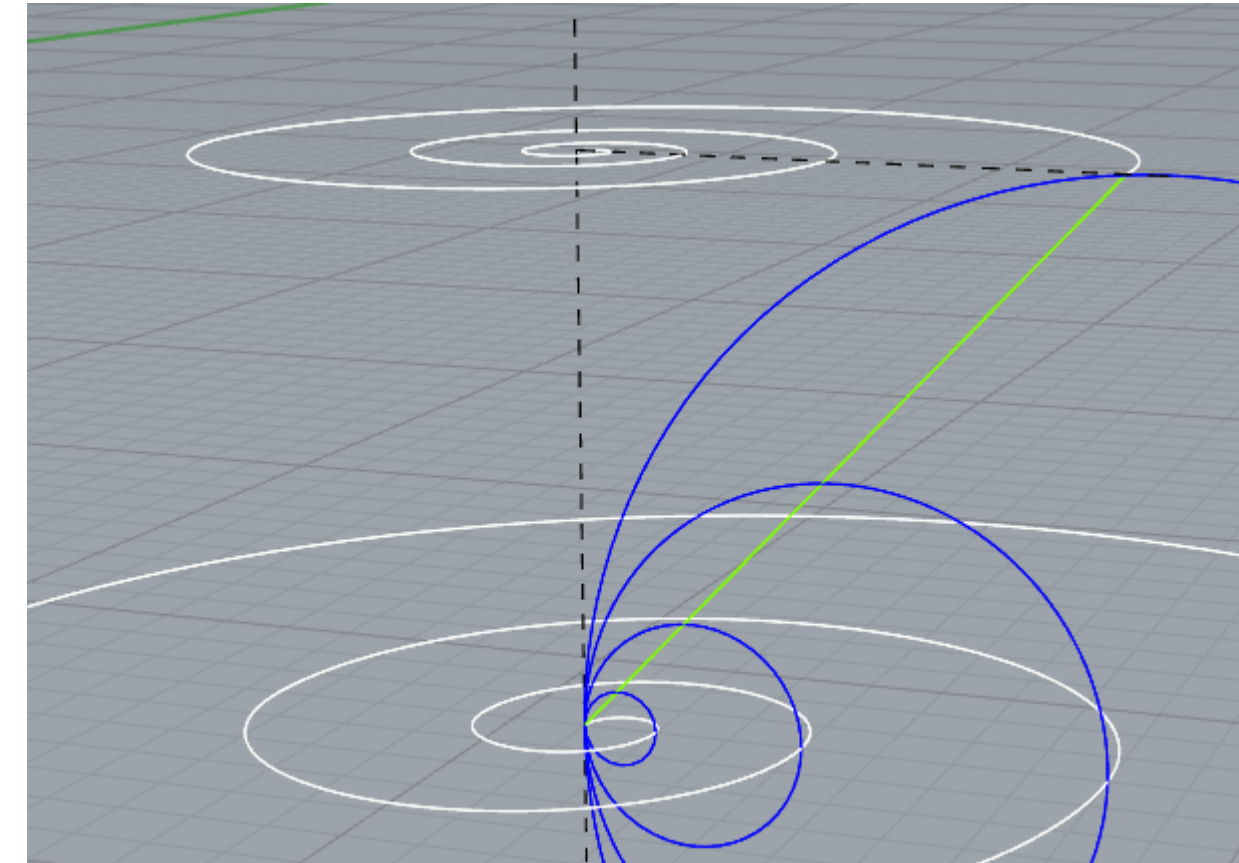


A seguir unimos o ponto mais alto do ponto superior do círculo maior ao ponto do eixo com a mesma cota e fazemos uma copia e scale da espiral já existente, criando assim uma versão menor da espiral.



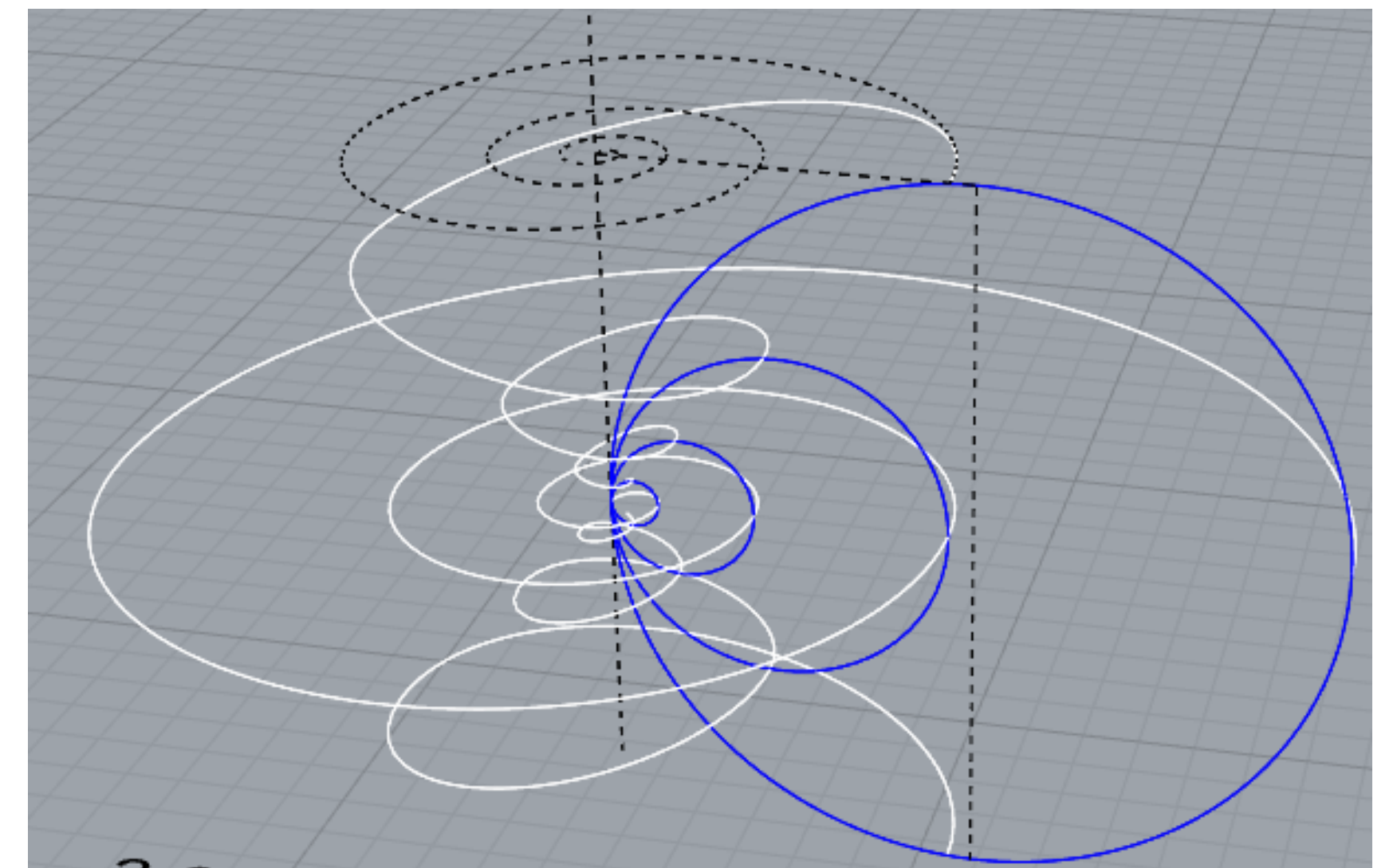
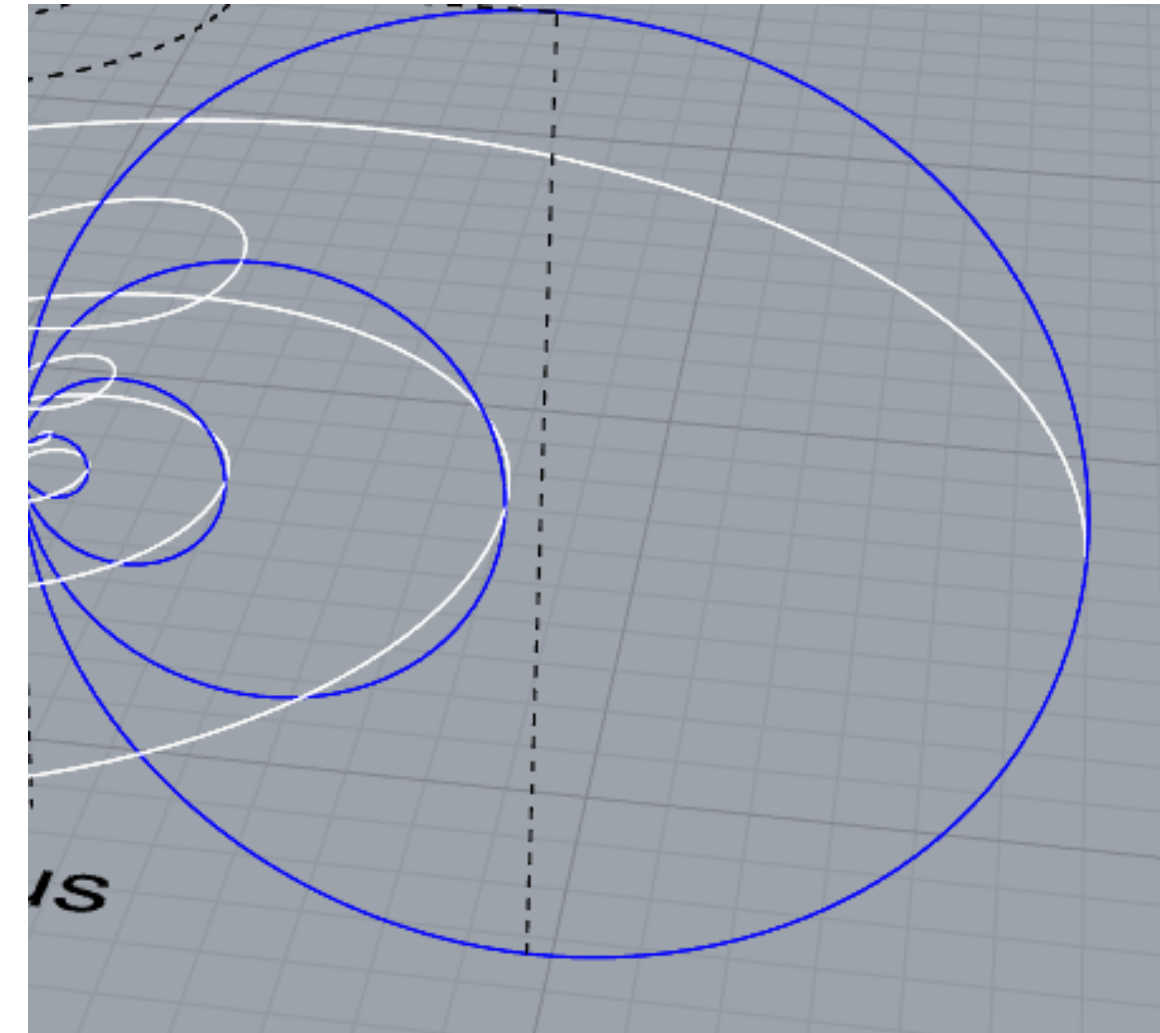
AULA-7 MOLUSCOS

De seguida unimos o ponto central da concha com o ponto mais alto da circunferência maior e utilizamos esse segmento como geratriz de um cone que criamos. Com esse cone, que devemos colocar numa camada descartável, fazemos project da espiral menor para a sua superfície, criando assim uma nova espiral que se desenvolve ao longo do cone.

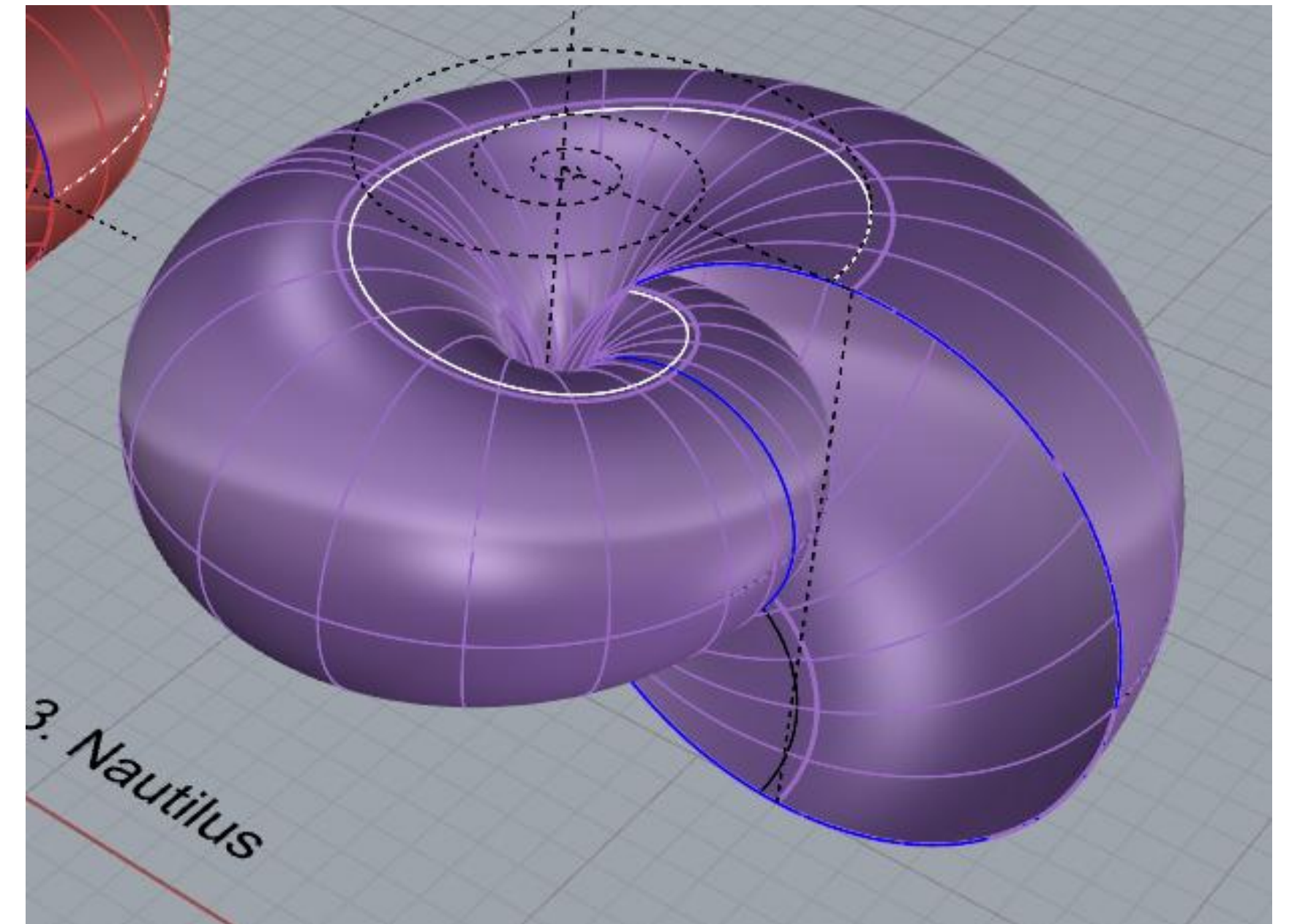


O próximo passo é dividirmos o círculo maior com um segmento de reta que una os seus dois midpoints e o comando divide.

Depois de dividirmos o círculo fazemos mirror da espiral que criamos com o cone criando assim uma quarta espiral que se desenvolve num sentido descendente apartir do ponto central da concha.



O ultimo passo é fazer mais uma vez sweep2 das duas metades do circulo grande introduzindo as espirais feitas com base no cone como rails e todos os círculos como secções.



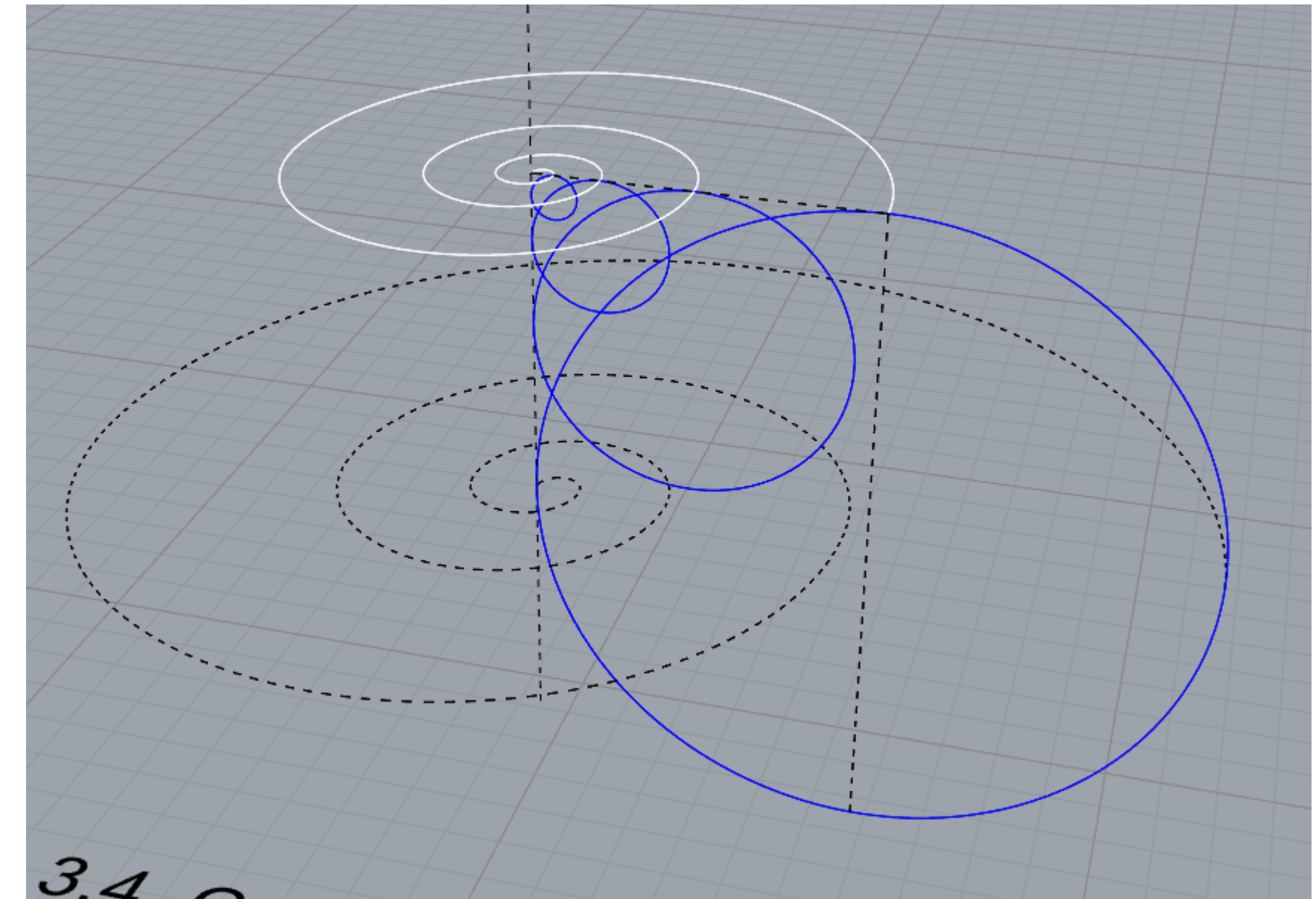
AULA-7 MOLUSCOS

Caracol

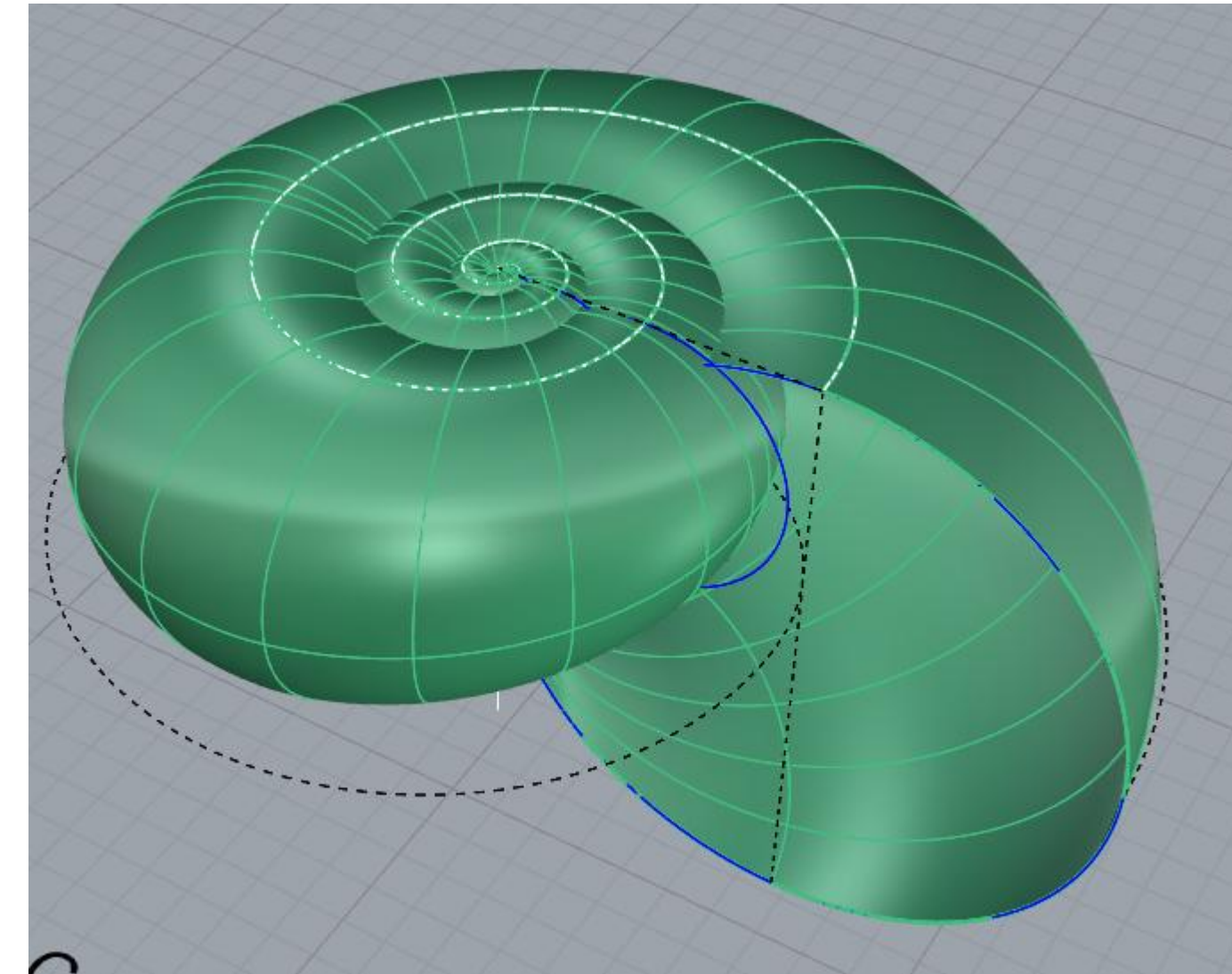
AULA-7 MOLLUSCOS

O Caracol é muito parecido ao náutilus mas todas as secções têm o seu ponto mais alto no mesmo plano horizontal.

Por isso copiamos a mesma estrutura do náutilus, apagamos as espirais feitas com base no cone, utilizamos a espiral pequena e horizontal como rail e criamos uma serie de semi-círculos com as mesmas dimensões que os do náutilus mas que respeitem esta regra de ter o seu ponto mais alto na espiral pequena e coplanares.



Depois é só fazer sweep2 com a espiral pequena como rail e as circunferências como secções como fizemos para as outras formas.



AULA-7 MOLUSCOS

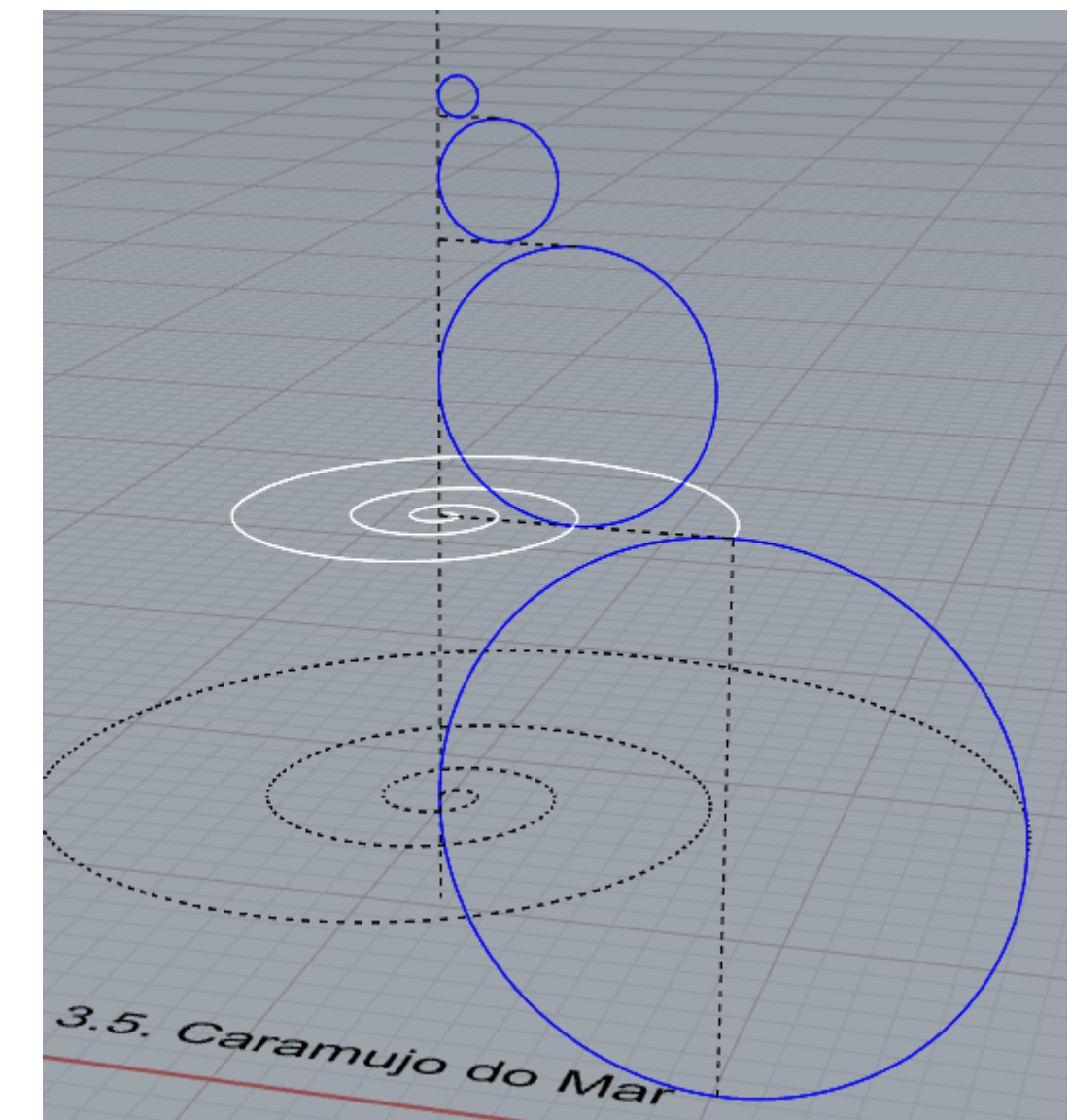
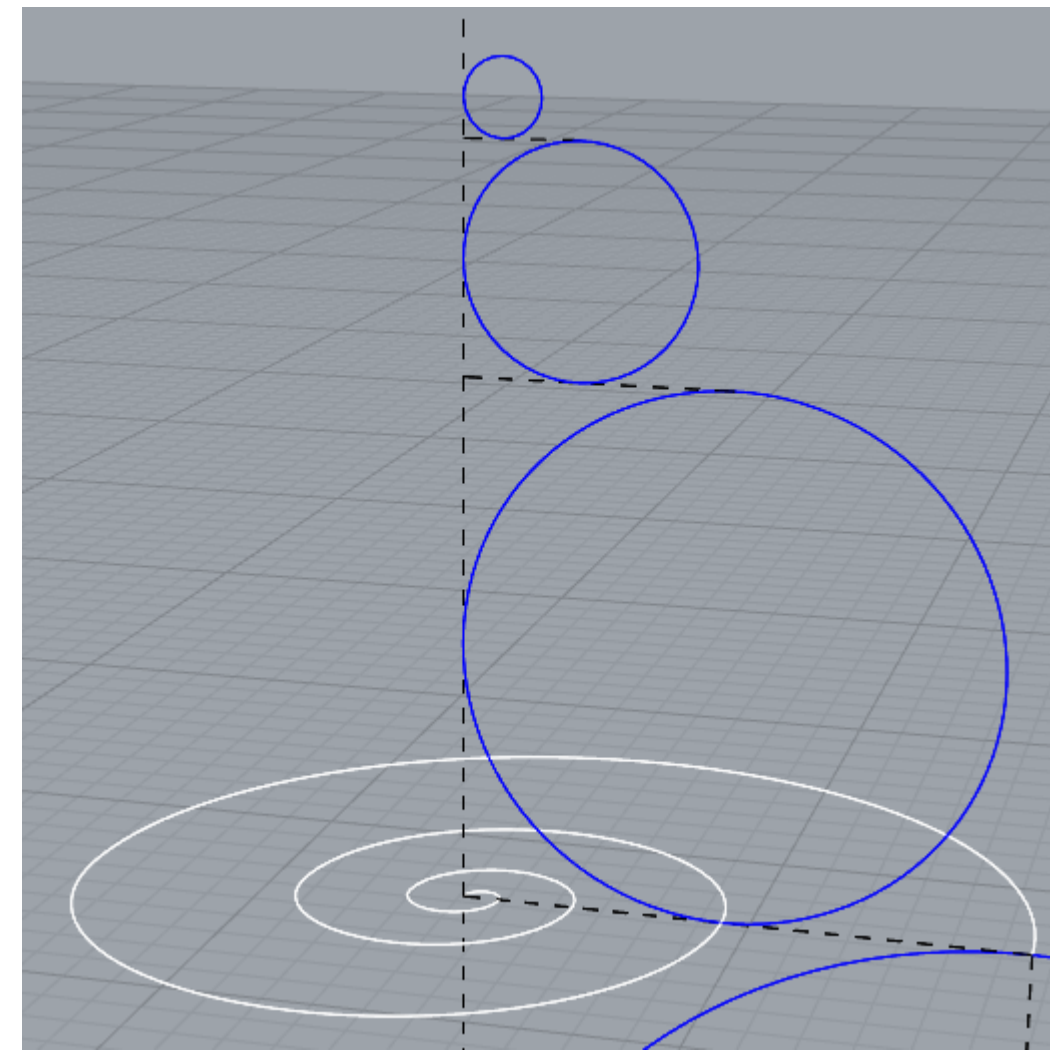
Caramujo

AULA-7 MOLUSCOS

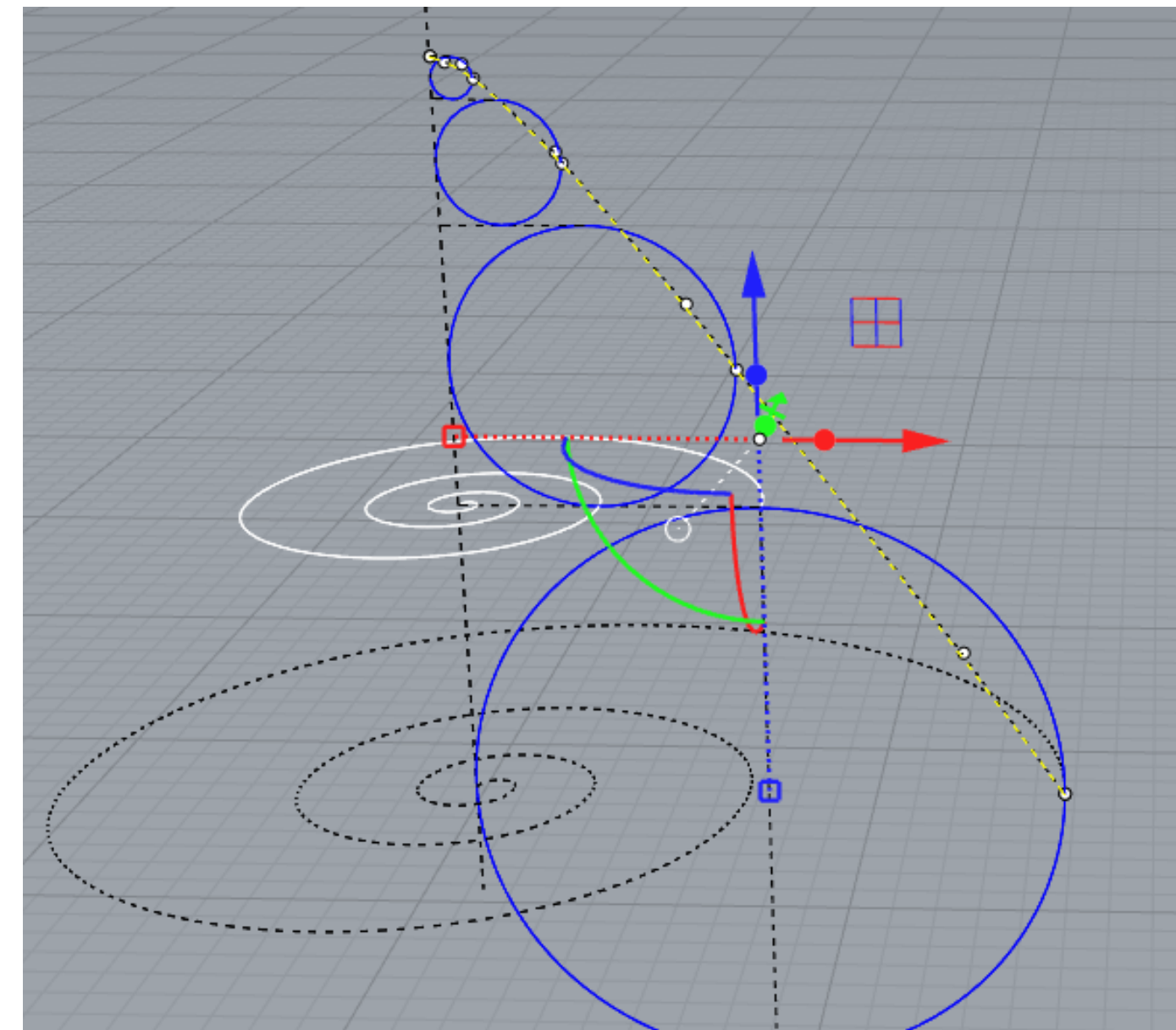
O caramujo não faz nada de novo e aplica mais uma vez os mesmos princípios.

Primeiro copiamos a estrutura do náutilos mantendo só as espirais horizontais e a circunferência maior.

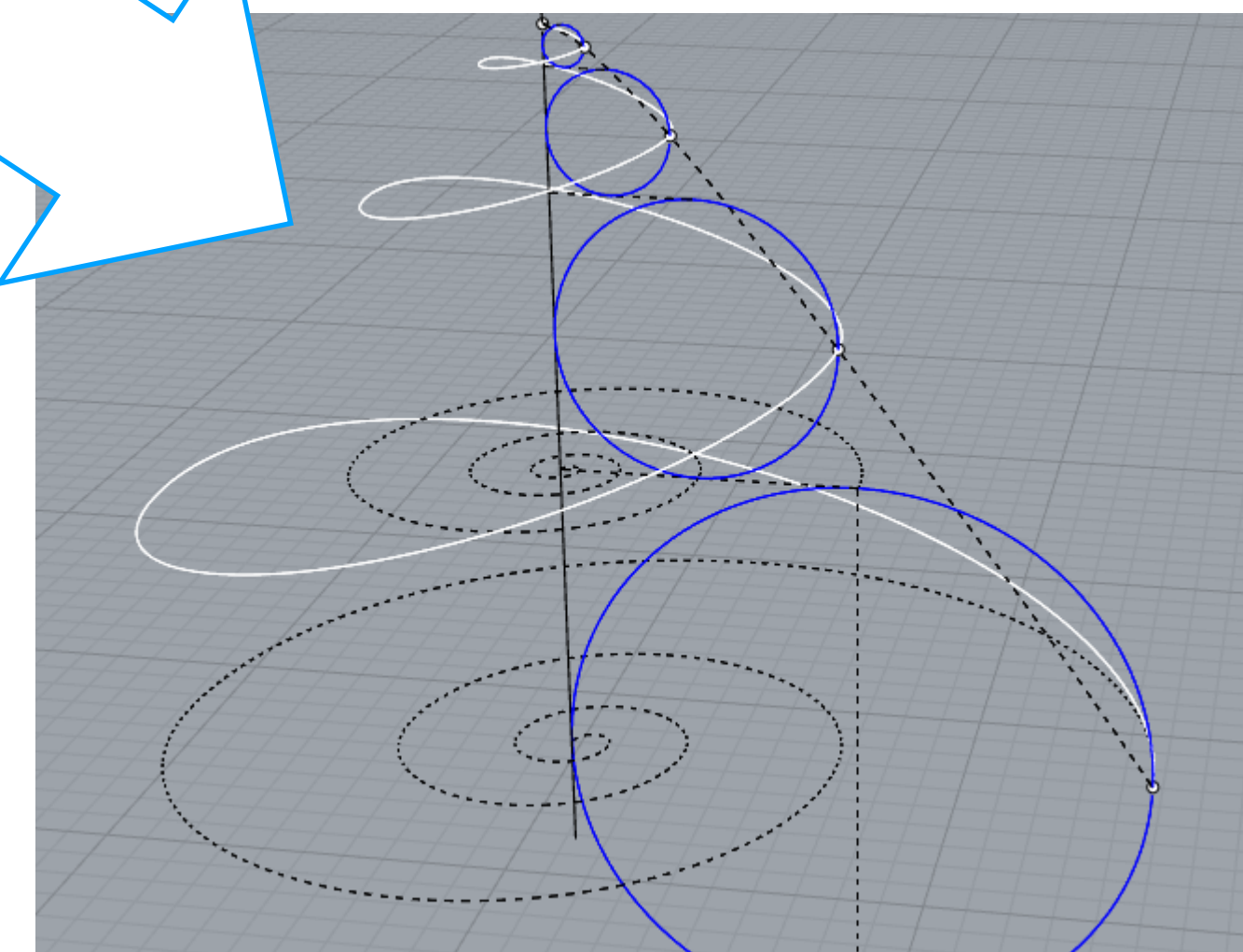
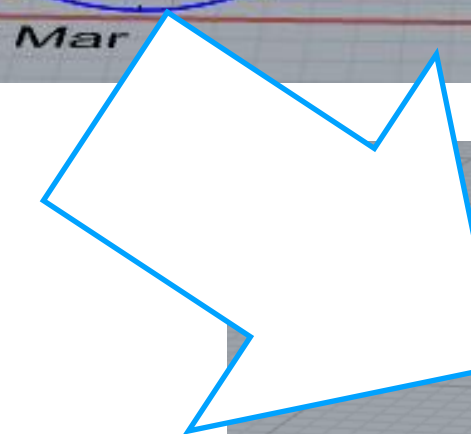
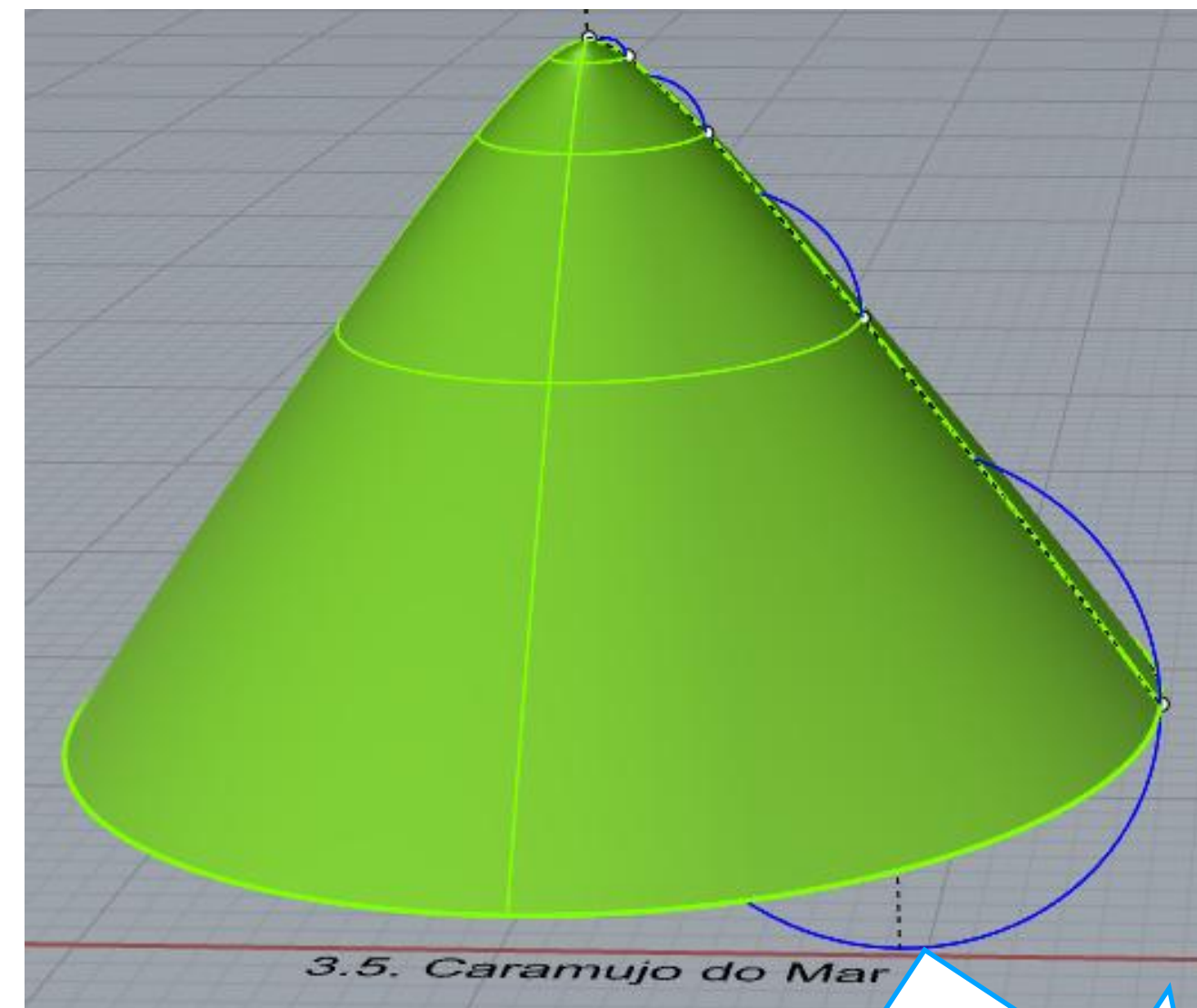
Desta vez os círculos verticais devem continuar a pertencer ao mesmo plano frontal mas os pontos inferiores de cada um devem pertencer ao mesmo plano horizontal do ponto superior do círculo maior correspondente.



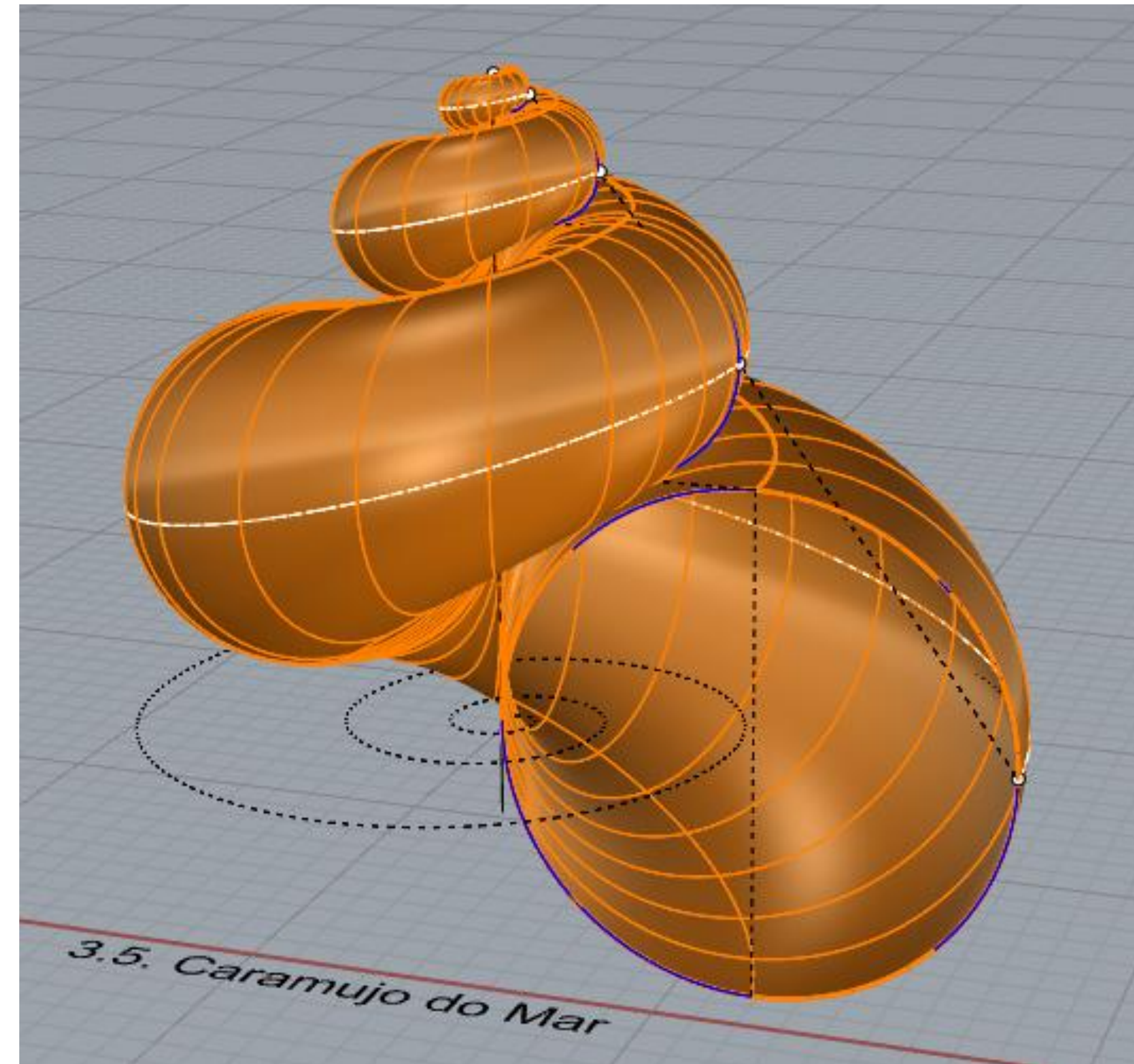
Depois devemos fazer um polyline que una o ponto medio mais distante do eixo de cada uma das circunferências e que termine no ponto do eixo à mesma cota do ponto mais alto da circunferência menor.



Depois criamos um cone cuja geratriz é o polyline anterior.
Depois projetamos a espiral maior no cone.



Por ultimo fazemos mais uma vez sweep2 como para as outras conchas.



AULA-7 MOLUSCOS

AULA 8 - TERRENO

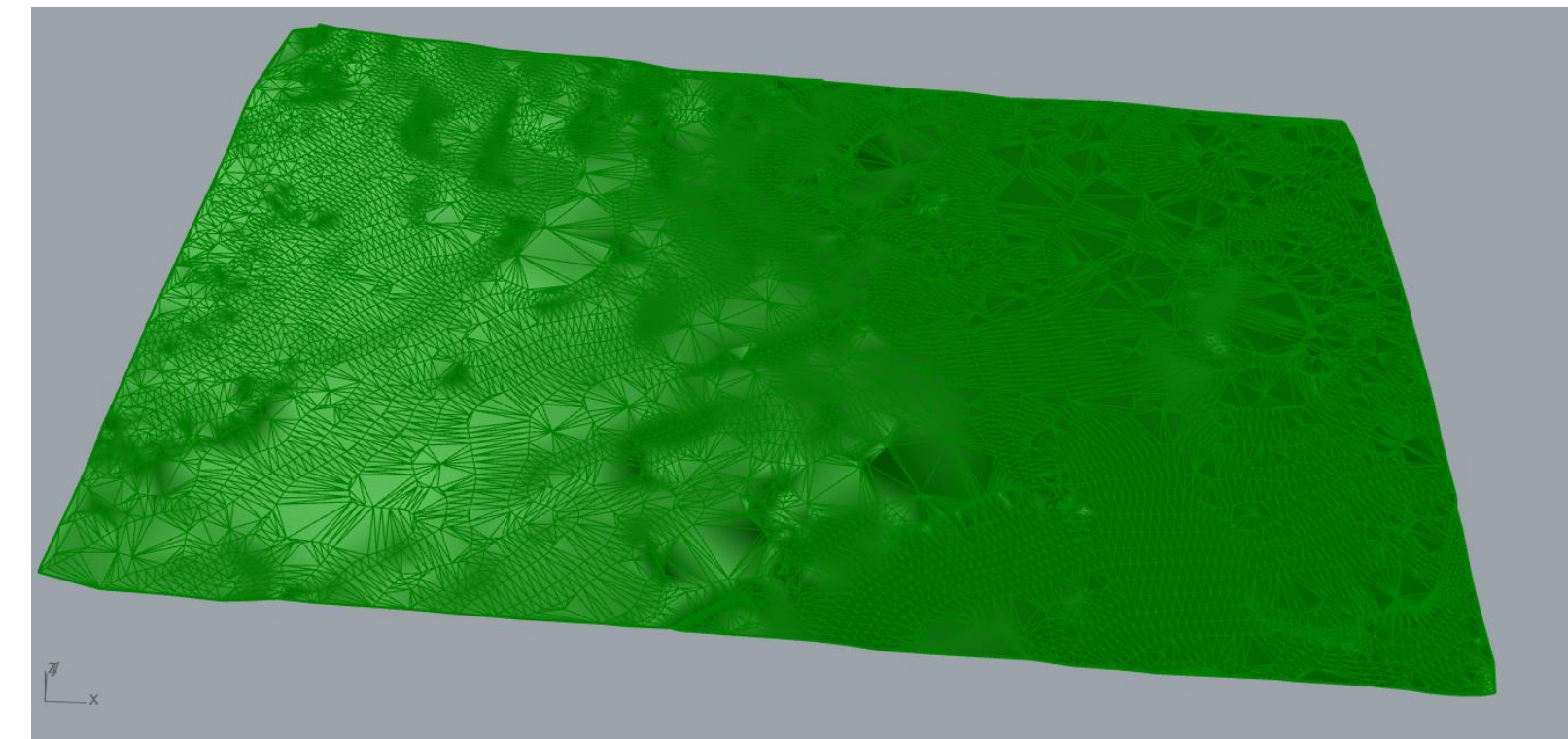
Para fazer terreno temos de abrir o ficheiro importado com as curvas de nível e os pontos cotados.

Há duas formas de fazer terreno no rhino:

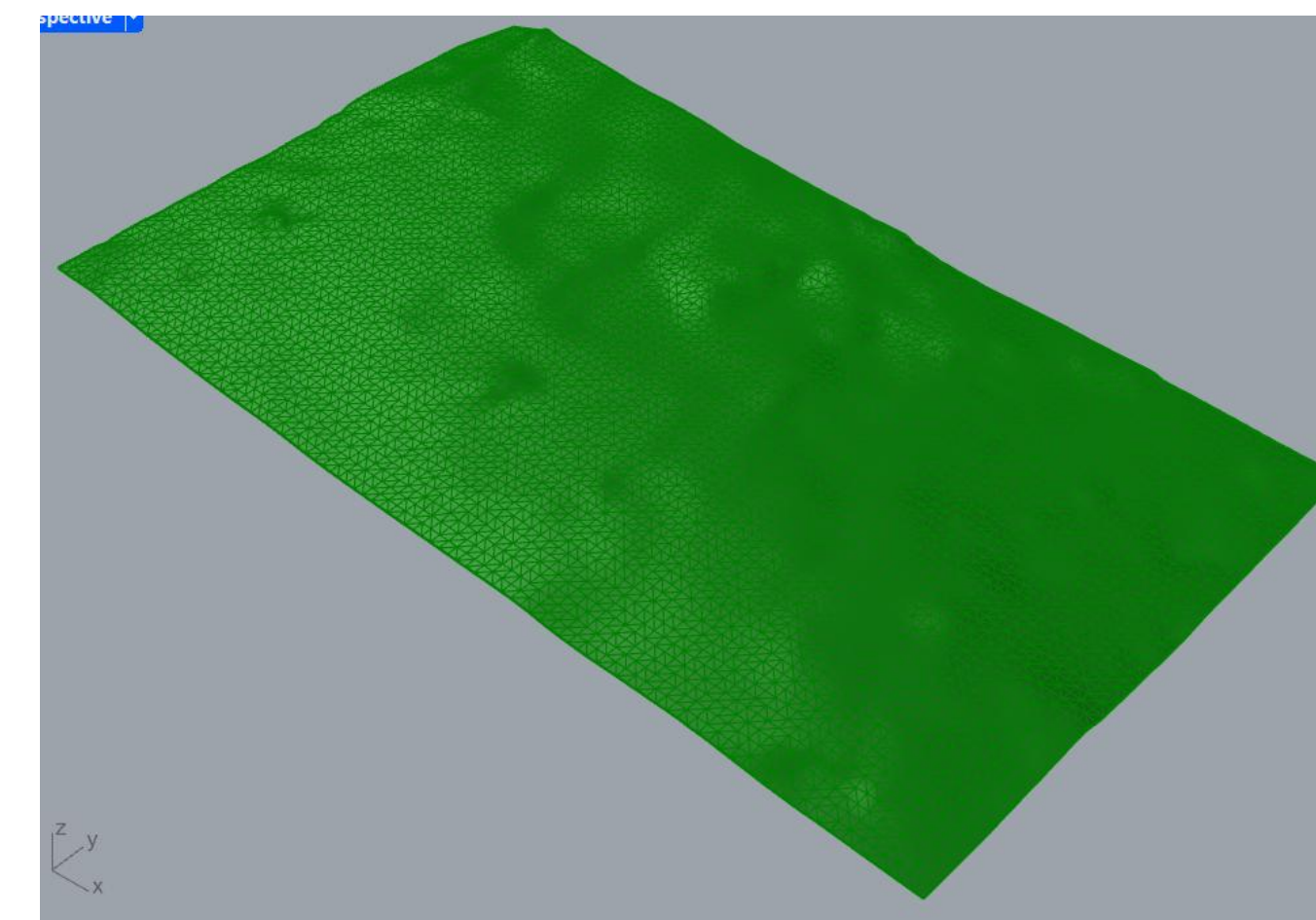
Podemos fazer terreno unindo todos os pontos e curvas de nível com uma mesh, criando um terreno mais atribulado e realista.

Ou podemos criar um terreno com base numa grelha, criando um terreno esteticamente mais apelativo mas ligeiramente menos realista.

Primeiro vamos criar o terreno só com mesh.



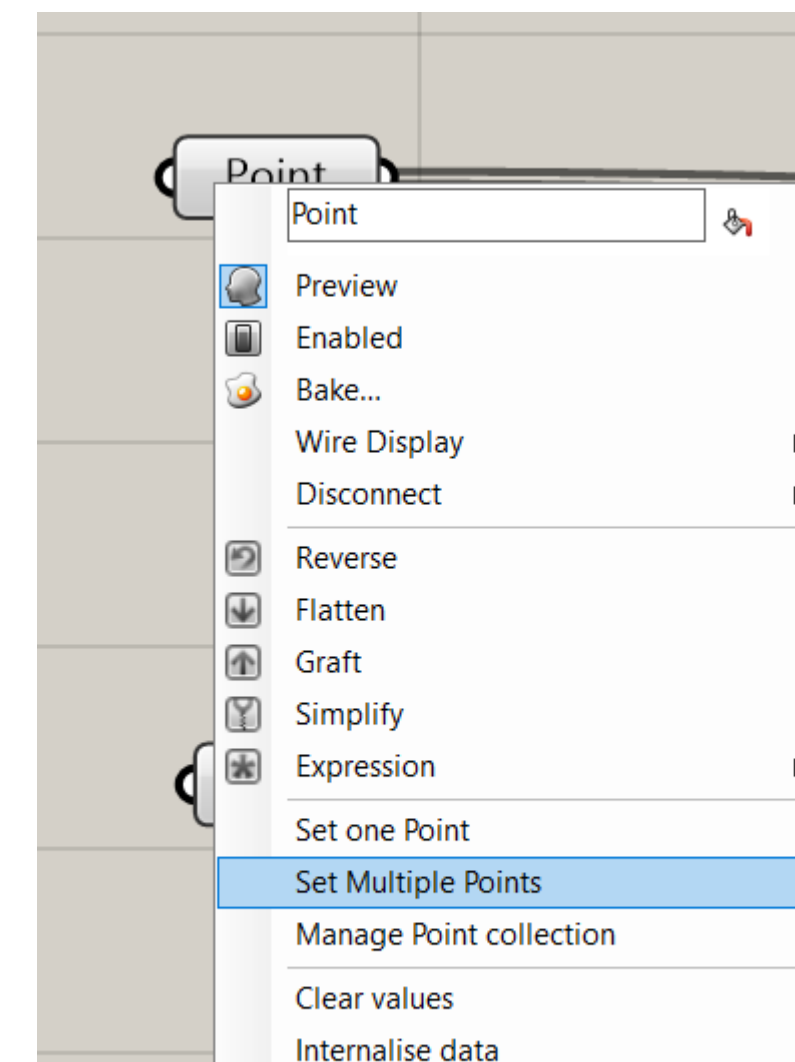
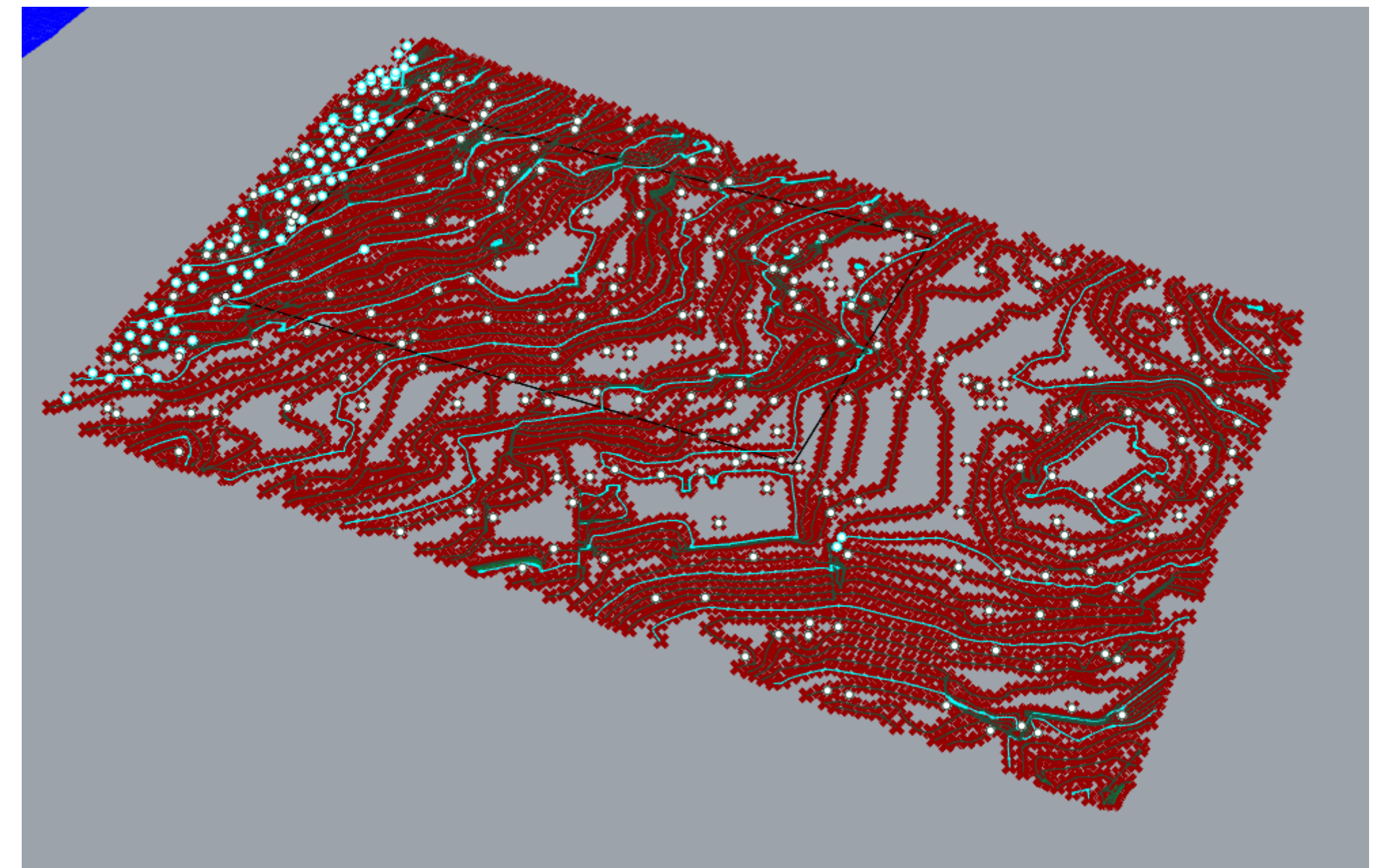
Terreno com base em mesh



Terreno com base em grelha

Para fazermos ambos os terrenos temos que utilizar o comando “merge” de forma a unirmos os pontos cotados às curvas de nível.

Primeiro temos por isso de criar um componente “point” e um componente “curve”. Depois temos de utilizar as opções “set multiple points” ou “set multiple curves” e seleccionarmos as curvas todas para o curve e todos os pontos cotados para o point.

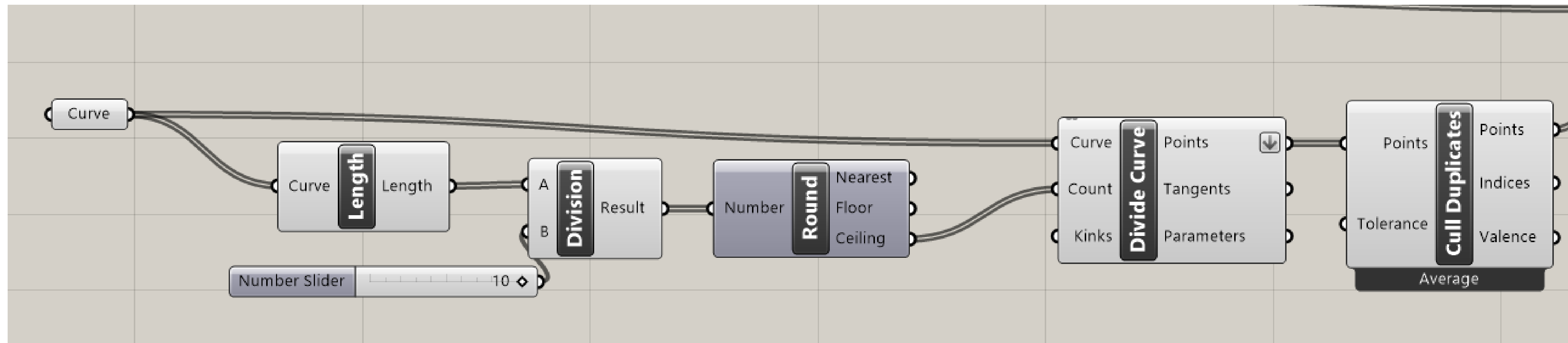
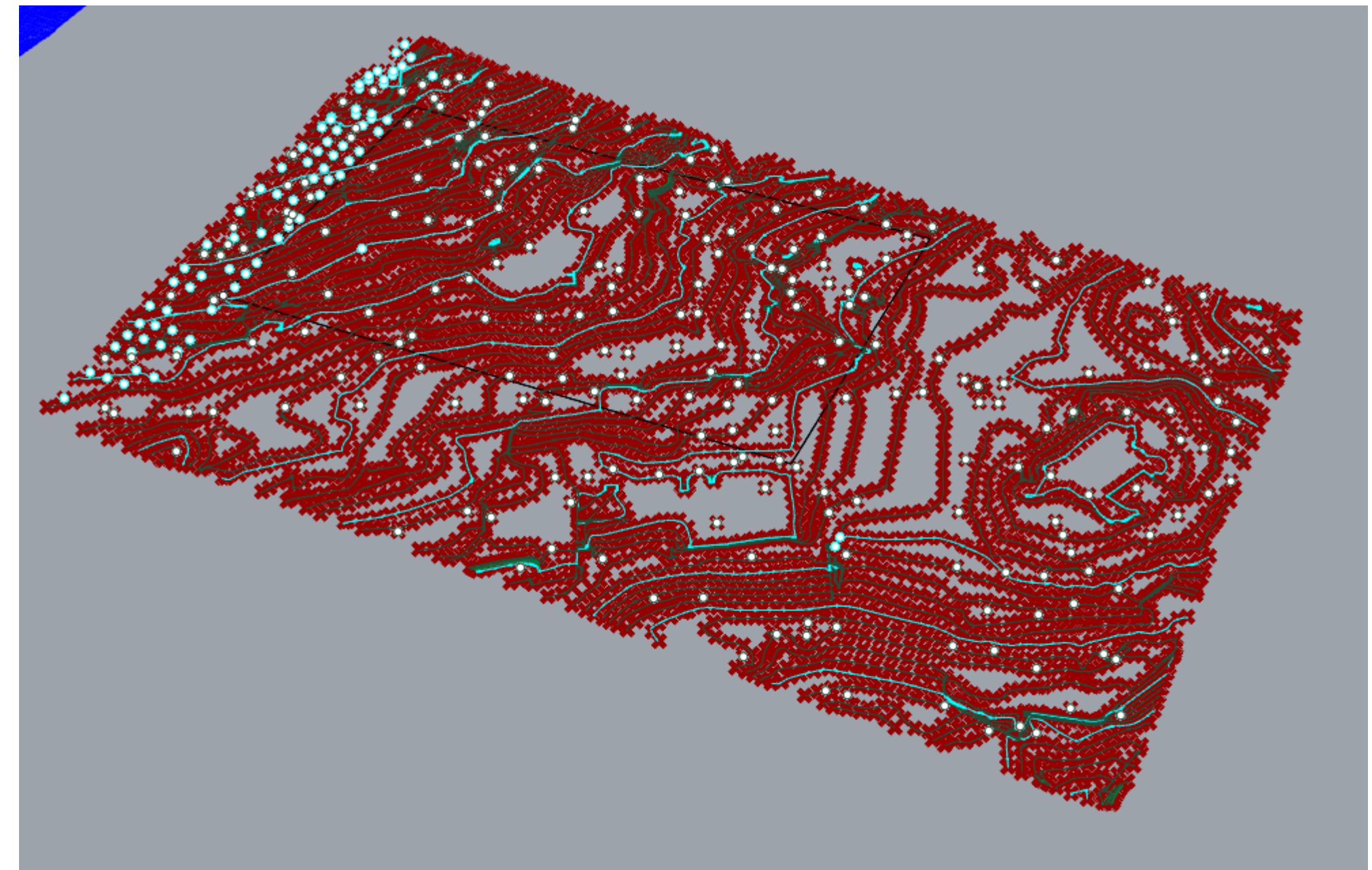


AULA-8 TERRENO

Depois de termos separado os pontos e as linhas temos de dividir as curvas de nível em conjuntos de pontos exatos.

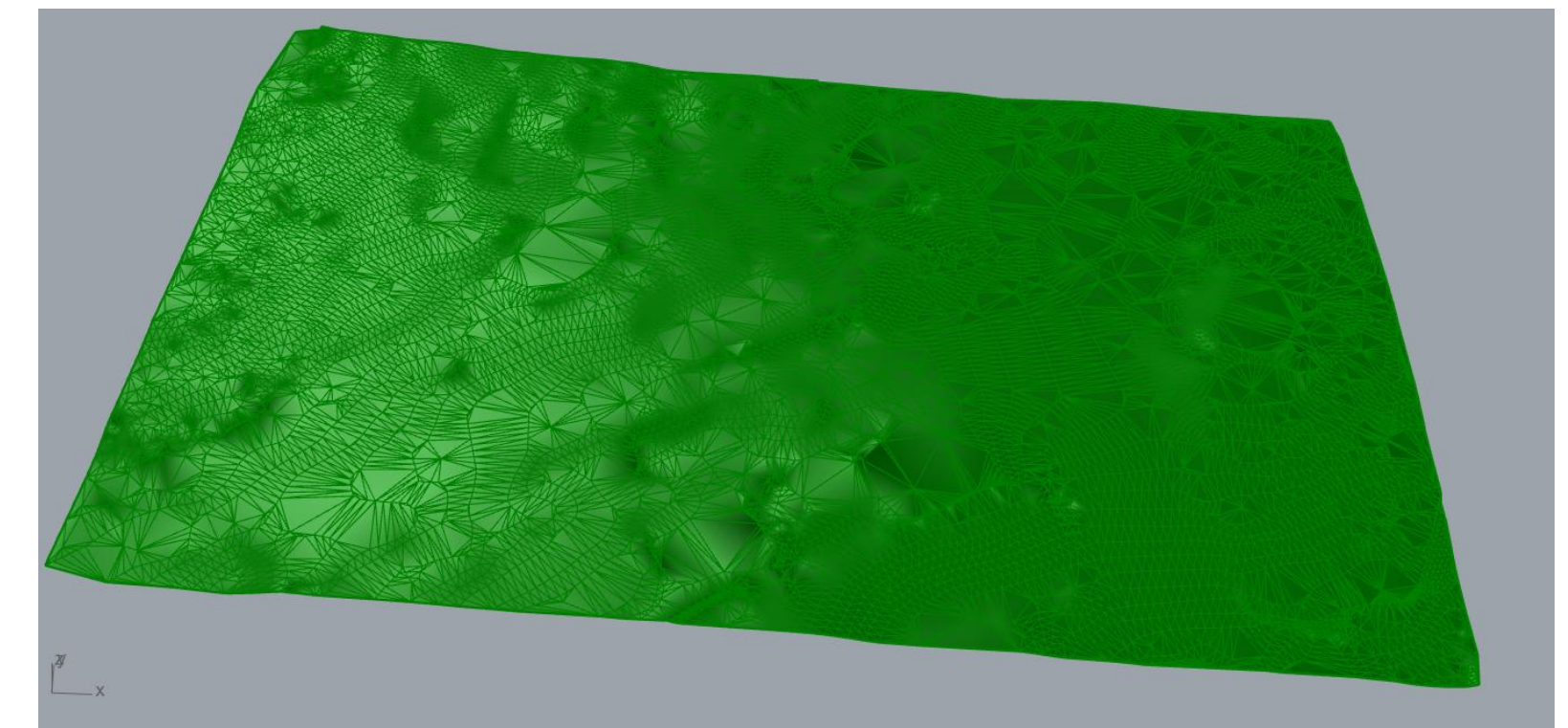
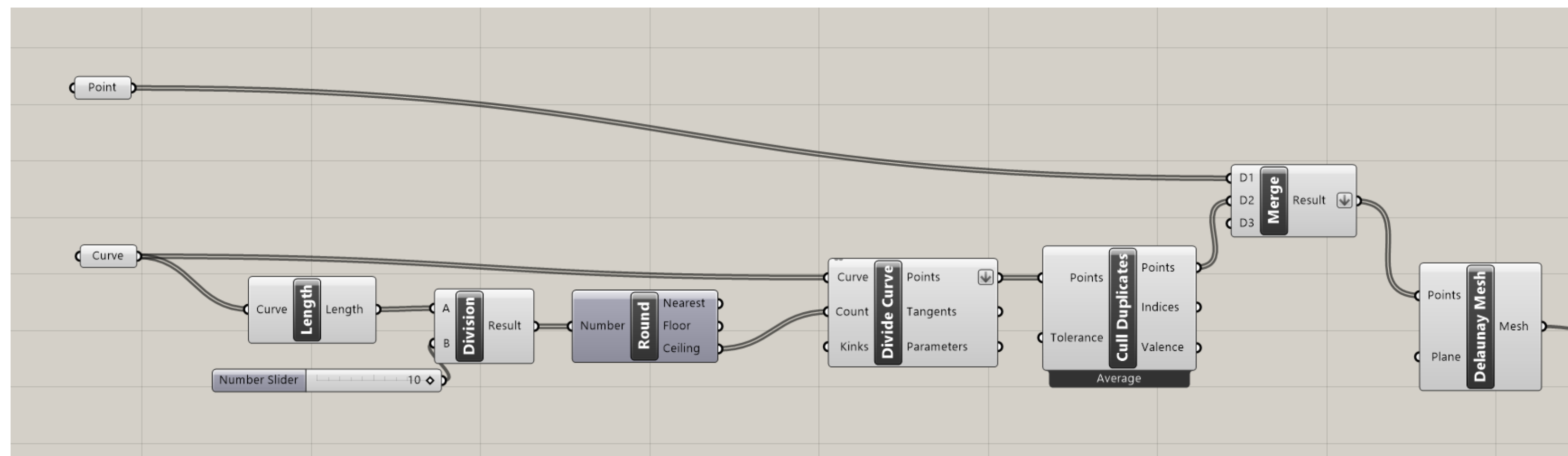
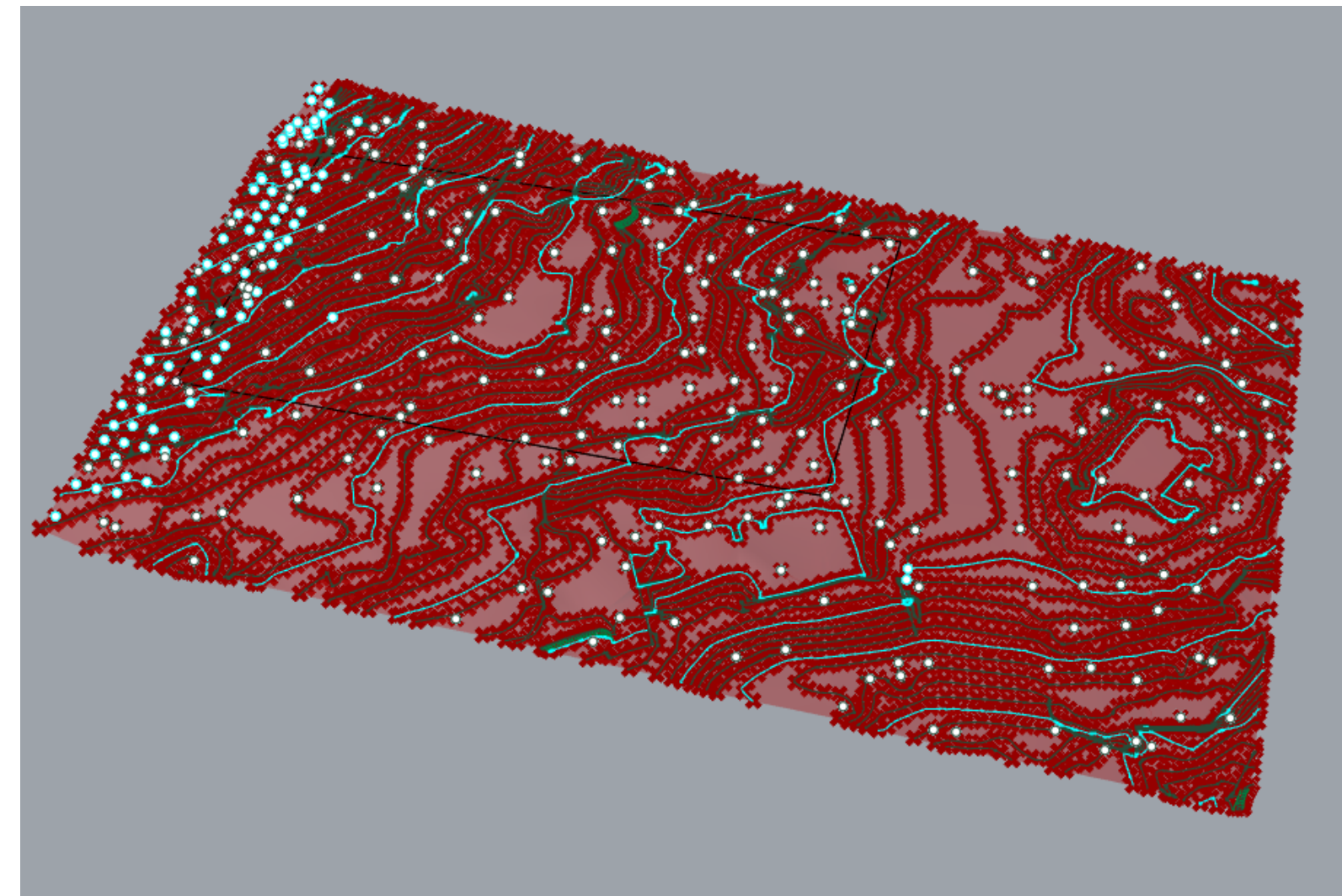
Para isso vamos utilizar os comandos length, Divide, Round e Cull Duplicants.

Essencialmente vamos dividir a distancia de cada curva de nível por um numero igual fazer um arredondamento da distancia obtida de forma a obter um numero exato superior a 1. Assim, separamos as curvas por vários conjuntos de pontos o que possibilita a customização do nível de detalhe do nosso terreno e depois a introdução destes pontos no comando “mesh”.



AULA-8 TERRENO

Para acabarmos esta primeira mesh só temos de ligar os pontos e os pontos das curvas de nível ao comando mesh, que por sua vez estará ligado ao comando “delaunay mesh”, e é só fazer bake do delaunay mesh.

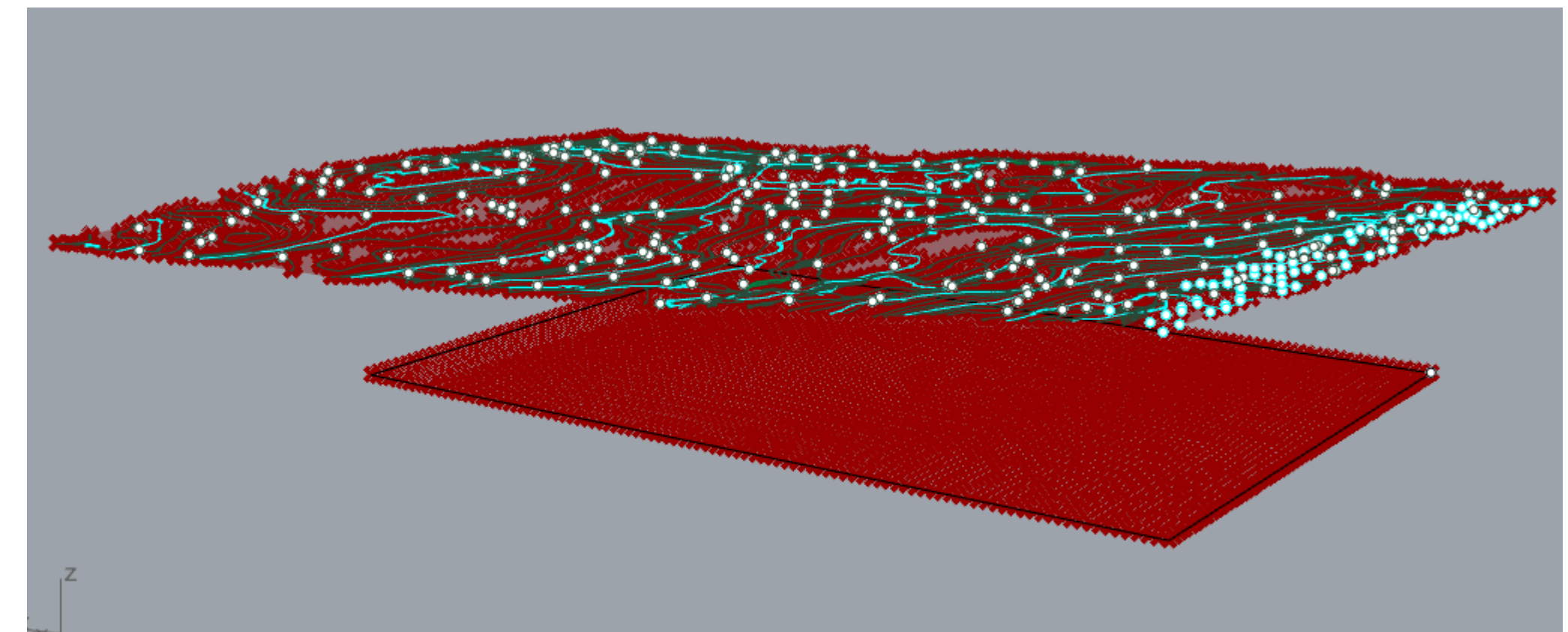
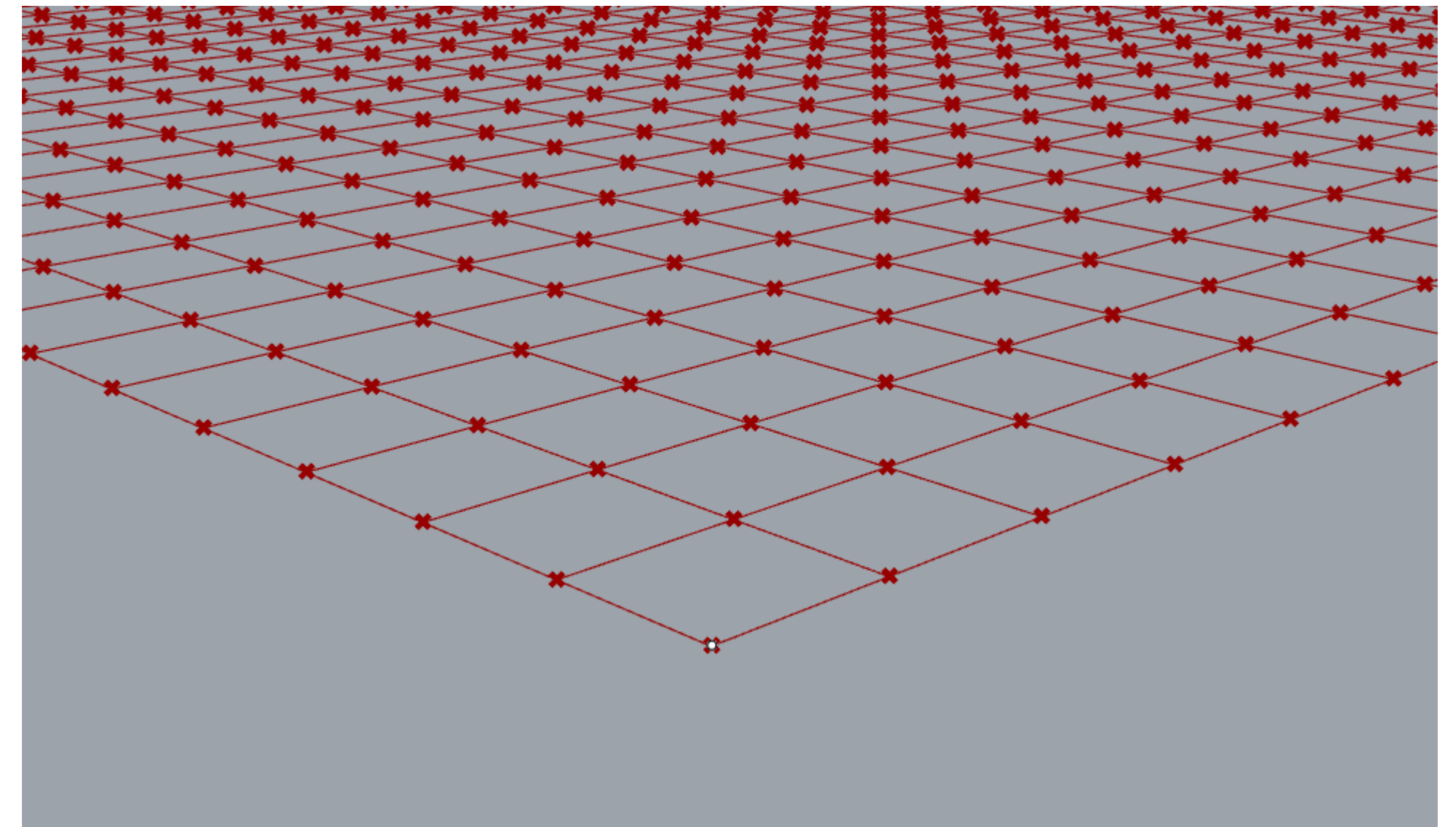
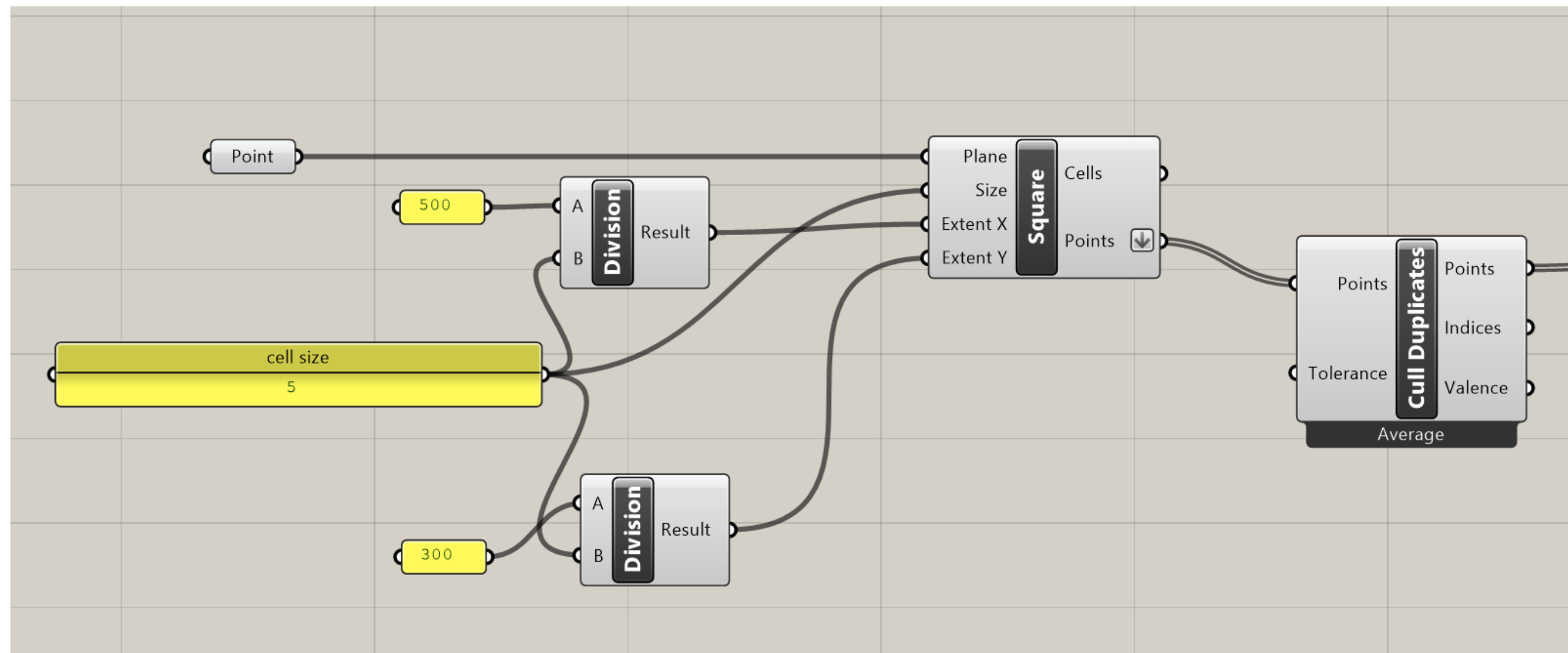


AULA-8 TERRENO

O processo de criação desta segunda mesh é o mesmo e só temos de adicionar mais uns comandos depois.

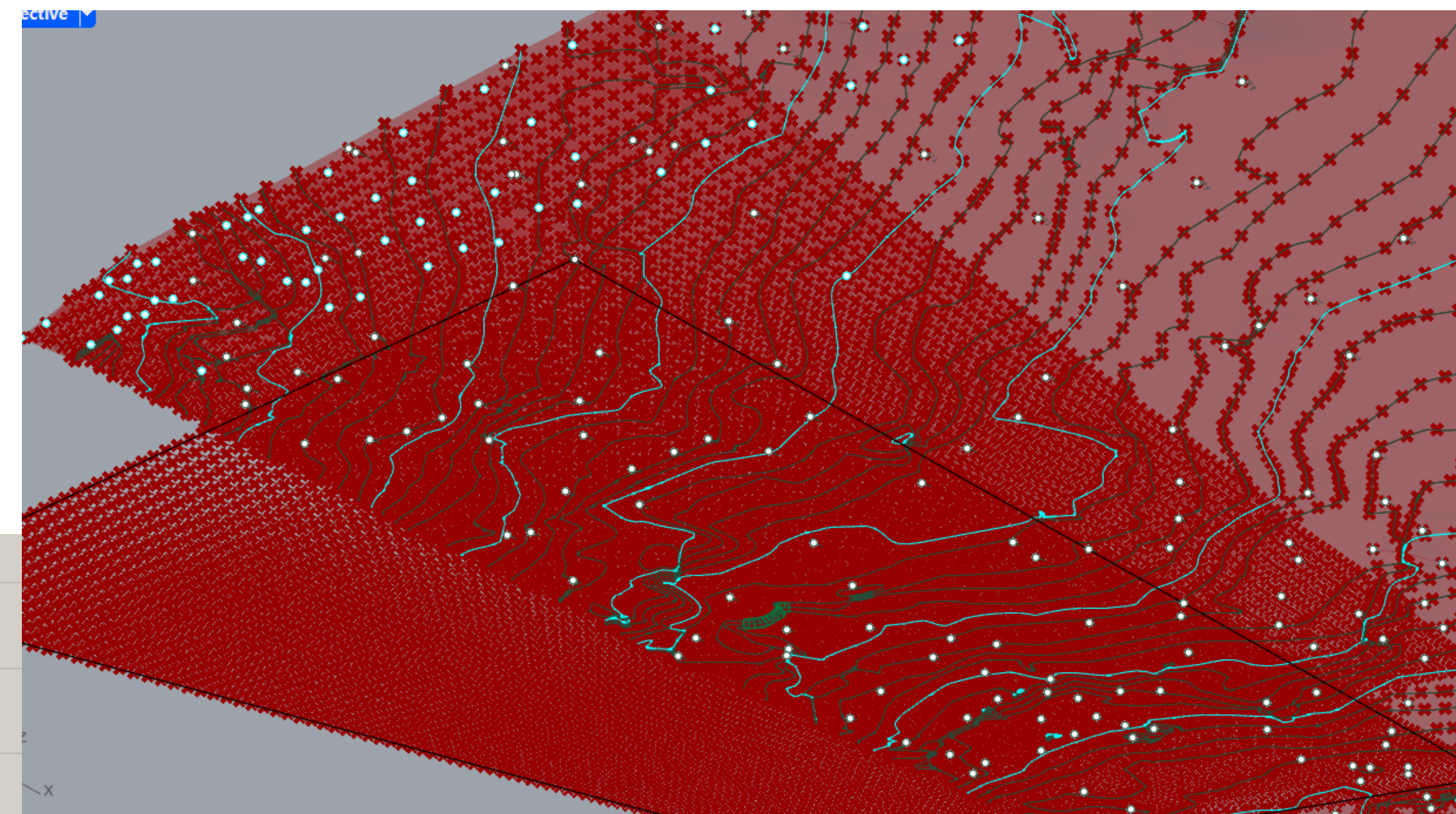
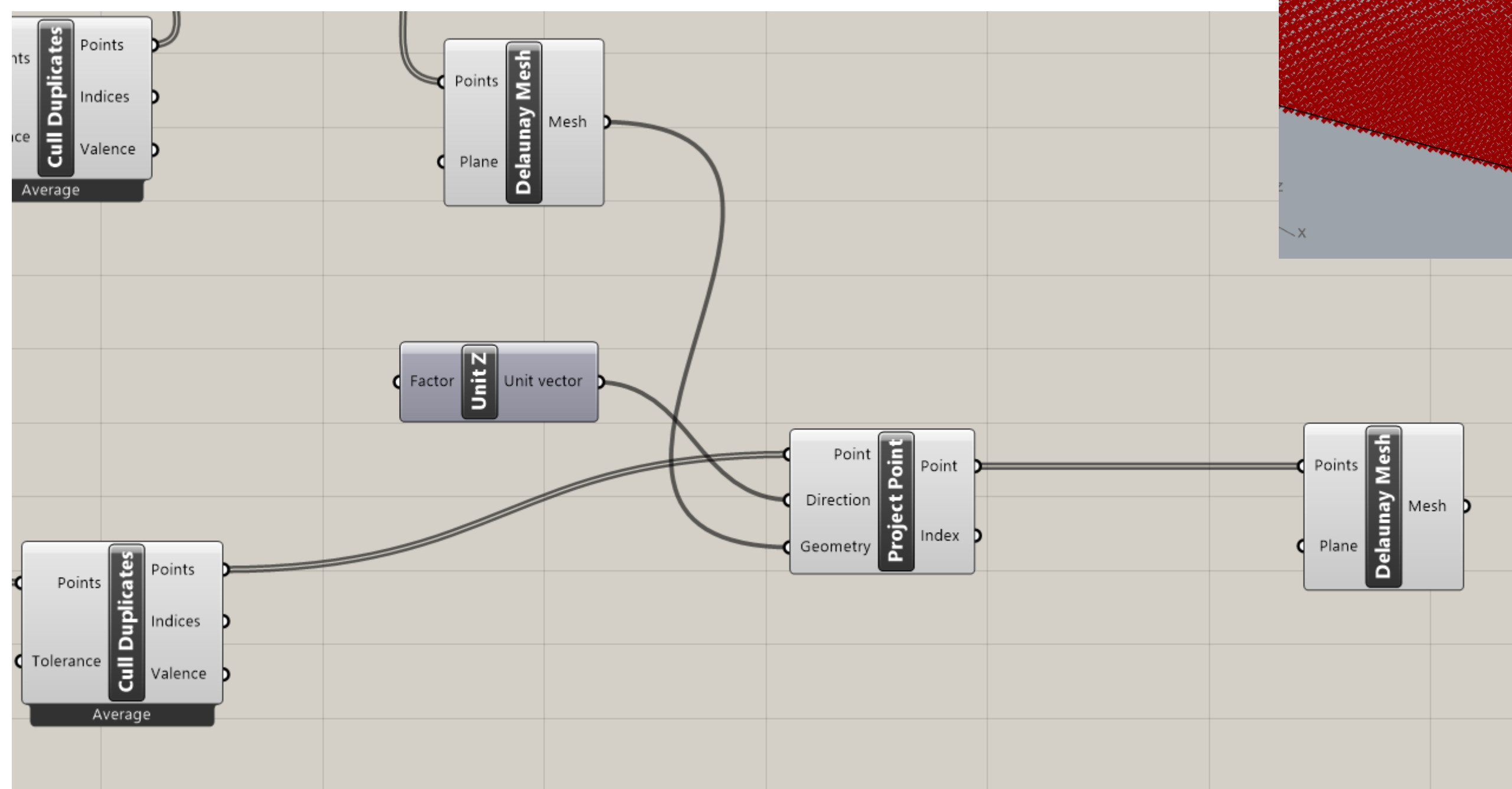
Primeiro temos de criar uma grelha com a dimensão que desejamos com que o nosso terreno fique. Para fazermos isso temos de utilizar os comandos square, division e cull duplicants.

Utilizamos os painéis para defenir as dimensões da grelha e a forma como ela vai ser dividida, dispondo-os como na imagem abaixo.



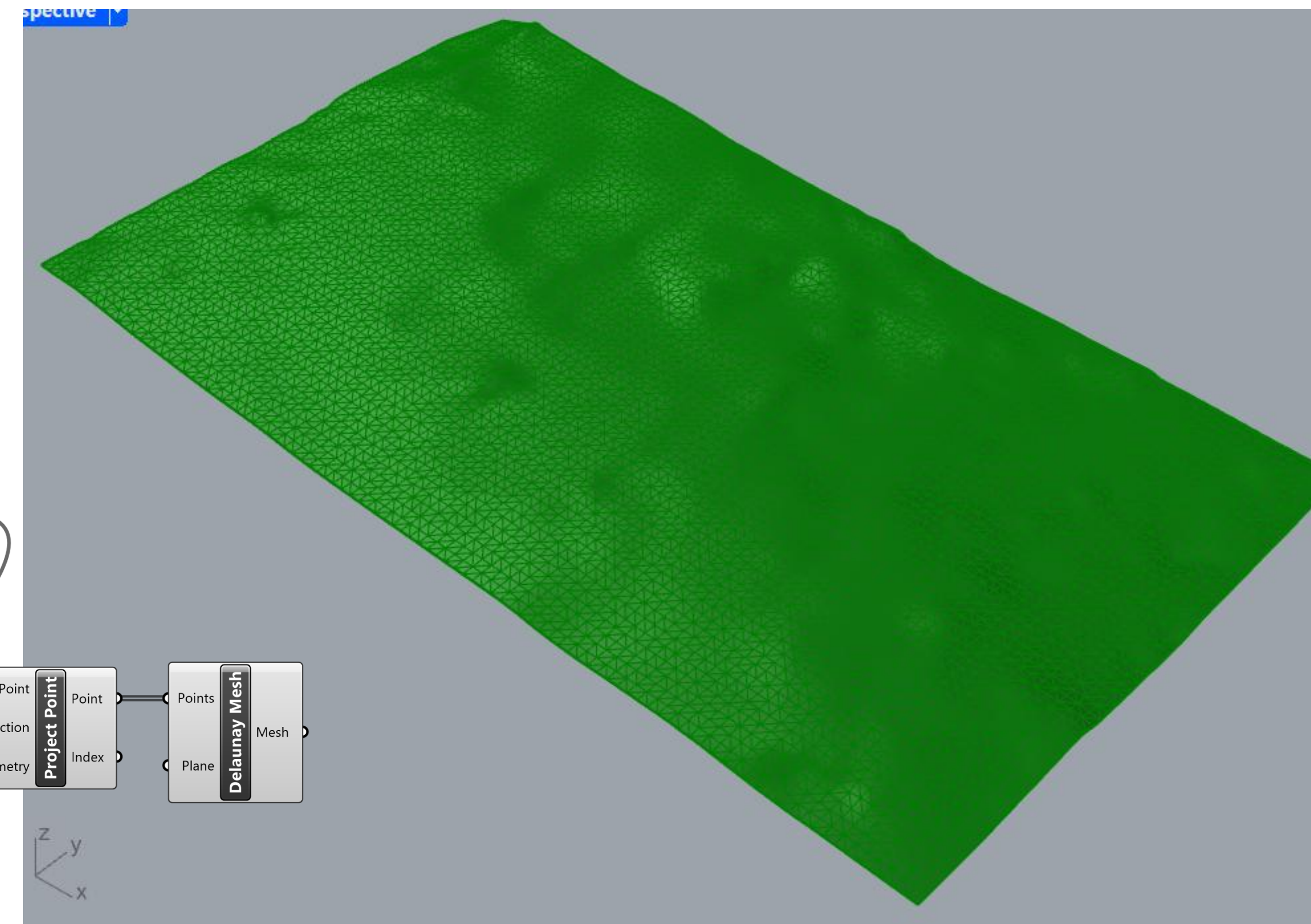
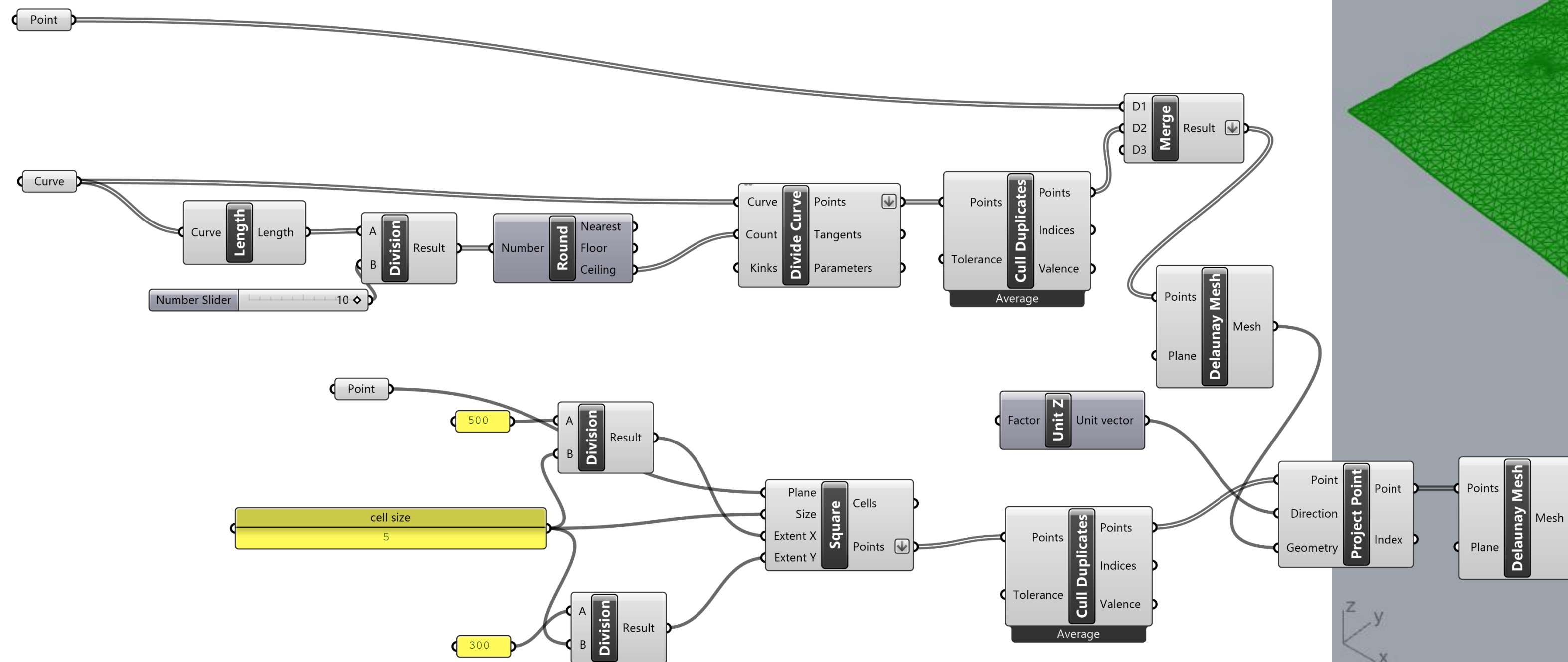
AULA-8 TERRENO

A seguir temos que projetar os pontos da grelha ao comando project de forma a projeta-los na mesh anteriormente criada.



AULA-8 TERRENO

Por ultimo só temos de juntar o comando project a outro delaunay mesh e fazer bake para obtermos o terreno final.

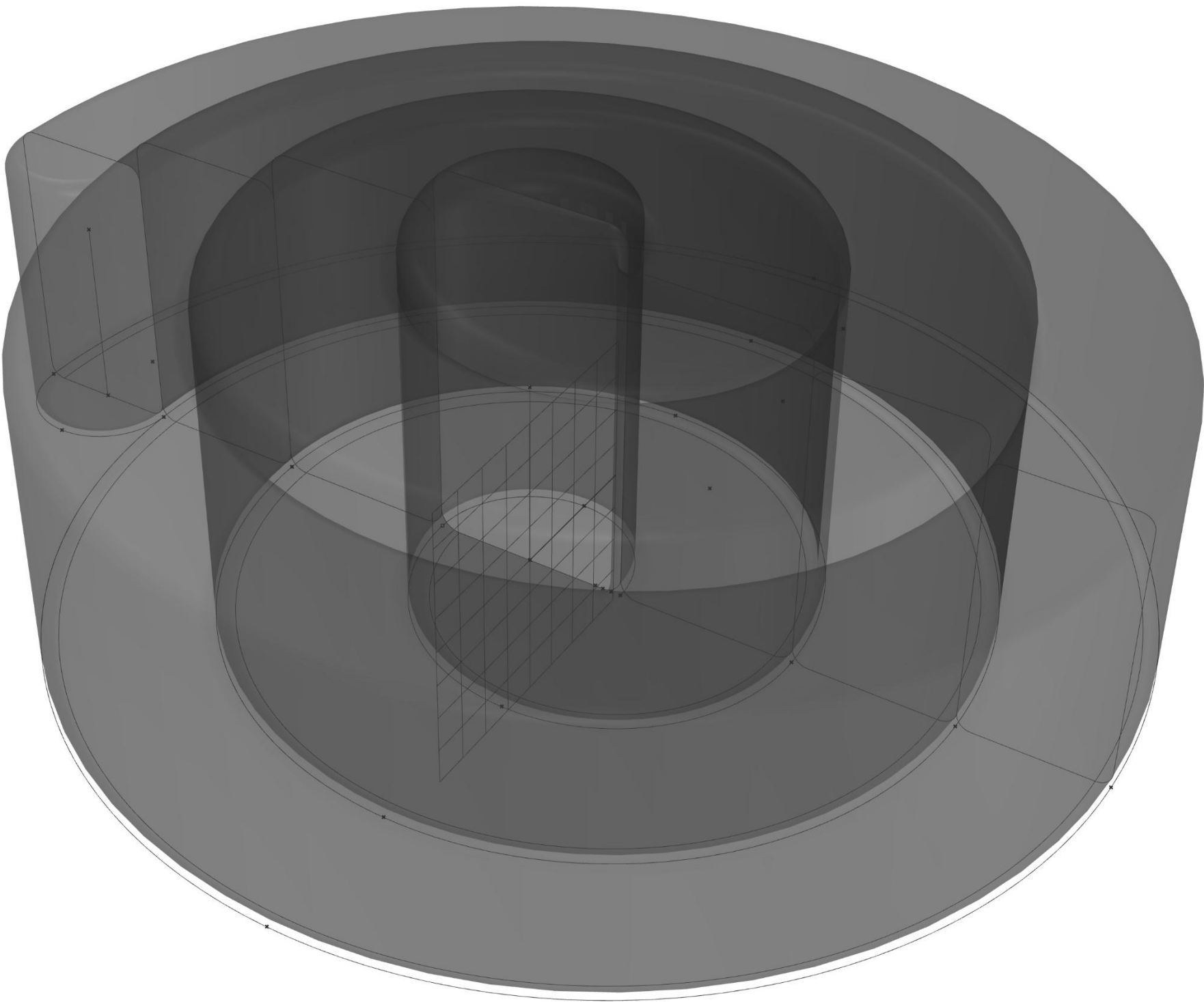
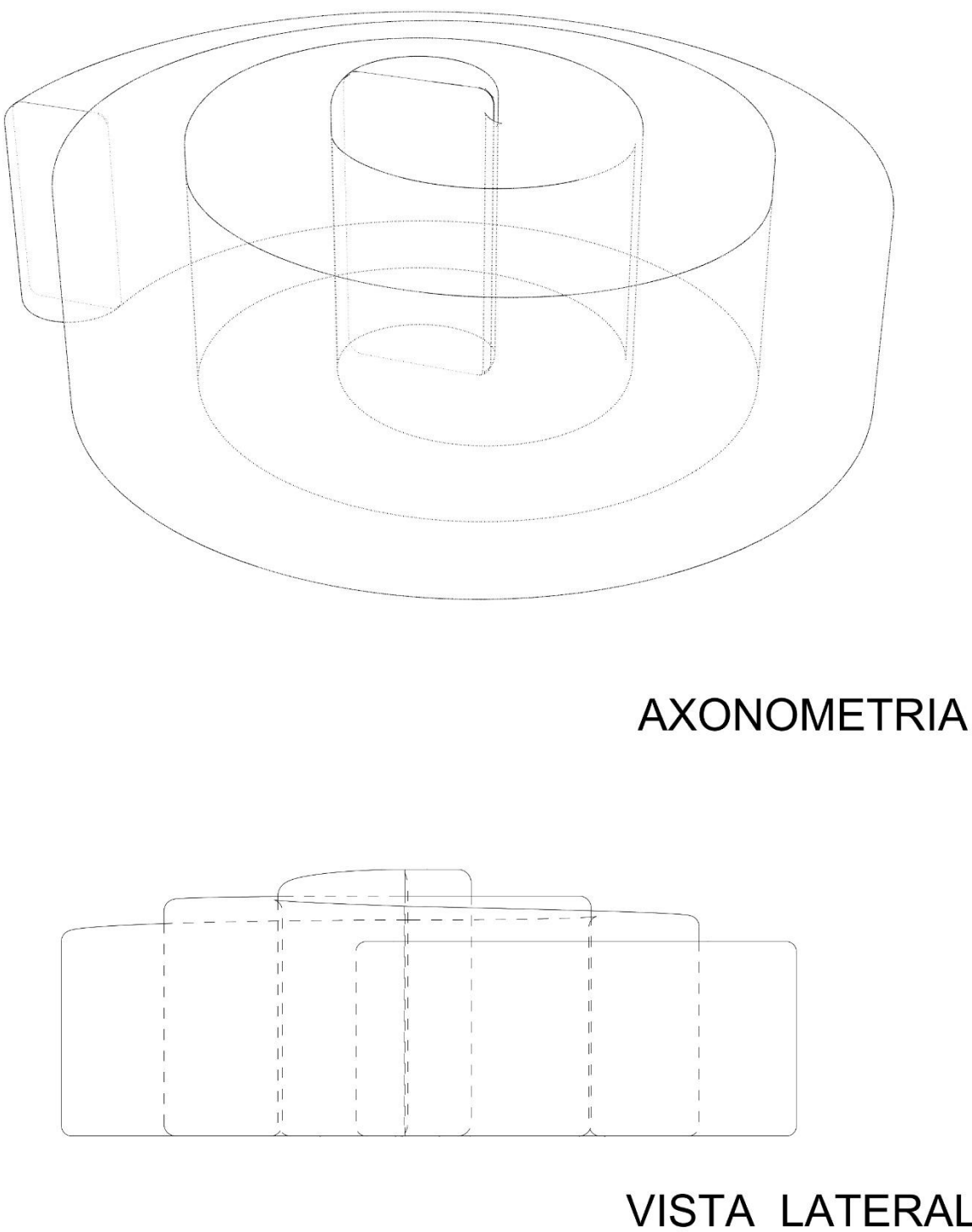
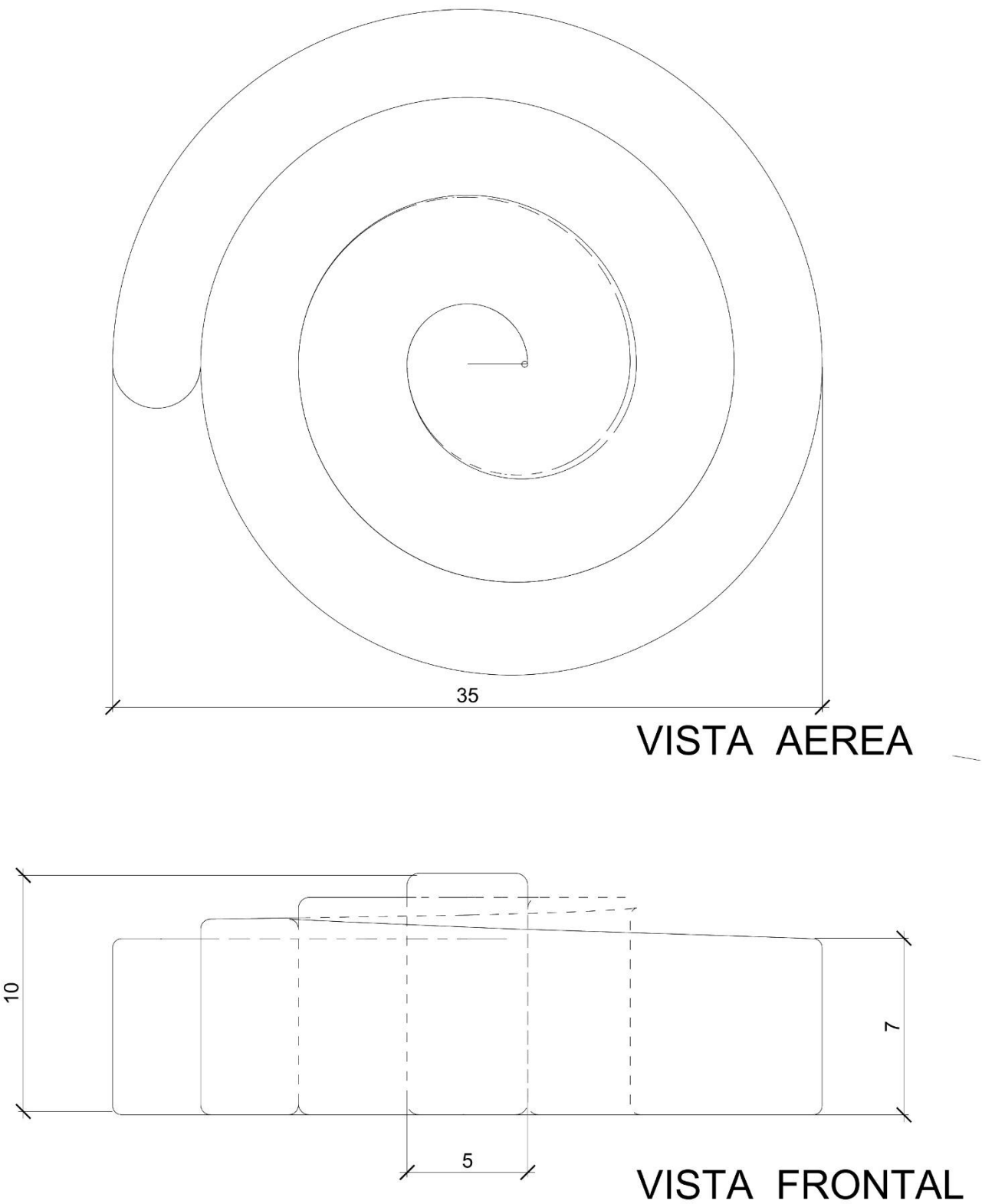


AULA-8 TERRENO

TRABALHO 3 – GRASSHOPPER

CINNAMON ROLL

Cinnamon Roll



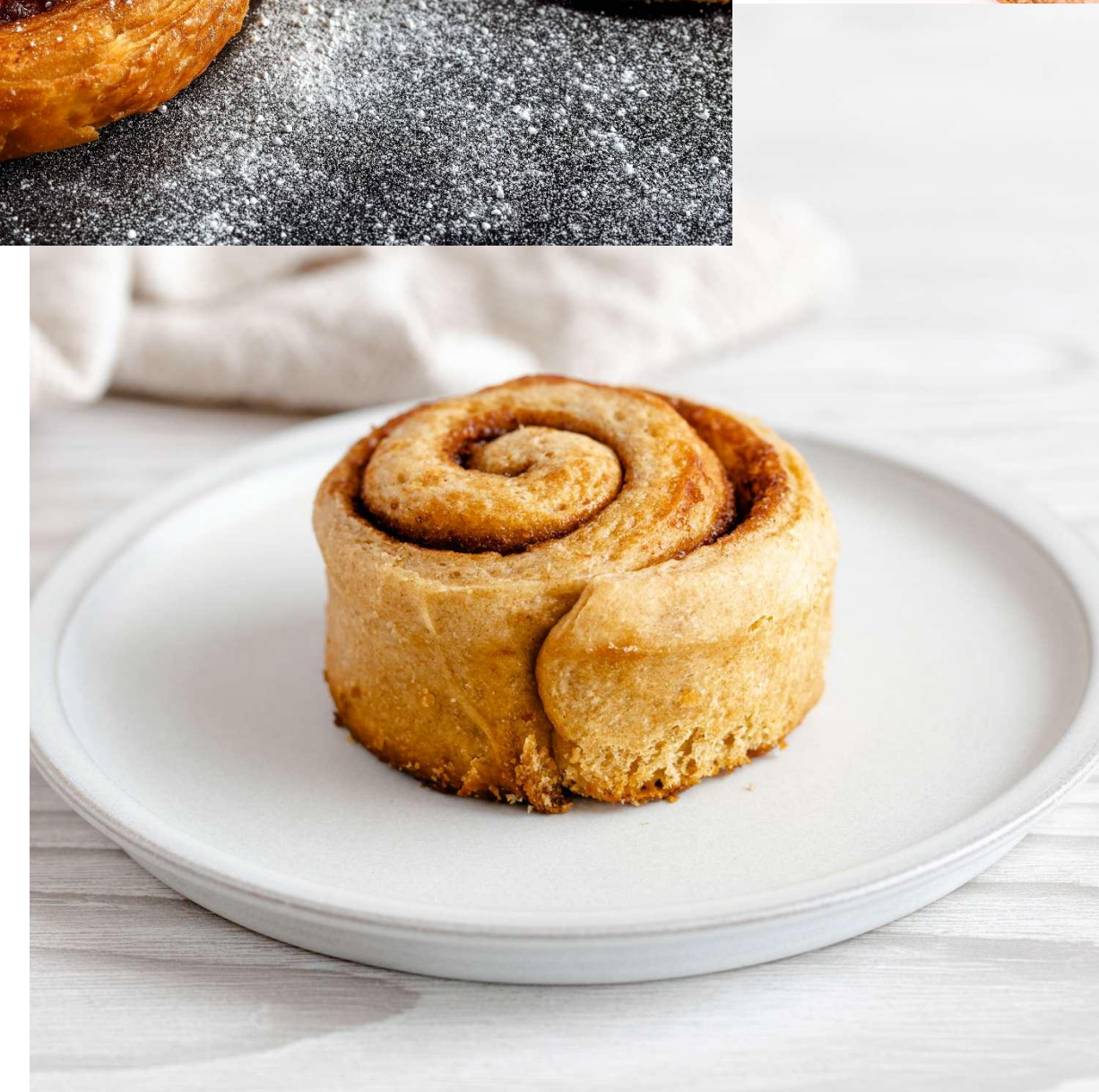
CINNAMON ROLL

Um cinamon roll ou um rolo de canela é um bolo em que uma fita de massa é besuntada com manteiga, açúcar e canela e é enrolada criando uma forma de espiral.

Escolhi criar este bolo no grasshopper por apresentar características formais similares às de um molusco e porque estava a comer um enquanto pensava no que fazer para esta entrega final de M.G.G.

A sua forma é bastante interessante uma vez que, para além de ser uma espiral, é mais alto no centro e mais baixo nas suas extremidades. Isto em combinação com o facto de que a sua parte inferior é praticamente plana faz com que se crie uma rampa helicoidal na sua parte superior cujo declive vai progressivamente aumentando.

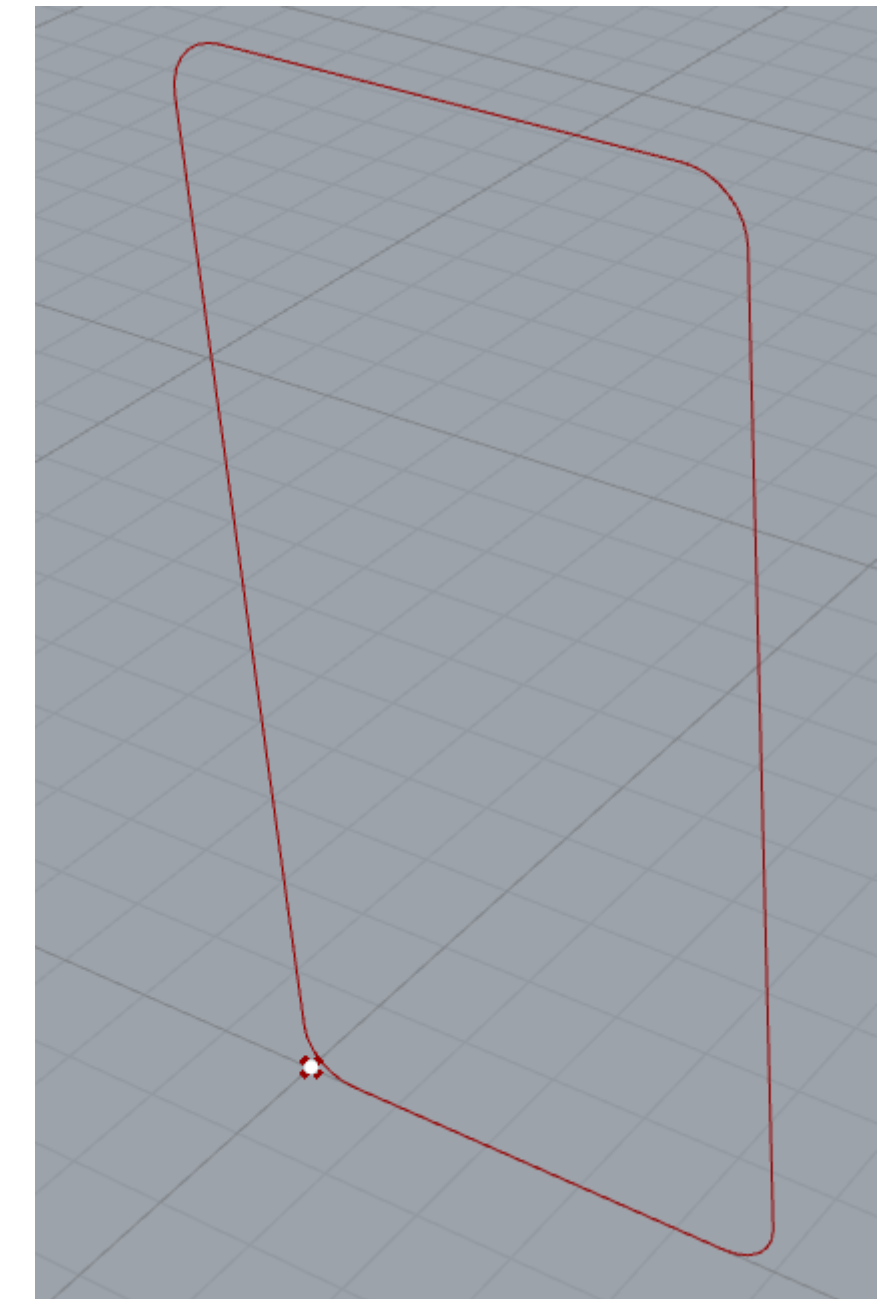
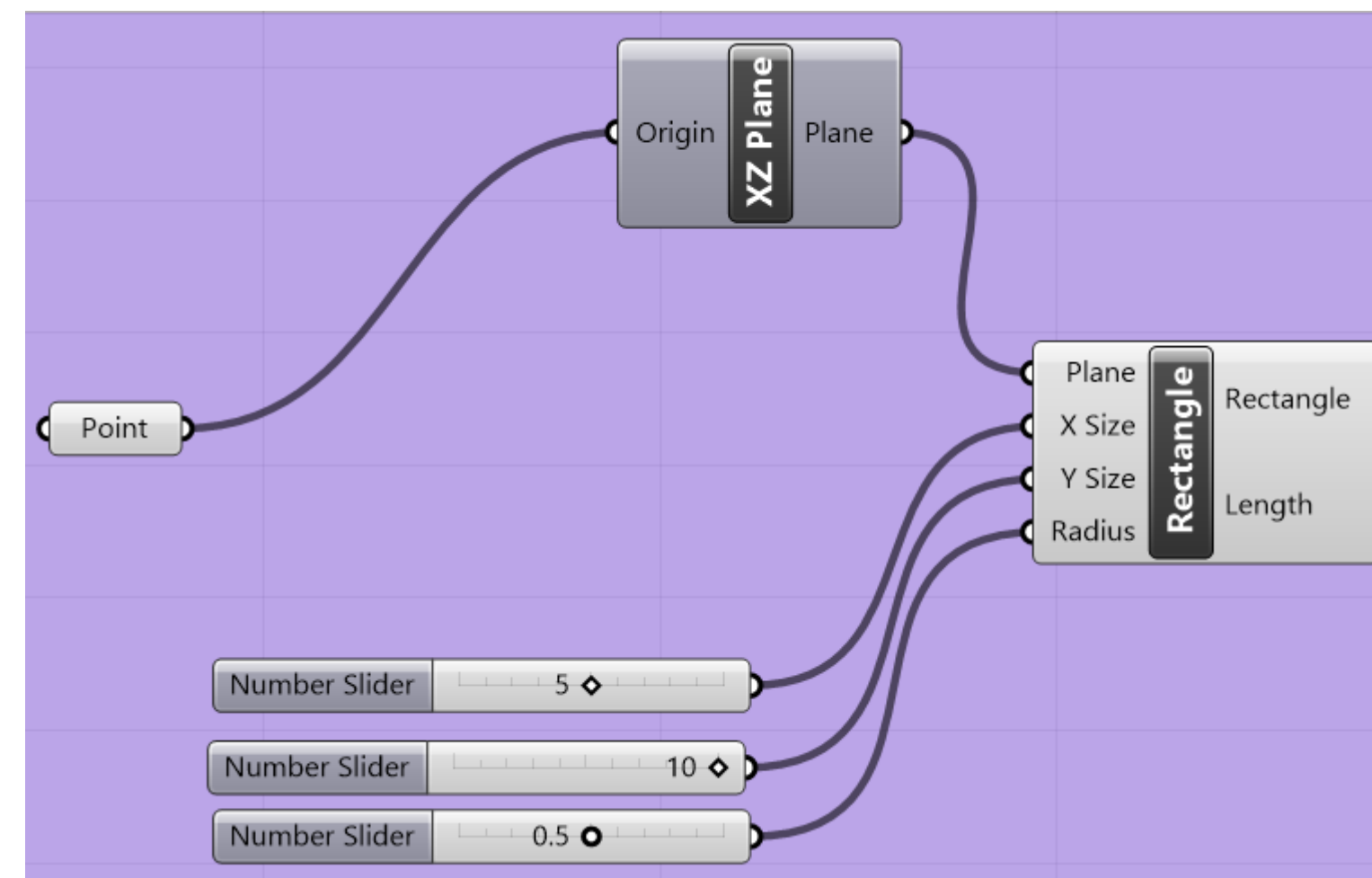
Para criar este cinamon roll escolhi definir que a cada meia volta dada pela espiral que é formada a altura do bolo decresceria 10%. Decidi também que para melhor replicar a sua forma as extremidades da espiral começariam e terminariam com o que pode ser praticamente considerado um meio cilindro.



CINNAMON ROLL

Como já elaborei detalhadamente no caderno diário e nos outros trabalhos a construção de outras formas no grasshopper. Neste trabalho vou explicar de forma menos detalhada, partindo do pressuposto que não é necessário estar a explicar o que todos os comandos fazem nem o básico do grasshopper. Poupano assim tempo ao escritor e ao leitor do diário.

O primeiro passo na criação do cinnamon roll foi desenhar a primeira secção do mesmo. Esta secção assume a forma de um retângulo vertical com uma altura de 10, uma largura de 5 e um raio de 0.5, para que os seus vértices ficassem arredondados criando uma secção do cinnamon roll mais realista.



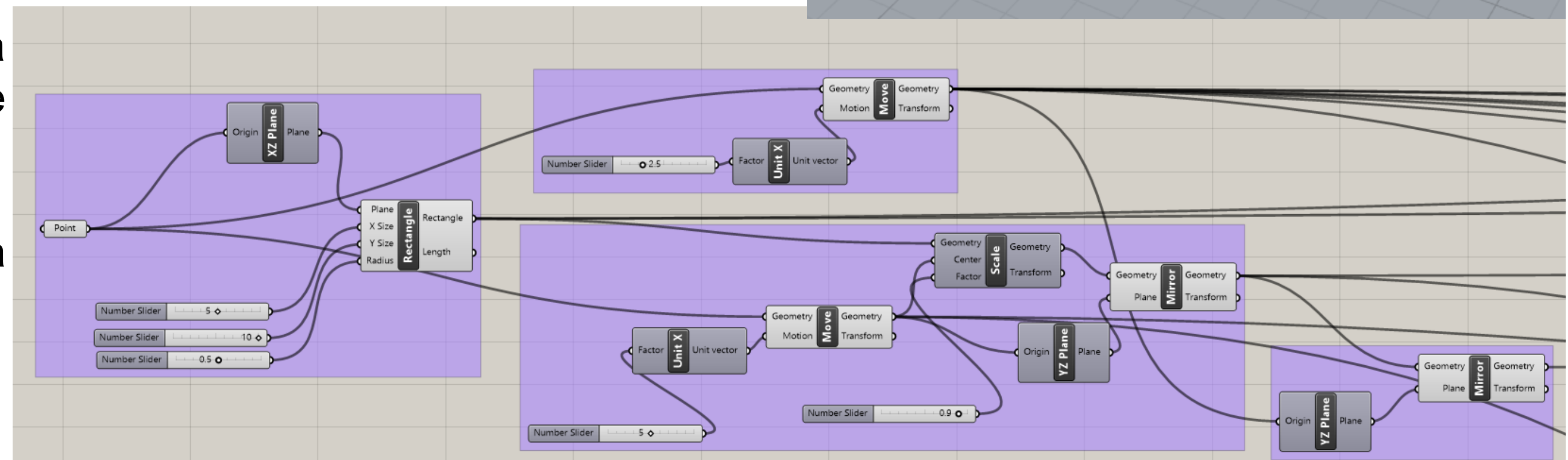
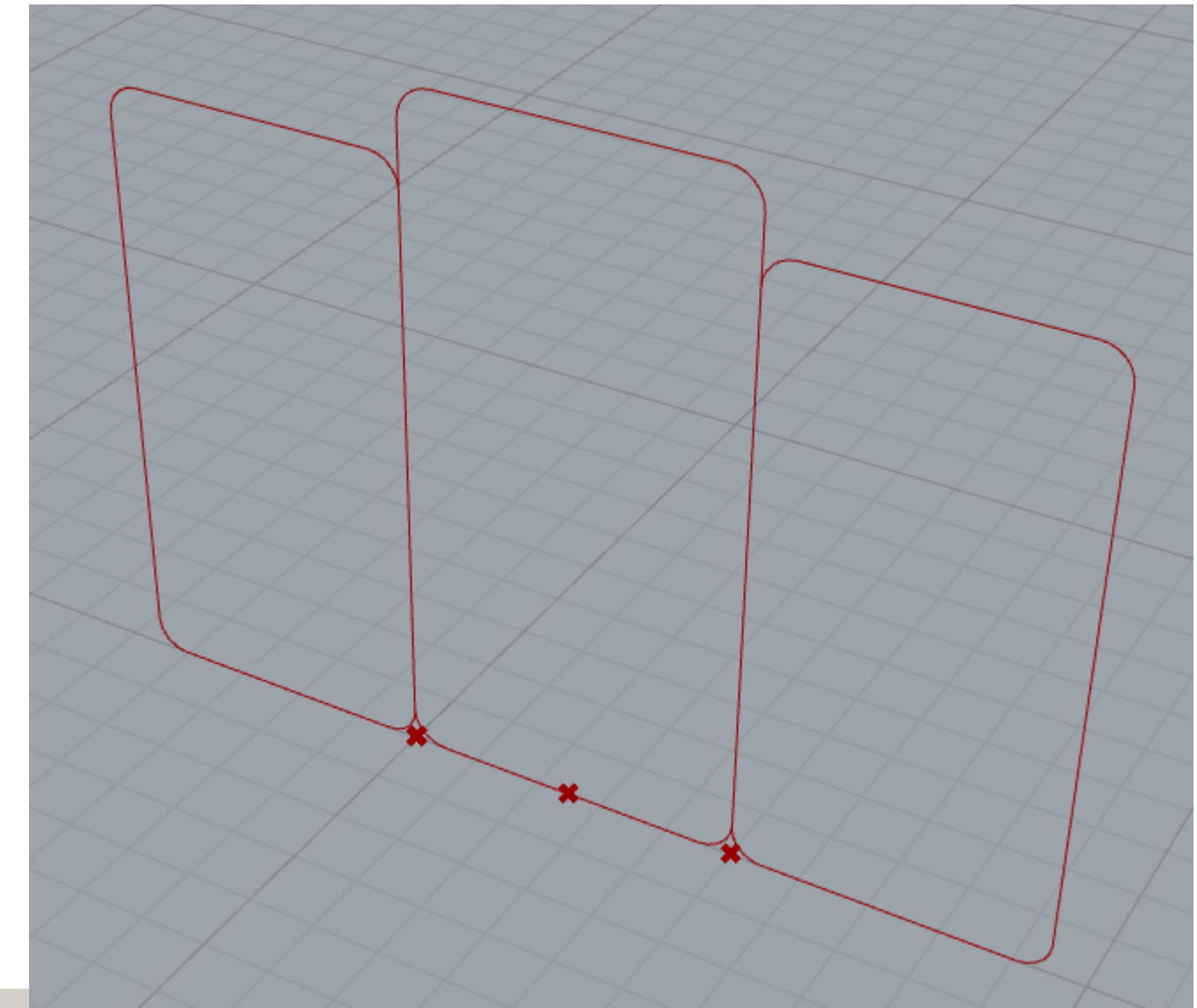
CINNAMON ROLL

Depois de criar o primeiro retângulo, dupliquei o mesmo e o seu ponto gerador através do comando move. Coloquei este novo retângulo de forma a ficar adjacente ao retângulo inicial e depois utilizei comando scale de forma a criar um novo retângulo mais pequeno que ficasse adjacente ao retângulo original.

O scale foi feito com um scale factor de 0.9 para diminuir o tamanho do retângulo por 10%.

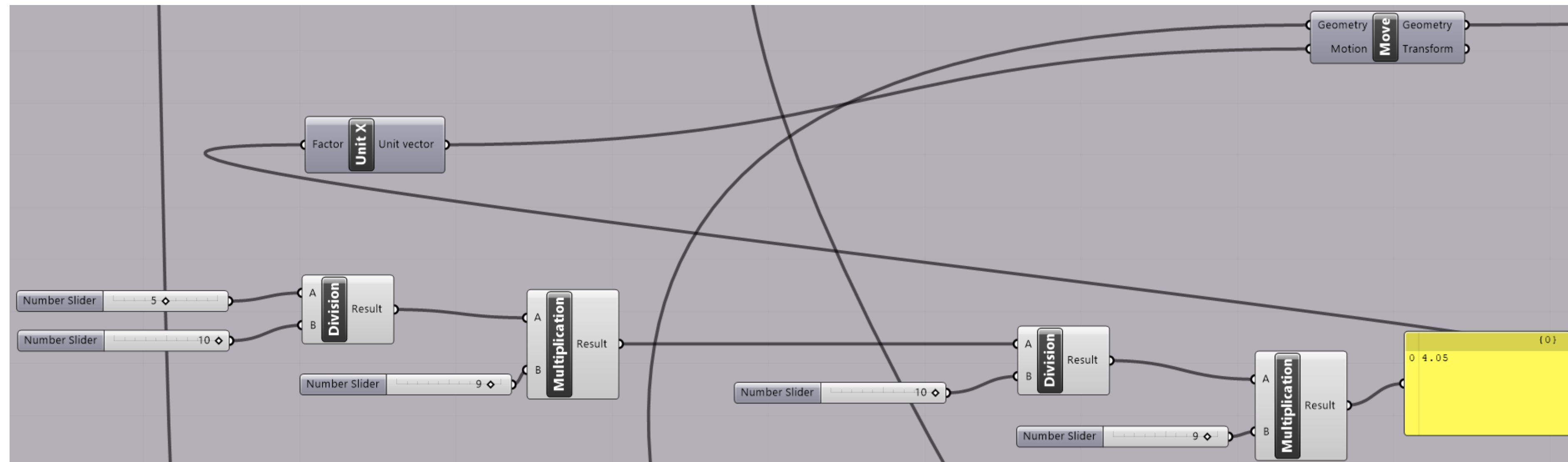
Depois de fazer o scale teve que ser feito um mirror de forma a criar um retângulo igual ao retângulo 10% menor que estivesse posicionado no lado oposto do retângulo original.

Para que este mirror pudesse ser feito tivemos de criar um novo ponto com base no nosso ponto inicial. Este novo ponto a ser criado é posicionado 2.5 unidades mais para a direita de forma a ficar no midpoint da aresta inferior do retângulo central.



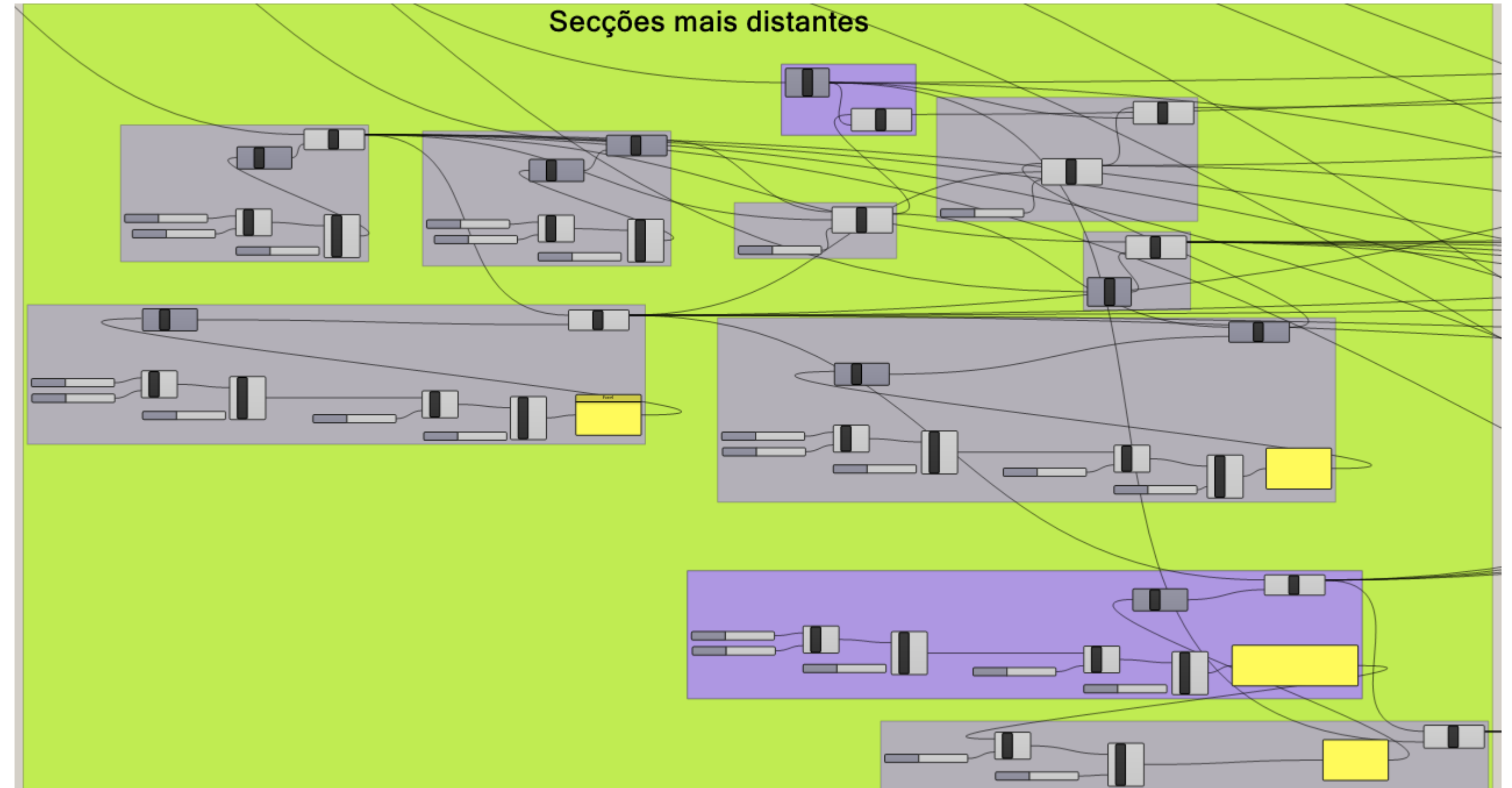
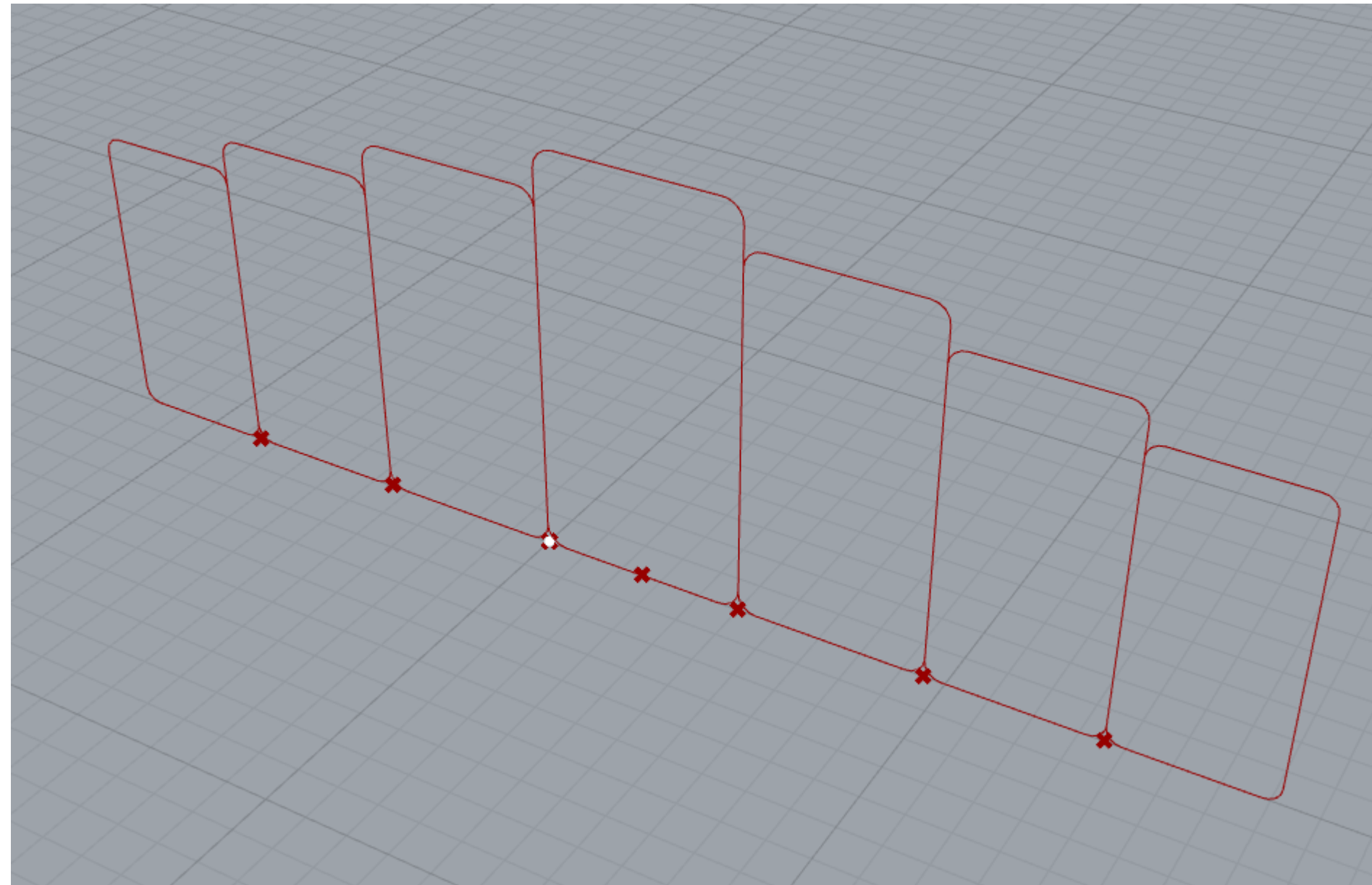
CINNAMON ROLL

A seguir repeti o processo para criar mais dois triângulos adjacentes aos dois anteriores e depois ainda mais dois, replicando também os seus vértices inferiores. A única diferença no processo é que desta vez utilizei uma serie de comando para que pudesse calcular a distancia que tinha de utilizar para reposicionar os novos retângulos de forma a que estes ficassem adjacentes aos dois retângulos anteriormente criados. Esse calculo consistia em medir a o comprimento da aresta inferior do retângulo original (5), dividir esse valor por dez e de seguida multiplica-lo por nove, de forma a obter 90% do comprimento da mesma. Depois, repetia este calculo com o resultado do anterior, dependendo do posicionamento do retângulo.



CINNAMON ROLL

O resultado do processo explicado no slide anterior ficava assim no rhino e no grasshopper.(infelizmente o código era muito grande para se ver mas eu disponibilizarei também o ficheiro grasshopper para rhino7)



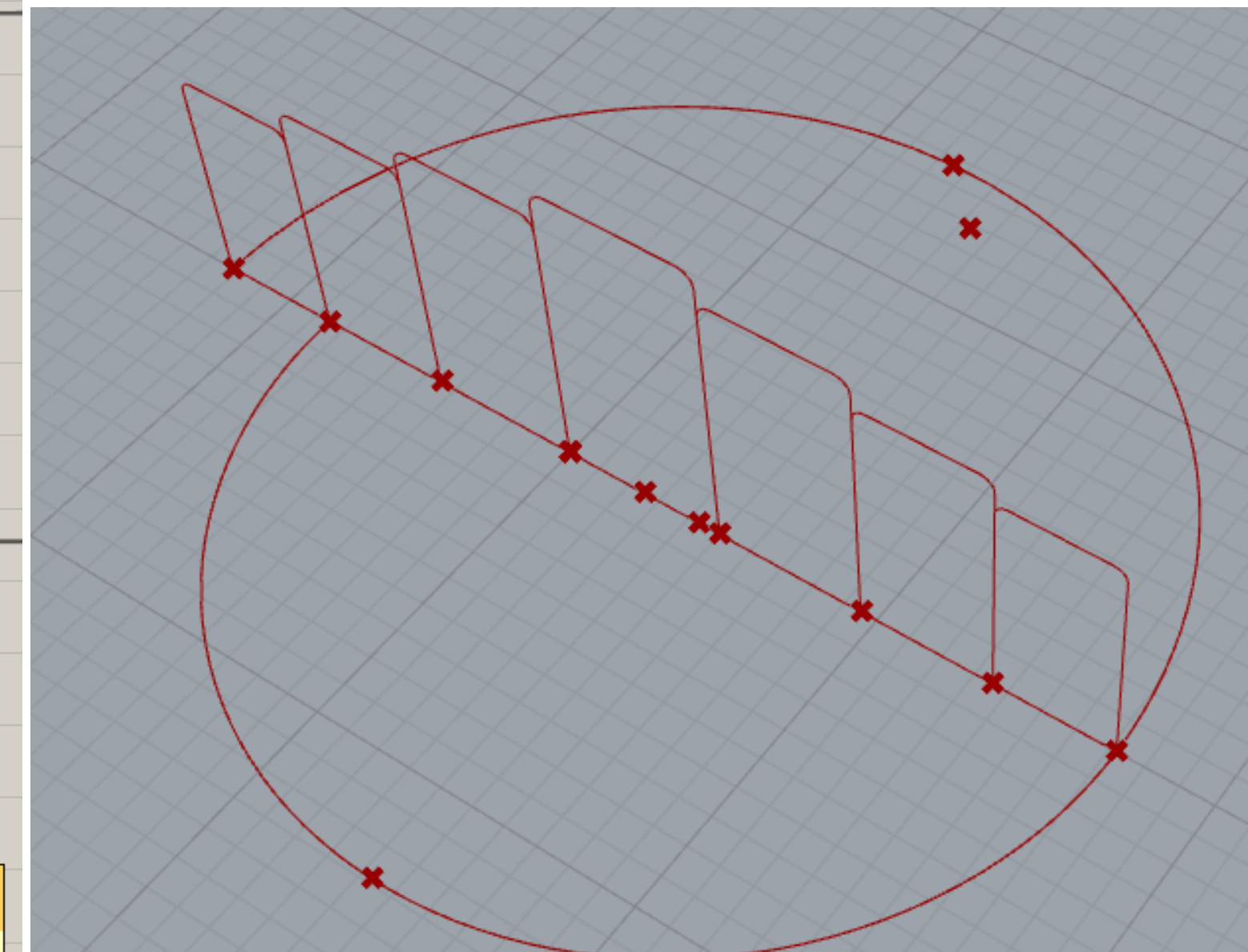
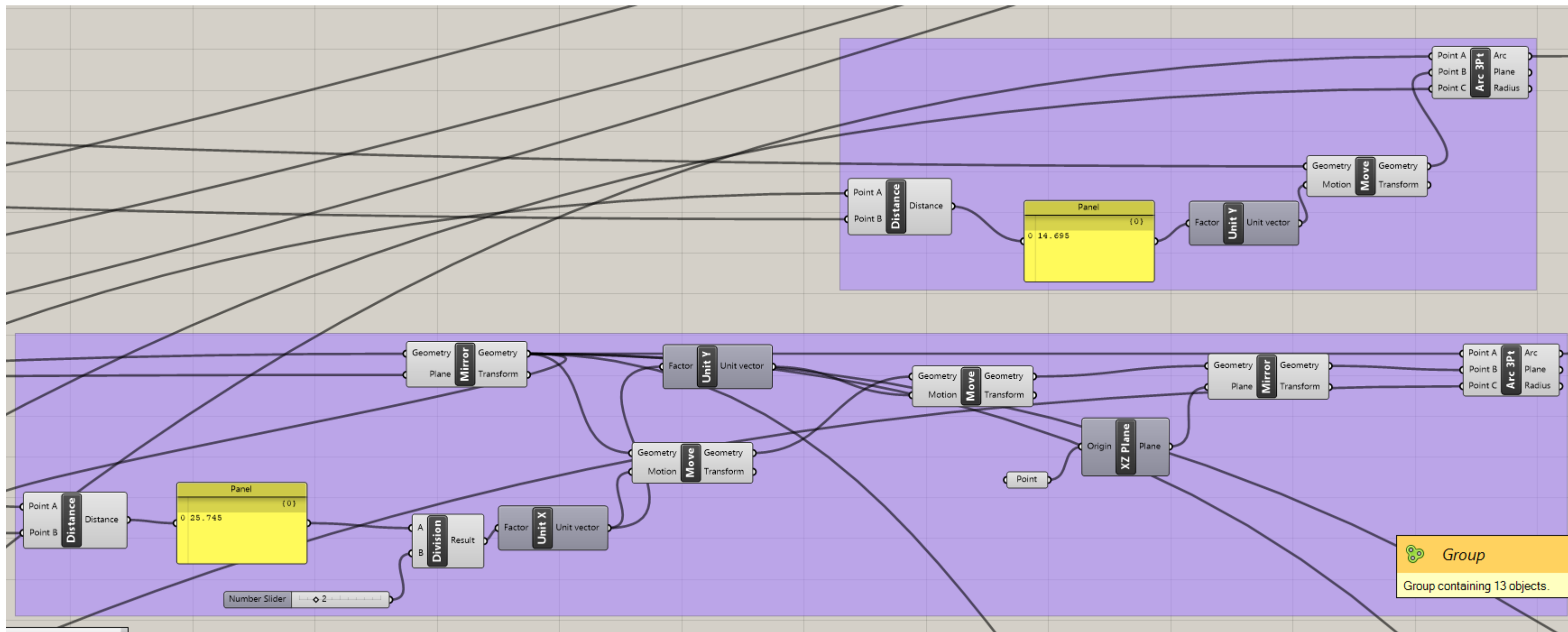
CINNAMON ROLL

Tendo acabado a construção das secções do cinnamon roll tinha que fazer, agora precisava de criar vários arcos horizontais que criassem a forma da espiral do cinnamon roll.

Para criar esses arcos utilizei o comando “Arc 3point” que gera um arco com base em 3 pontos.

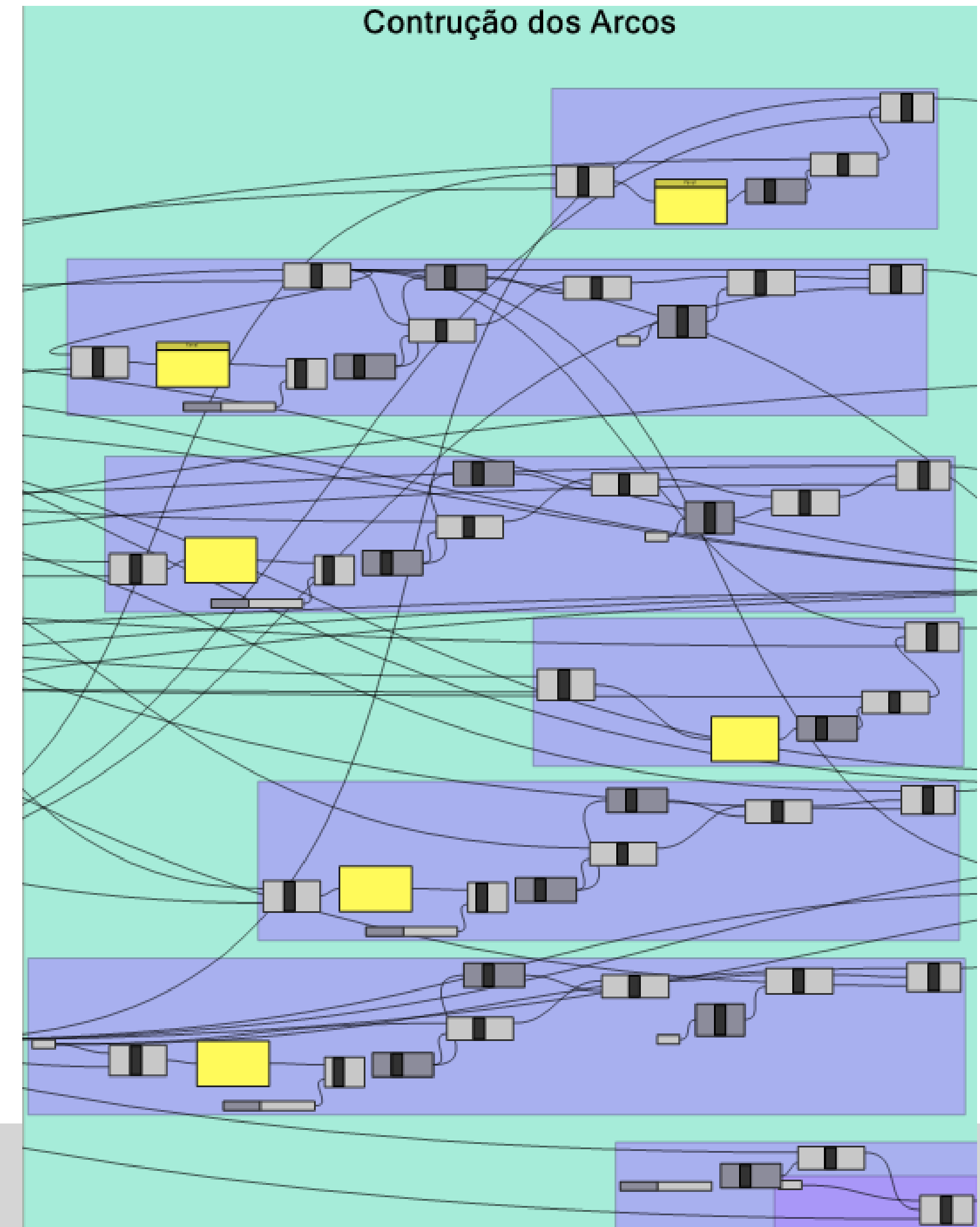
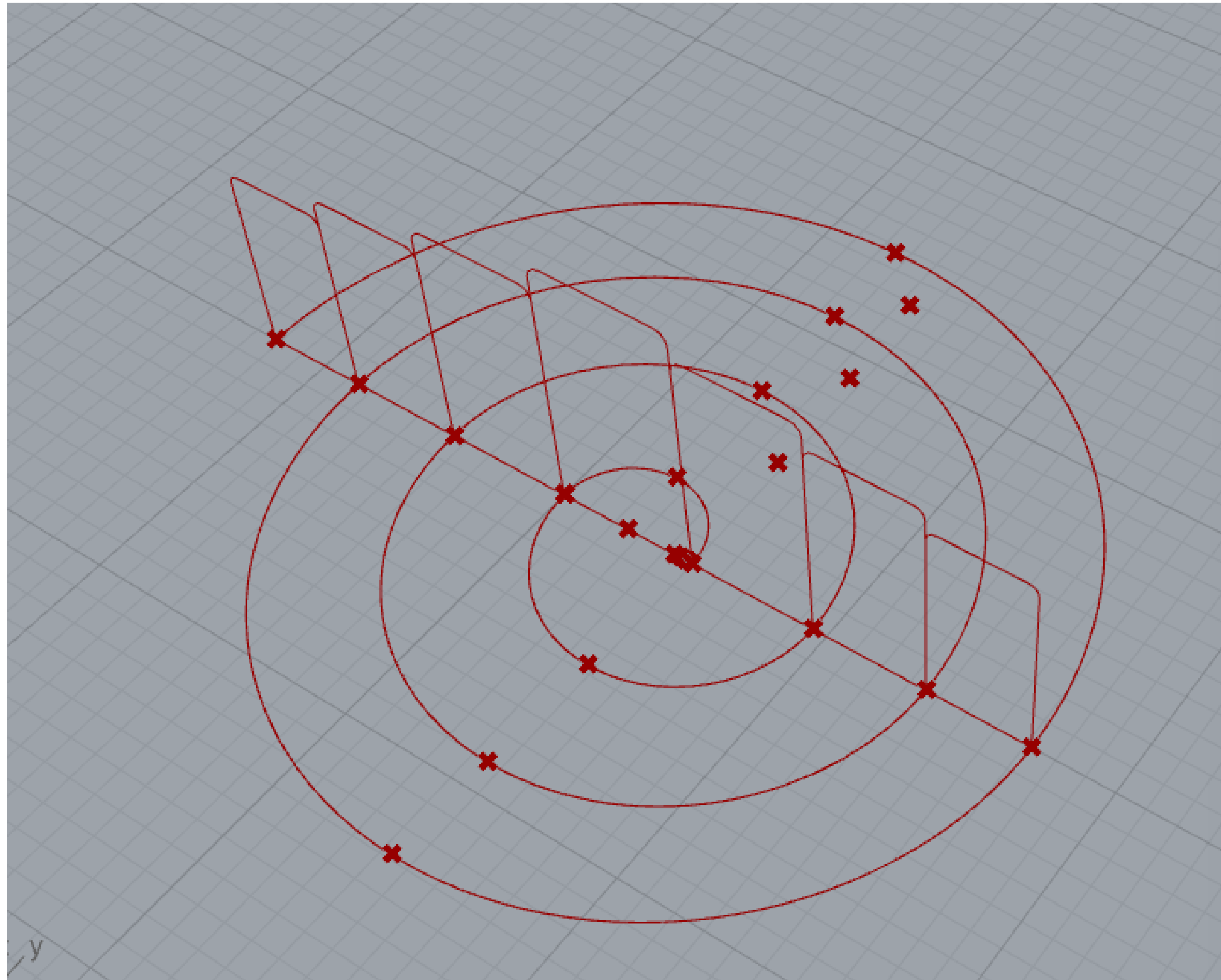
Destes 3 pontos já tinha criado os dois pontos das extremidades para todos os arcos, contudo, faltava-me criar midpoints para muitos dos arcos.

A criação destes mid points foi feita de forma simples. Medi a distancia entre os dois pontos das extremidades do arco que ia criar, dividia esta distancia em 2, e adicionava ou retirava o quociente à coordenada X e depois à coordenada y de um dos pontos das extremidades.



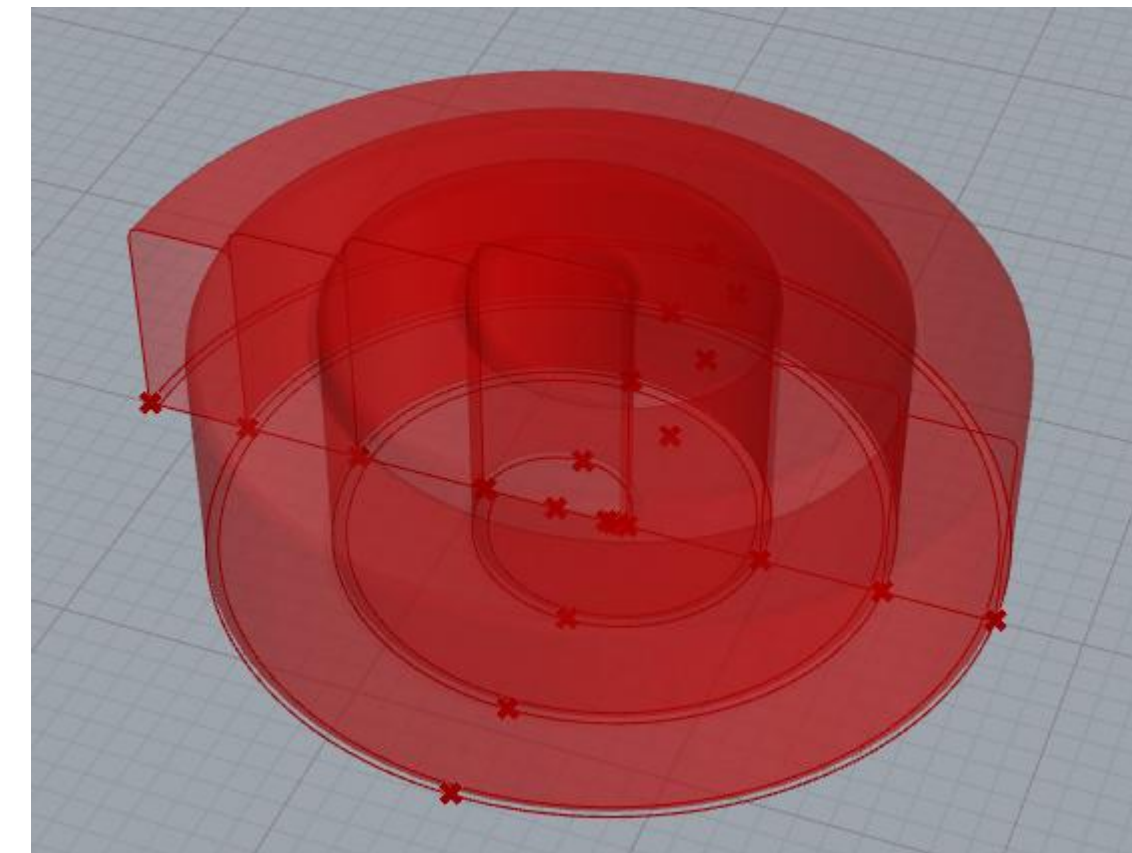
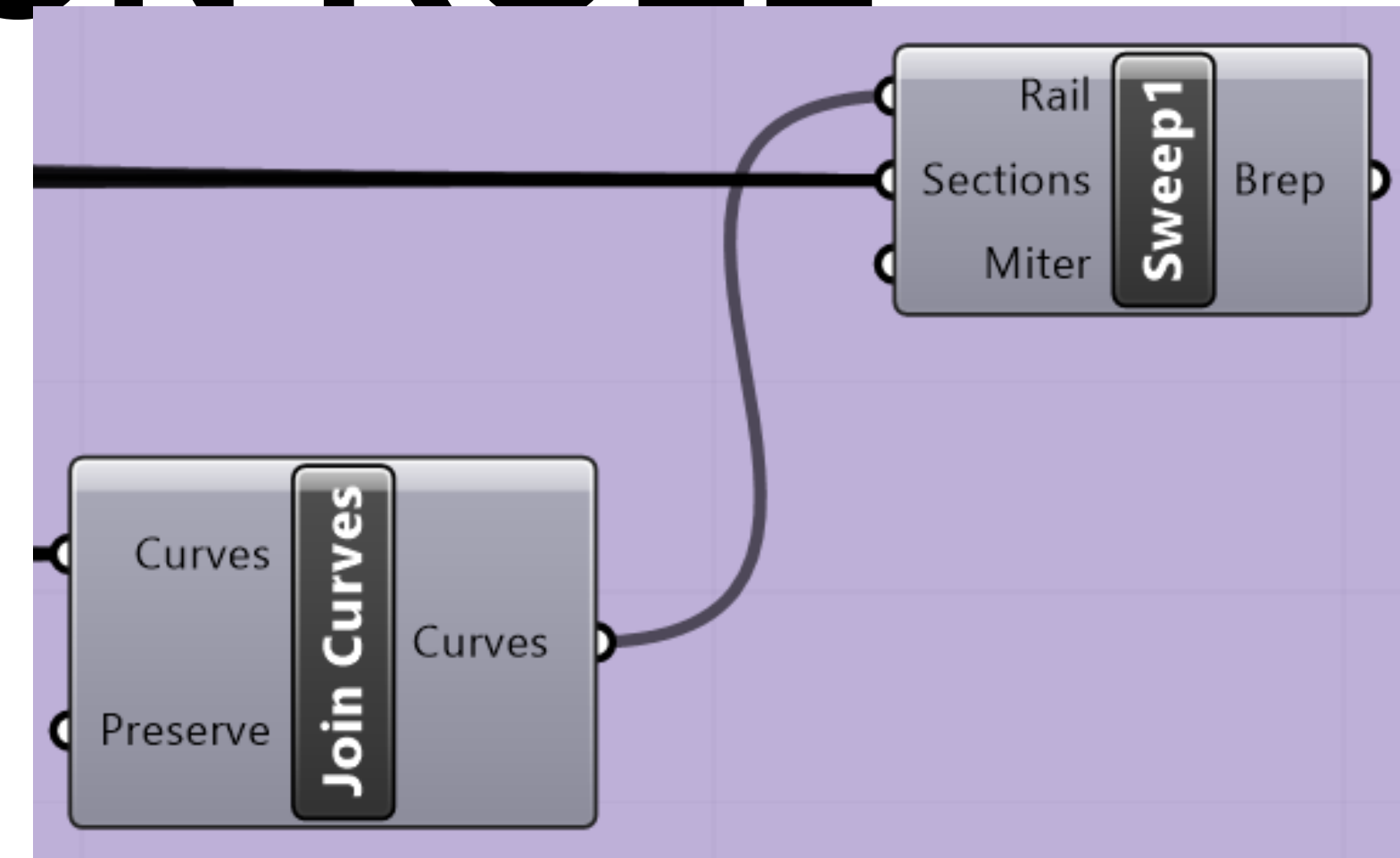
CINNAMON ROLL

O resultado do processo anterior com todos os arcos contruídos.



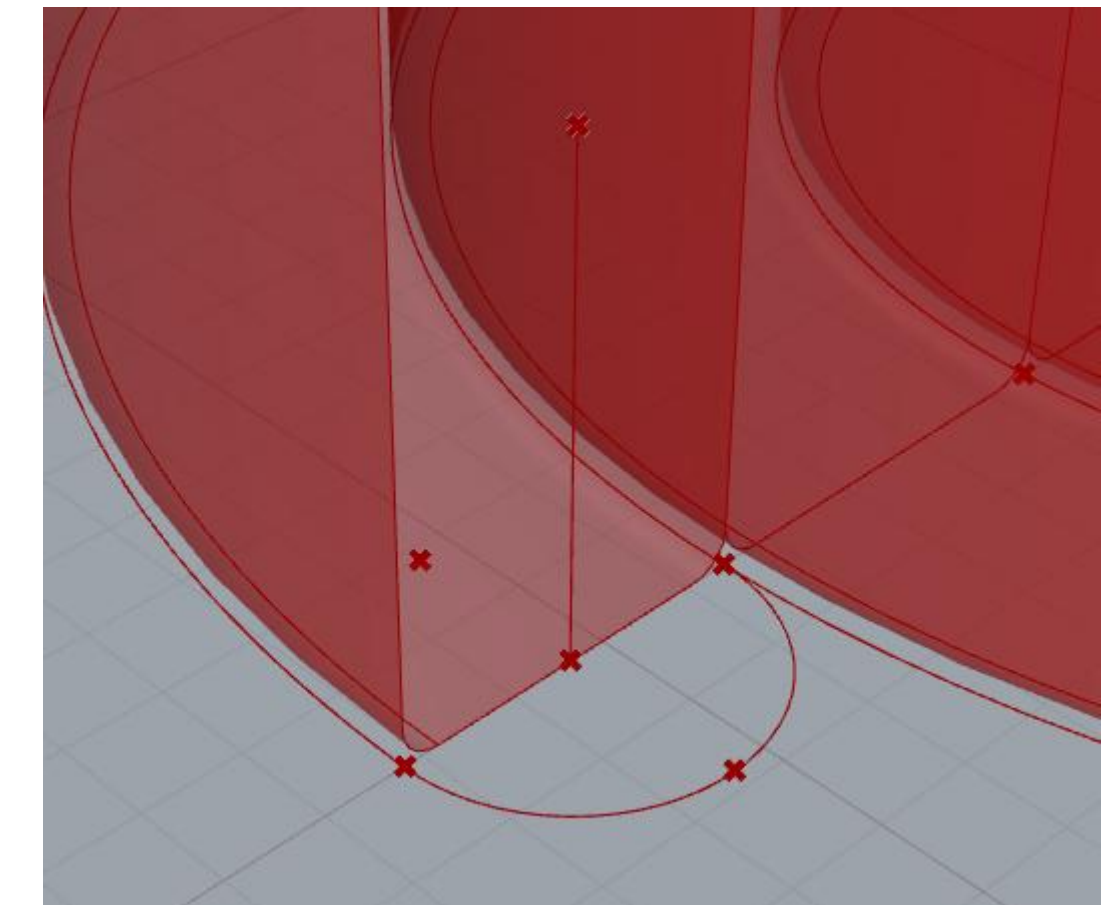
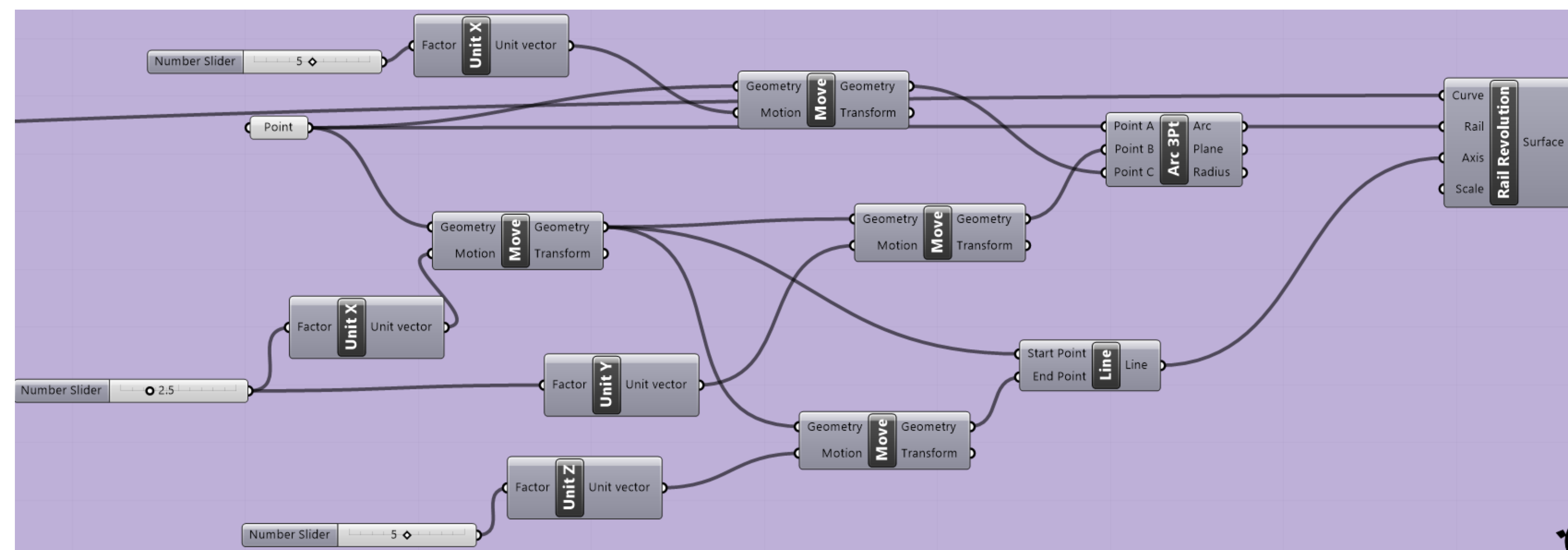
CINNAMON ROLL

Depois de construir os arcos temos de construir a parte principal da superfície do cinnamon roll. Para fazer isso, utilizamos o comando “Join Curves” e unimos todos os arcos a esse comando. A seguir Utilizamos o comando “Sweep1” e ligamos-lhe o resultado do join curves ao rail e todas as secções do cinnamon roll criadas ao sections. Tendo assim criado a maioria da superfície do bolo.



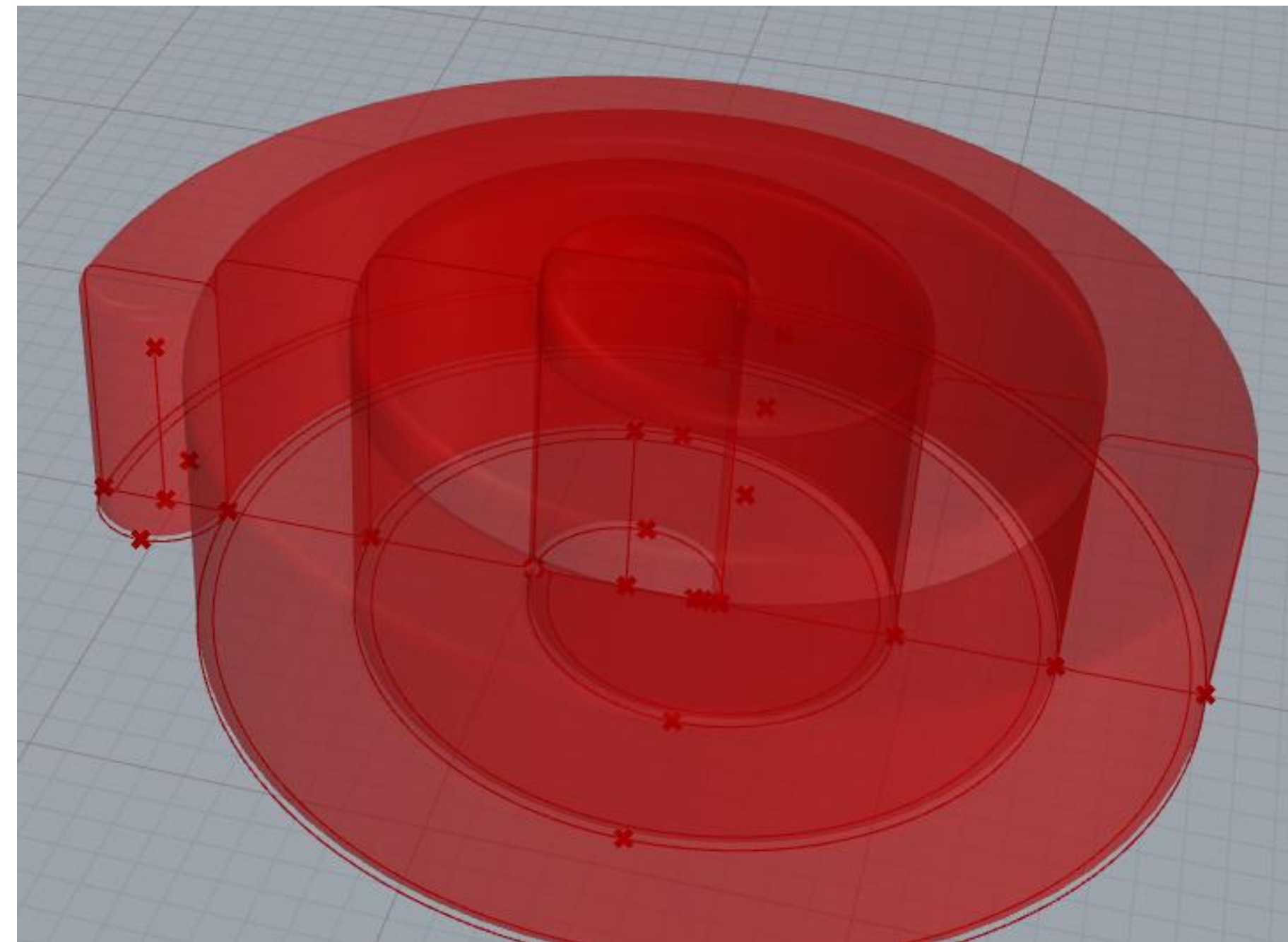
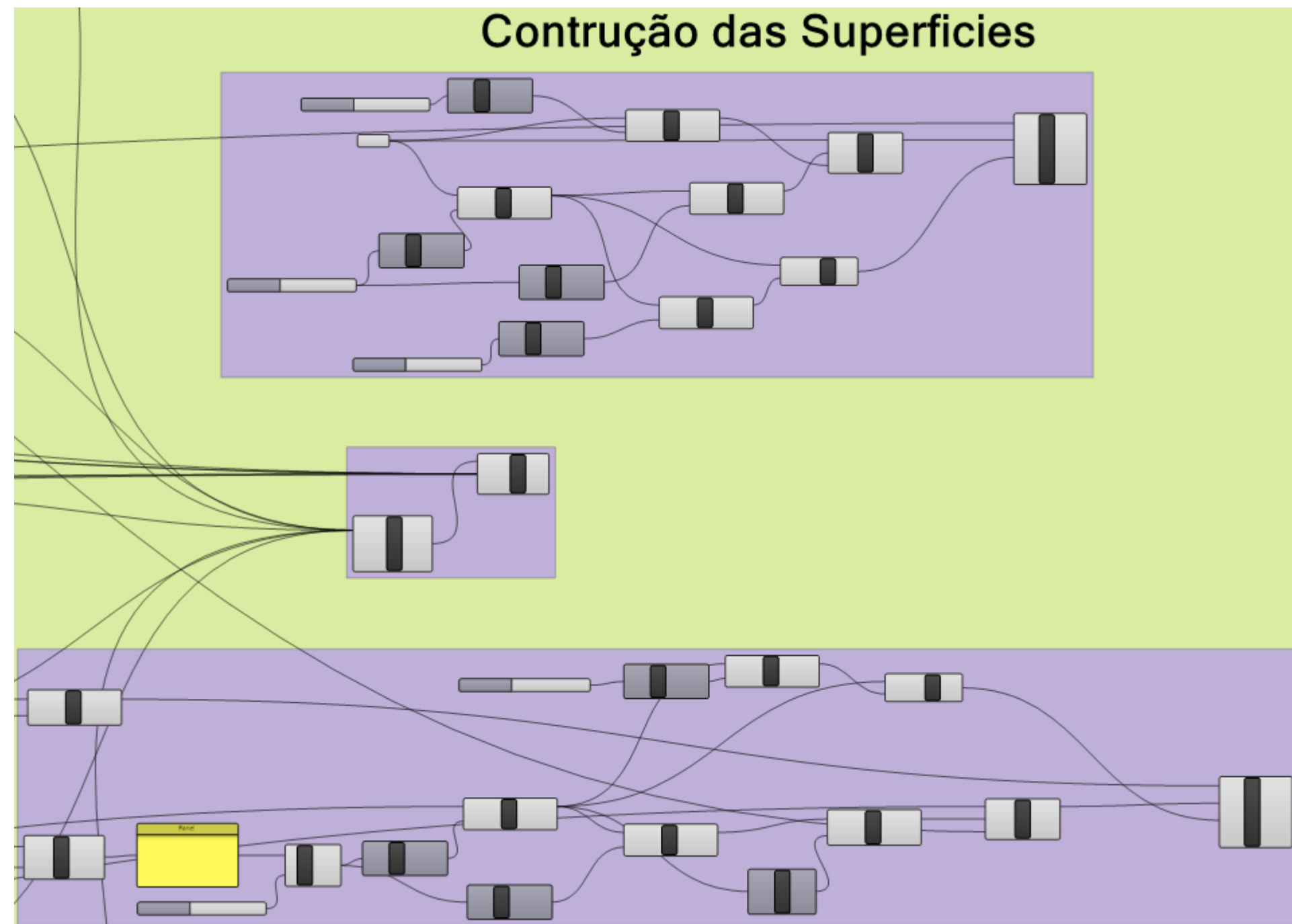
CINNAMON ROLL

O ultimo passo para acabar o cinnamon roll é a construção das duas ultimas superfícies. Estas duas superfícies restantes são o inicio e o fim do cinamon roll. Para as criarmos utilizamos o comando rail revolution, que para ser utilizado precisa de uma curva (a seção final e inicial do cinnamon roll), um eixo e um rail, que temos que criar. Para criarmos o rail vamos utilizar o comando arc 3 point com os mesmo princípios que utilizamos para criar os outros arcos desta construção. E para a criação do eixo vamos aproveitar o midpoint da aresta inferior do retângulo e vamos fazer um move do mesmo no eixo z, criando assim uma linha com estes dois pontos que pode ser introduzida no parâmetro axis.



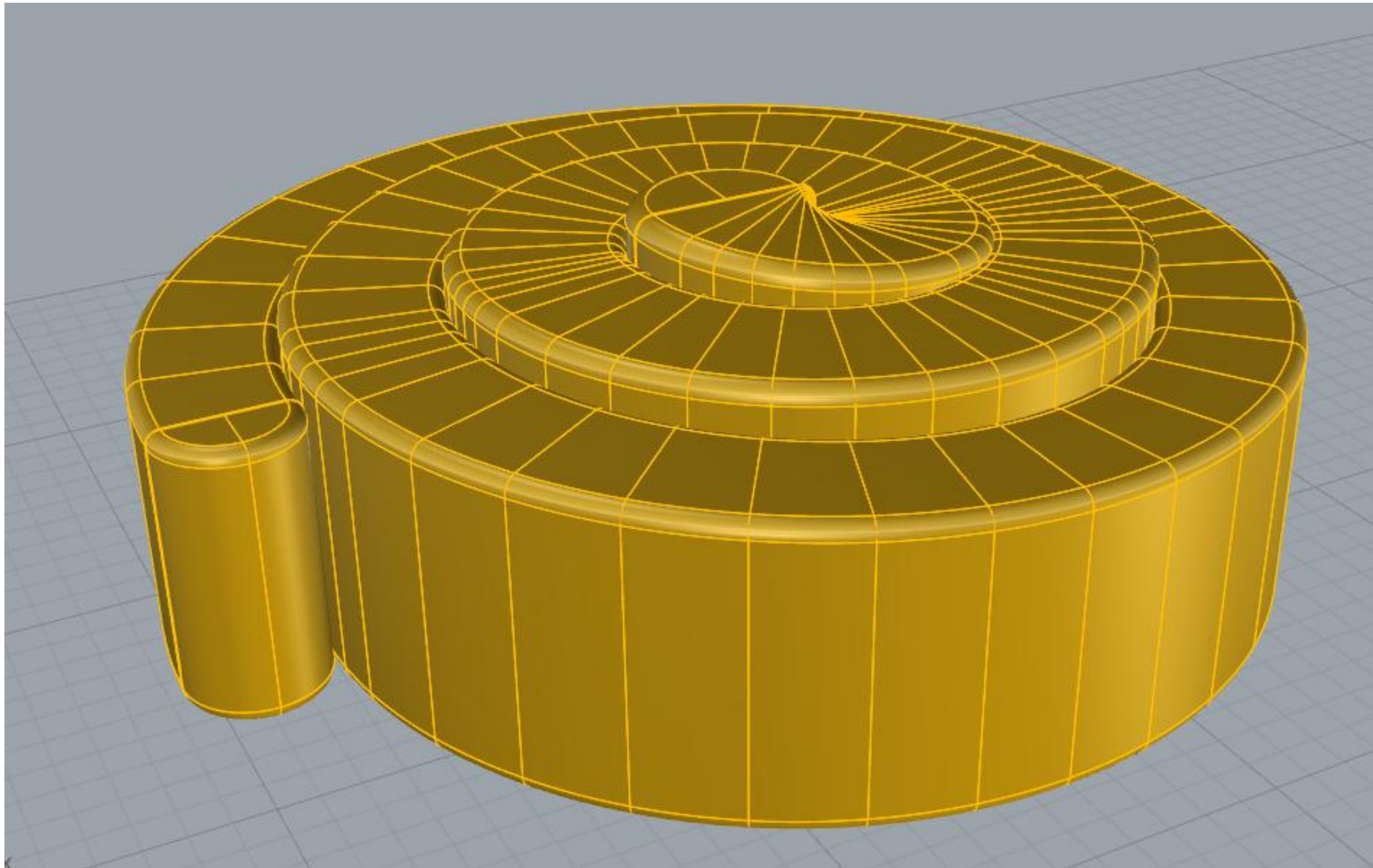
CINNAMON ROLL

Resultado final da criação das superfícies.



CINNAMON ROLL

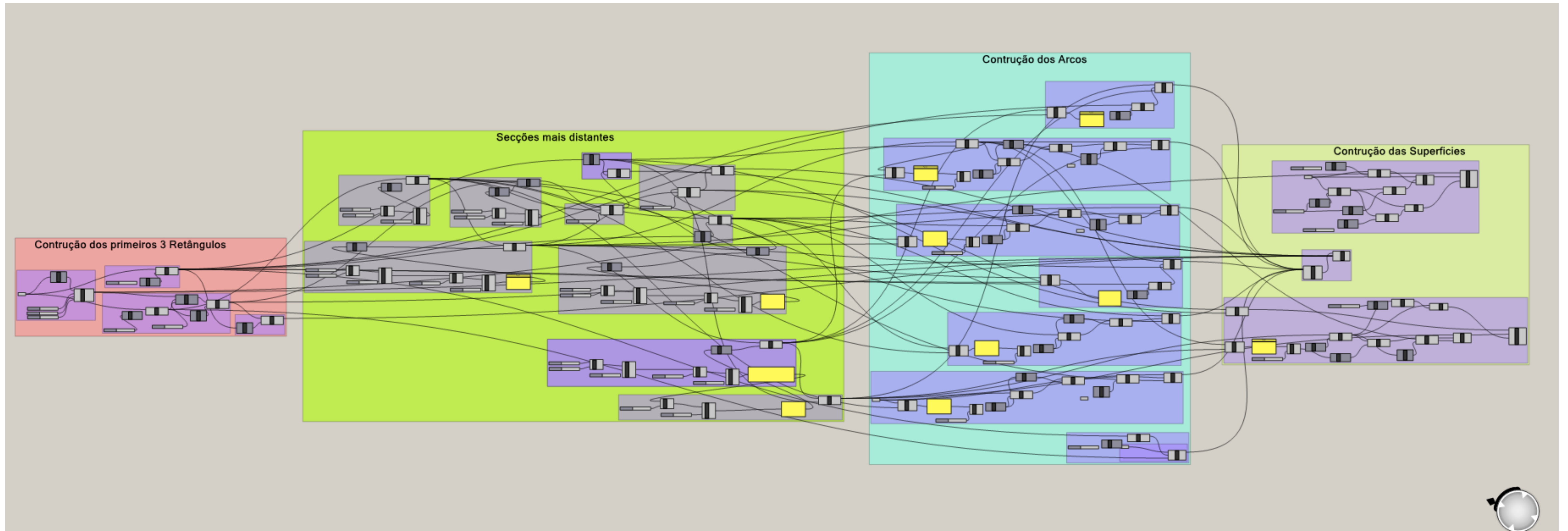
Resultado final do cinnamon roll!



TRABALHO 3

CINNAMON ROLL

Codigo final do cinnamon roll!



TRABALHO 3

FIM DO TRABALHO 3 – GRASSHOPPER