

Modelação Geométrica e Generativa

20241403



JANICE HENRIQUE

U LISBOA

UNIVERSIDADE
DE LISBOA



FACULDADE DE ARQUITETURA
UNIVERSIDADE DE LISBOA

MGeG

Mestrado Integrado em Arquitectura
Ano Lectivo 2025-2026 2º Semestre
Docente - Nuno Alão 2º Ano

ÍNDICE

Apresentação da disciplina.....04

Aula 1: Introdução.....05 até 06

Aula 2: sólidos arquimedianos (cubo truncado).....07 até 12

Aula 3: sólidos arquimedianos (cuboctaedro).....13 até 15

Aula 3 e 4: sólidos arquimedianos (dodecaedro).....16 até 19

Aula 5: sólidos arquimedianos (layout).....20 ate 31

Aula 6 e 7: abobadas.....32 até 54

Aula 8 (programas do rhino).....58 ate 63

Spirula.....64 ate 66

Aboboda de berço no grasshopper.....67 ate 68

Aboboda de ogiva no grasshopper.....69 ate 70

toro no grasshopper.....71 ate 73

seperficie empenada no grasshoper.....74 ate 77

Planorbis.....78 ate 81

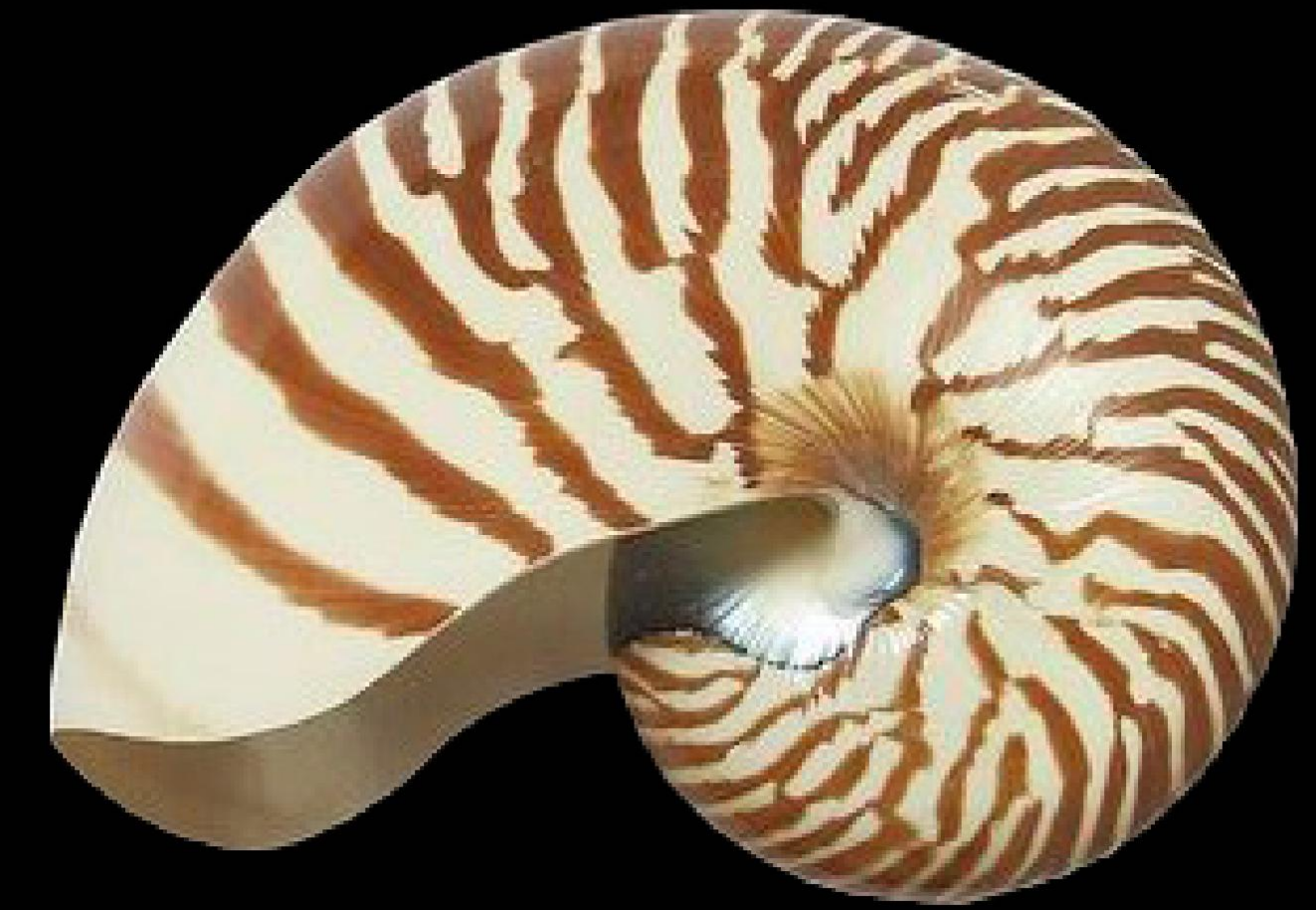
Nautilus.....82 ate 85

Caracol86

Caramujo do mar.....87 ate 89

Caramujo no grasshopper90

Terreno no grasshopper91 ate 92



APRESENTAÇÃO DA DISCIPLINA DE MGG

Apresentação do programa a ser usado: Rhino 8



Aula. 1- Introdução

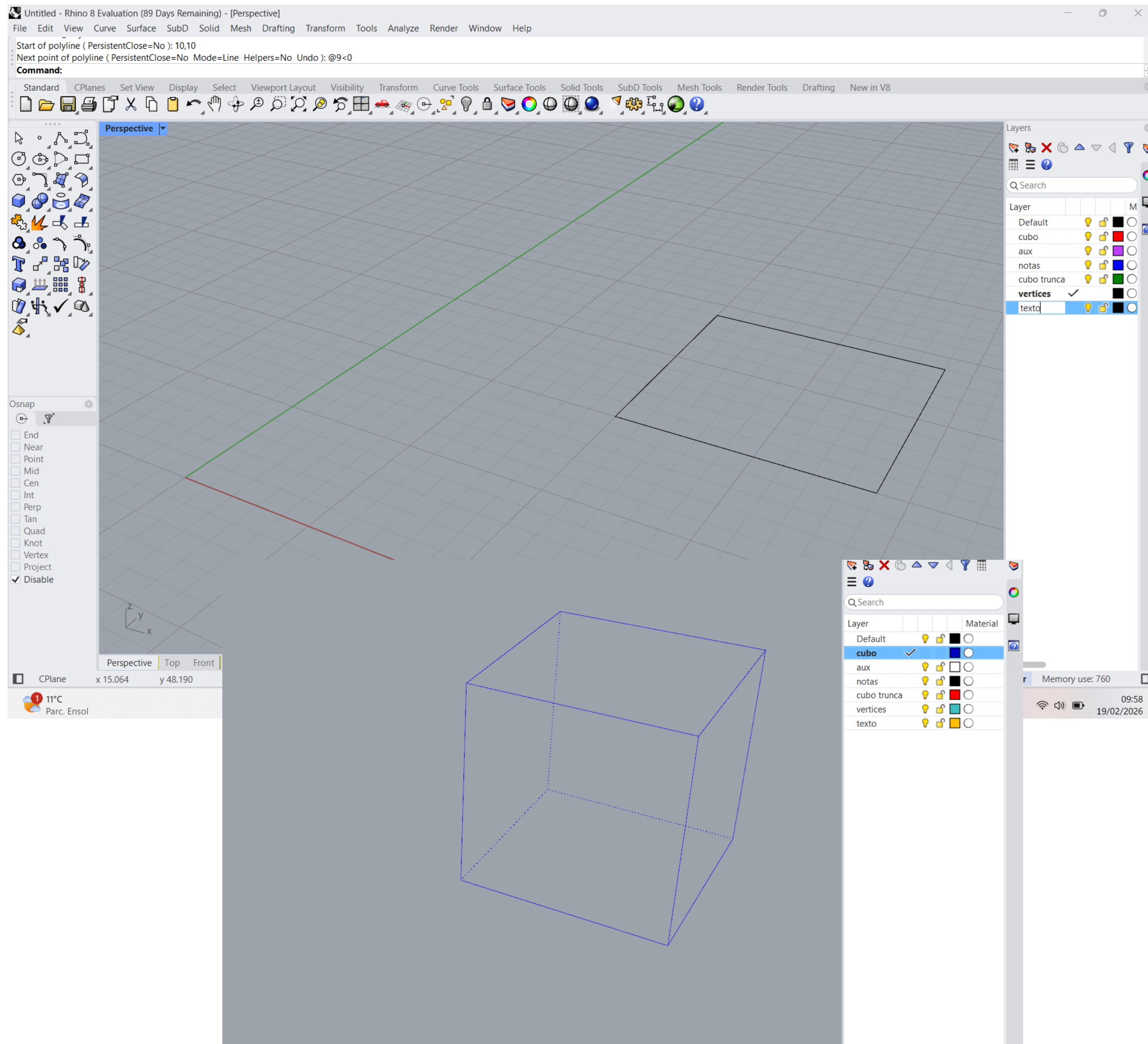
Operações geométricas de movimento

Alterando as suas coordenadas e mantendo a sua identidade

- a) **Translação** (copy)
- b) **Rotação** (rotate)
- c) **Rebatimento** (3d rotate ou rotate 3d)
- d) **Reflexão** (mirror)
- e) **Homotetia** (scale)

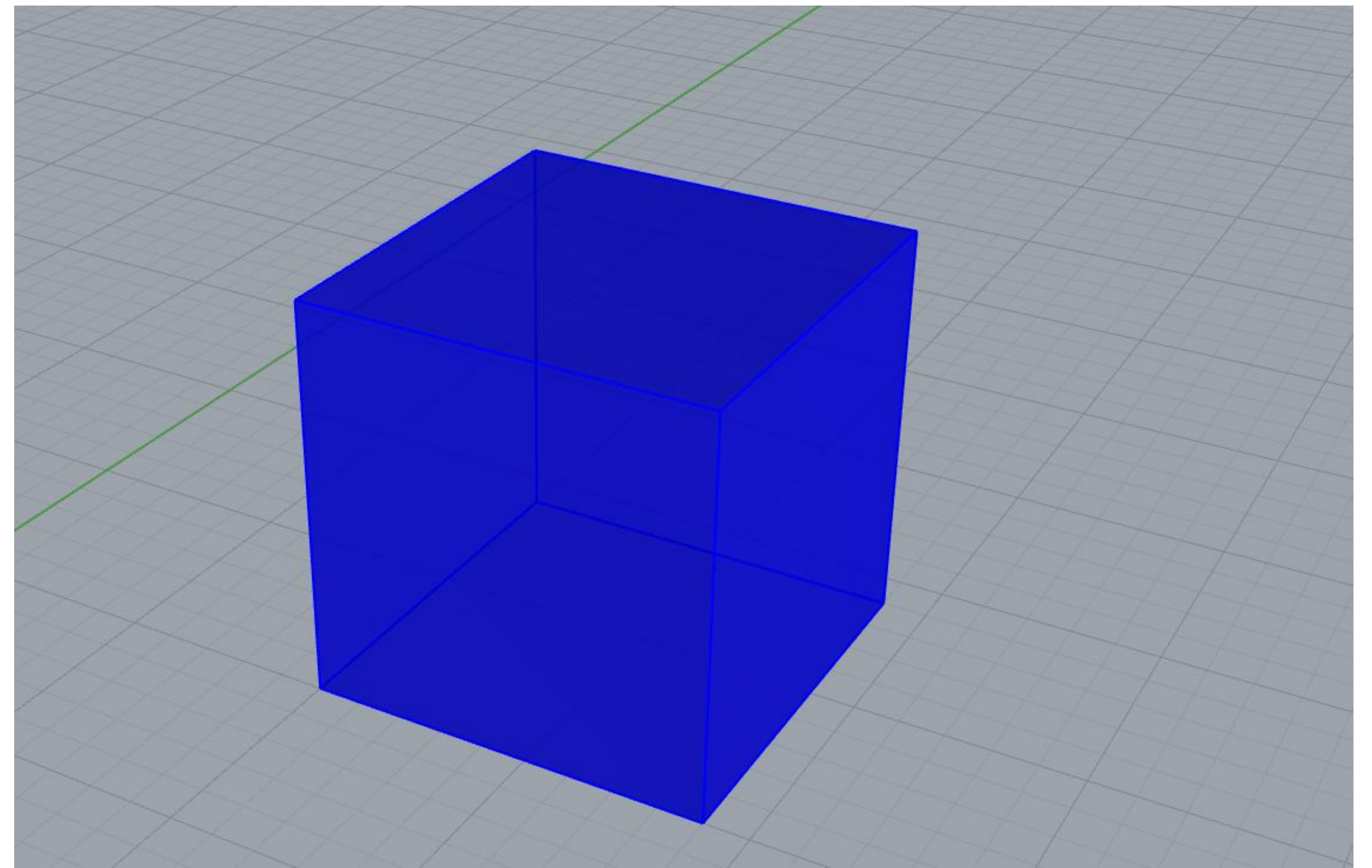
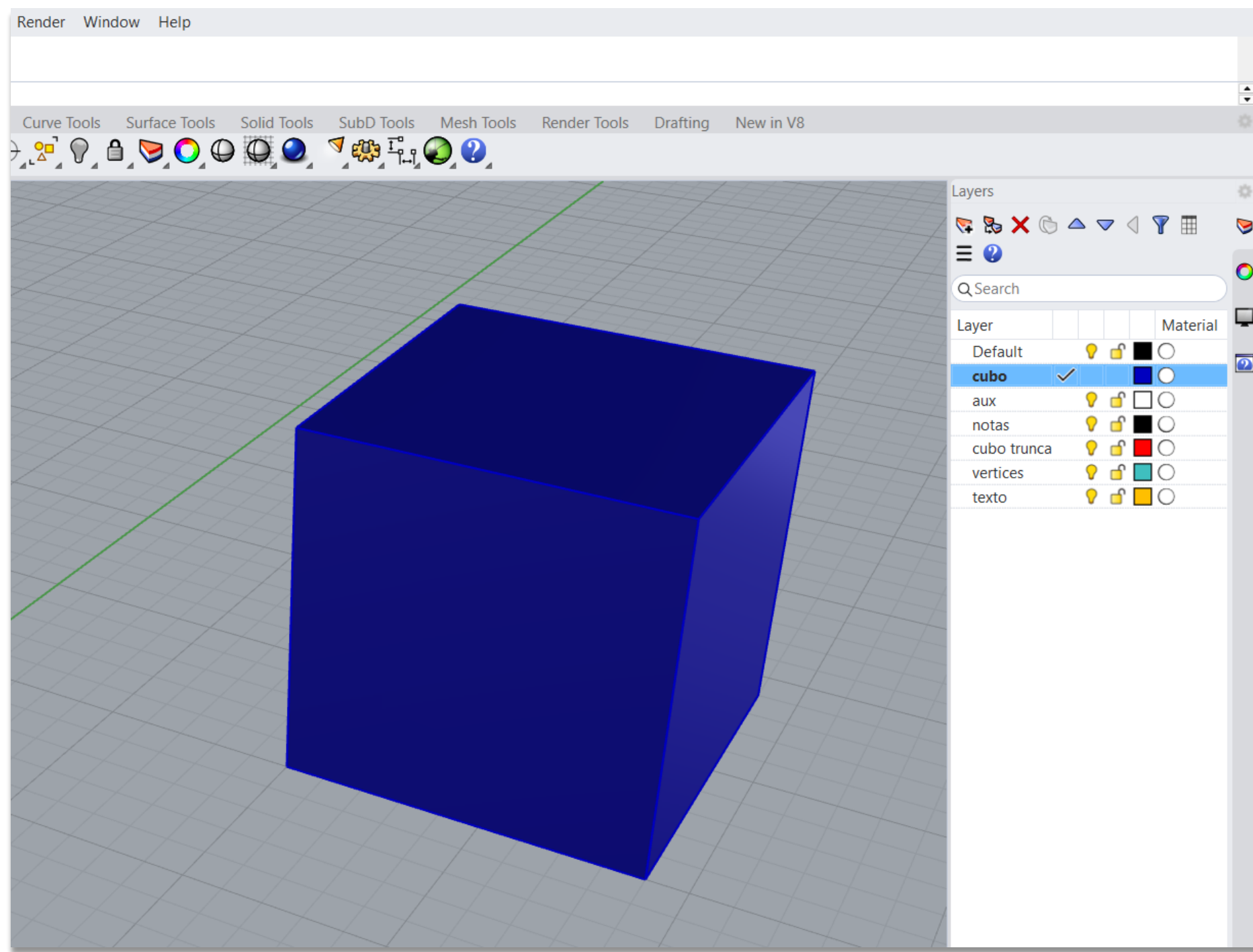
- a) Mantem o paralelismo, dimensão e o sentido de leitura
- b) Já não existe o paralelismo, mantem a dimensão e o sentido de leitura
- c) Já não há paralelismo, a dimensão igual e sentido de leitura também
- d) Mantem a dimensão, o paralelismo já não existe, e o sentido de leitura muda, é inverso
- e) Mantem o paralelismo, as dimensões mudam e o sentido de leitura mantem

Aula. 1 - Introdução



Primeiro com o comando **polyline**, escrevemos 10,10
Em seguida, com o comando **box** escrevemos **@9,9,9** e isso nos dá as medidas do quadrado e por fim arrastamos o cursor pra cima e colocamos **9** de altura.

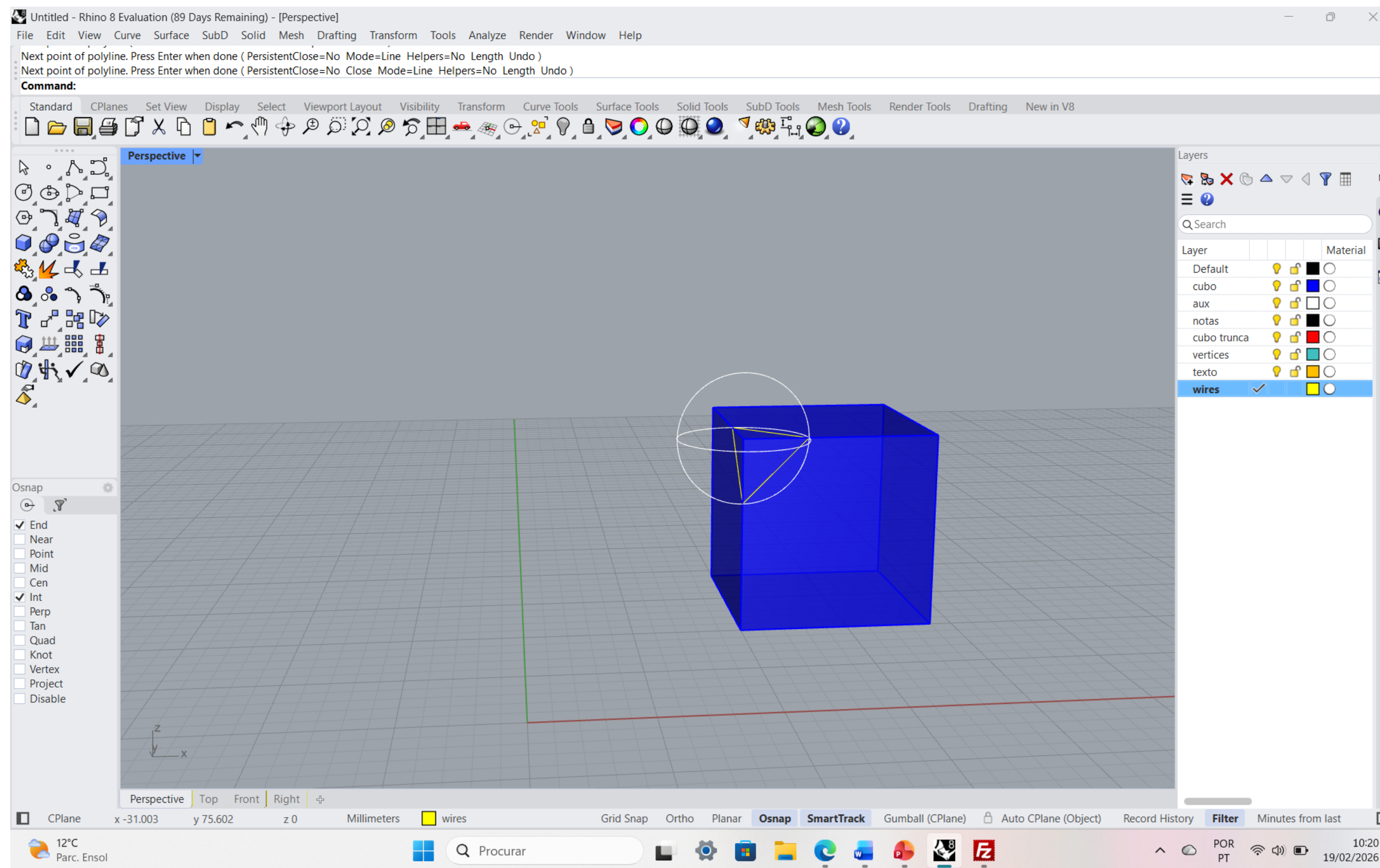
Aula. 2 – Solidos Arquimédios



Com as layers criadas, colocamos cada objecto ou linhas com as propriedades de suas respectivas Layers

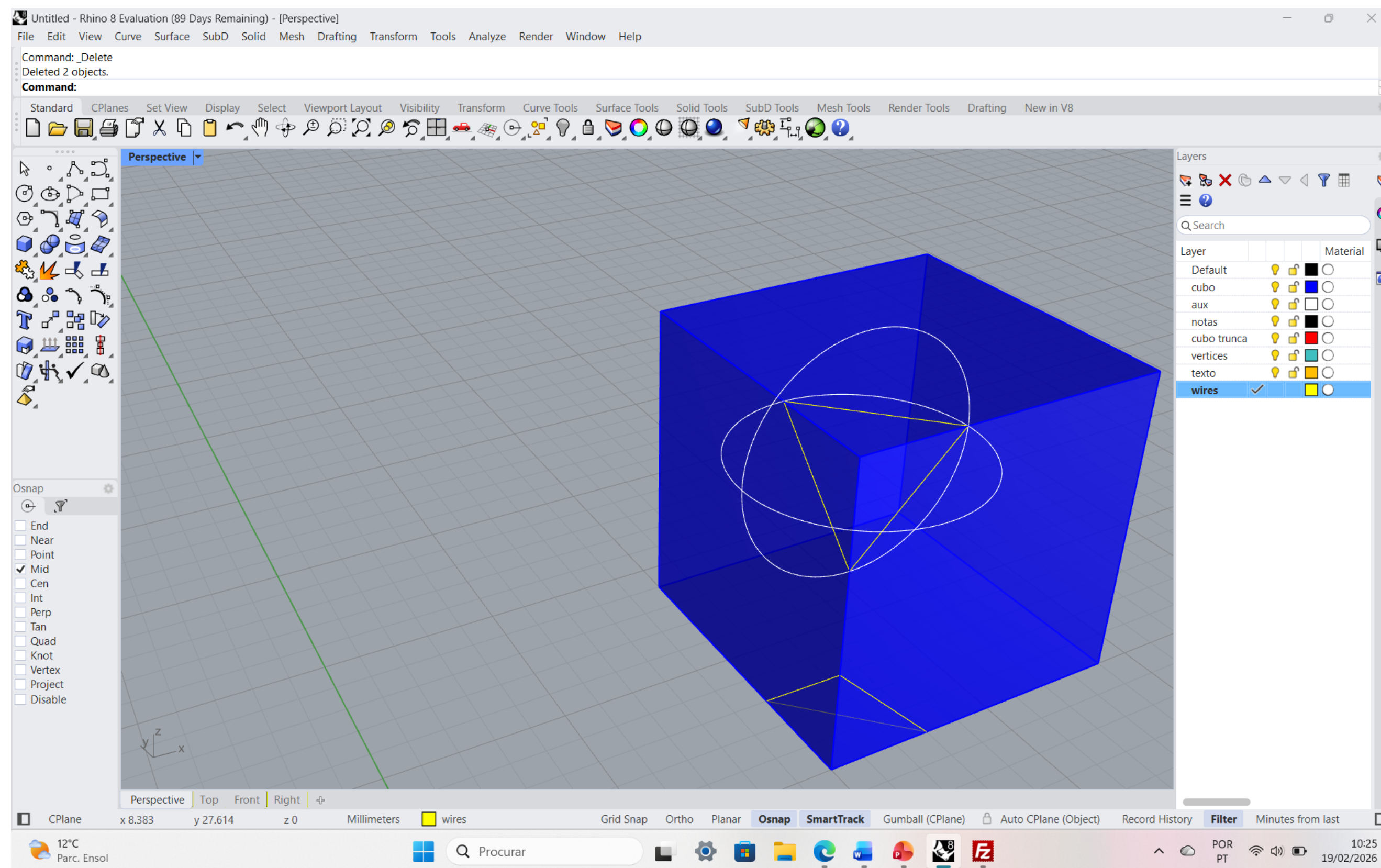
Colocamos também o shaded e ghosted pela aba do **view**

Aula. 2 – Sólidos Arquimédios (cubo truncado)



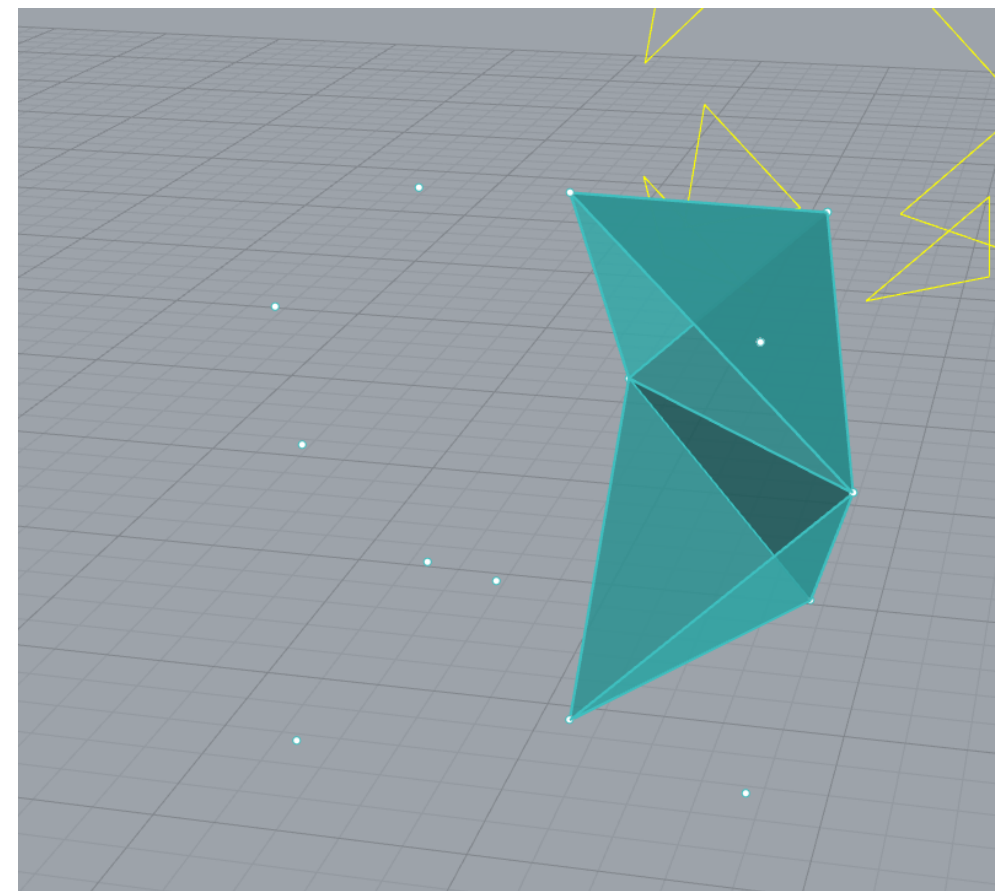
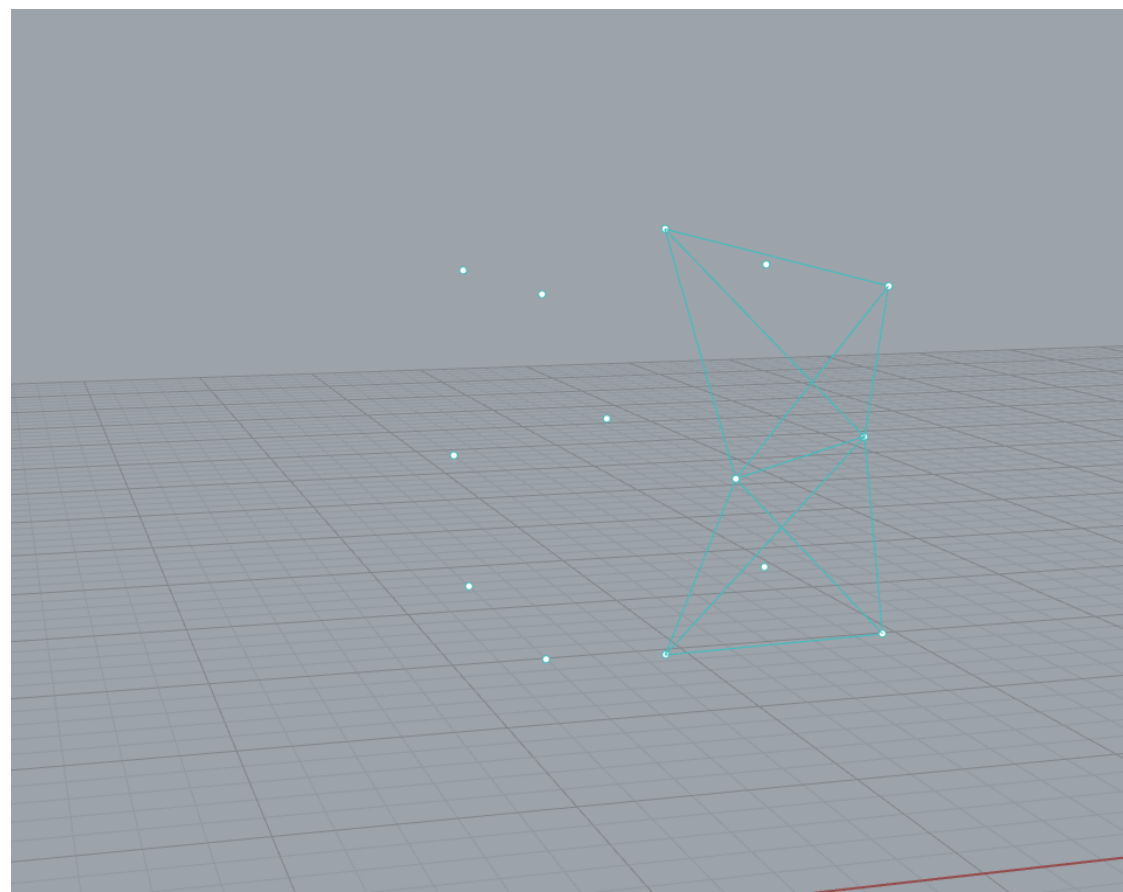
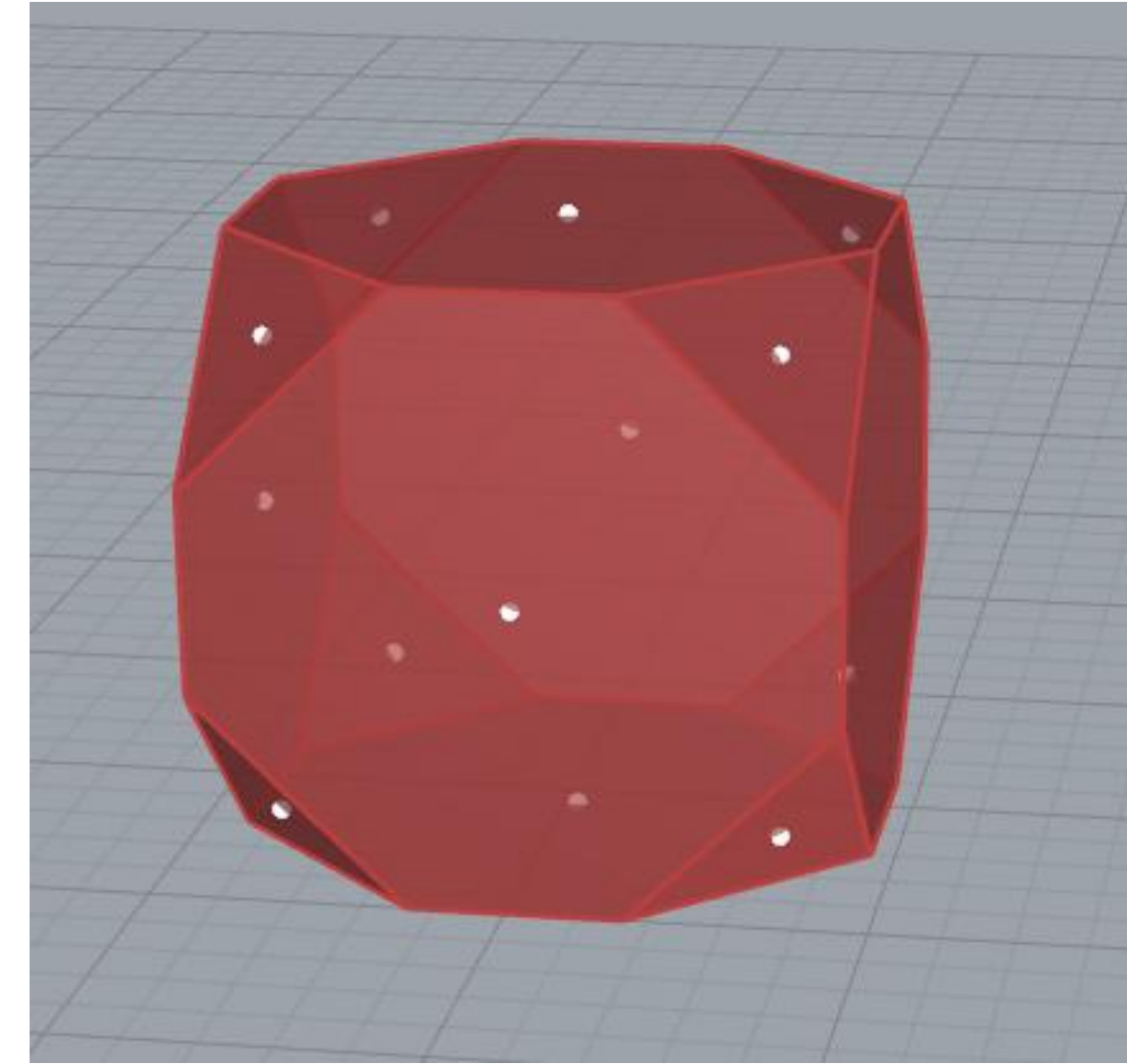
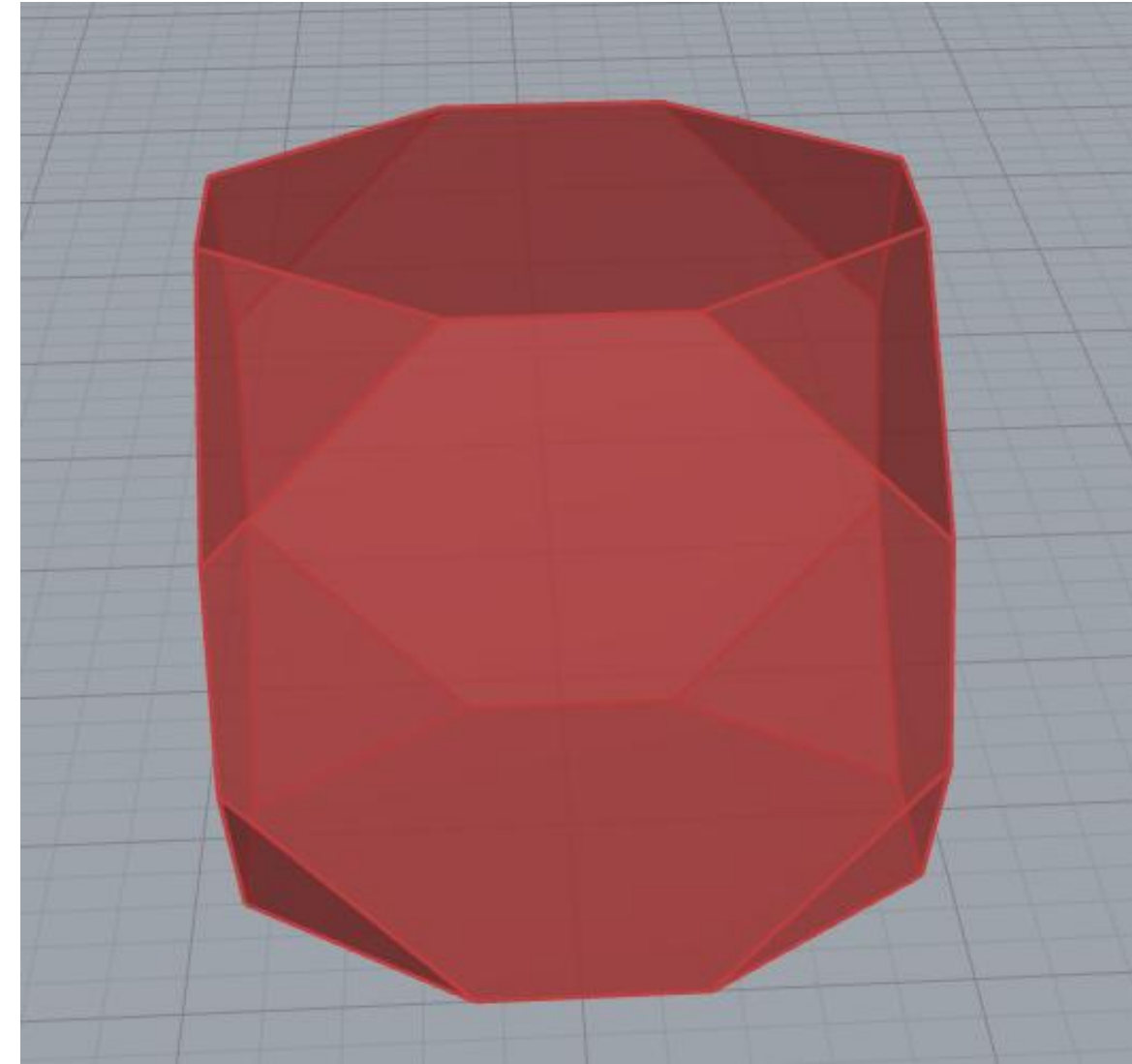
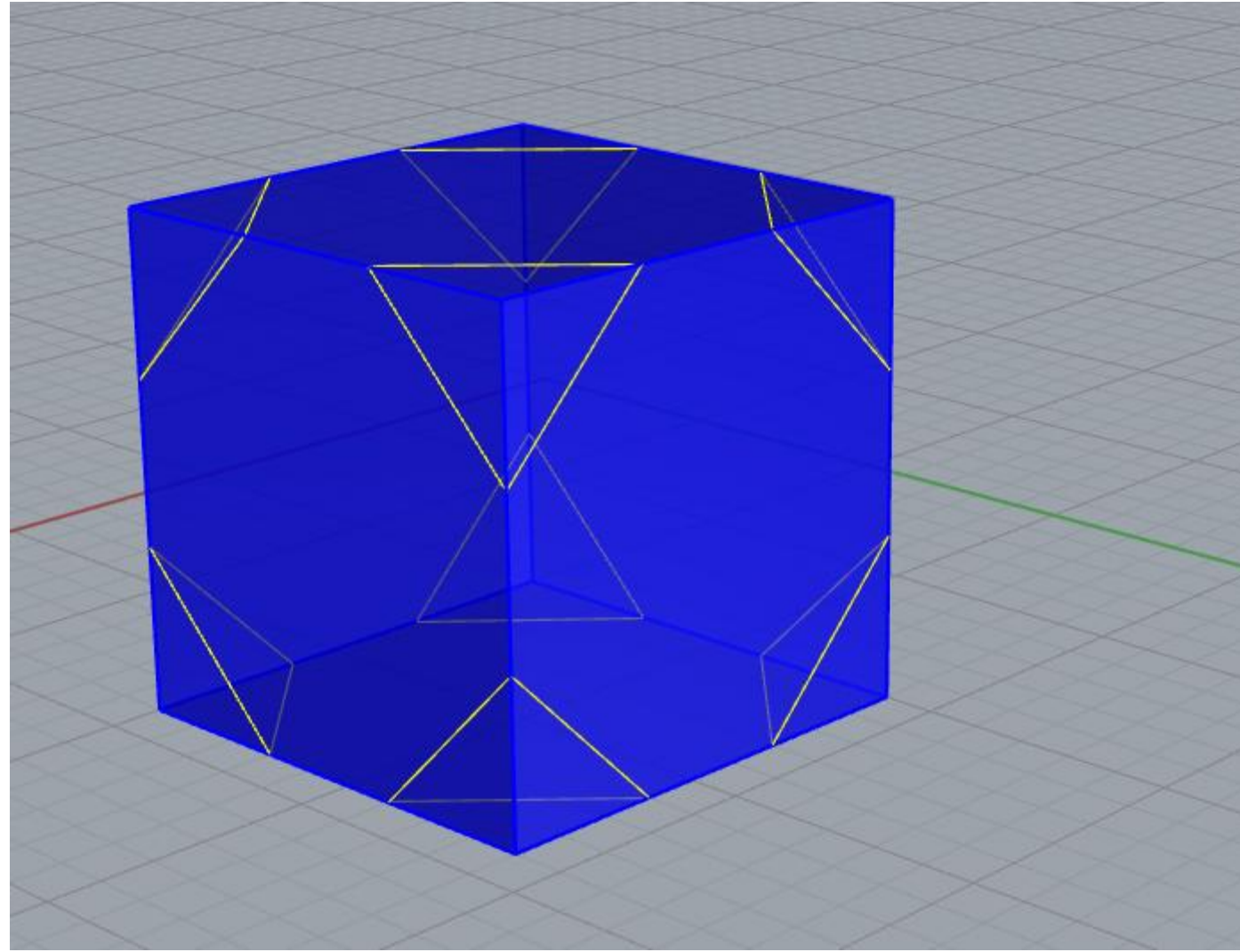
Colocamos circunferências, horizontal e vertical com 3 de raio num dos vértices do cubo e em seguida no **osnap** ativamos o **int** pra fazer a intersecção dos pontos e criar o triângulo.

Aula. 2 – Sólidos Arquimédios (cubo truncado)



Para colocar o triângulo no vértice de baixo, usamos o comando **mirror**, selecionamos o triângulo, no **osnap** ativamos o **mid** e escolhemos 3 mid do cubo

Aula. 2 – Sólidos Arquimédios (cubo truncado)

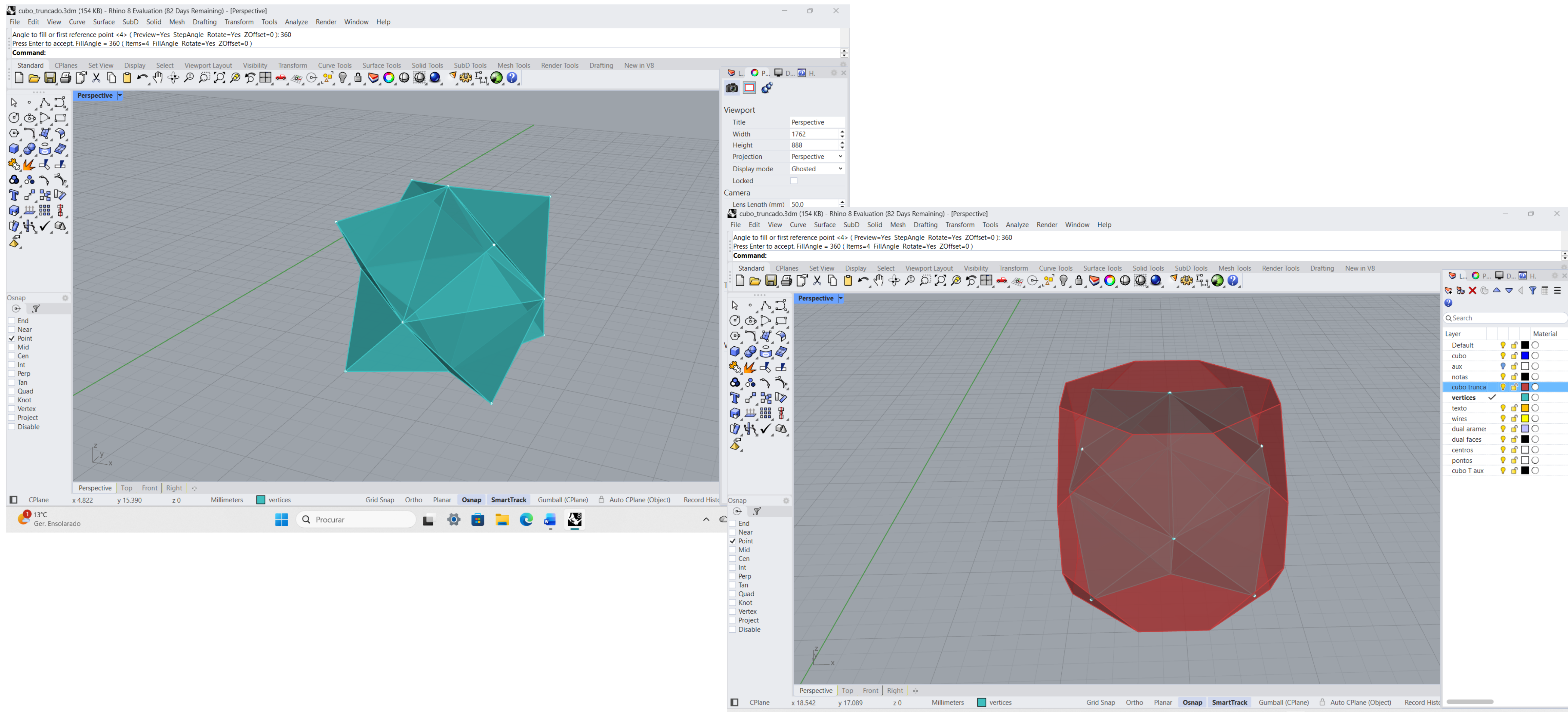


Depois de termos os 2 triângulos nos vértices do cubo, usamos o **array polar** para colocar os triângulos a volta do cubo inteiro.

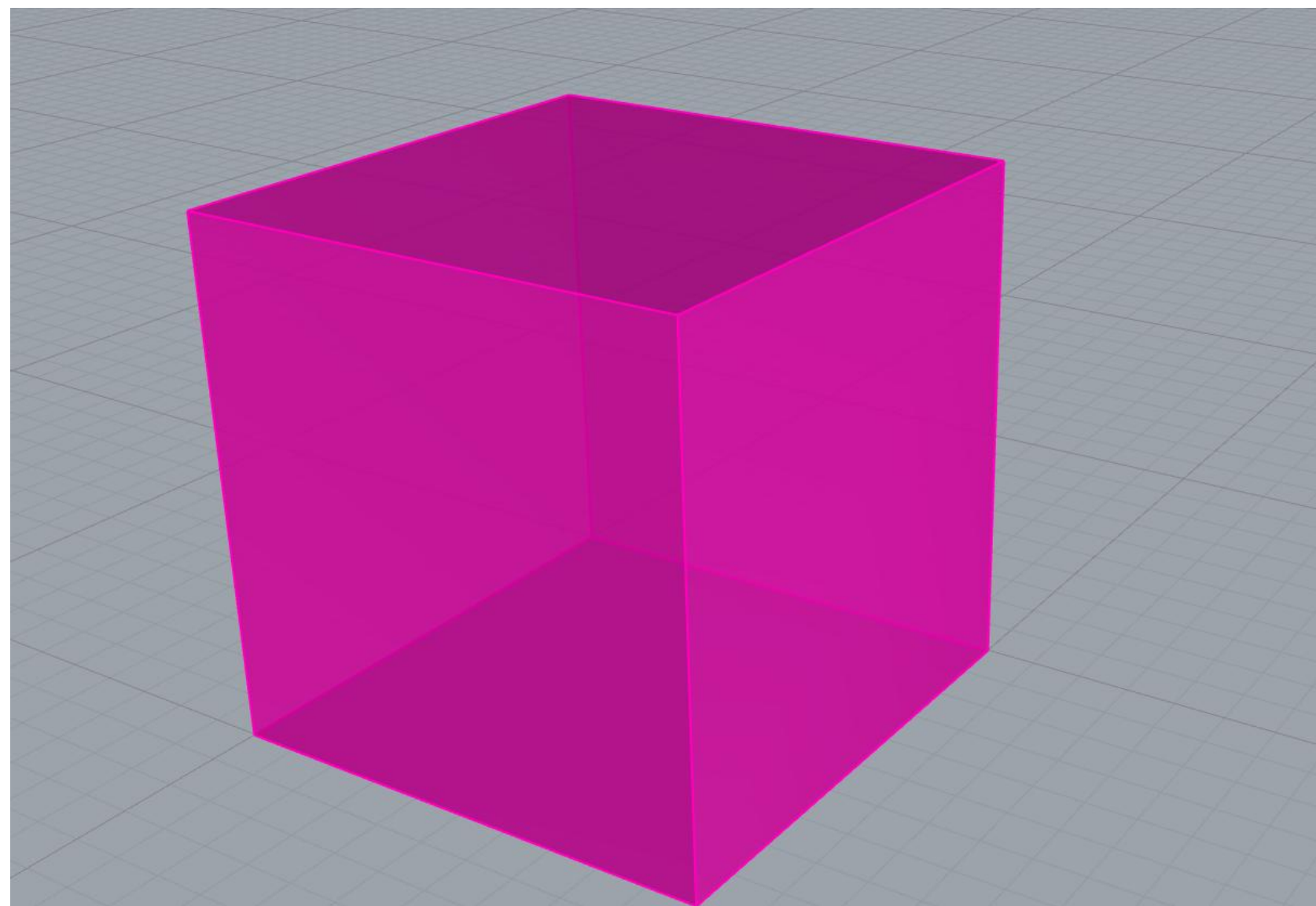
Feito isso, fazemos o **wire cut** para termos o cubo truncado.

Tendo o cubo truncado, colocamos os pontos centrais e com os pontos centrais ligamos alguns pontos para criar o dual em arame e depois usamos o **surface from 3...** para dar cor aos arames do dual e depois disso usamos novamente o **array polar** para completar o dual.

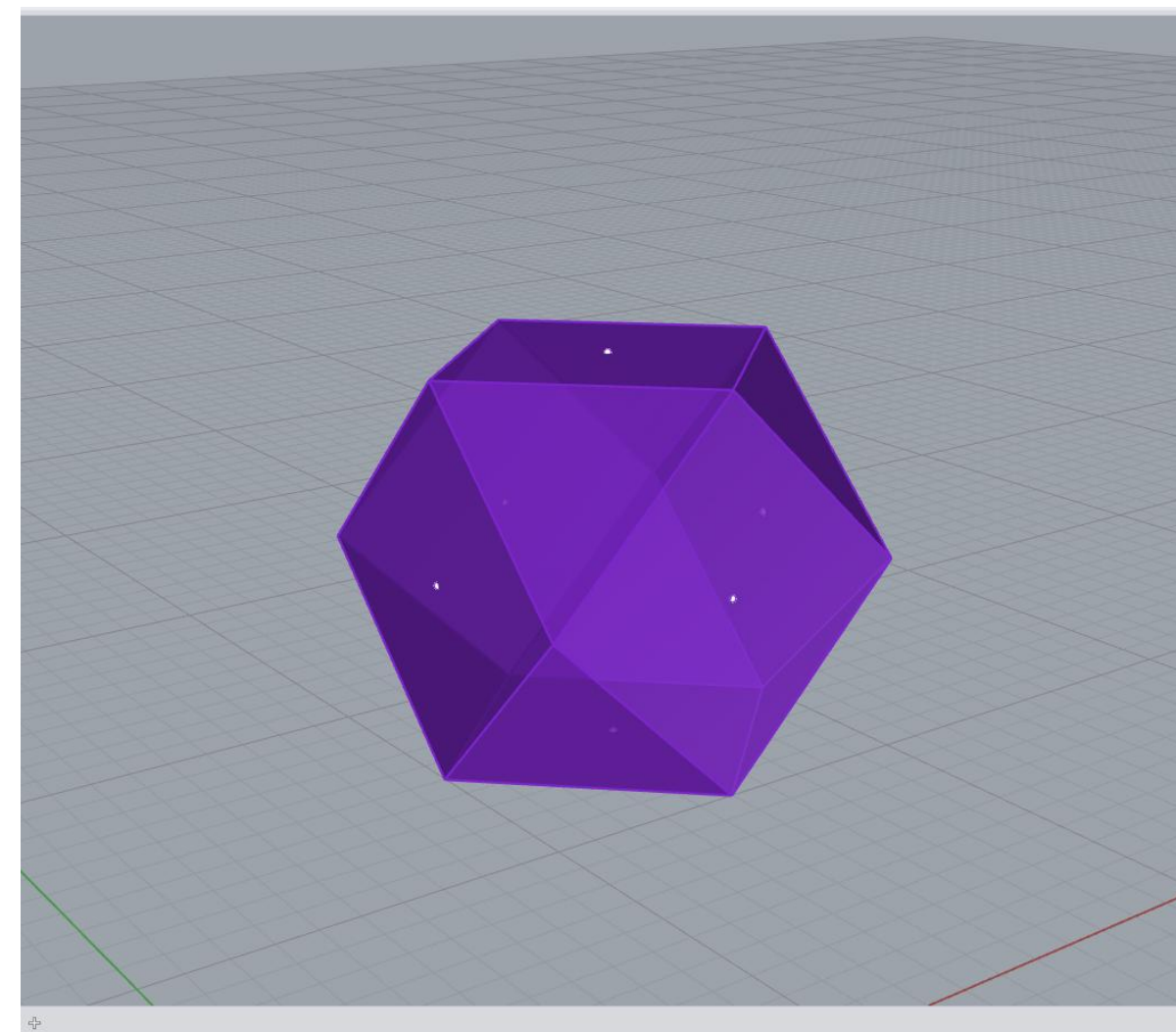
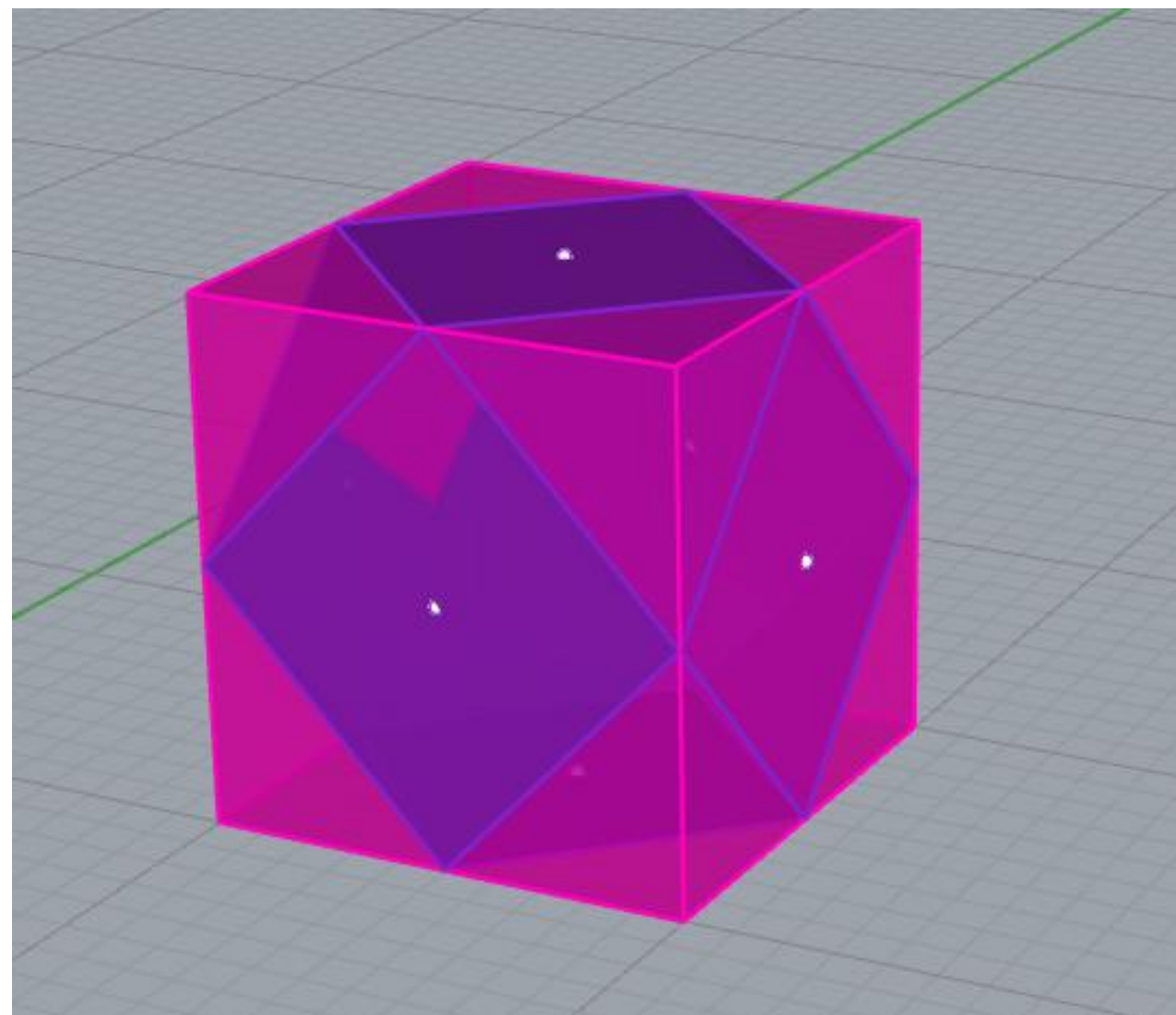
Aula. 2 – Sólidos Arquimédios (cubo truncado)



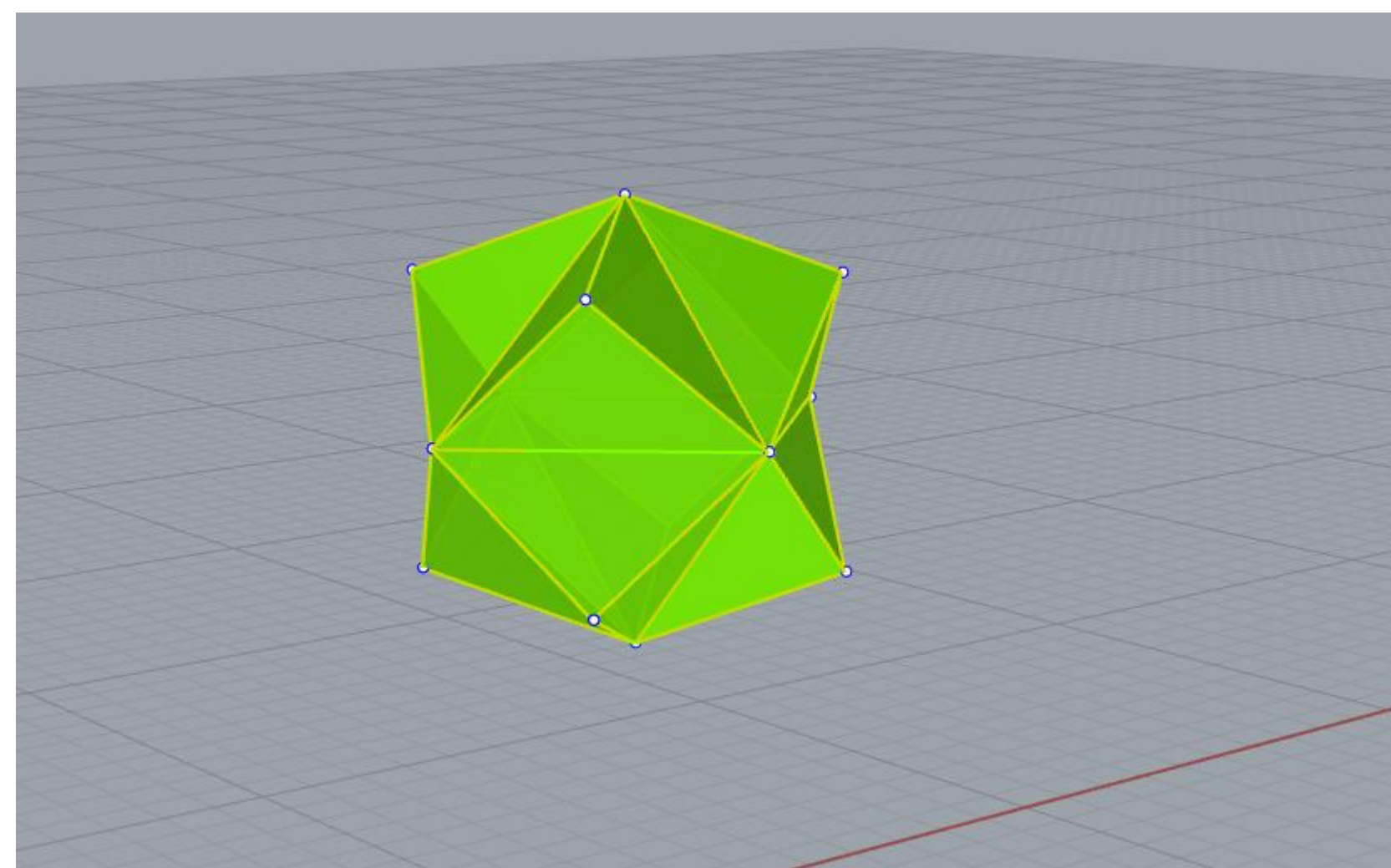
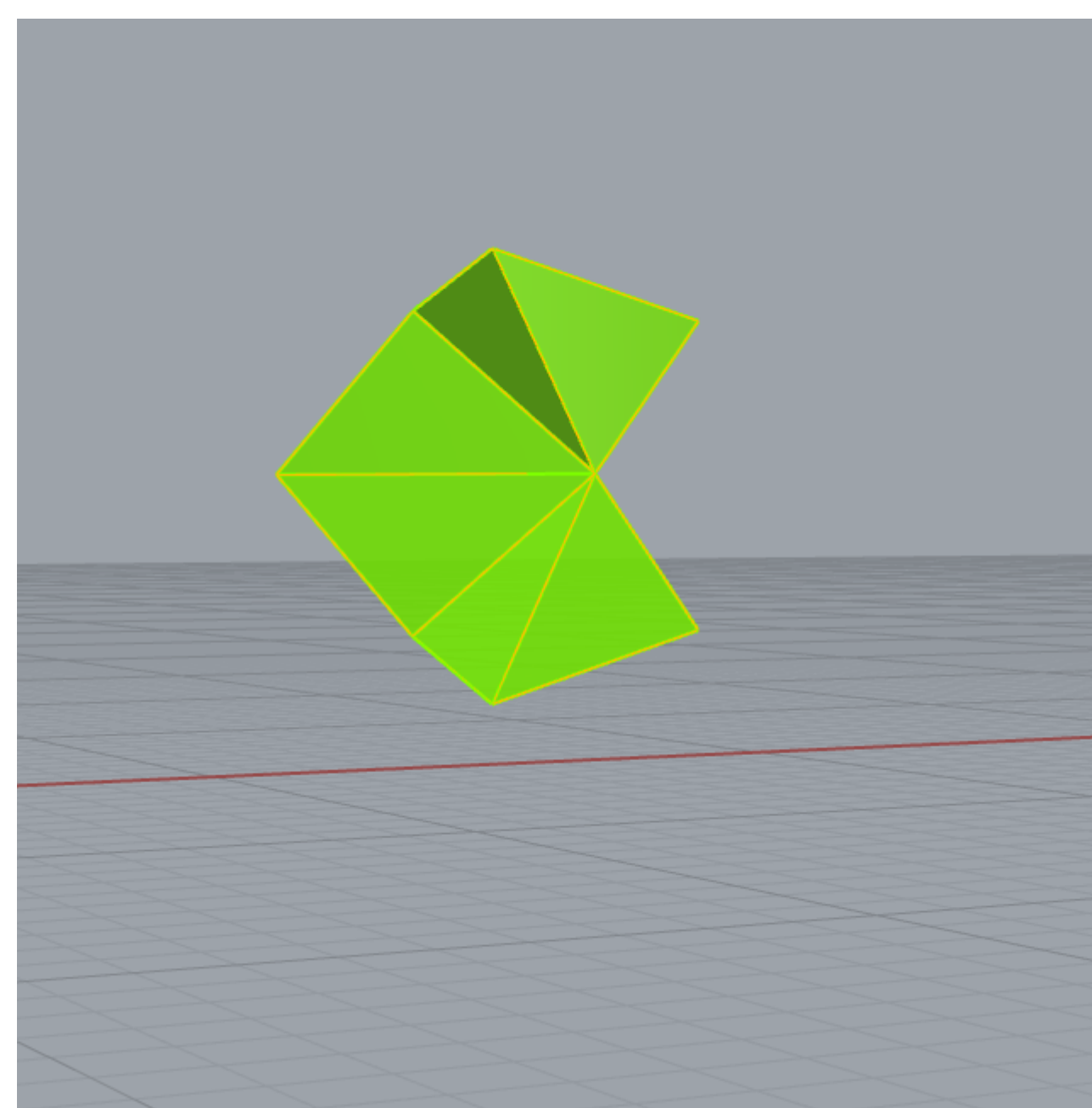
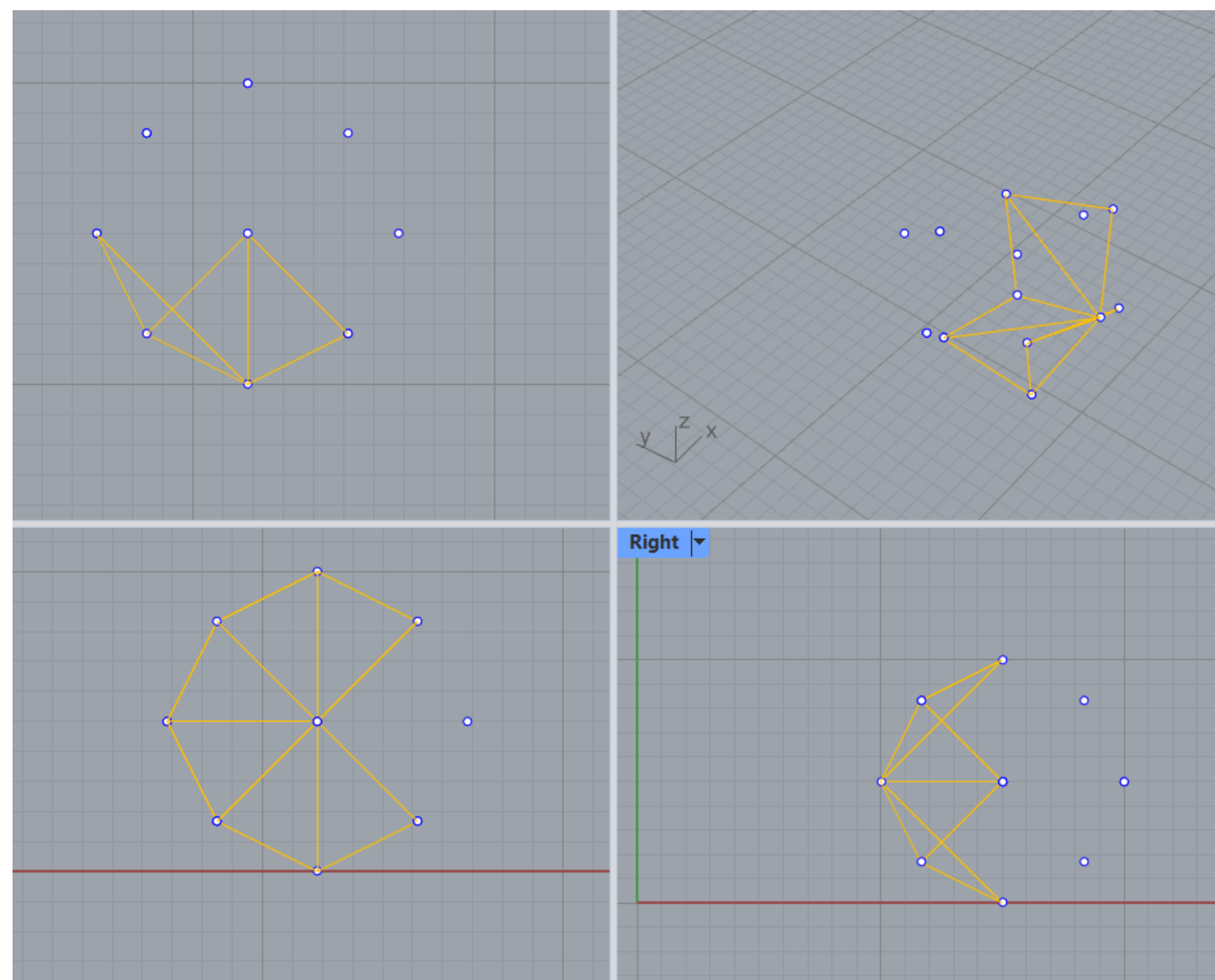
Aula. 2 – Sólidos Arquimédios (cubo truncado)



Criamos o cubo primeiro, em seguida fazemos a forma através dos **mid poits** do cubo

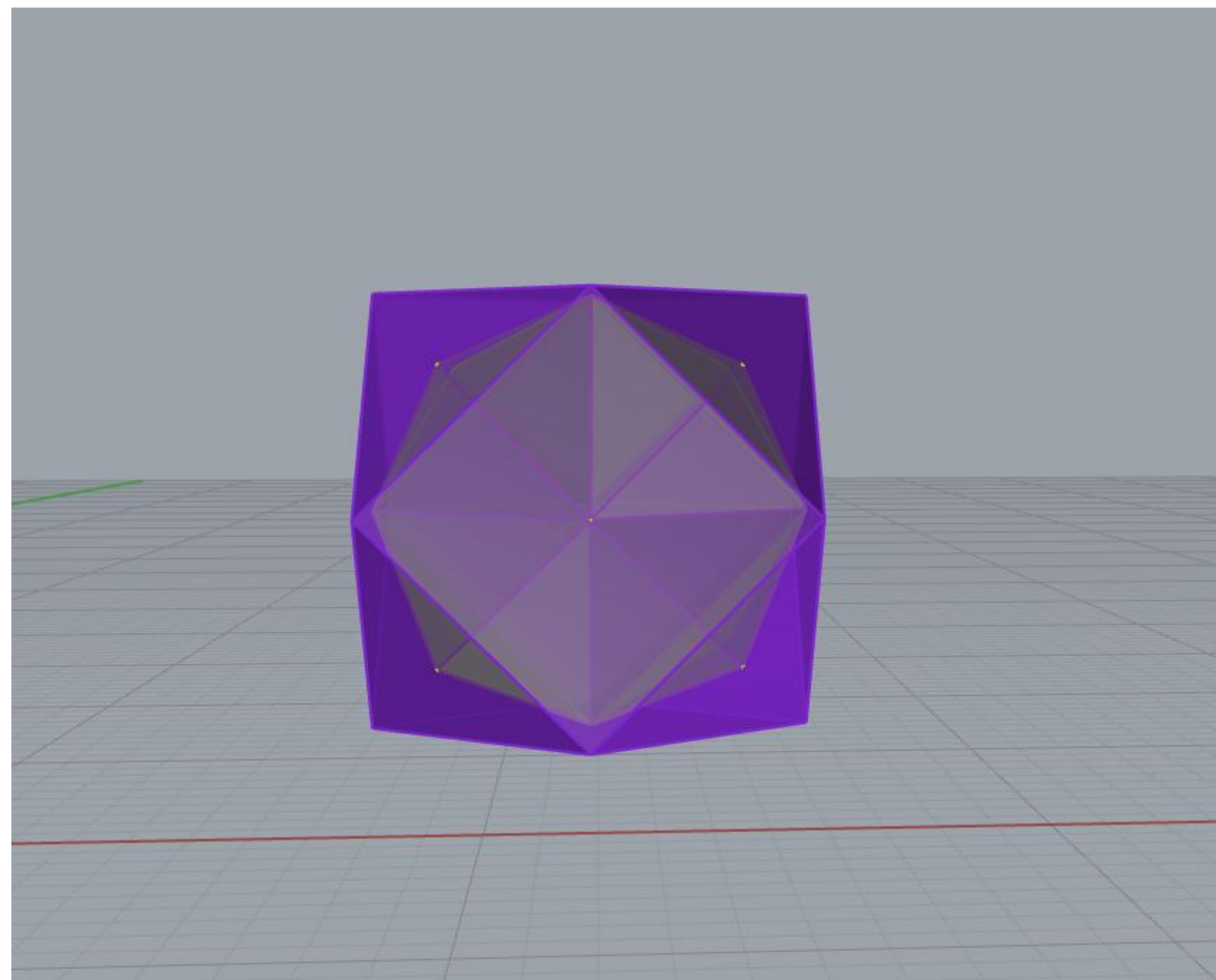
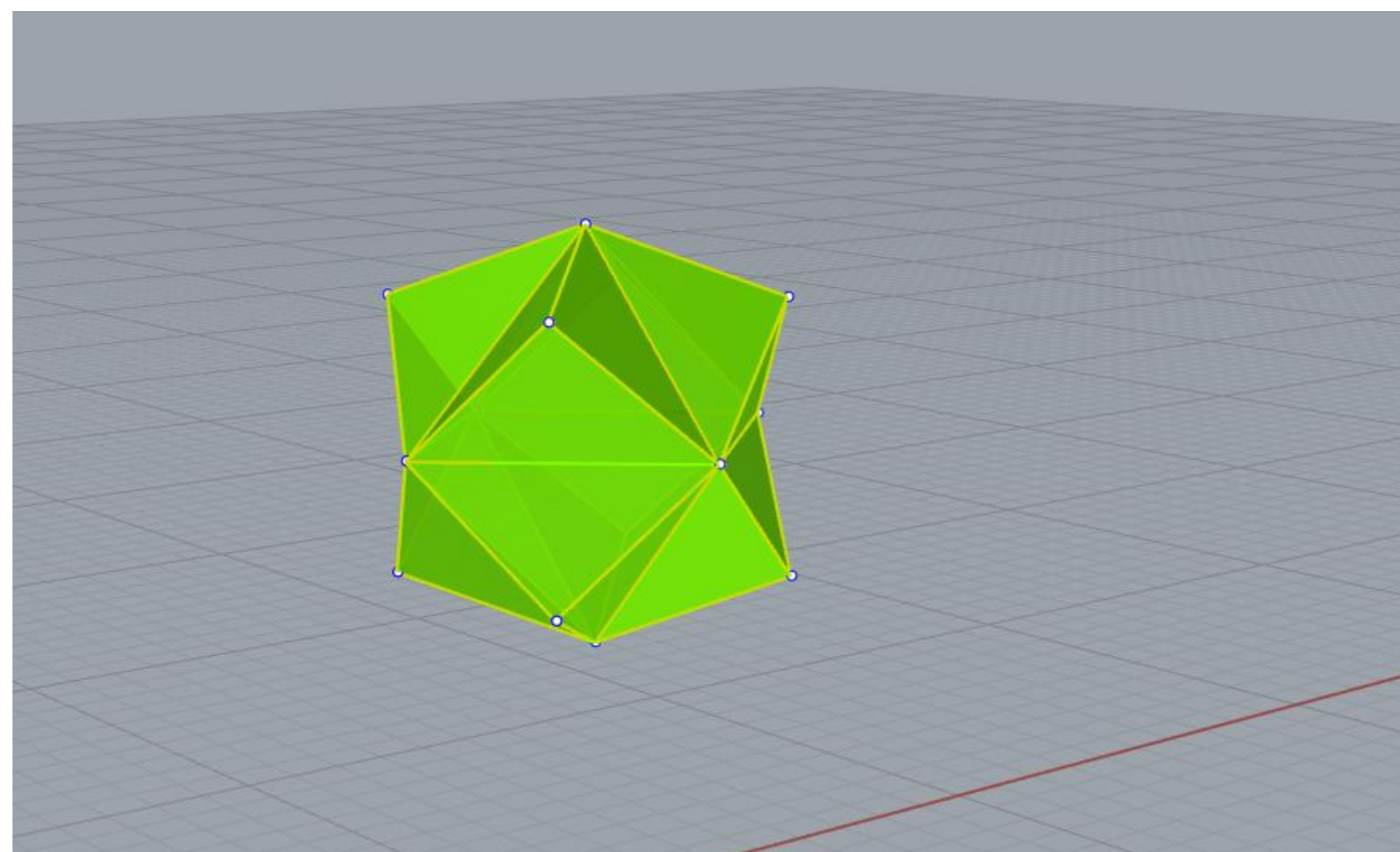


Aula. 3 – Sólidos Arquimédios (cuboctaedro)

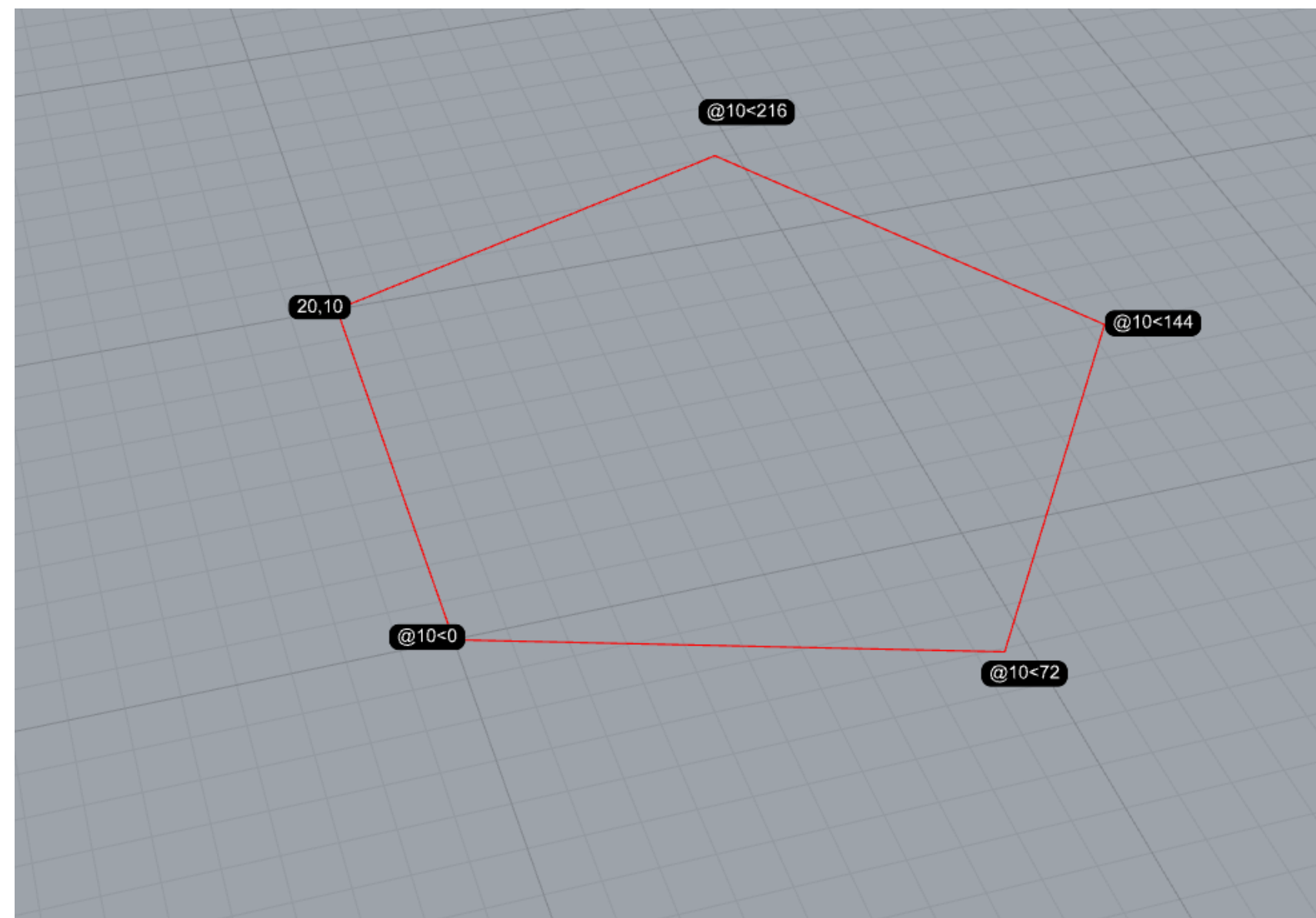
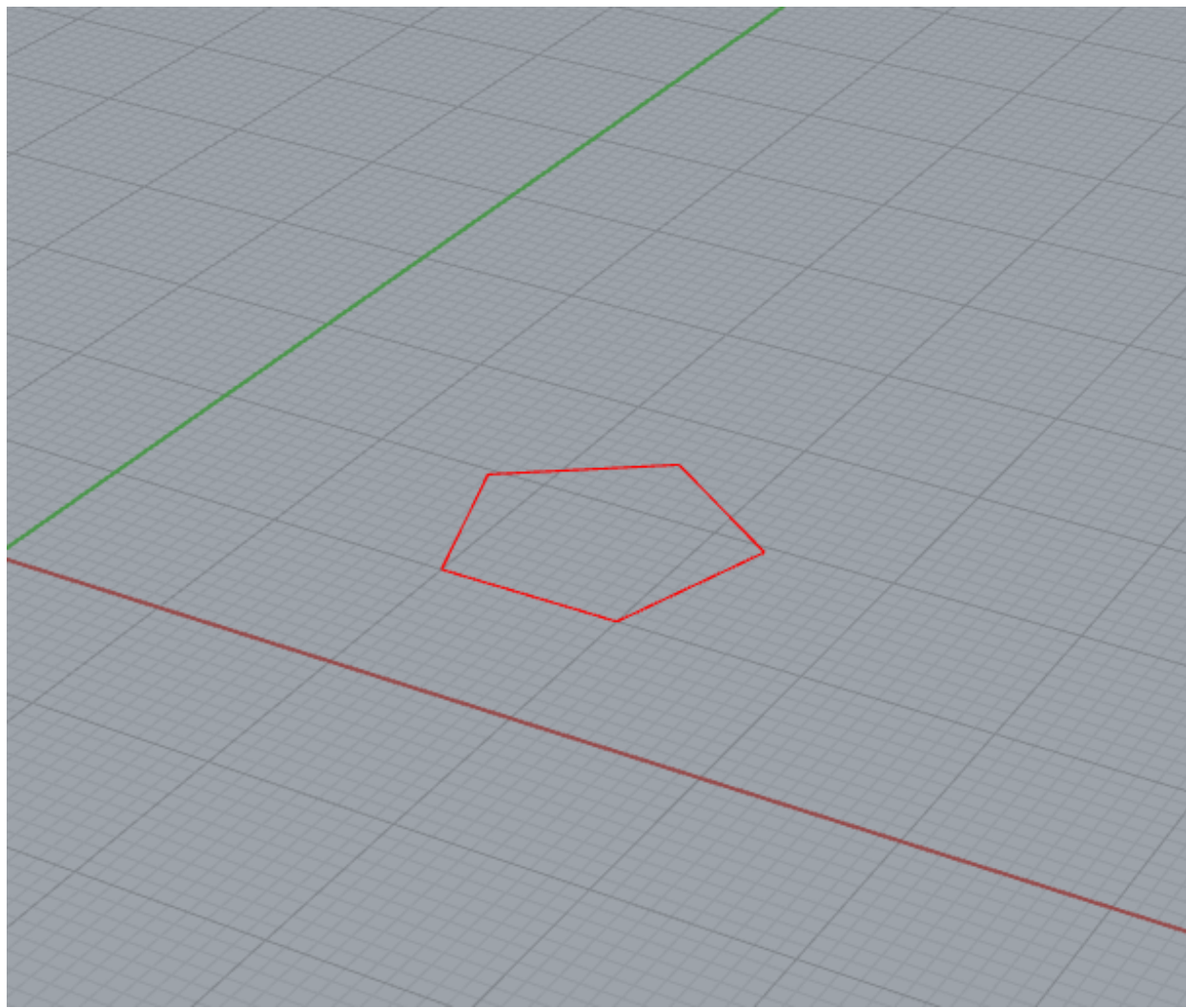


Tendo a forma (cuboctaedro truncado) marcamos os pontos centrais de cada face, em seguida fazemos a ligação de alguns pontos, e com o mesmo raciocínio e os comandos que usamos para criar o dual do cubo truncado, criamos também o dual do cuboctaedro truncado.

Aula. 3 – Sólidos Arquimédios (cuboctaedro)



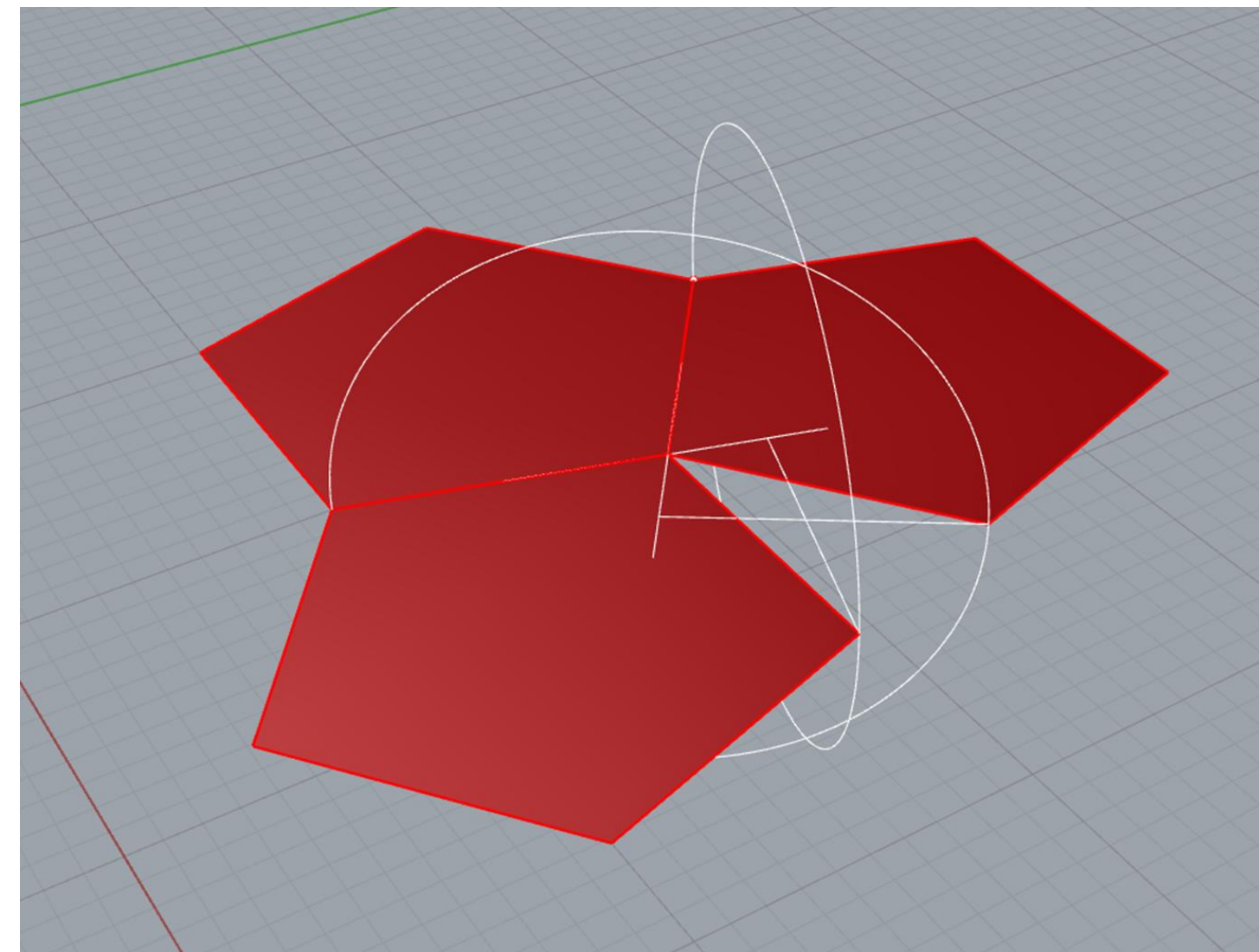
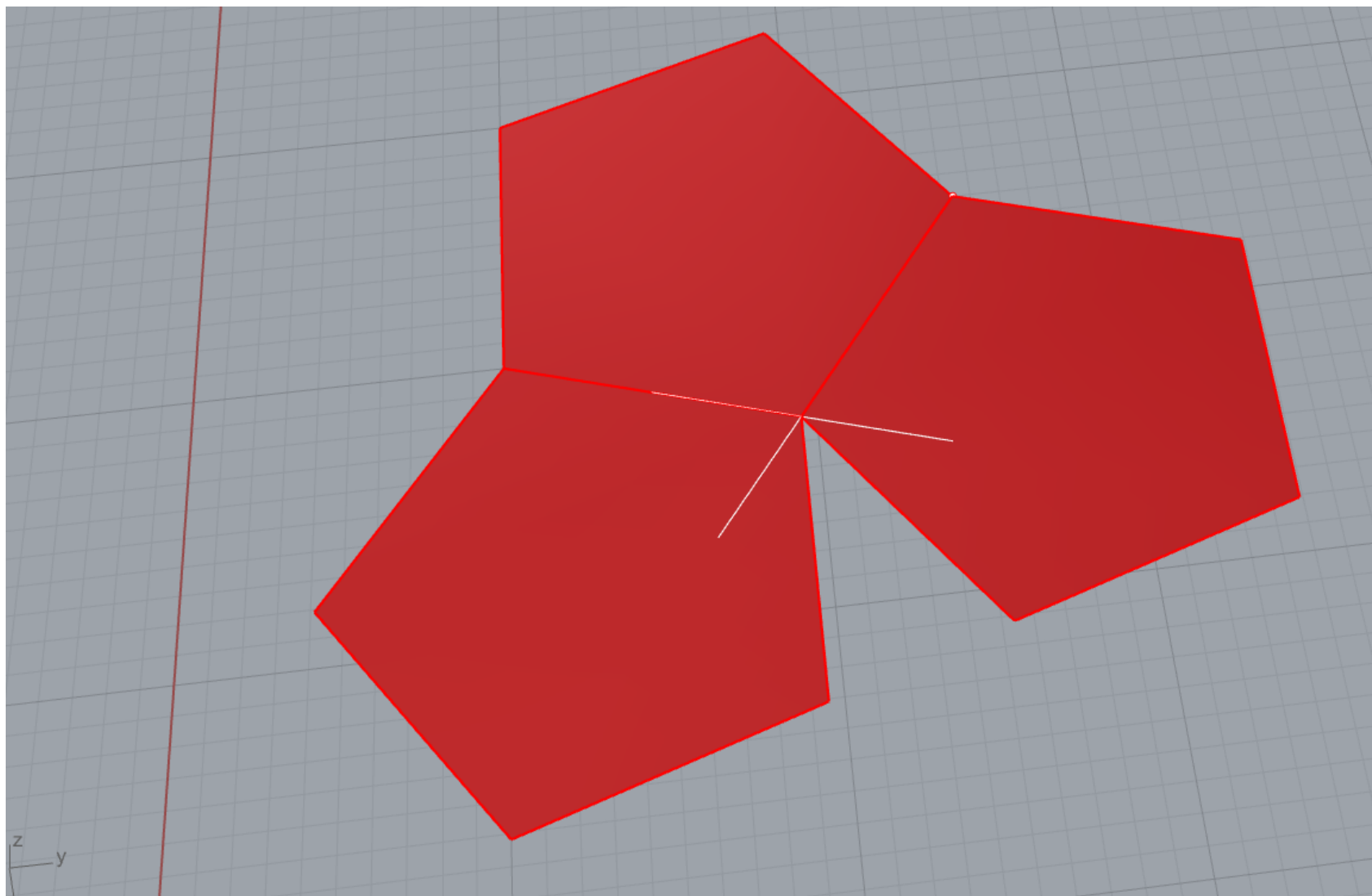
Aula. 3 – Solidos Arquimédios (cuboctaedro)



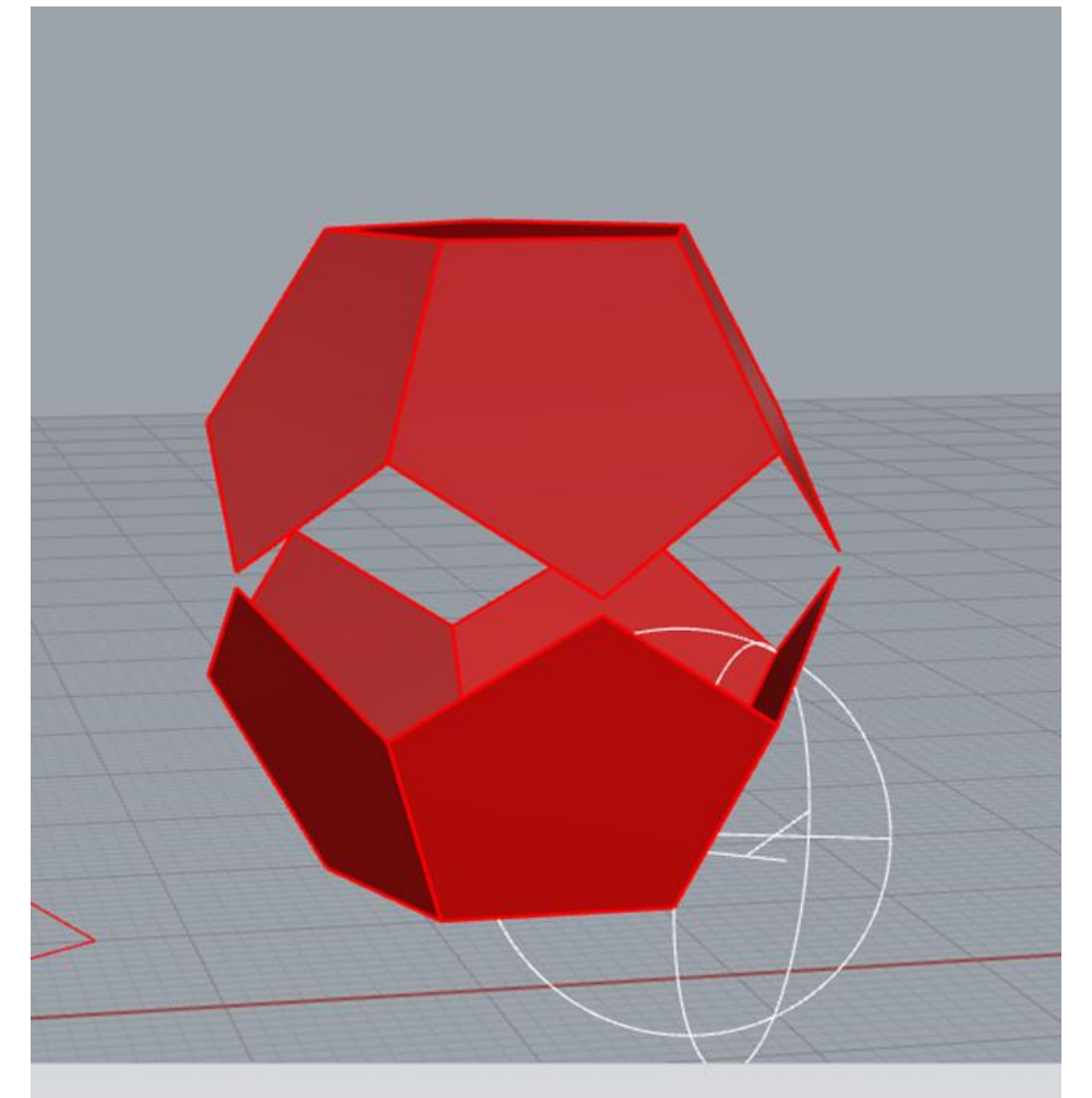
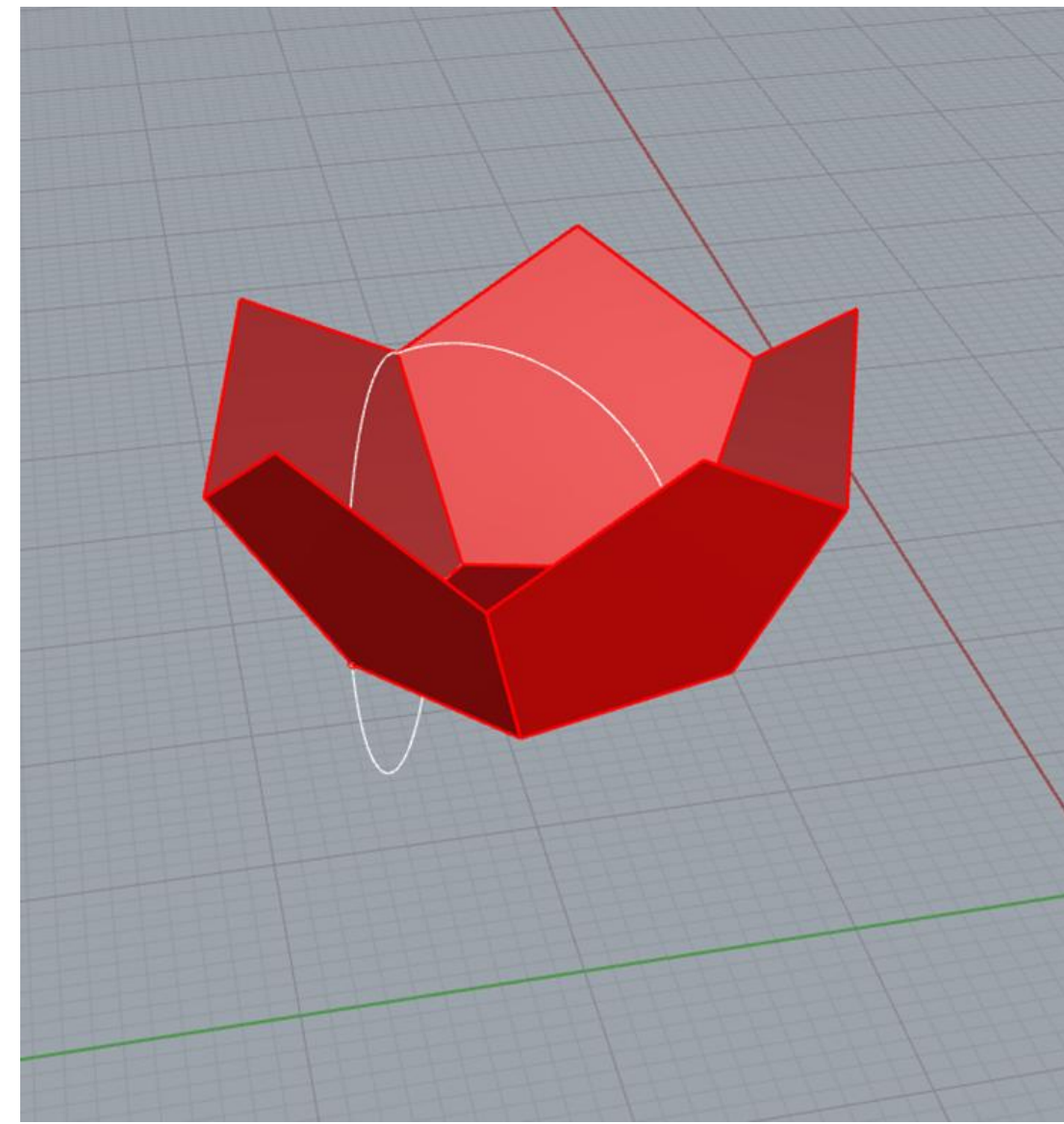
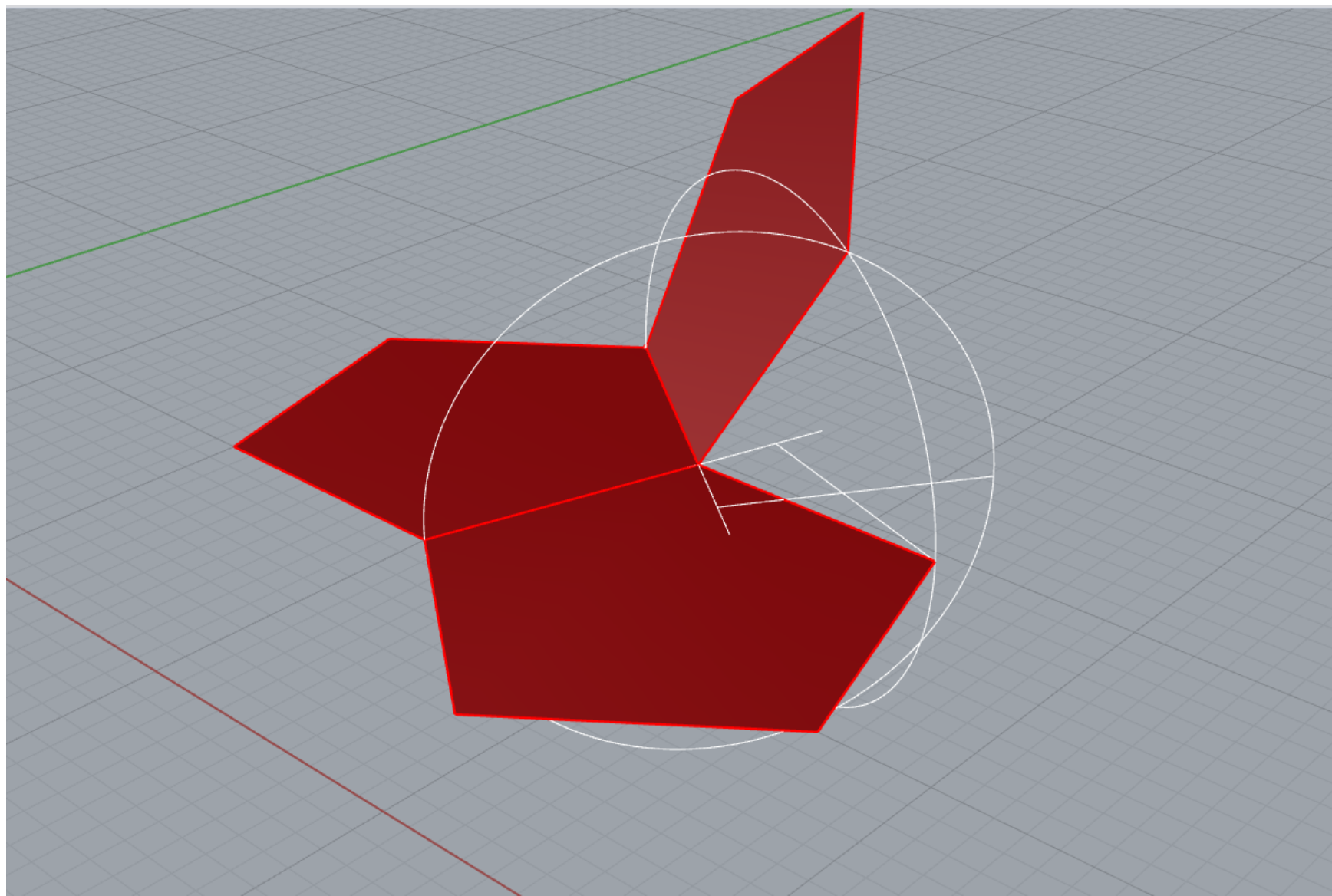
Para fazer o dodecaedro, começamos com o pentágono, usando o **polyline** e as medidas 20,10 para o primeiro ponto, @10<0 para o segundo pontos, @10<72.....como ilustra a imagem.

Tendo o pentagono usamos o **mirror** para criar os 2 outros pentágonos ligados ao primeiro.

Em seguida fazemos algumas linhas e circunferências para nos auxiliarem a rodar um dos pentágonos ate a intersecção das circunferências verticais.



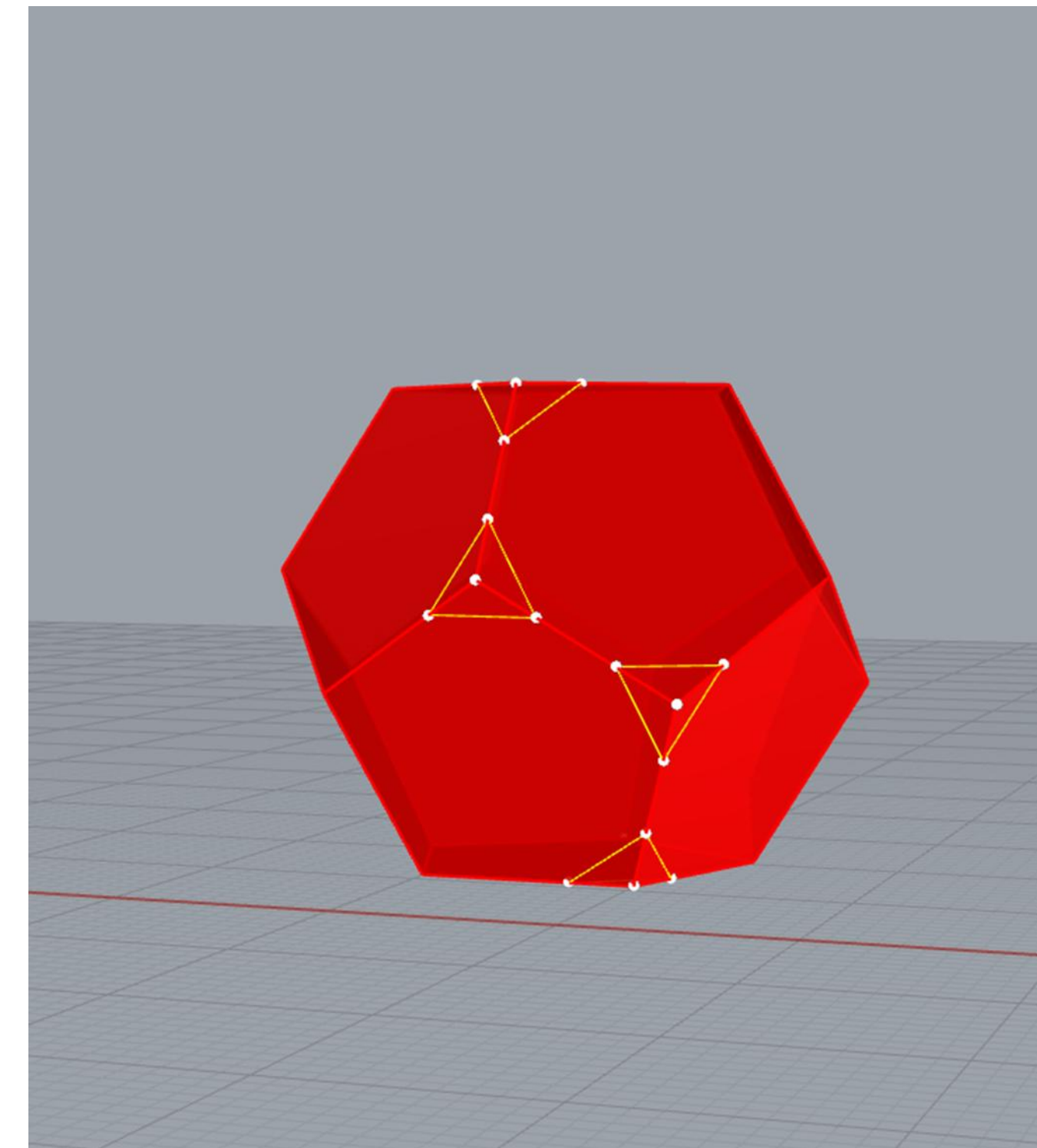
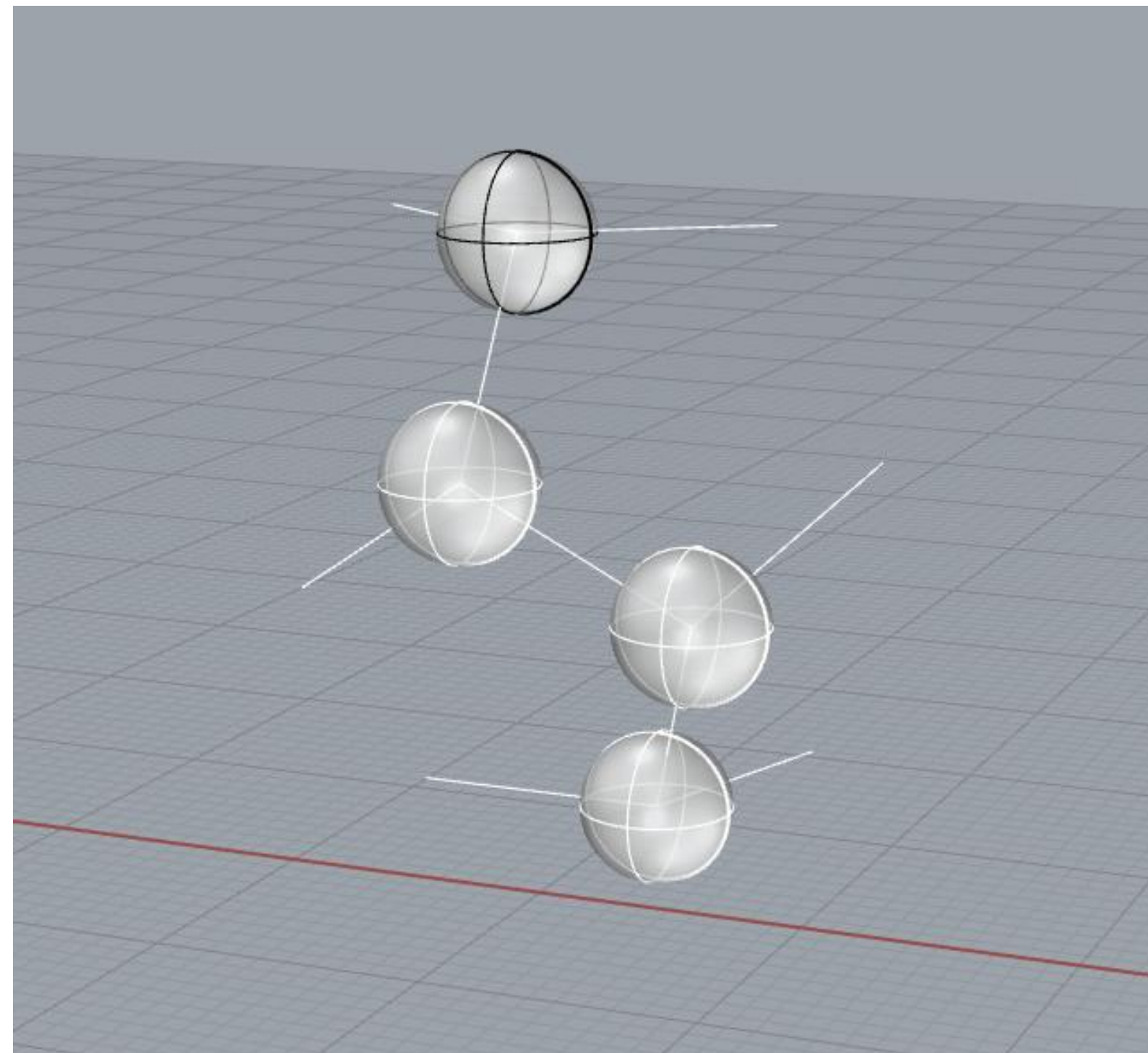
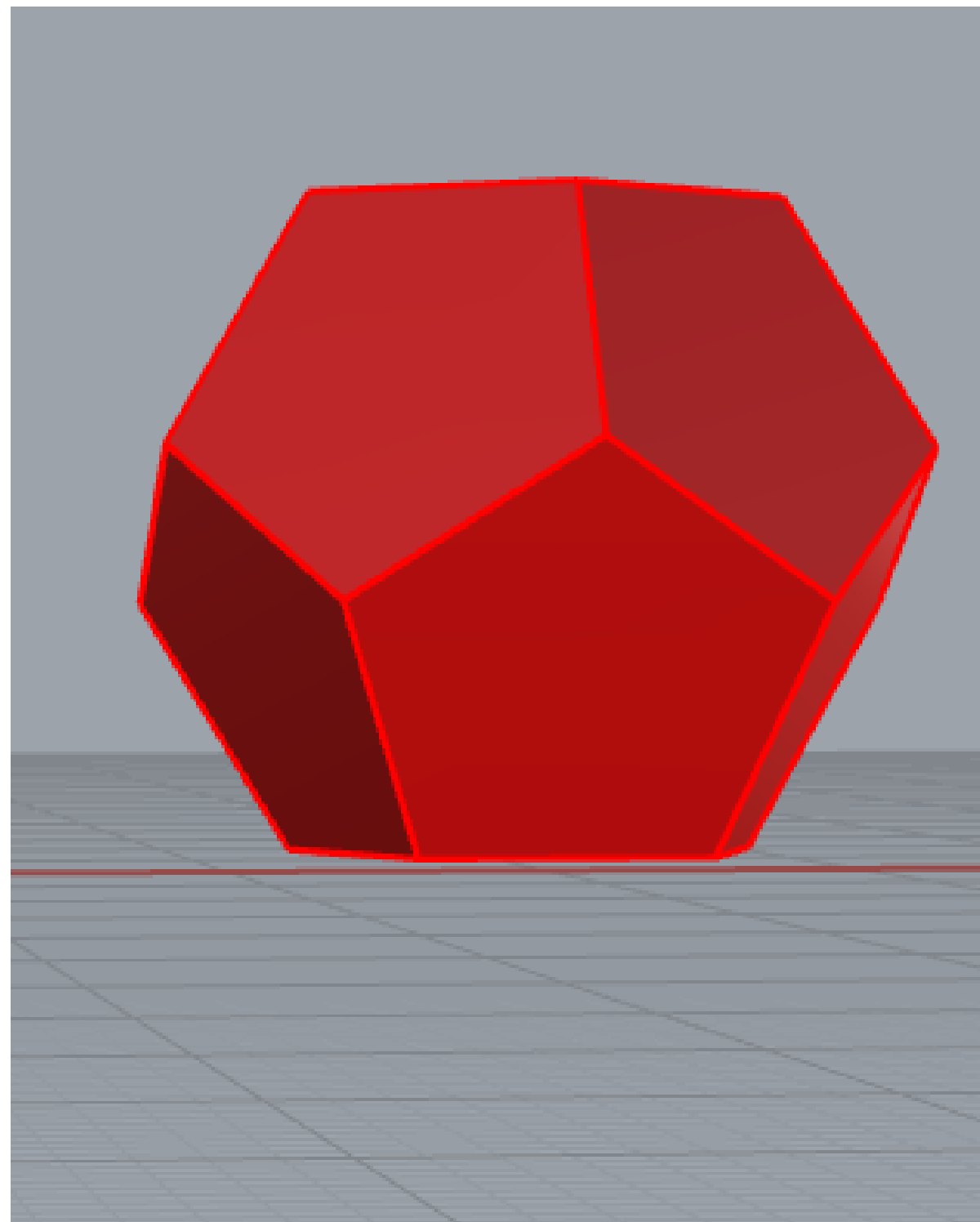
Aula. 3 e 4 – Solidos Arquimédios (dodecaedro)



Apois ter o pentagono rodado ate a intersecção das circunferências, usamos o **array polar** para colocar as faces rodadas a volta do pentagono base.

Feito isso, usamos o **mirror** com **3 pontos** espelhar a parte de baixo para cima.

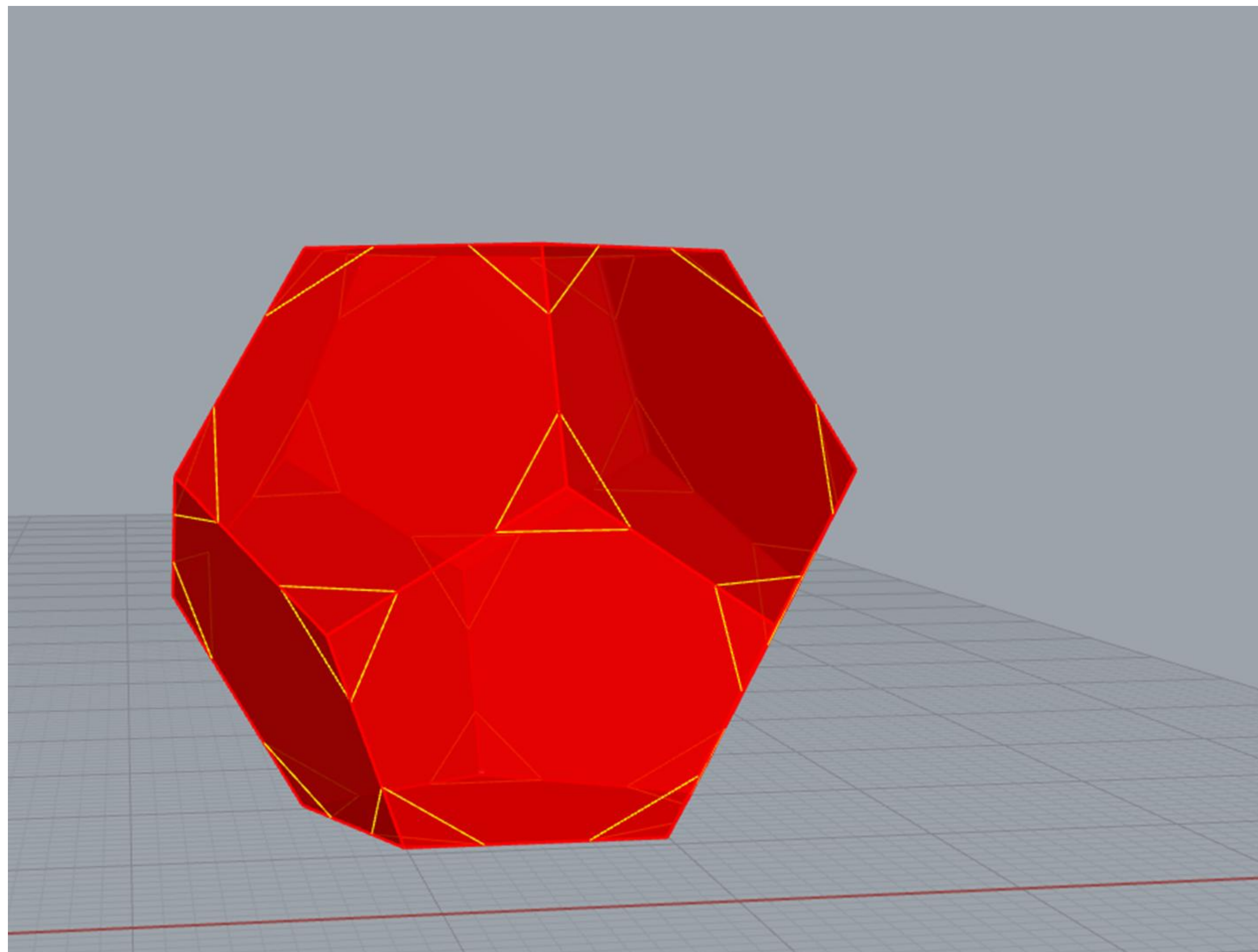
Aula. 3 – Solidos Arquimédios (dodecaedro)



Tento a parte de baixo espelhada, usamos o **rotate** para rodar 36 graus e me seguida o **move** para encaixar o de cima com o de baixo.

Tendo o dodecaedro, fazemos algumas linhas seguindo as arestas e algumas circunferências de raio 3 nos vértices e em seguidas selecionamos tudo, com o **intersect** criamos os pontos de intersecção das linhas com as esferas, e assim teremos os pontos para criar os triângulos

Aula. 3 e 4 – Sólidos Arquimédios (dodecaedro)

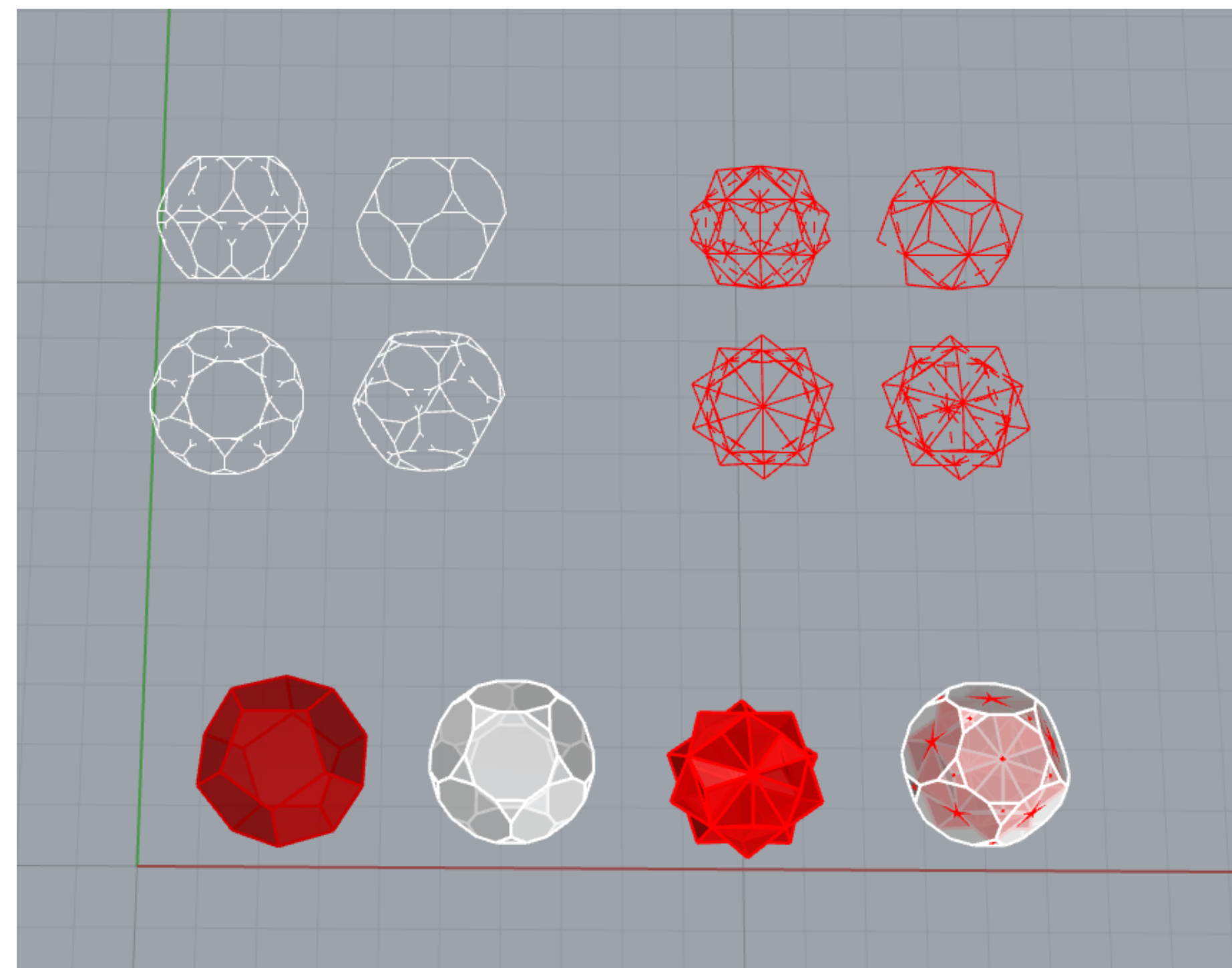
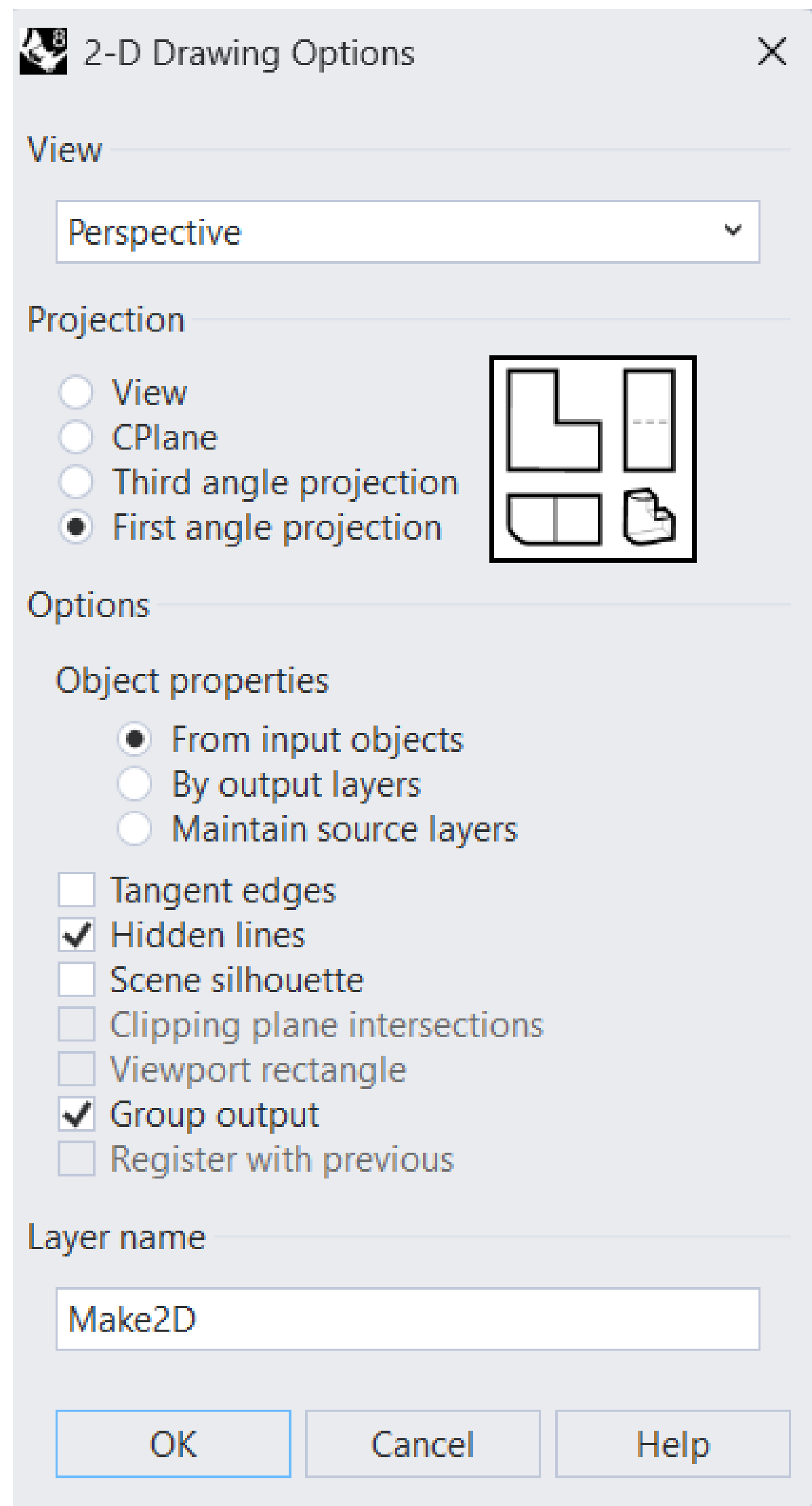


Tendo os 4 primeiros triângulos usamos o **array polar** para colocar os triângulos em todos os vértices do dodecaedro.

Feito isso usamos o **wire cut** para cortar esses triângulos.

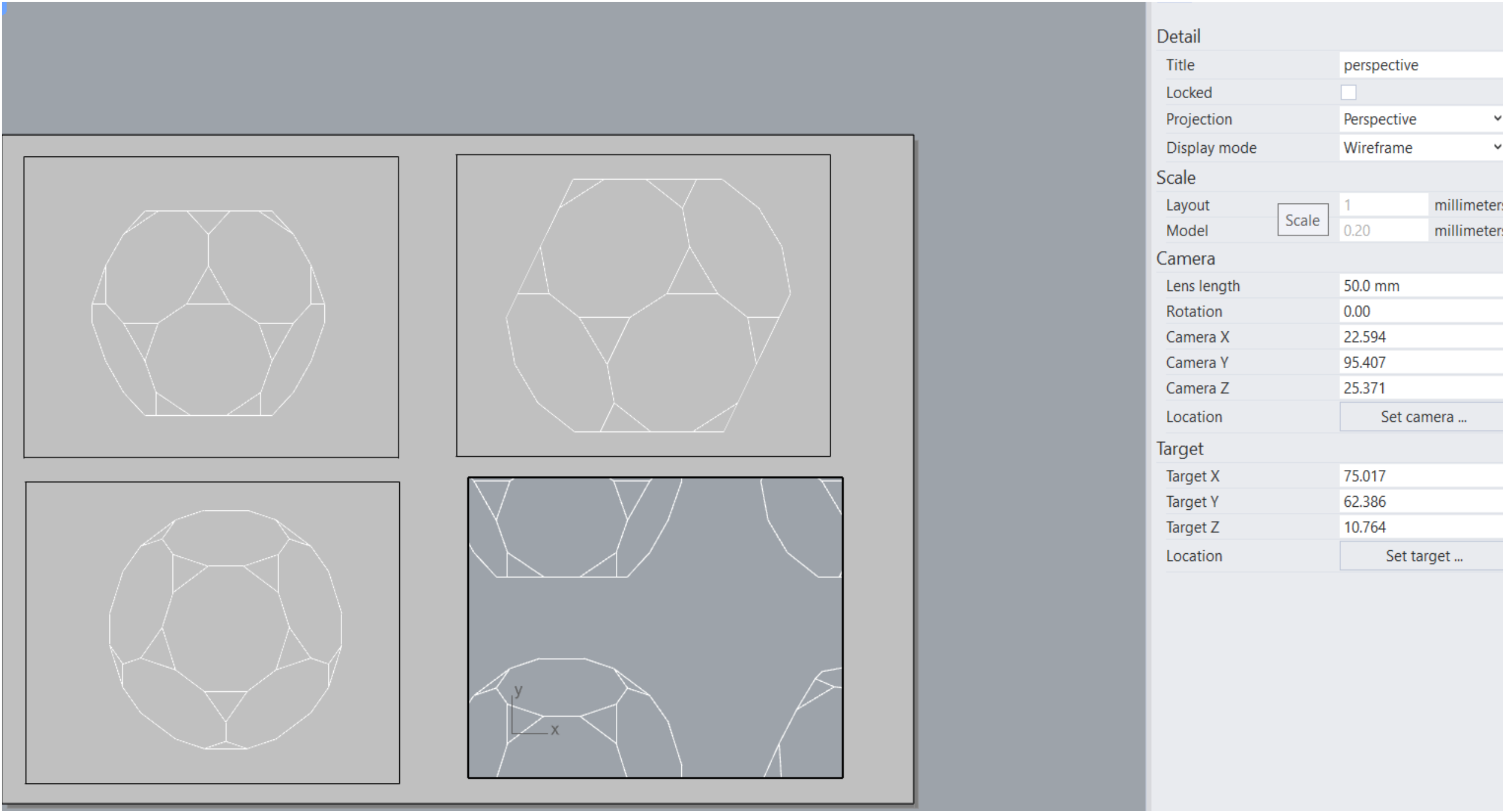
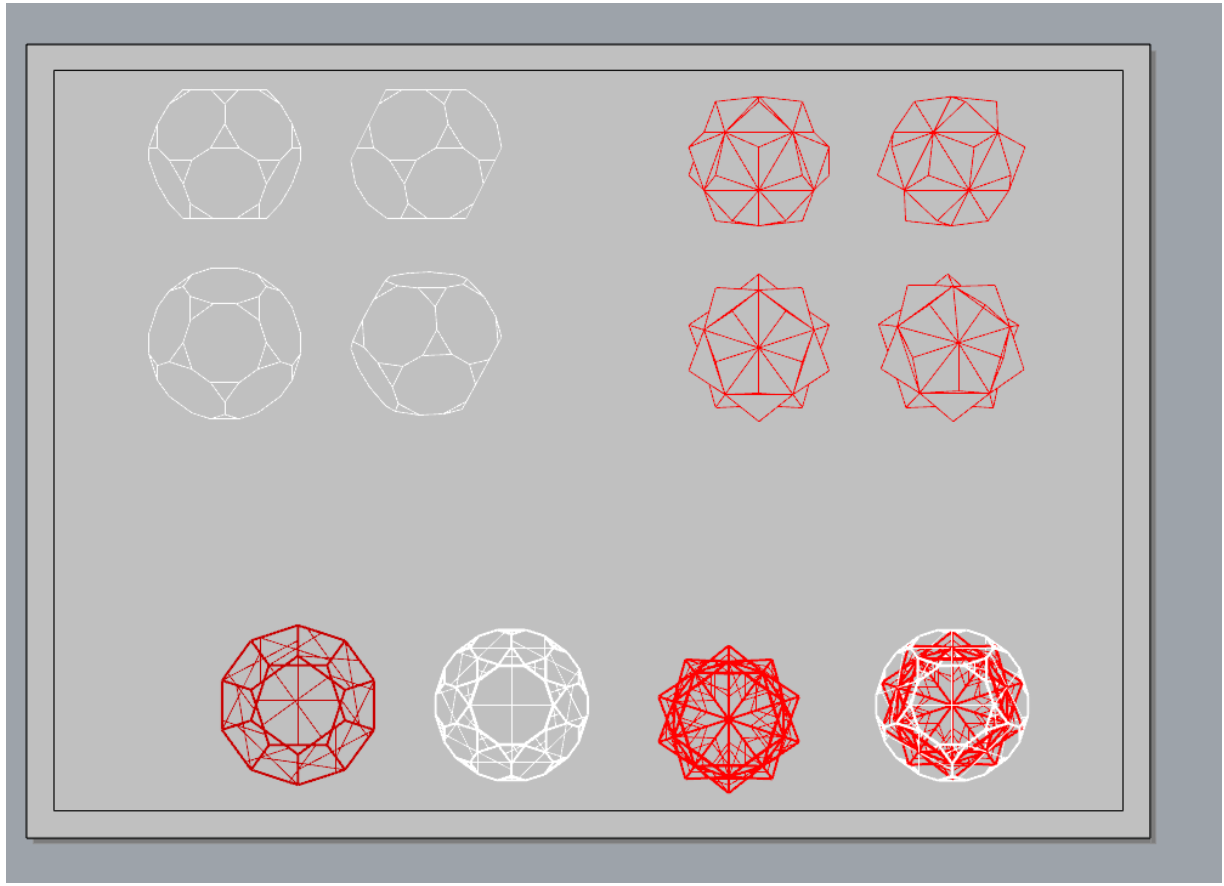
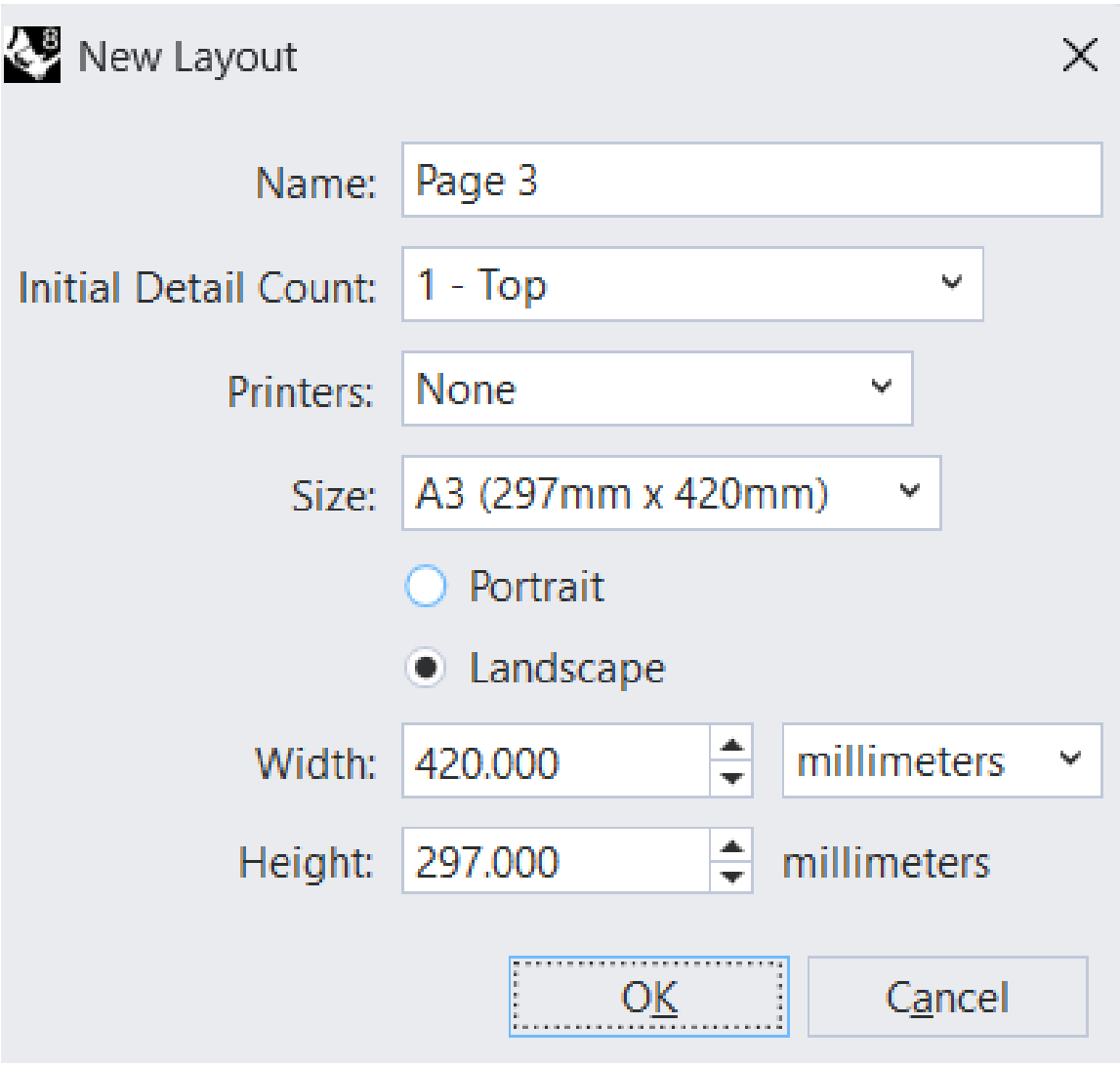
Tentando fazer o **wire cut** tive problemas, ate que explicando ao professor, chegamos a conclusão que tinha de refazer o solido inteiro, e assim o fiz, mas irei colocar apenas no PDF do trabalho 1, uma vez que não foi refeito no momento da aula.

Aula. 3 e 4 – Sólidos Arquimédios (dodecaedro)



Para termos as vistas em 2D usámos o comando **make 2D**, selecionamos os sólidos que queremos ver em 2d e escolhemos as opções (primeira imagem).

Aula. 5 – Sólidos Arquimédios(layouts)

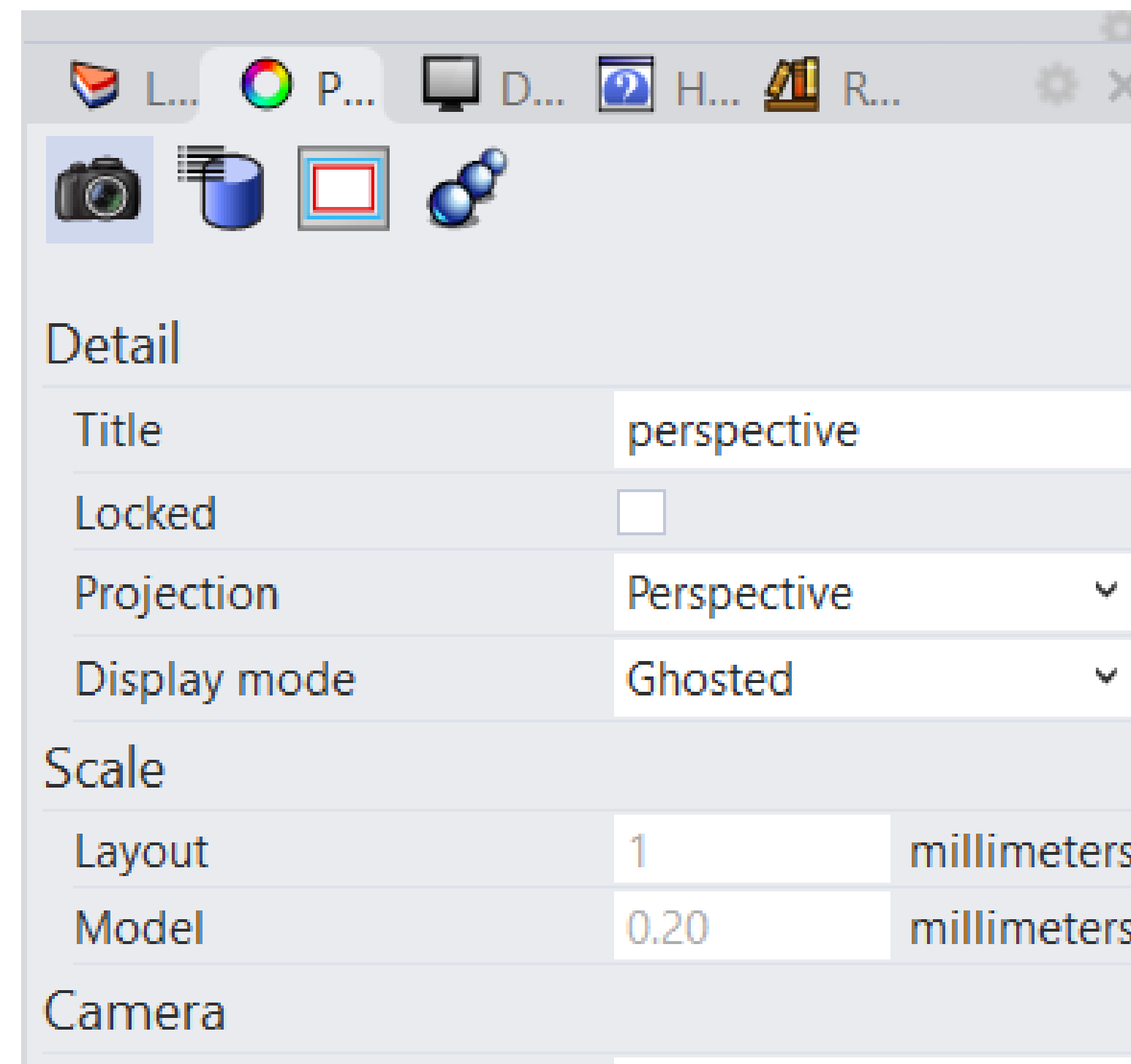
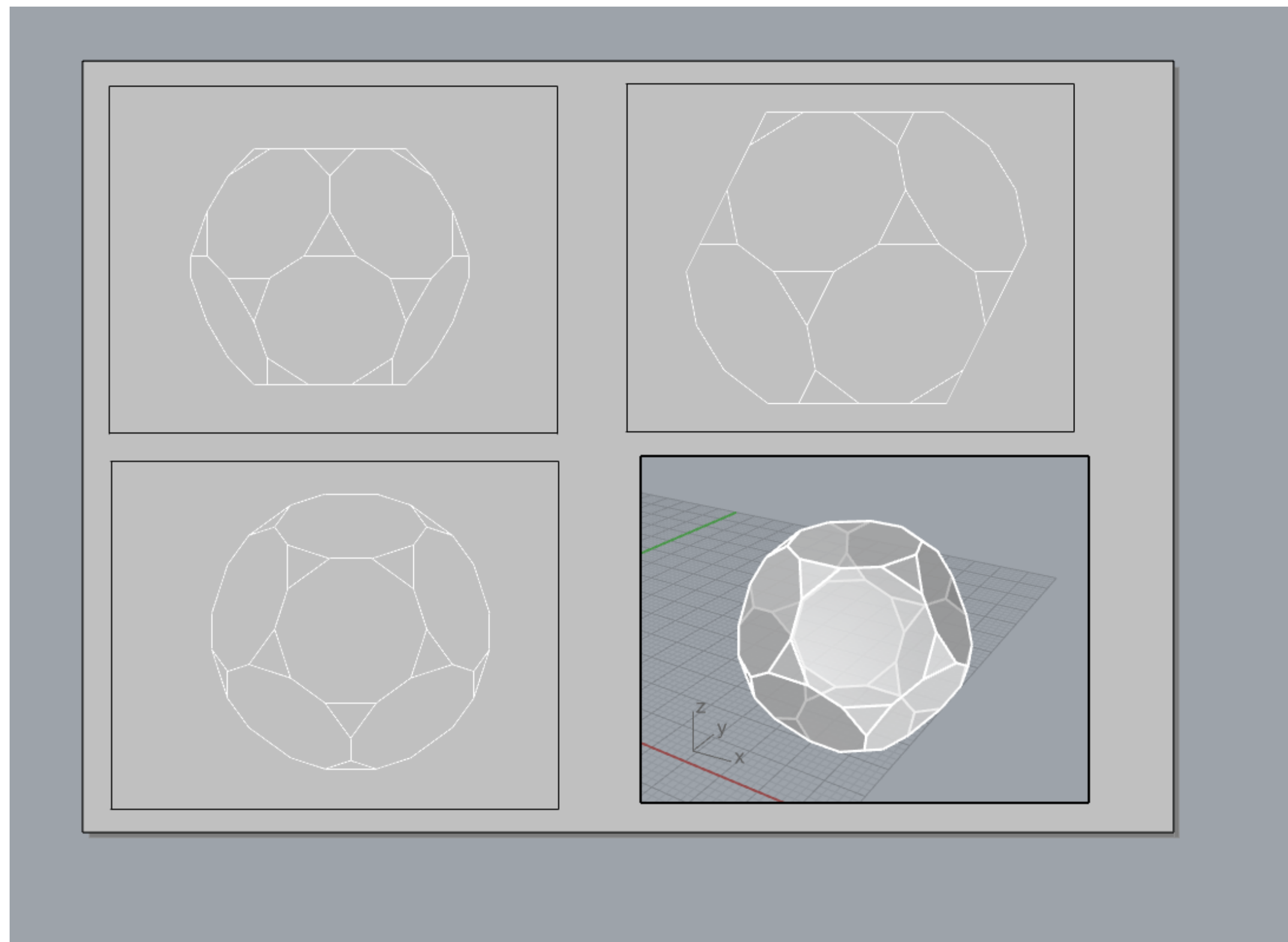


Para fazer o layout, escrevemos **layout**, e colocamos as opções (primeira imagem) e vai abrir essa pagina (segunda imagem).

Tendo a pagina, vamos diminuir a janela em 4 pequenos retângulos para podermos colocar cada vista em 1 retângulo.

Feito isso clicamos 2 vezes em um dos retângulos para ajustar a escala, no caso a escala usada foi 1/2

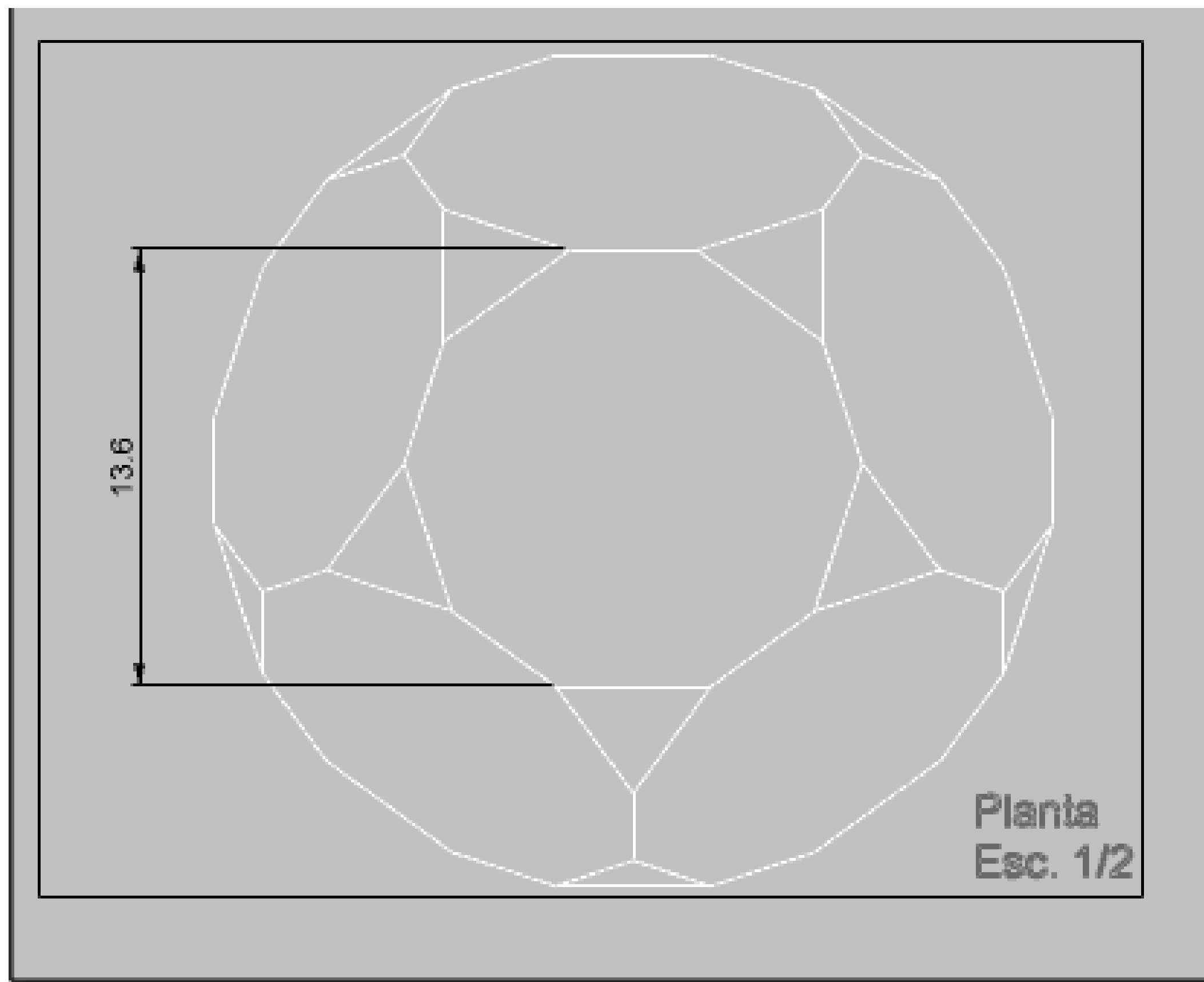
Aula. 5 – Sólidos Arquimédios (layouts)



Para o retângulo que temos as perspectivas, colocamos as opções da imagem (segunda imagem).

Em seguida adicionamos os nomes das vistas, para isso usamos o **texto object**, escrevemos os nomes das vistas e as escalas

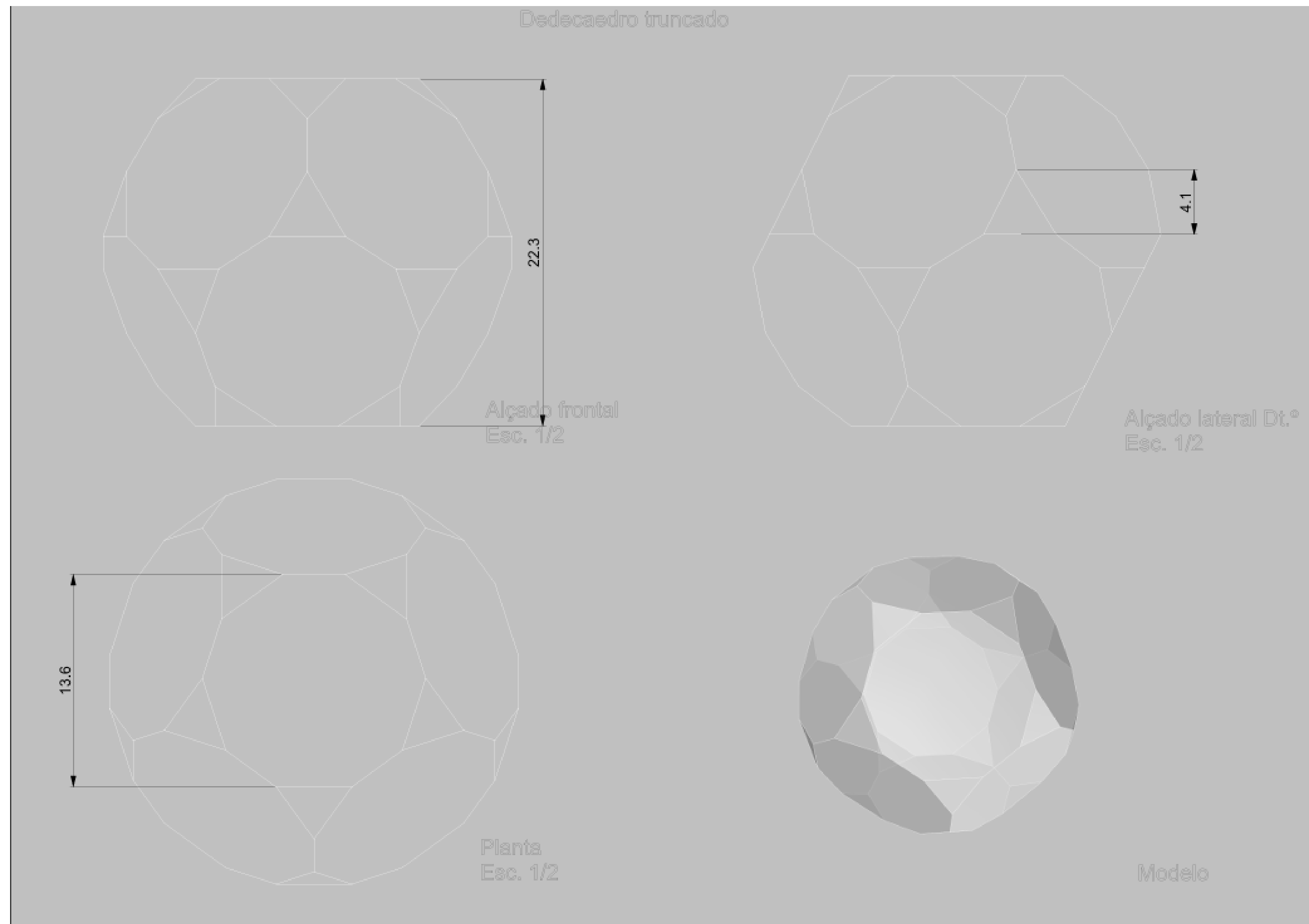
Aula. 5 – Solidos Arquimédios (layouts)



Em seguida adicionamos os nomes das vistas, para isso usamos o **texto object**, escrevemos os nomes das vistas e as escalas.

E para as cotas, no **drafting** usamos o **linear dimension** depois é só fazer o print.

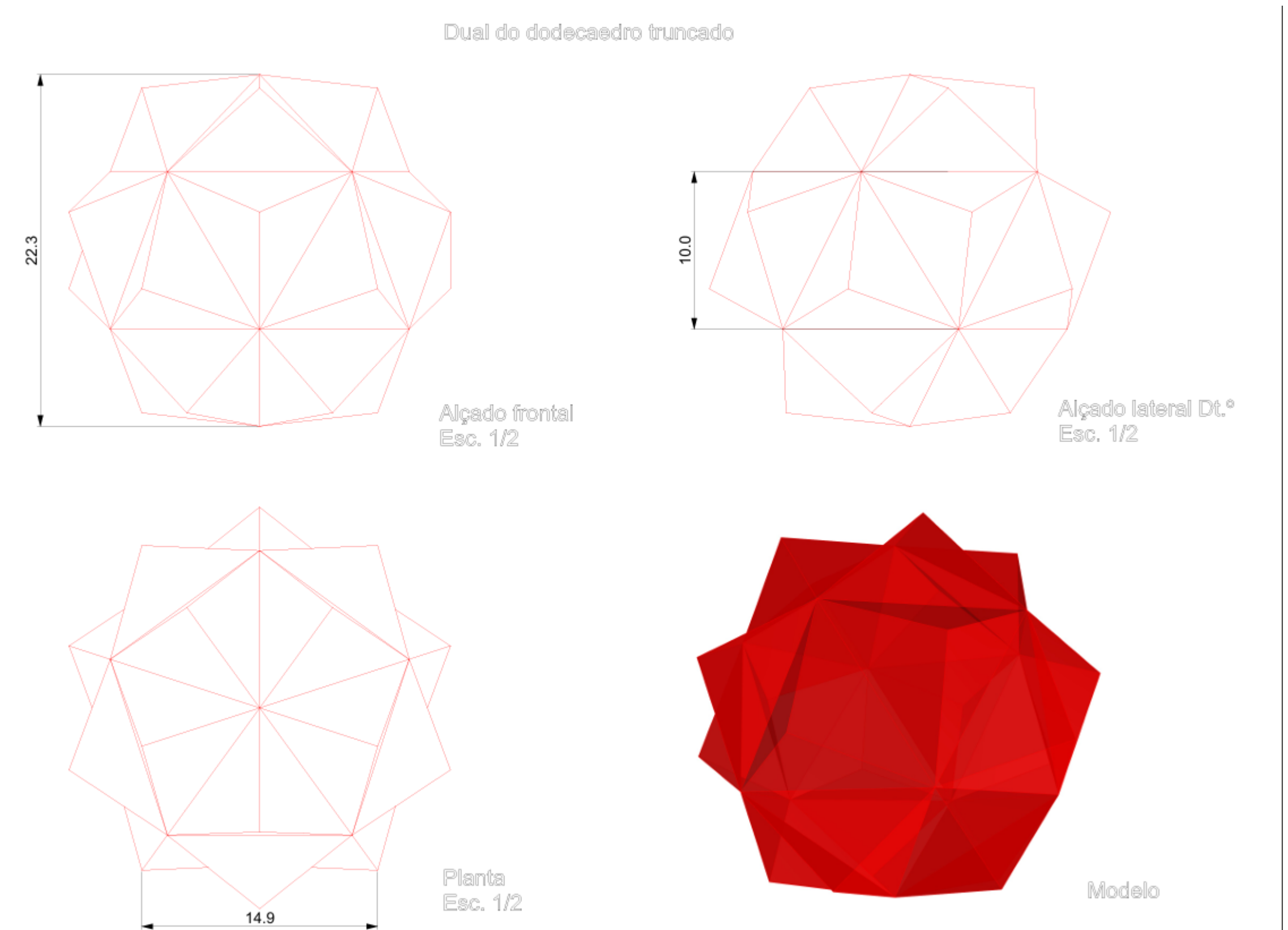
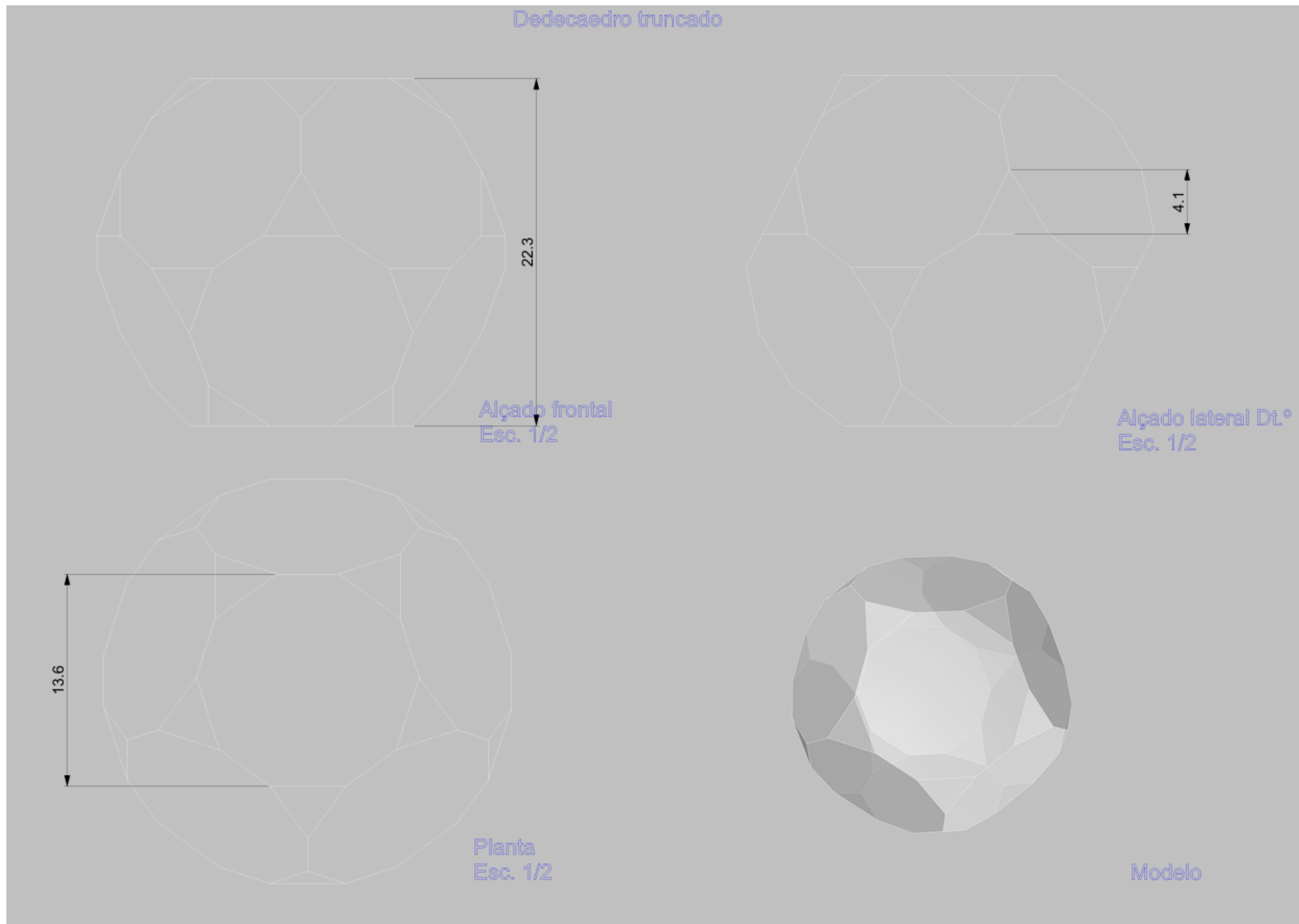
Aula. 5 – Solidos Arquimédios (layouts)



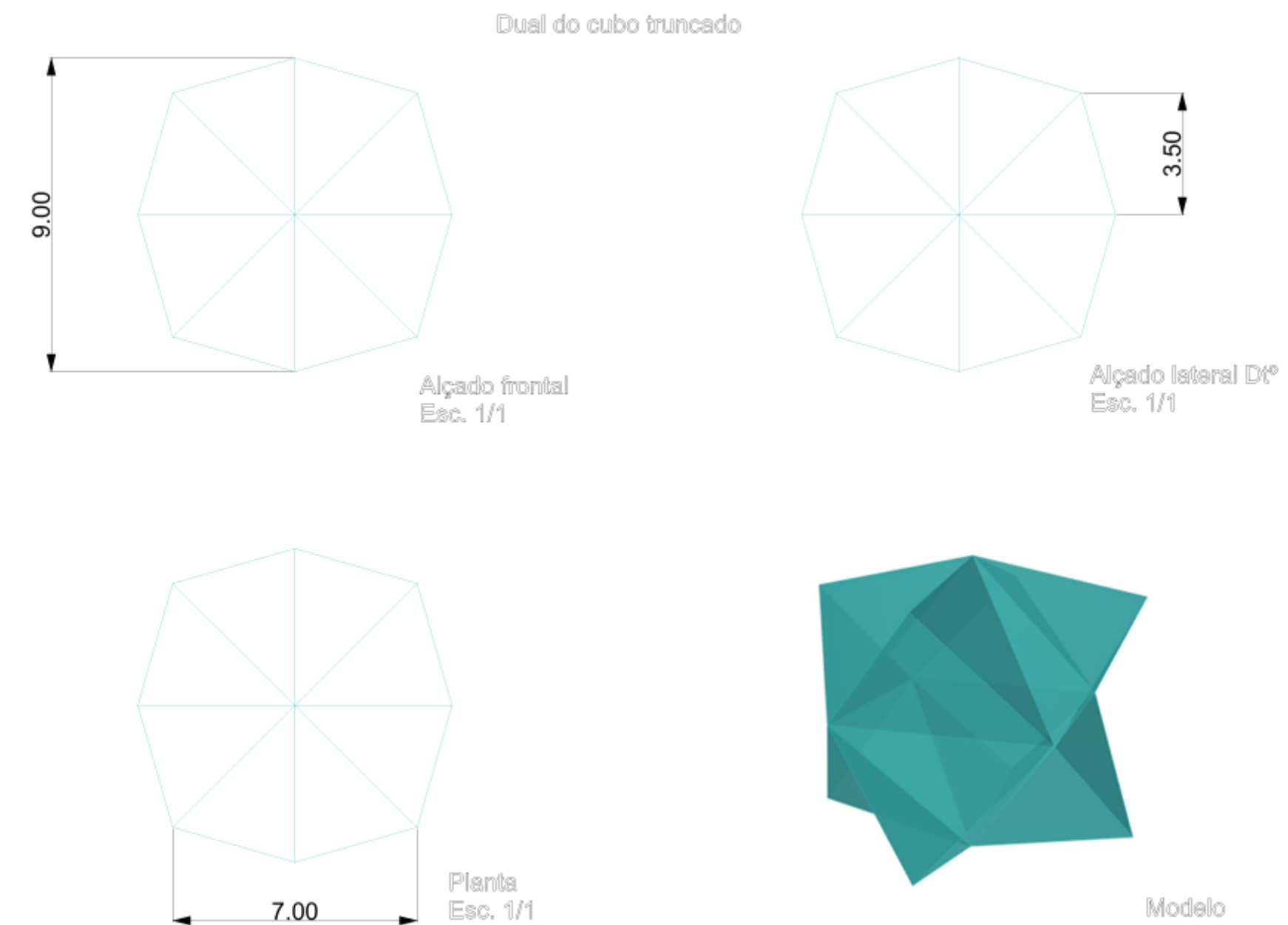
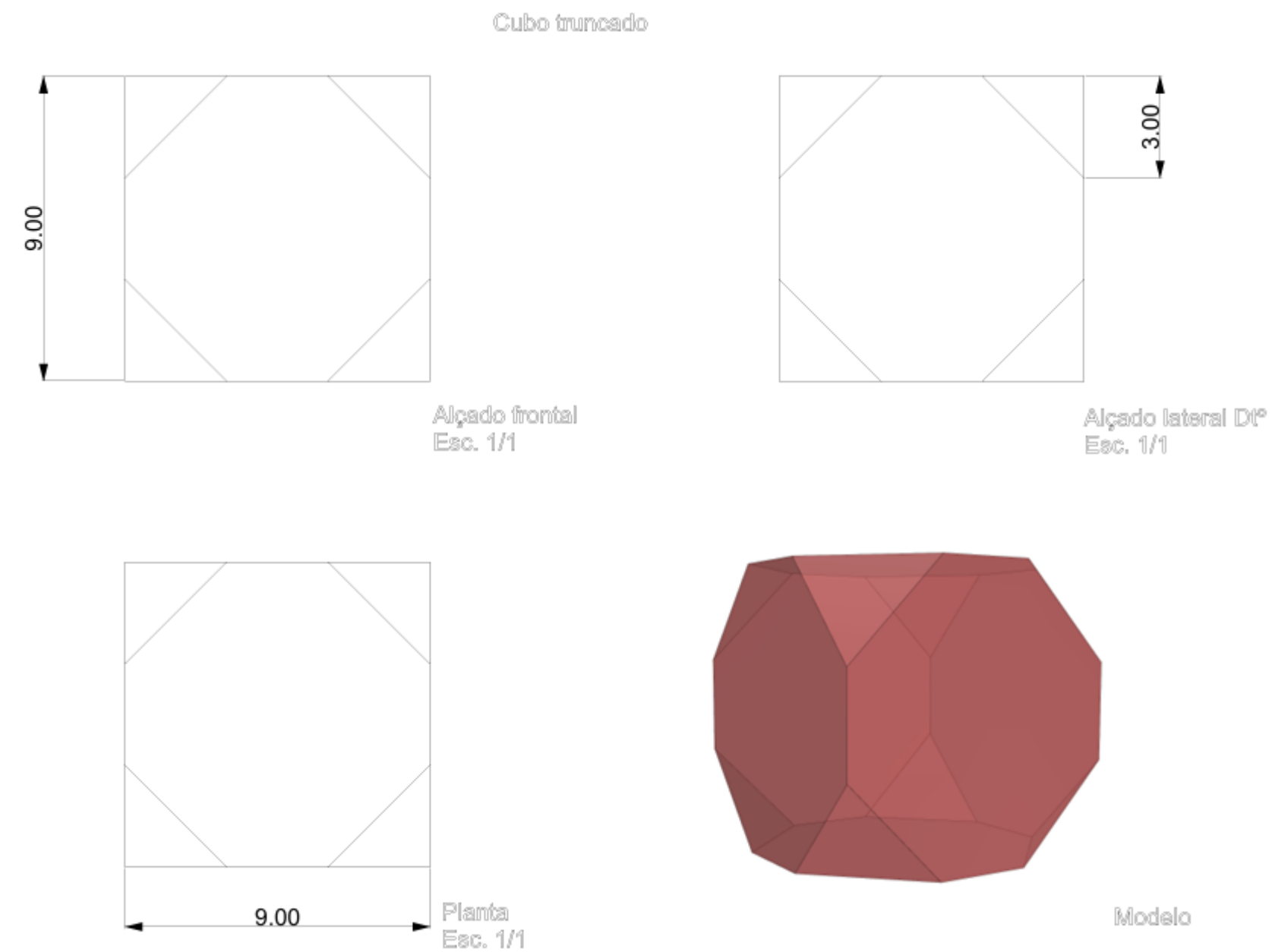
Aula. 5 – Solidos Arquimédios (layouts)

E repetimos os mesmos passos para todos os outros sólidos que quisermos

Aula. 5 – Solidos Arquimédios (layouts)



Aula. 5 – Solidos Arquimédios (layouts)

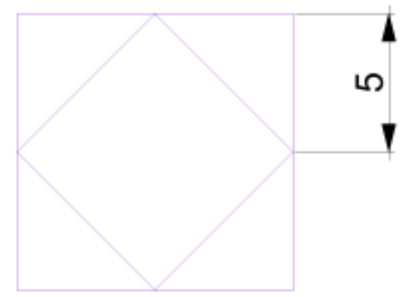


Aula. 5 – Solidos Arquimédios (layouts)

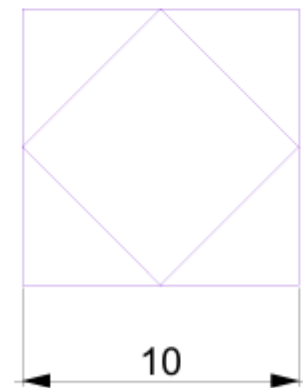
Cuboctaedro truncado



Alçado frontal
Esc. 1/2



Alçado lateral Dtº
Esc. 1/2

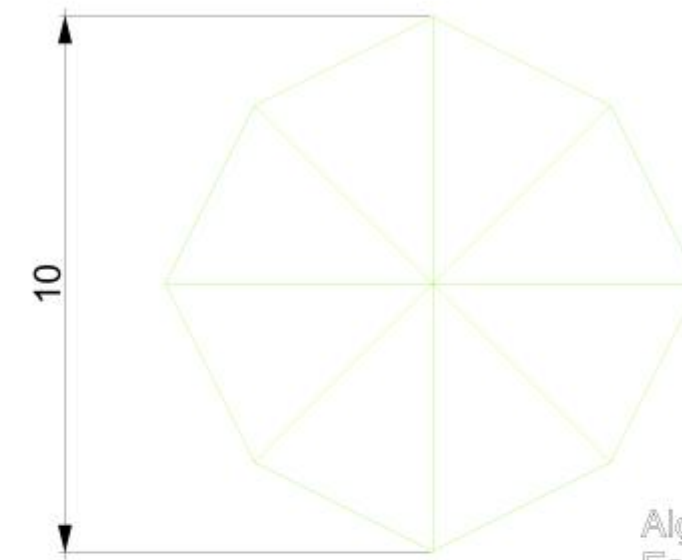


Planta
Esc. 1/2

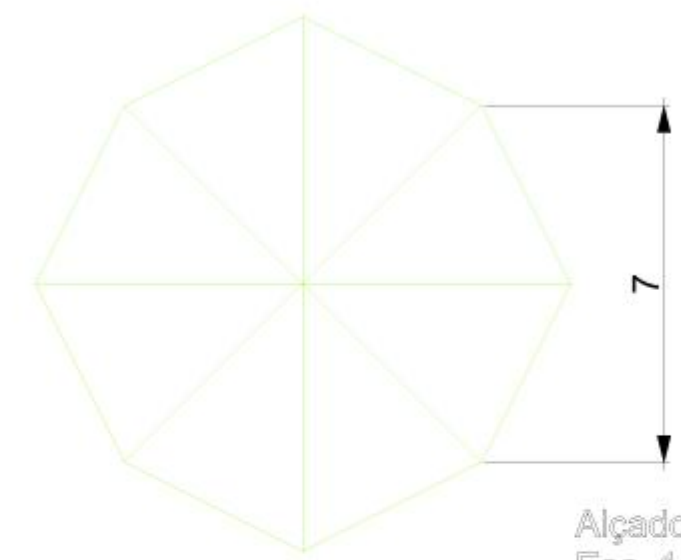


Modelo

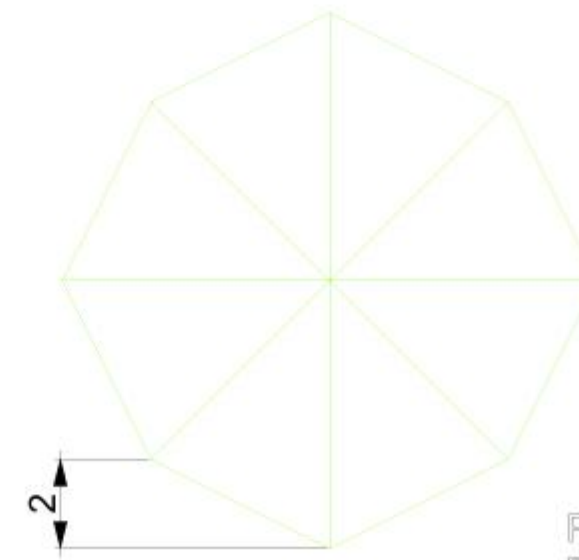
Dual do cuboctaedro truncado



Alçado frontal
Esc. 1/1



Alçado lateral Dtº
Esc. 1/1

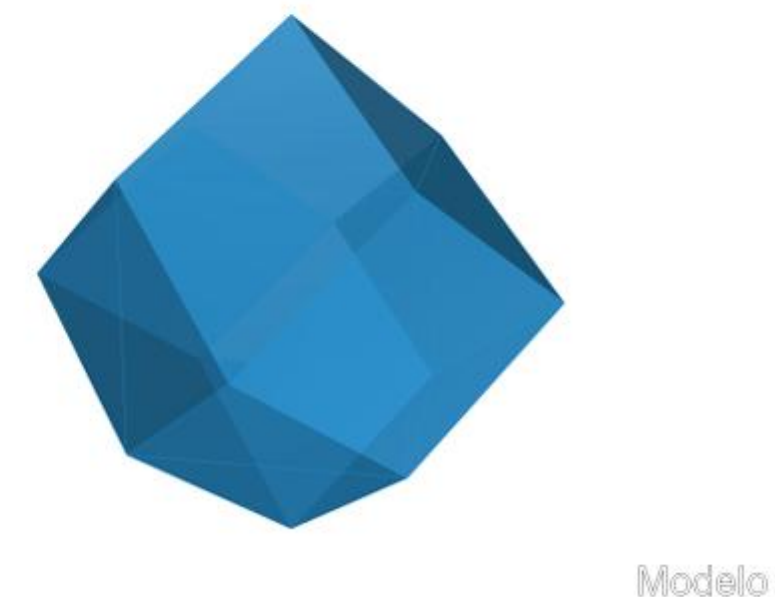
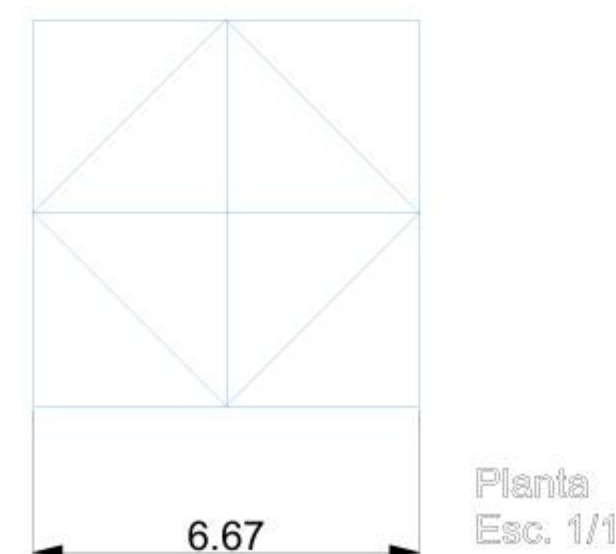
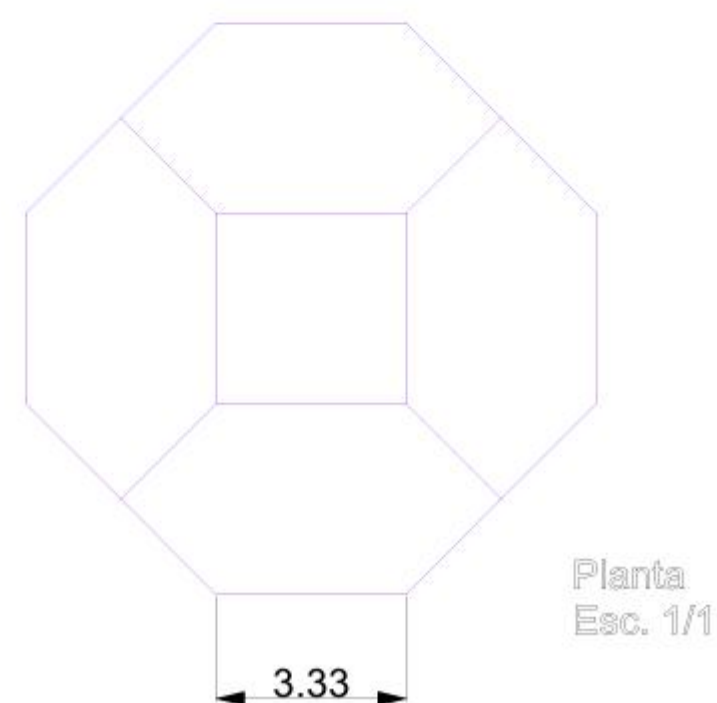
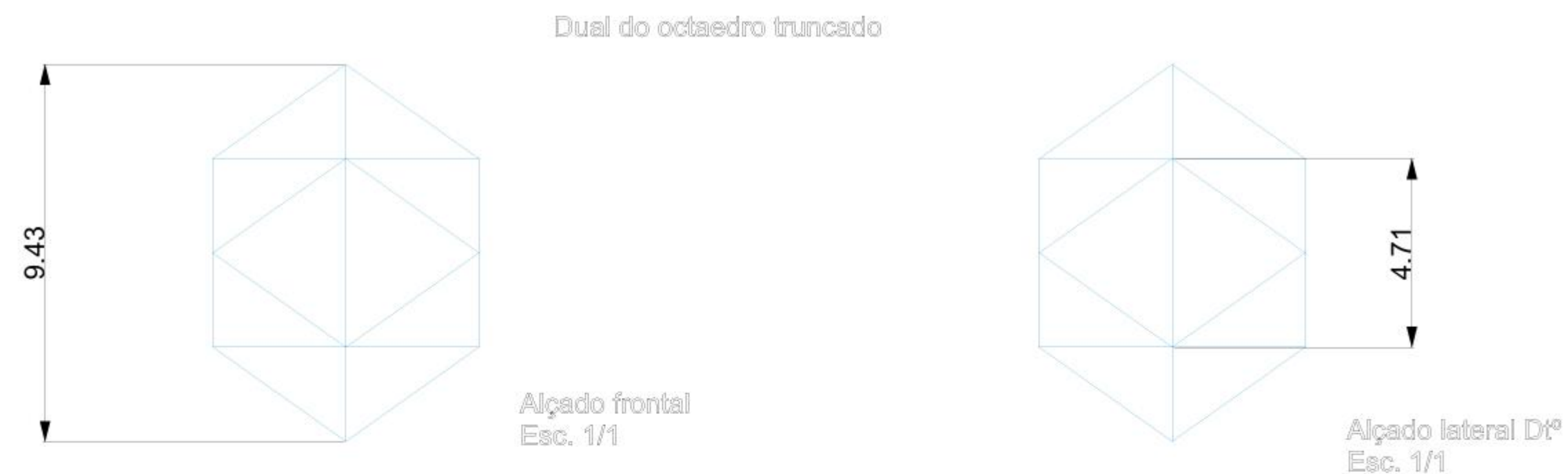


Planta
Esc. 1/1



Modelo

Aula. 5 – Solidos Arquimédios (layouts)



Aula. 5 – Solidos Arquimédios (layouts)

Tetraedro truncado

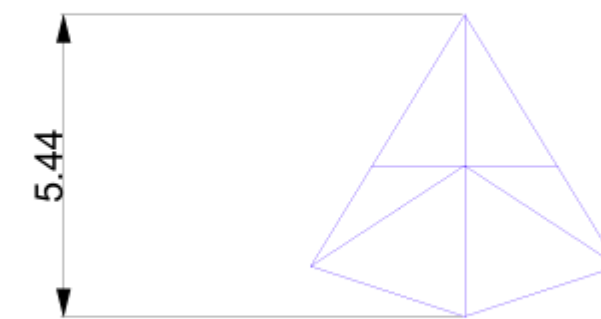


Alçado frontal
Esc. 1/1

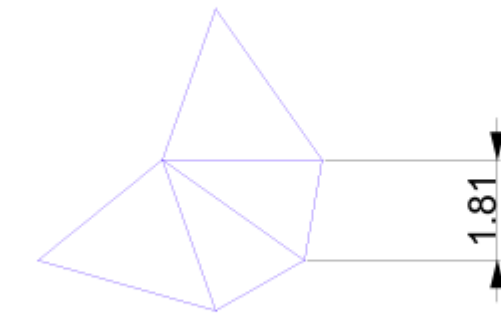


Alçado lateral
Esc. 1/1

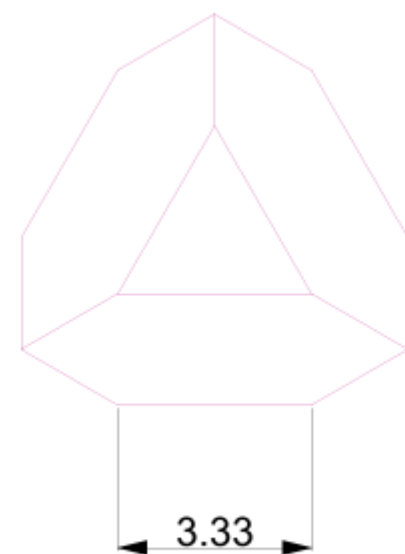
Dual do tetraedro truncado



Alçado frontal
Esc. 1/1



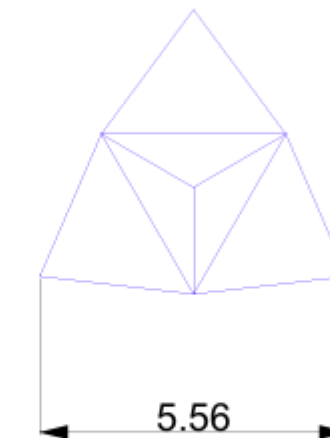
Alçado Lateral Dtº
Esc. 1/1



Planta
Esc. 1/1



Modelo



Planta
Esc. 1/1



Modelo

Aula. 5 – Solidos Arquimédios (layouts)

Icosaedro truncado



Alçado frontal
Esc. 1/2



Alçado lateral Dtº
Esc. 1/2

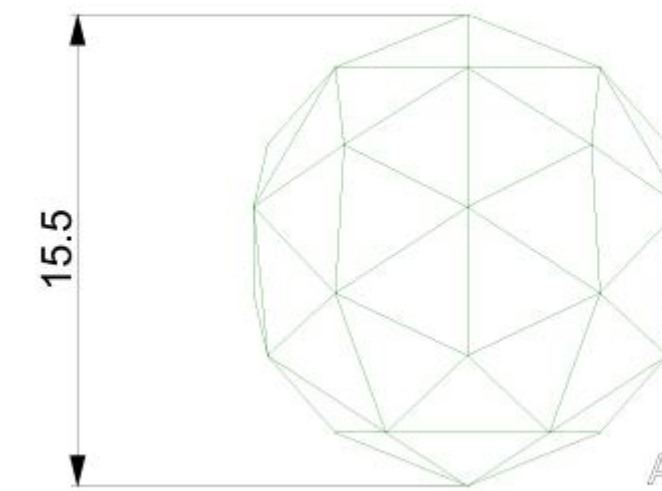


Planta
Esc. 1/2

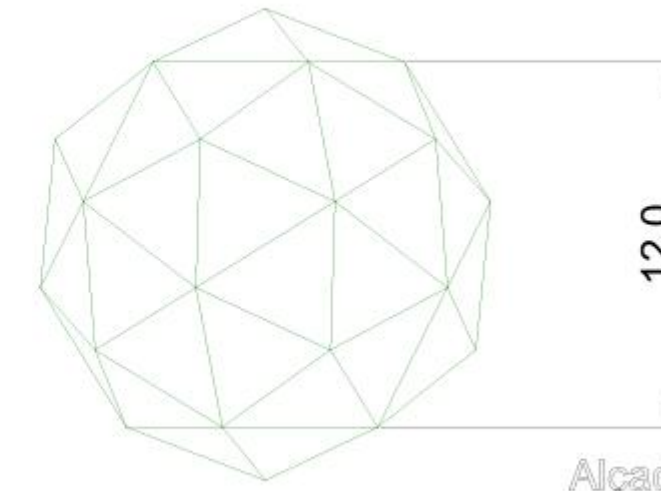


Modelo

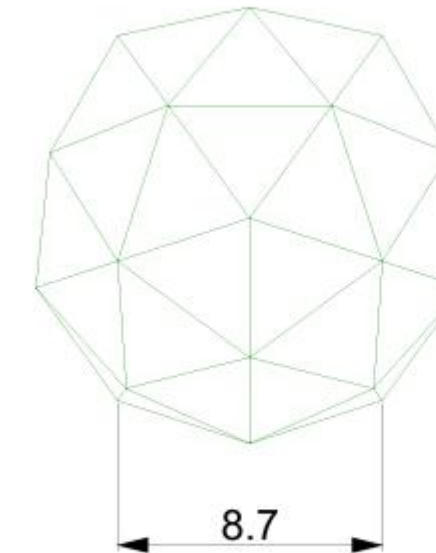
Dual do icosaedro truncado



Alçado frontal
Esc. 1/2



Alçado lateral Dtº
Esc. 1/2

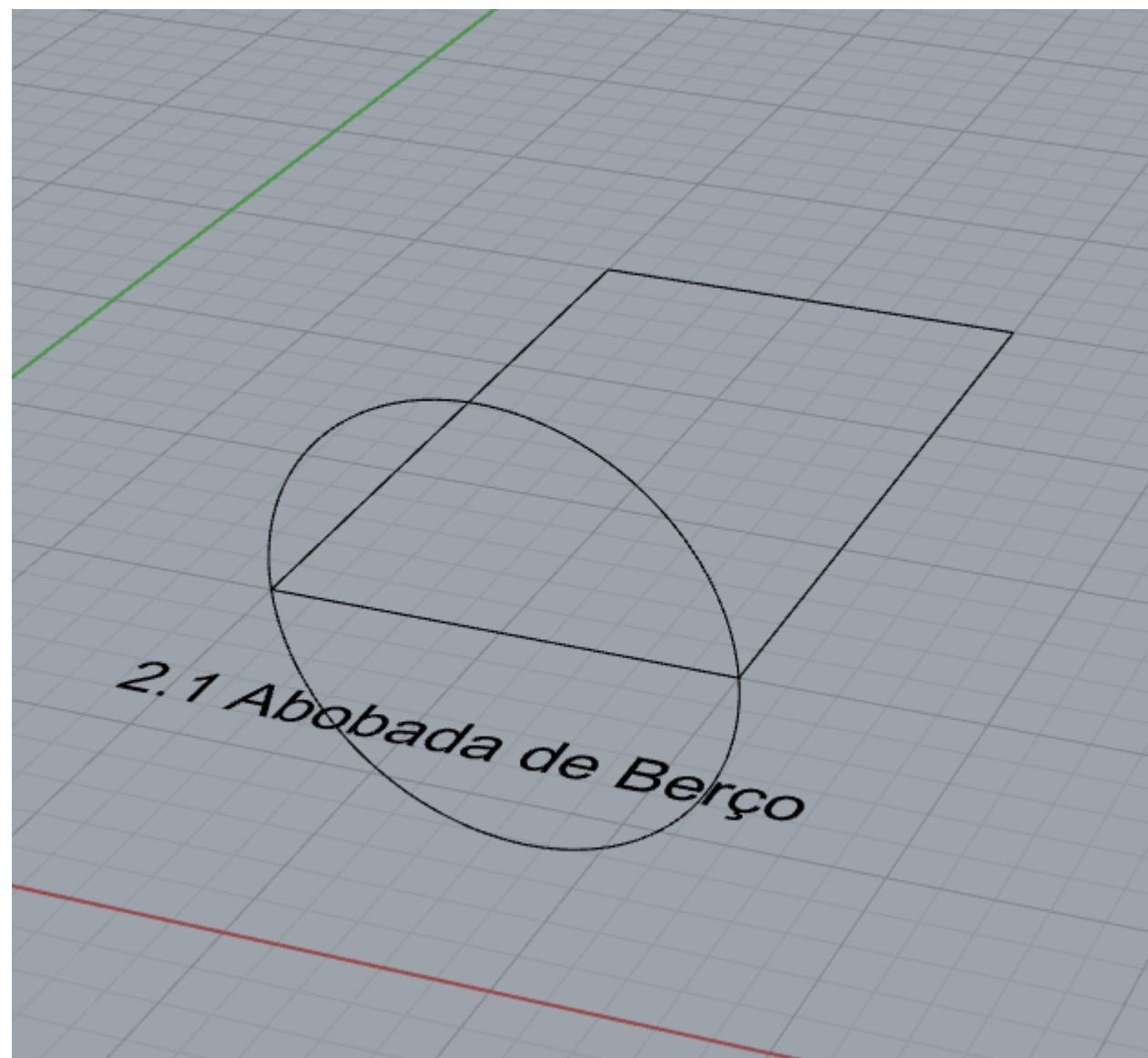


Planta
Esc. 1/2



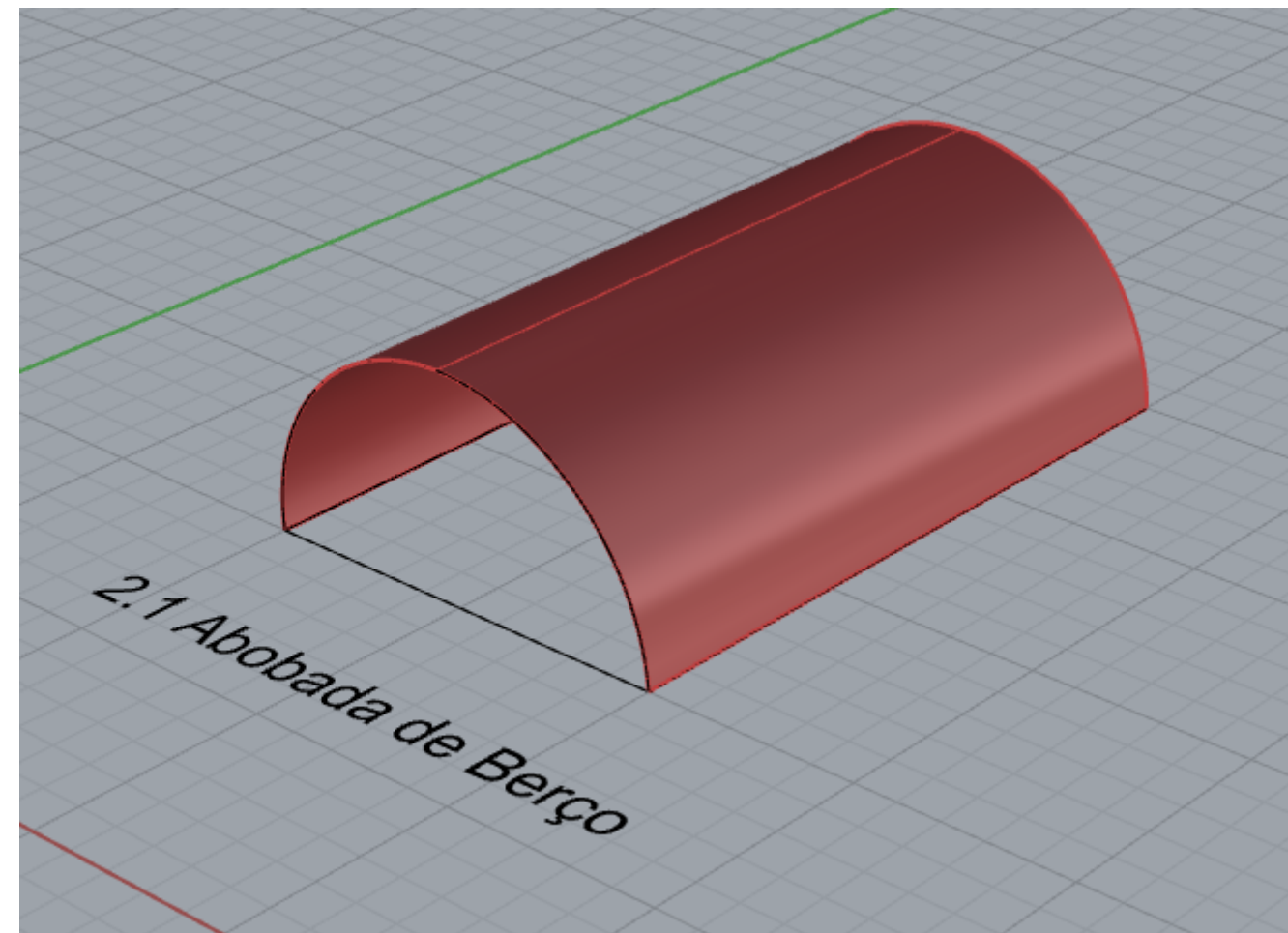
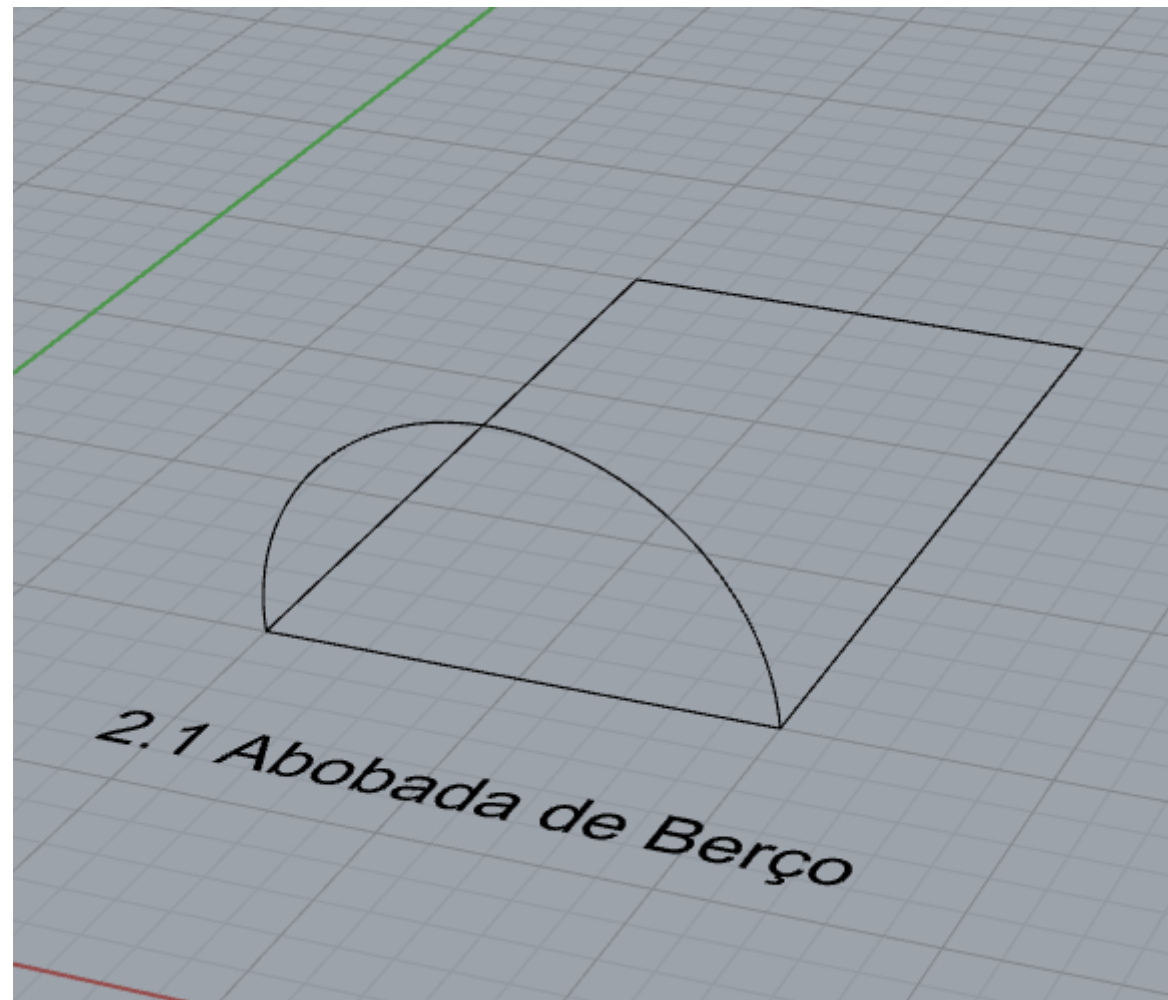
Modelo

Aula. 5 – Solidos Arquimédios (layouts)

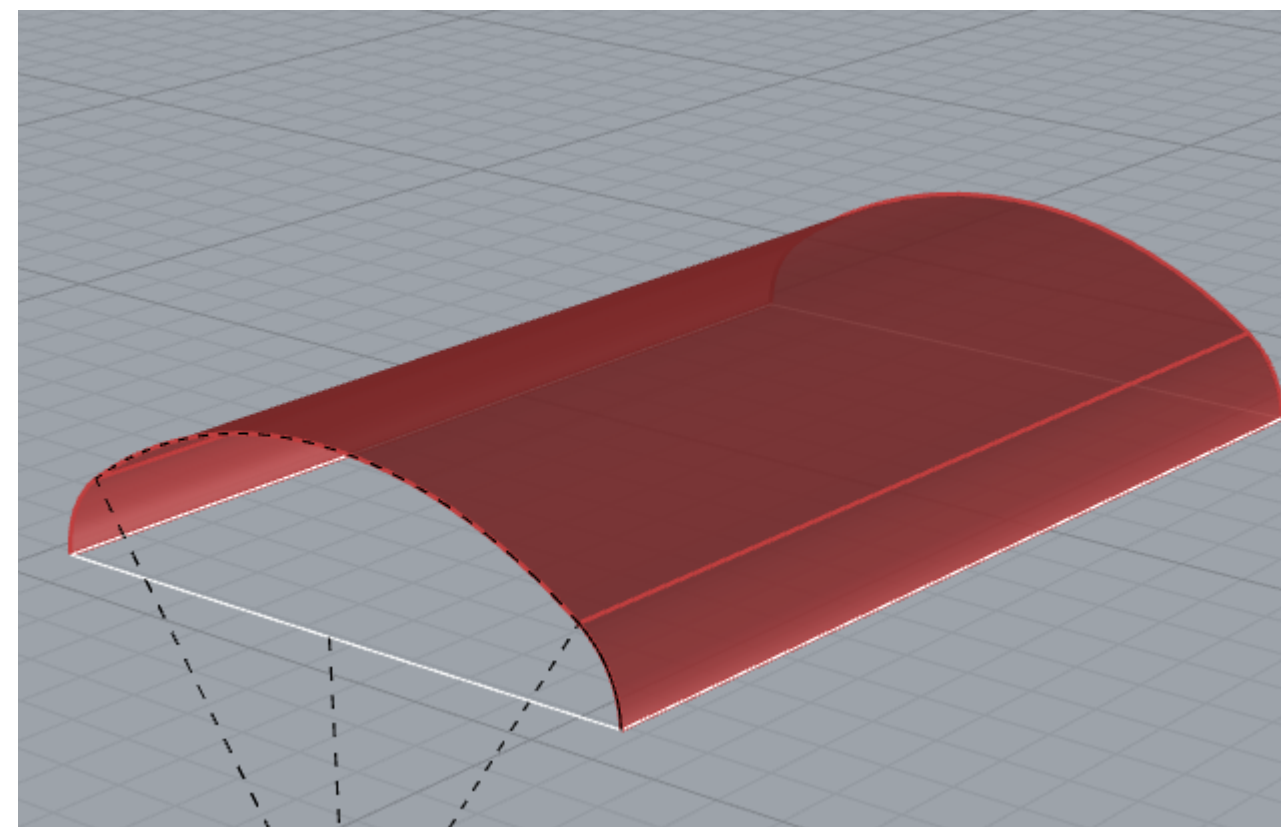
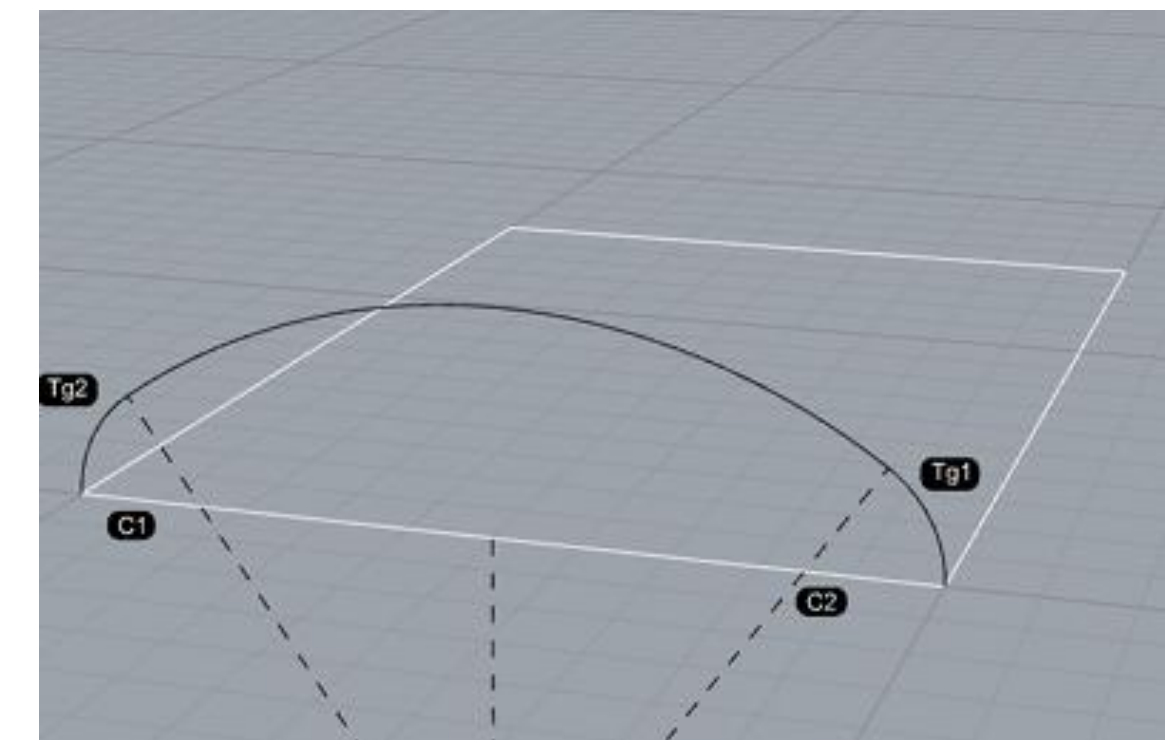
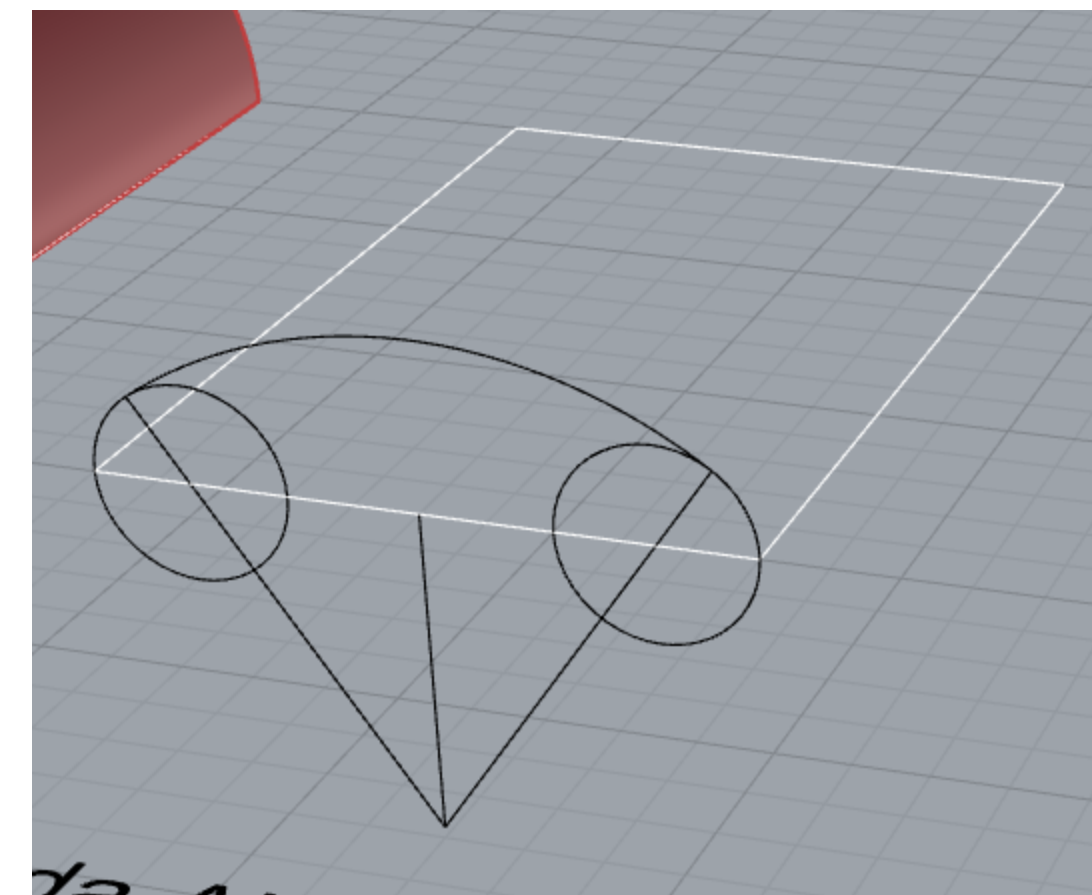
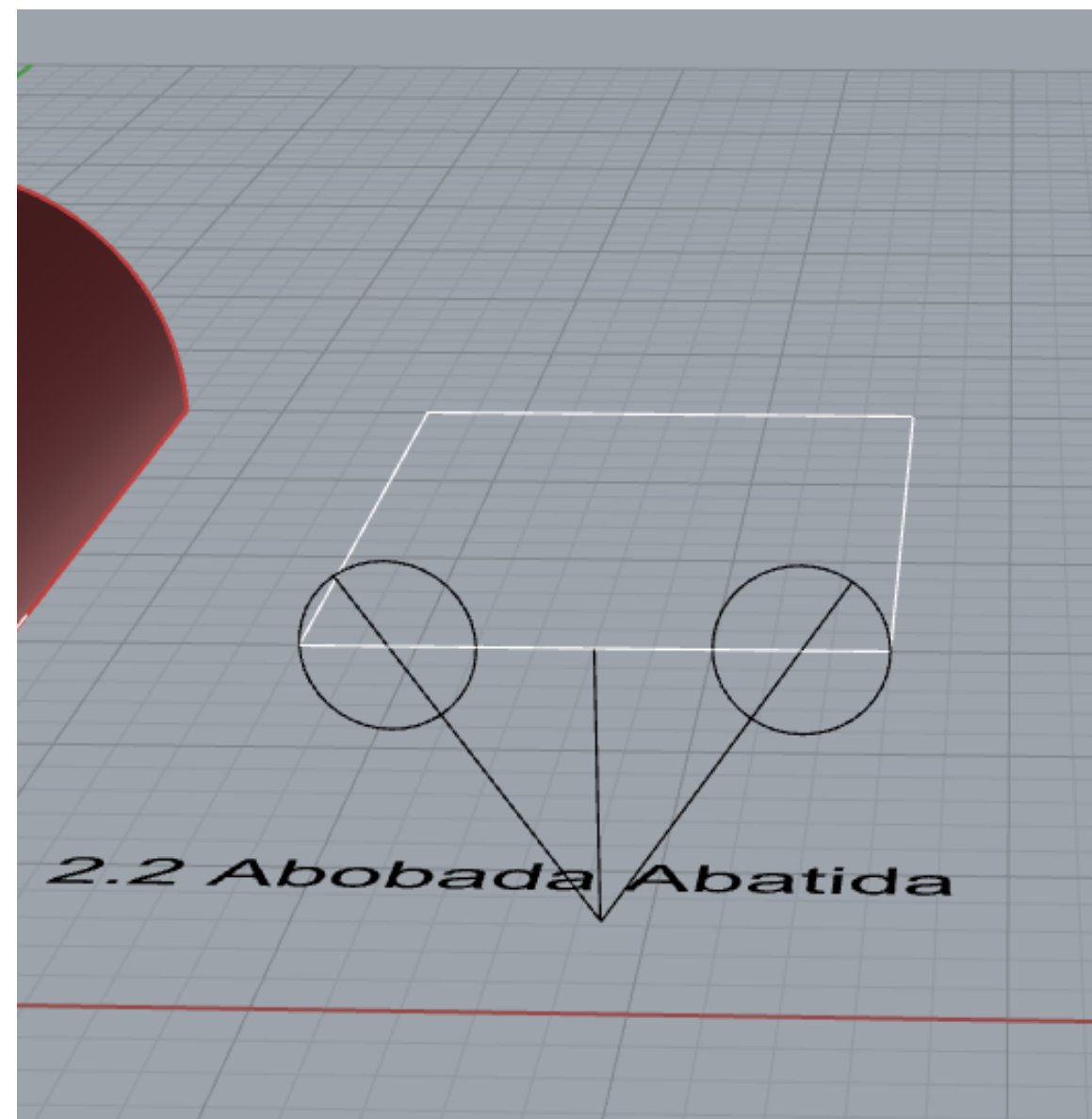


Para fazer a abóboda de berço, fazemos primeiro a base que é um **retângulo** e me seguida colocamos um **circunferência** vertical que tem como diâmetro o lado menor do retângulo e cortamos a parte de baixo que não é necessária.

Por fim usamos o **ExtrudeCrv**, para criar a abóboda.



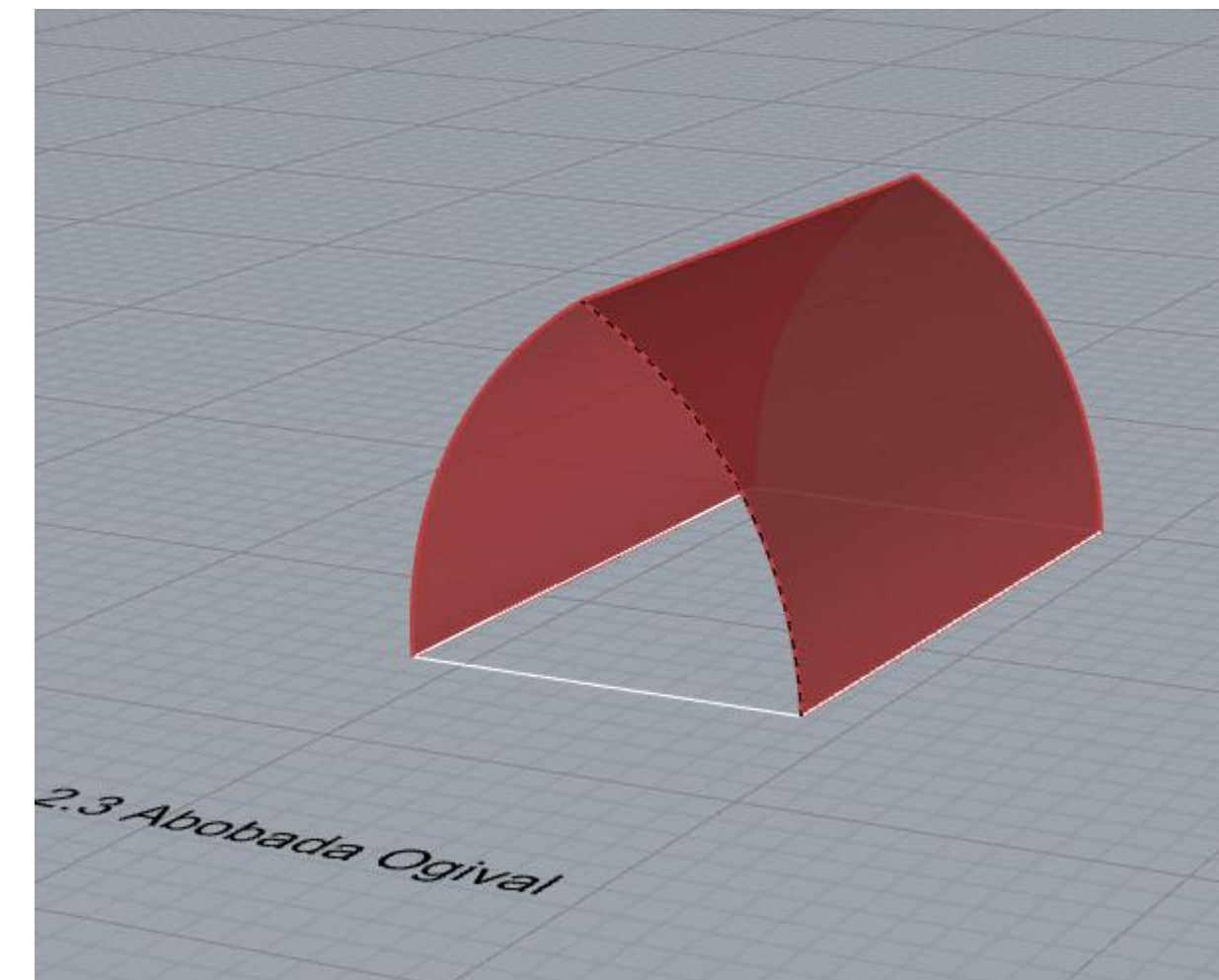
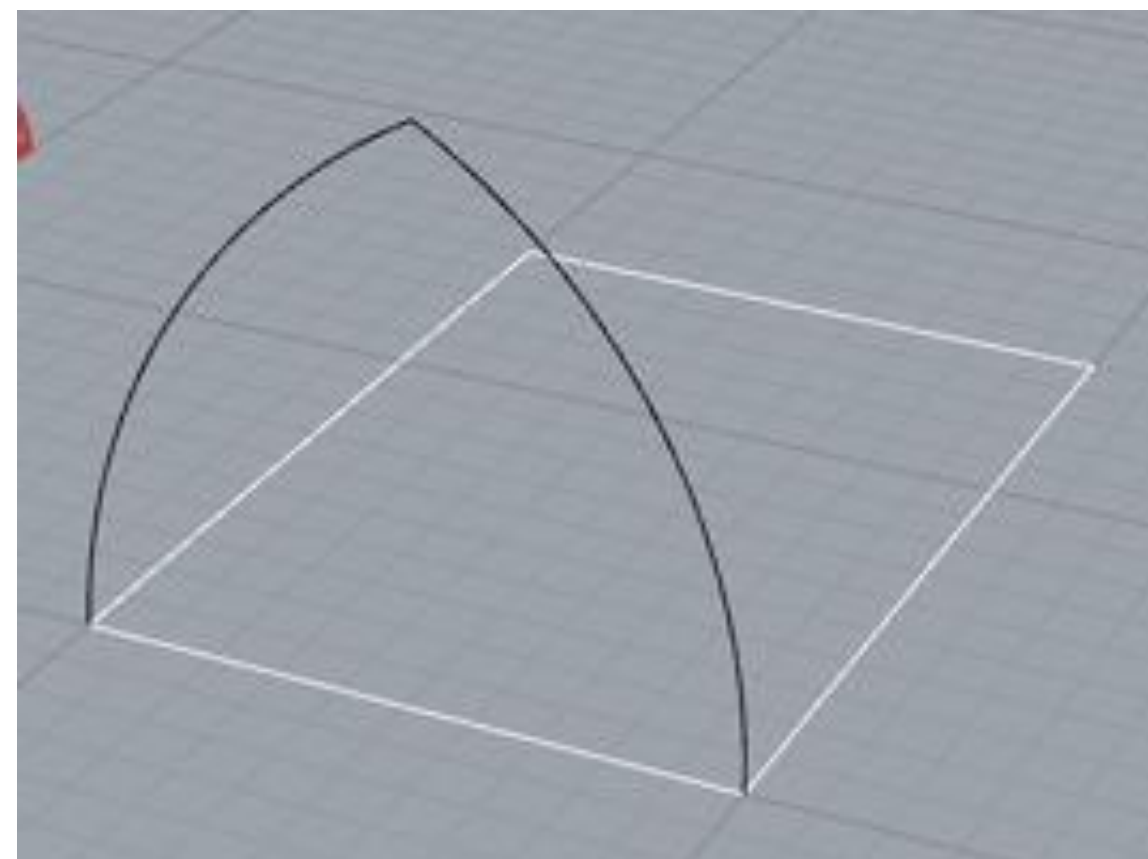
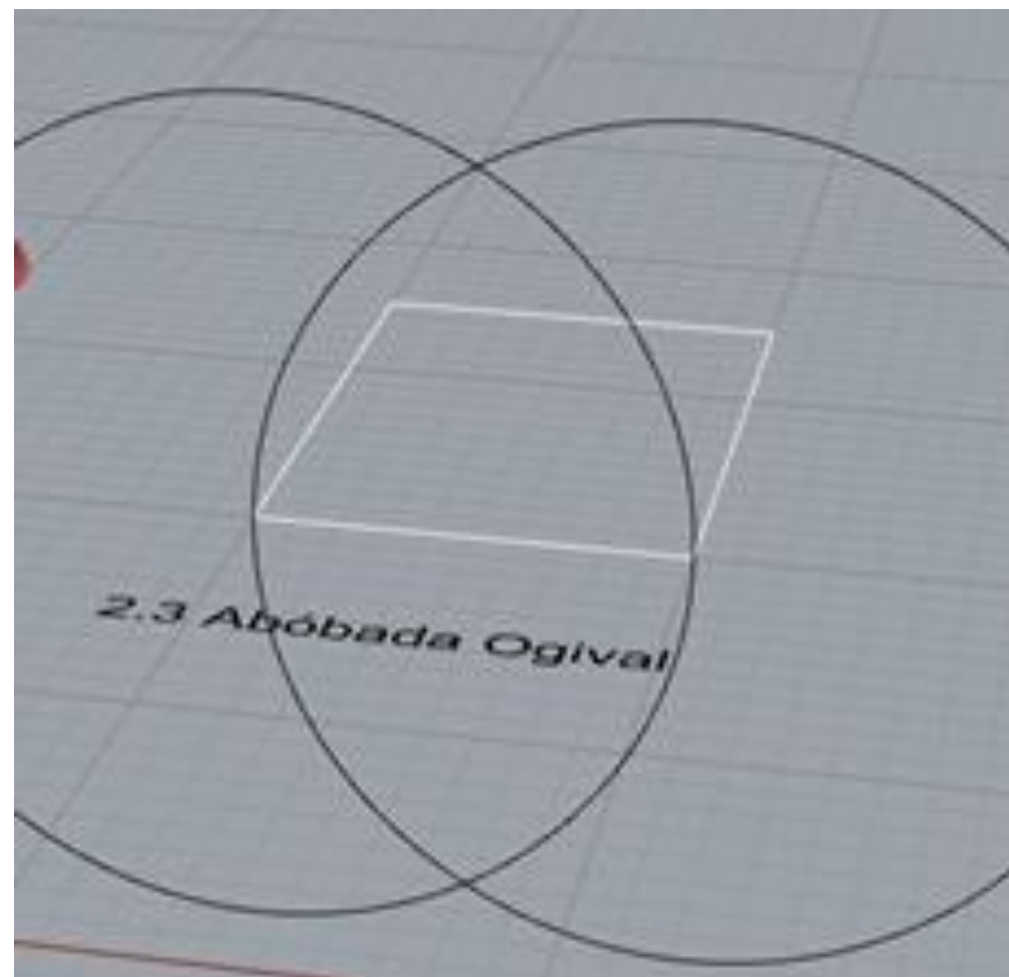
Aula. 6 – Abobadas (berço)



Com a mesma base retangular, fazemos as 2 **circunferências** com 3 de diâmetro, depois fazemos a **linha** vertical com 5 de tamanho, em seguida unimos os centros das circunferências com a ponta de baixo da linha, depois usamos o **Extend** para estender as linhas do centro ate o ponto da circunferência.

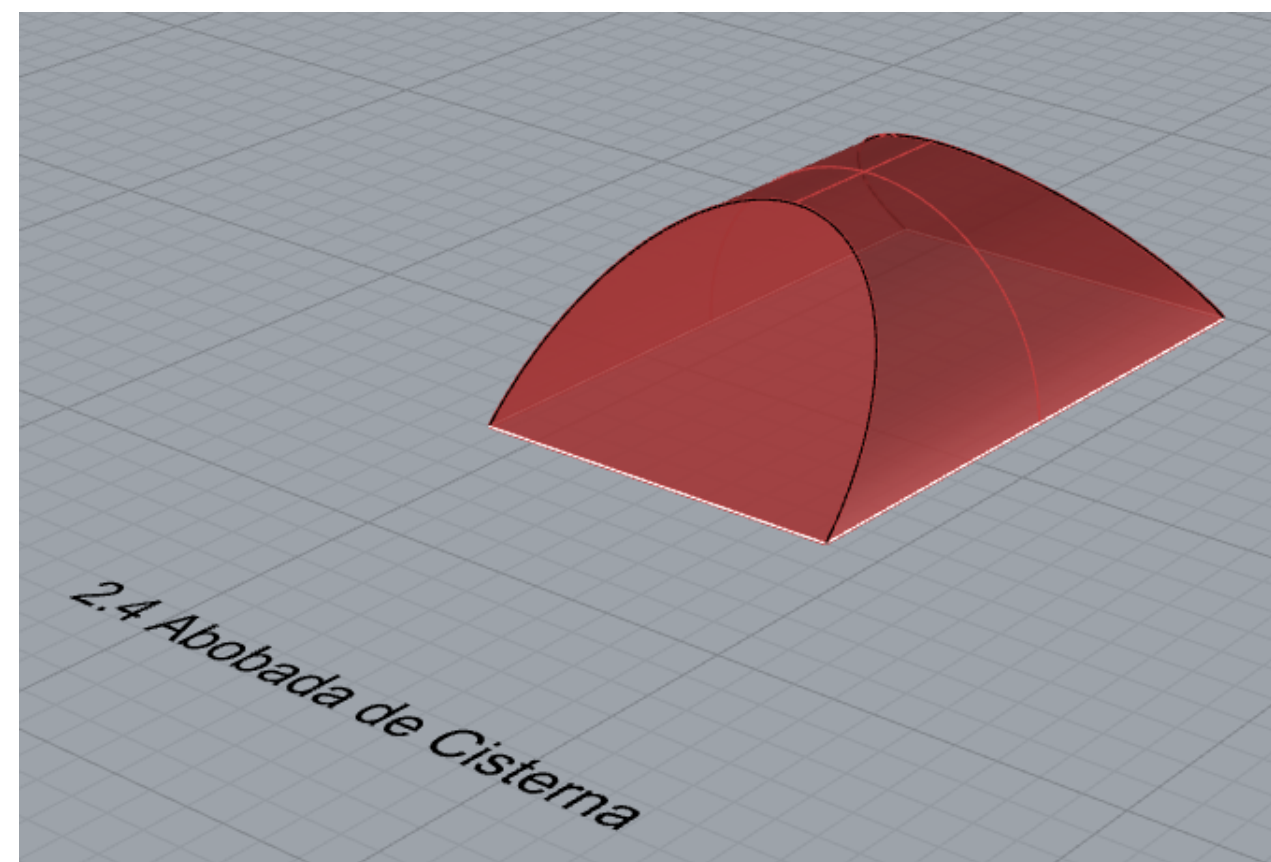
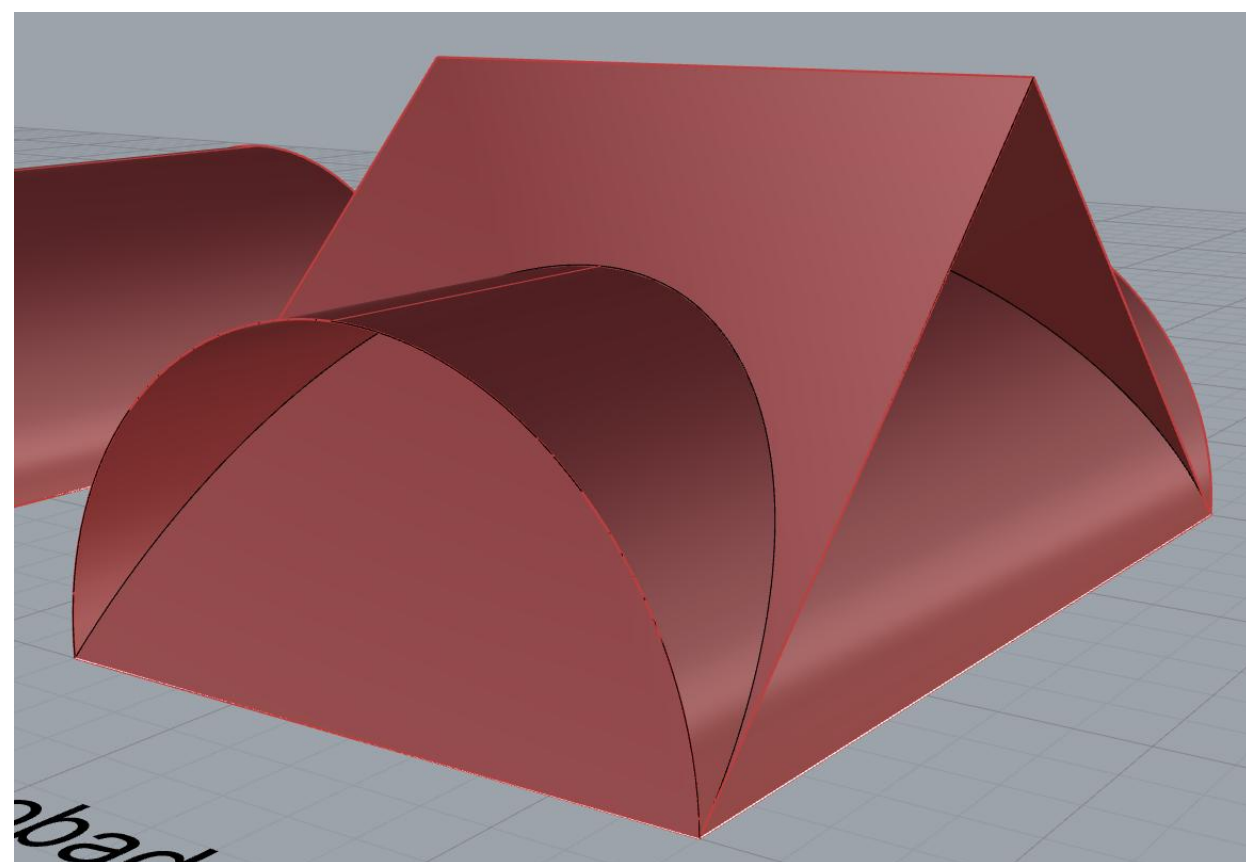
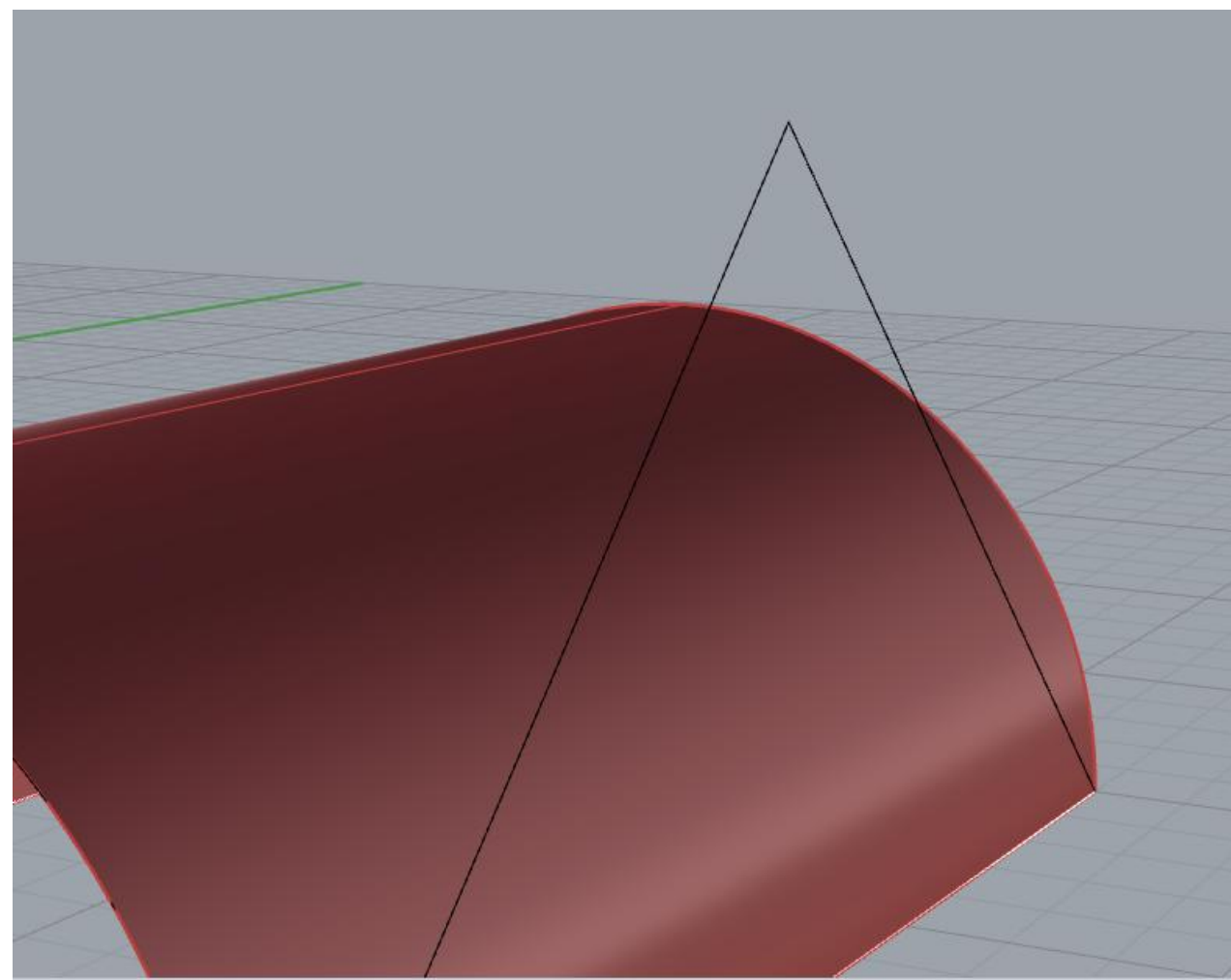
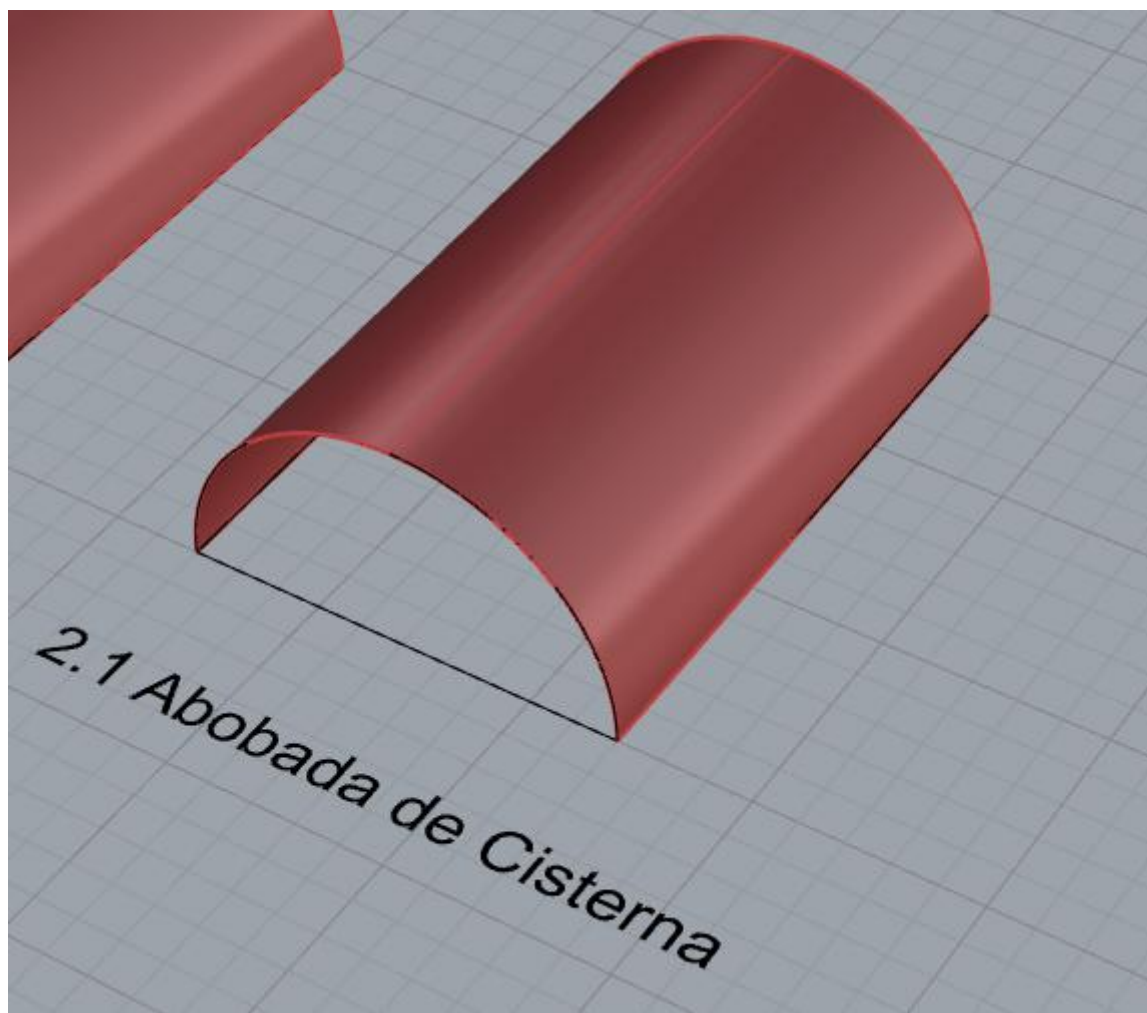
Por fim fazemos uma **circunferência** maior que tem o centro na ponta da linha e raio ate o **tg1** ou **tg2**, depois fazemos o **trim** das partes desnecessárias e finalmente usamos o **ExtrudeCrv**, para obter a abóboda.

Aula. 6 – Abobadas (abatida)



Com o retângulo como base, fazemos 2 **circunferências** verticais em cada canto do retângulo e essas circunferências de como raio o a medida do lado menor do retângulo.
Depois fazemos o **trim** das partes desnecessárias e por fim usamos o **ExtrudeCrv**.

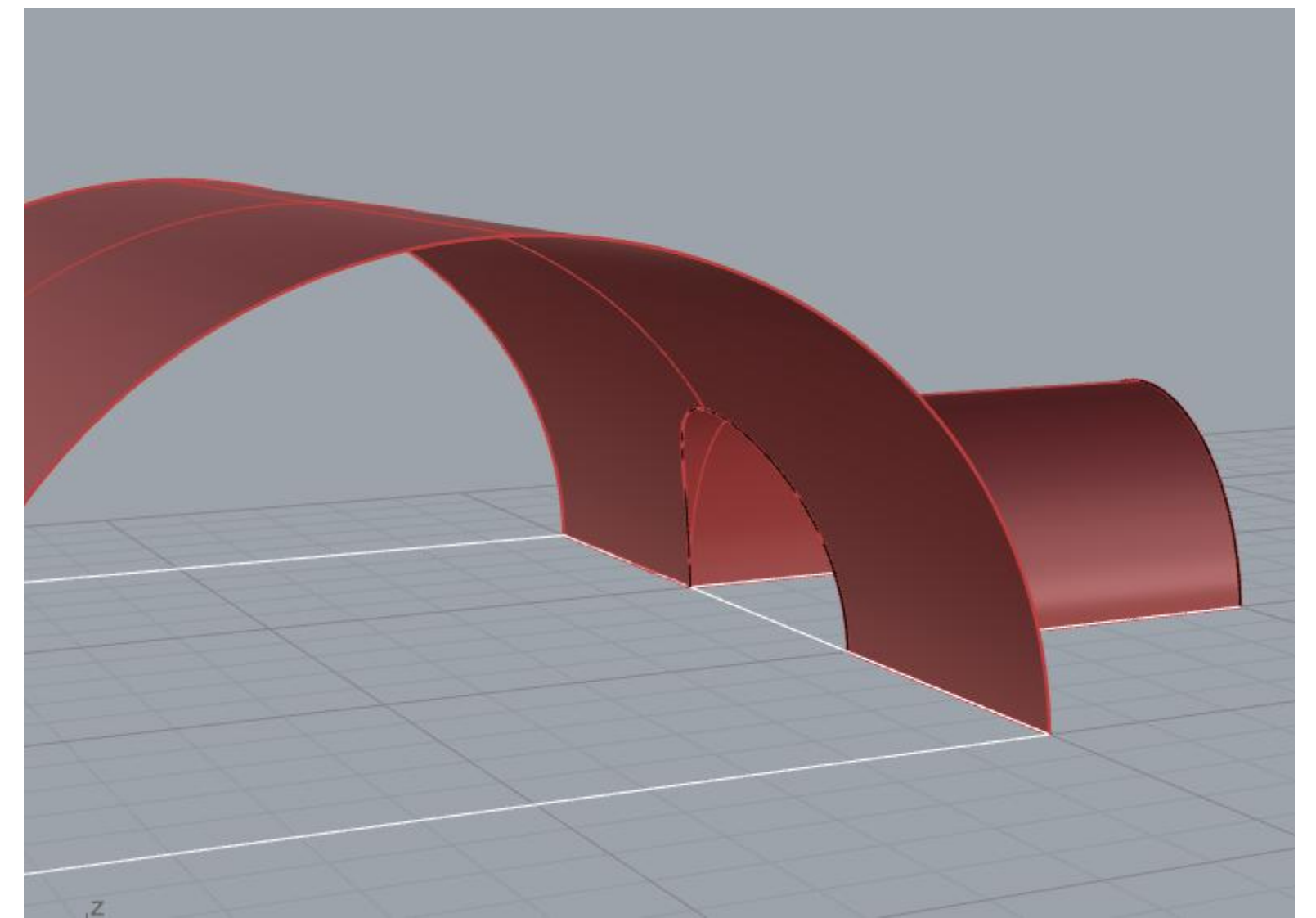
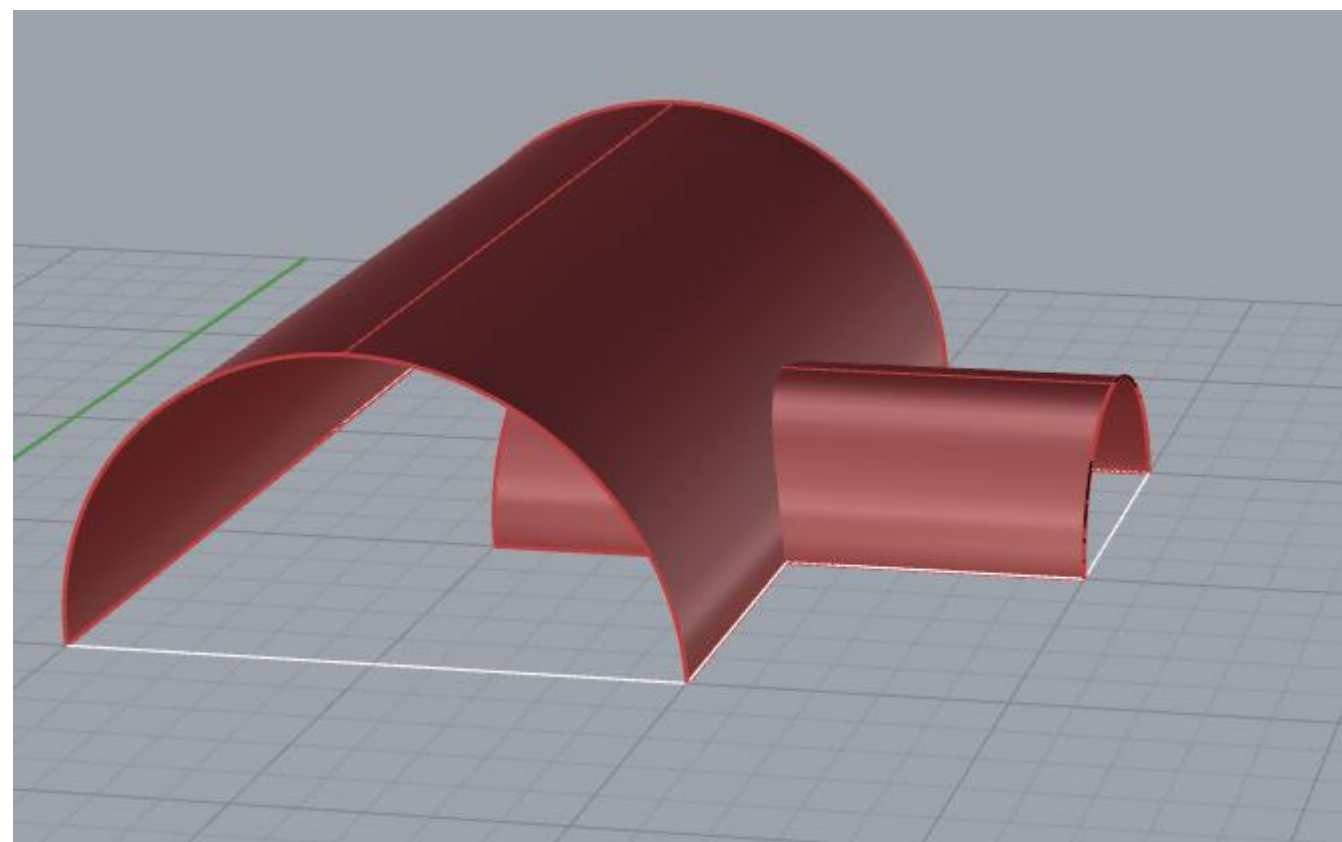
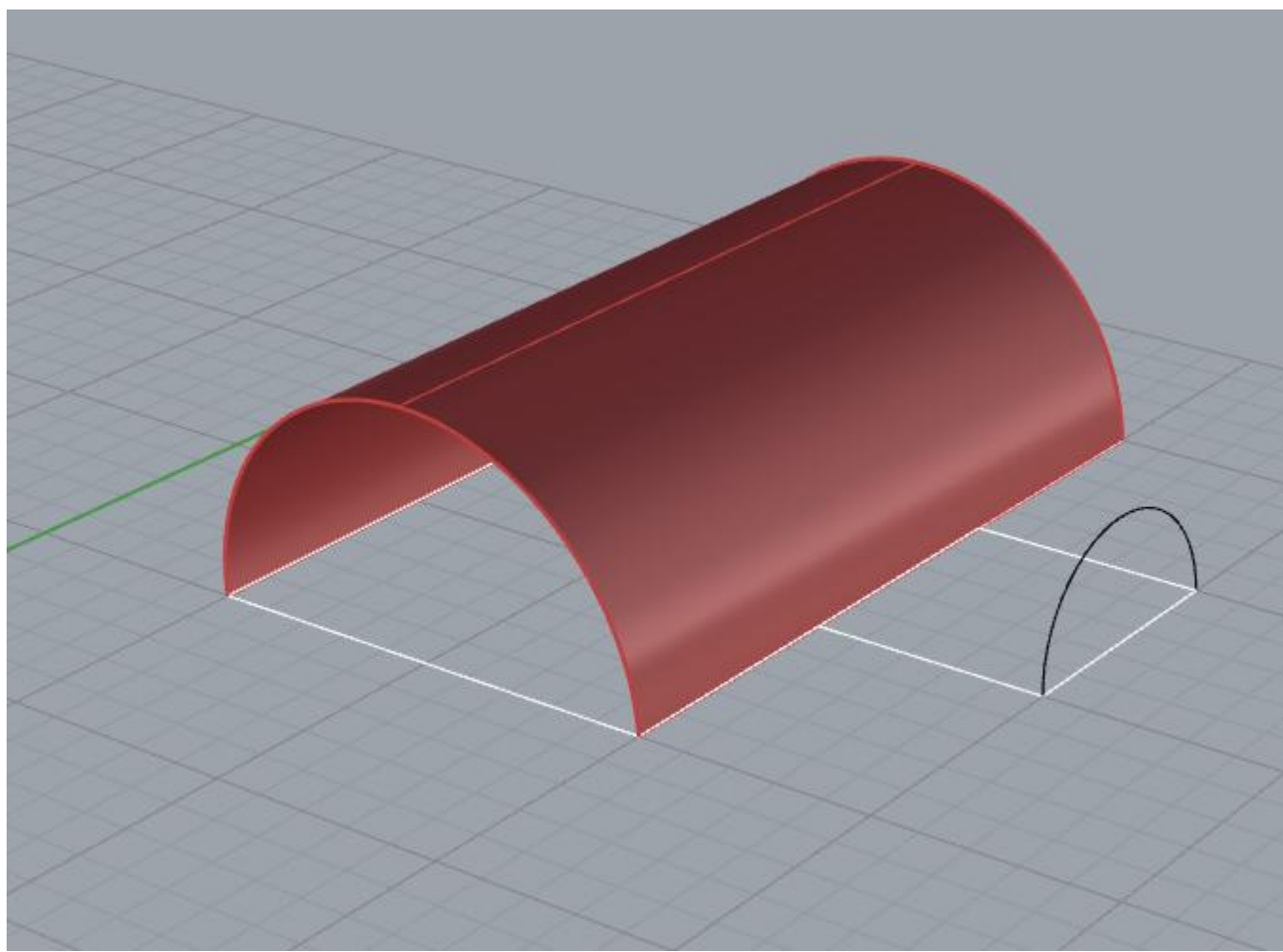
Aula. 6 – Abobadas (ogival)



Com base na **abóboda de berço**, desenhamos um a linha com ($@10<90<45$) e outra com ($@10<-90<45$) e depois usamos o **FILLET: radius: 0 , join: yes** e assim juntamos as linhas. Como **ExtrudeCrv** fazemos essa espécie de "telhado de 2 aguas".

Como **Object Intersection**, fazemos a intersecção da abobada de berço com o "telhado de 2 aguas" e por fim, com o **trim** cortamos as partes não necessárias.

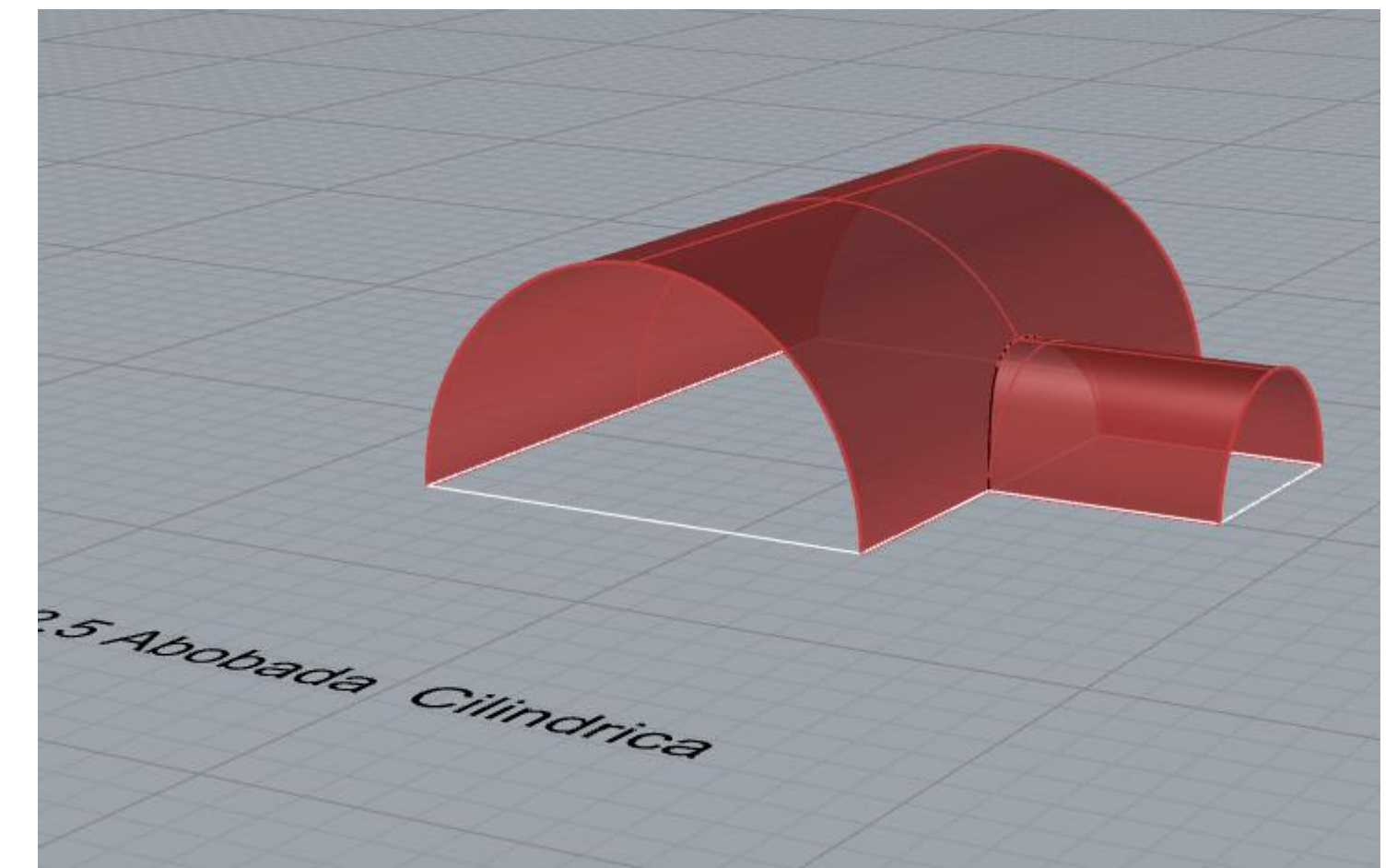
Aula. 6 – Abobadas (cisterna)



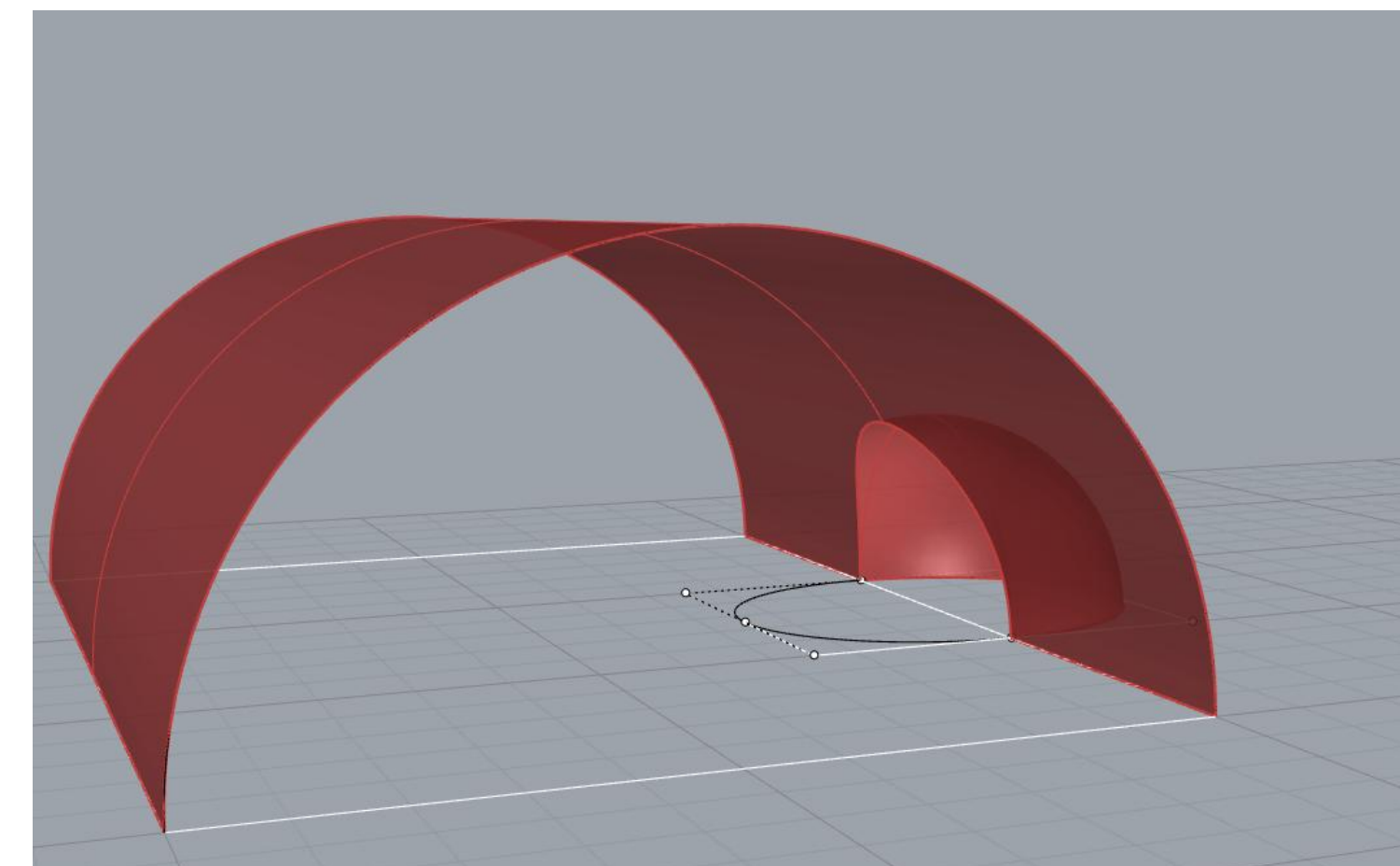
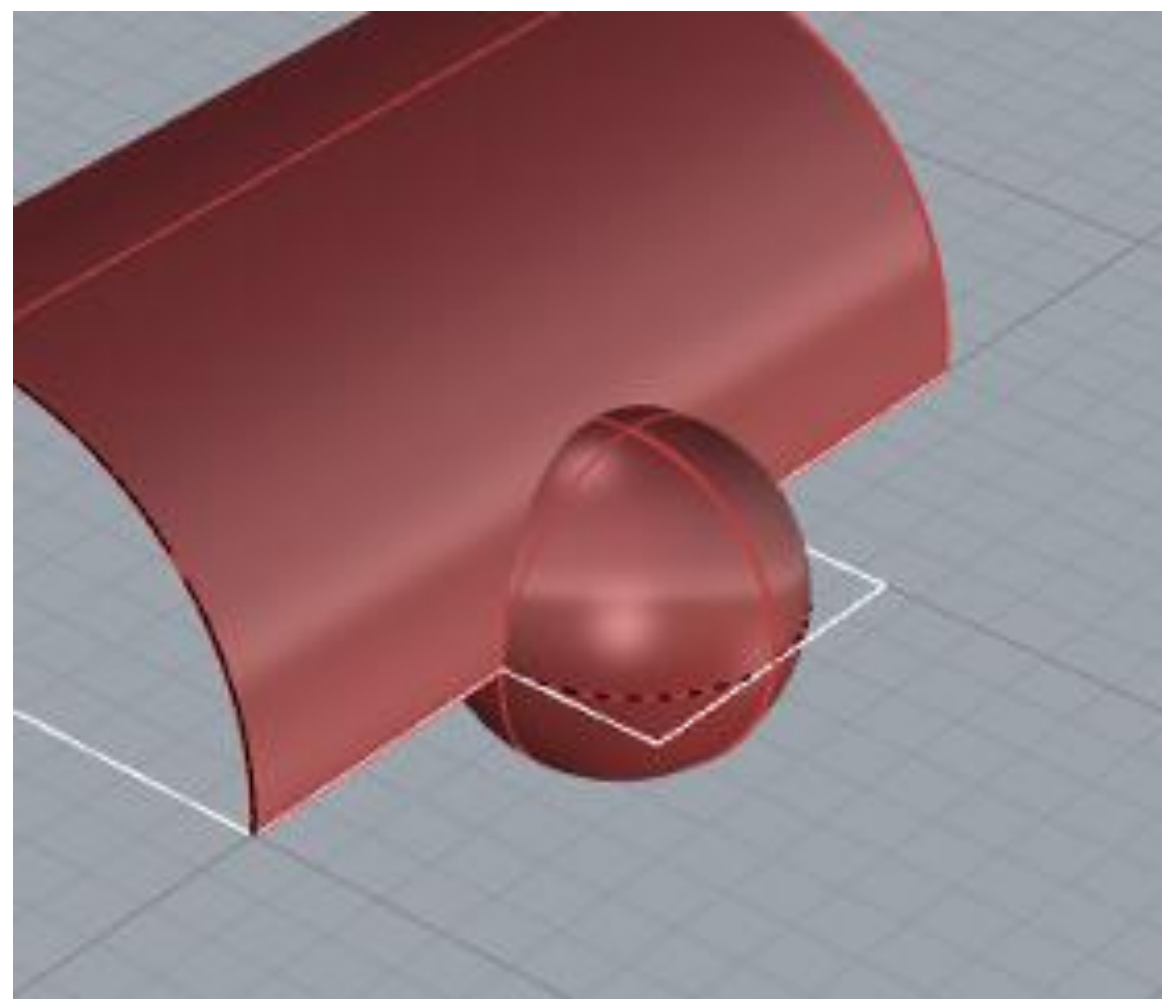
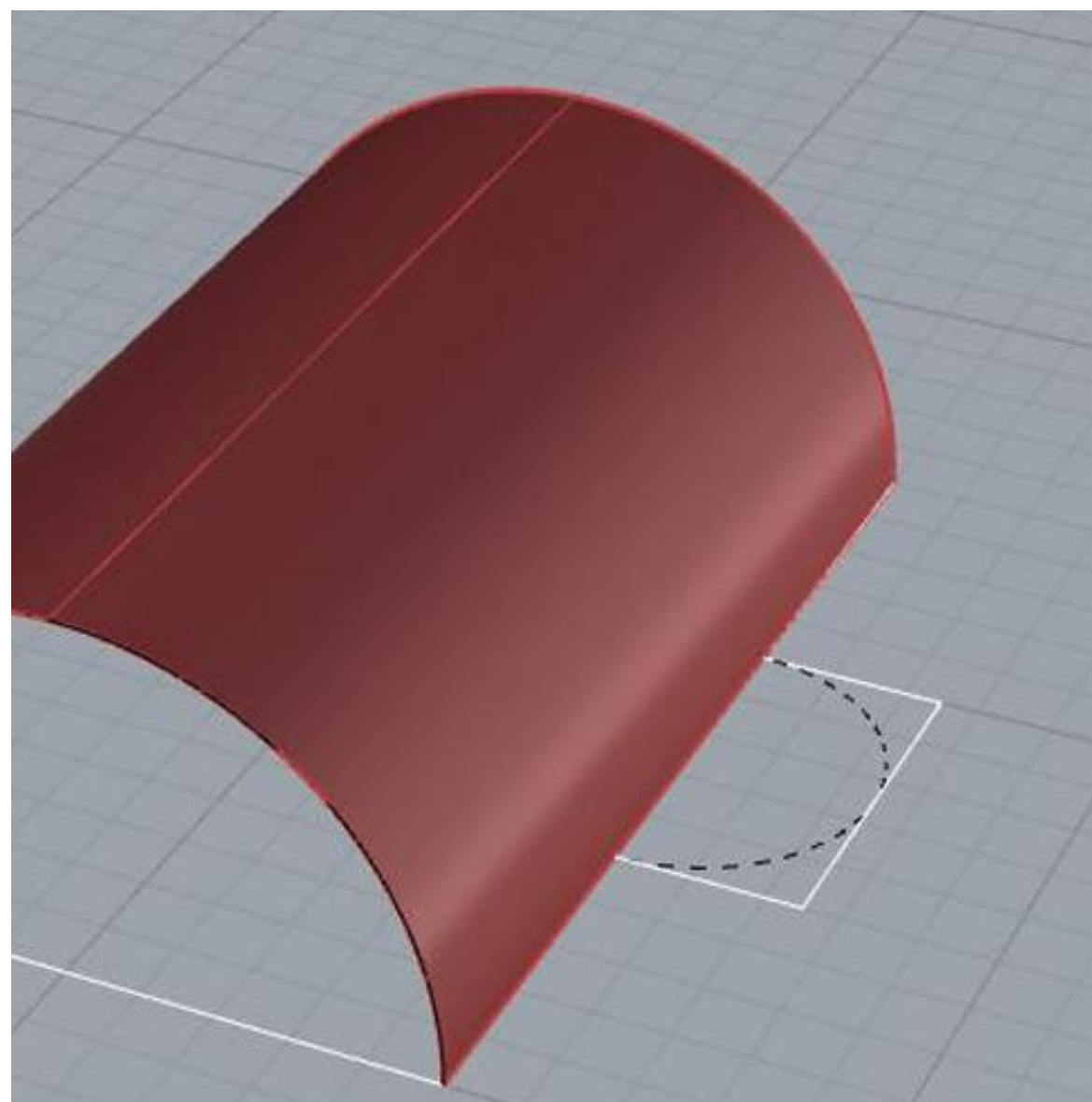
Com base na abóboda de berço, fazemos uma mini abóboda de berço na lateral da abóboda de berço maior e essa mini abóboda de berço tem como base um quadrado de 5.

Em seguida usamos o **intersect** para ter a linha de intersecção da mini abóboda com a abóboda maior.

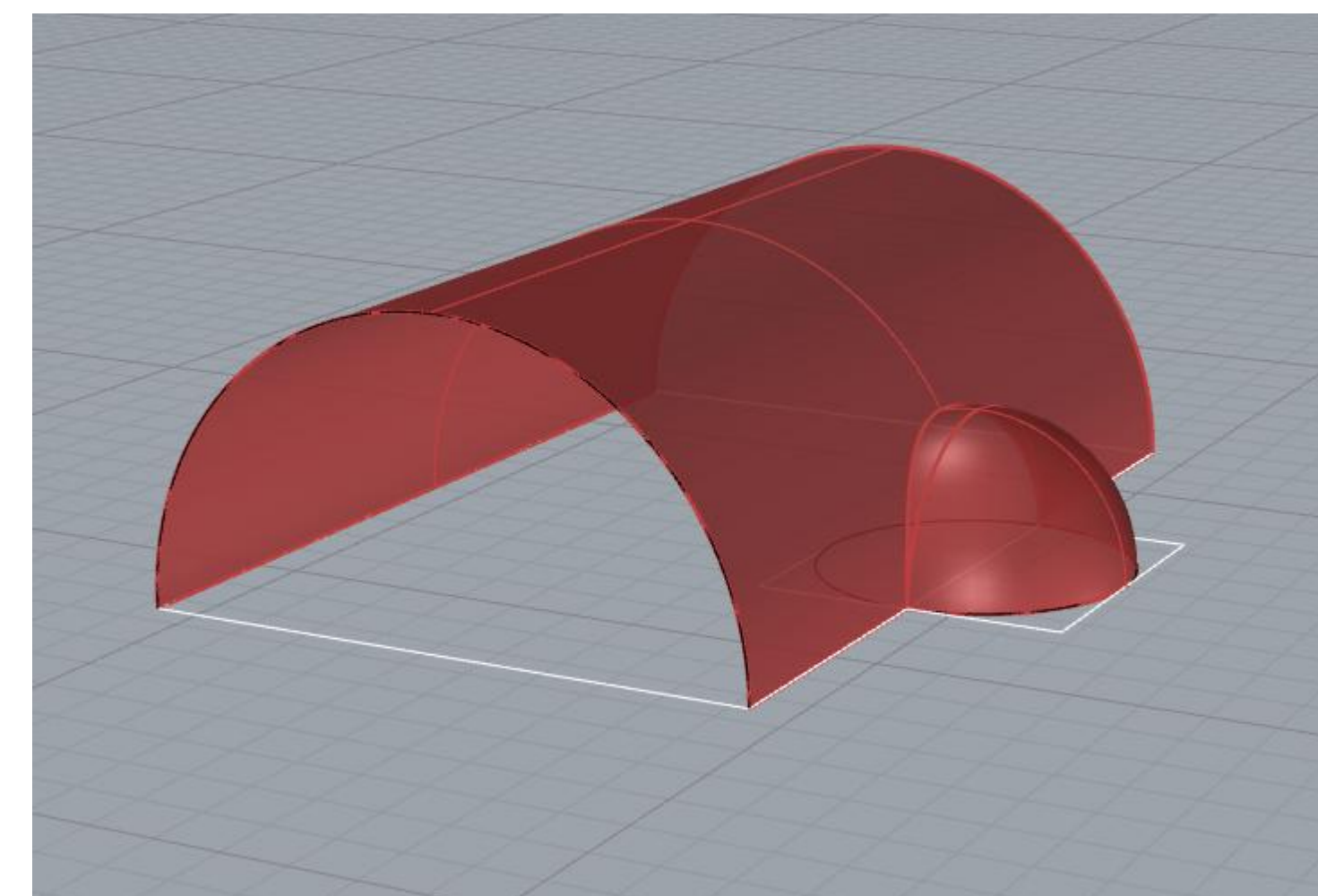
Por fim usamos o **trim** para cortar as partes desnecessárias.



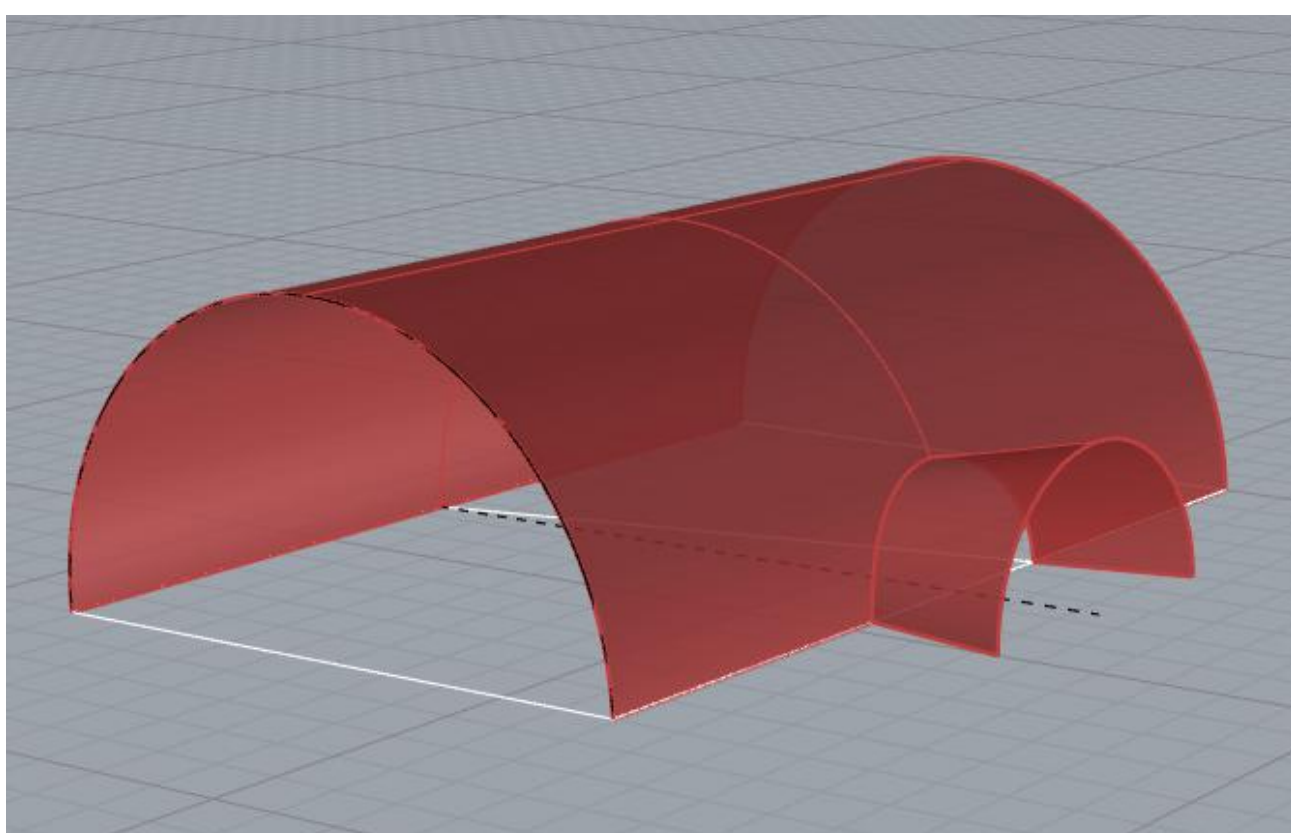
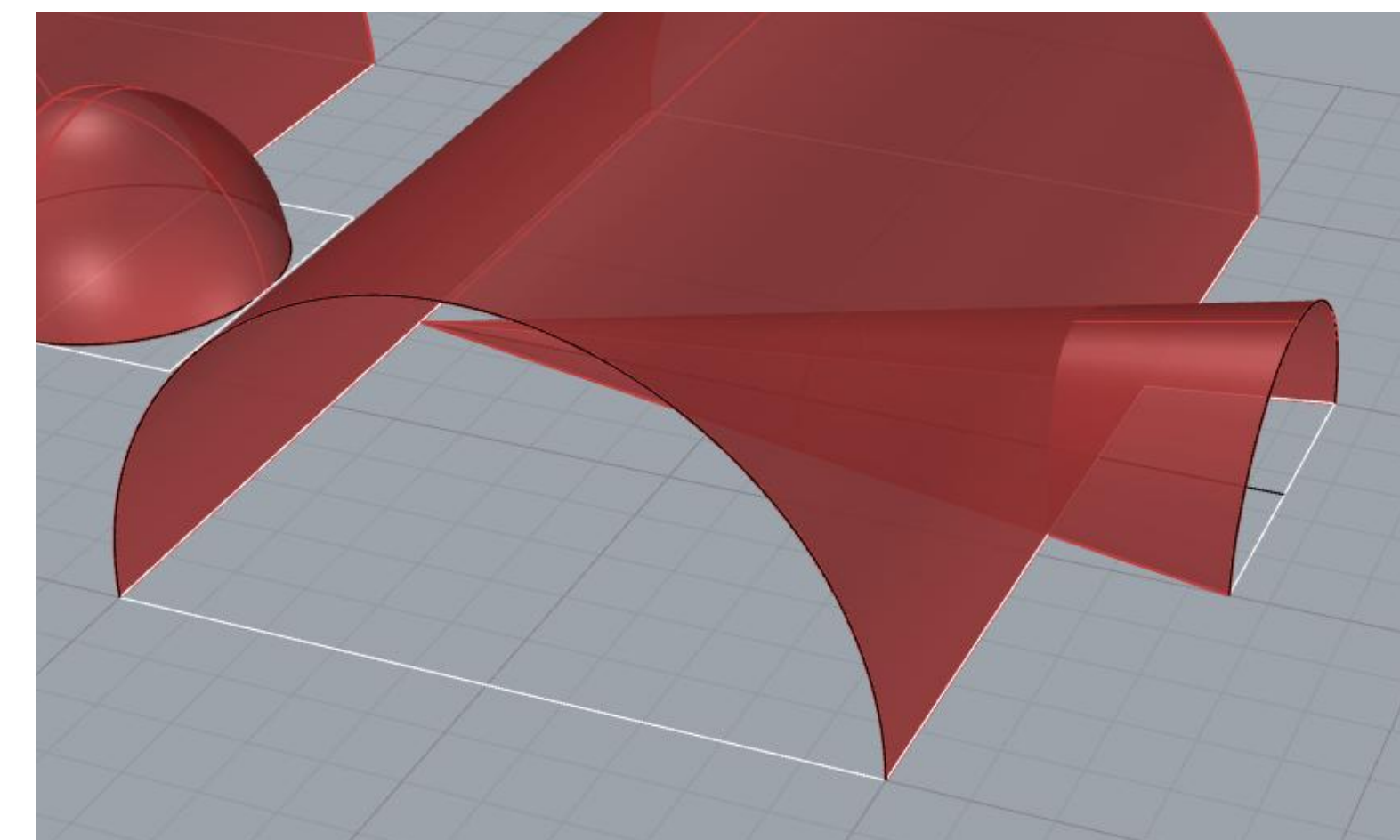
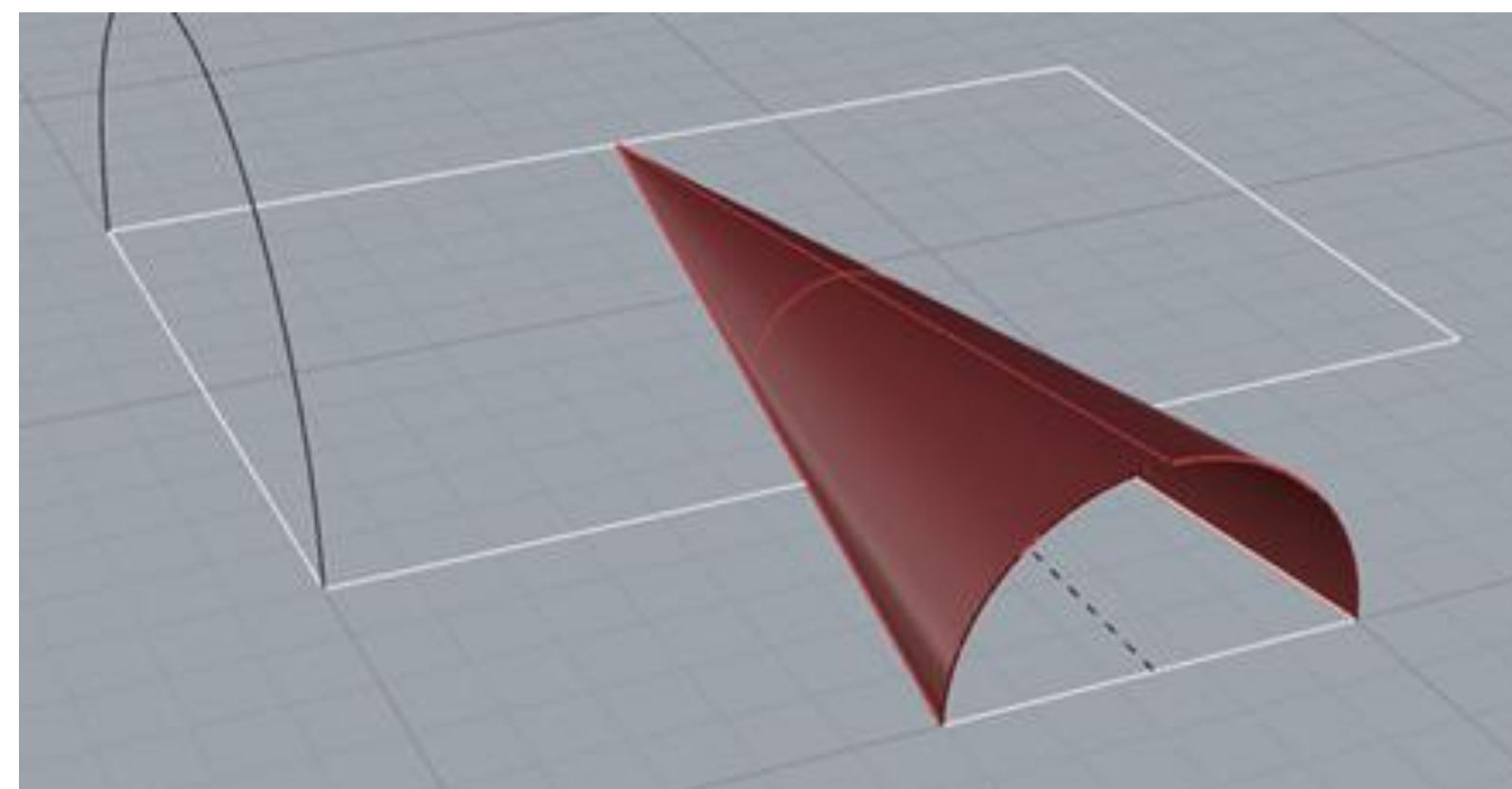
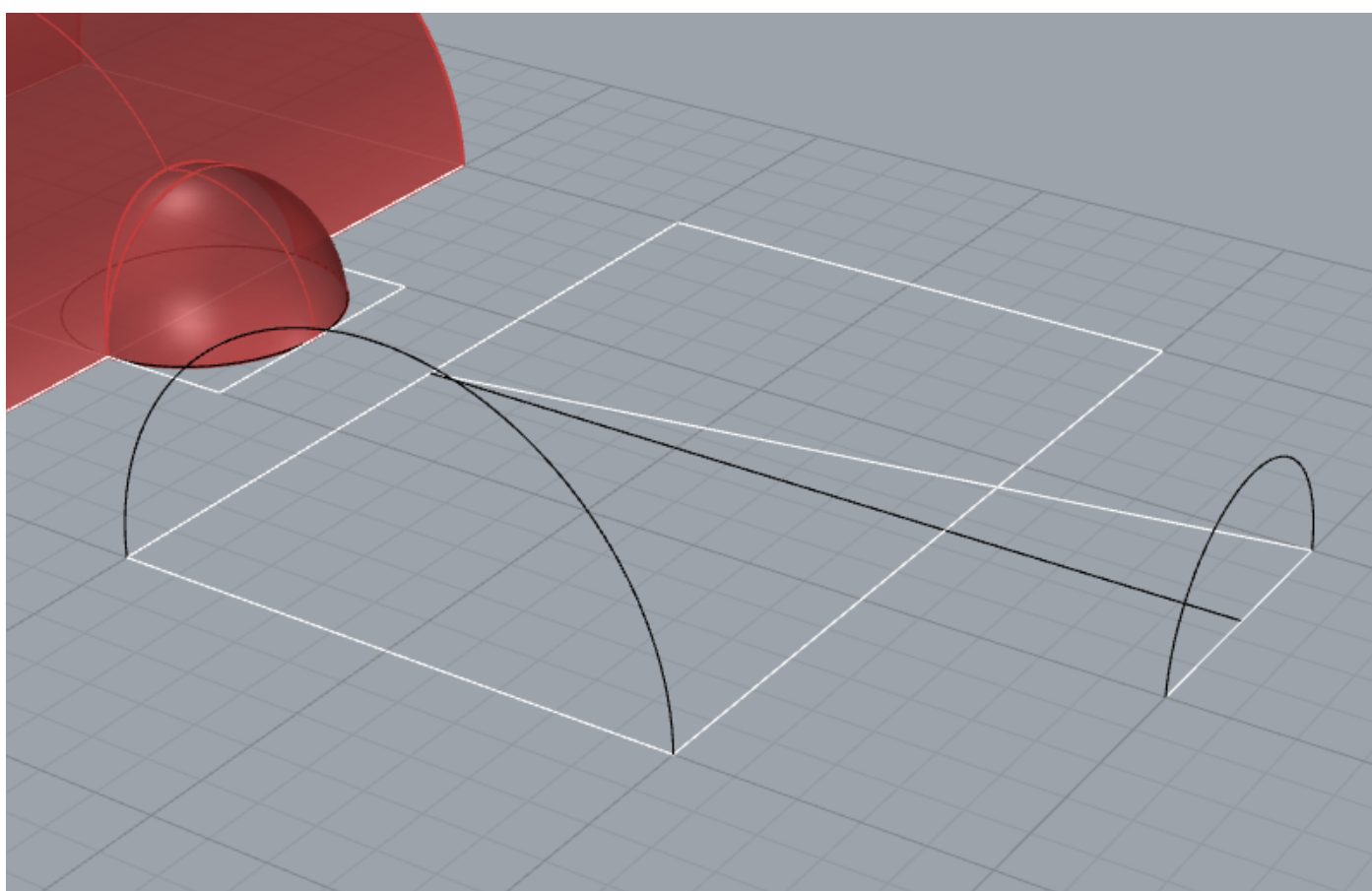
Aula. 6 – Abobadas (cilíndrica)



Com base na abóboda de berço e o quadrado de 5, criamos uma **circunferência** e depois uma **esfera** no interior do quadrado. Em seguida usamos o **object intersection** para fazer a intersecção da esfera com a abóboda e por fim o usamos o **trim** para cortar o que não é necessário.



Aula. 6 – Abobadas (esferica)

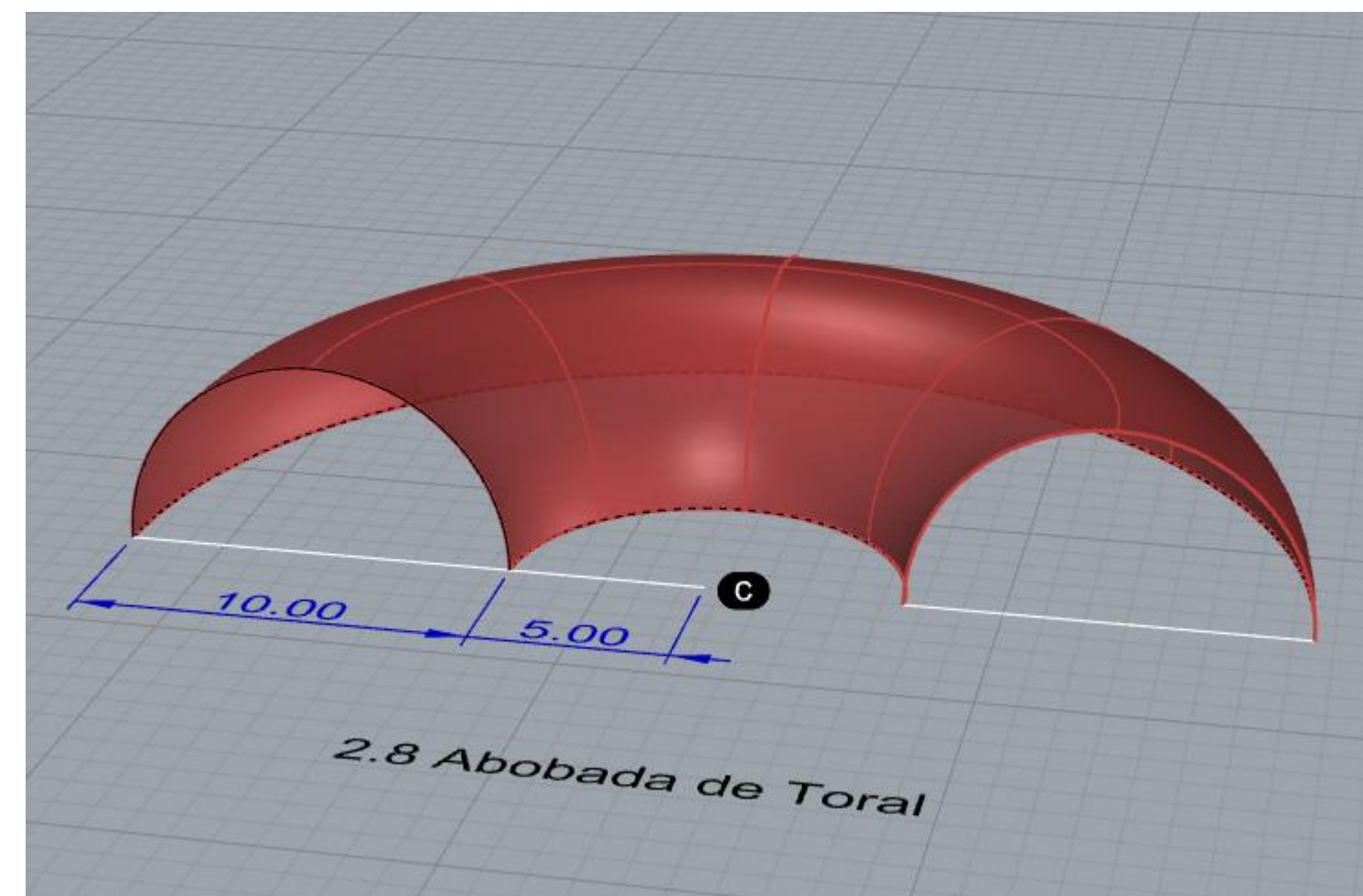
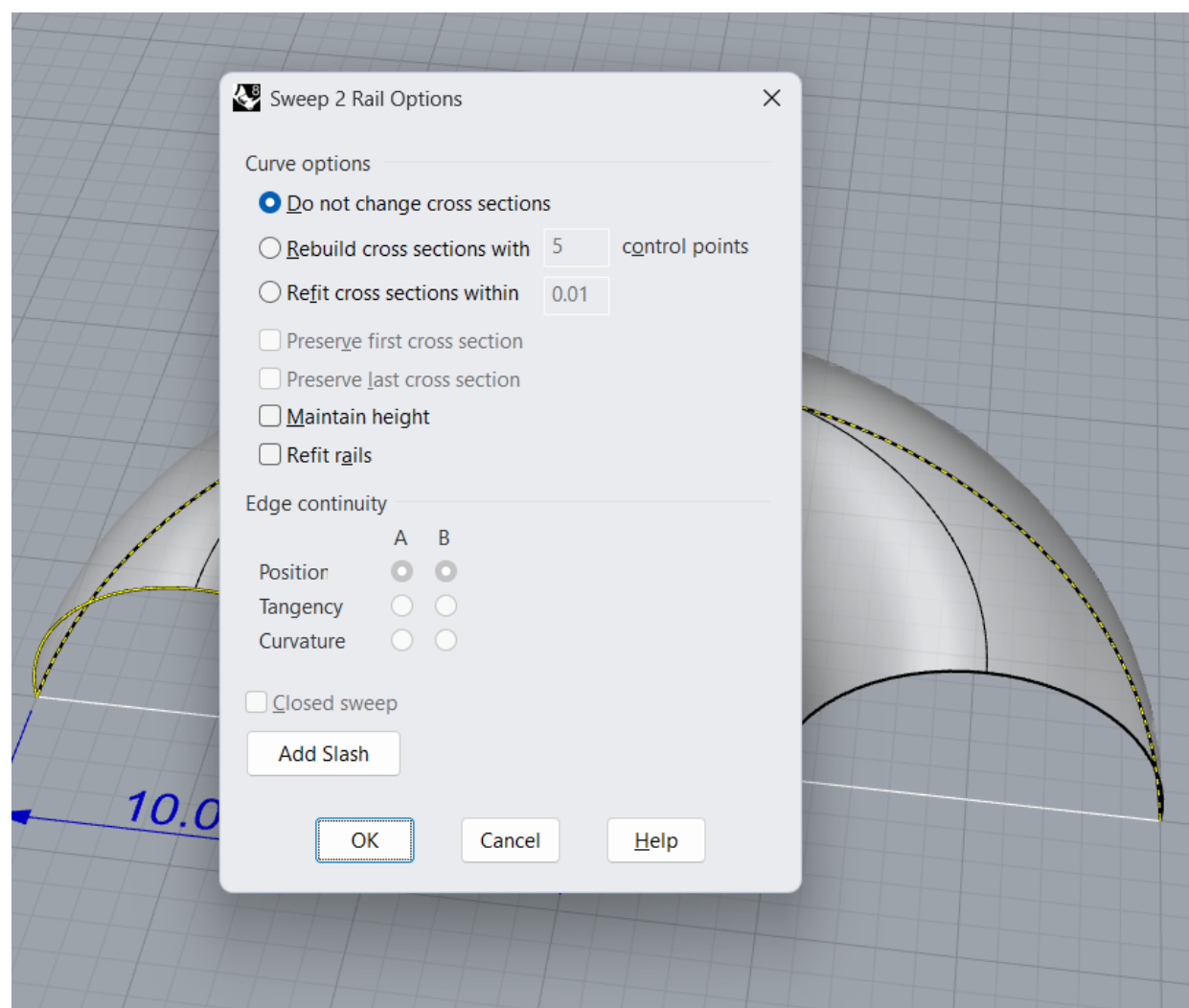
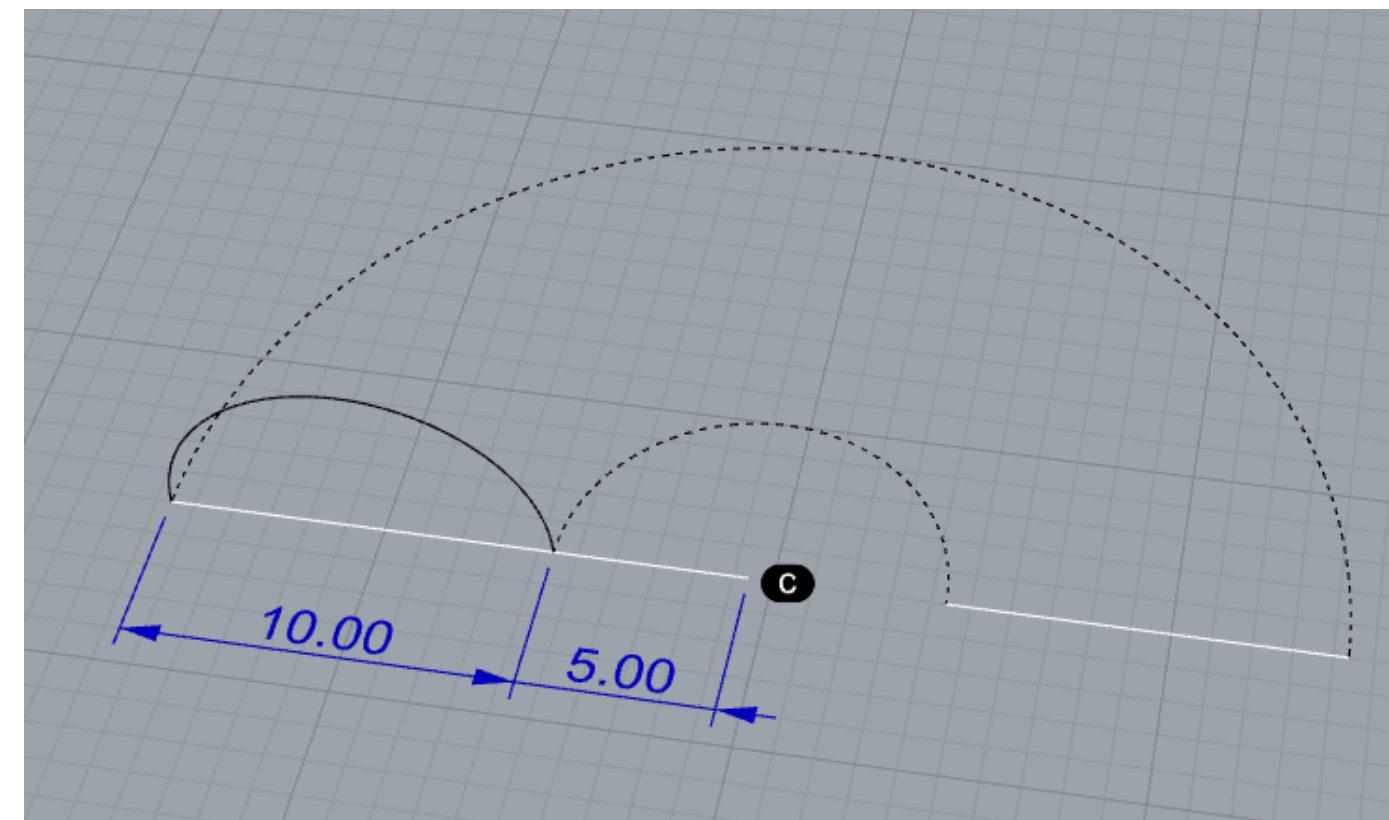
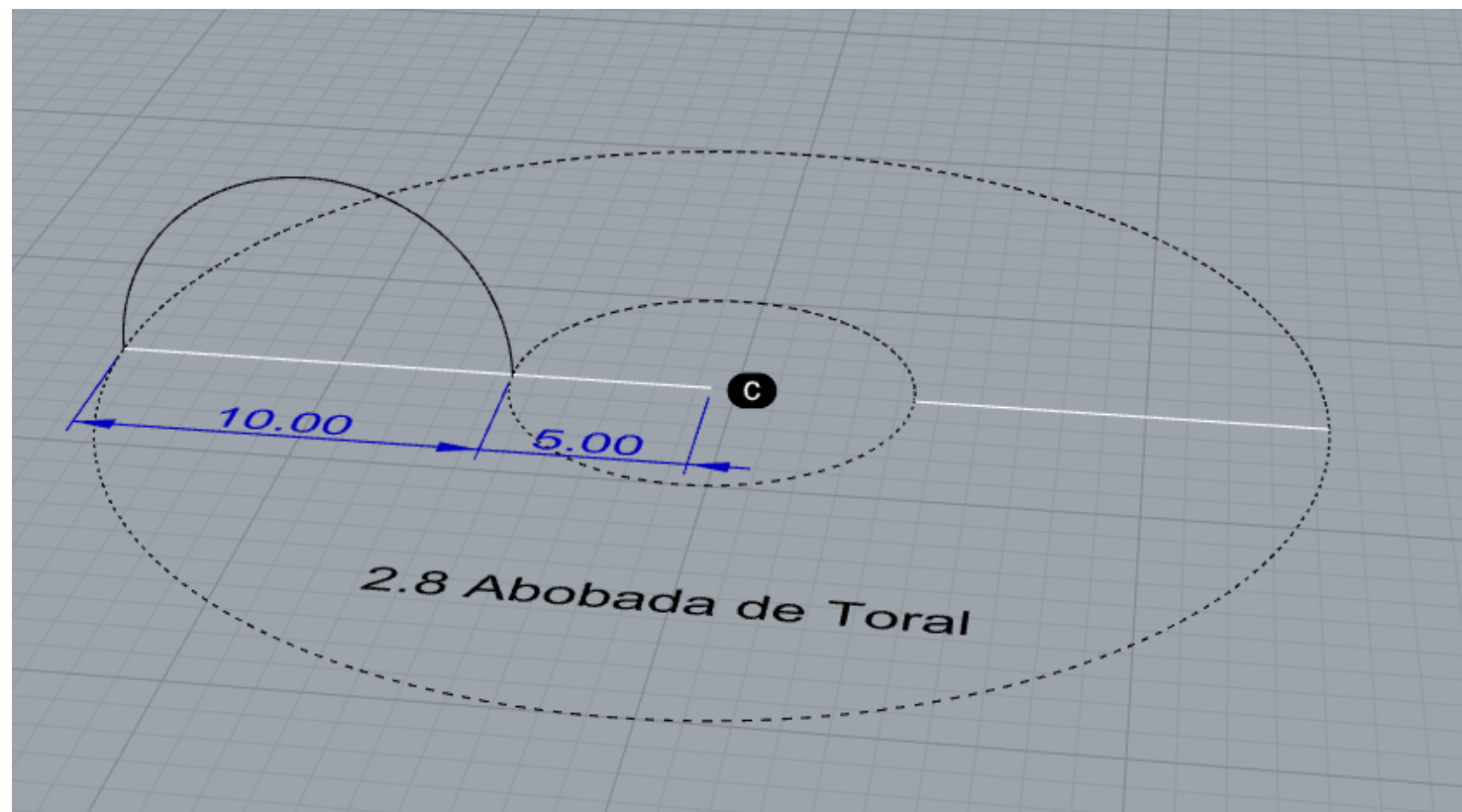


Com base na abóboda de berço e a linha de 5 // ao lado maior do retângulo, fazemos uma linha do centro da linha de 5 até o **midpoint** da outra lado do retângulo, depois fazemos outra linha do **midpoint** do outro lado do retângulo até o fim da linha de 5.

Em seguida usamos o **Railrevolve**: primeiro selecionamos a geratriz, depois a **semi circunferência** e, por fim o **eixo central**.

Depois o **intersect** da metade do cone com a abóboda e por fim fazemos o **trim** das partes que não precisamos.

Aula. 6 – Abobadas (luneta cônica)

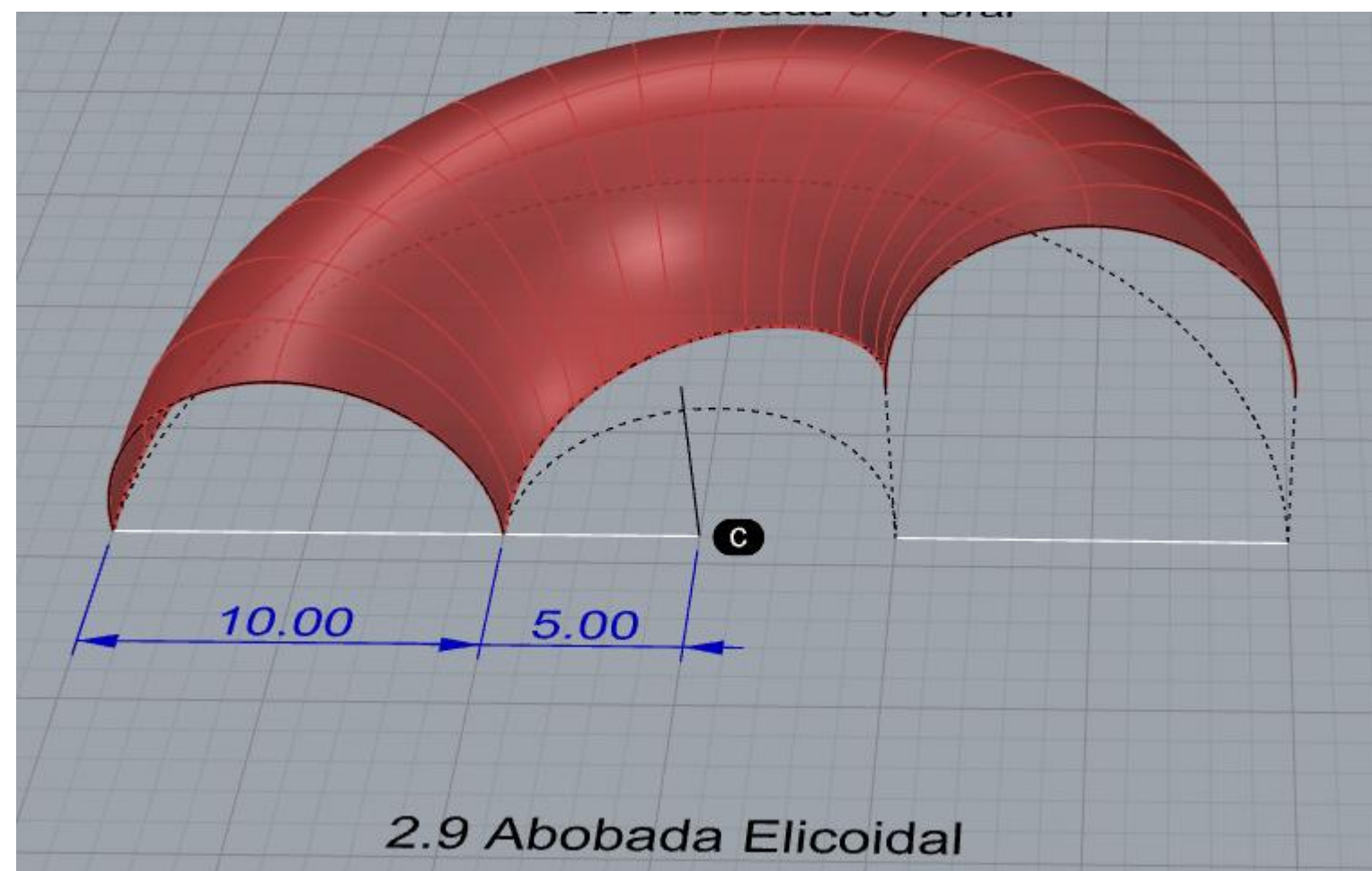
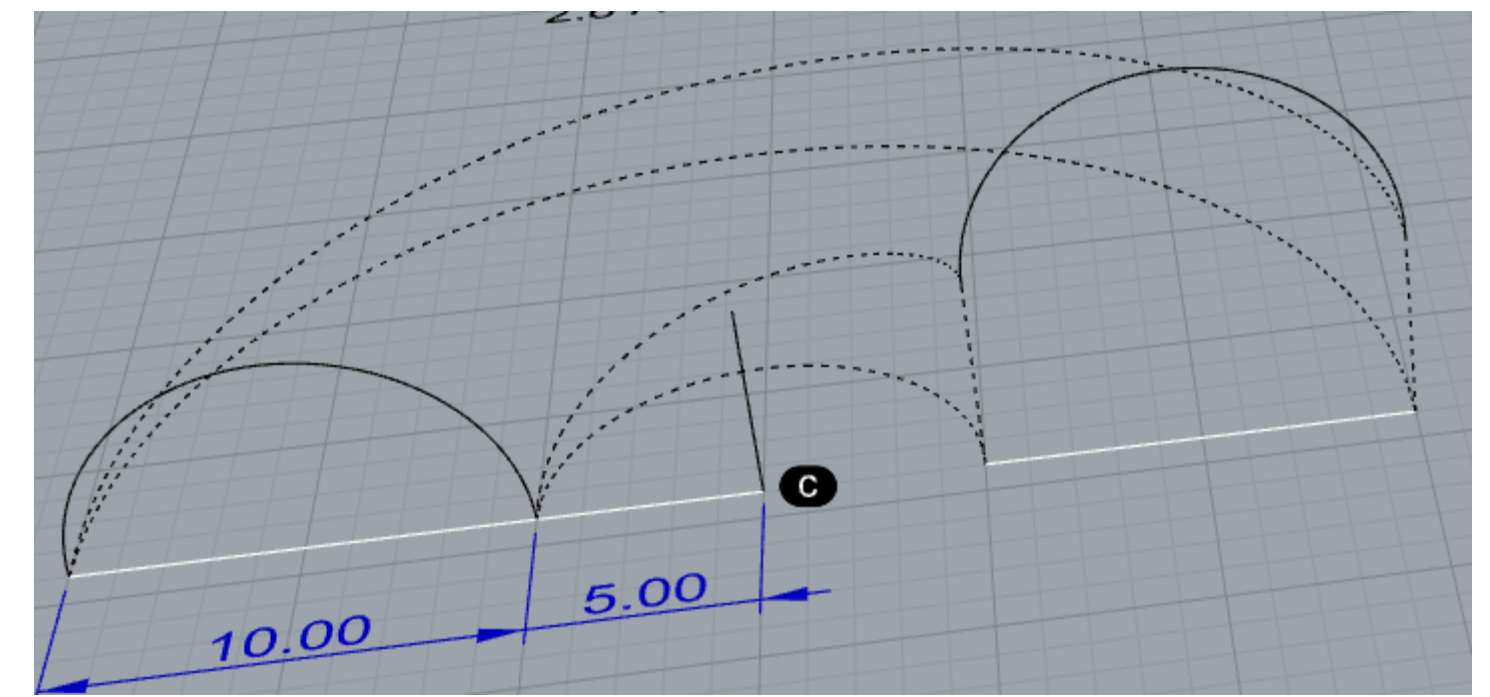
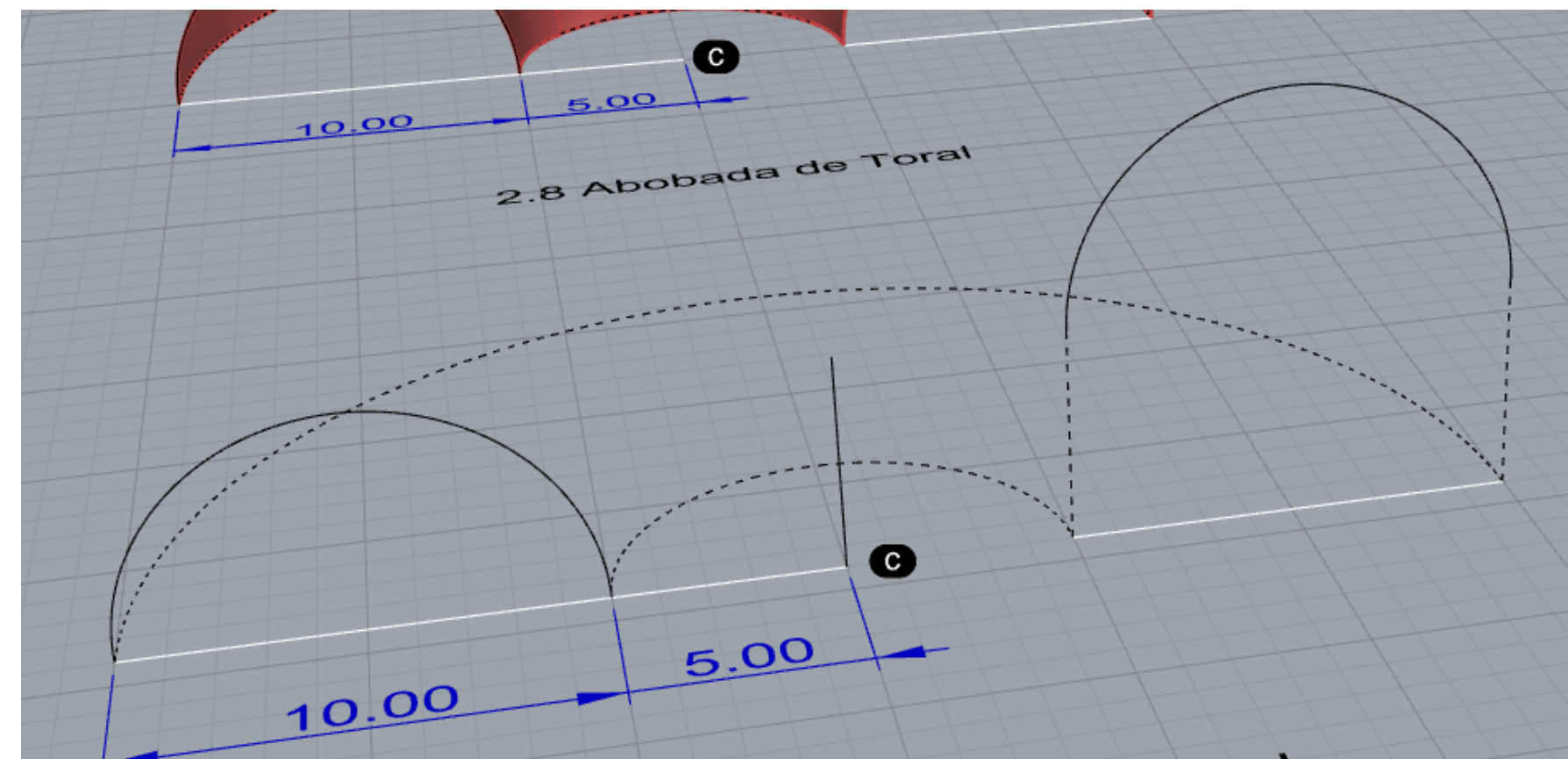
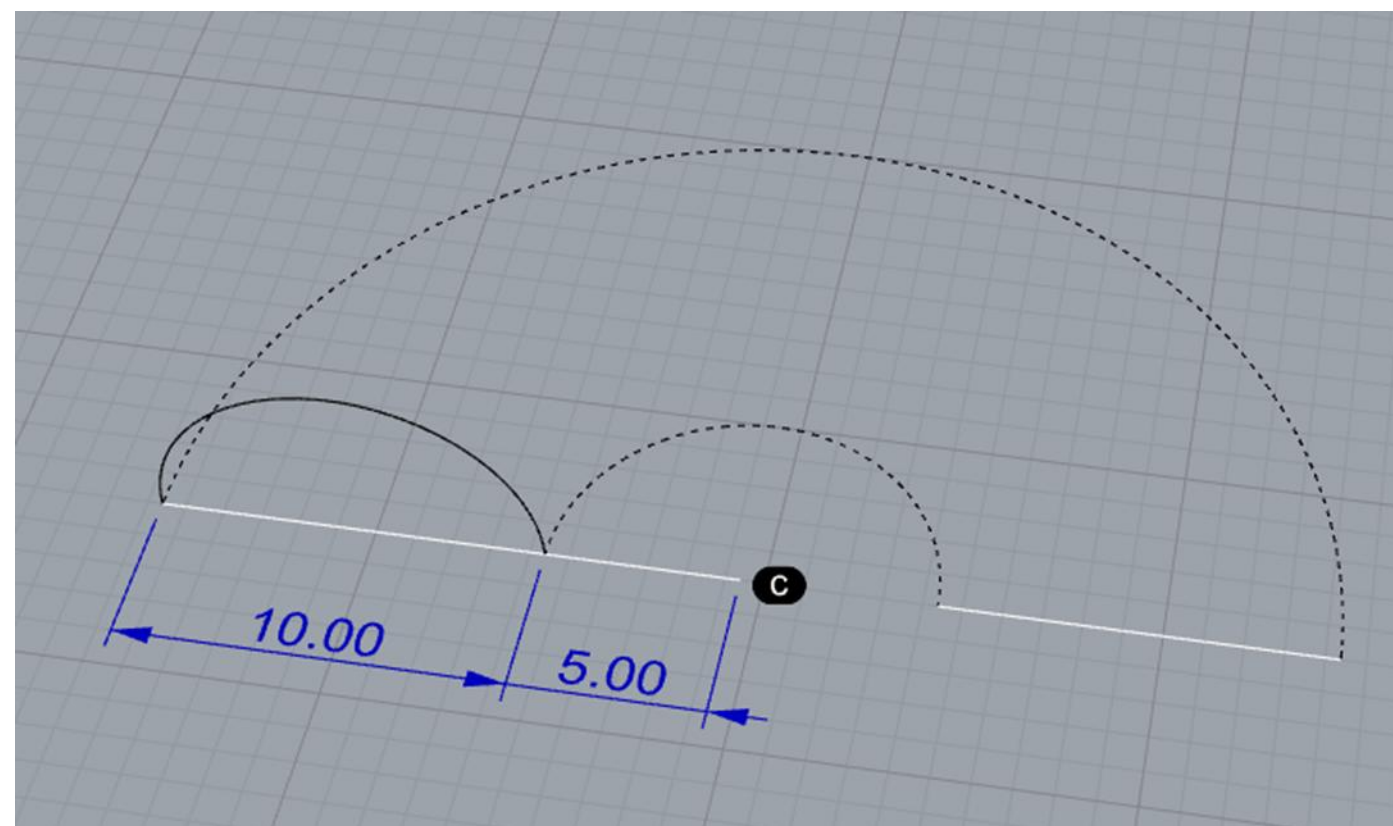


Criamos a linha auxiliar de 10 cm e em seguida fazemos um **semi circunferência vertical**, sendo o diâmetro da semi circunferência a linha de 10 cm

Em seguida, criamos uma outra linha auxiliar com 5 cm, junto a primeira linha, depois criamos 2 circunferências, uma de raio 5 e outra de raio 15, como mostra a imagem, feito isso, usamos o **trim** para cortar a parte da circunferência que não precisamos (a parte de baixo)

Por fim, usamos o **sweep2**: onde primeiro selecionamos a circunferência interior, depois a circunferência exterior, e finalmente a semi circunferência vertical.

Aula. 6 – Abobadas (toral)

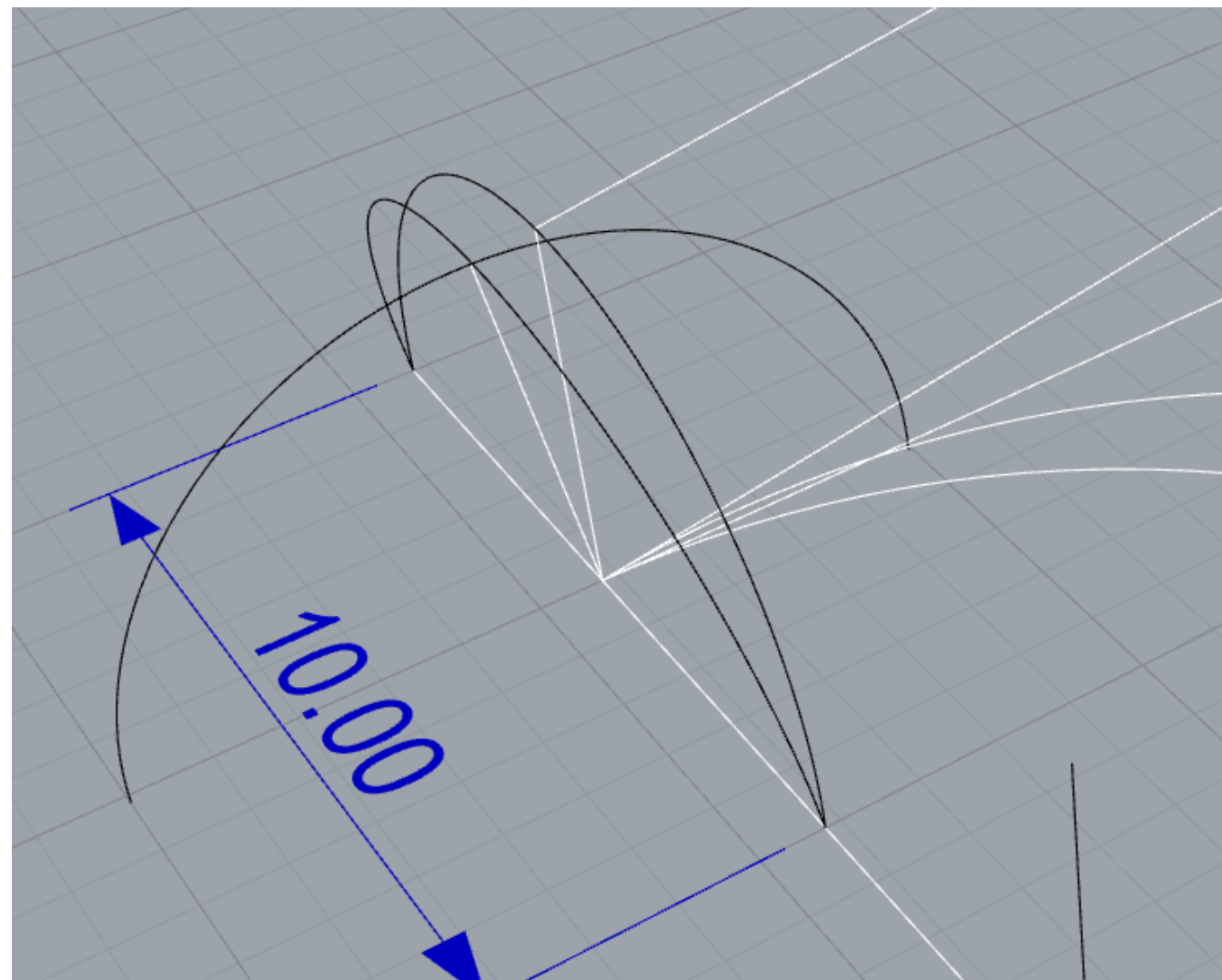
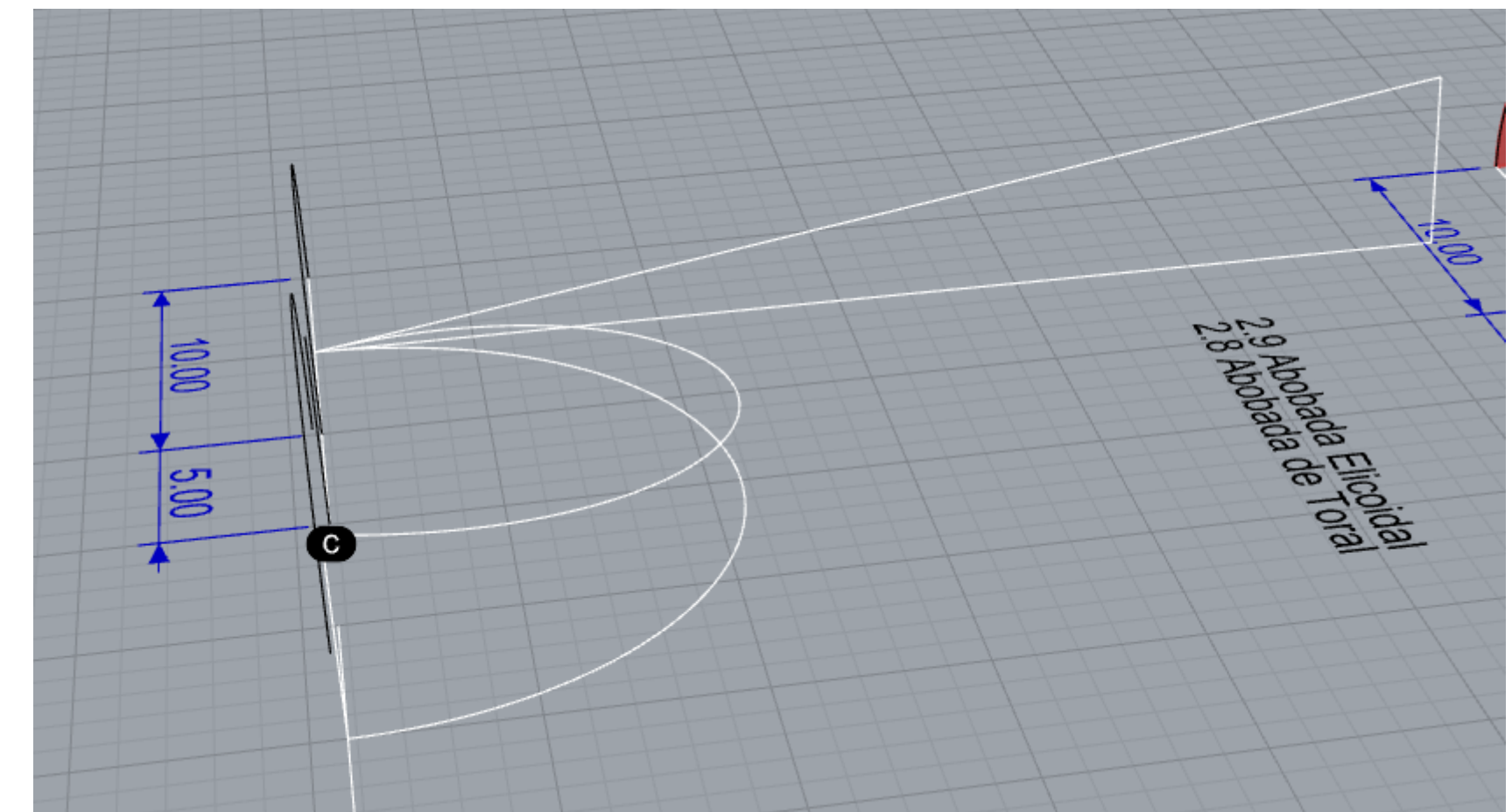
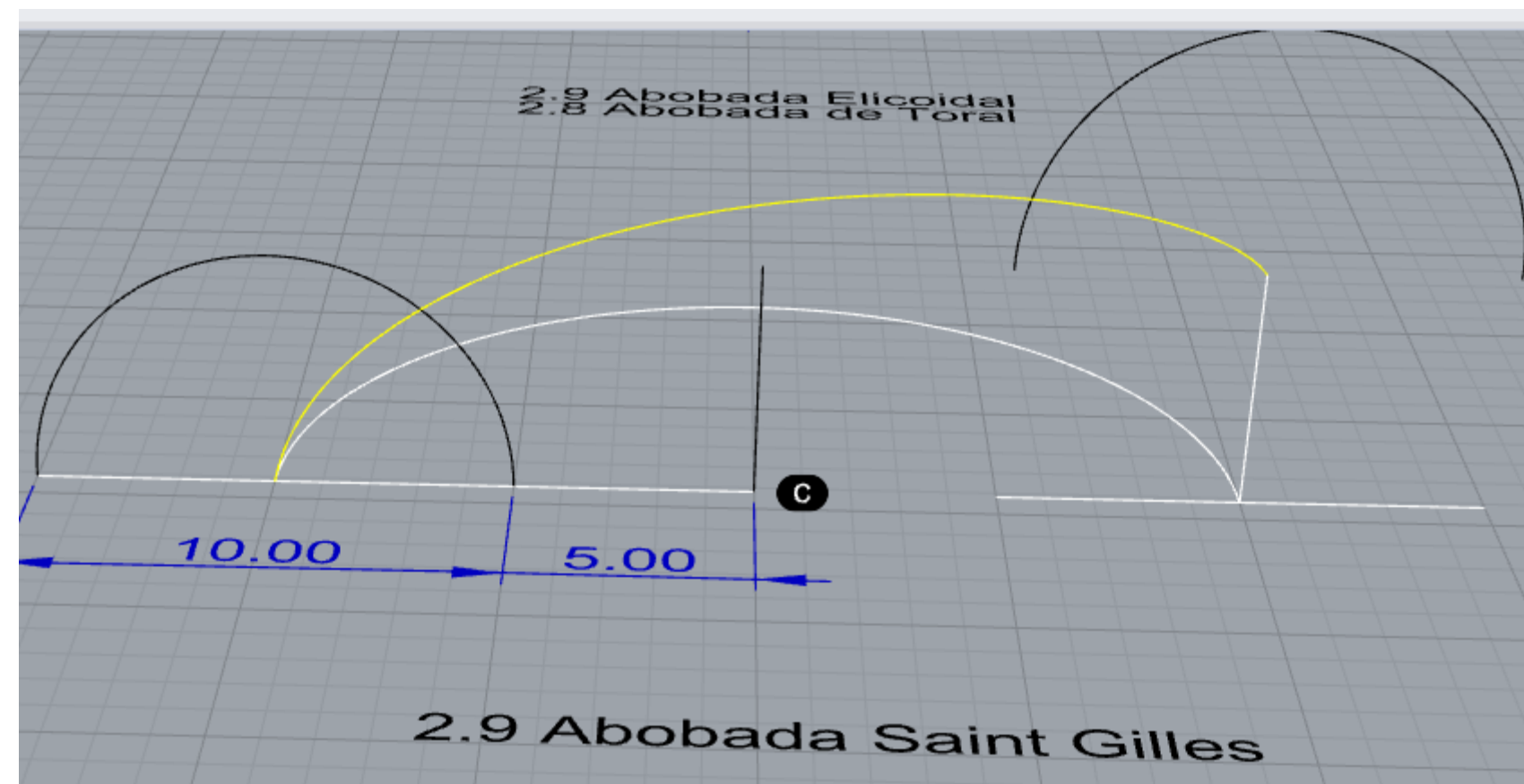
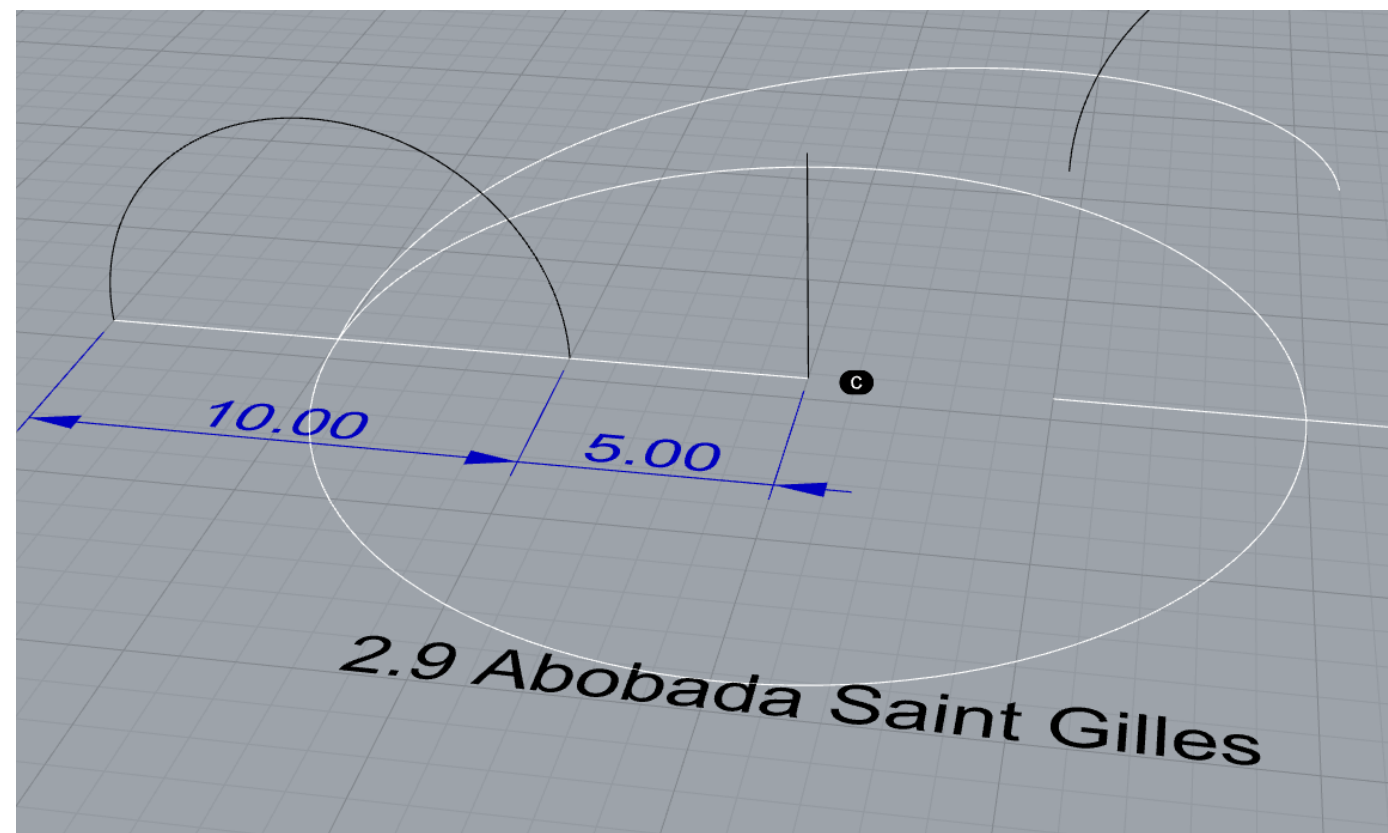


Tendo como base os primeiros passos da abóboda anterior, primeiro criamos 3 **linhas verticais** de 5 cm, uma no centro (c), e as outras 2 nas extremidades da outra linha auxiliar de 10 com, feito isso, criamos uma **semi circunferência vertical** com os quadrantes nas pontas das linhas de 5 cm que criamos (como mostra a imagem)

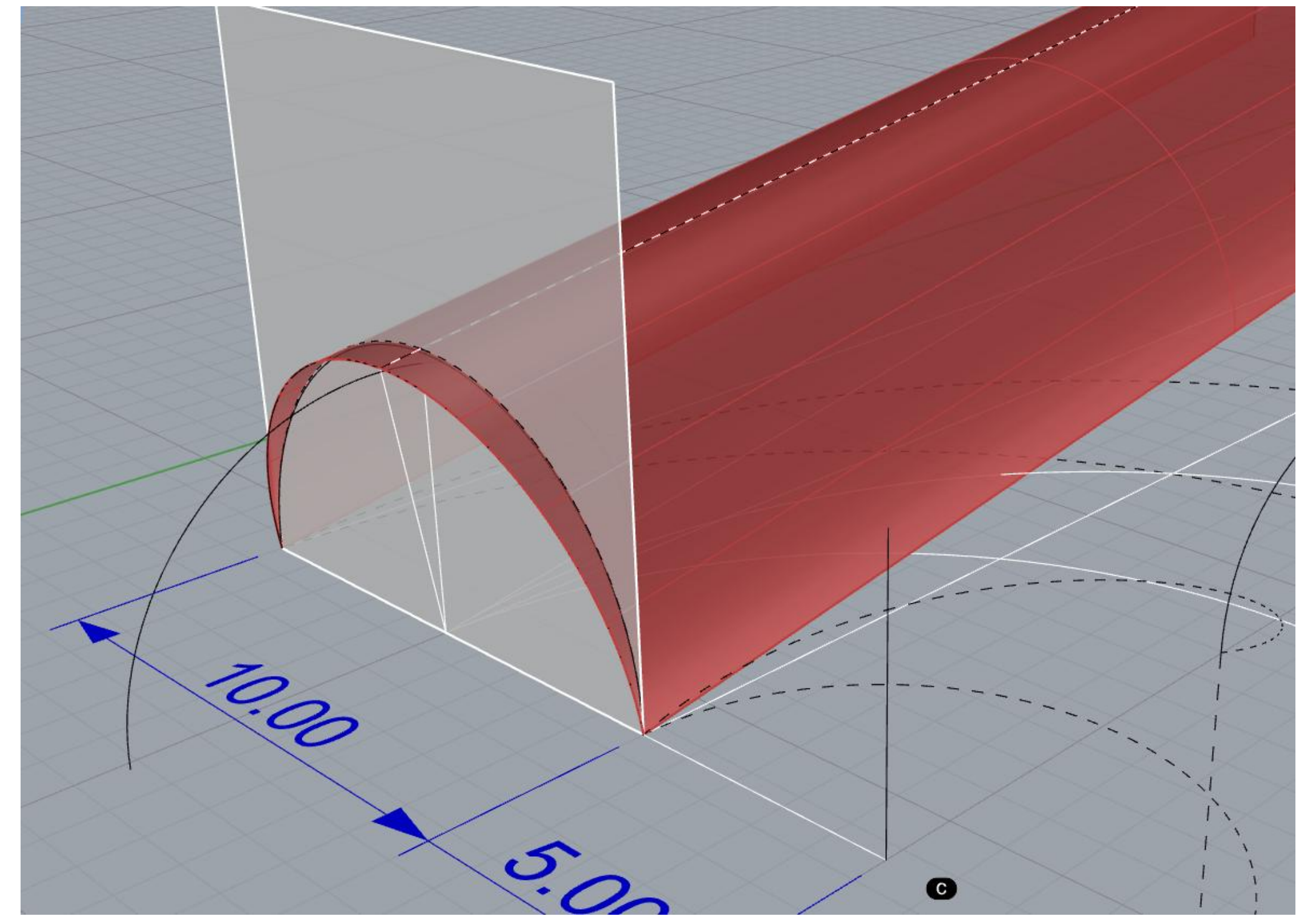
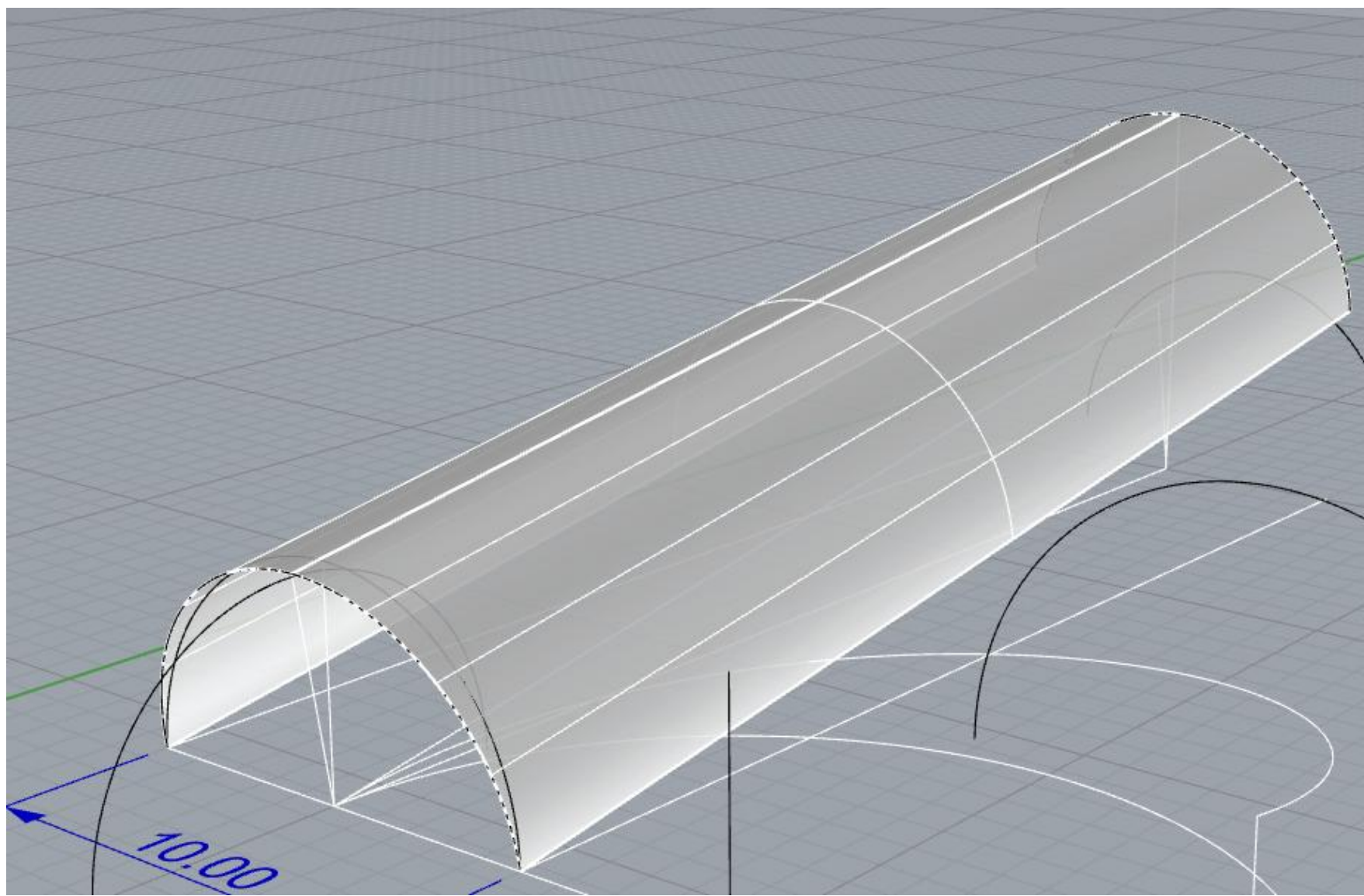
Em seguida usamos **hélix** com o **turns sendo 0.5**, e se o sentido for contrario ao que queremos mudamos o **reversetwist**.

Por fim, usamos o **sweep2**, com a mesma logica da abóboda anterior.

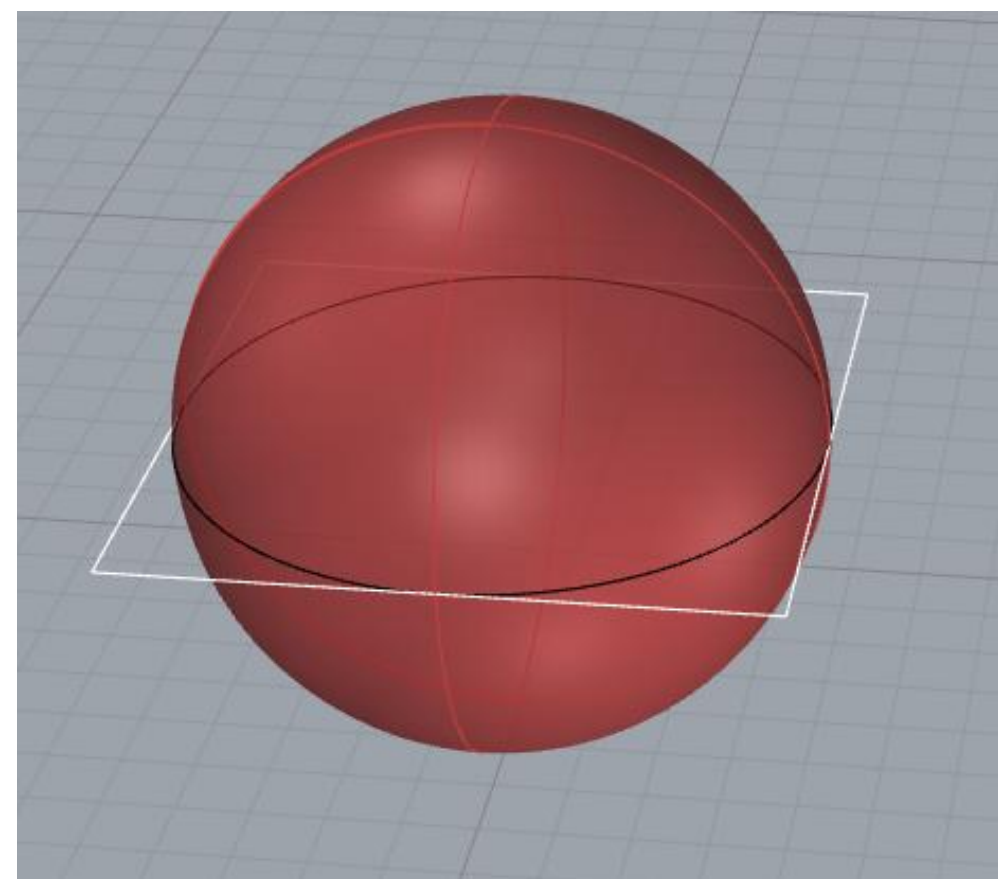
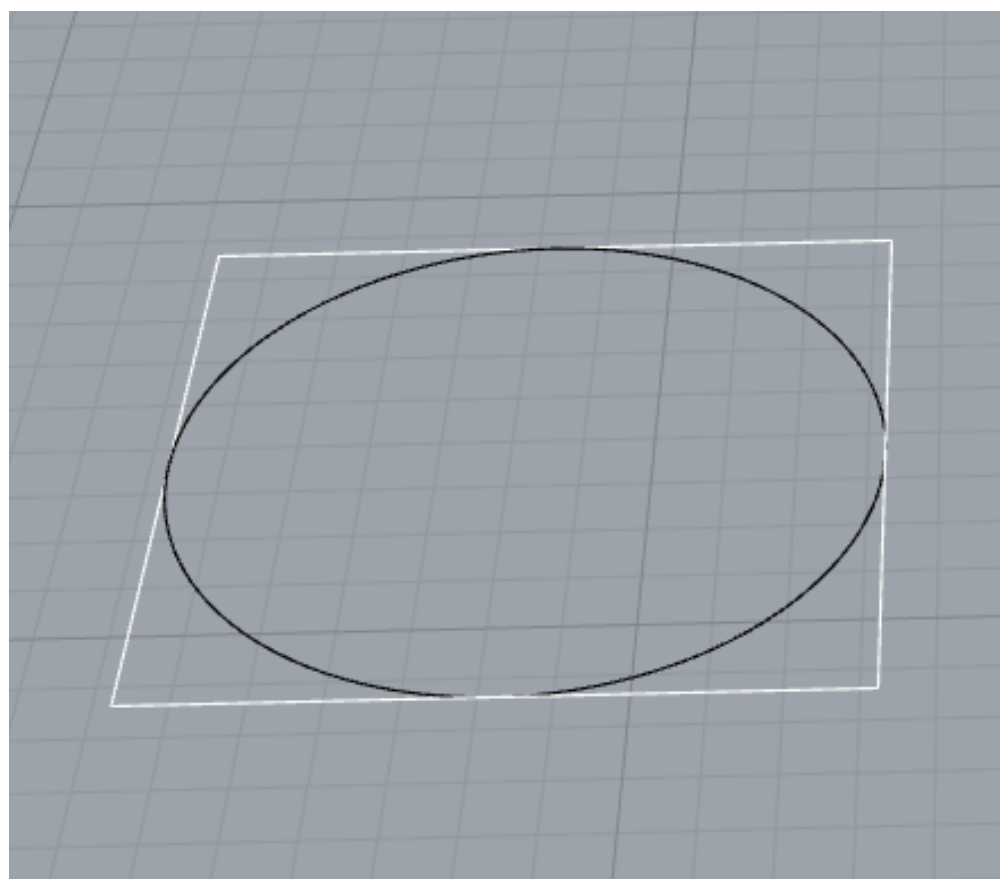
Aula. 6 – Abobadas (helicoidal)



Aula. 7 – Abobadas (Saint Gilles)

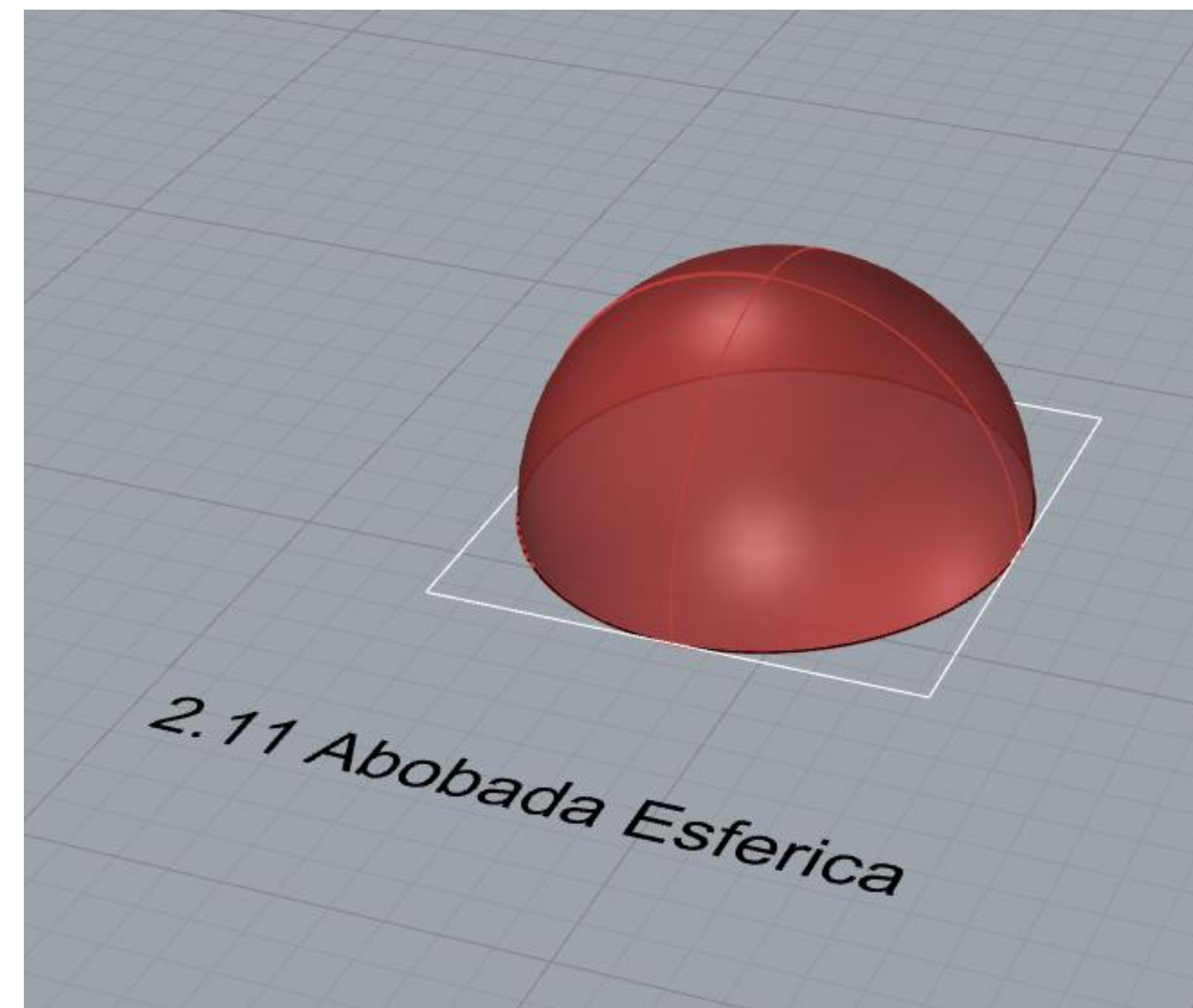


Aula. 7 – Abobadas (Saint Gilles)

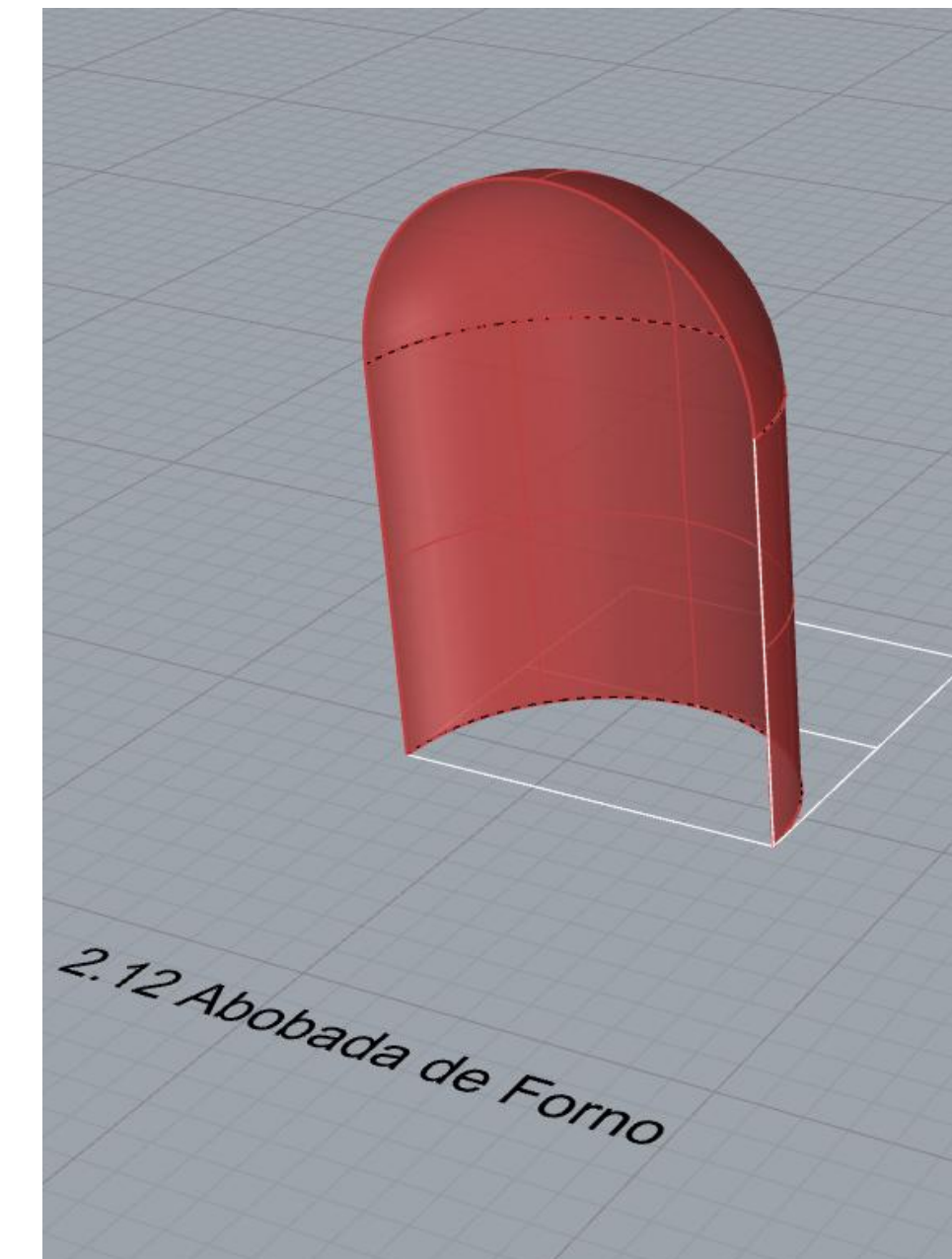
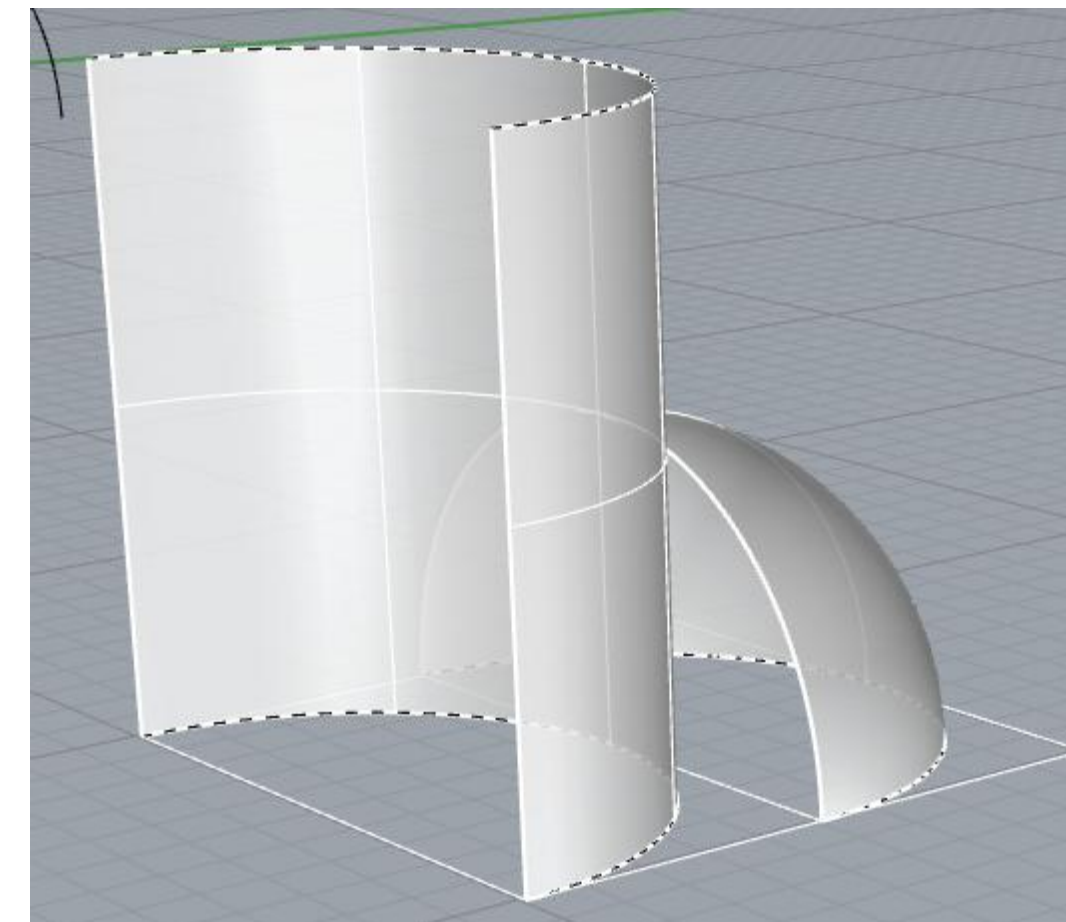
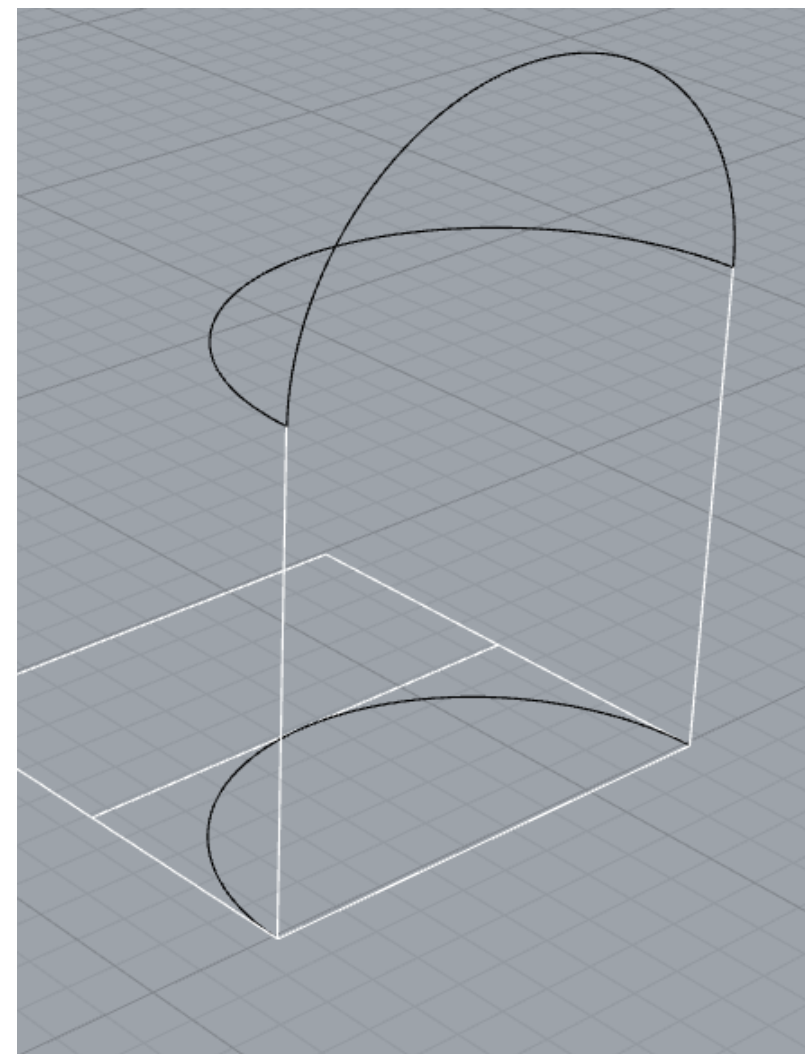
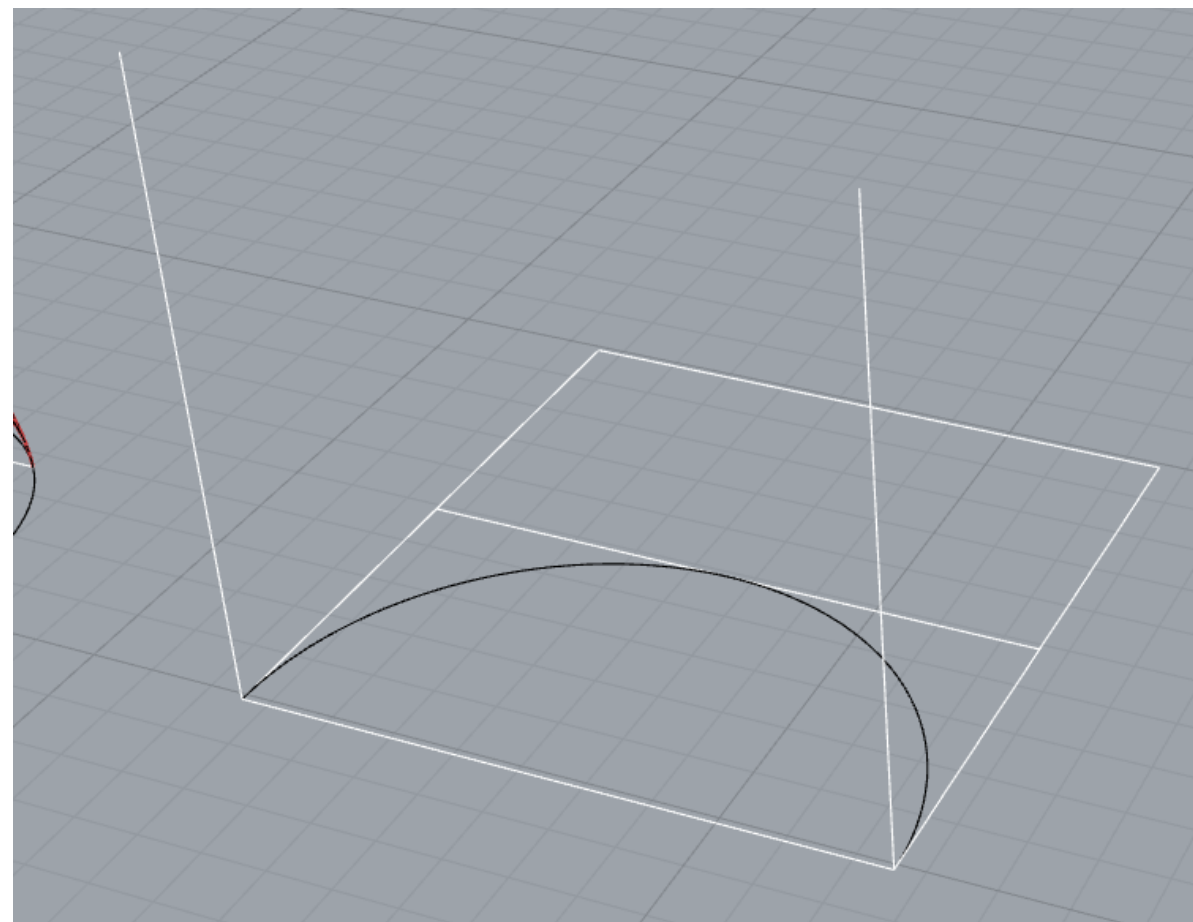
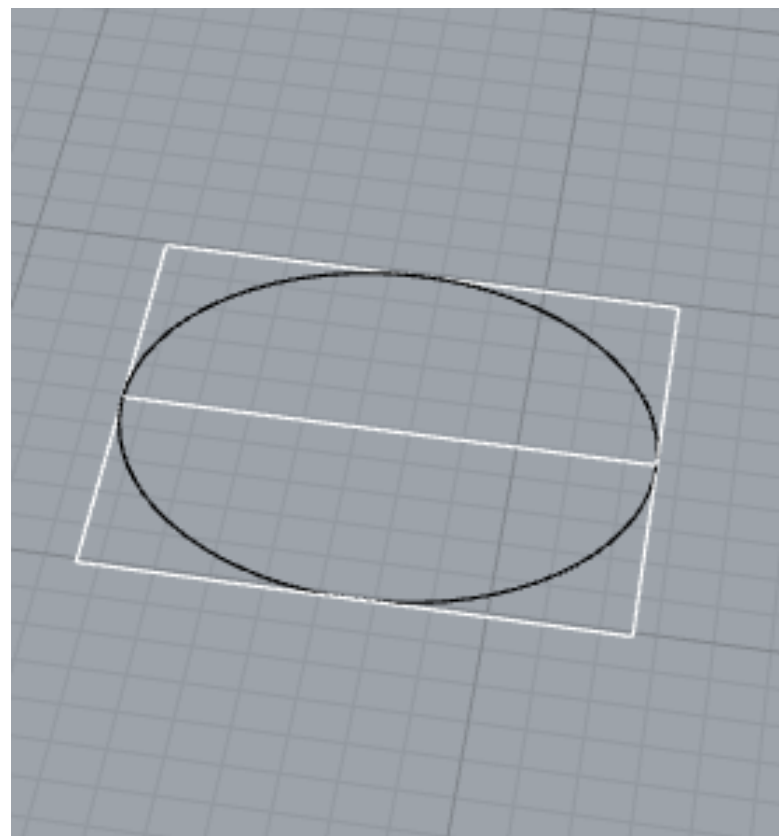


Fazemos um **quadrado** 10x10 e depois uma **circunferência** por dentro do quadrado e depois fazemos uma **esfera** dentro do quadrado também.

Por fim usamos o **trim** para cortar a parte de baixo.



Aula. 7 – Abobadas (esférica)



Tendo com base, um quadrado de 10x10, dividimos o quadrado ao meio (criamos assim 2 retângulos) depois e fazemos uma circunferência dentro do quadrado, cortamos a parte de baixo da circunferência e posteriormente movemo-la para baixo(para o retângulo de baixo)

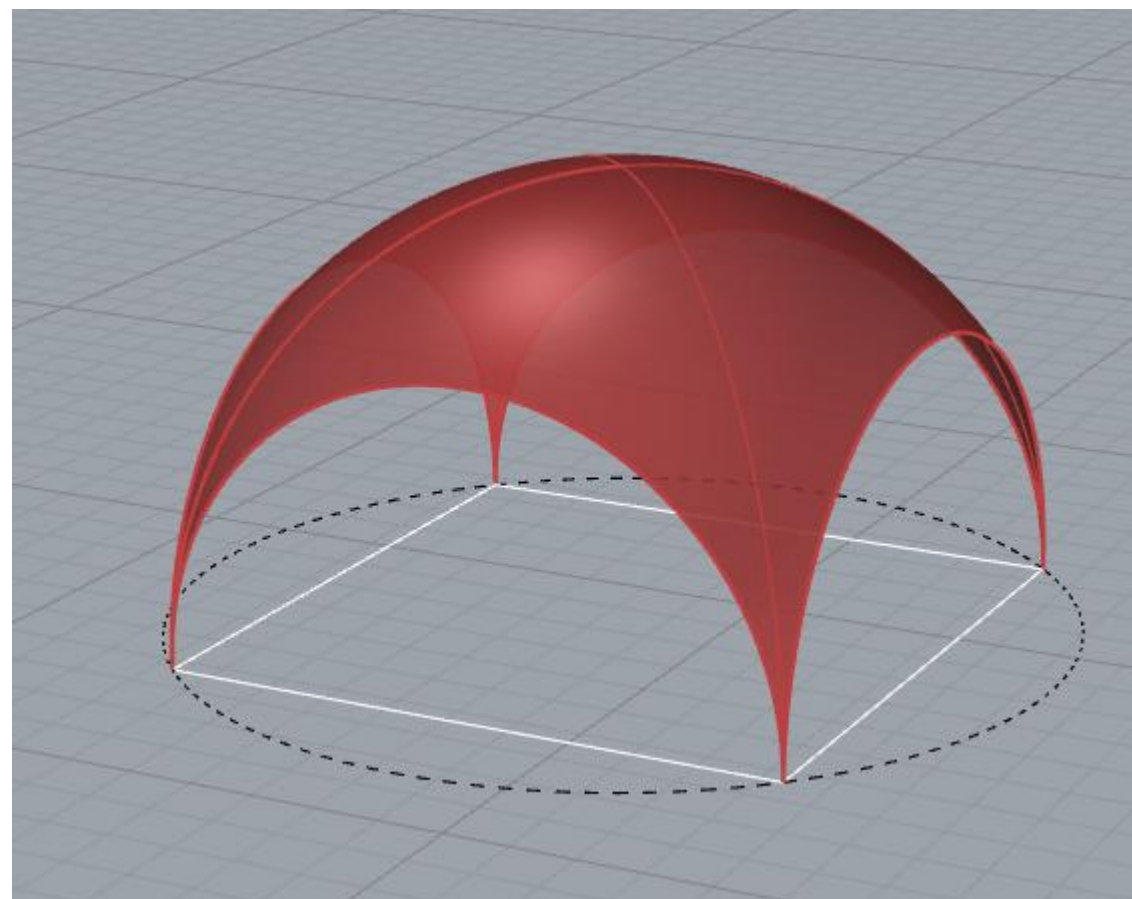
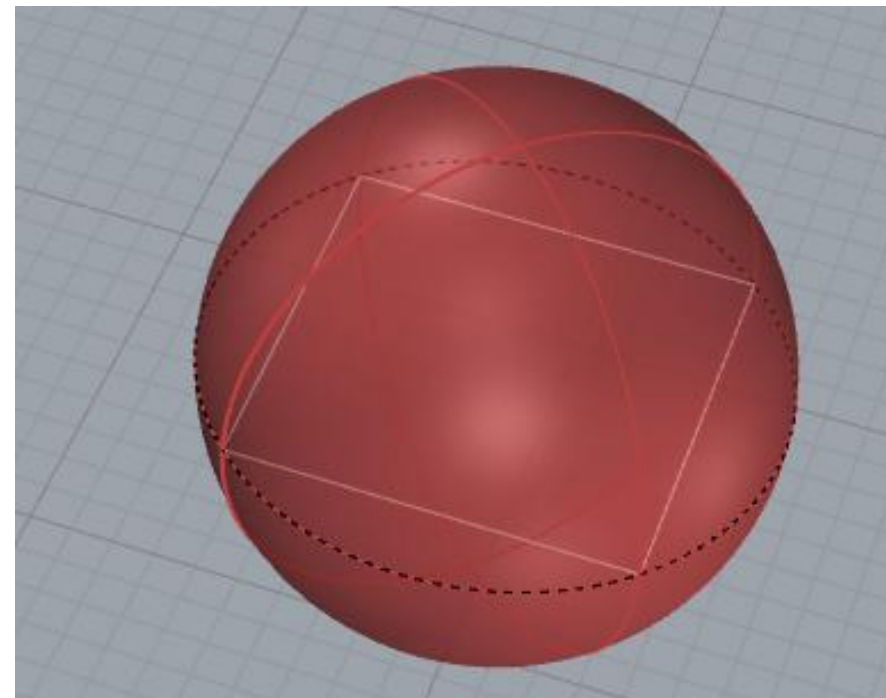
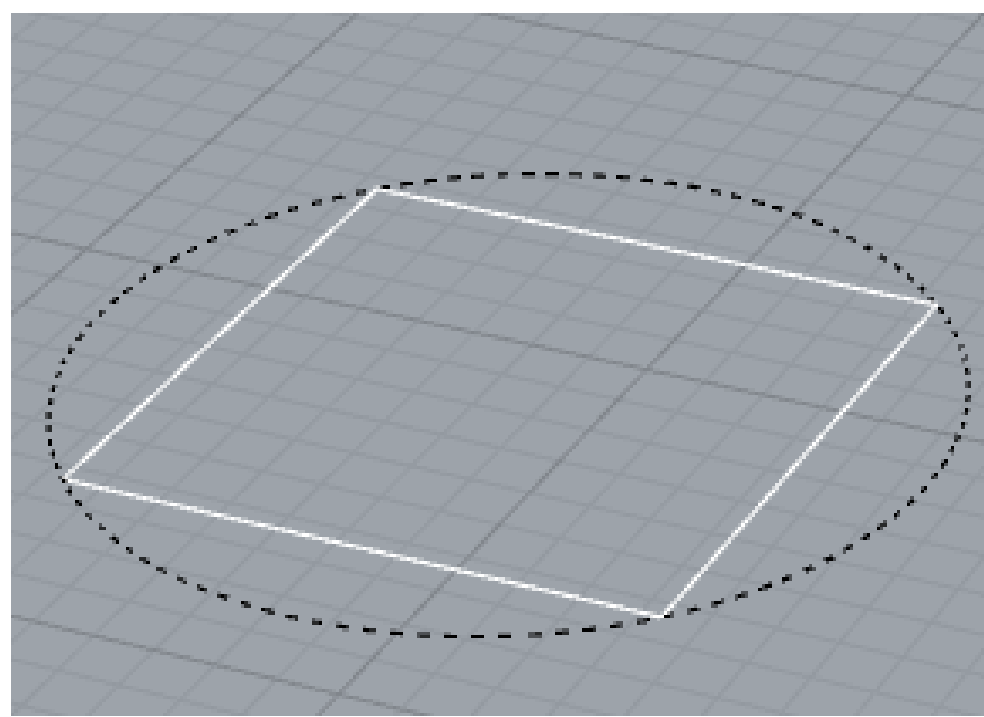
Feito isso, fazemos 2 **linhas verticais** com 10 cm, em seguida, copiamos a semi circunferência para as pontas das linhas de 10 cm.

Criamos uma nova **circunferência vertical** de 2 pontos, depois usamos o **trim** para cortar a parte inferior da circunferência

Usamos **loft** para criar a espécie de simi cilindro

Por fim, para fechar, fazemos uma **esfera** e depois usamos **trim** para cortar a parte inferior e frontal da esfera.

Aula. 7 – Abobadas (de forno)

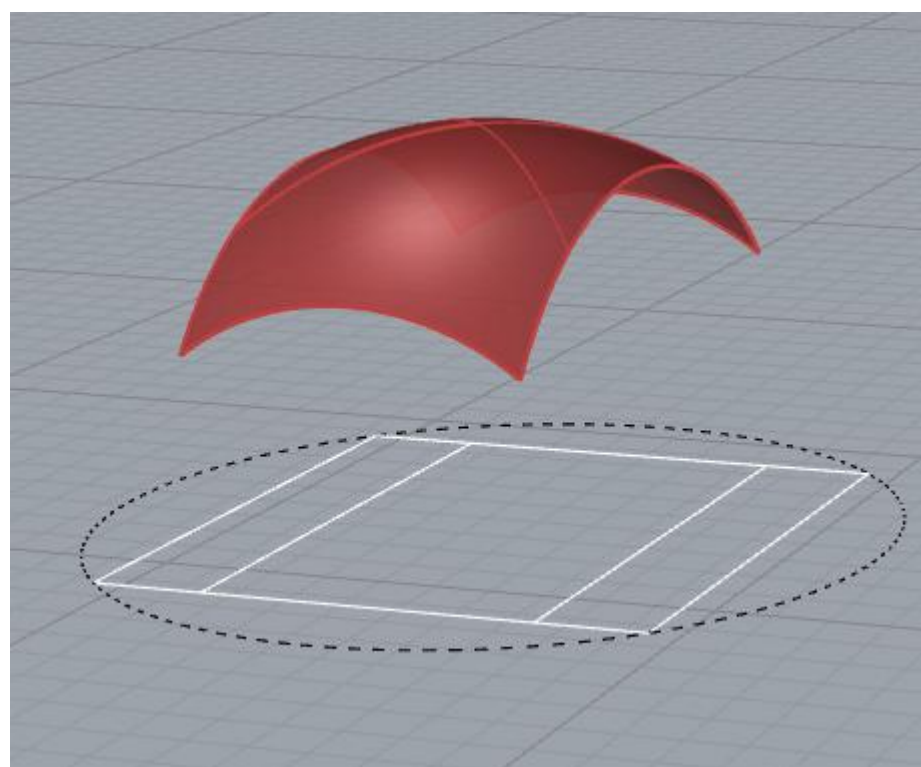
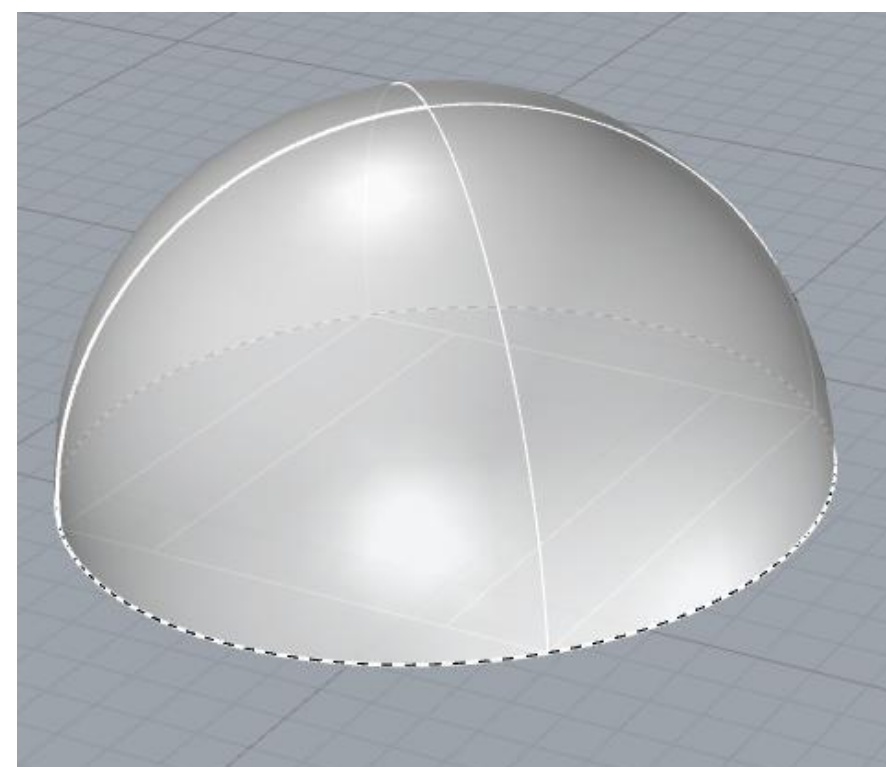
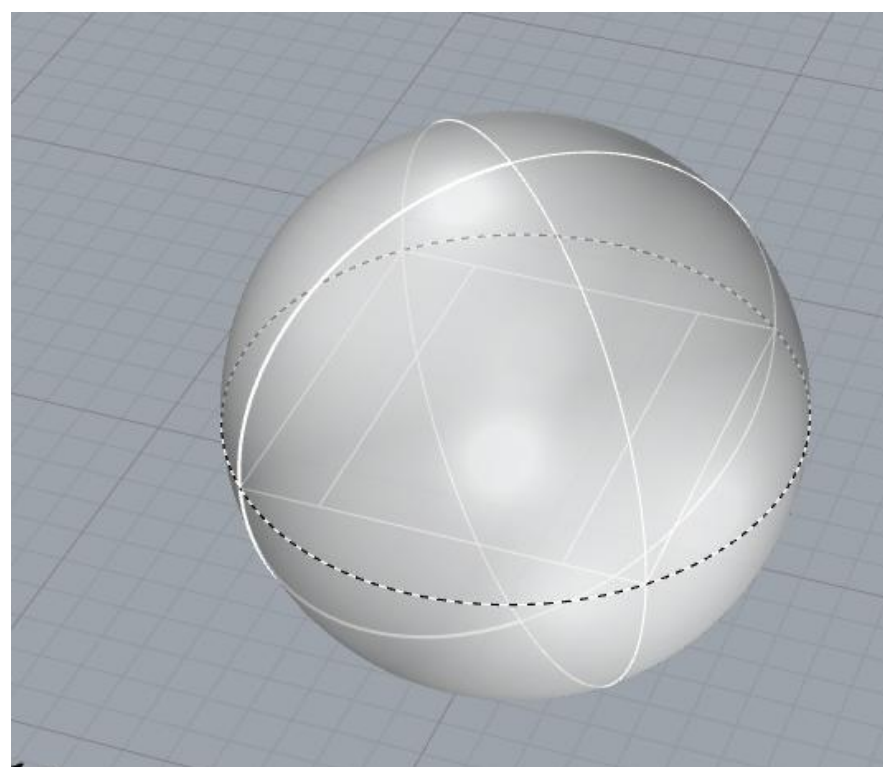
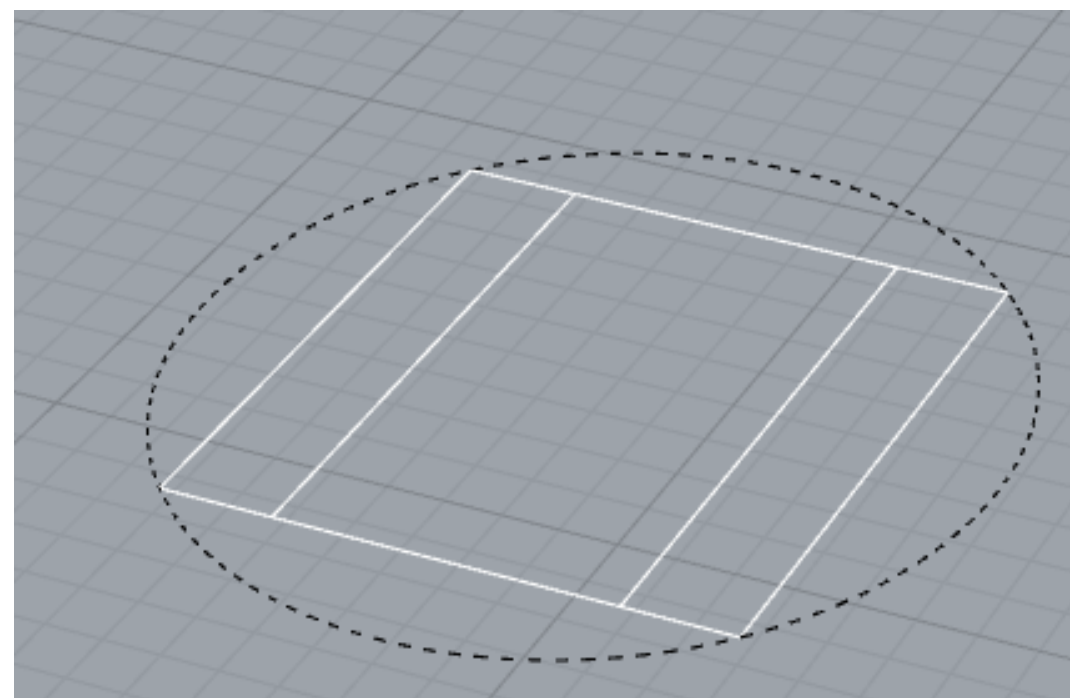
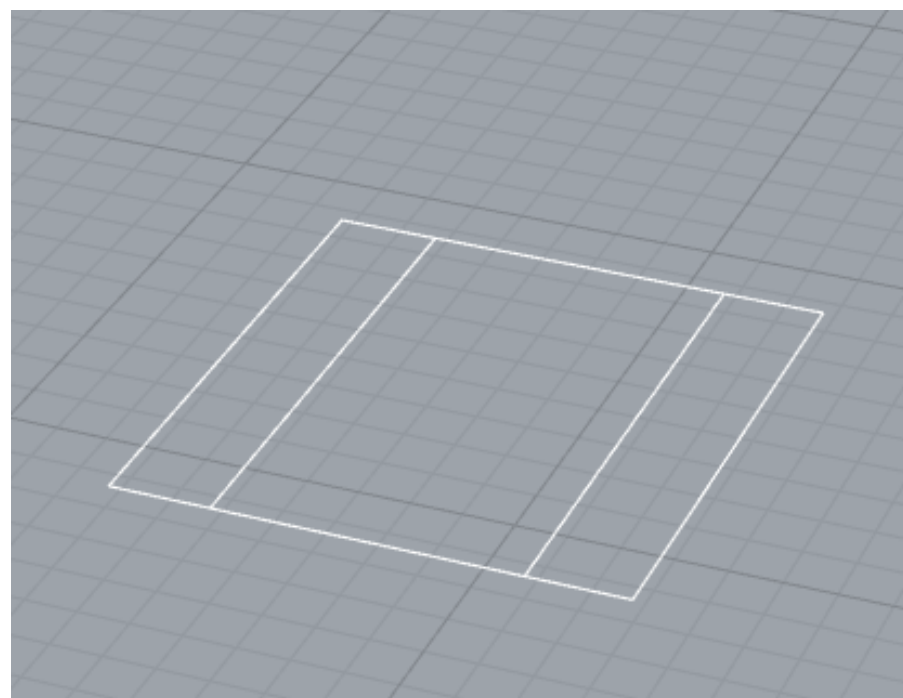


Tendo como base, uma circunferência com um quadrado circunscrito, criamos uma **esfera** que coincide com a circunferência que tínhamos anteriormente, depois usamos o **trim** para cortar a parte inferior da esfera

Em seguida usamos **project** para ter a projeção das linhas do quadrado na esfera

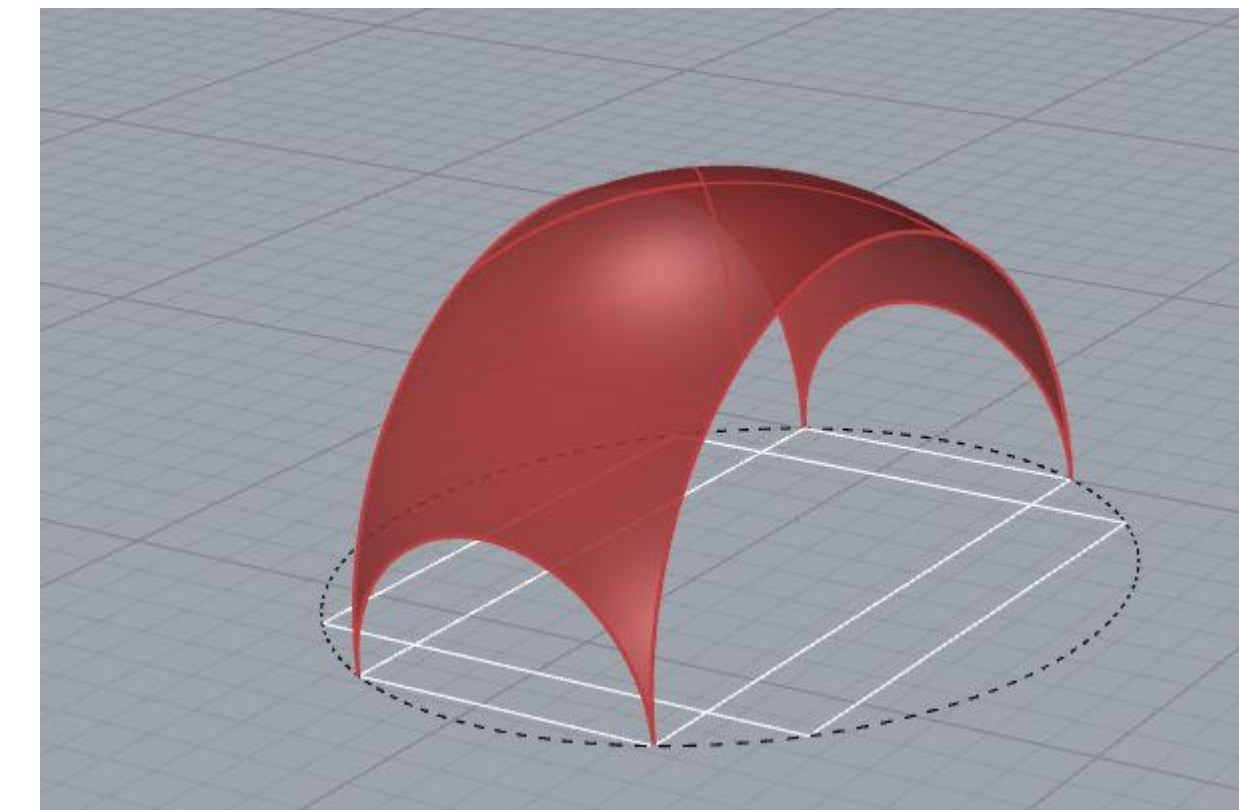
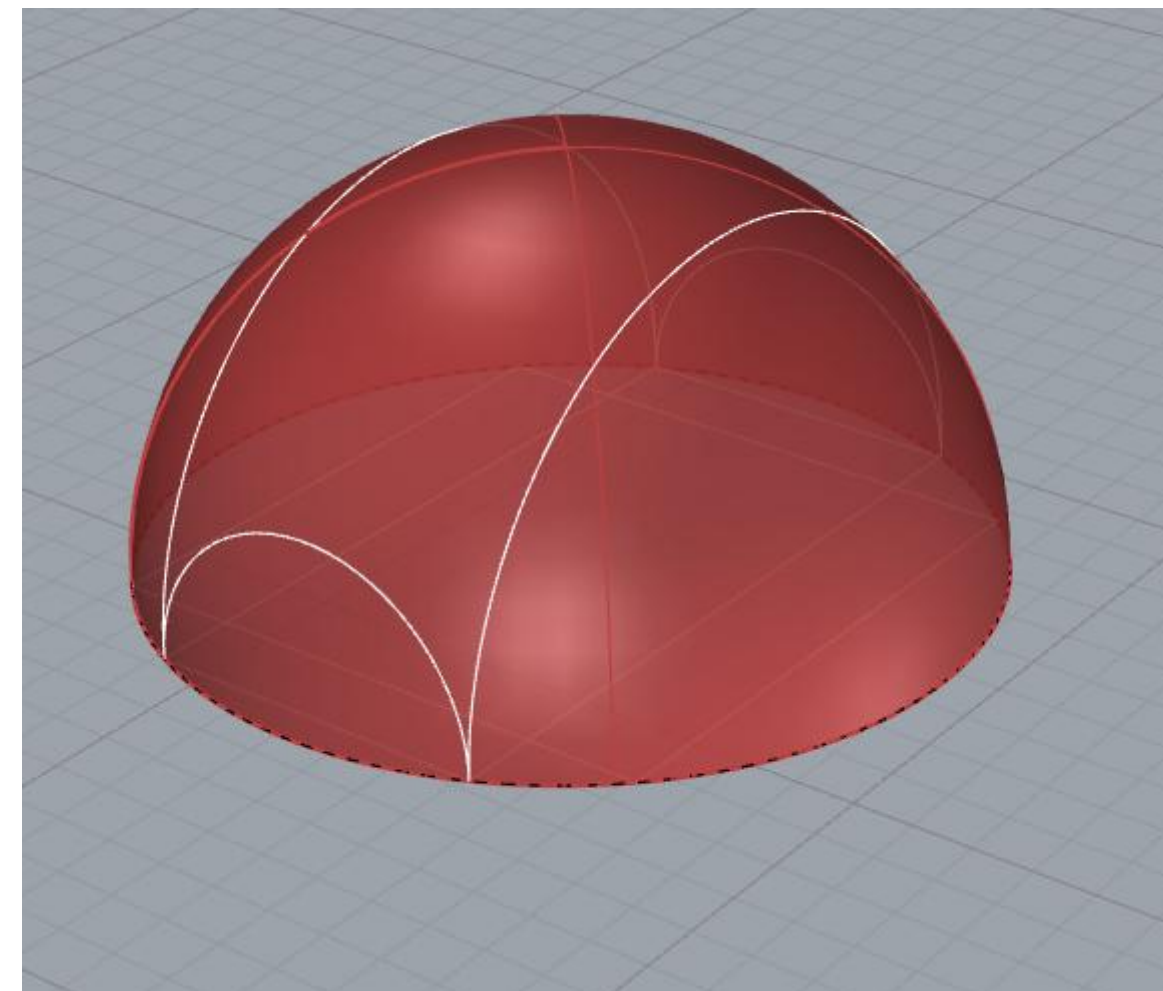
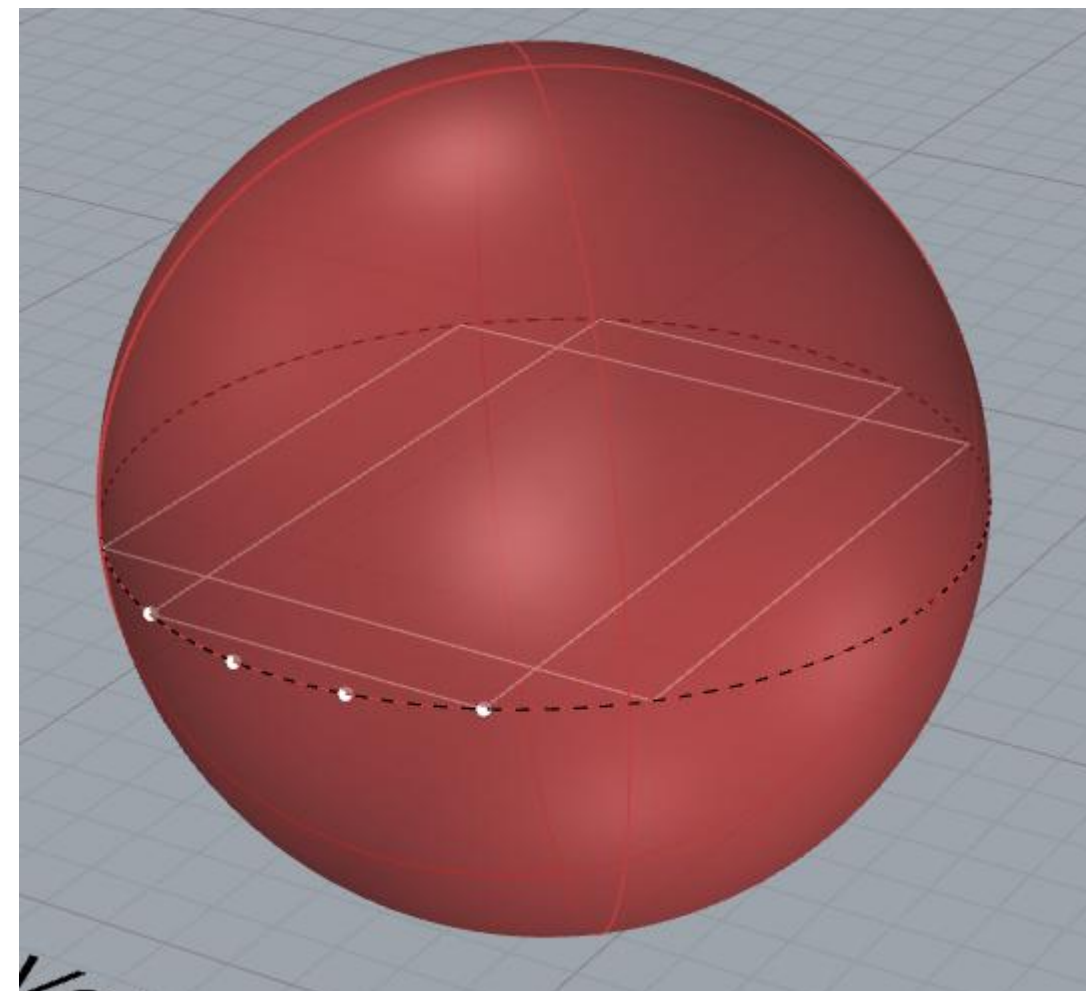
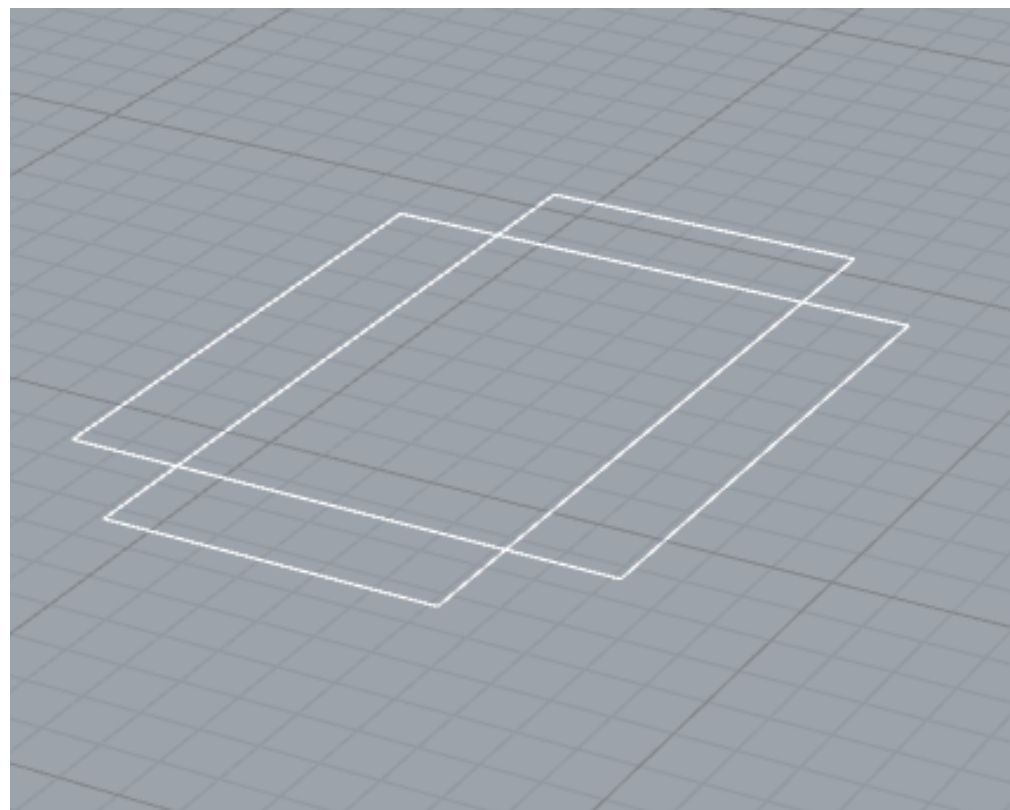
Por fim usamos **trim** para cortar as partes que são formadas pela projeção do quadrado na esfera.

Aula. 7 – Abobadas (de vela)



Com base no quadrado fazemos 2 linhas a 2 cm de cada lado do quadrado (imagem 1), depois fazemos uma **circunferência** fora do quadrado, fazemos também, uma **esfera** coincidente com a circunferência, usamos o **trim** para cortar a parte inferior da esfera, depois usamos **project** Por fim, usamos **trim** para cortar as partes que não precisamos.

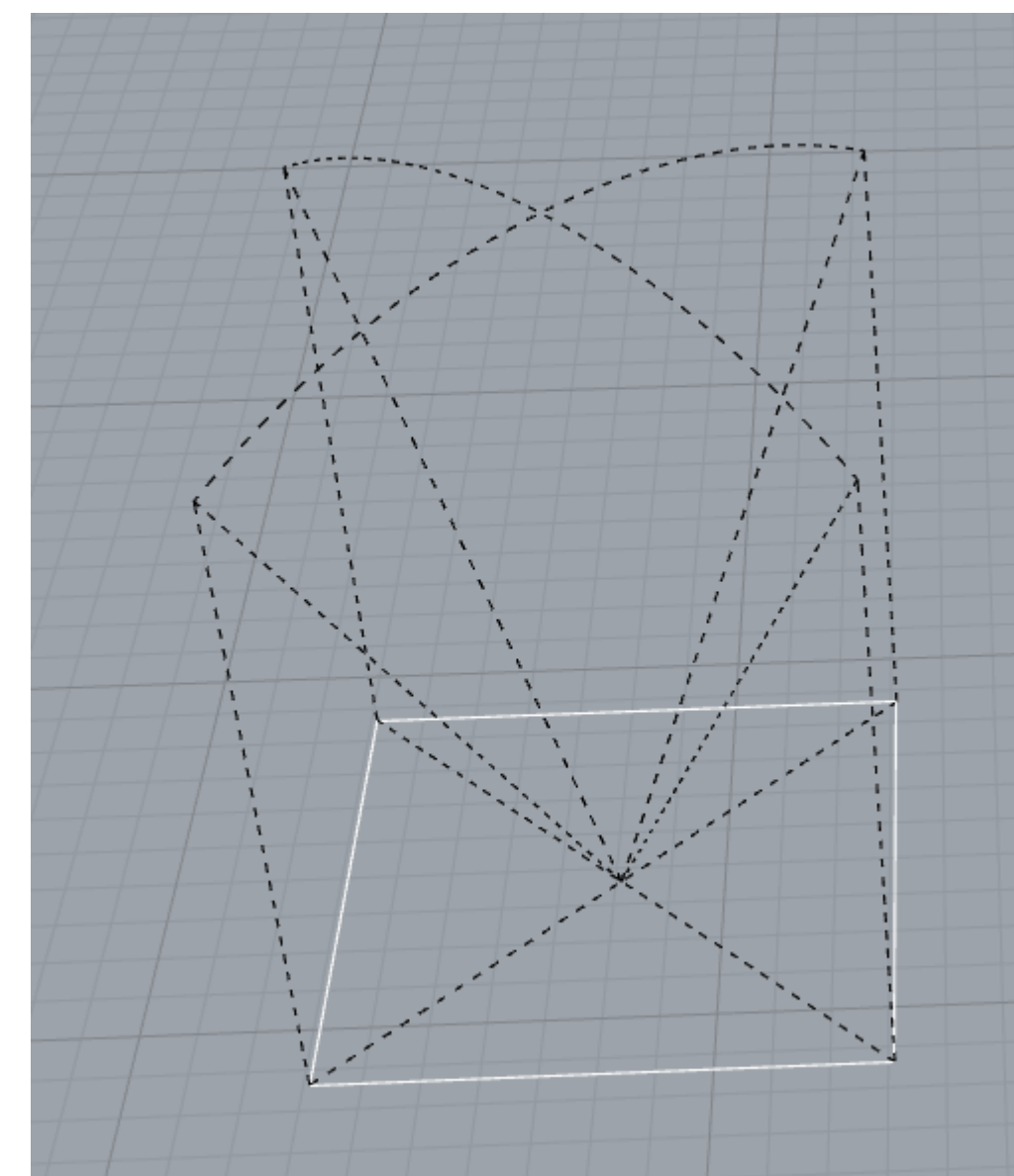
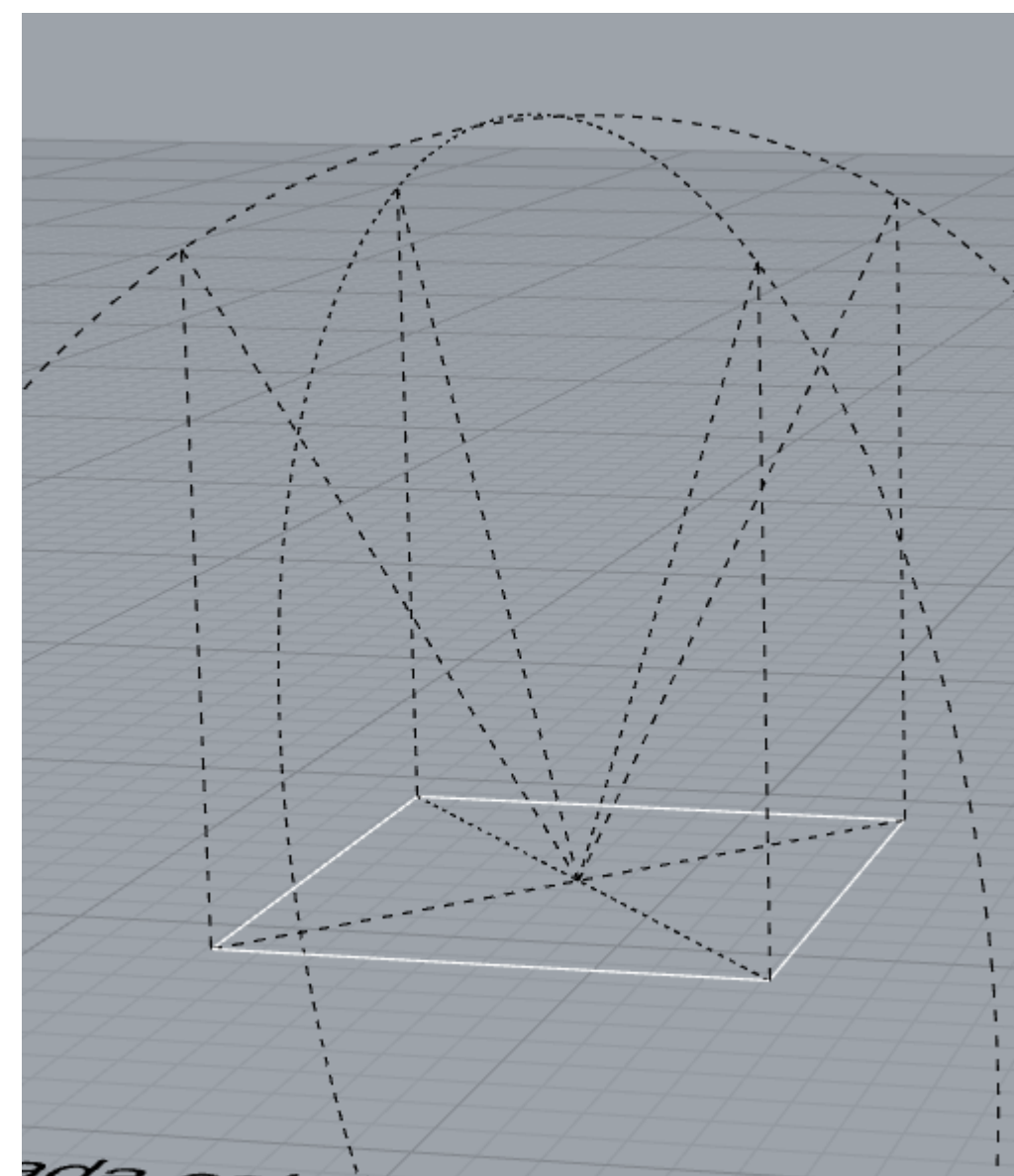
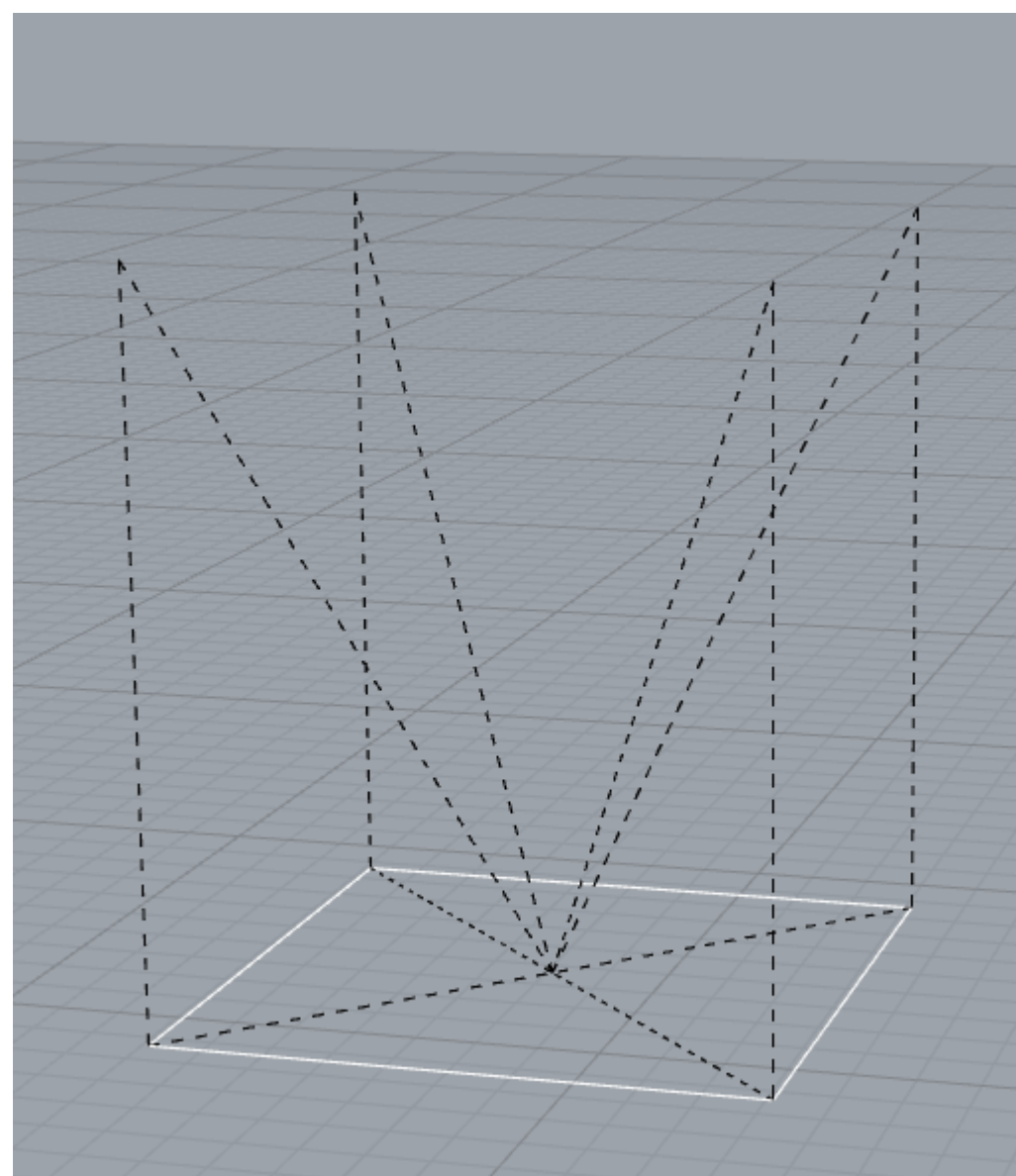
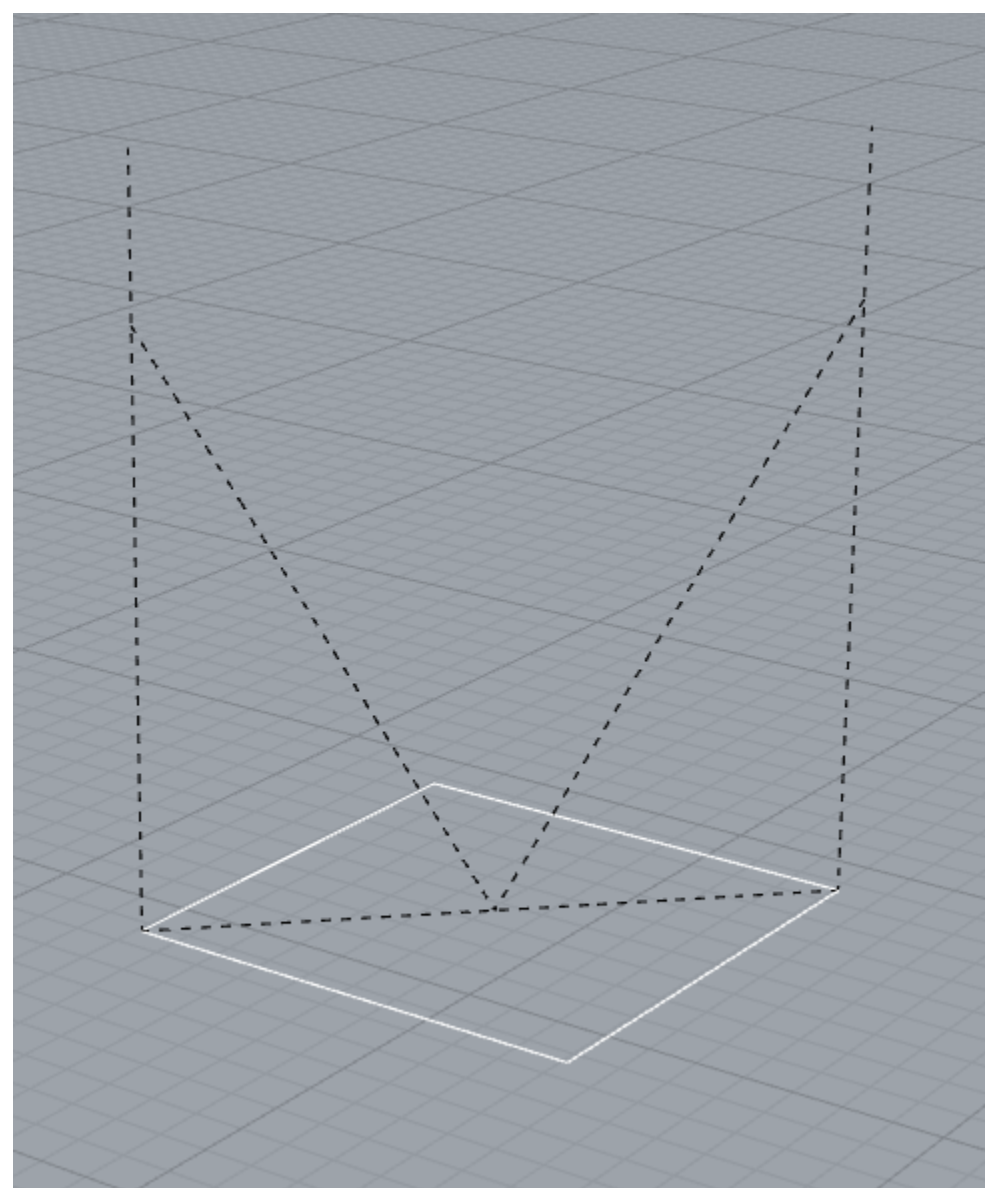
Aula. 7 – Abobadas (alongada)



Com base no quadrado e o retângulo que está a 2 cm de cada lado do quadrado (imagem 1), fazemos uma **esfera** e usamos o **trim** para cortar a parte inferior da esfera, depois usamos **project**, para projetar o retângulo na esfera

Por fim, usamos **trim** para cortar as partes que não precisamos.

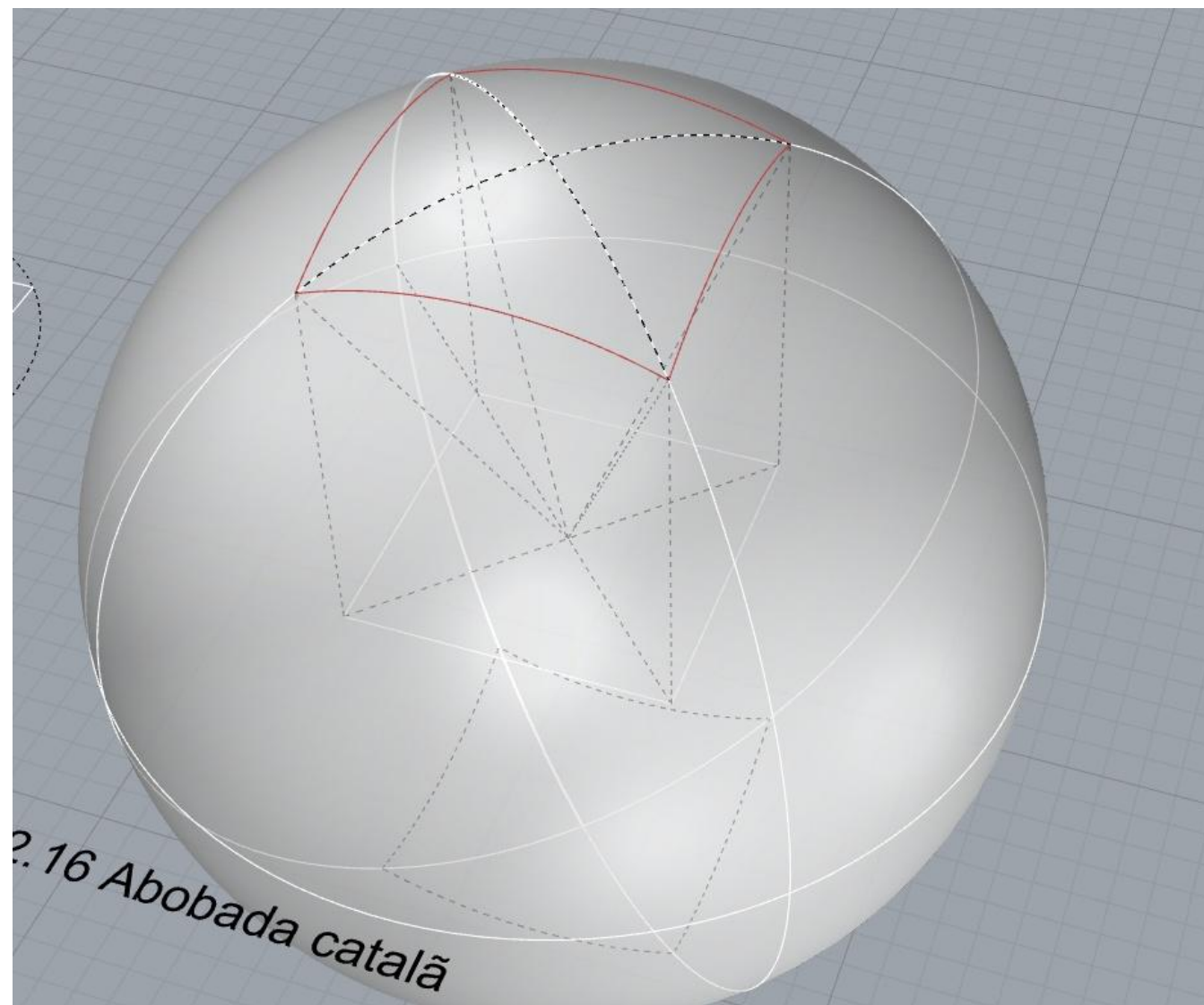
Aula. 7 – Abobadas (vela alongada)



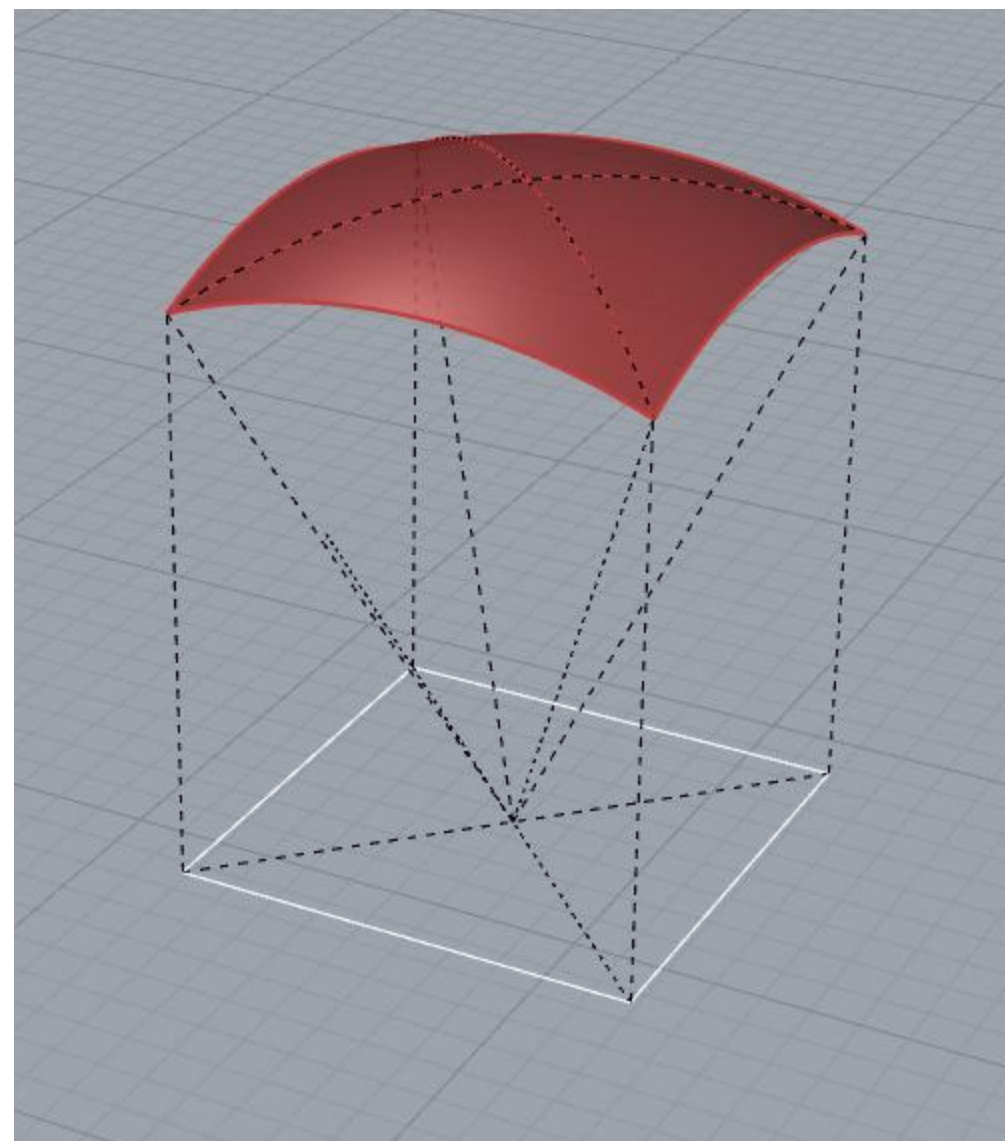
Tendo um quadrado 10x10, fazemos uma linha diagonal, depois a partir do centro, fazemos uma linha com @10<45<60, fazemos o **mirror** nessa linha (2 primeiras imagens)

Em seguida criamos circunferências verticais (3ª (foto), depois usamos o **trim** para cortar as partes que não precisamos

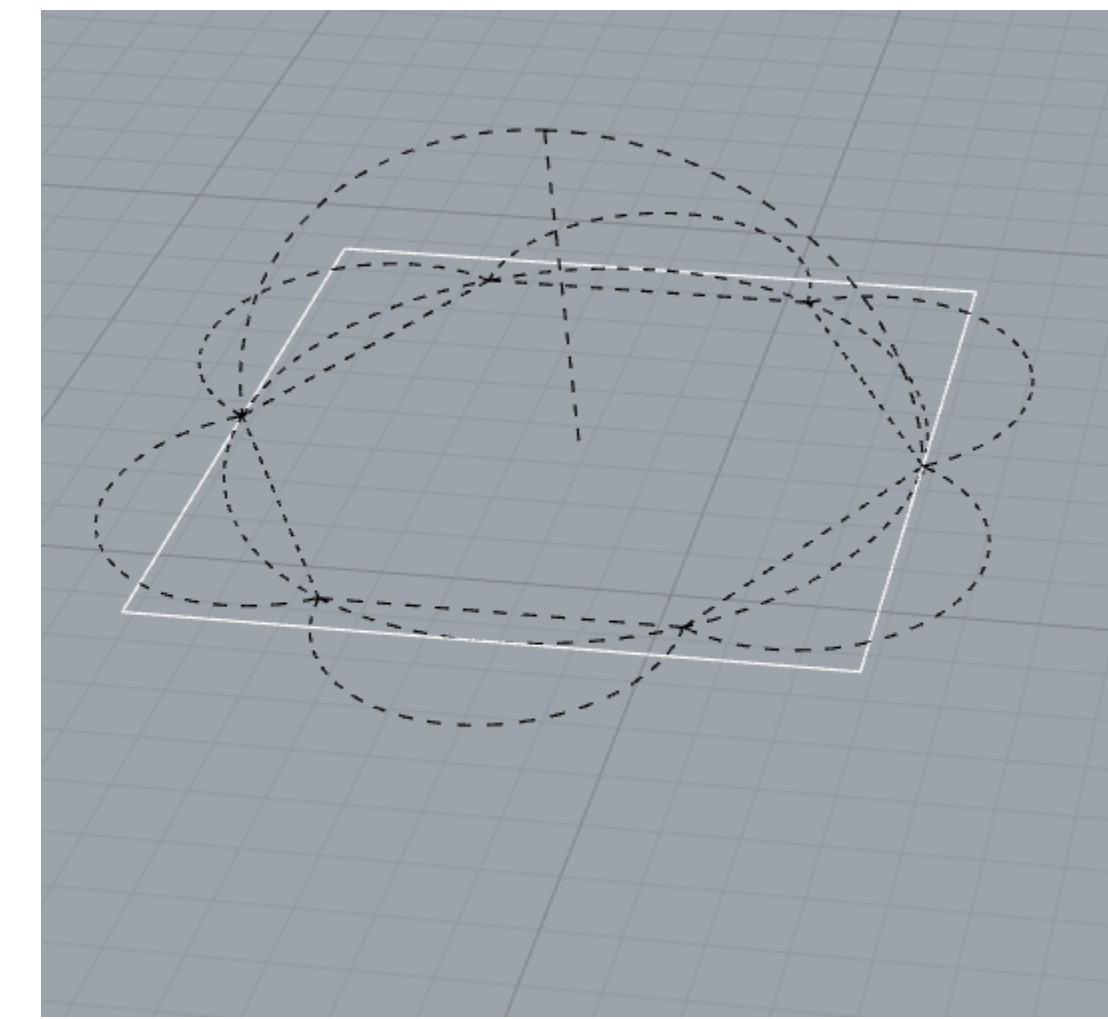
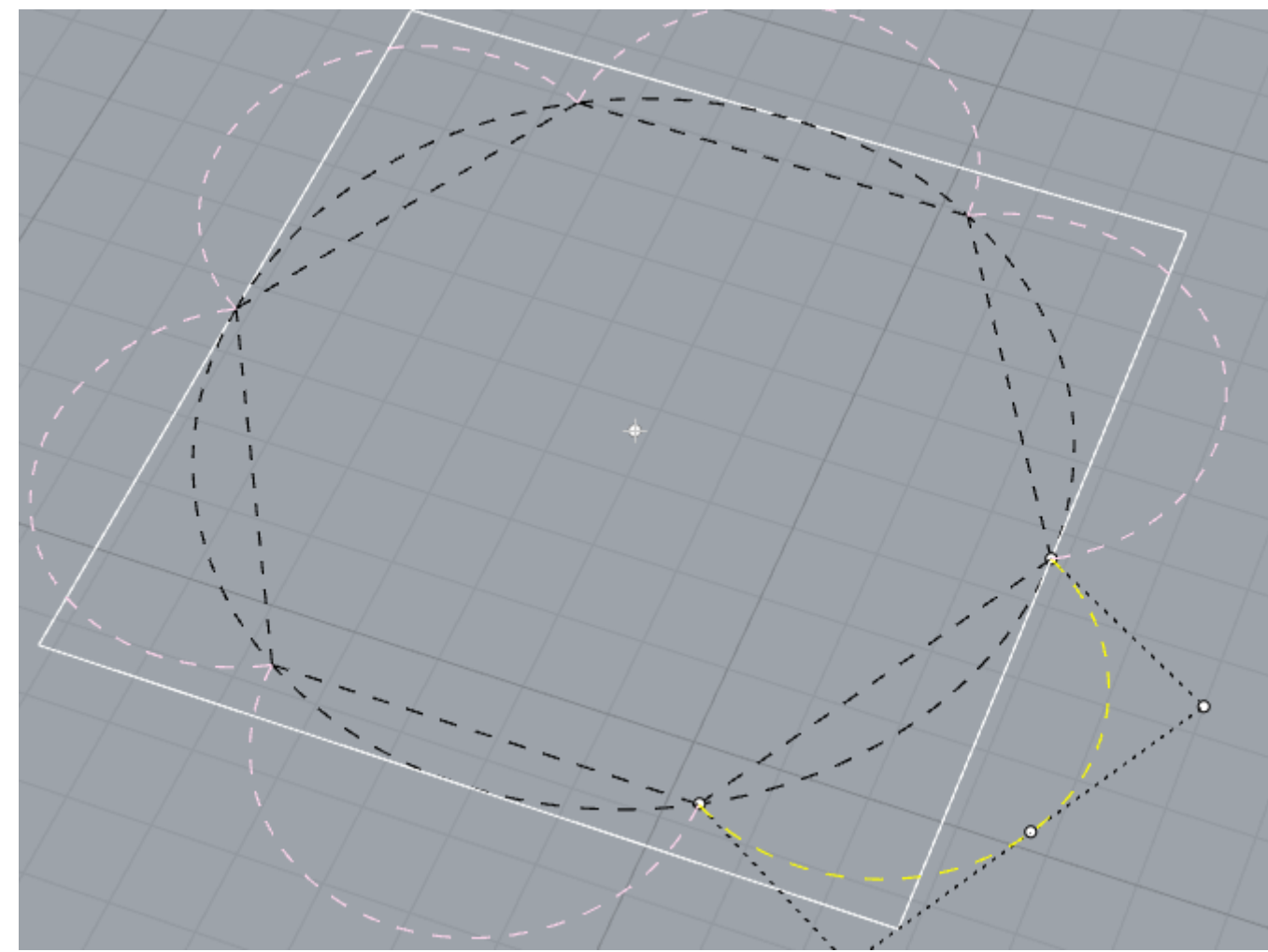
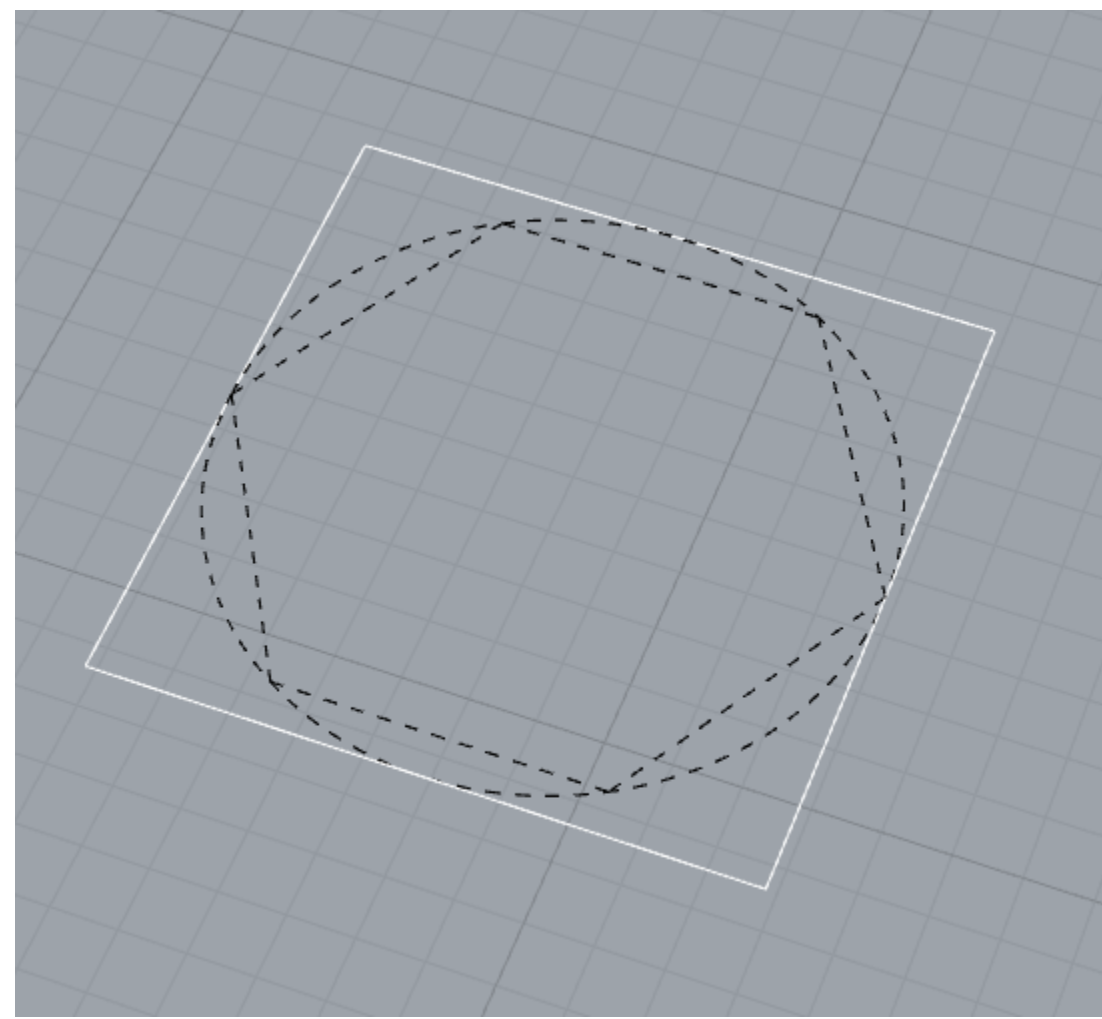
Aula. 7 – Abobadas (catalã)



Depois dos passos anteriores criamos uma esfera e em seguida, usamos o **project**, para projetar o quadrado na esfera. Por fim usamos o **trim** para cortar as partes desnecessárias.



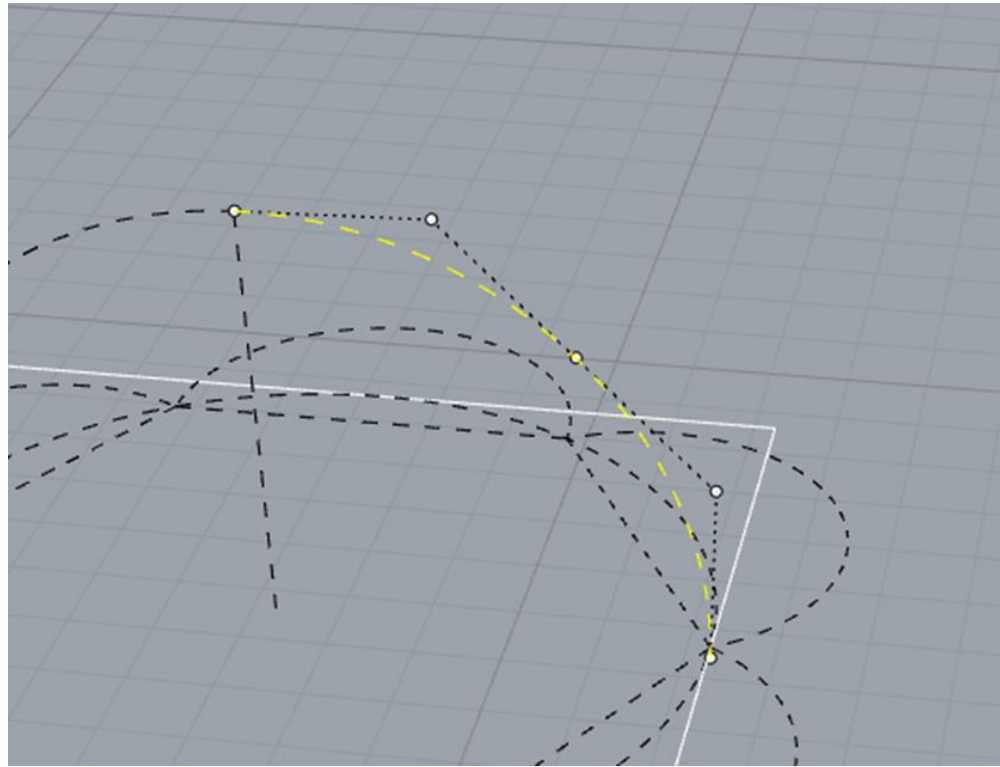
Aula. 7 – Abobadas (catalã)



Tendo com uma base um quadrado com a circunferência no seu interior, usamos o **polygon**, para criar um hexágono, depois fazemos uma circunferência num dos lados do hexágono e usamos o **trim** para cortar a parte que fica no interior do hexágono, em seguida usamos o **array polar**, para repetir a semi circunferência em todos os lados do hexágono

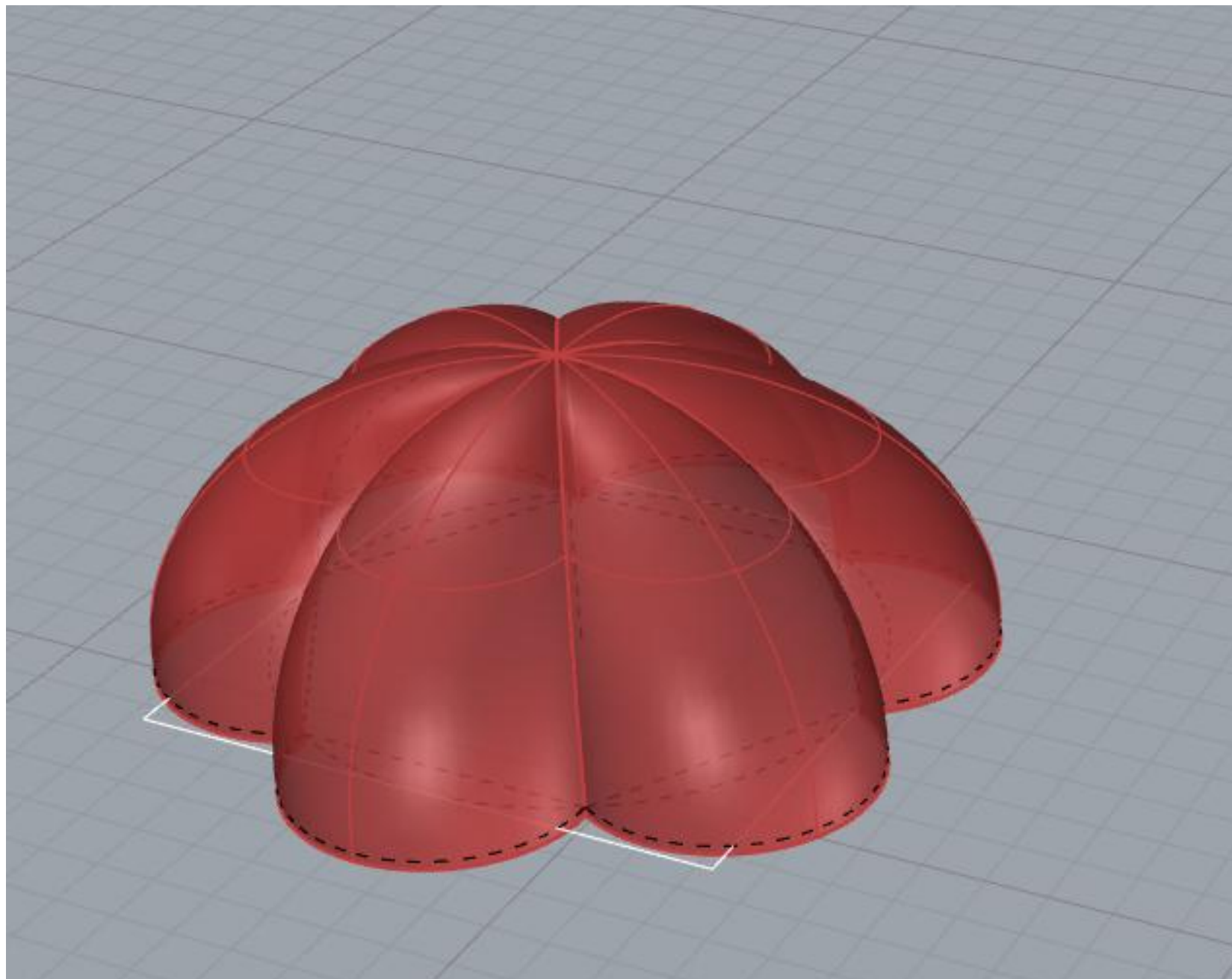
Em seguida, criamos uma **circunferência vertical** com o diâmetro coincidente com o diâmetro do hexágono, usamos o **trim** para tirar a parte de baixo da circunferência, após isso, fazemos uma **linha vertical** no centro, que termina no quadrante superior da semi circunferência resultante do passo anterior

Aula. 7 – Abobadas (alveolada)

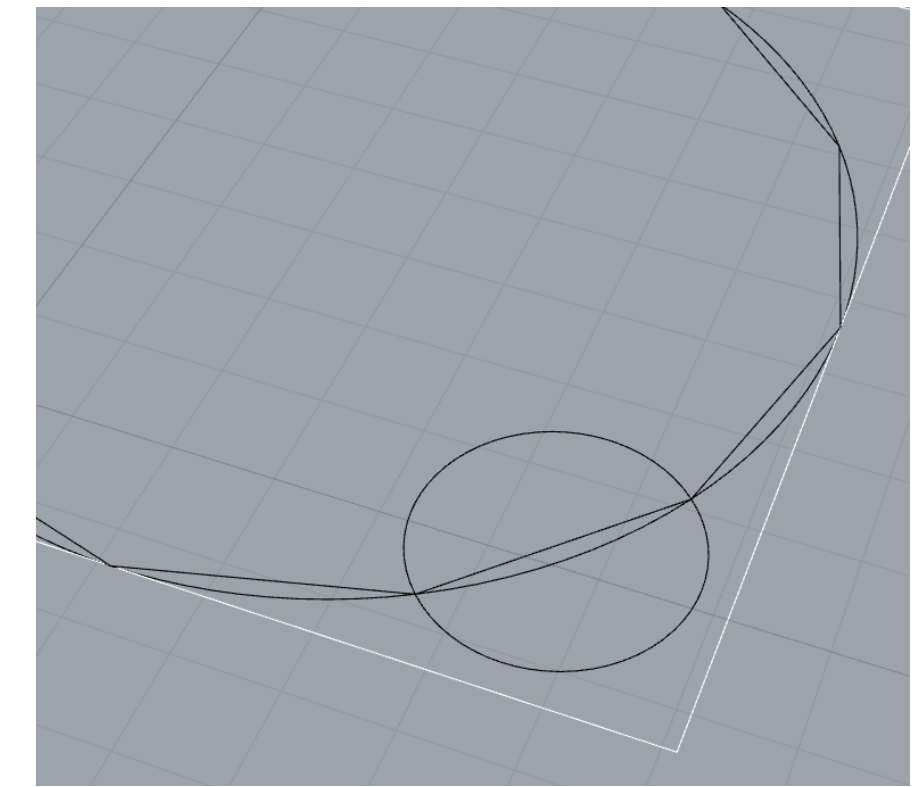
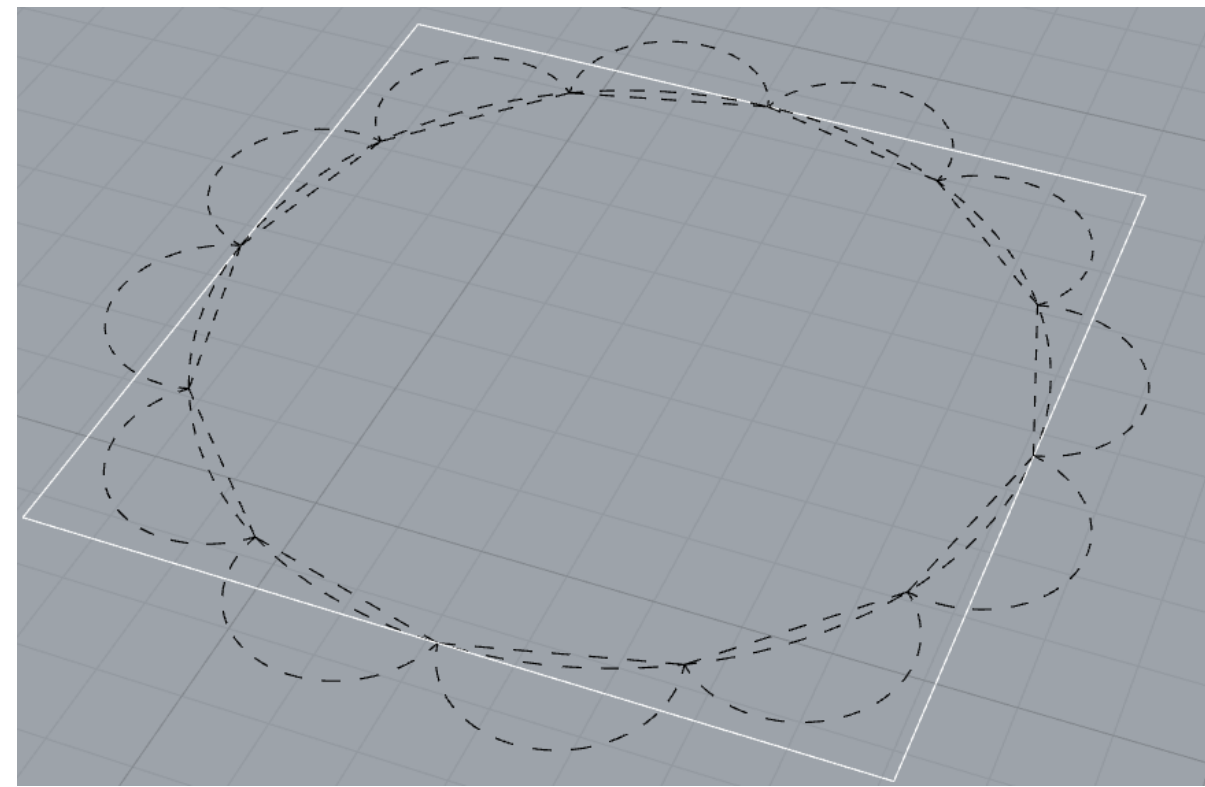
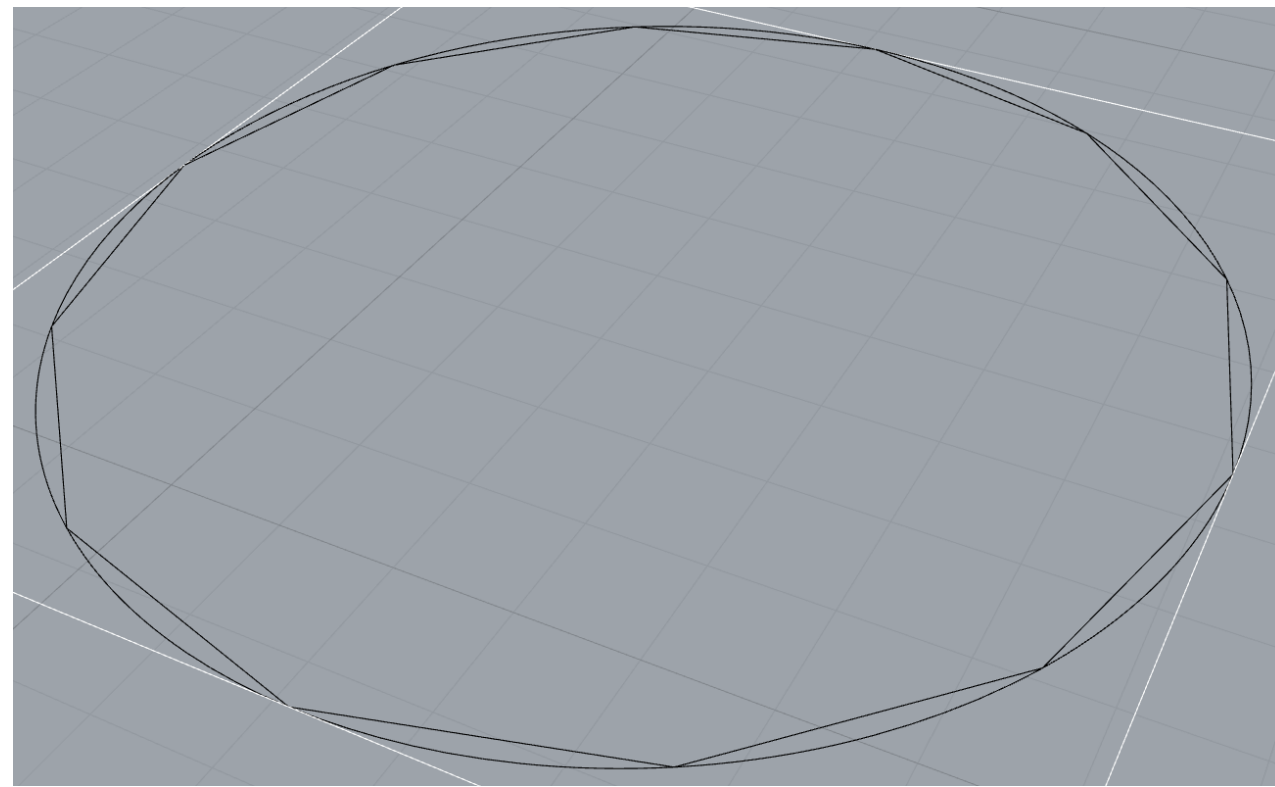


Tendo a semi circunferência e a linha vertical, usamos o **split**, para dividir a semi circunferência em duas partes (como mostra a imagem)

Por fim usamos **railrevolve**, para criar a forma tridimensional da abóboda

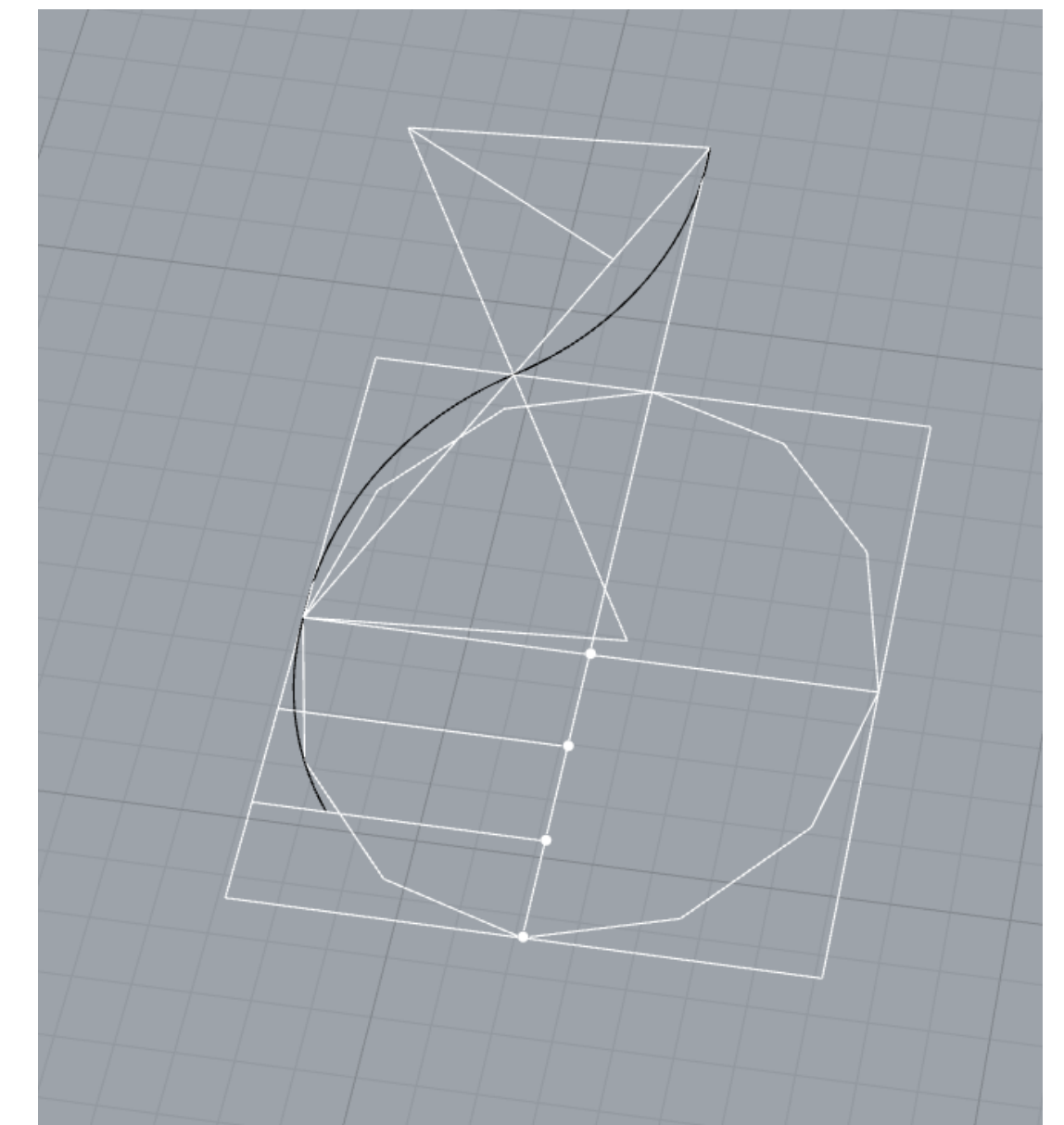
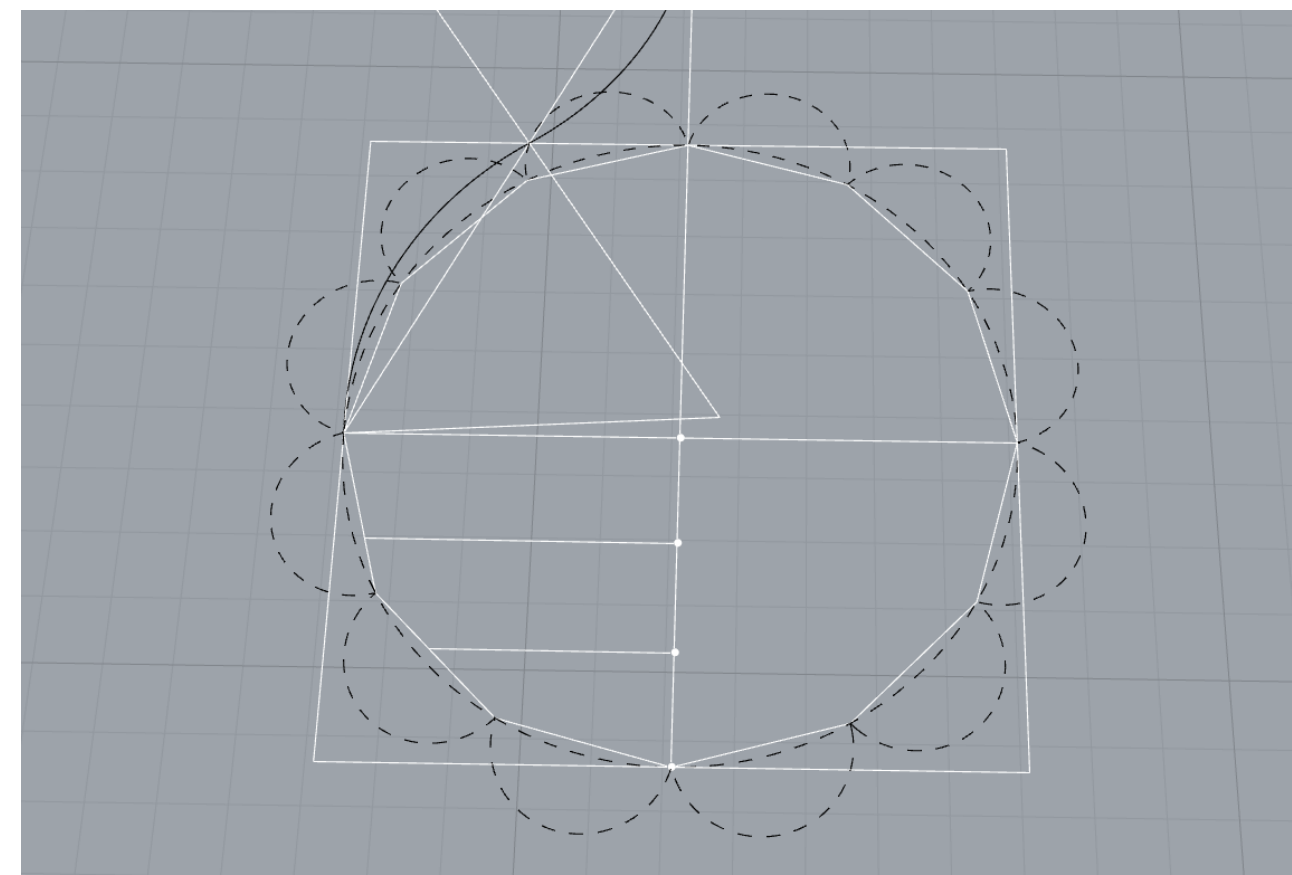
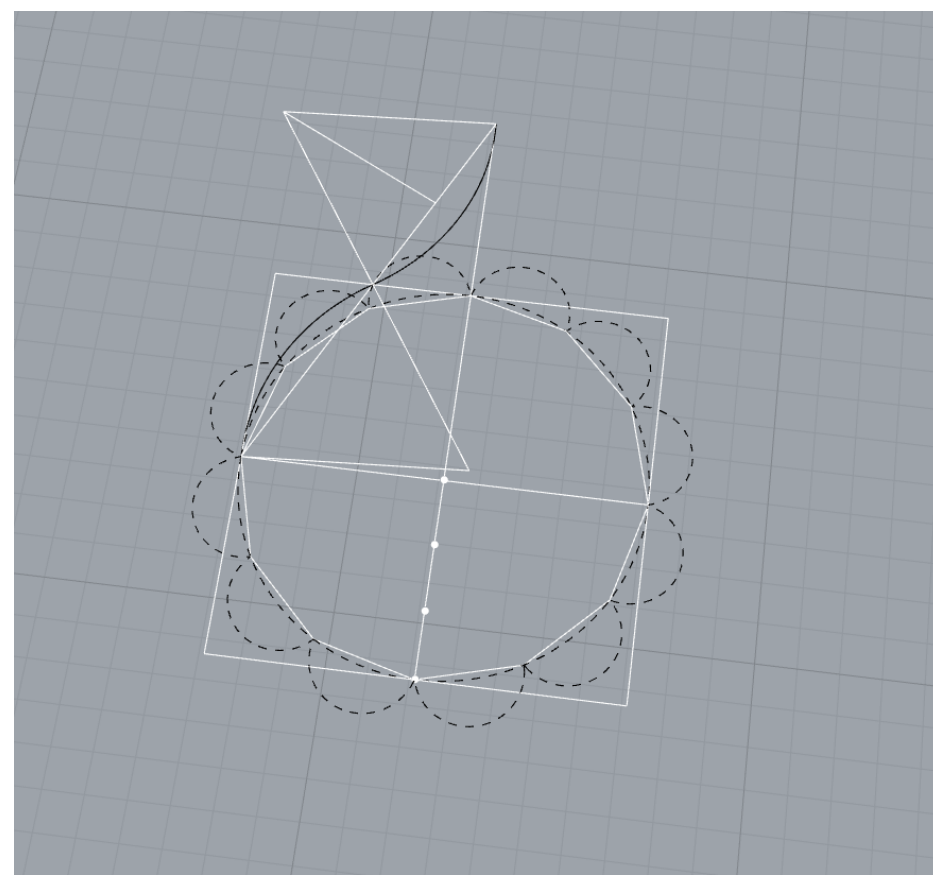


Aula. 7 – Abobadas (alveolada)



Tendo com uma base um quadrado com a circunferência no seu interior, usamos o **polygon**, para criar um dodecágono, depois fazemos uma circunferência num dos lados do dodecágono e usamos o **trim** para cortar a parte que fica no interior do dodecágono, em seguida usamos o **array polar**, para repetir a semi circunferência em todos os lados do dodecágono

Aula. 7 – Abobadas (bolbo alveolada)



Depois criamos uma linha que sai do centro e que tenha 10 mm, depois criamos outra linha que liga a primeira linha com o **midpoint** do lado esquerdo do quadrado.

Dividimos a segunda linha na parte que intersecta o quadrado usando o **split**.

Criamos um triângulo equilátero a partir da linha de cima, e copiamos o triângulo para baixo.

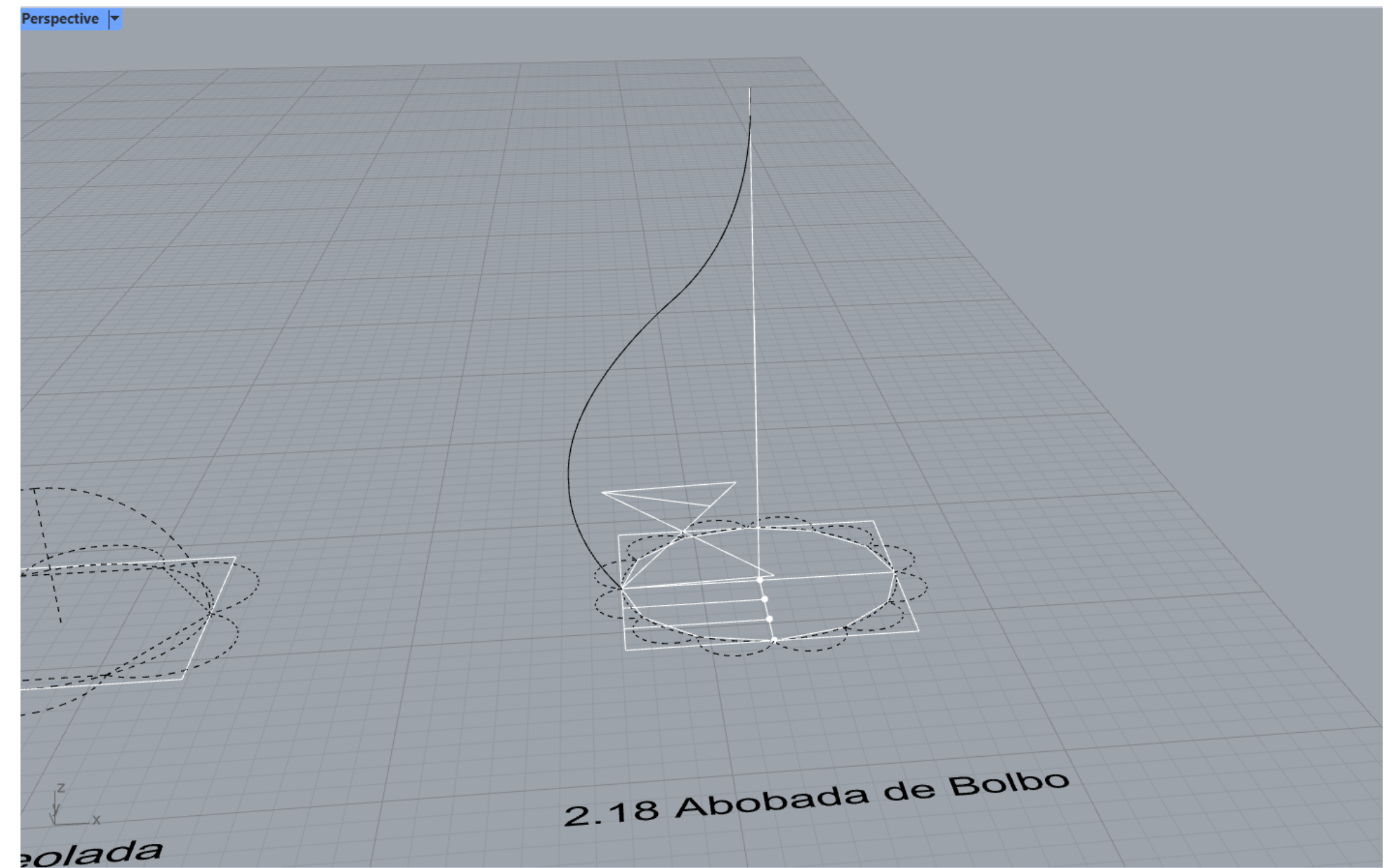
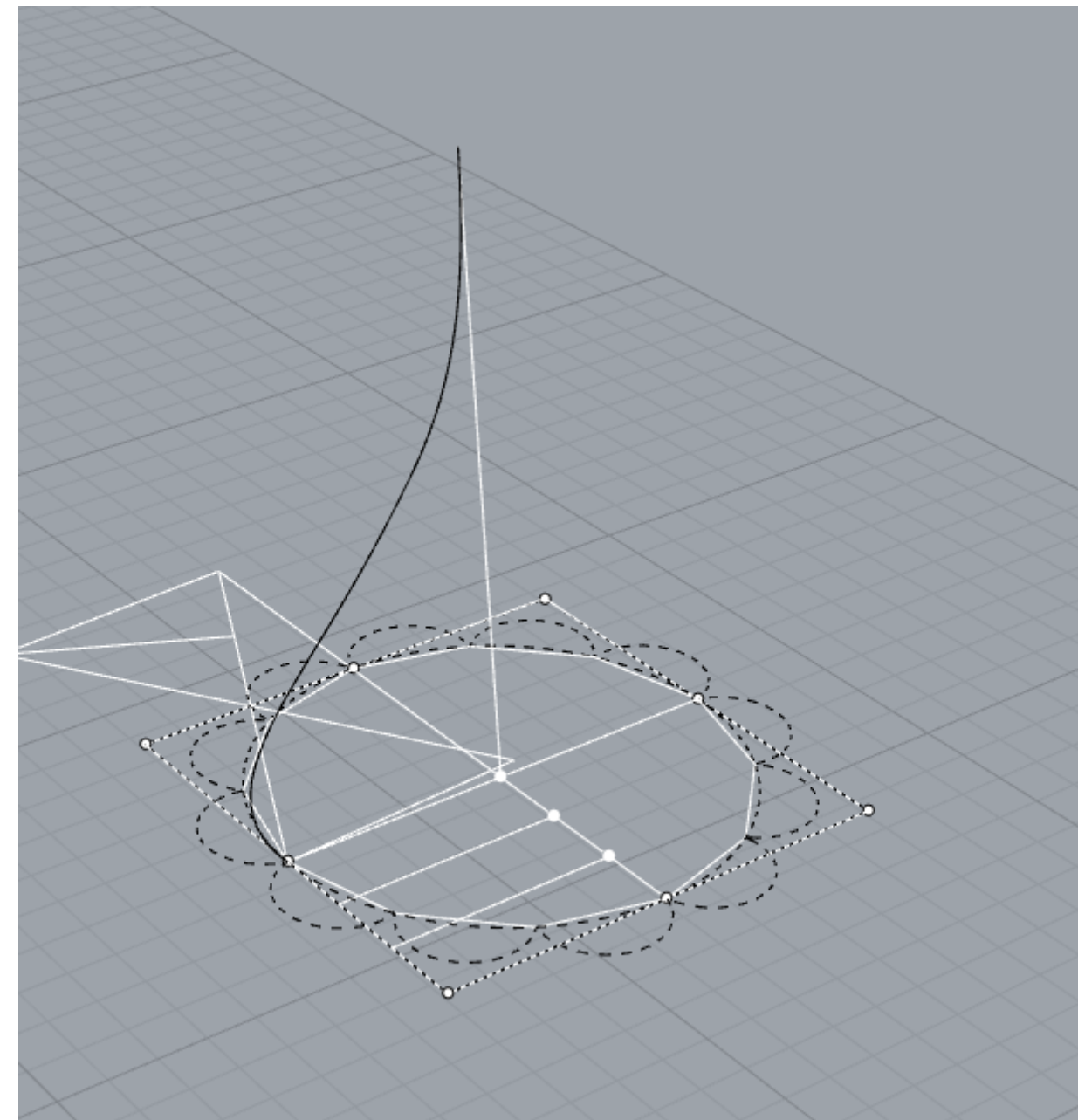
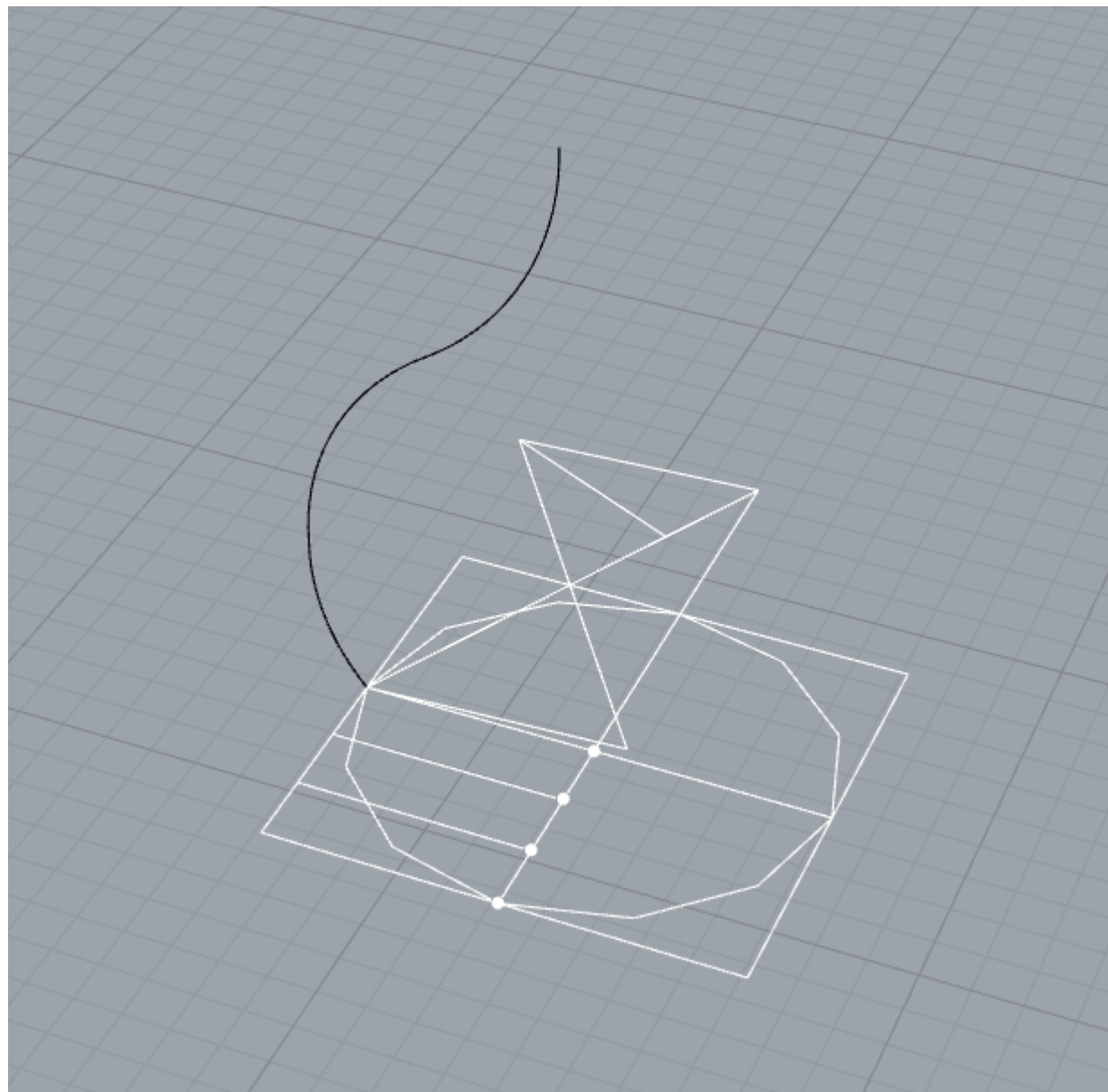
Por fim criamos os arcos com o **Arc: Center, Start, Angle** a partir do triângulo

Dividimos a linha com o **divide**, em 3 e fazemos linhas a partir do ponto até o lado esquerdo do quadrado.

Em seguida criamos um outro arco com o **arc: center, start, angle**, e com o **join** juntamos todos os arcos que criamos.

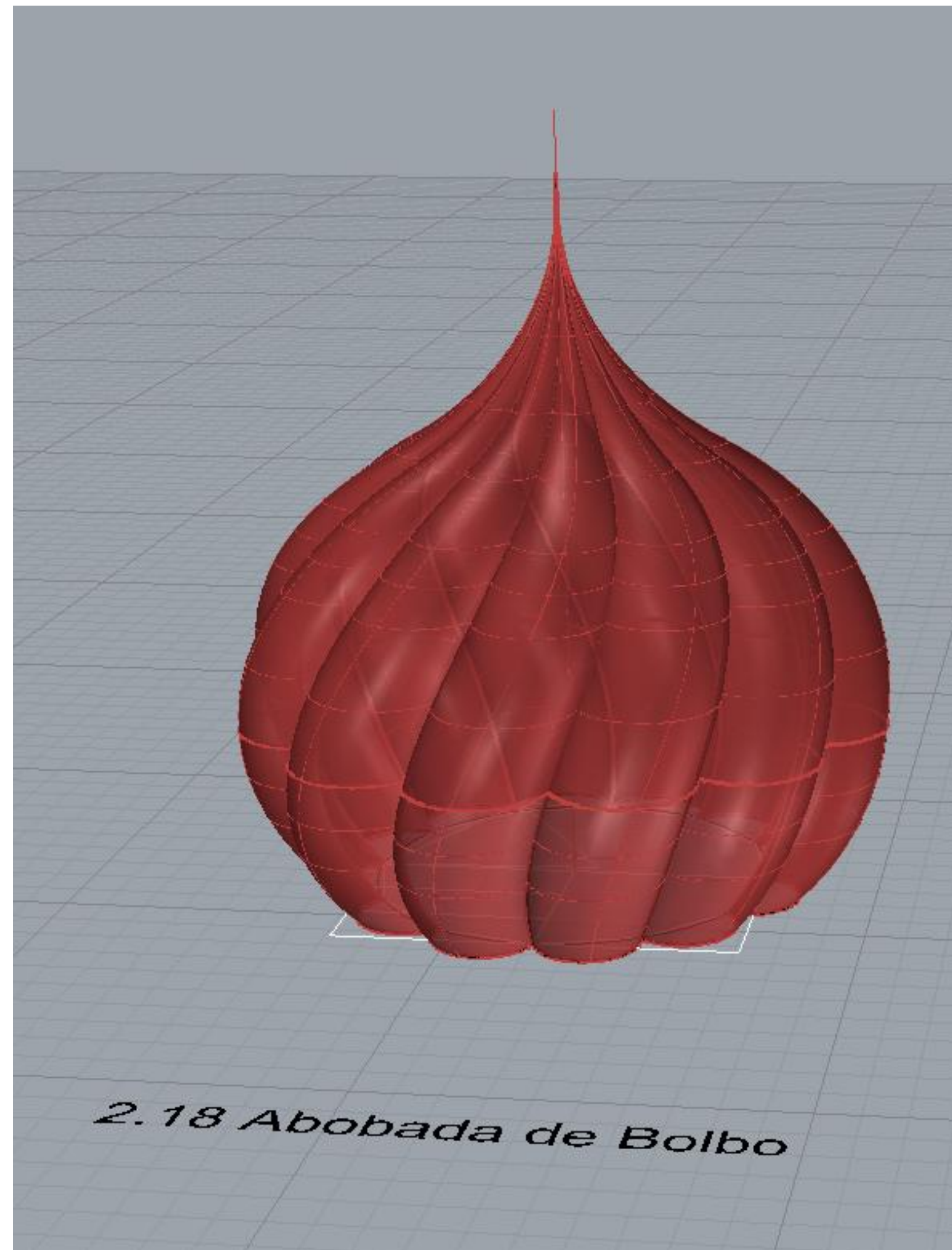
Depois colocamos a cuva inteira a 90° usando o **rotate 3d**

Aula. 7 – Abobadas (bolbo alveolada)

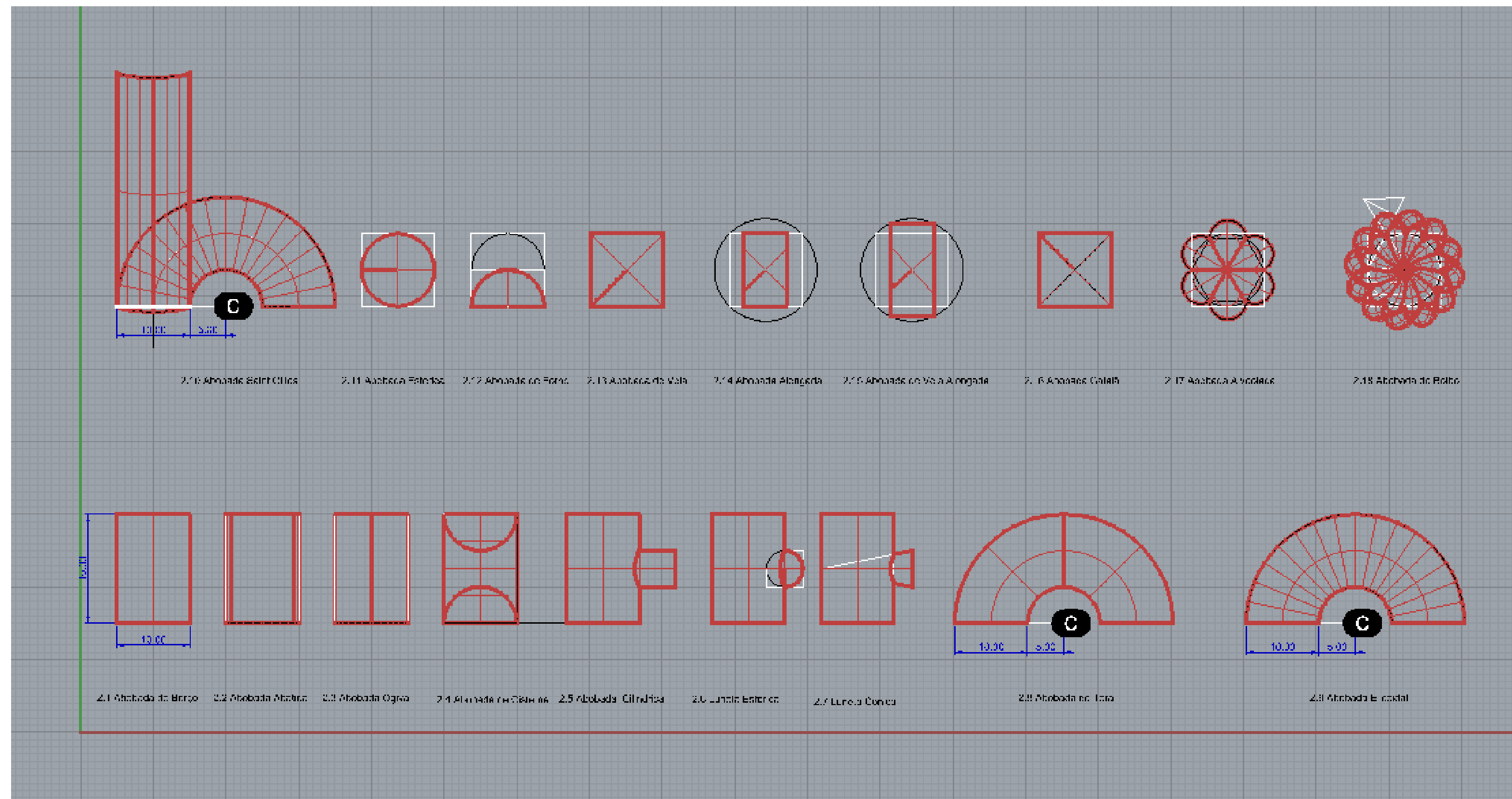


Depois colocamos a curva inteira a 90° usando o **rotate 3d**
 Movemos a curva para um dos vértices do dodecágono e depois usamos o **twist** para torcer a curva a 45°
 Em seguida escalamos a linha com o **scale** para ajustar a ponta da curva com o eixo
 Por fim usamos o **rail revolve** para criar a forma tridimensional da abóboda.

Aula. 7 – Abobadas (bolbo alveolada)



Aula. 7 – Abobadas (bolbo alveolada)



Aula. 7 – Abobadas

GRASSHOPPER

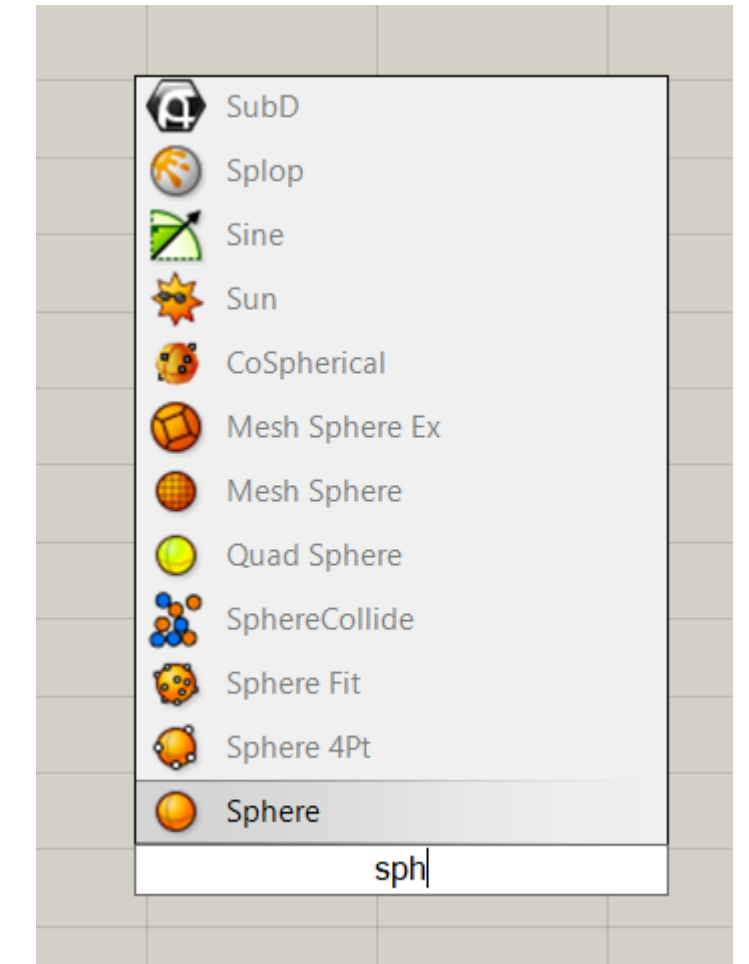
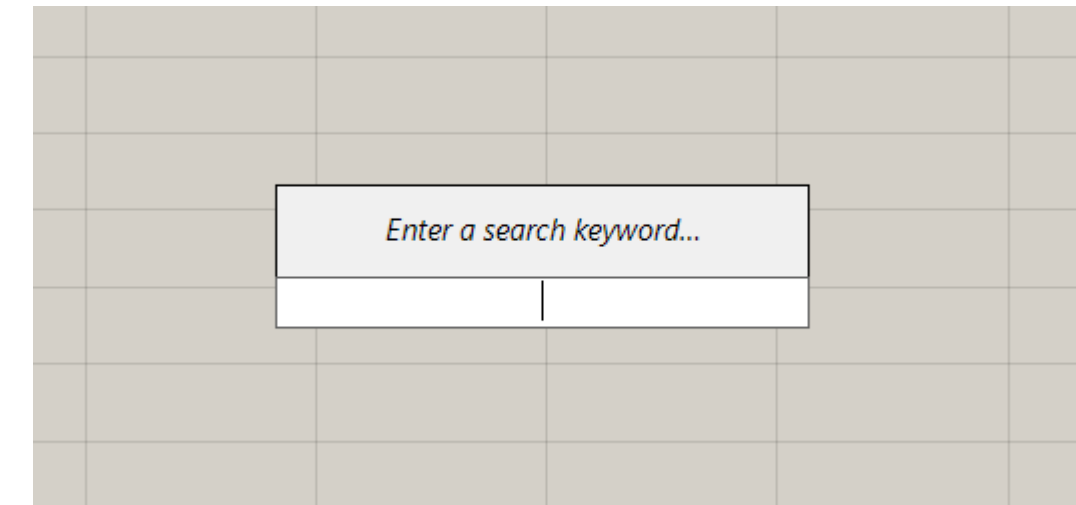
No grasshoper temos 2 formas de adicionar os “comandos” que precisamos:

1ª Maneira



Podemos escolher o comando, procurando nessas opções acima

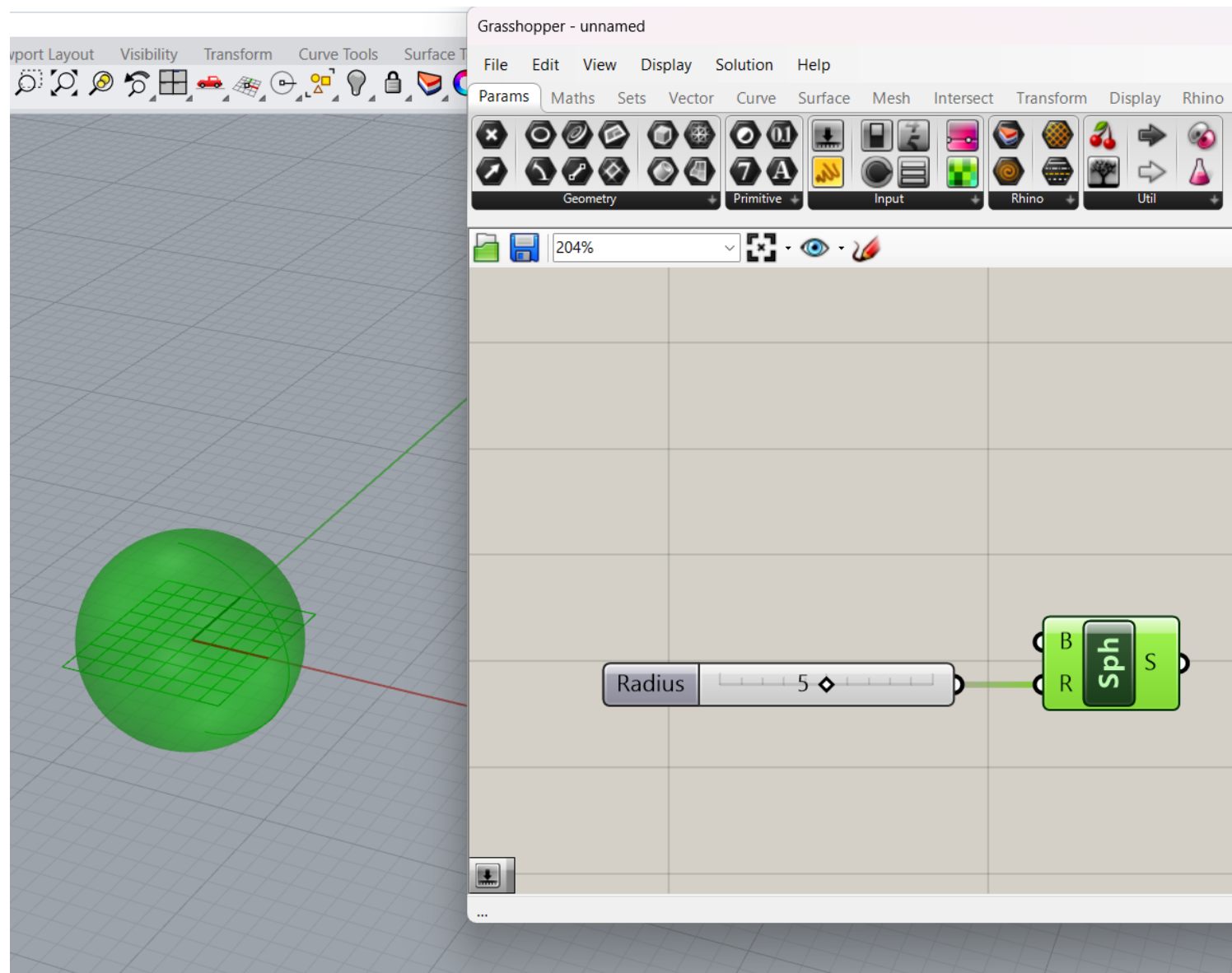
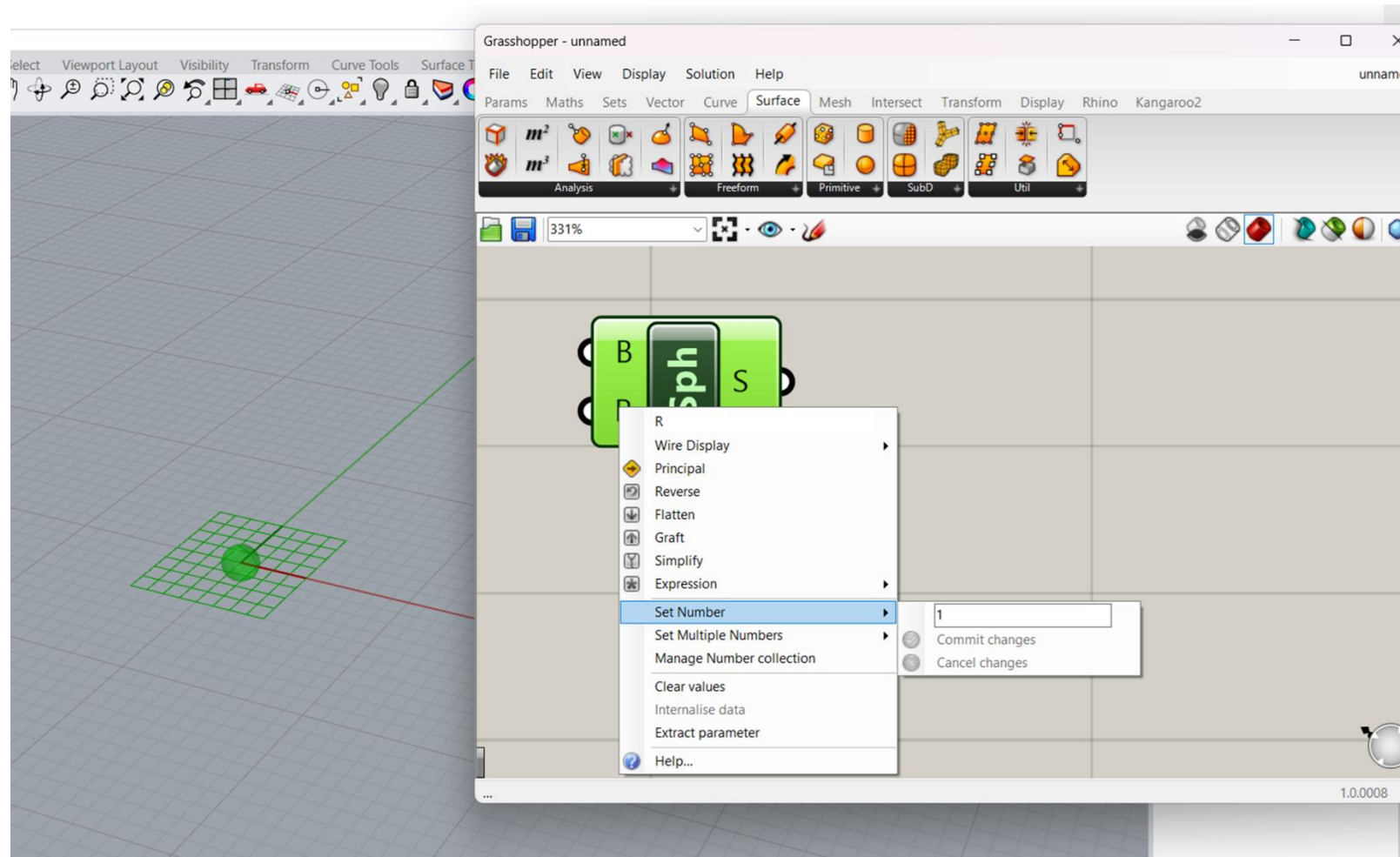
2ª Maneira



Podemos também escolher o comando clicando 2 vezes no lado direito do rato e escrever o nome do comando que precisamos e por fim, escolher entre as opções que aparecem.

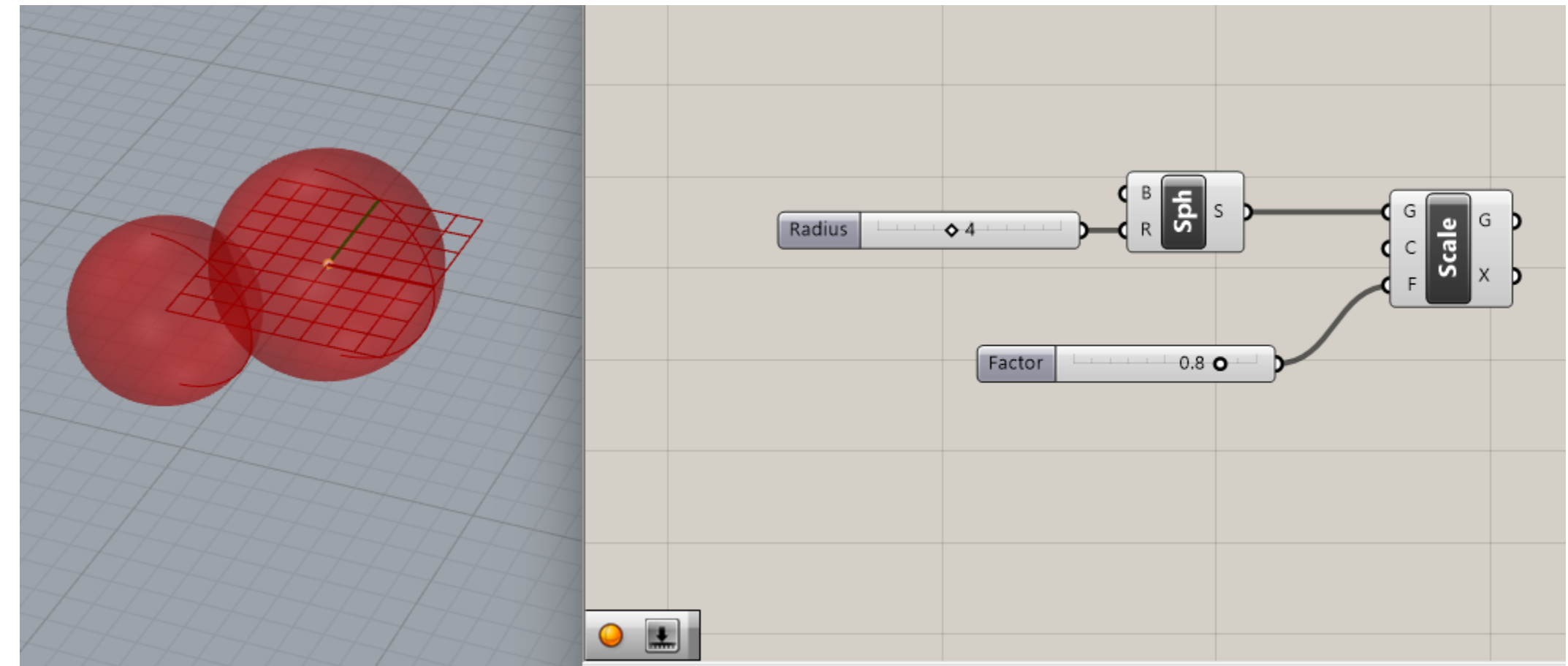
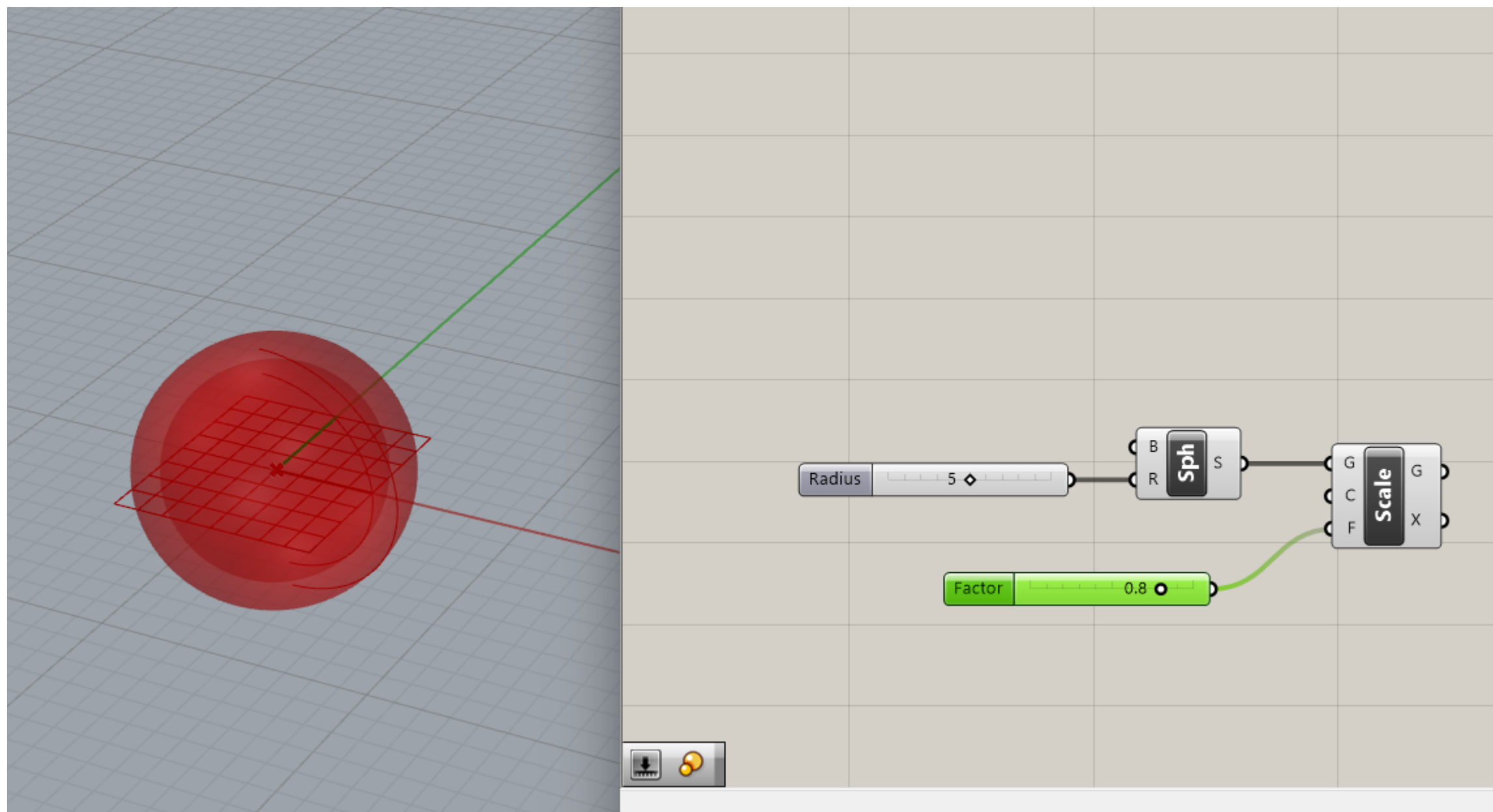
Para este trabalho usamos sempre a segunda maneira para adicionar os comandos que precisamos.

Aula. 8 – Programas Rhino



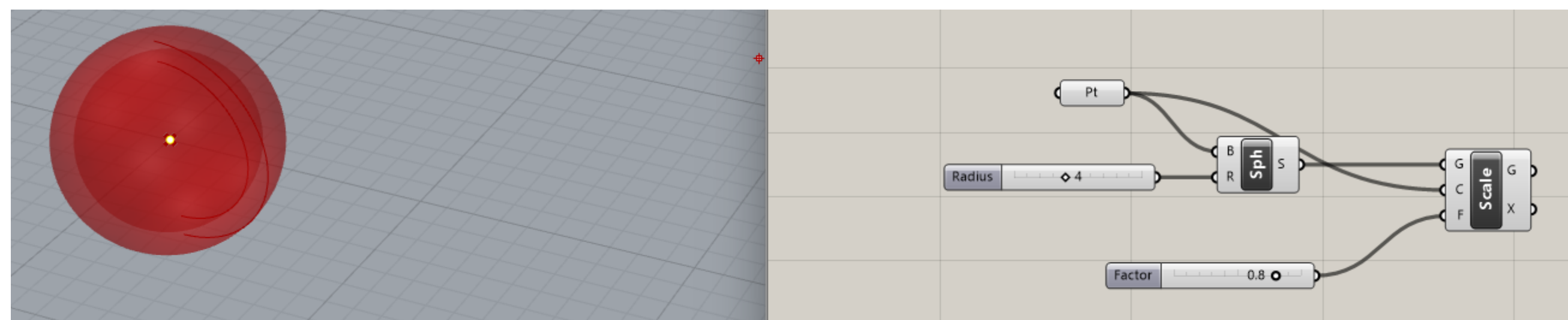
Para criarmos a esfera no grasshoper, adicionamos o comando **SPHERE** usando a segunda maneira explicada anteriormente. Para darmos o raio e podermos alterar, se posteriormente for necessário, usamos a segunda maneira e escrevemos o número do raio que queremos, que no caso foi 5. Por fim, unimos o number slide (radius) com o R do SPH.

Esfera no Grasshopper

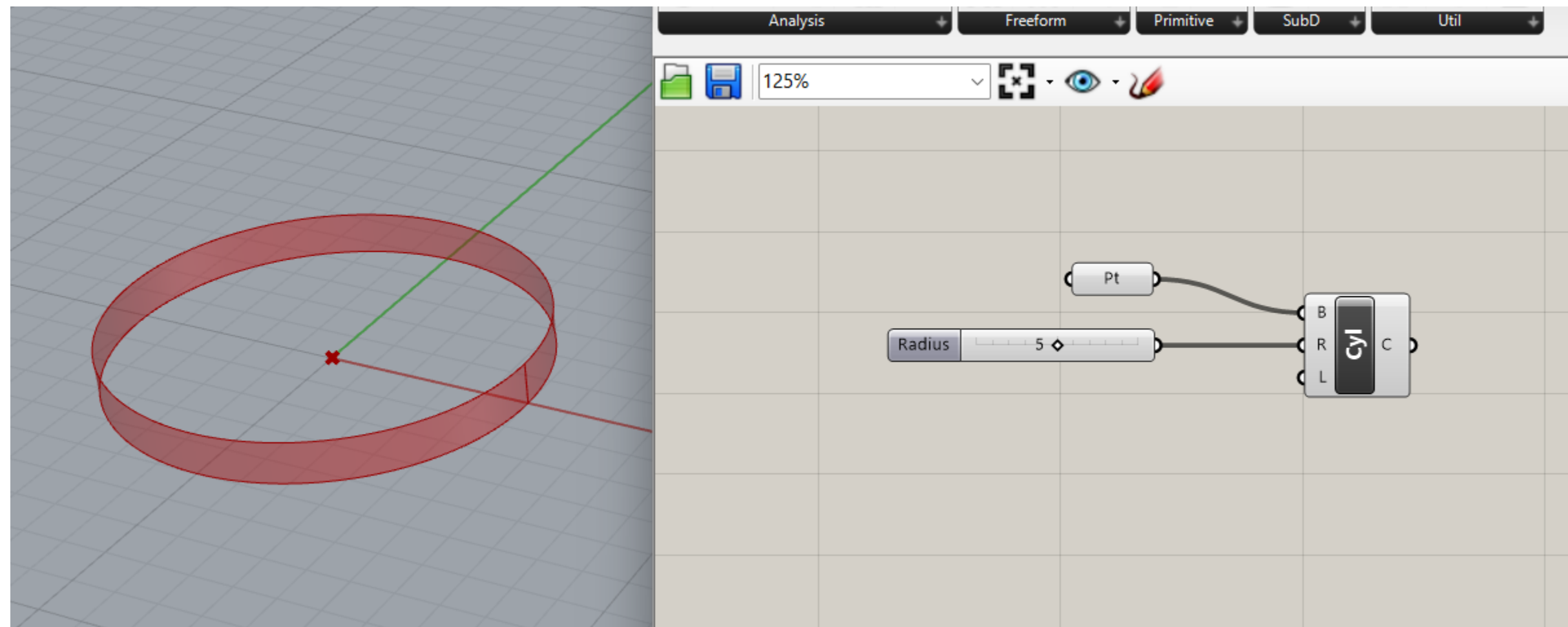


Para termos a outra esfera escalada da que fizemos anteriormente, usamos **SCALE** e unimos ao S do SPH. Adicionamos **FACTOR**, que nos permite mexer na nova esfera sem mexer na esfera anterior.

Esfera no Grasshopper

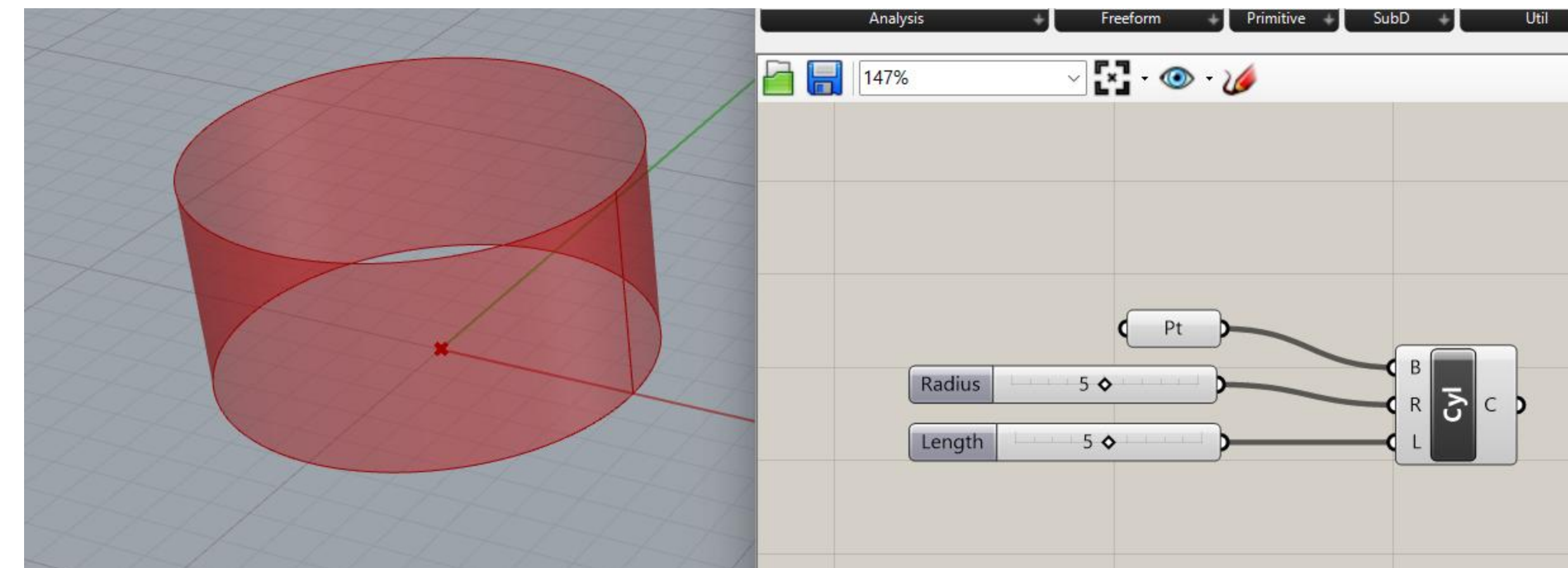


Esfera no Grasshopper

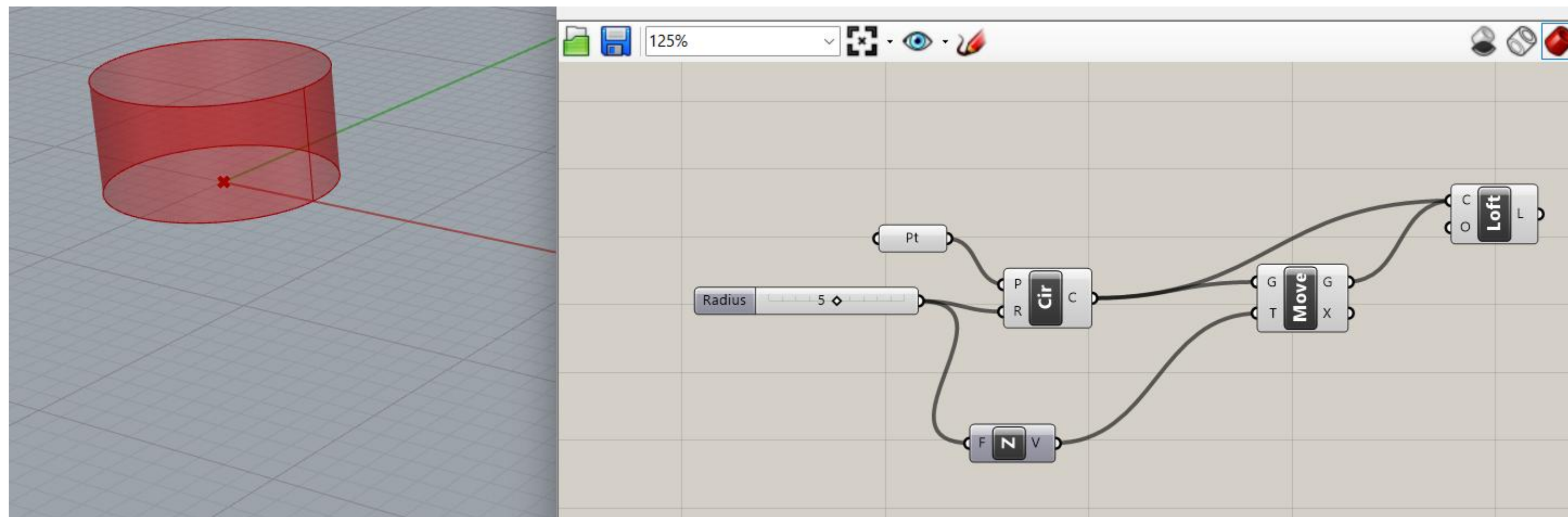


Para criarmos um cilindro no grasshper, primeiro adicionamos o comando **CYLINDER**, depois um **ponto** para definir o plano no espaço

Em seguida adicionamos o **raio(R)** e a **altura(L)** que queremos que o cilindro tenha, que no caso foi 5 para cada

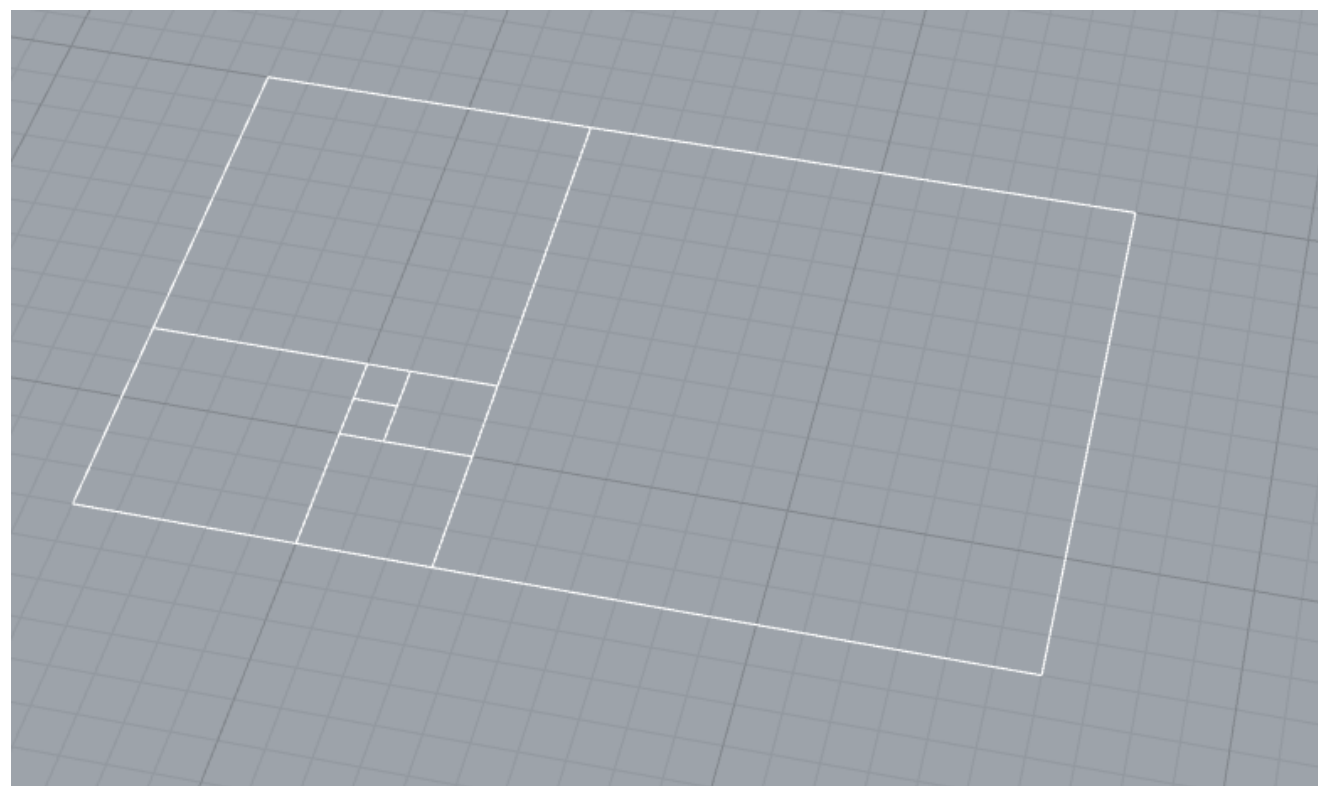


Cilindro no Grasshopper

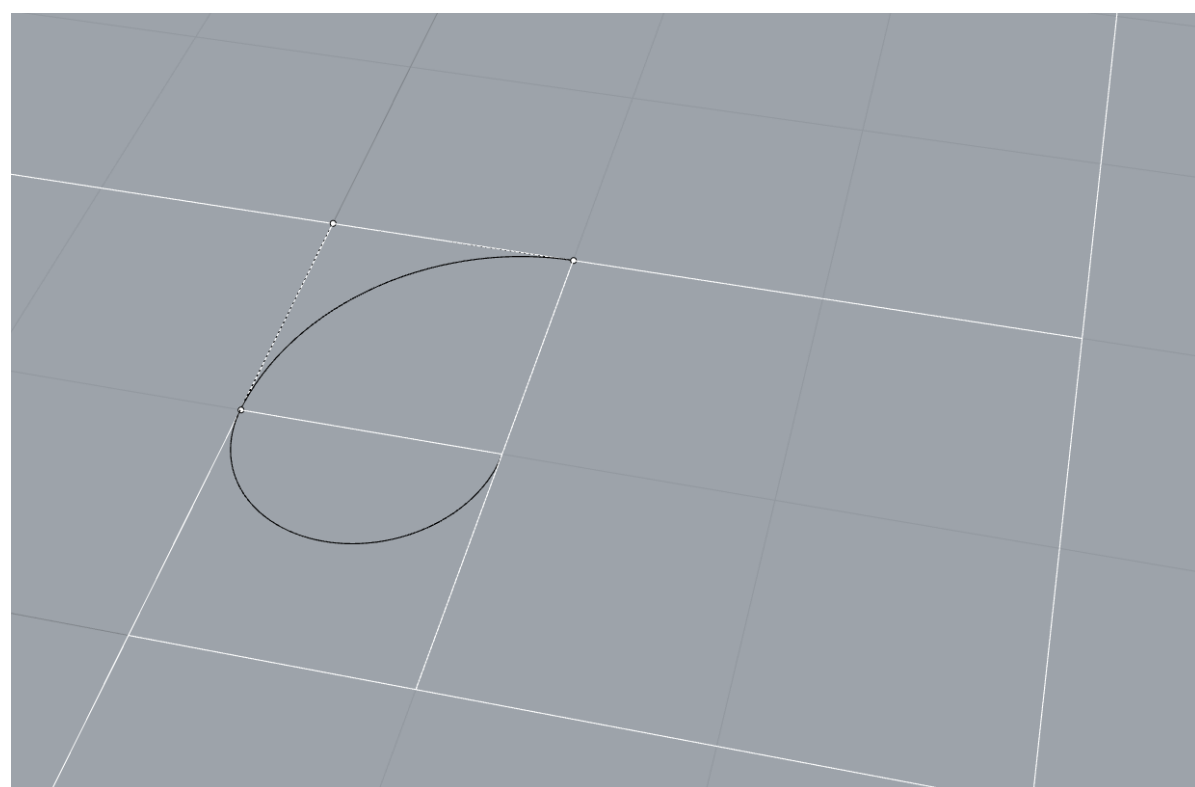


Podemos também fazer o mesmo cilindo usando outras formas, como
com o **LOFT** e o **EXTRUDE**

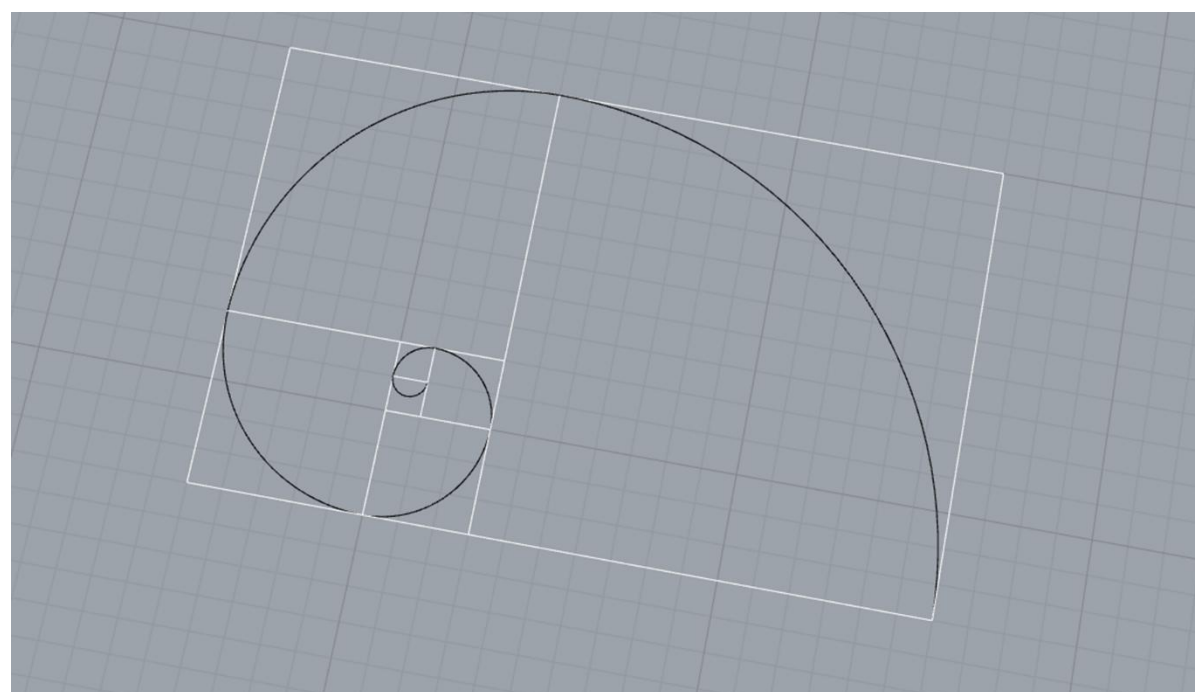
Cilindro no Grasshopper



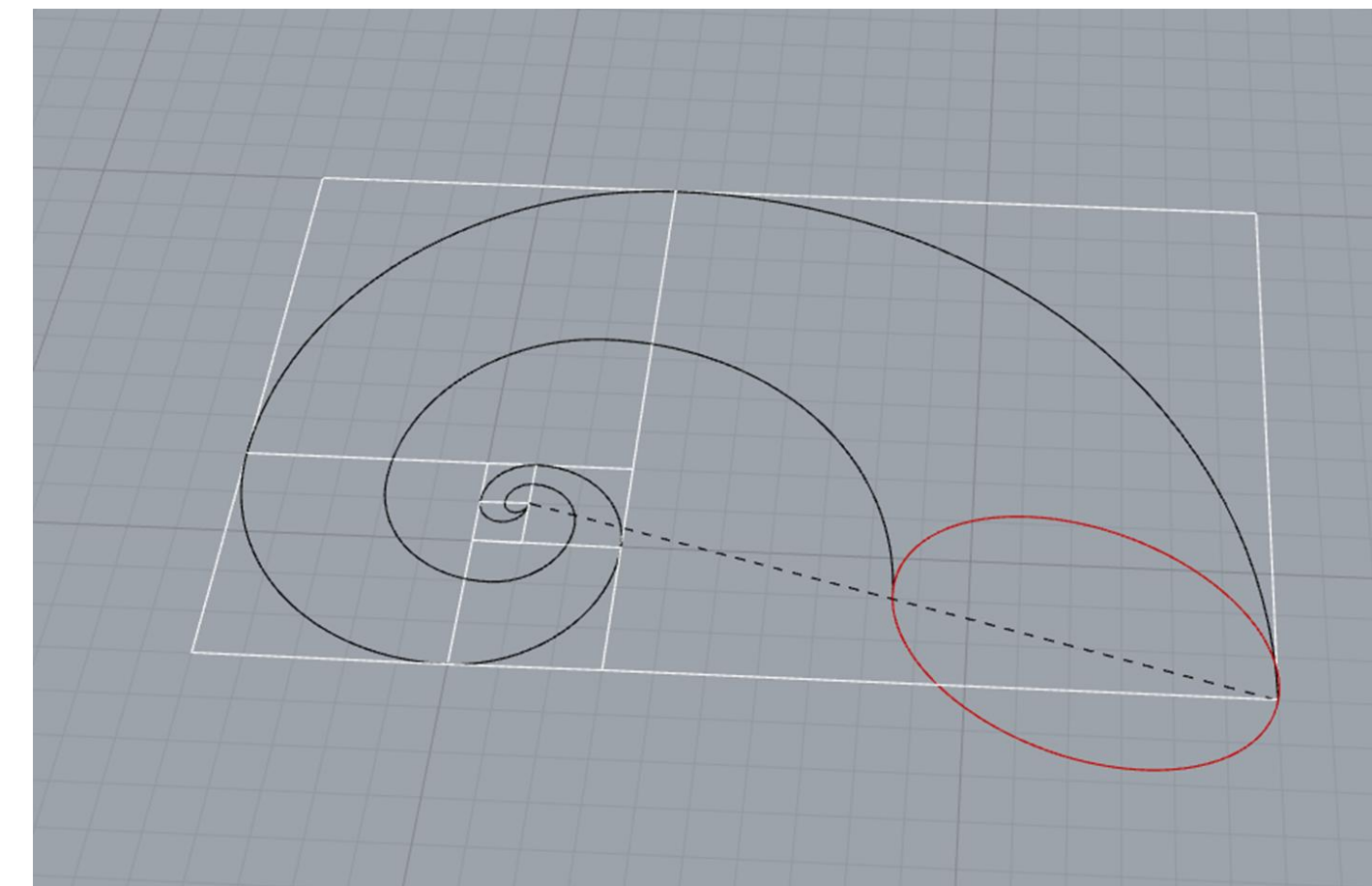
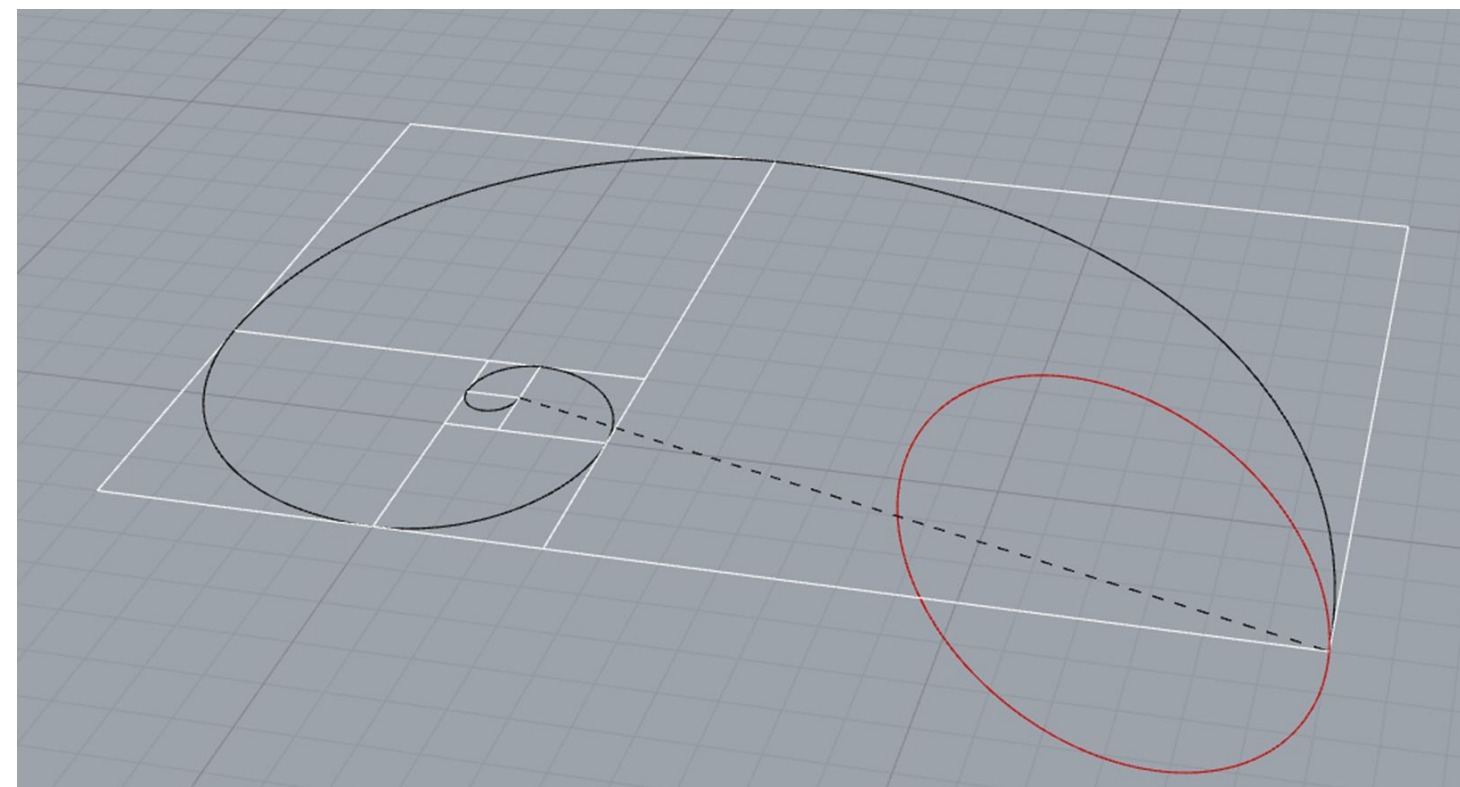
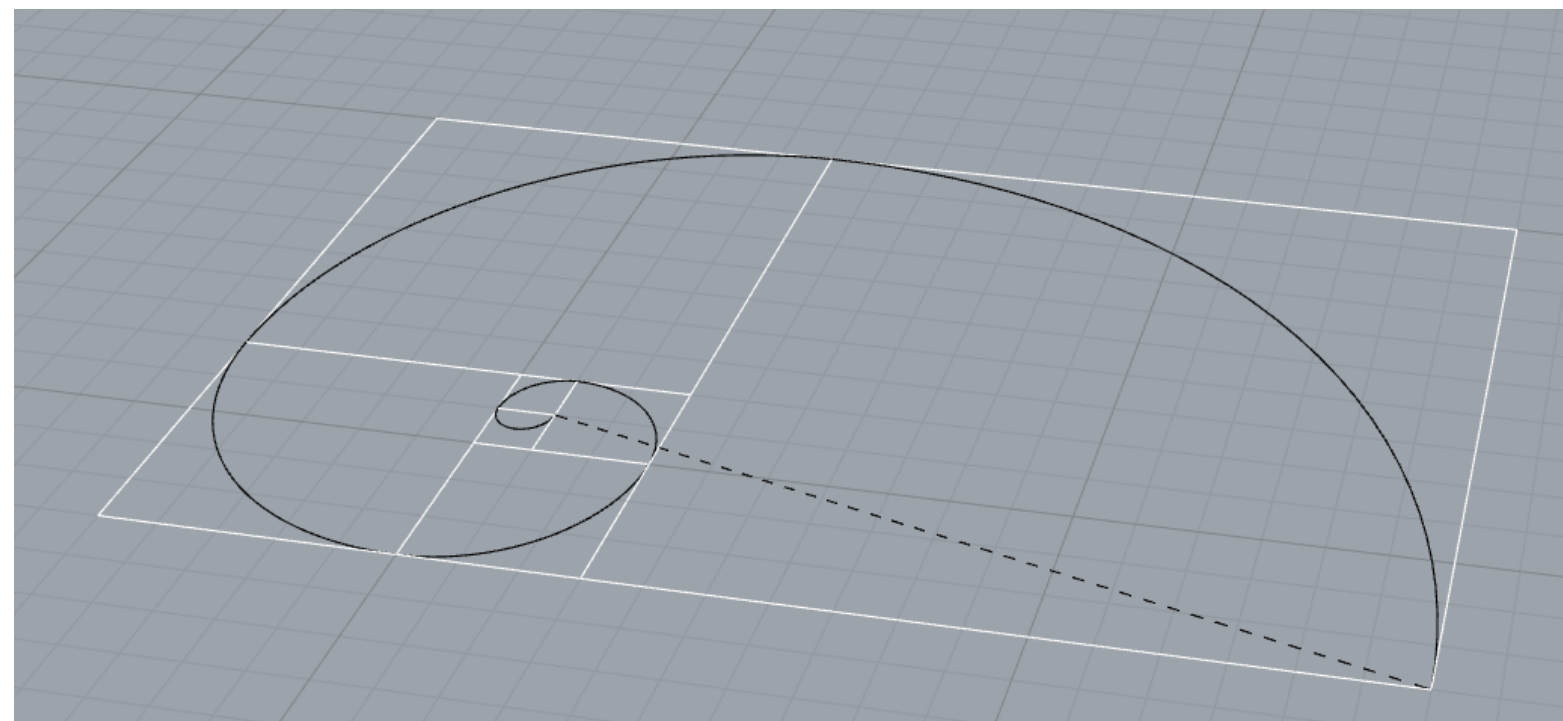
Para fazer a spirula, começamos com um quadrado que depois vai se replicando em tamanhos maiores, usando a Sequencia de Fibonacci



Tento a quadricula, começamos por criar um arco no quadrado menor de todos e depois começamos a ligar as diagonais dos restantes quadrados com arcos



Spirula



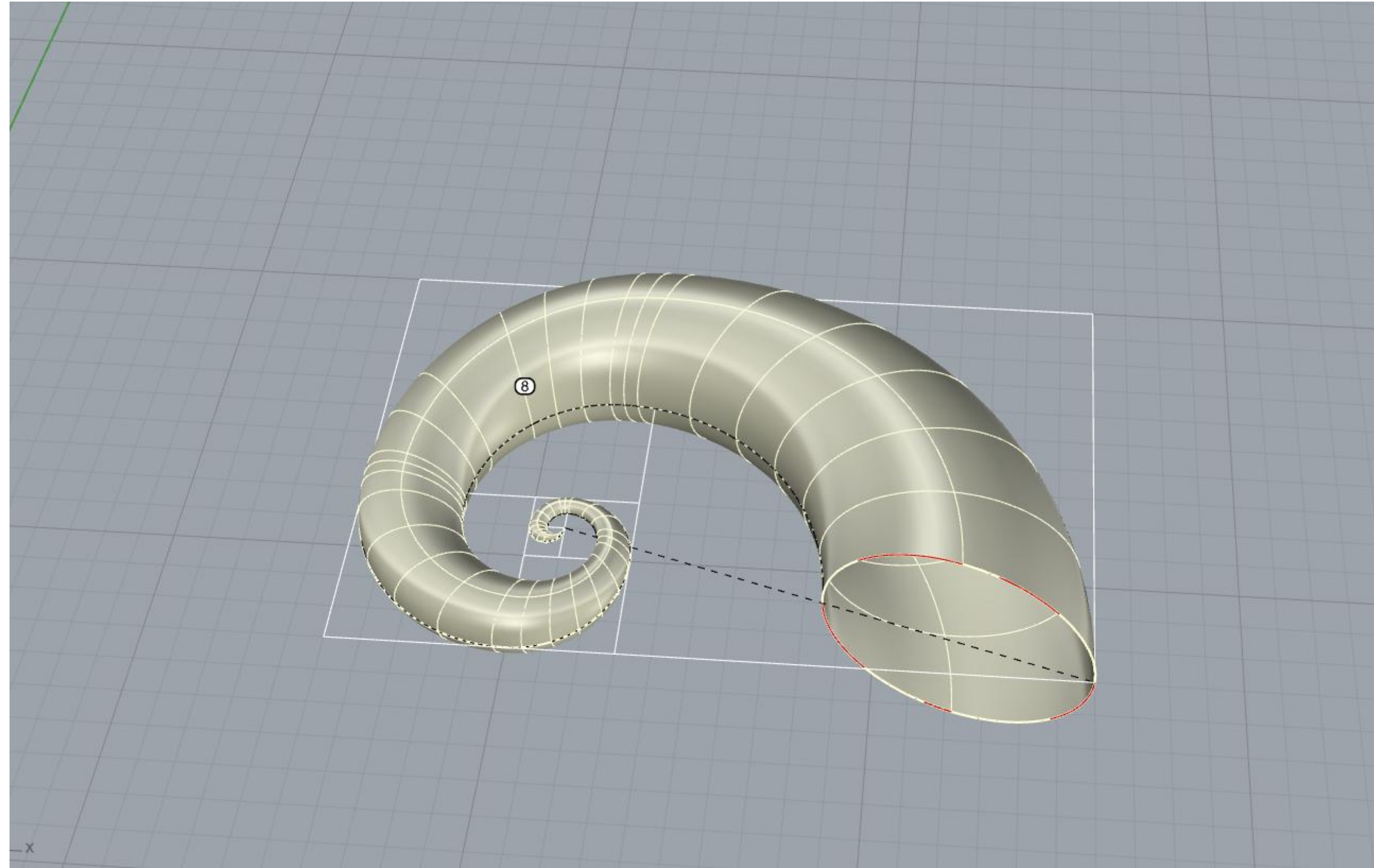
Fazemos um a **linha** que uni o inicio e o fim da “curva”

Em seguida, na ponta maior criamos uma **circunferência vertical** que tem como diâmetro o mid point da linha que fizemos anteriormente

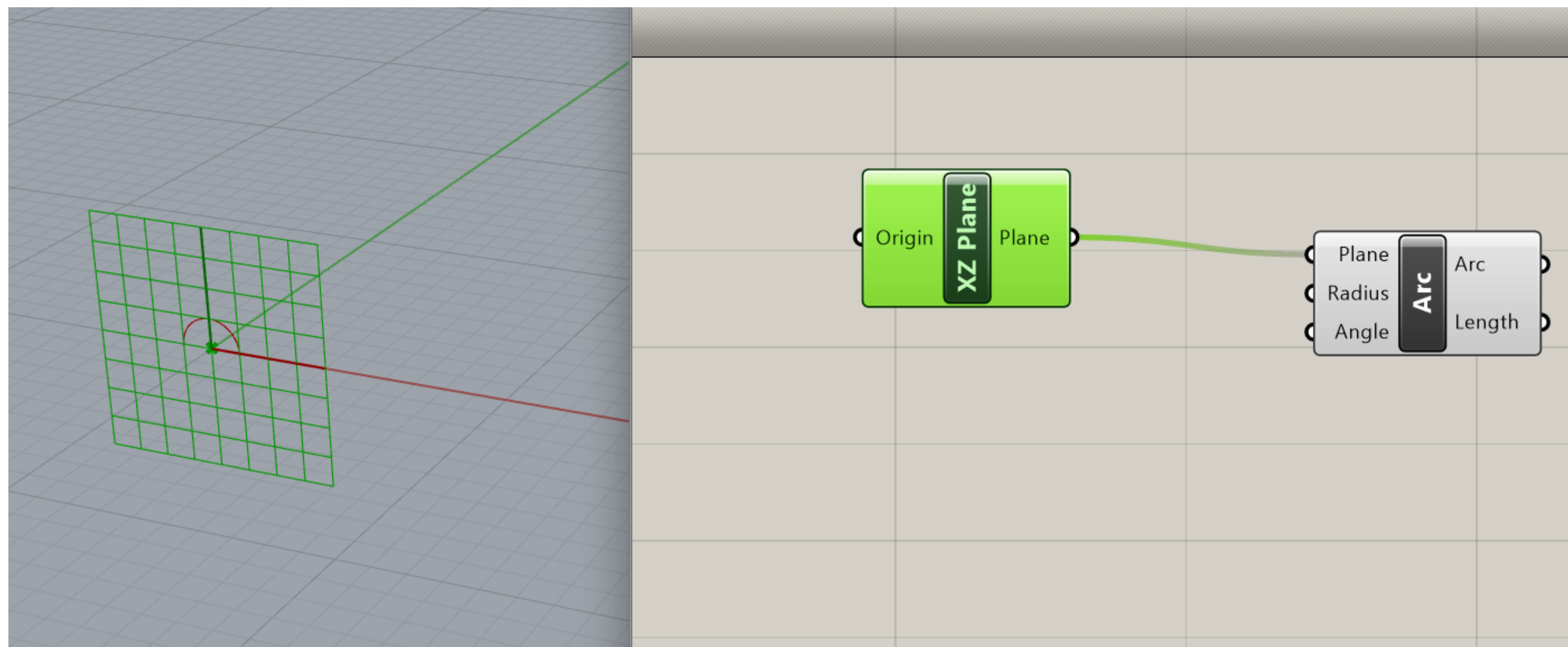
Tendo isso feito, escalamos a “curva” e fechamos a forma

Por fim, usamos o **sweep2** para criar a forma tridimensional.

Spirula

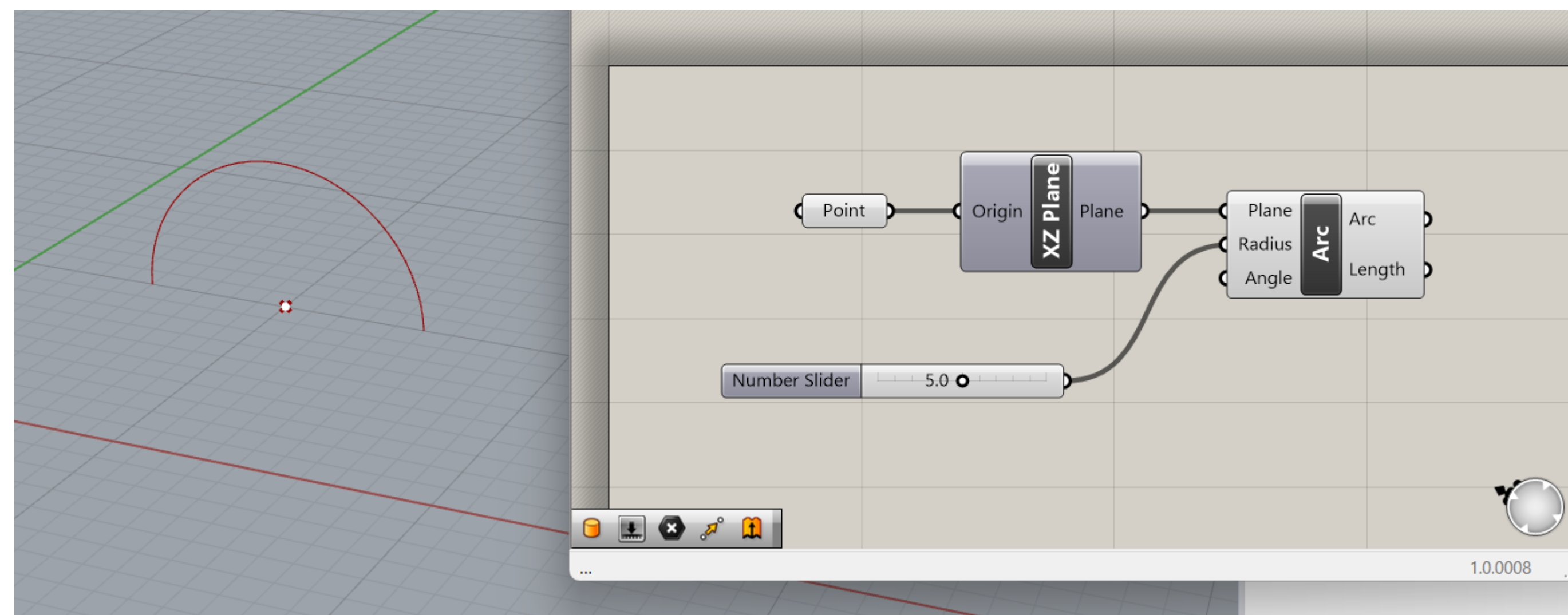


Spirula

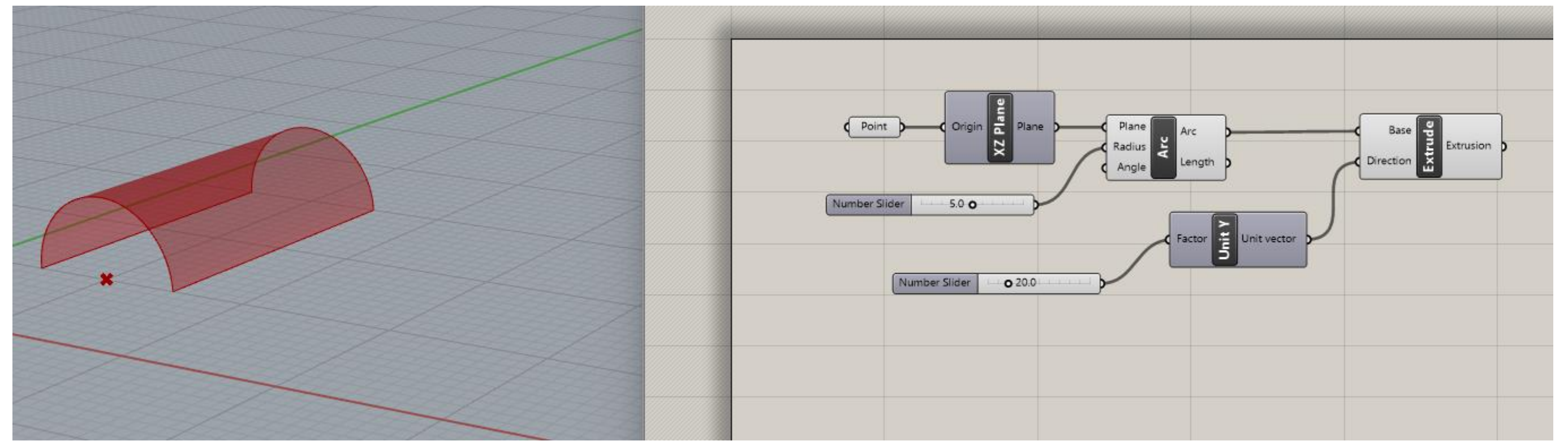
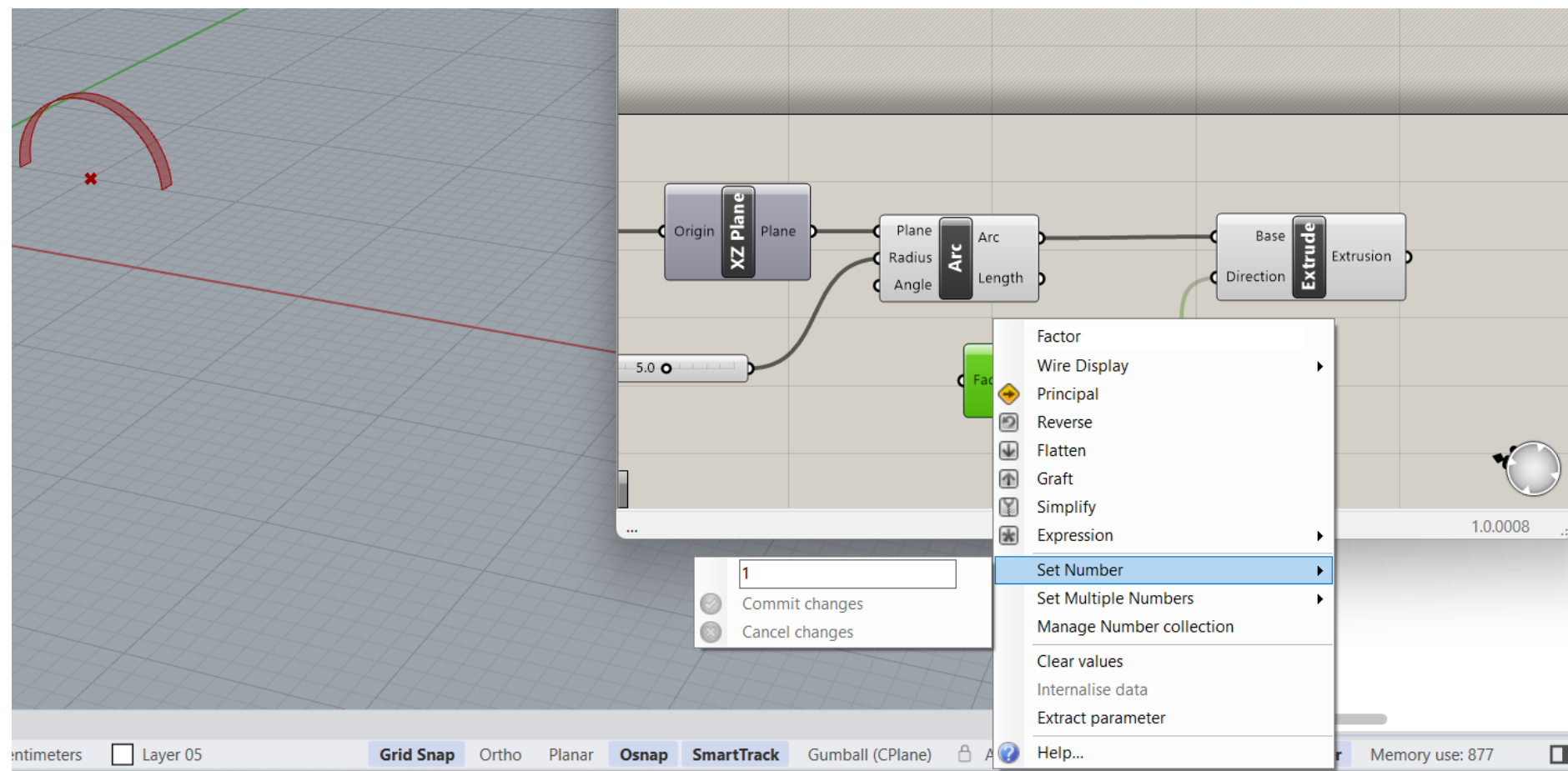


Para fazer a abóboda de berço com o grasshopper, começamos com um **ARC**, depois definimos um ponto que será a origem do plano, que no caso foi o **plano XZ**

Posteriormente definimos o raio que queremos para o arco, no caso foi 5

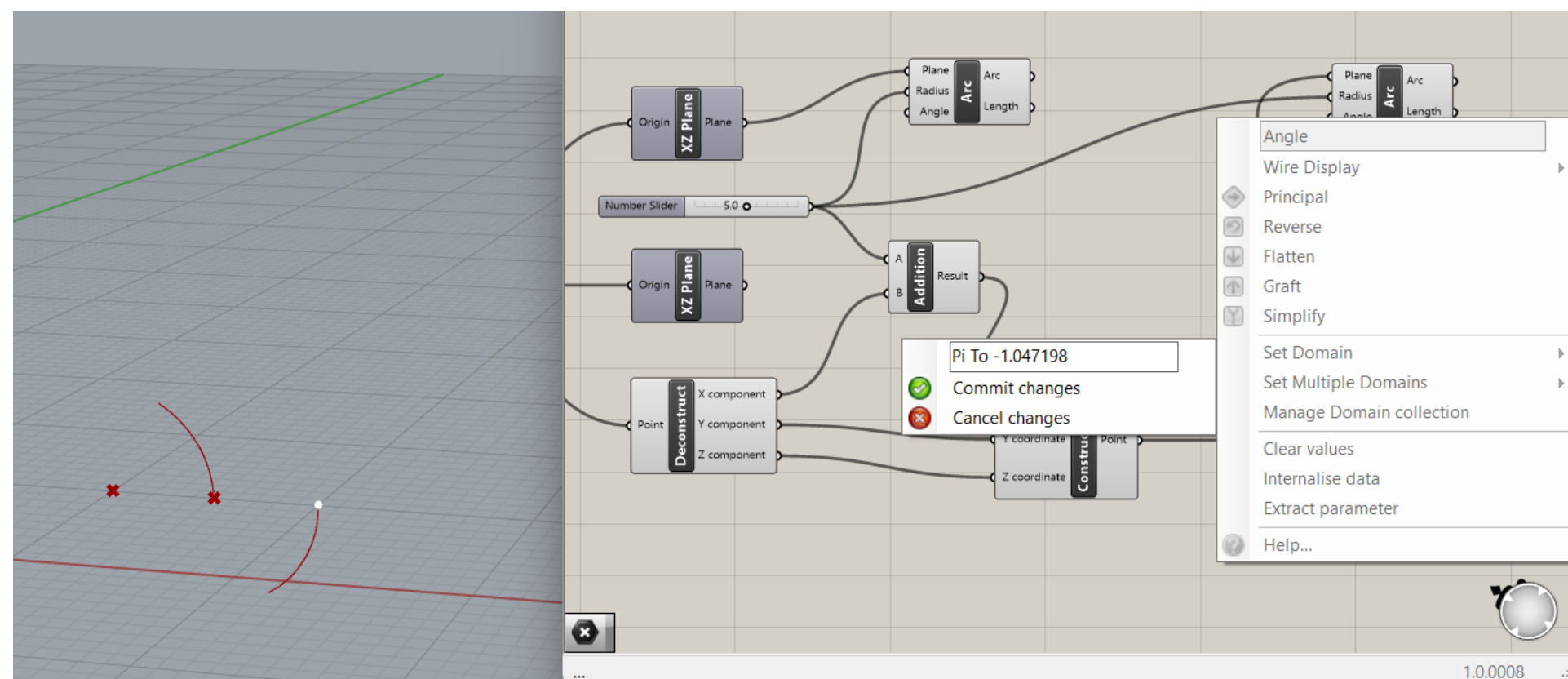
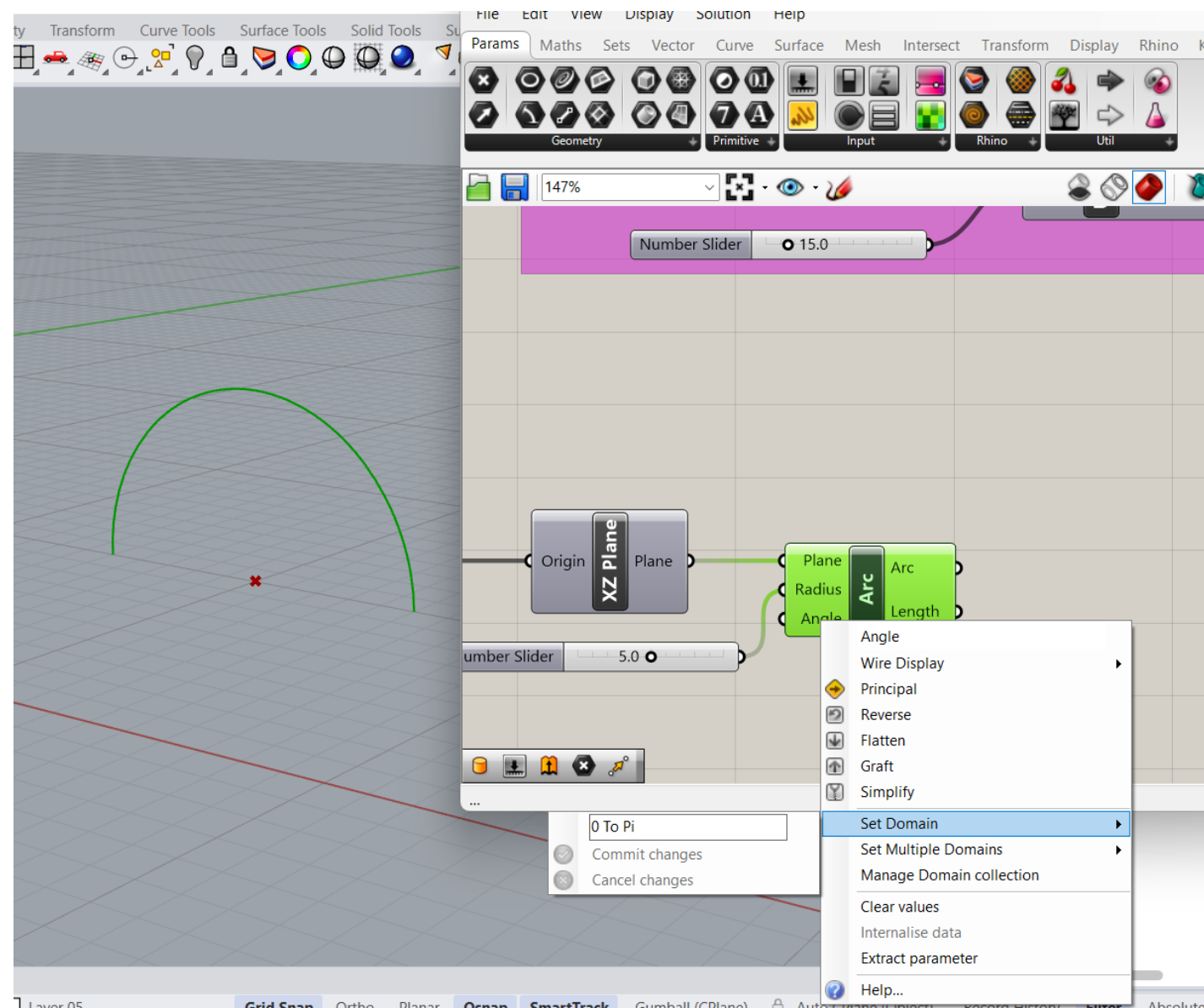


Abóboda de Berço no Grasshopper



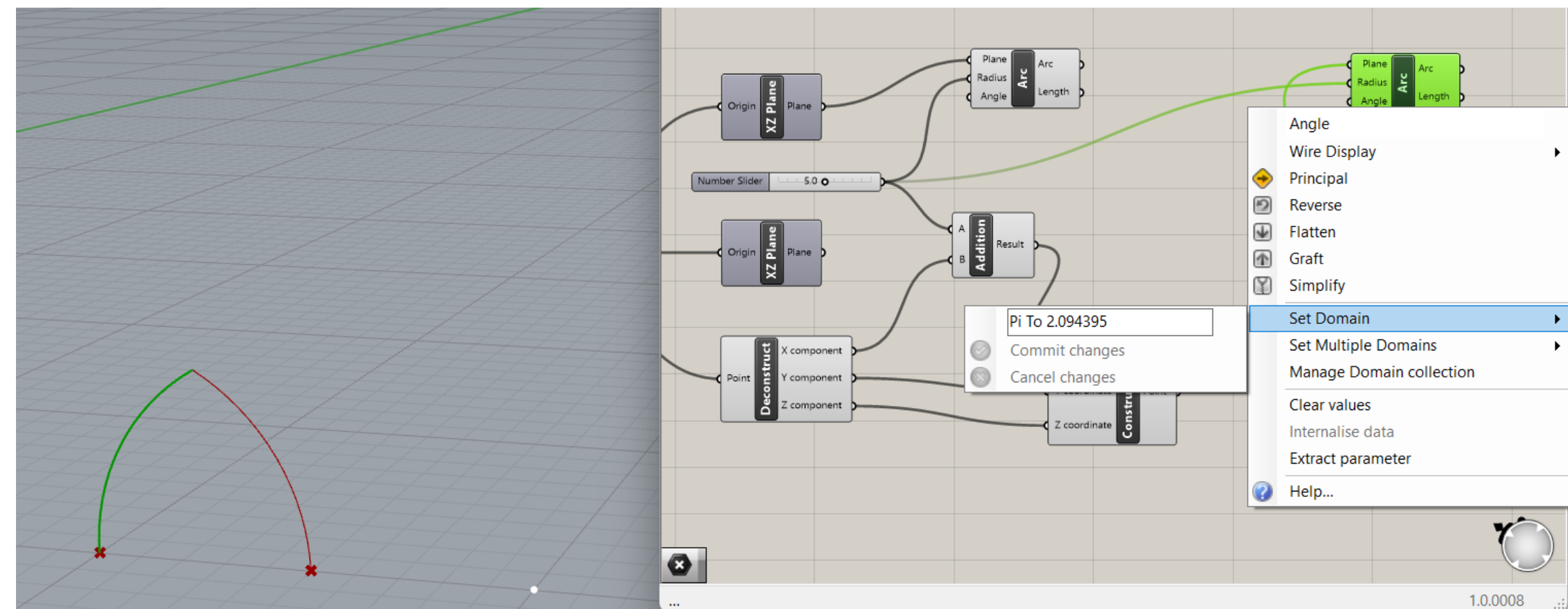
Para finalizar, fazemos o **EXTRUDE** para tal precisamos de um **VETOR Y** que indica a direção da extrusão e de um **number slide**, no caso 20cm, que é o tamanho da extrusão

Abóboda de Berço no Grasshopper

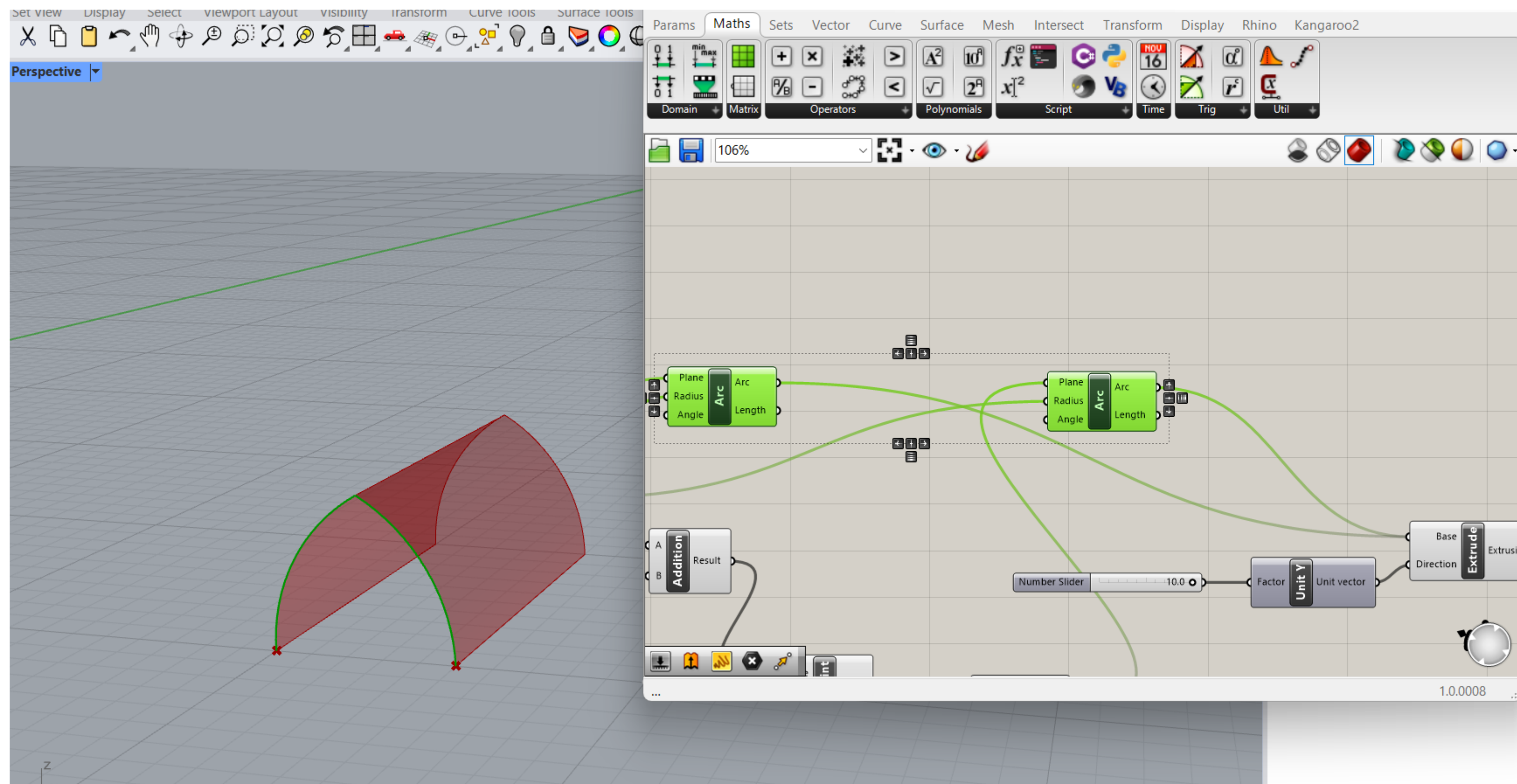


Para fazer a abóboda de ogiva primeiro criamos um arco vertical com um ponto e com um number slider que é o raio e esse arco tem de estar com $\pi/3$, no angle, depois desconstruir o ponto de forma que tenhamos outro ponto a partir desse ponto inicial, em seguida criamos um outro arco com as mesmas definições, mas alteramos o angle para $2\pi/3^a$

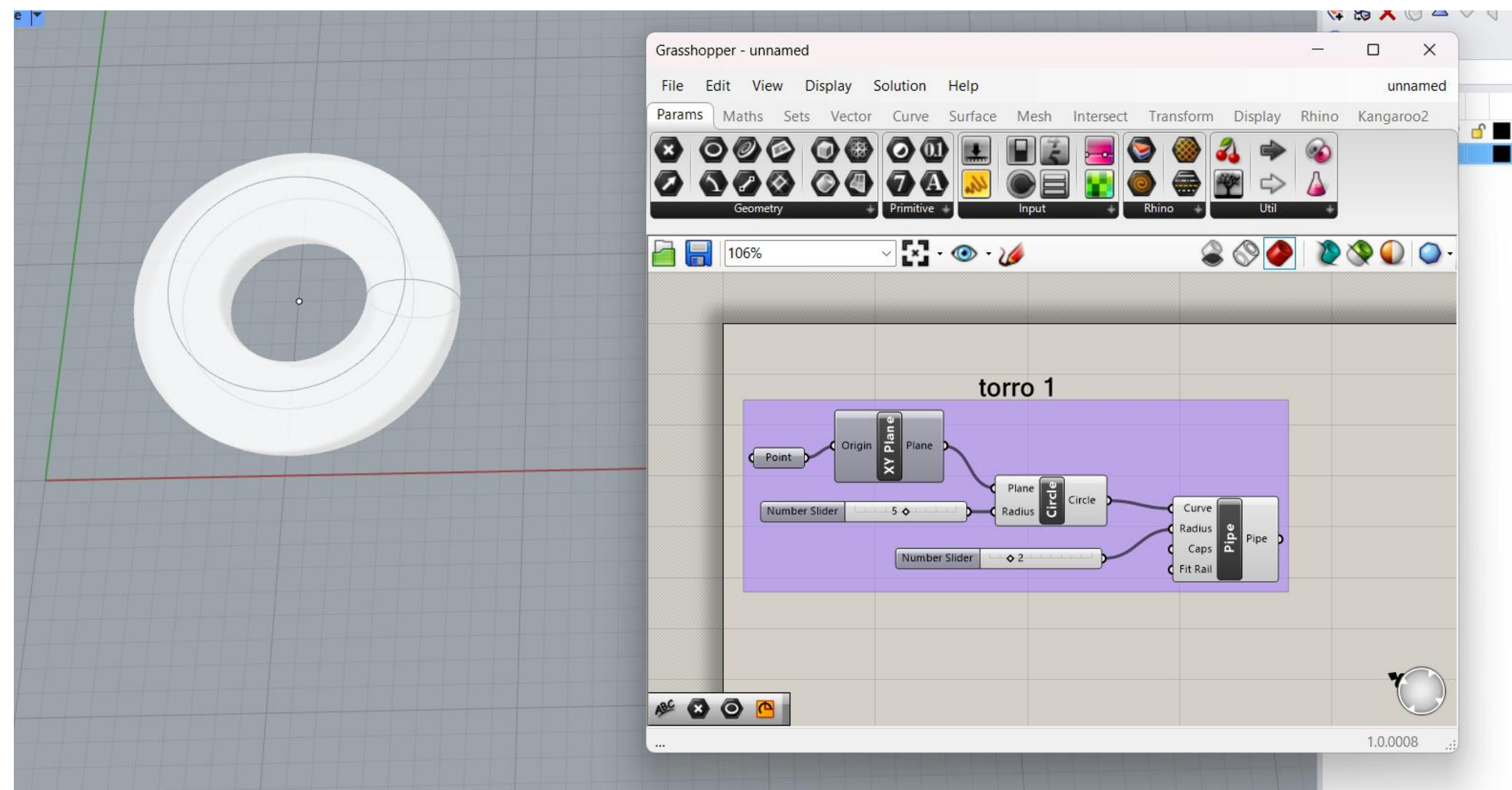
Por fim, fazemos o **EXTRUDE** dos arcos como fizemos na abóboda anterior



Abóboda de Ogiva no Grasshopper



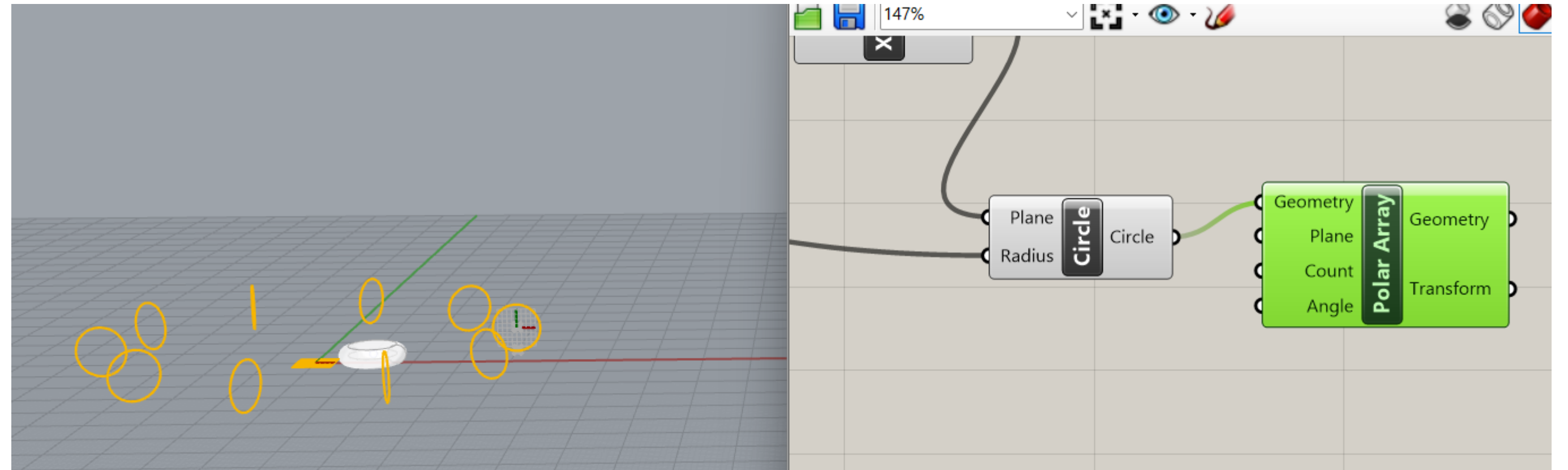
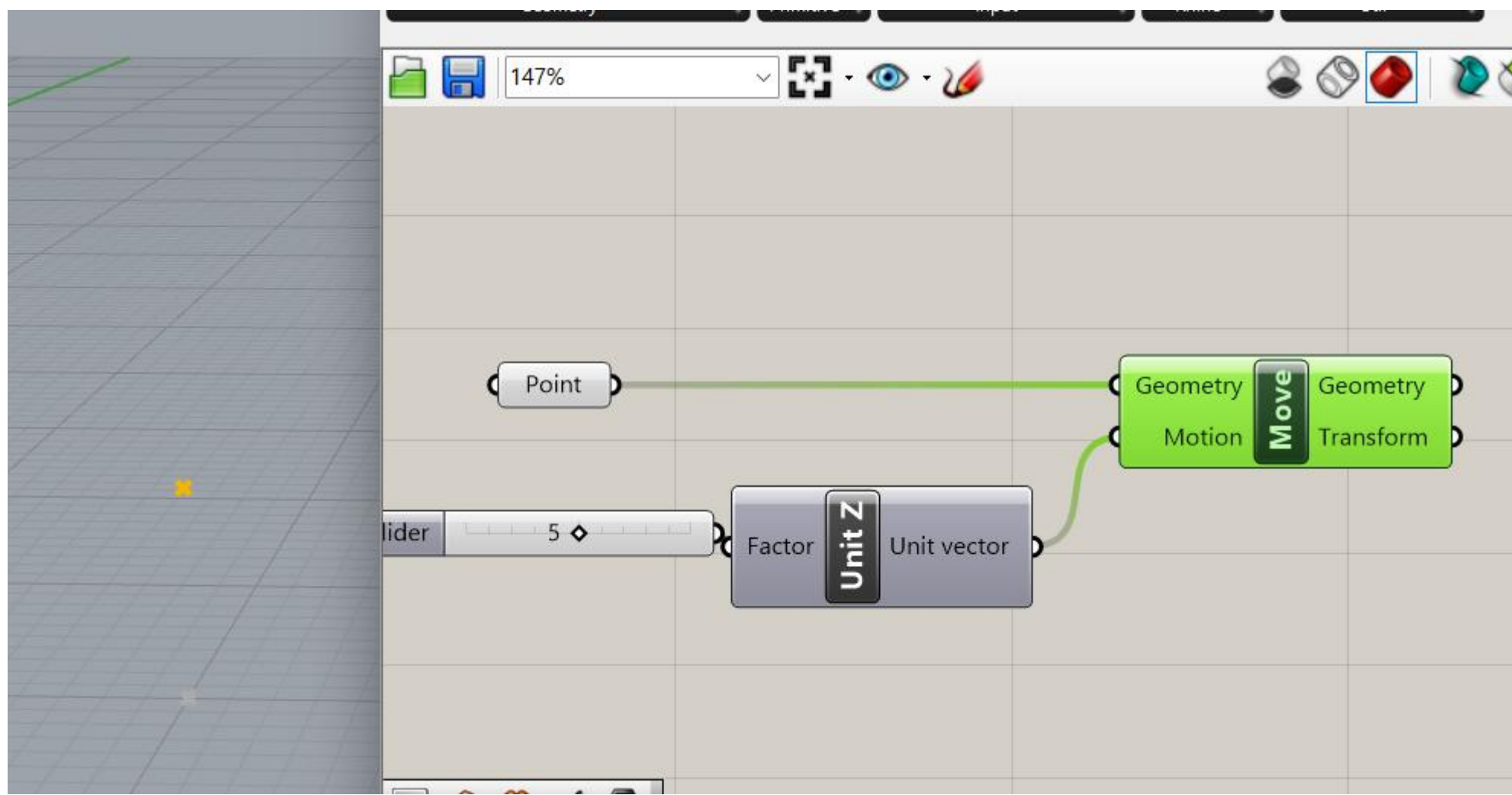
Abóboda de Ogiva no Grasshopper



Umas das maneiras para fazer o toro no grasshopper, é começando por definir um **PONTO** que será a origem do **PLANO XY**, em seguida adicionamos o **CIRCLE** e definimos o raio que queremos que o circulo tenha, feito isso, ligamos o **CIRCLE** ao **PLANO XY** (como mostra a imagem)

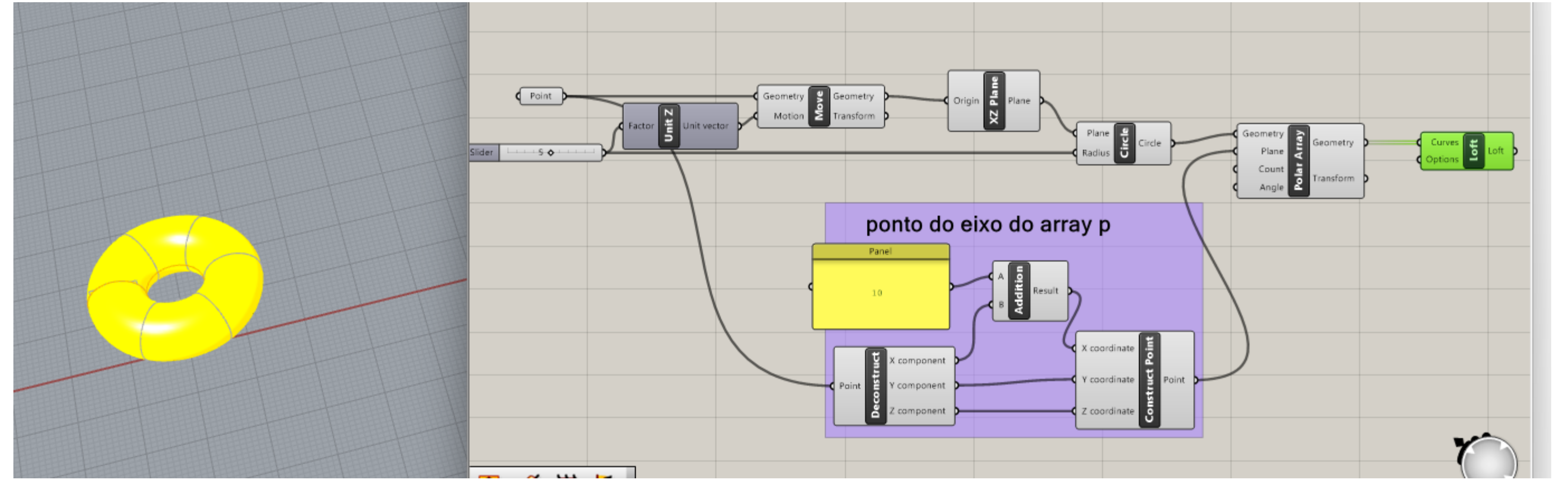
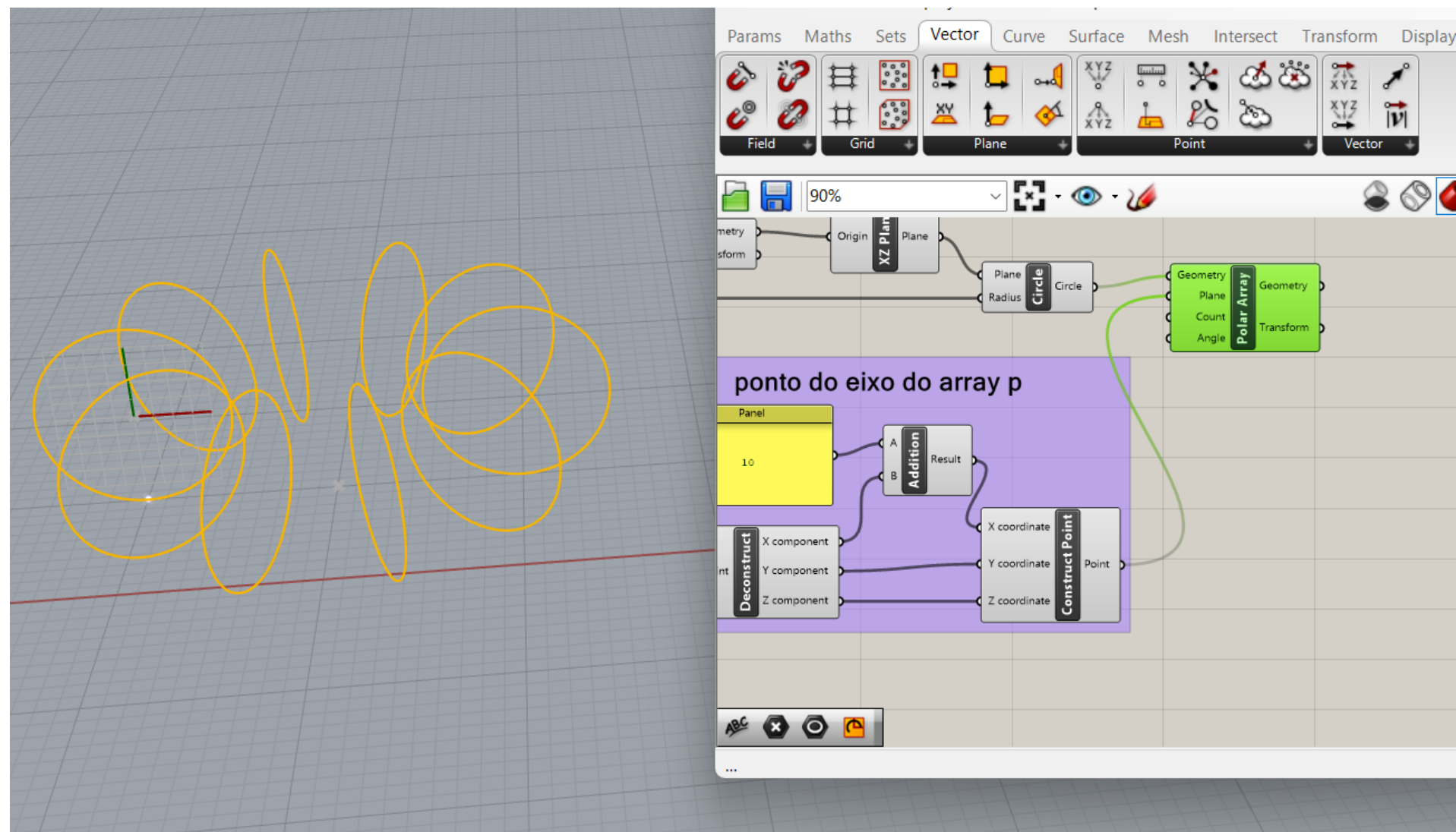
Por fim usamos o **PIPE**, damos um raio de 2 e ligamos o **PIPE** ao **CIRCLE**

Toro no Grasshopper



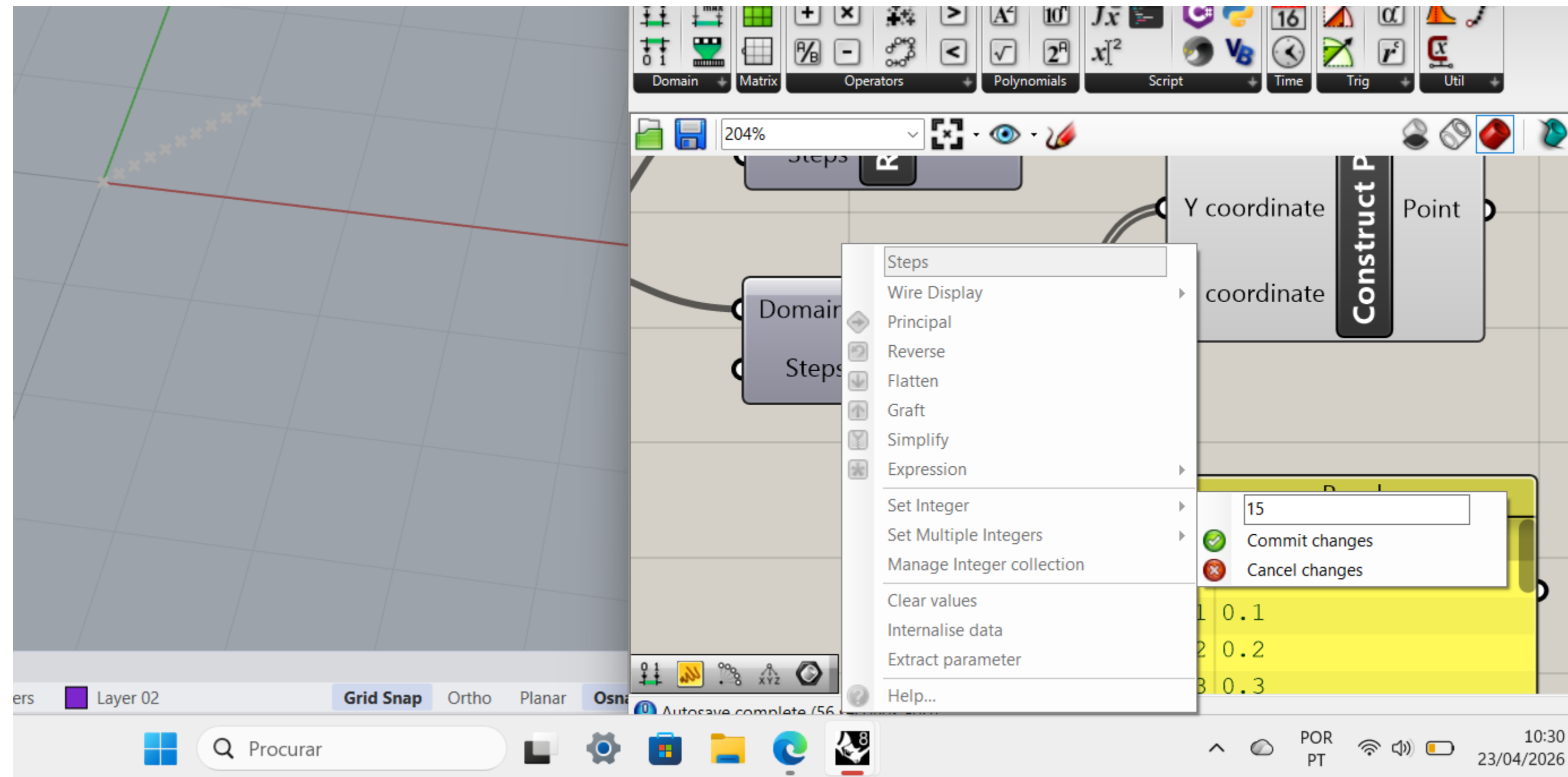
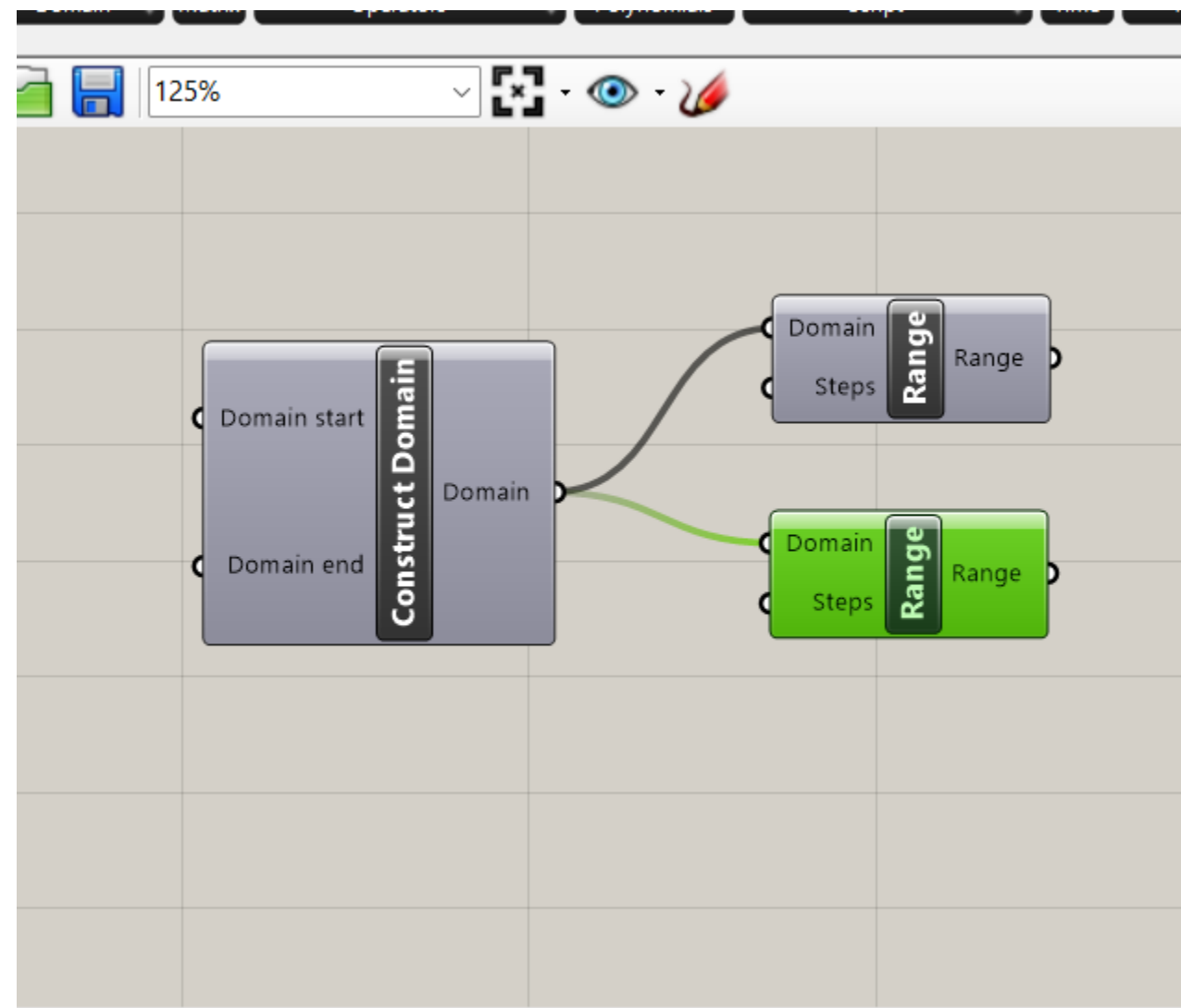
Outra forma de fazer o toro no Grasshopper, é criando um **PONTO** base. Depois usamos o **MOVE** e, em Motion, colocamos um **Unit Z** para o ponto se mover na vertical, com um number slider para controlar a altura. A partir desse ponto criamos um **CIRCLE** e ligamos ao **XZ Plane** para a circunferência ficar na vertical. Depois criamos um ponto central para fazer o **Polar Array**. Para isso, desconstruímos o ponto inicial, mantendo os mesmos valores de y e z, mas adicionando 10 ao x. Com o Circle e o novo Ponto criado, usamos o **POLAR ARRAY**, ligando o Circle na Geometry e o Point no Plane.

Toro no Grasshopper

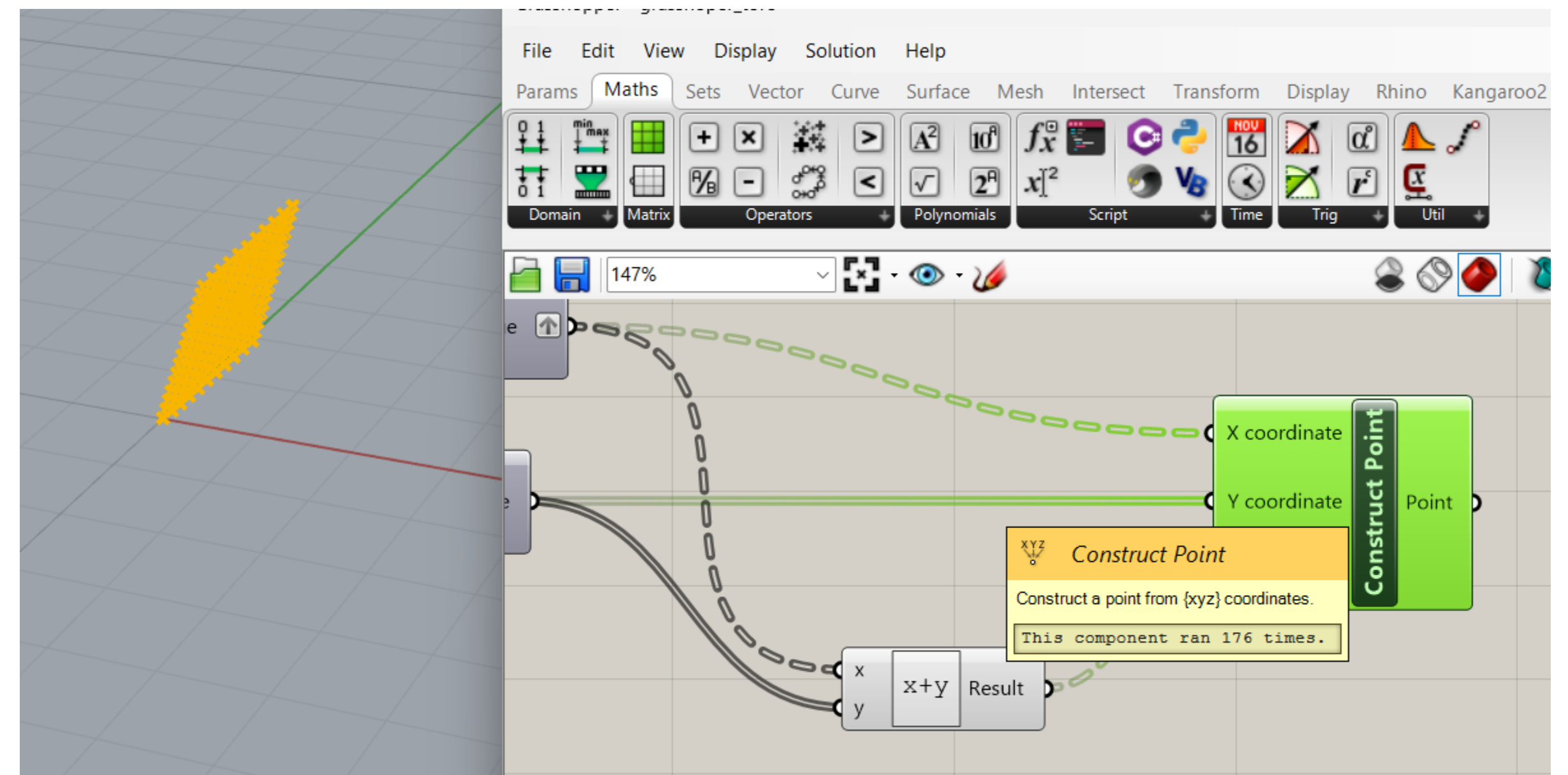
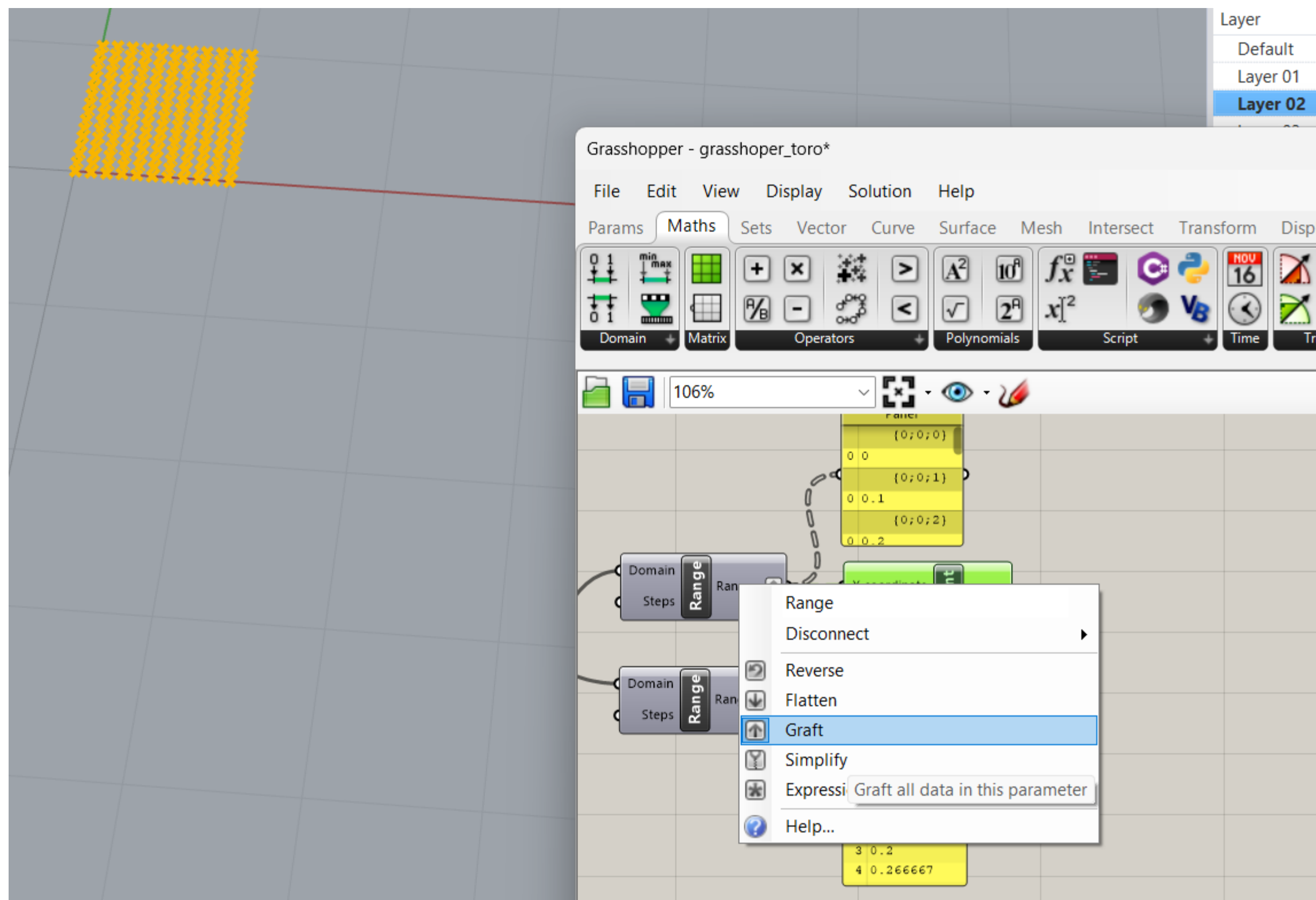


Por fim usamos o **LOFT** para unir as geometrias, sendo que aparecem duas linhas porque existem mais de duas geometrias dentro da mesma superfície.

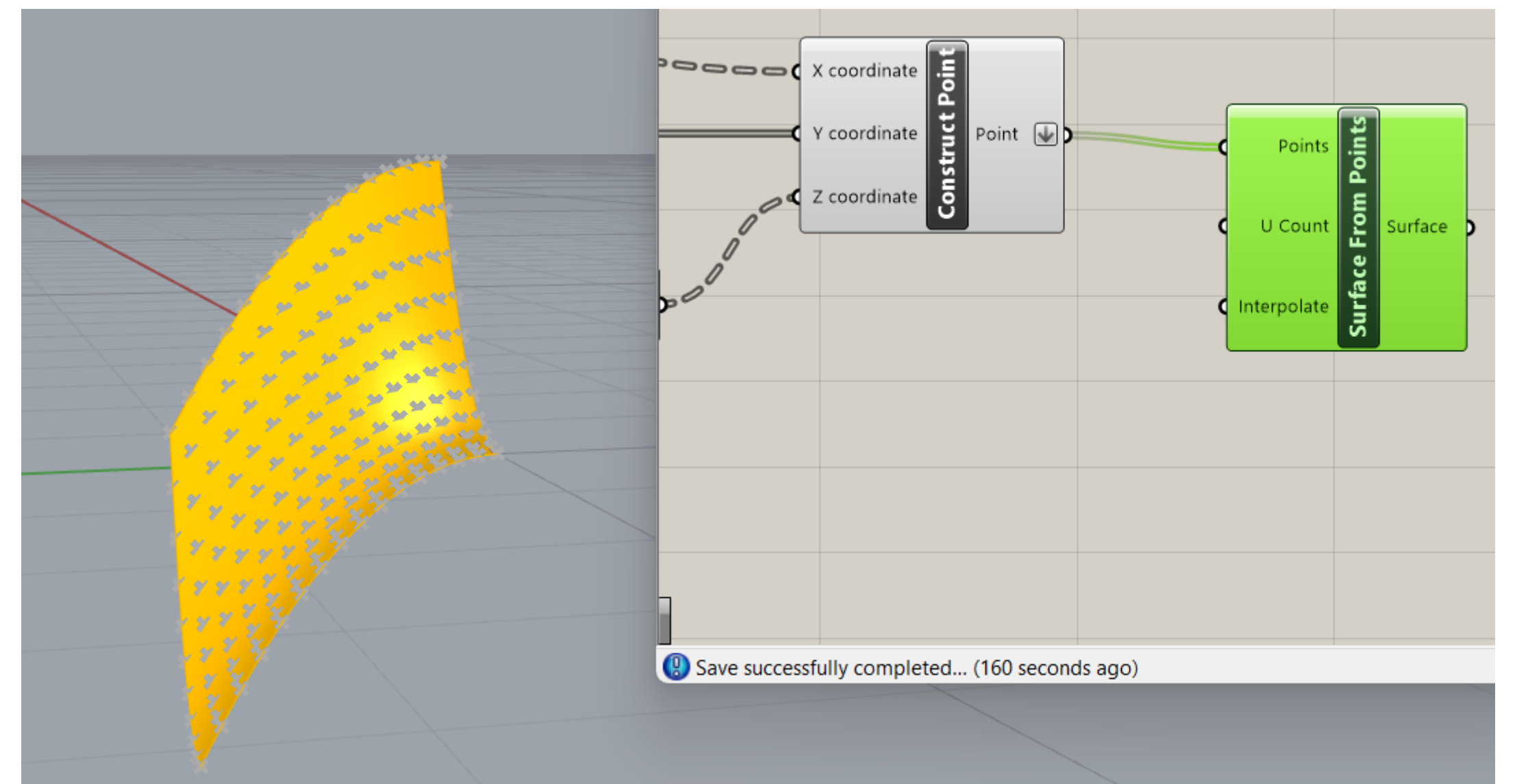
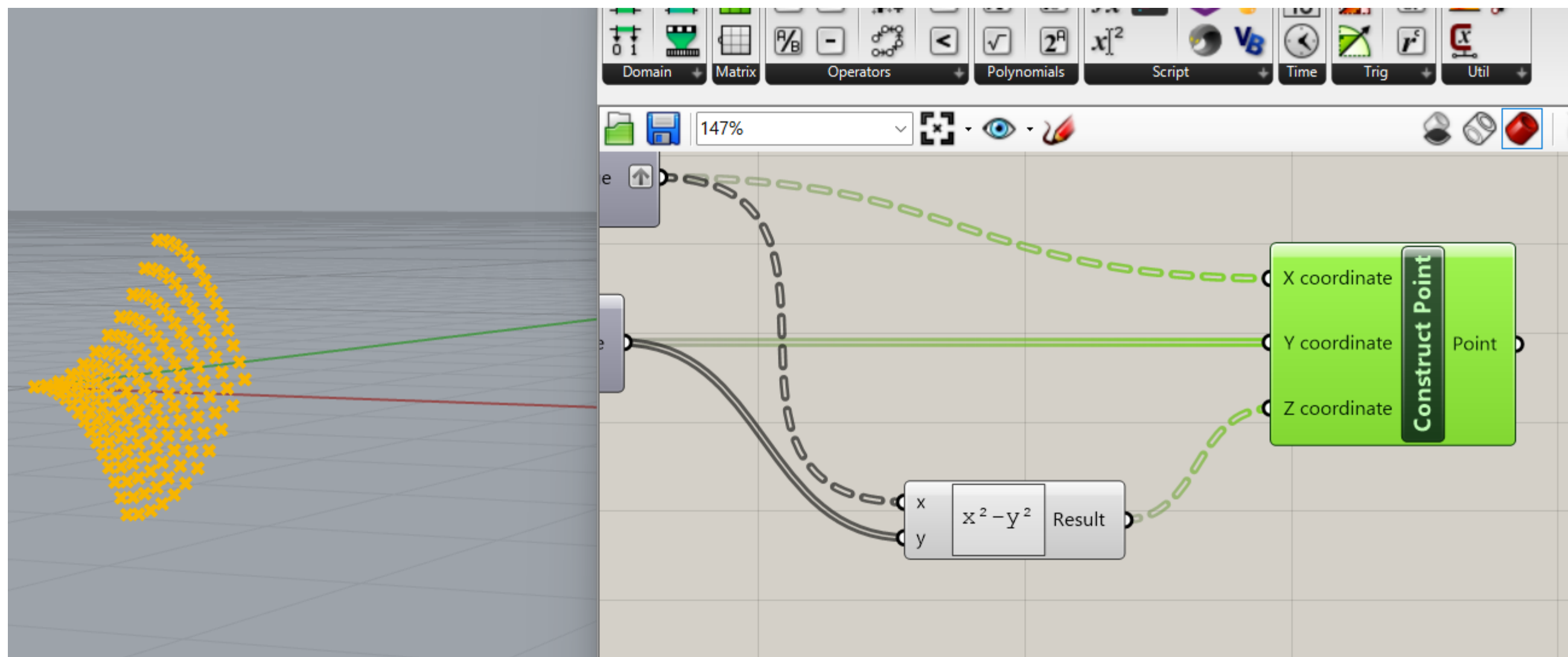
Toro no Grasshopper



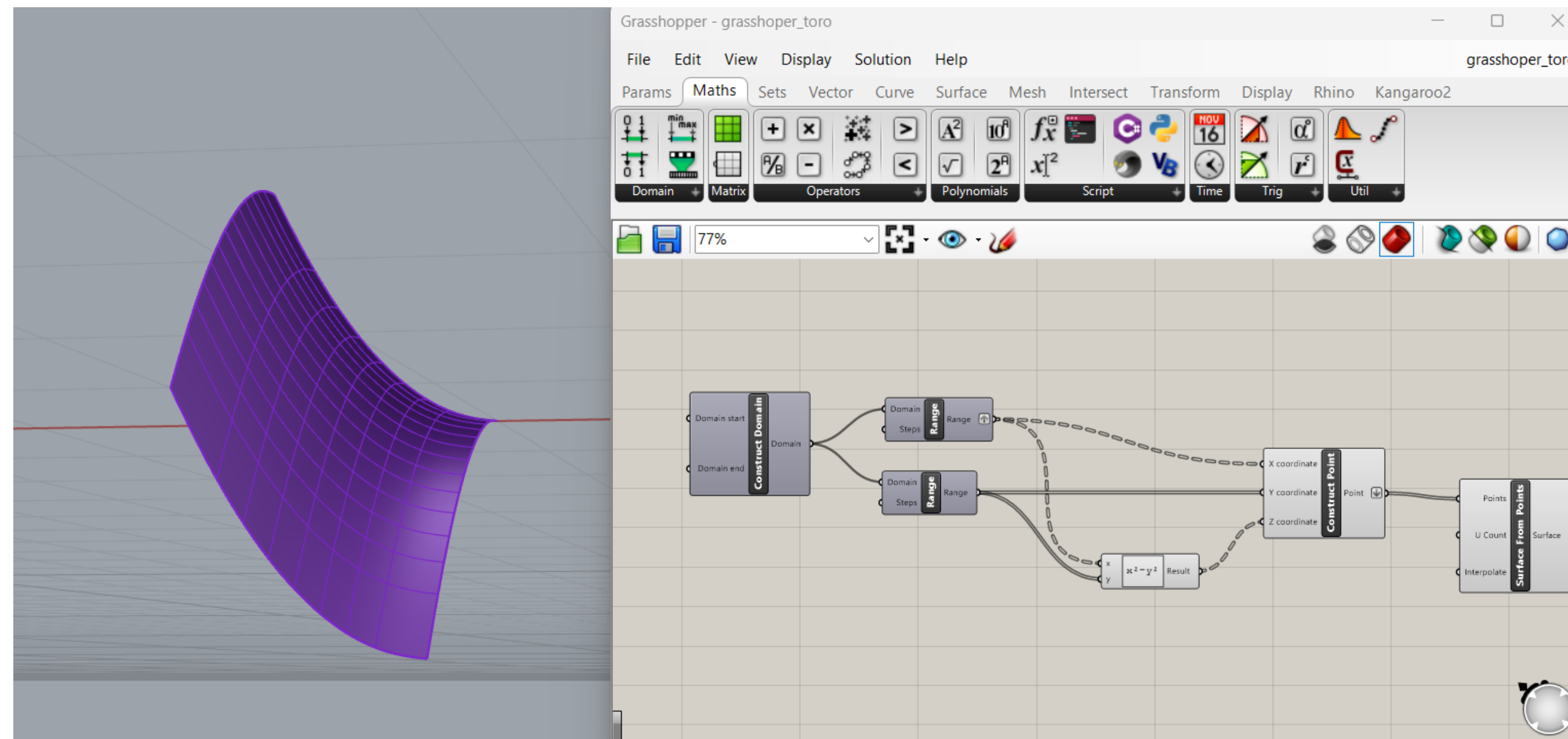
Superfície Empenada no Grasshopper



Superfície Empenada no Grasshopper

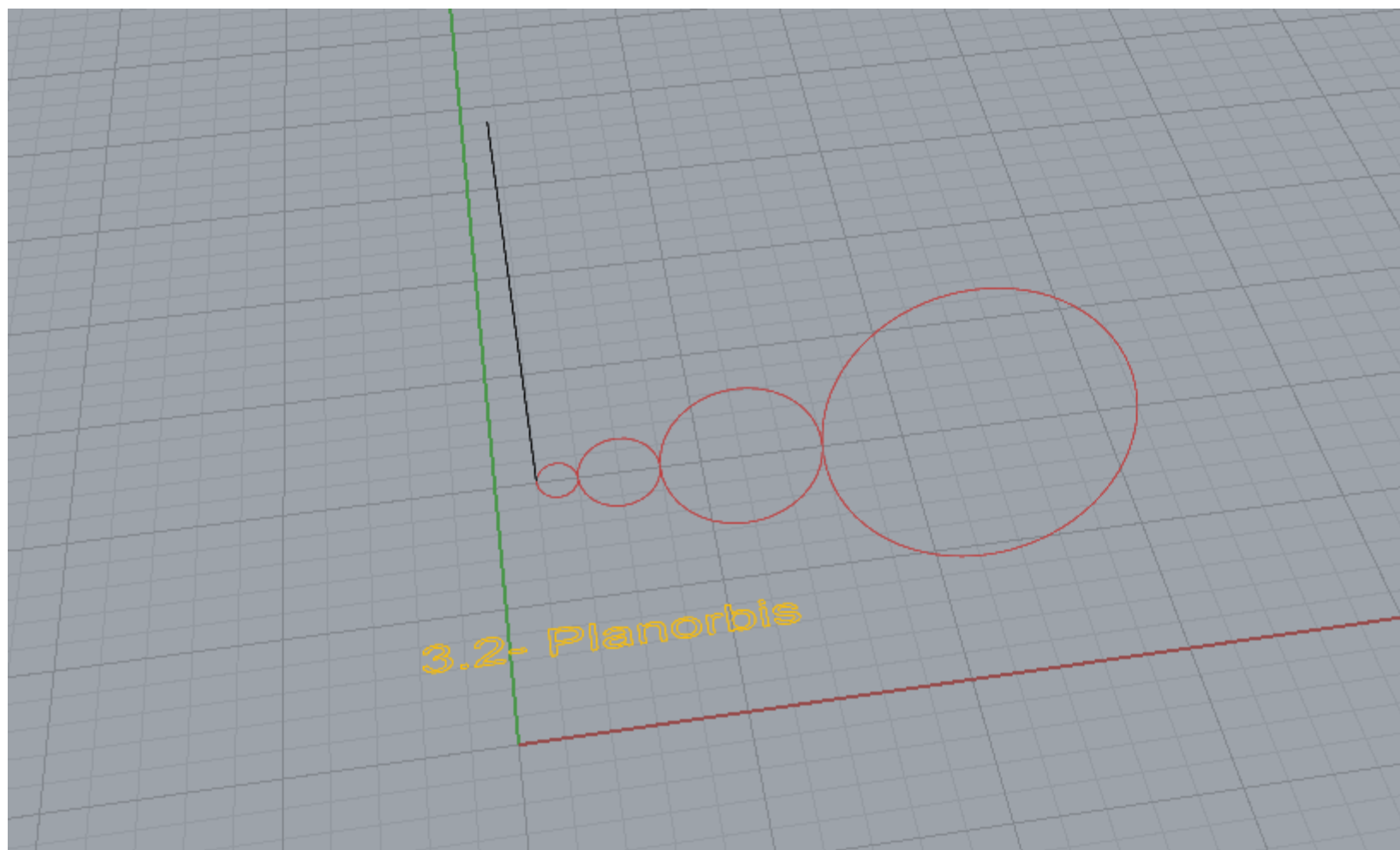


Superfície Empenada no Grasshopper



Para fazermos a superfície no grasshopper, começamos por adicionar o **CONSTRUCT DOMAIN**. A partir dele colocamos duas **RANGE** e também um **CONSTRUCT POINT**, e uma das Range fica ligada ao X e a outra ao Y. Depois, no Steps da primeira Range colocamos o valor 10 e na outra Range colocamos 15. Na Range de cima, clicando com o botão direito do rato e ativamos o GRAFT. Em seguida usamos um **RESULT**, onde o X fica ligado à Range superior e o Y à Range inferior. Na parte da Expression escrevemos $x^2 - y^2$. Depois ligamos o Construct Point ao **SURFACE FROM POINTS**. No Point do Construct Point temos de colocar **FLATTEN** para organizar os pontos corretamente. No U Count da Surface colocamos 16 e no Interpolate, na opção Boolean, colocamos “True”. Para finalizar, fazemos o **BAKE** para criar a superfície final.

Superfície Empenada no Grasshopper

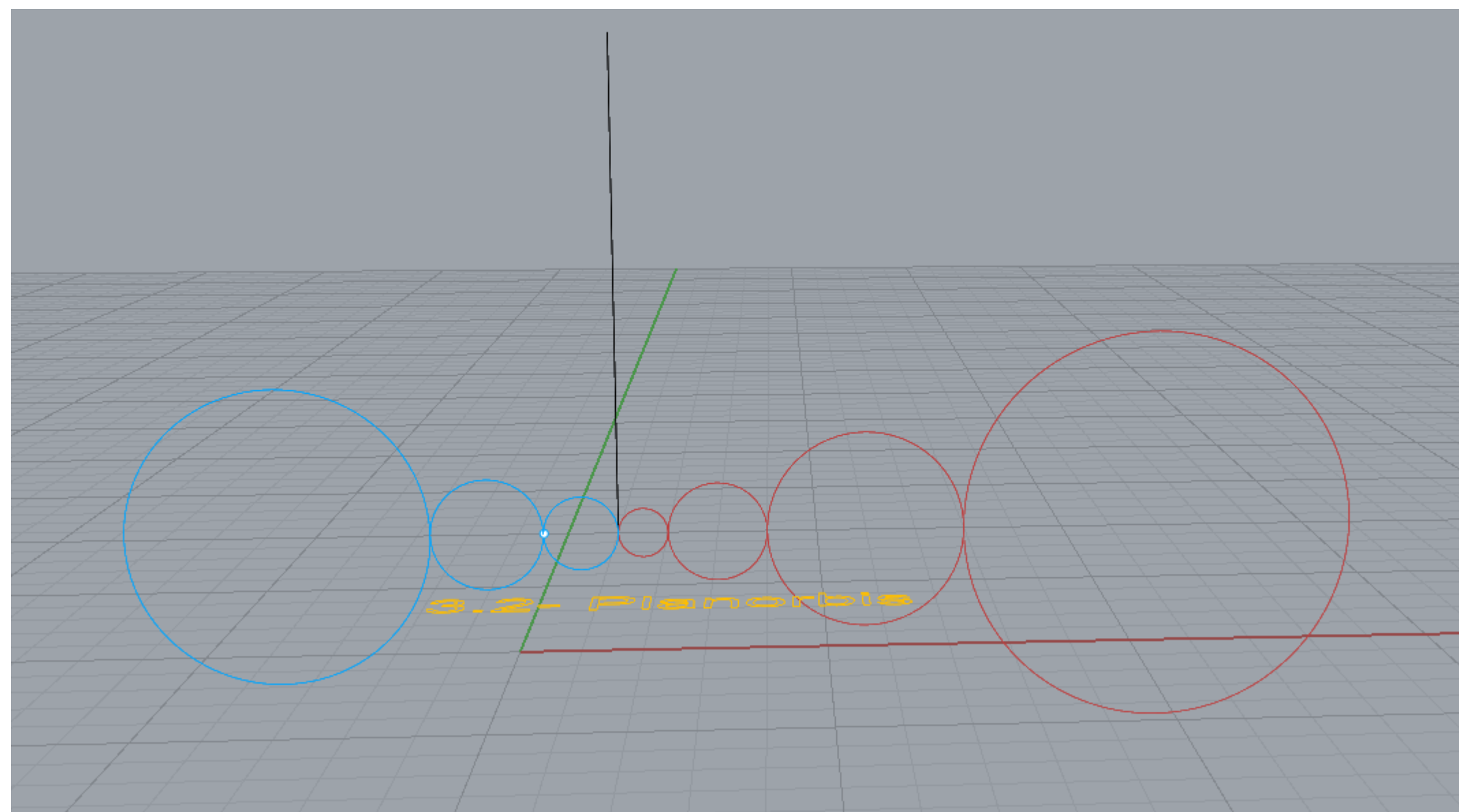


Para fazer esta forma, começamos por criar uma **circunferência vertical** com 1 cm de diâmetro.

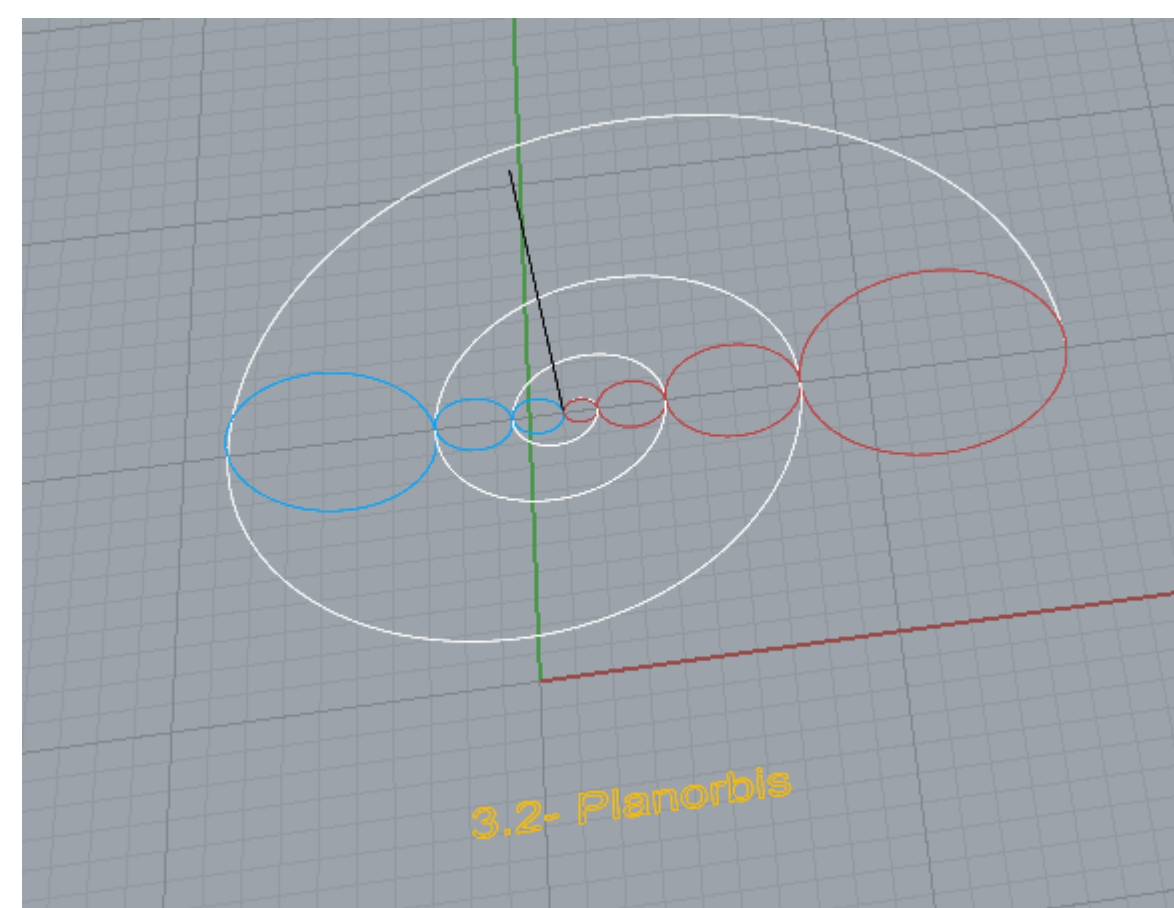
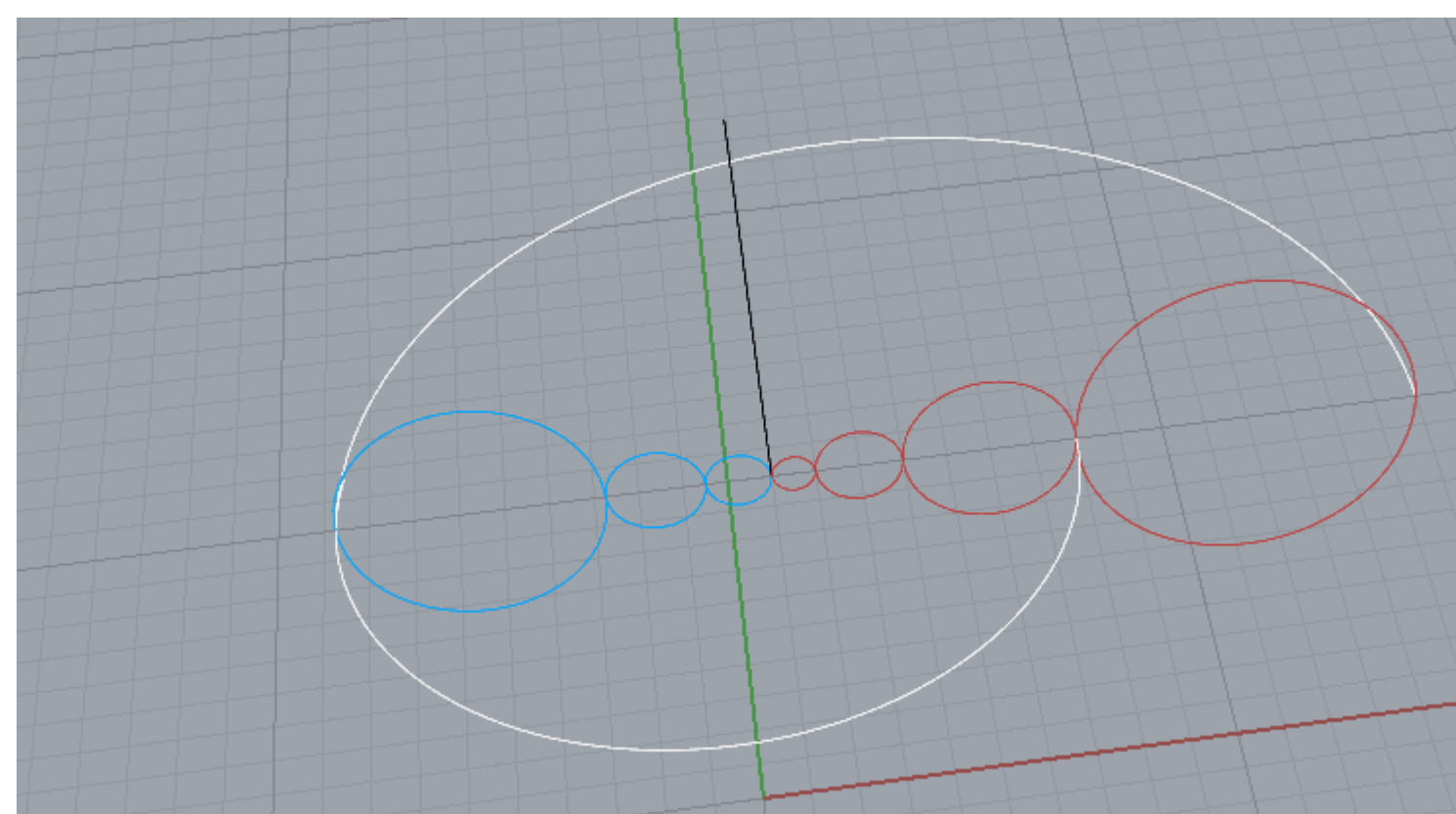
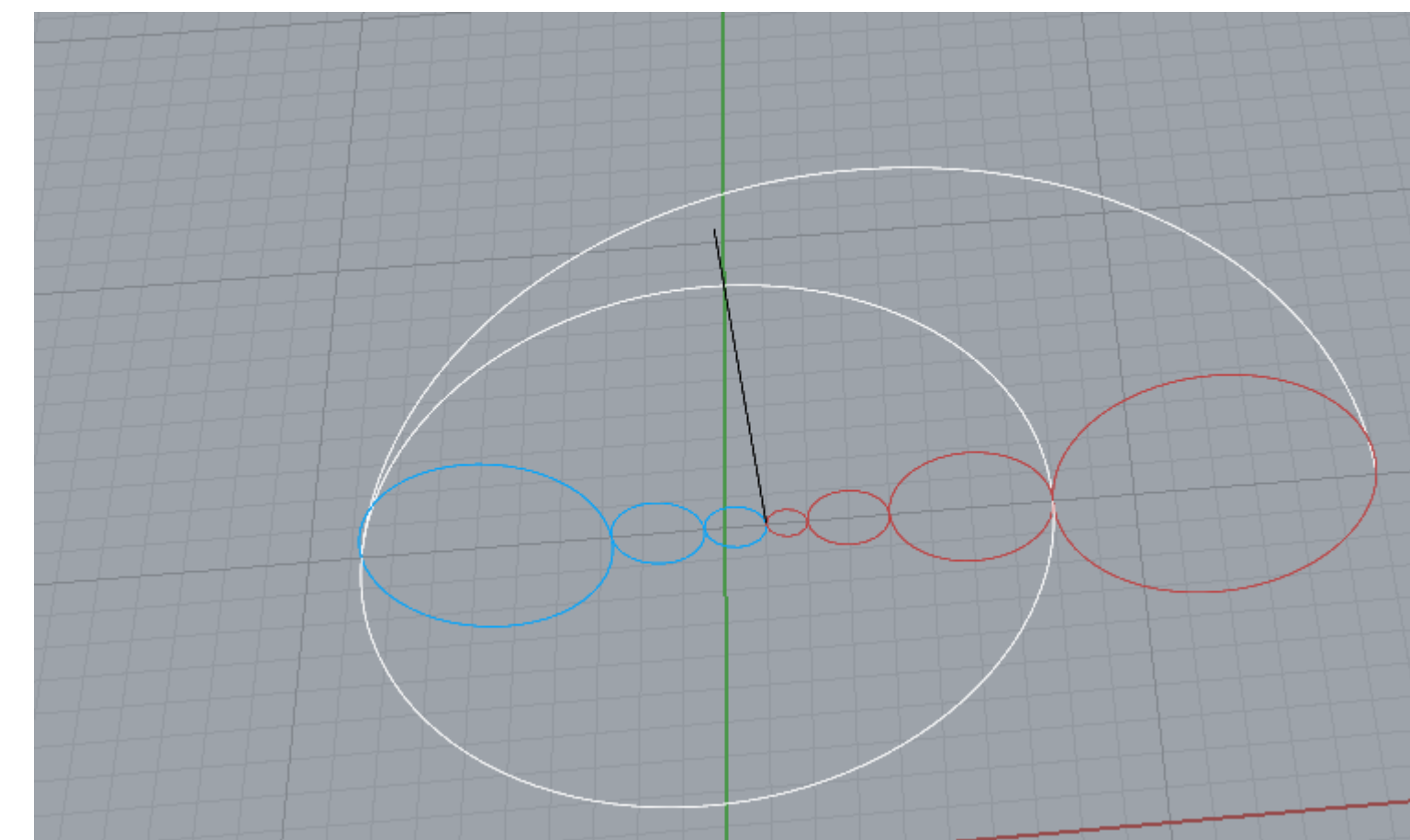
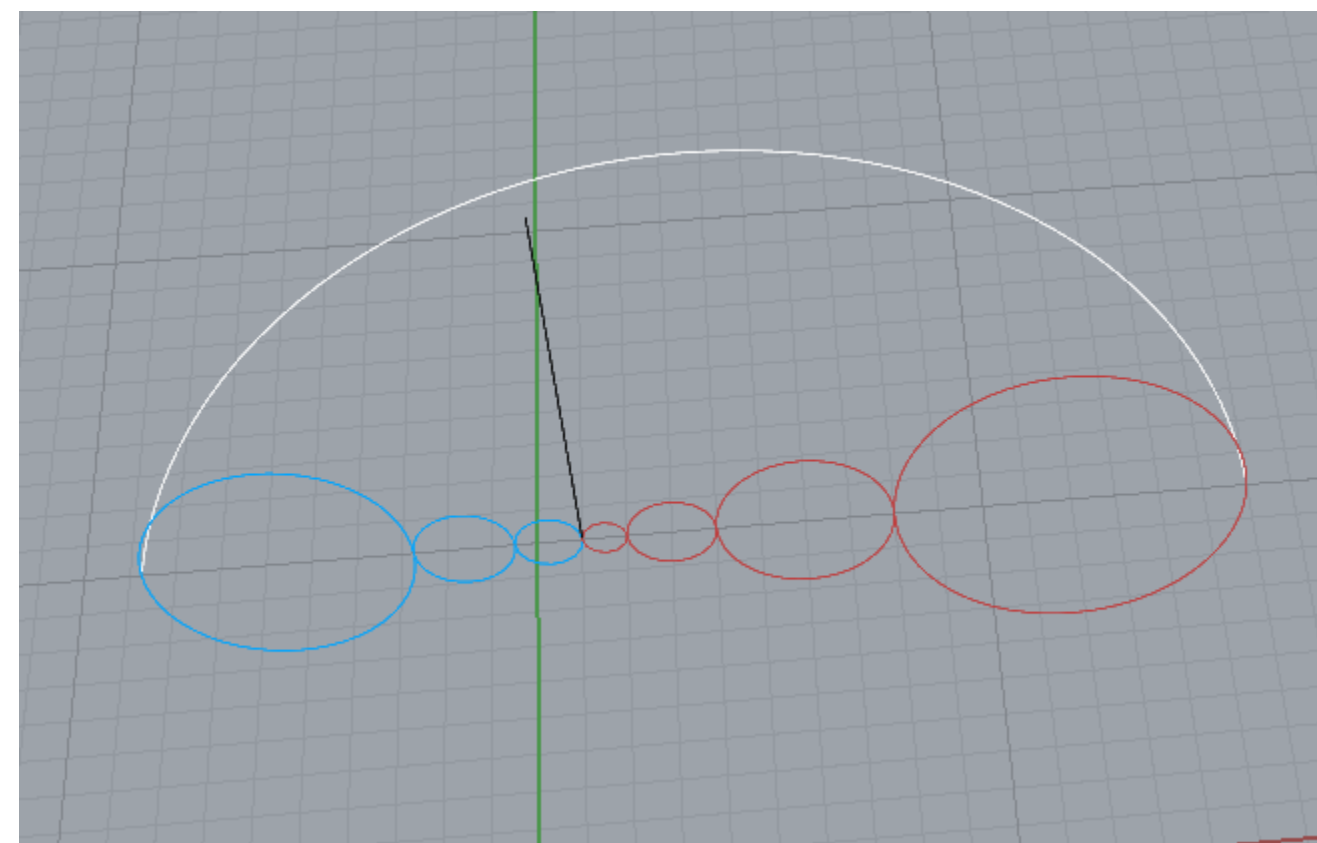
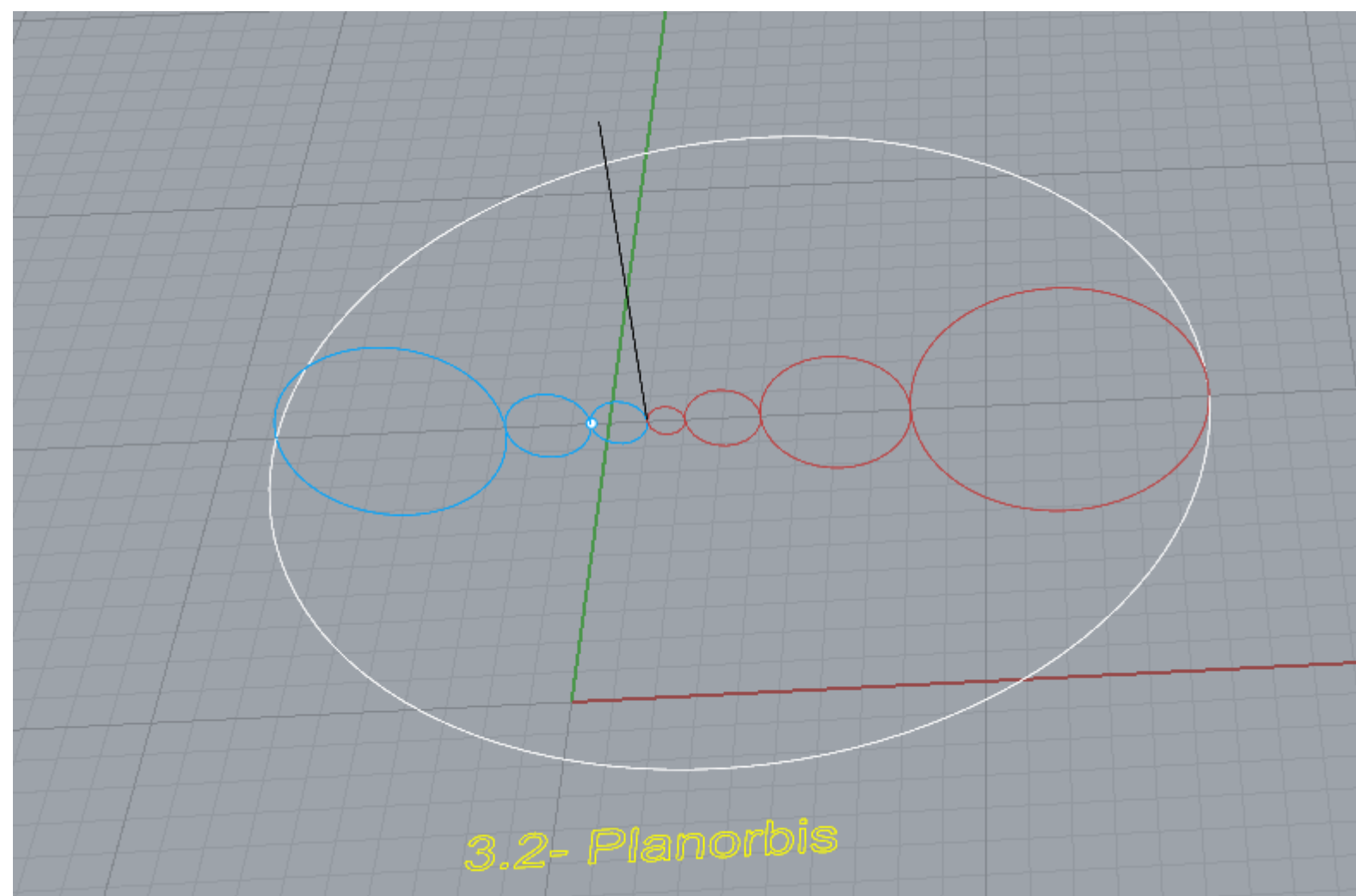
Depois fazemos uma **linha vertical** para nos auxiliar

Em seguida criamos mais circunferências, sendo que cada uma fica com o diâmetro duas vezes maior que a anterior, até chegarmos a uma circunferência com 8 unidades de diâmetro (circunferências vermelhas).

Depois disso, fazemos outro conjunto de circunferências verticais, mas desta vez começamos com 1.5 cm de diâmetro e repetimos o processo até chegar a circunferência com 6 cm de diâmetro (circunferências azuis).



Planorbis

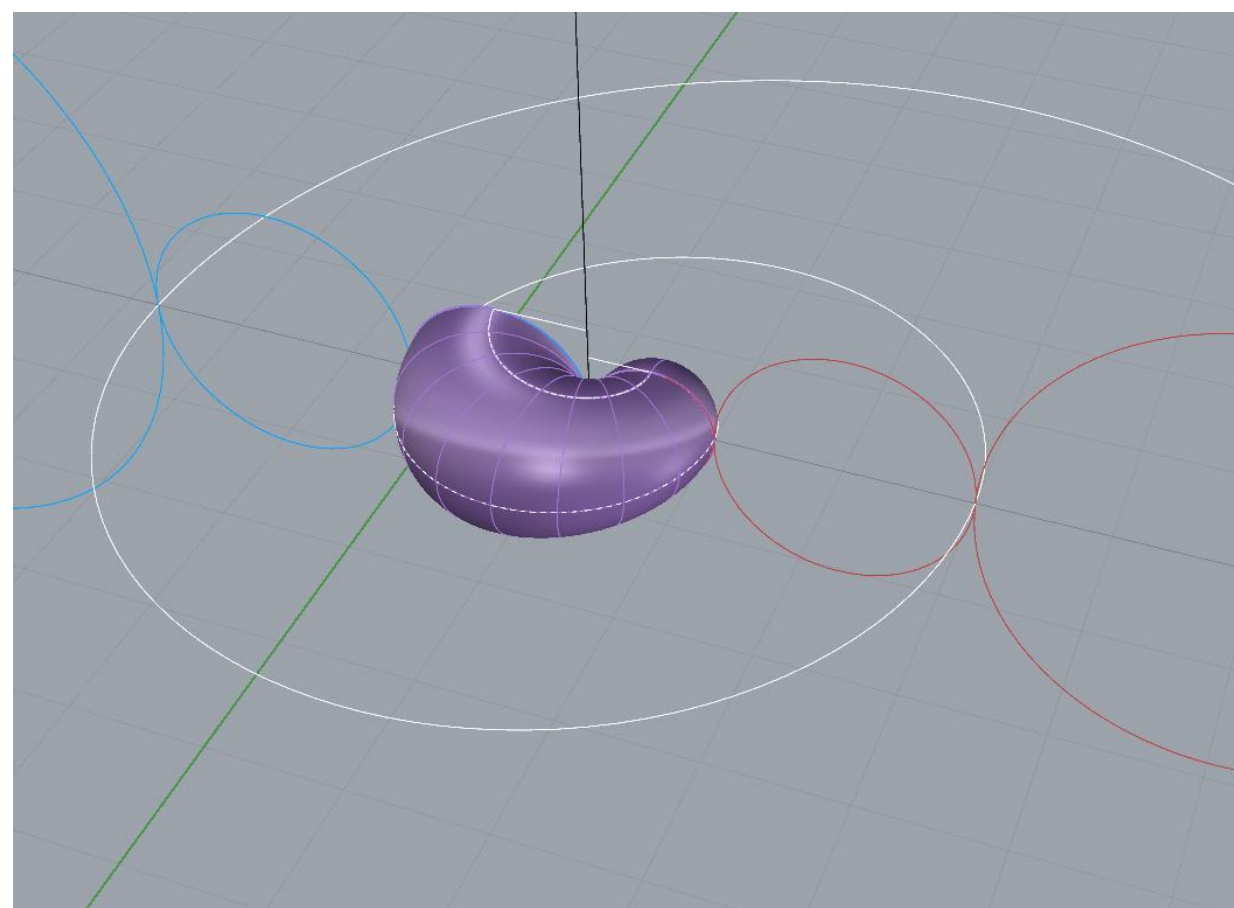
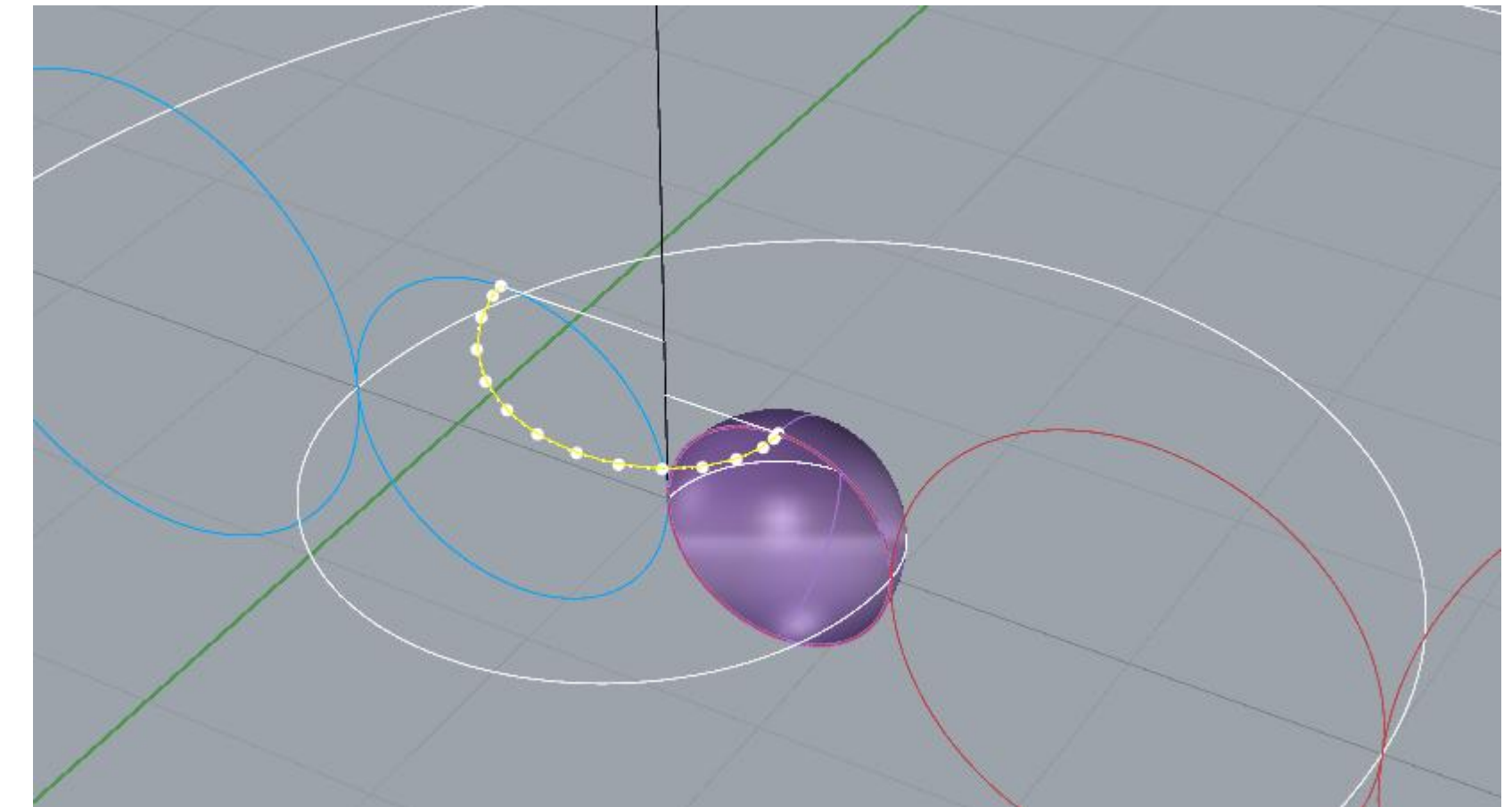
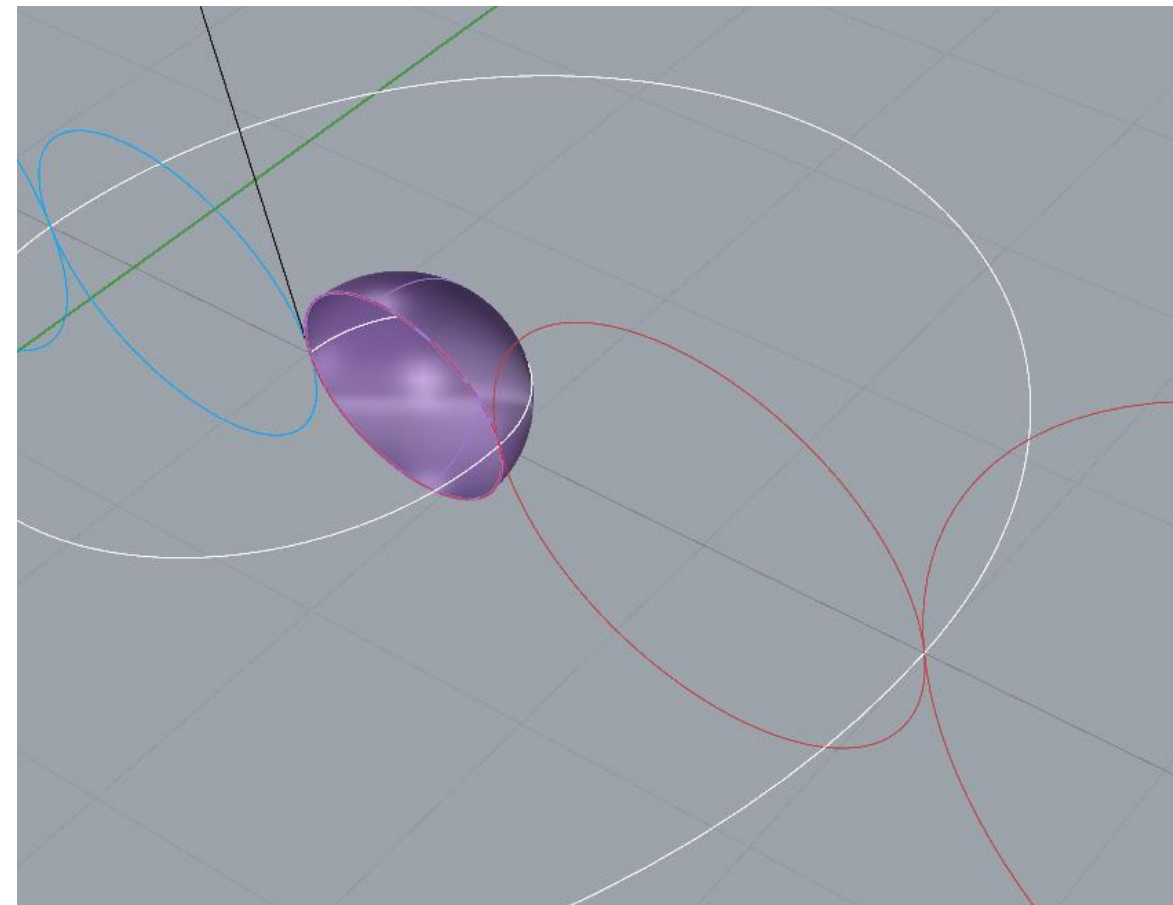
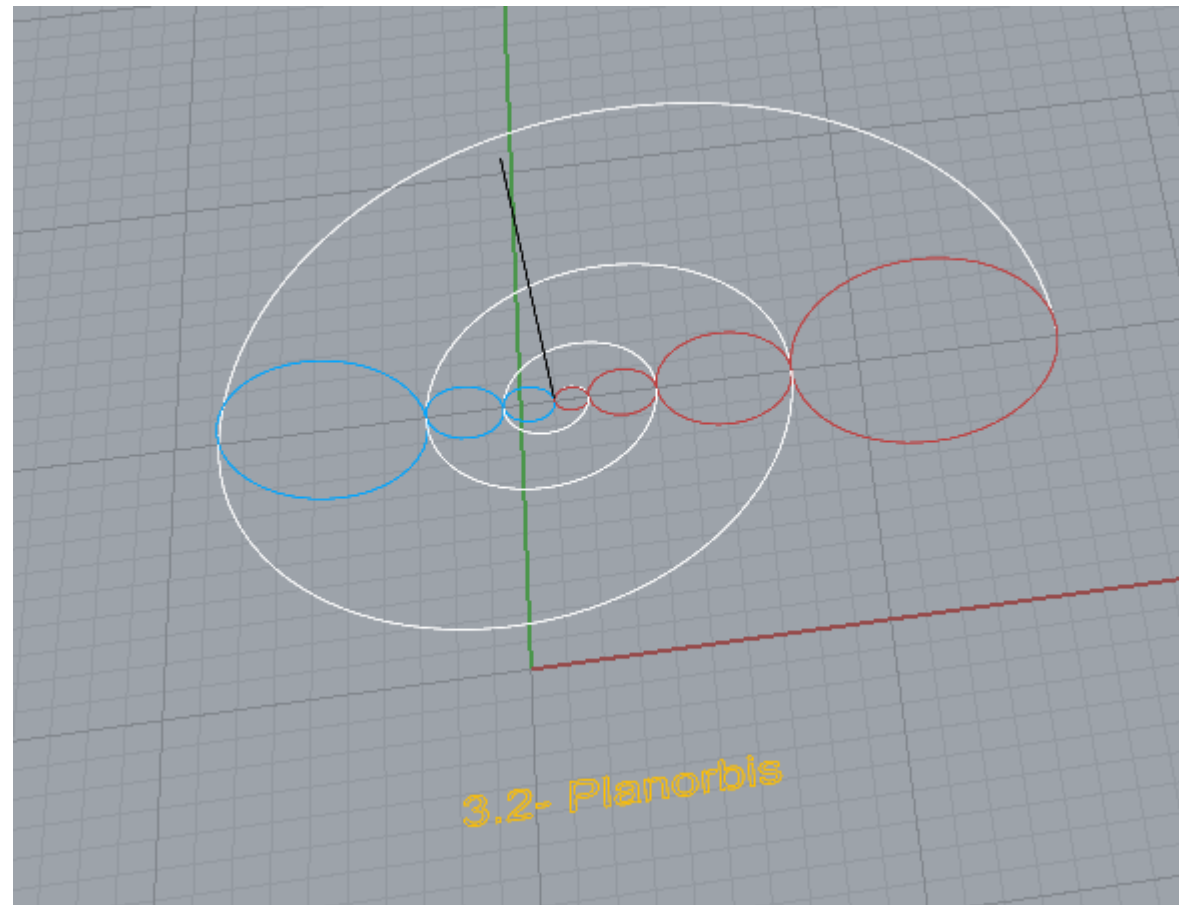


Em seguida, criamos uma circunferência horizontal de 2 pontos, ligando desde a circunferência maior vermelha até à maior azul

Tendo isso, usamos o **trim** para cortar metade inferior da circunferência horizontal.

A partir daí repetimos o mesmo processo para criar mais circunferências horizontais, indo desde o último ponto da circunferência anterior até ao ponto exterior de cada circunferência vertical.

Planorbis



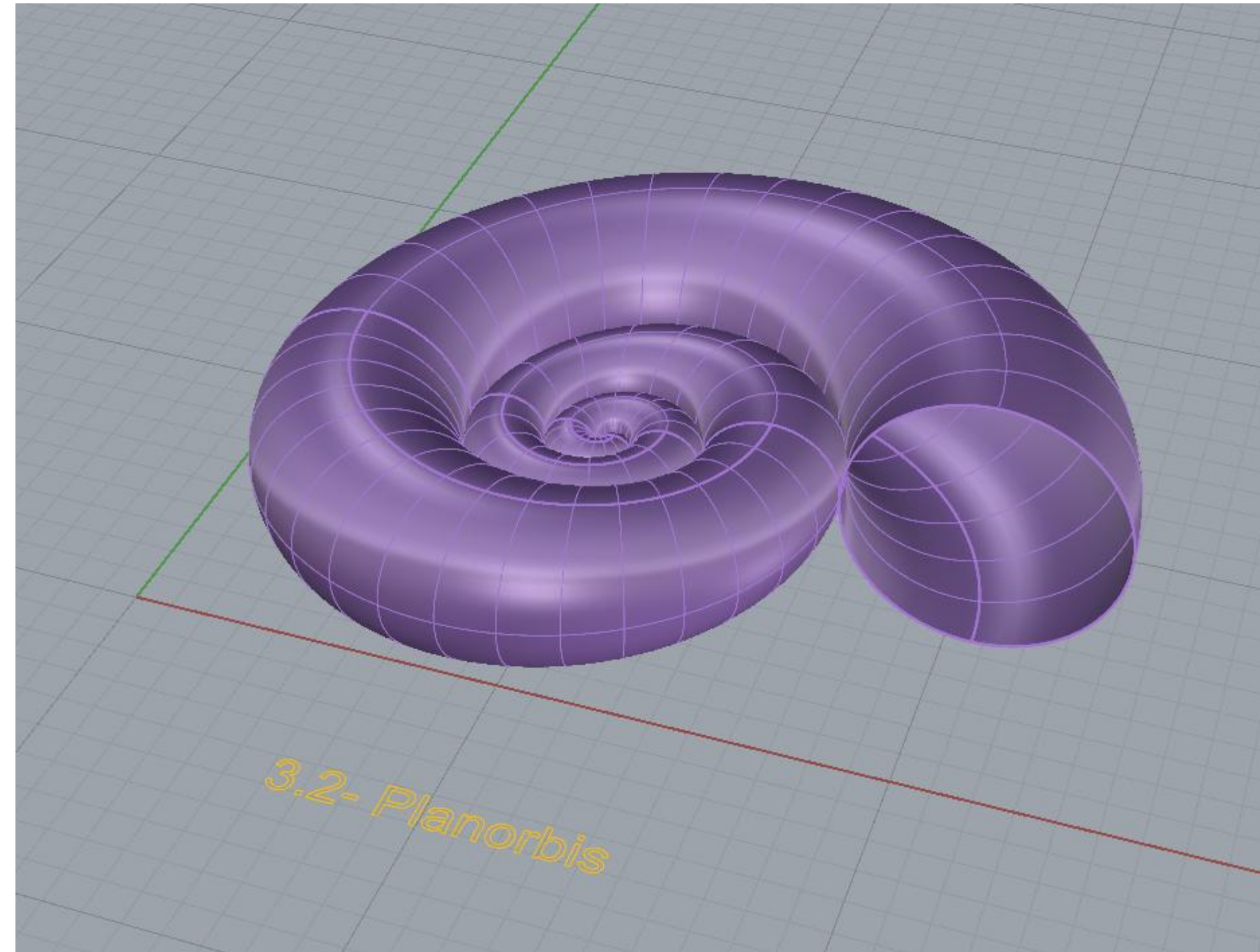
Em seguida fazemos uma **sphere** na primeira circunferência vertical (vermelha) e, com o TRIM, cortamos metade da esfera para ficar apenas a semiesfera.

Para o **sweep2** funcionar corretamente, necessário criar duas retas, uma ligando os quadrantes da semiesfera até à linha vertical e outra ligando a outra circunferência vertical (azul) à mesma linha vertical

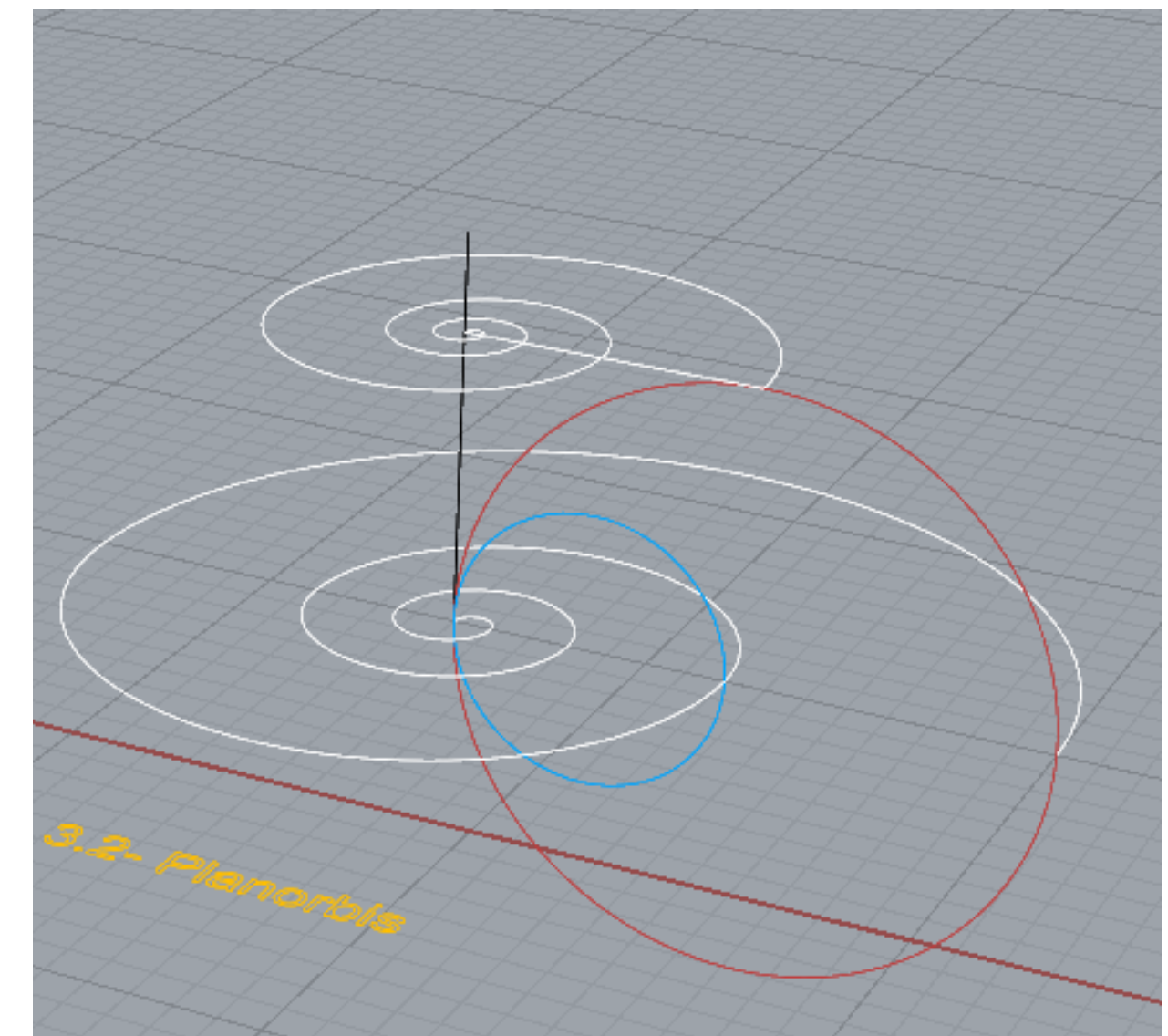
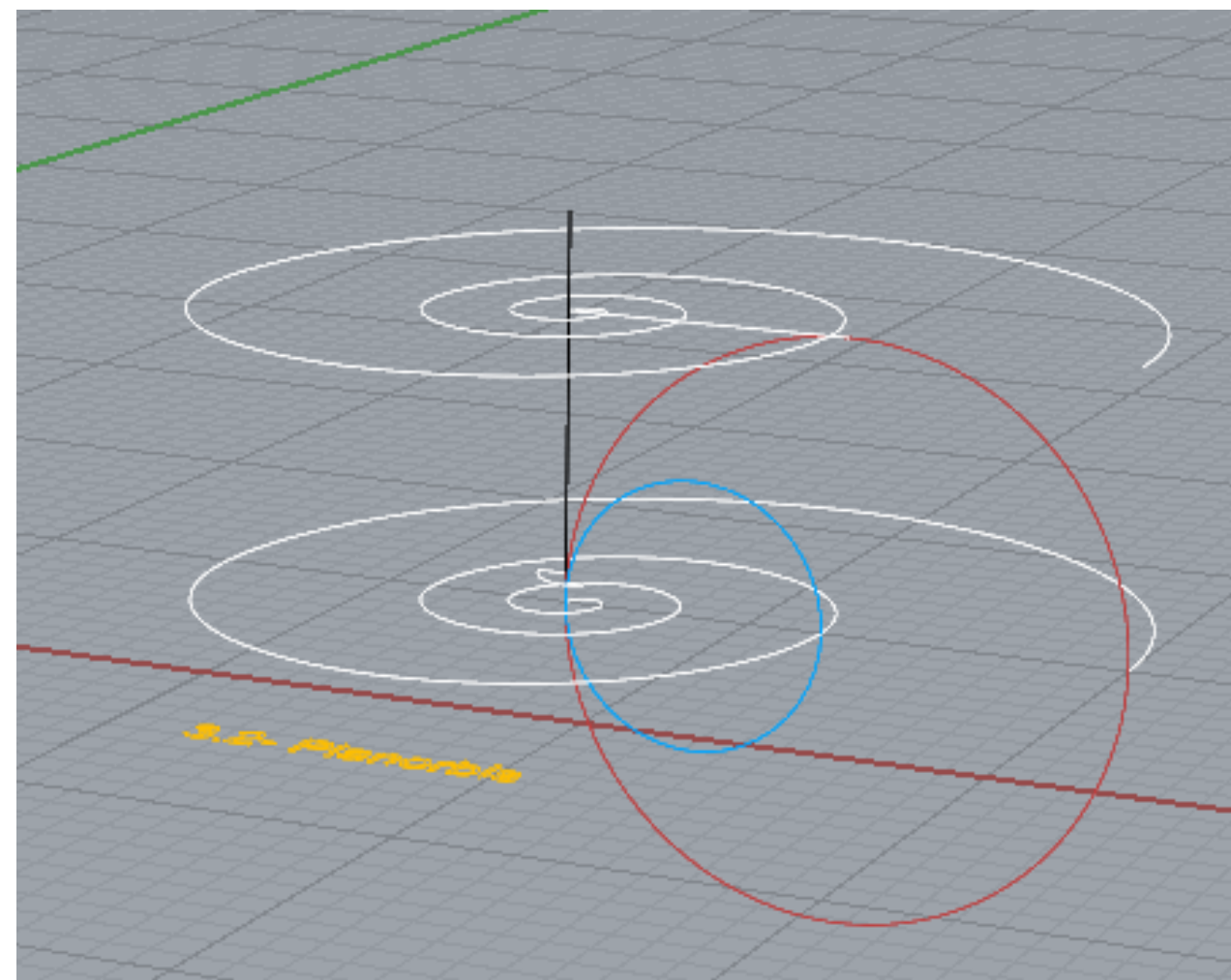
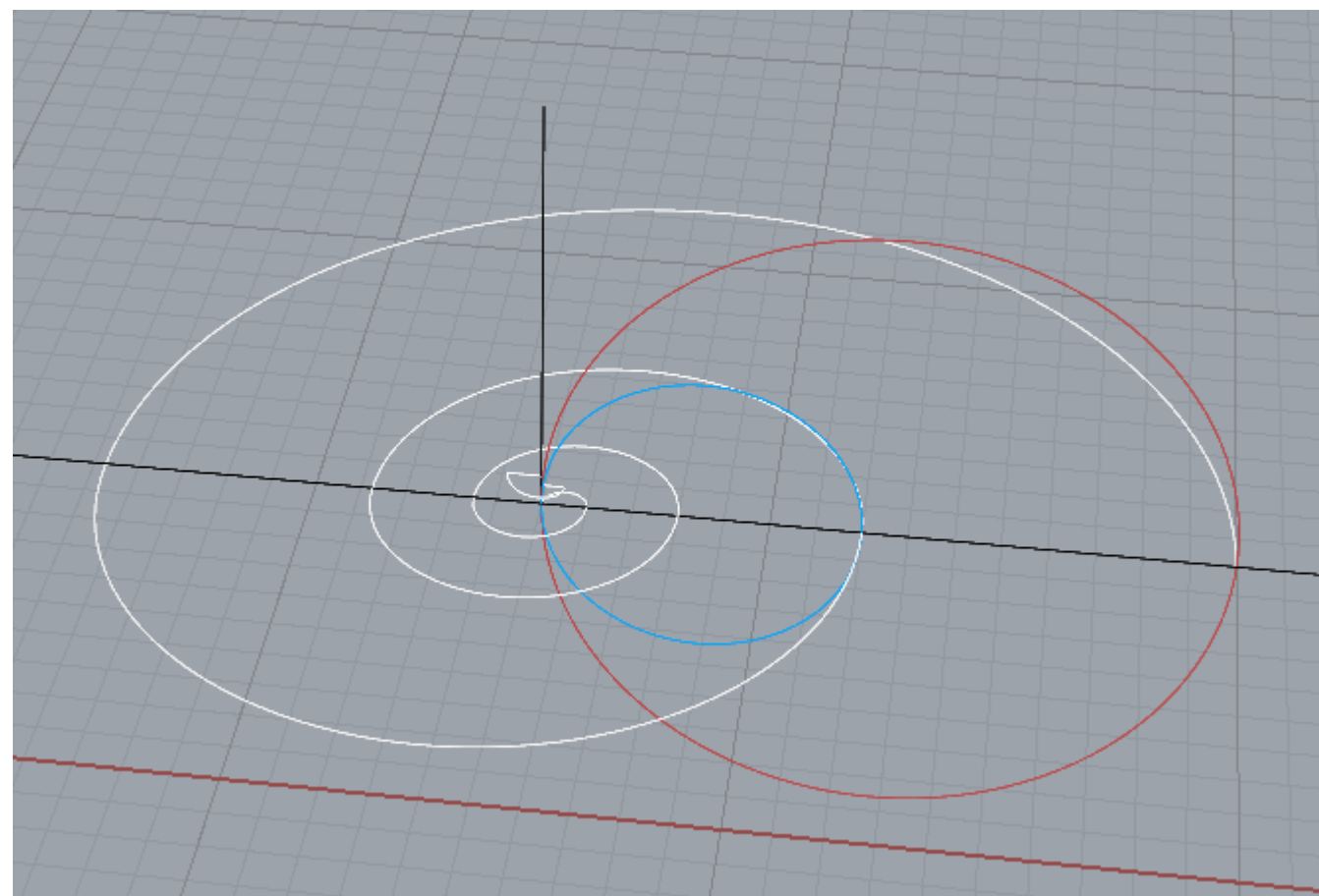
Depois usamos o **spiral**, colocando 0.5 Turns e ativando o Reverse Twist On.

Por fim, criamos a forma com o **sweep2**, para tal ligamos os dois rails, a semicircunferência horizontal e a espiral criada anteriormente. Depois adicionamos os shapes, começando pela circunferência vertical mais pequena e depois a circunferência vertical maior.

Planorbis



Planorbis



Tendo como base a forma anterior, começamos por fazer uma **linha horizontal** a passar pelo centro da forma.

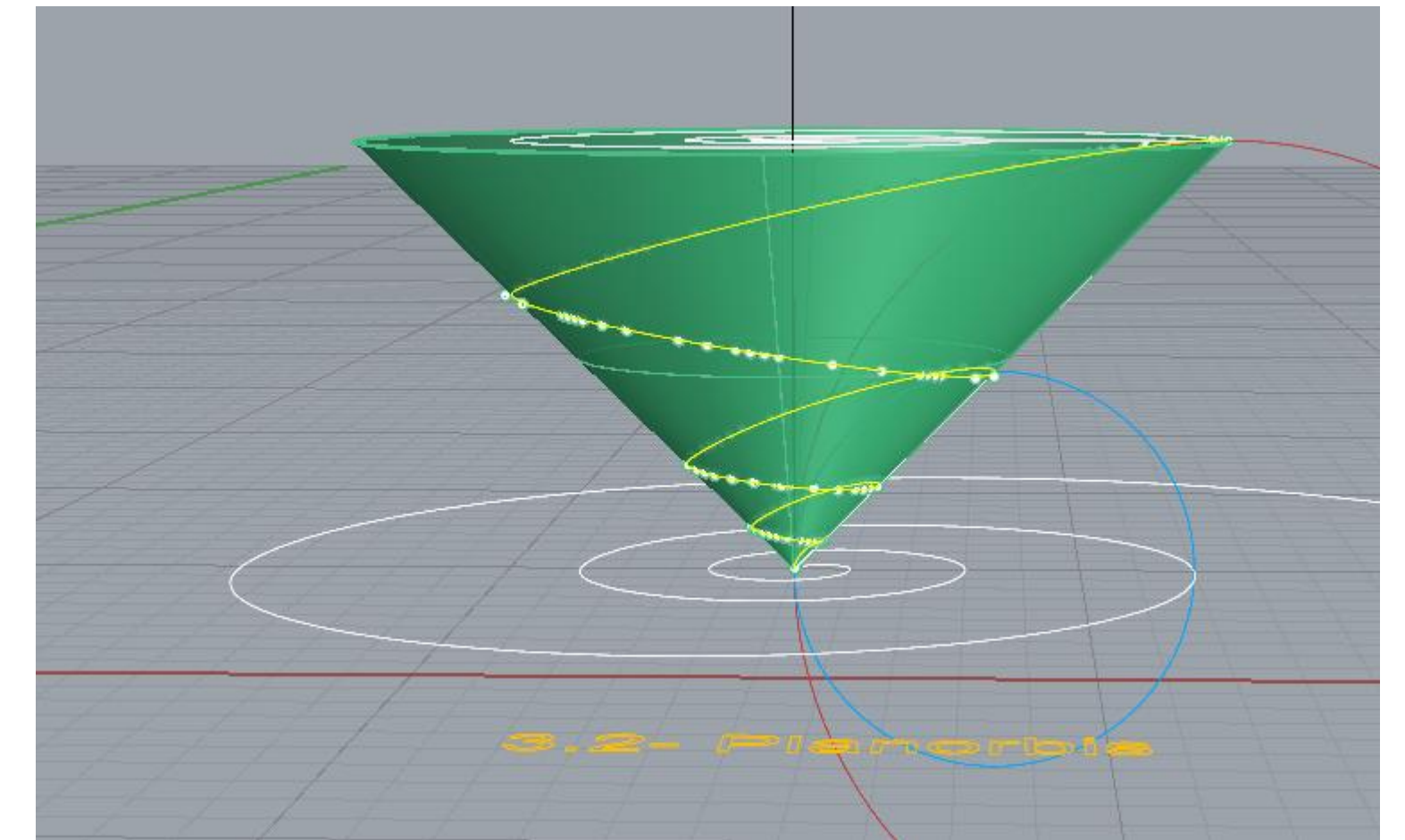
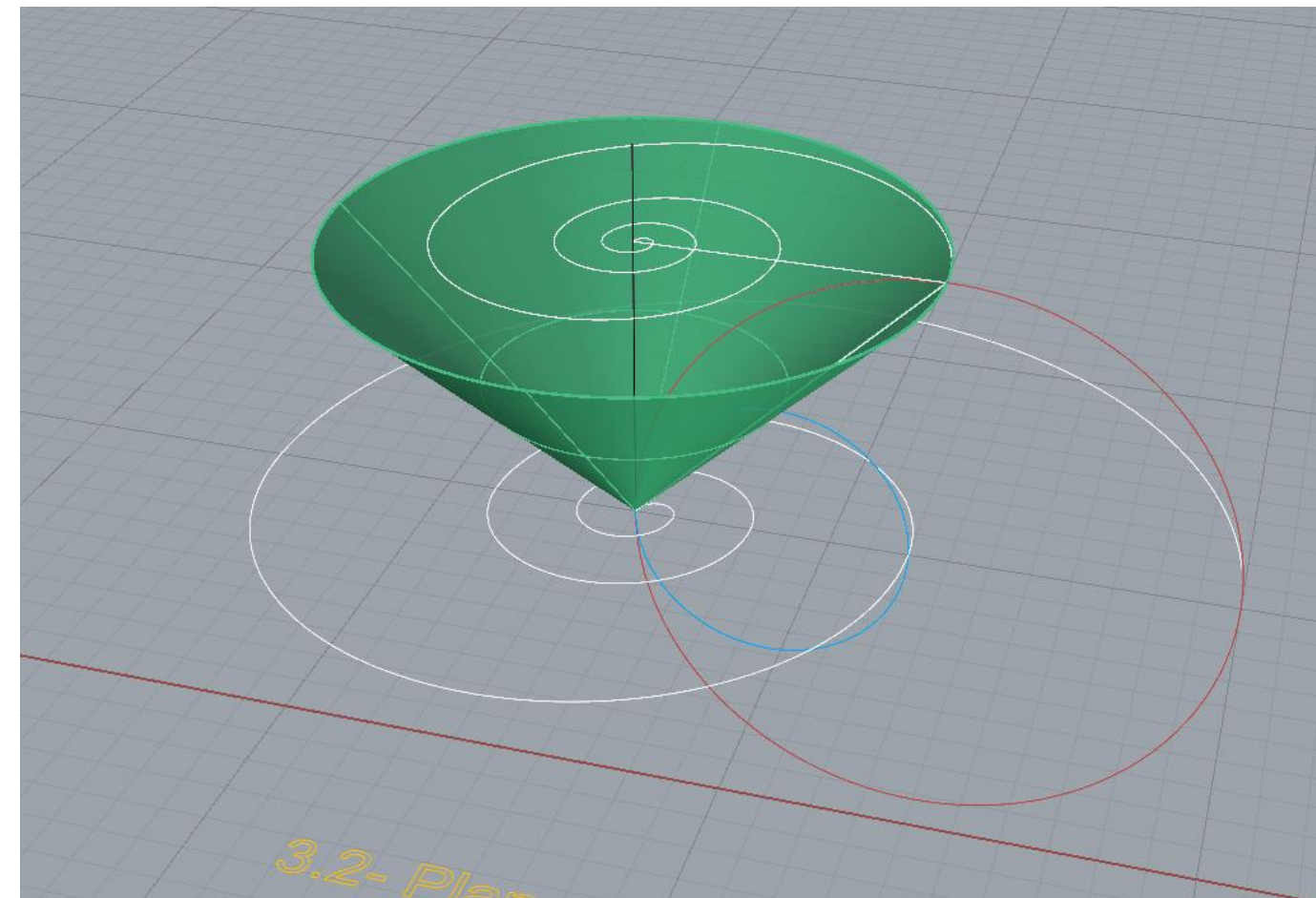
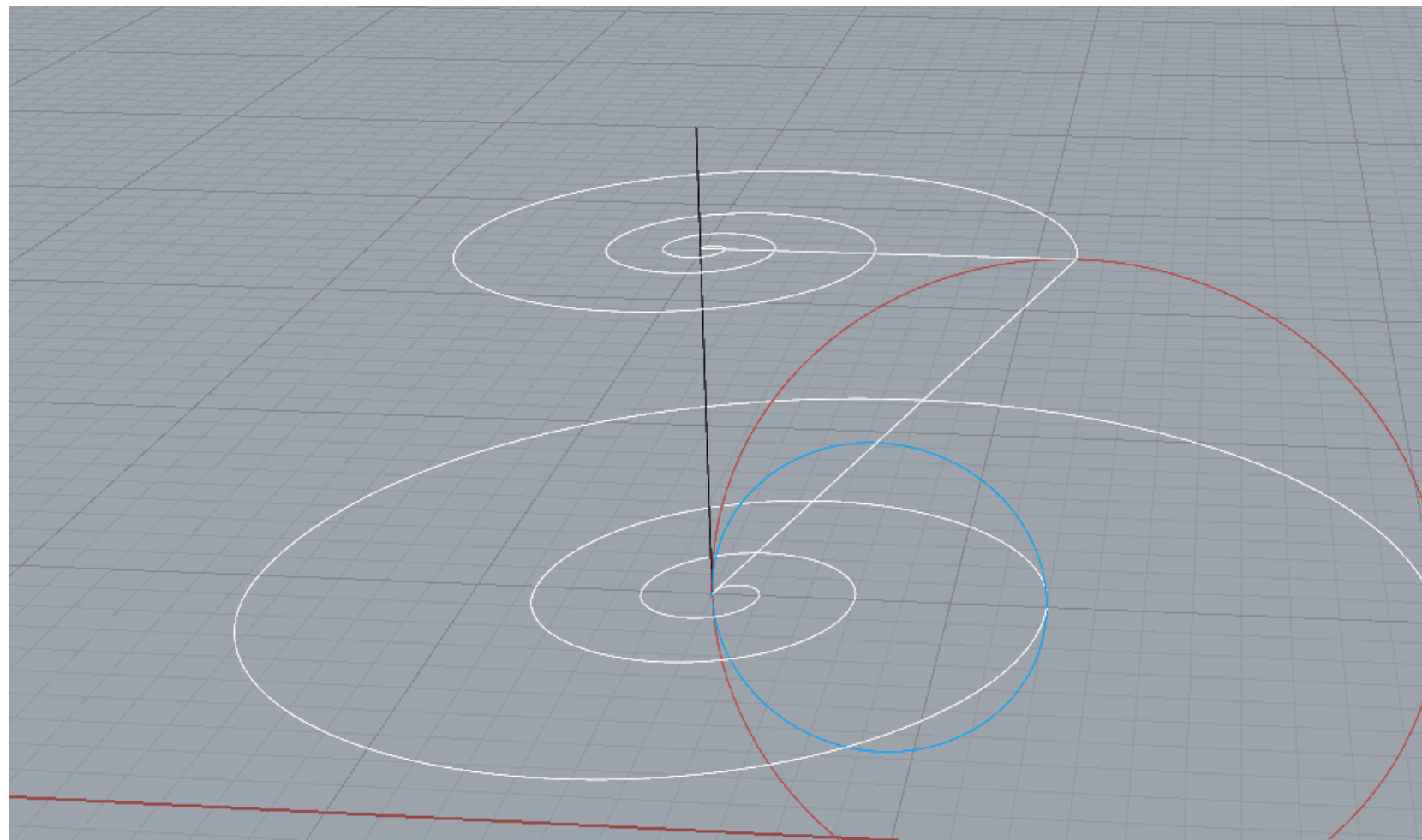
Depois criamos 2 circunferências verticais (vermelha e azul) de 2 pontos, indo desde o centro até cada semicircunferência que interseta a linha horizontal.

Em seguida fazemos outra **linha** desde o quadrante da circunferência maior (vermelha) até à linha vertical.

Com as “curva espiral” unidas pelo do **join**, copiamos e a colocamos no plano da linha horizontal superior.

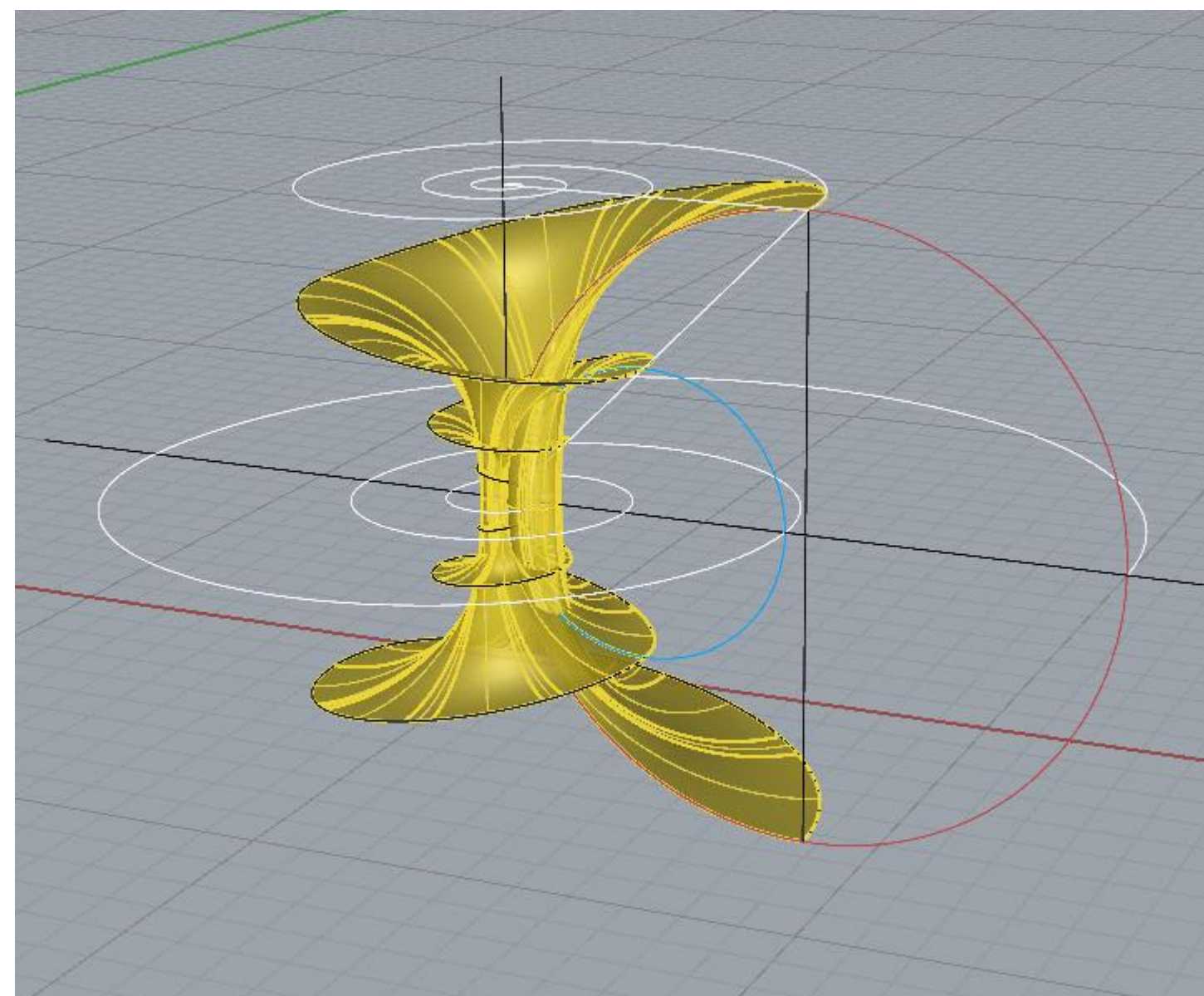
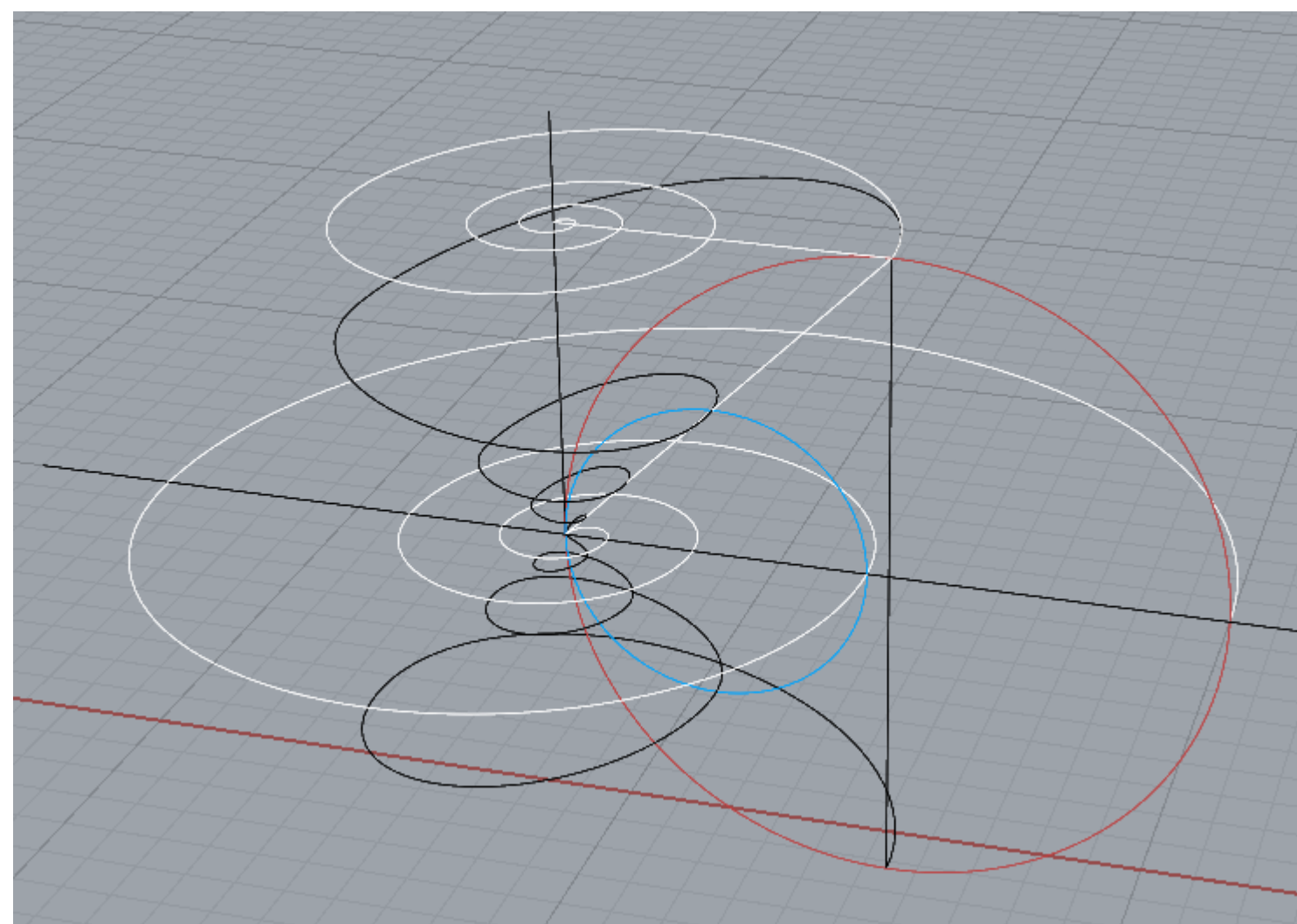
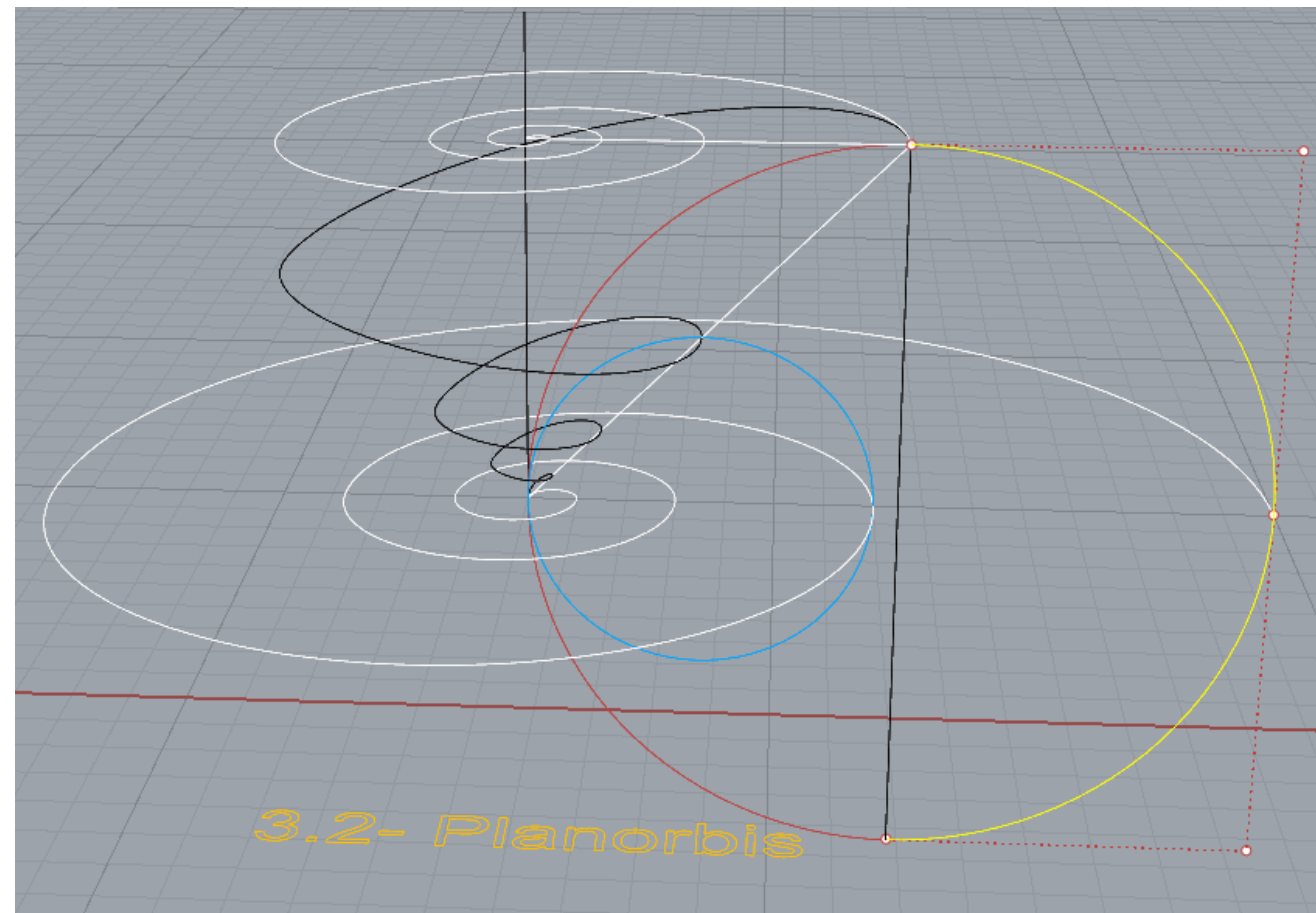
Para a forma ficar no tamanho correcto, usamos o **scale** e levamos o ponto exterior até ao extremo da linha horizontal.

Nautilus



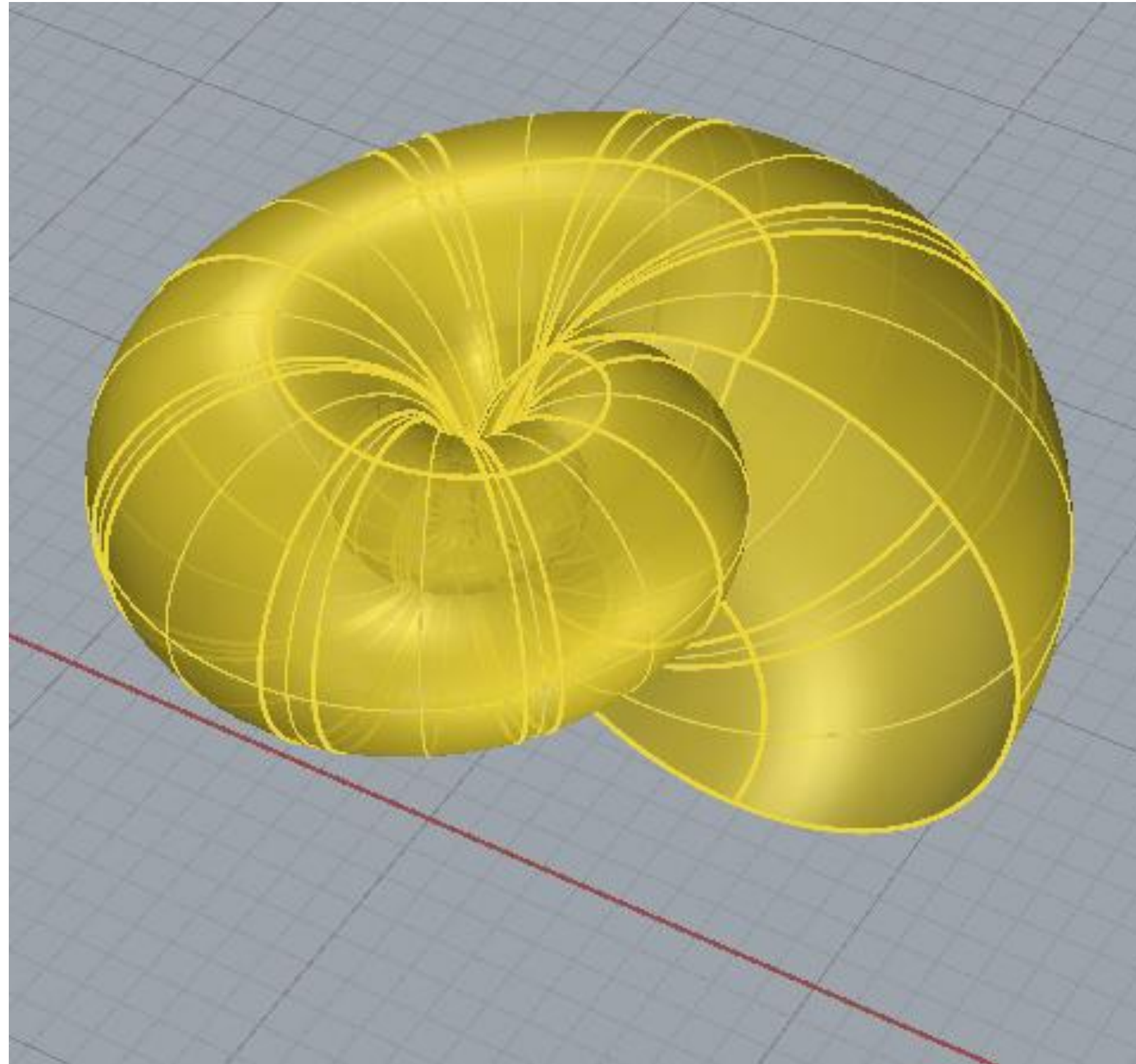
Depois fazemos uma **linha** o quadrante da circunferência vertical vermelha ate a **linha vertical** (centro).
Tendo isso com o **revolve** criamos um cone invertido para conseguir projetar a “curva espiral” maior e Para isso usamos o **project**.

Nautilus

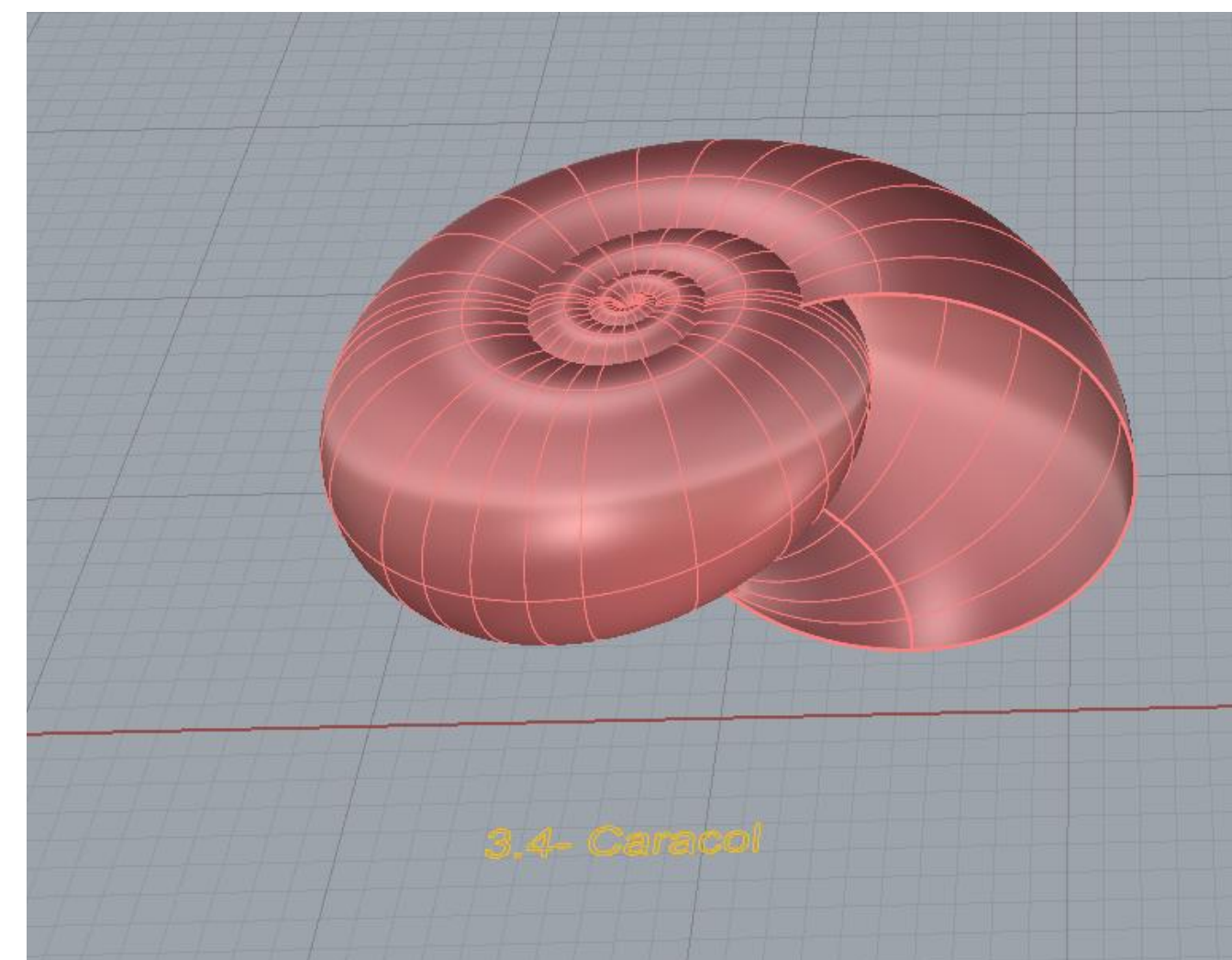
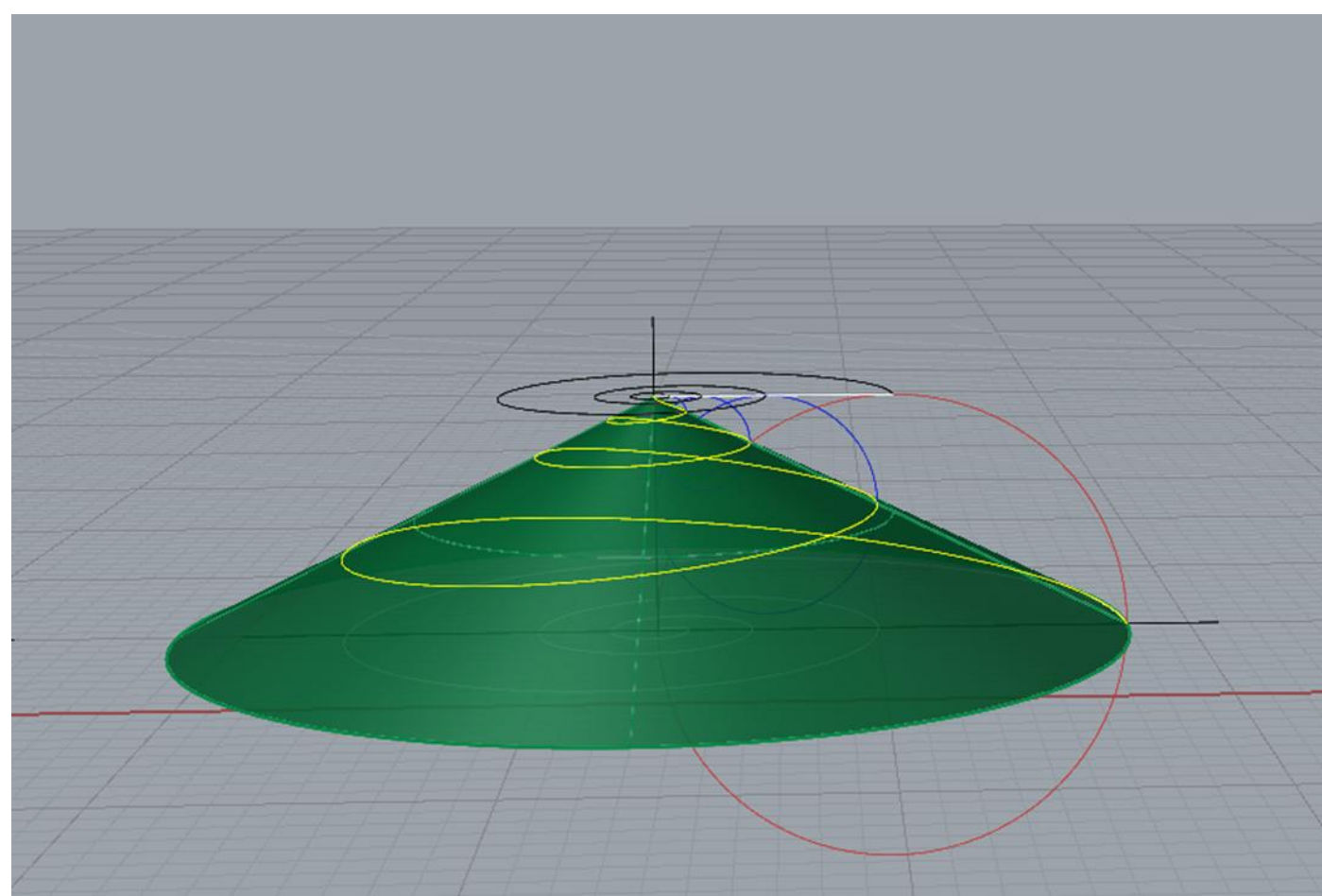
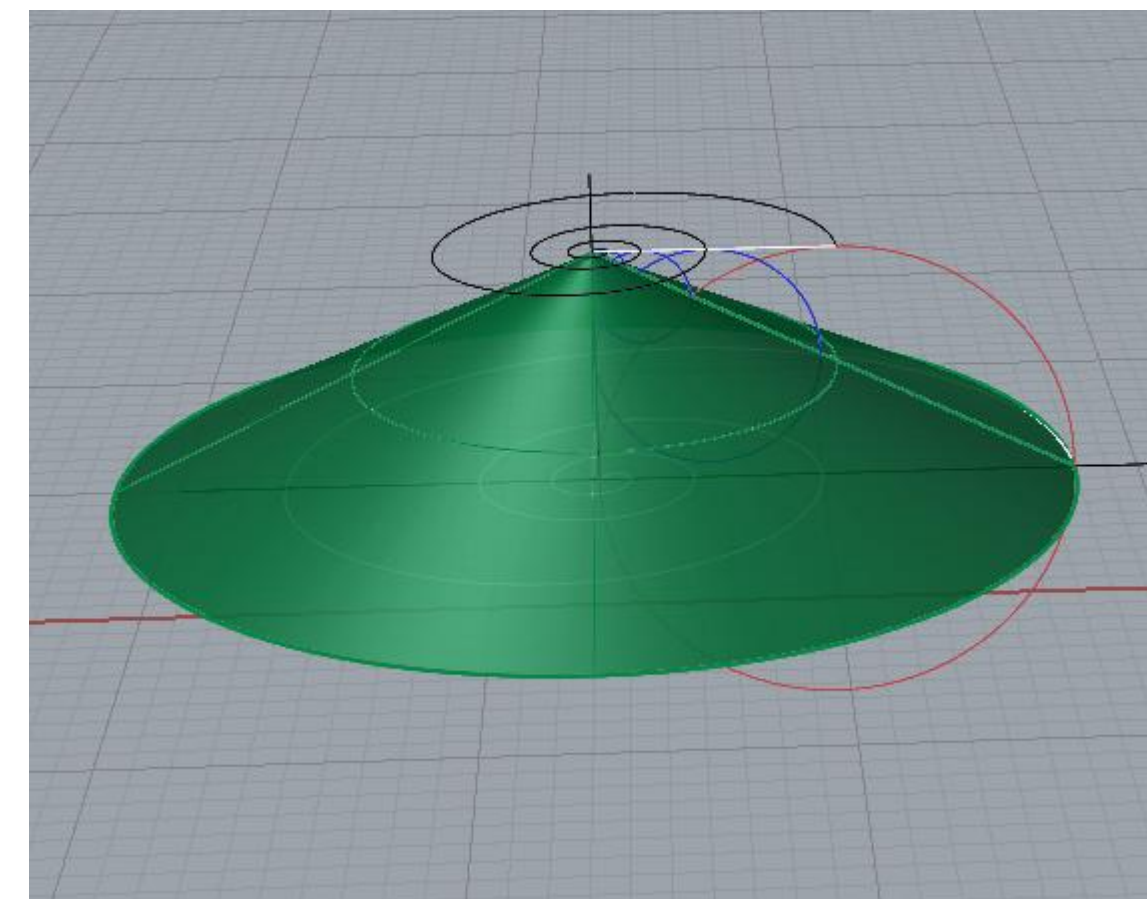
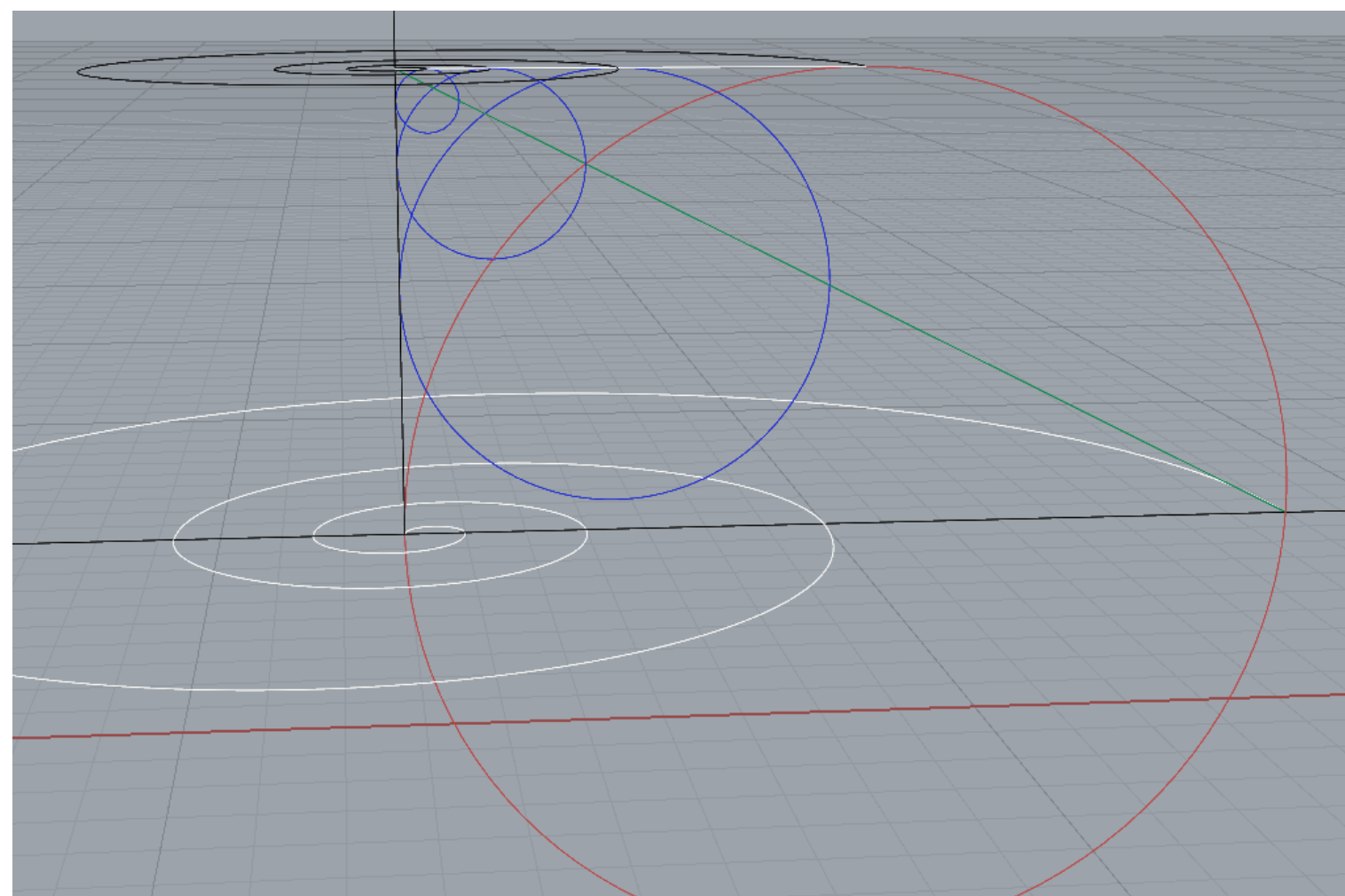
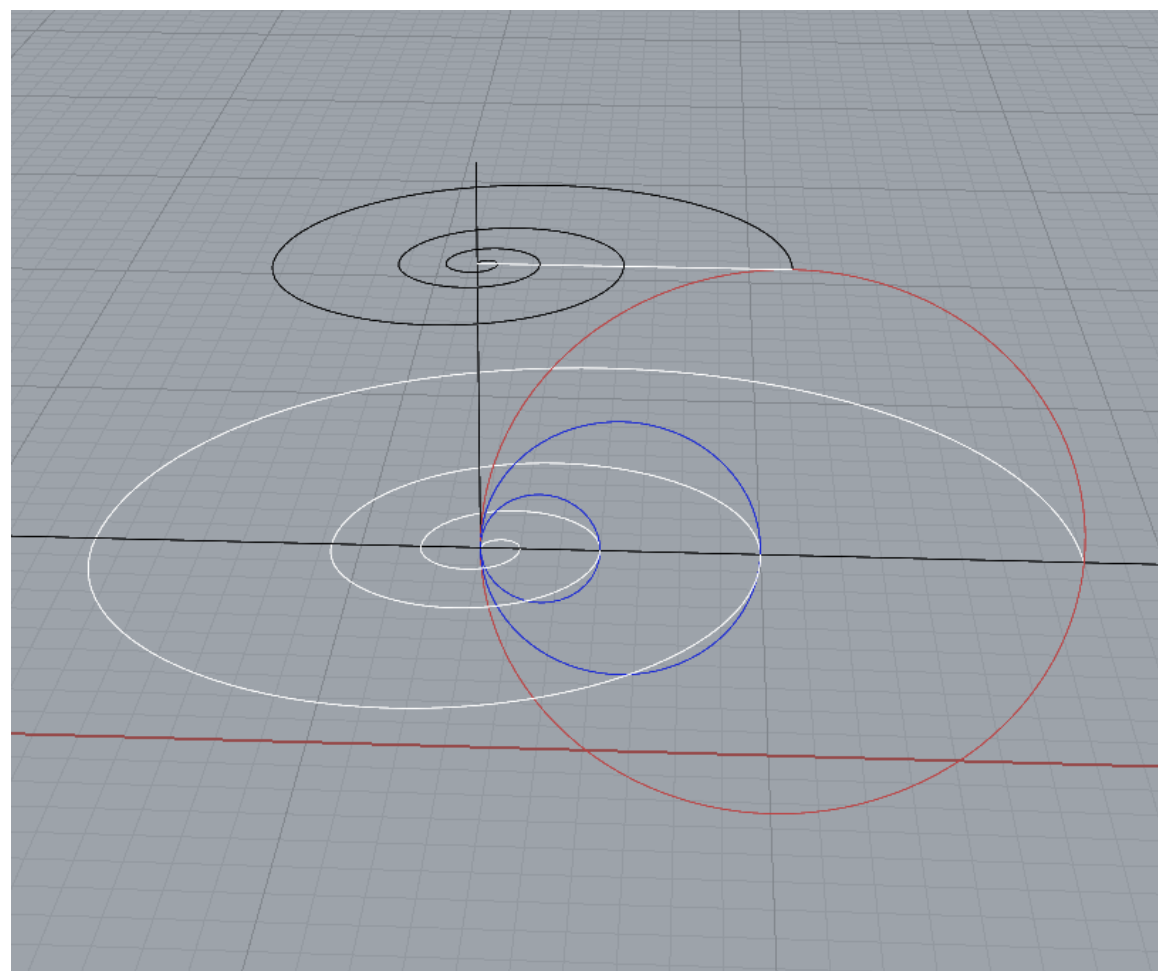


Tendo a espiral projetada, fazemos o **mirror**, para termos ela na parte de baixo, dividimos a circunferência vermelha e por fim usamos o **sweep2** para a forma completa

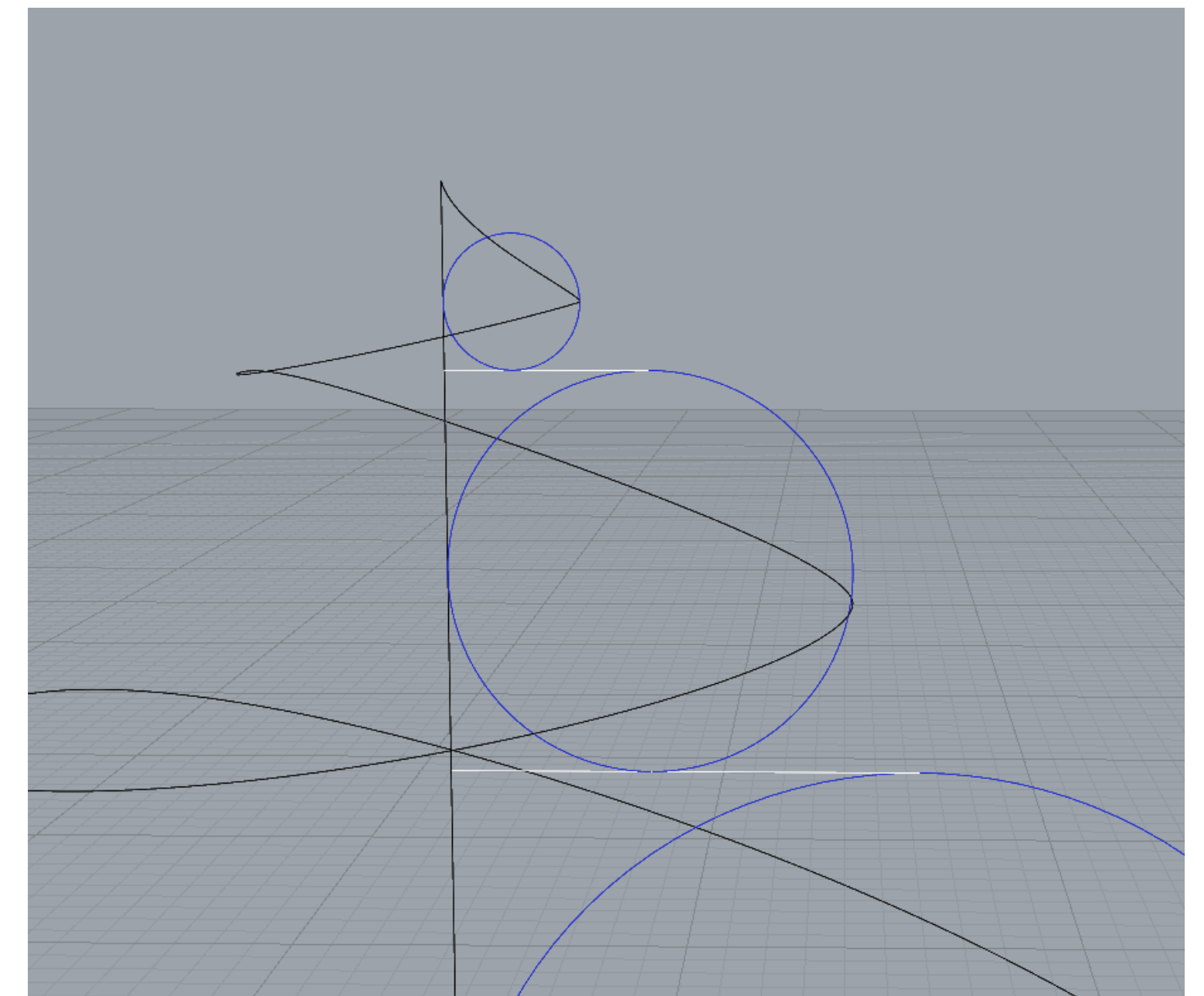
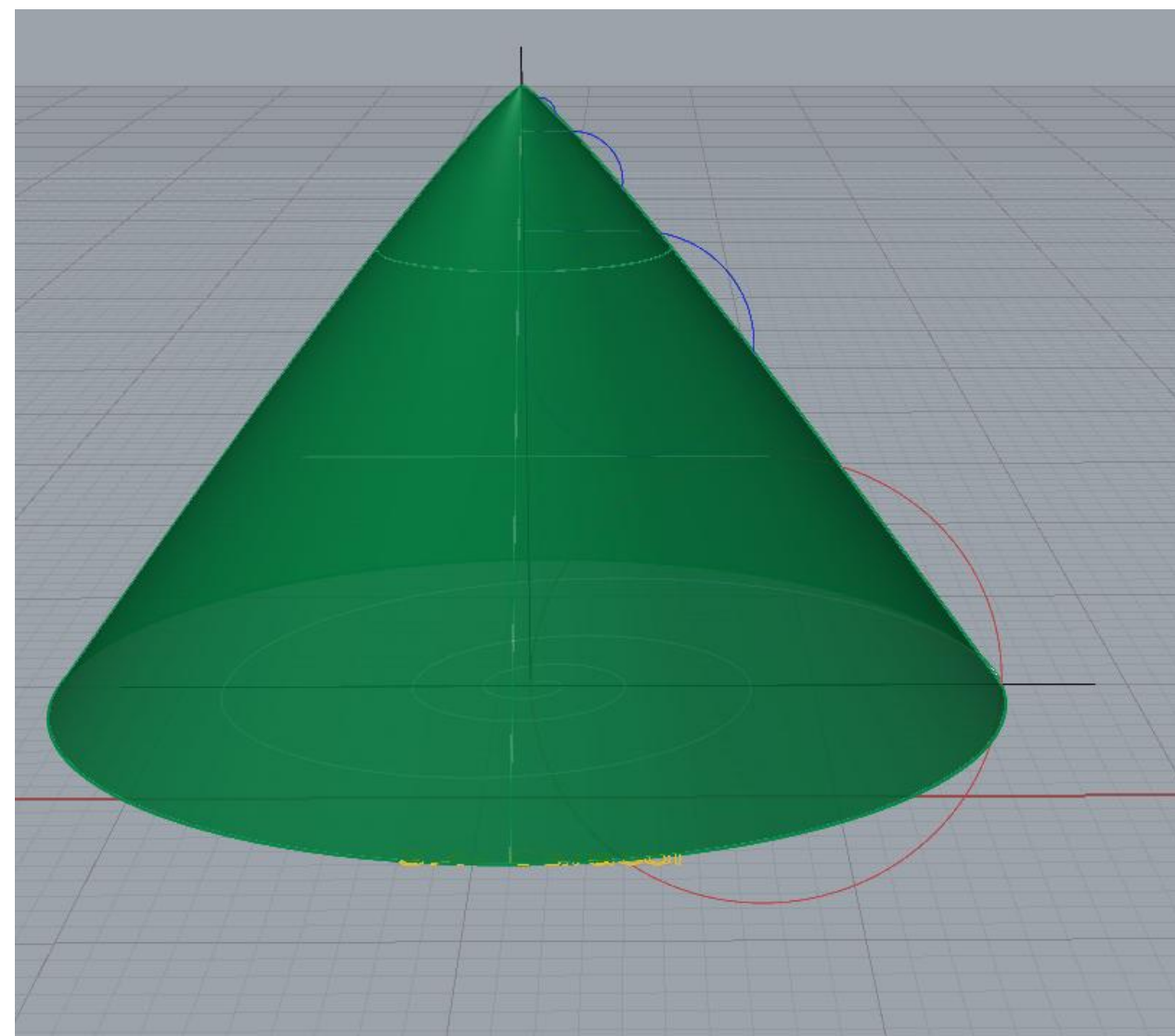
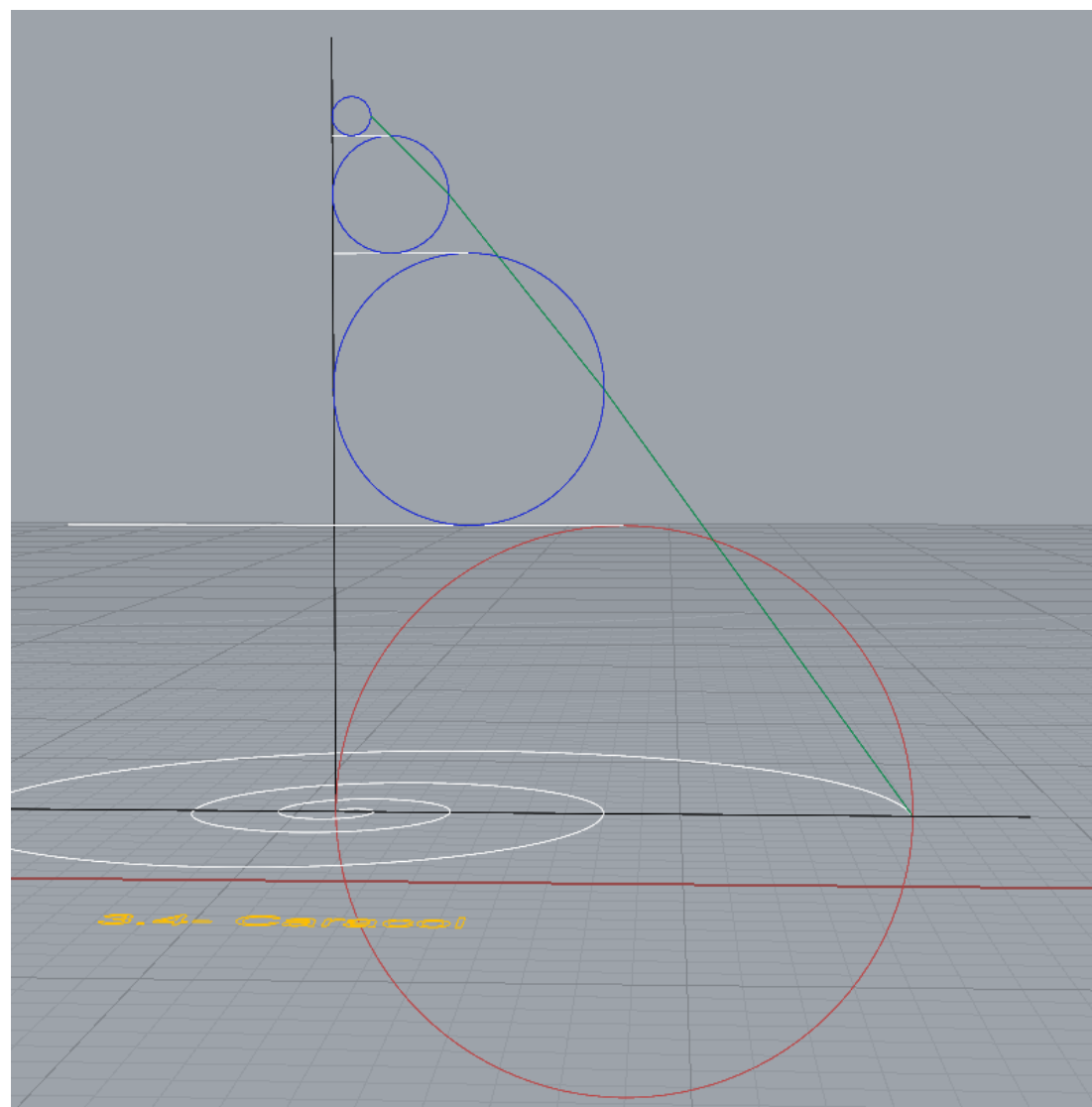
Nautilus



Nautilus



Caracol



Tendo como base a forma inicial do caracol, começamos por elevar as circunferências criadas(azuis), posicionando-as umas por cima das outras.

Depois usamos o **spline** para criar uma linha a partir de cada quadrante horizontal das circunferências.

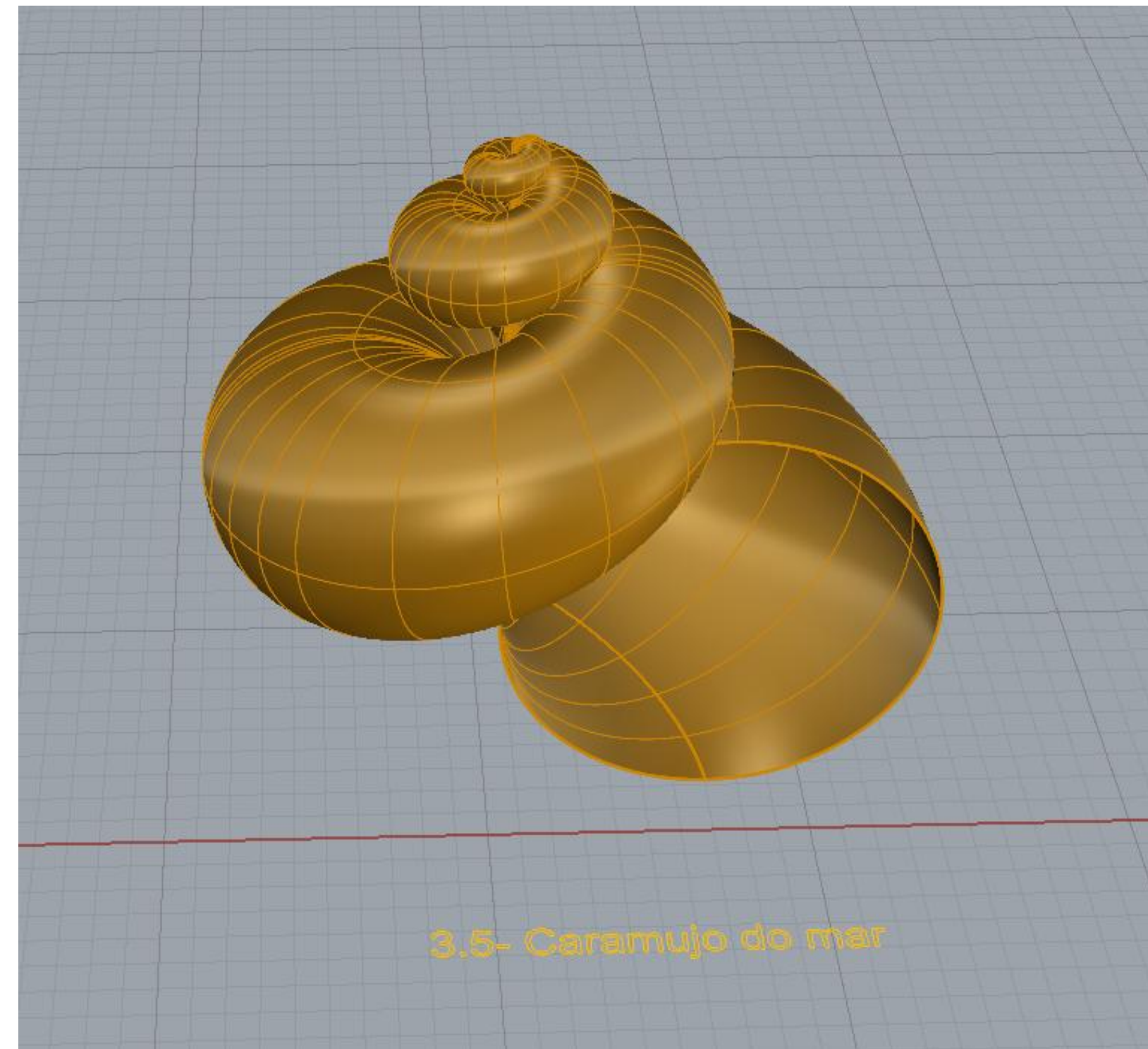
Para finalizar a linha criada com o spline utilizamos o **extend**, para prolongar até a linha vertical

A partir dessa linha fazemos o **revolve** para criar a superfície “conica”

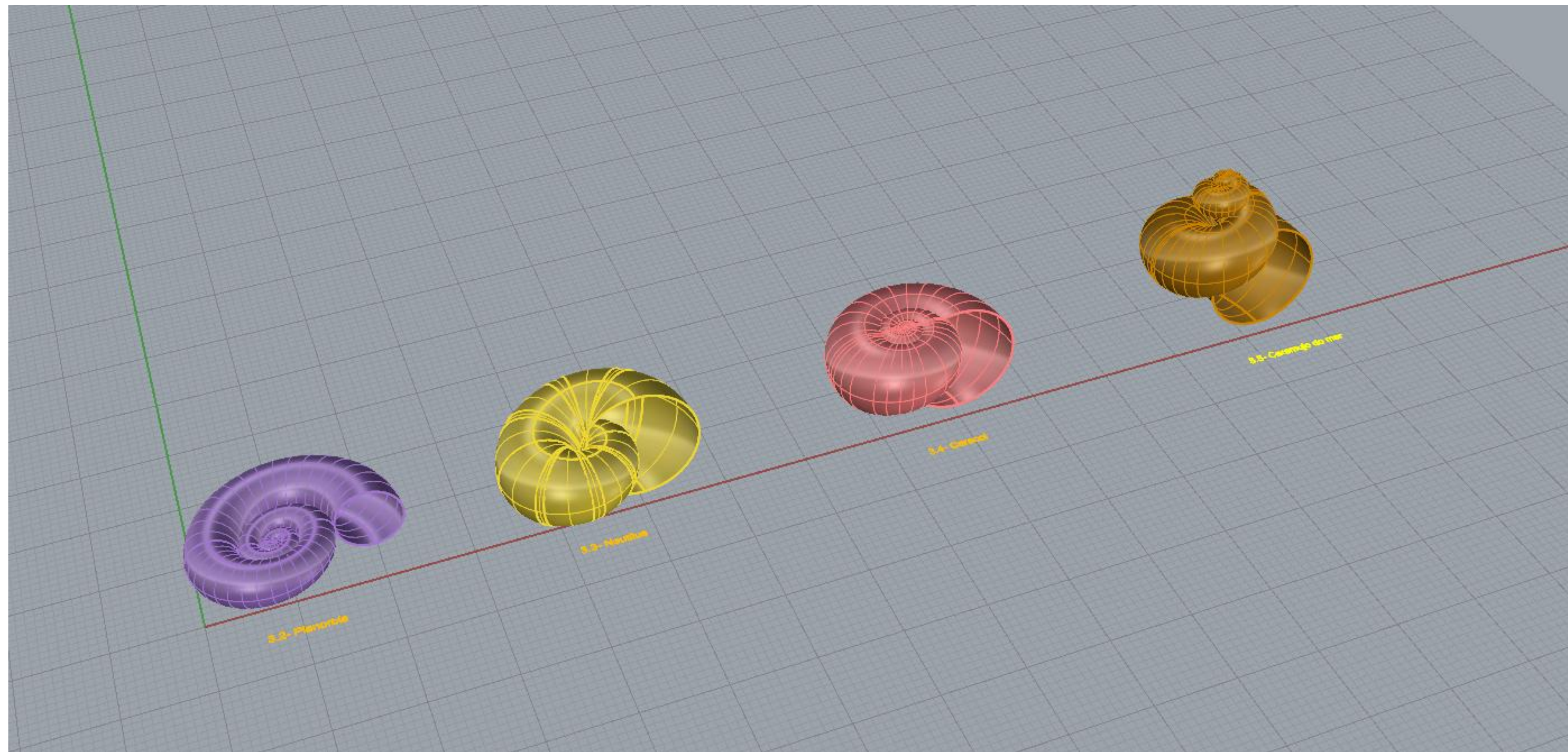
Tendo isso, usamos o **project** com a espiral inferior, para que as linhas da espiral fiquem projetadas no “cone”

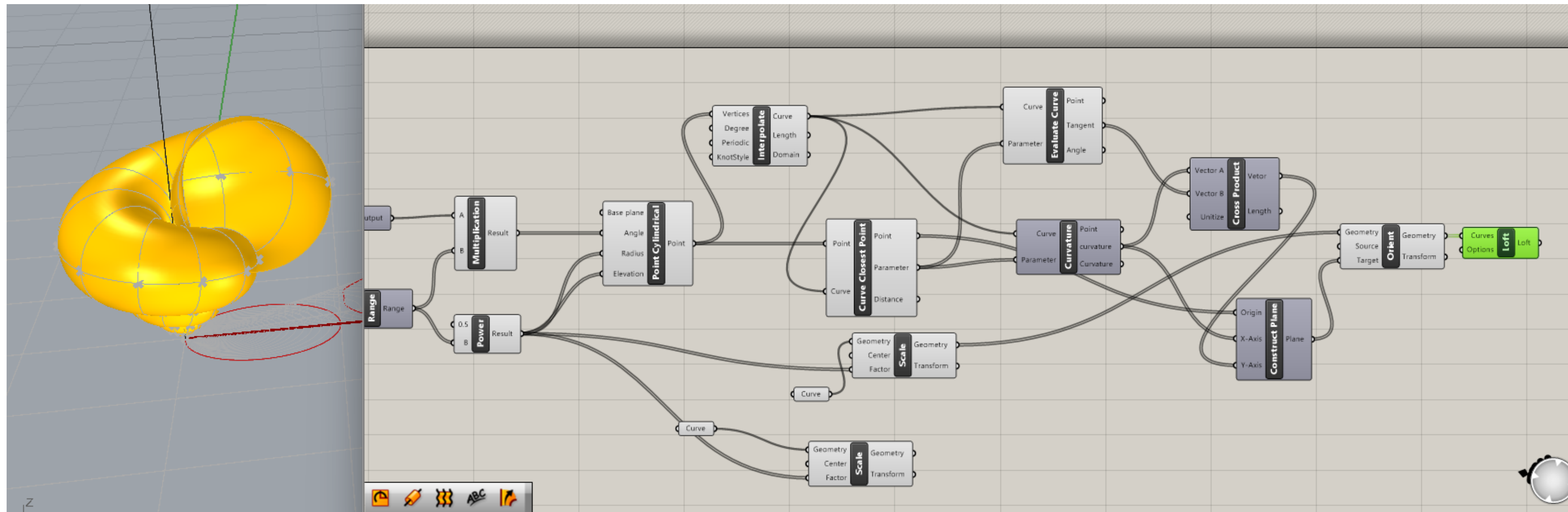
Por fim usamos o **sweep2** para criar a forma do caramujo.

Caramujo do mar



Caramujo do mar





Para fazer o caramujo no grasshopper começamos com o **Domain**, conectamos a um Range, para definir os pontos ao longo da forma. Depois adicionamos uma **Multiplication**, onde o **B** é **10**, e conectamos essa multiplicação ao **Number Slider** e aos Steps do **Range**. Em seguida acrescentamos um **Factor**, onde utilizamos o **2**.

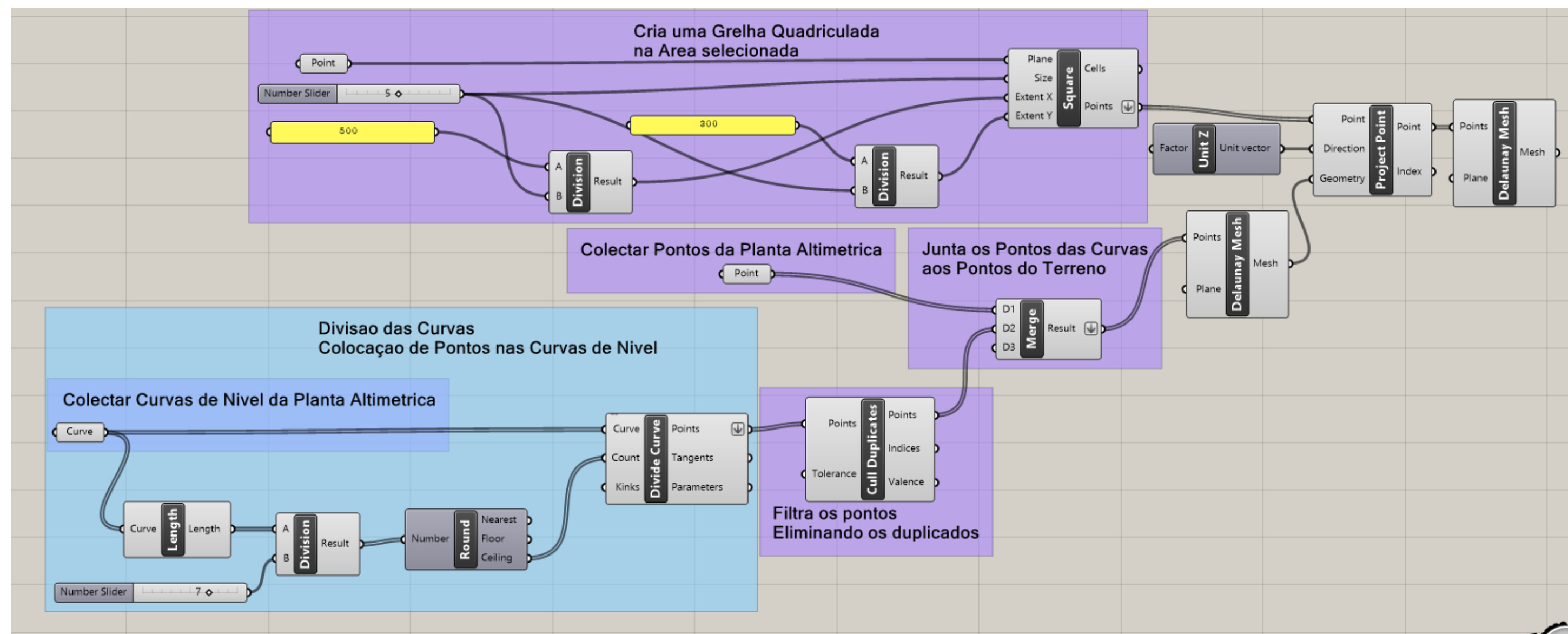
A partir desse **Factor** e do **Range**, fazemos outra **Multiplication** e conectamos o resultado a um **Point Cylindrical**. Depois adicionamos um **Power**, onde o **A** é **0.5**, e ligamos esse componente ao Radius e ao Elevation do **Point Cylindrical**. Tendo os pontos, usamos um **Interpolate** e conectamos os Vertices, para formar a curva.

A partir do **Point Cylindrical**, adicionamos também um **Curve Closest Point** e conectamos o **Curvature** e **Evaluate Curve** aos Parameter.

Em seguida, a partir desses dois componentes, fazemos um **Cross Product**. Depois conectamos o Result do Power a uma **Scale**, que está ligada a uma curva criada no Rhino. Fazemos o mesmo processo novamente, mas utilizando outra curvatura. Com uma das Geometries da Scale, adicionamos um **Orient**.

Por fim, tendo o Orient, usamos um **Loft**, para dar a forma tridimensional do caramujo

Caramujo no Grasshopper



A partir daí adicionamos um **Delaunay Mesh**.

Para a **Mesh** ficar mais suave, começamos por fazer um retângulo no Rhino e adicionamos um ponto.

Voltando ao Grasshopper criamos um **Point** e interligamos os dois.

Depois, a partir desse **Point**, adicionamos um **Square** ligado a um Number Slider.

No Extent X colocamos uma **Division** ligada a um Panel com o valor 500 e, no Extent Y, outra **Division** ligada a outro Panel com 300.

Esses valores são o tamanho do retângulo criado no Rhino.

Por fim, ligamos tudo a um **Project Point**, onde o Plane corresponde ao **Square**, a Direction é um **Unit Z** e a Geometry é a **Mesh** criada anteriormente.

Para finalizar, criamos uma nova **Delaunay Mesh** e fazemos o bake

Para fazer a superfície do terreno começamos por criar um **Point** e selecionar todos os pontos que fazem parte da volumetria.(o documento cad que importamos para o rhino)

Depois fazemos o mesmo processo para as curvas.

Em seguida unimos um **Merge** ao **Point** e, a partir da Curve, adicionamos um **Length**.

Com esse **Length**, ligamos uma **Division** que está conectada a um **Number Slider**, que tem o valor 7.

Para arredondar os números que temos, usamos o **Round**.

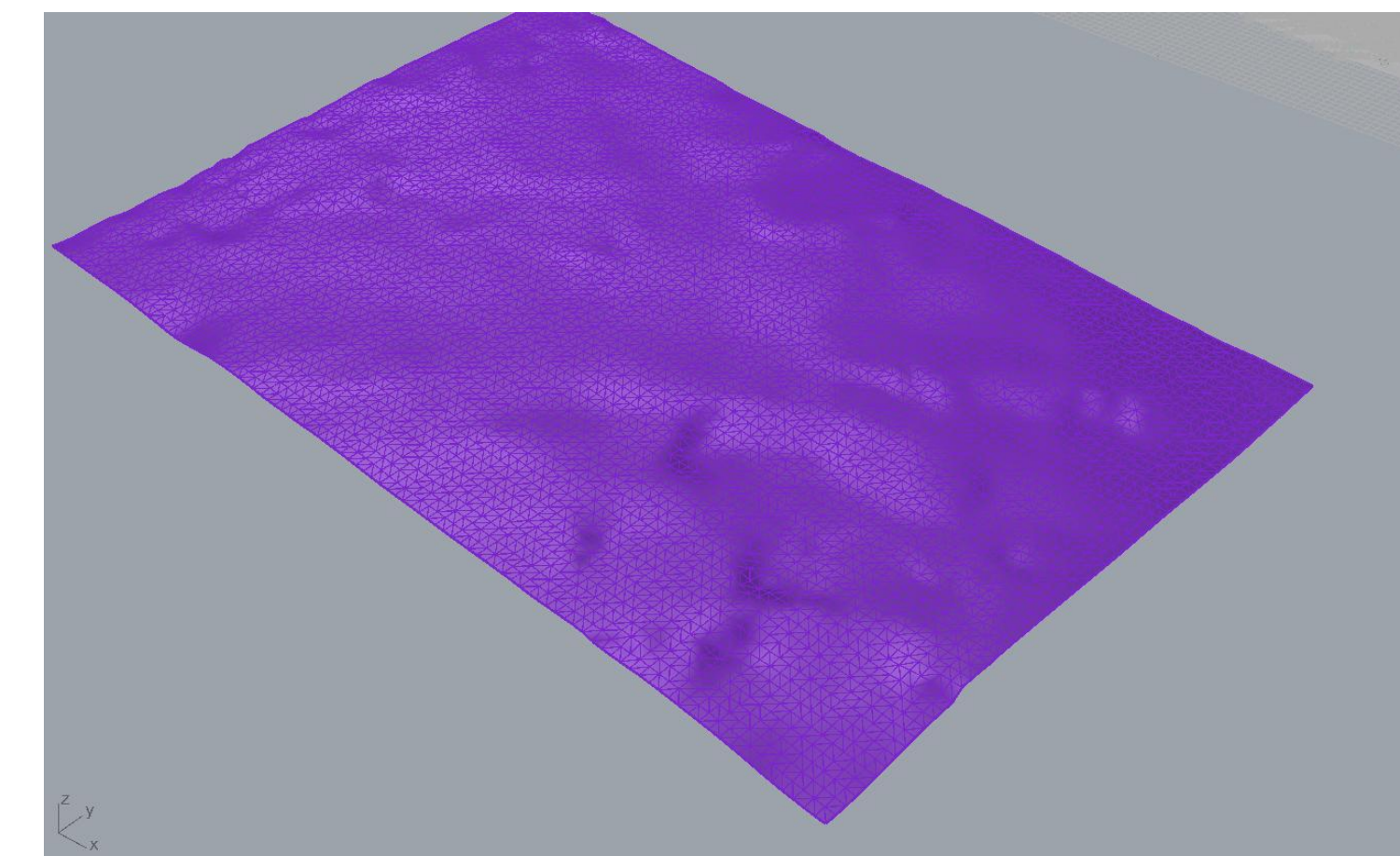
Como queremos que os valores arredondem para cima, ligamos a partir do Ceiling.

Depois adicionamos um **Divide Curve** e conectamos ao **Merge** que tínhamos criado anteriormente.

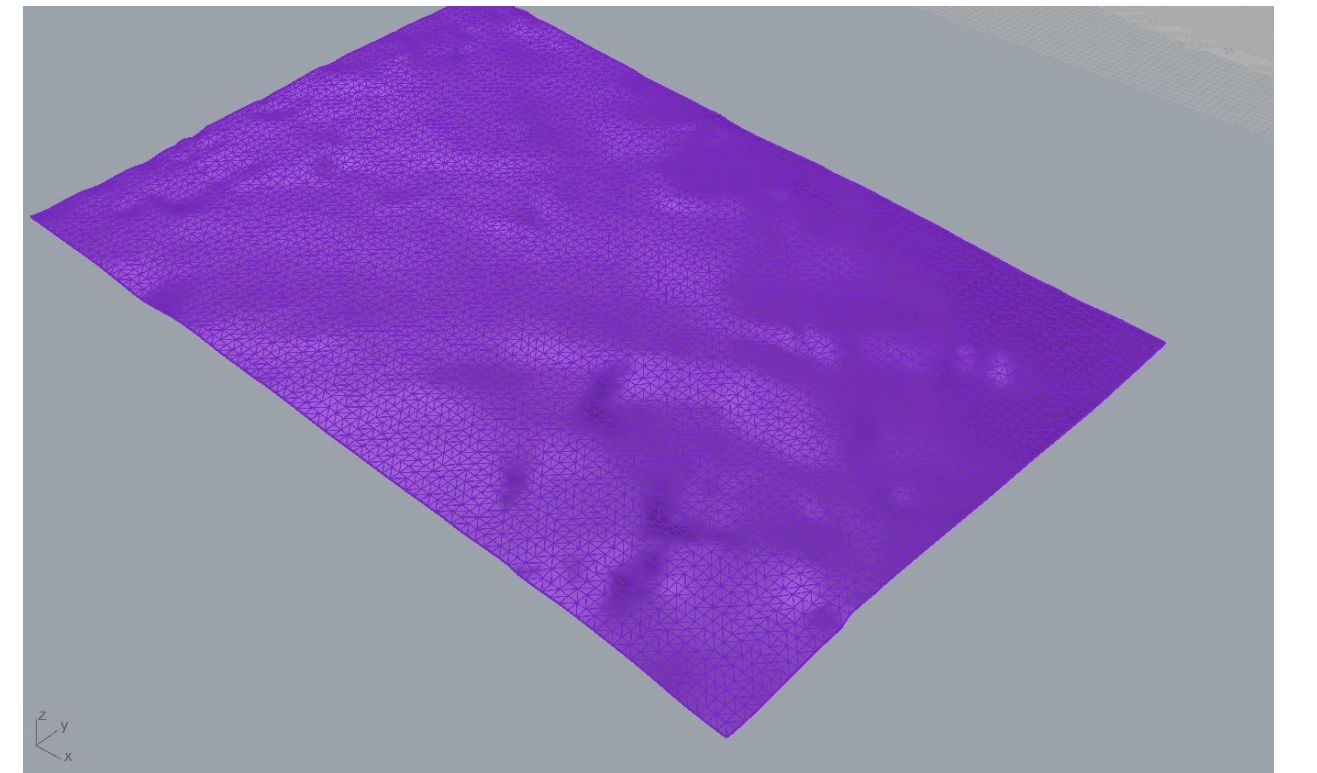
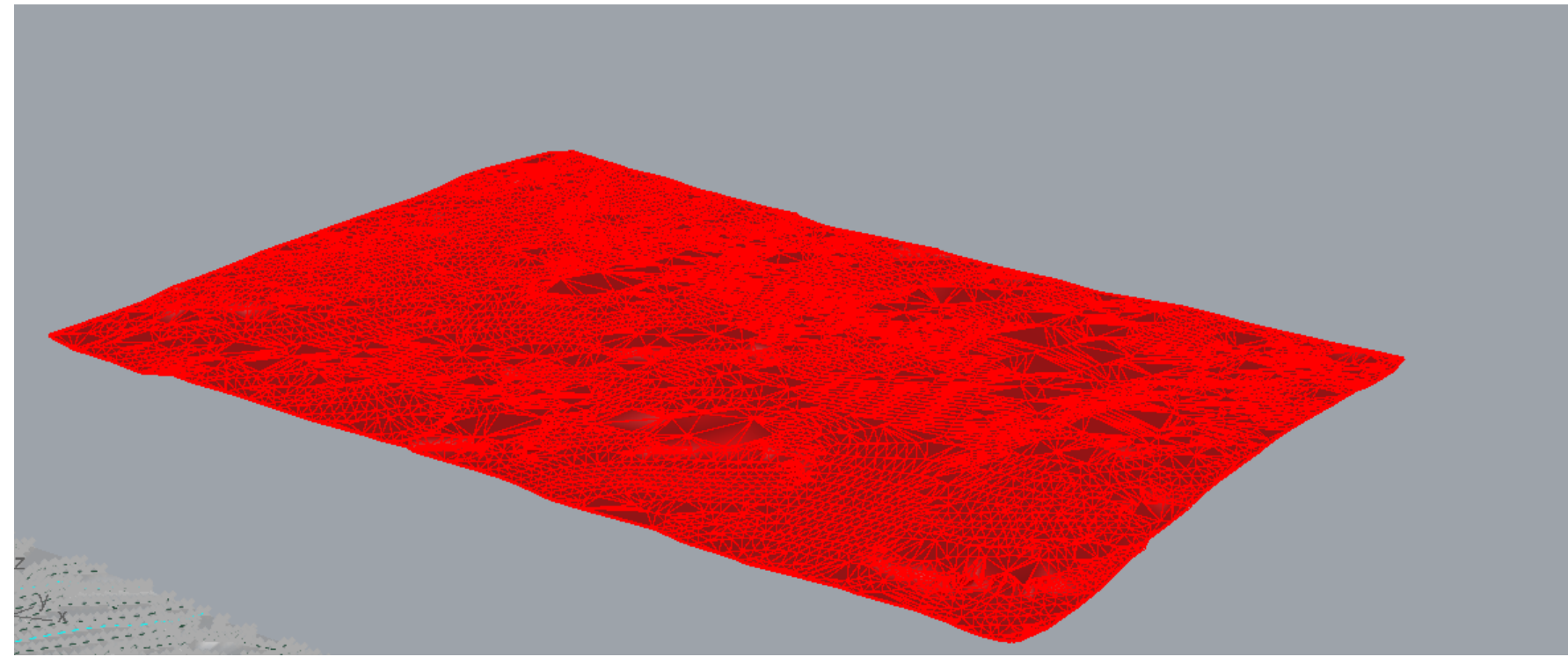
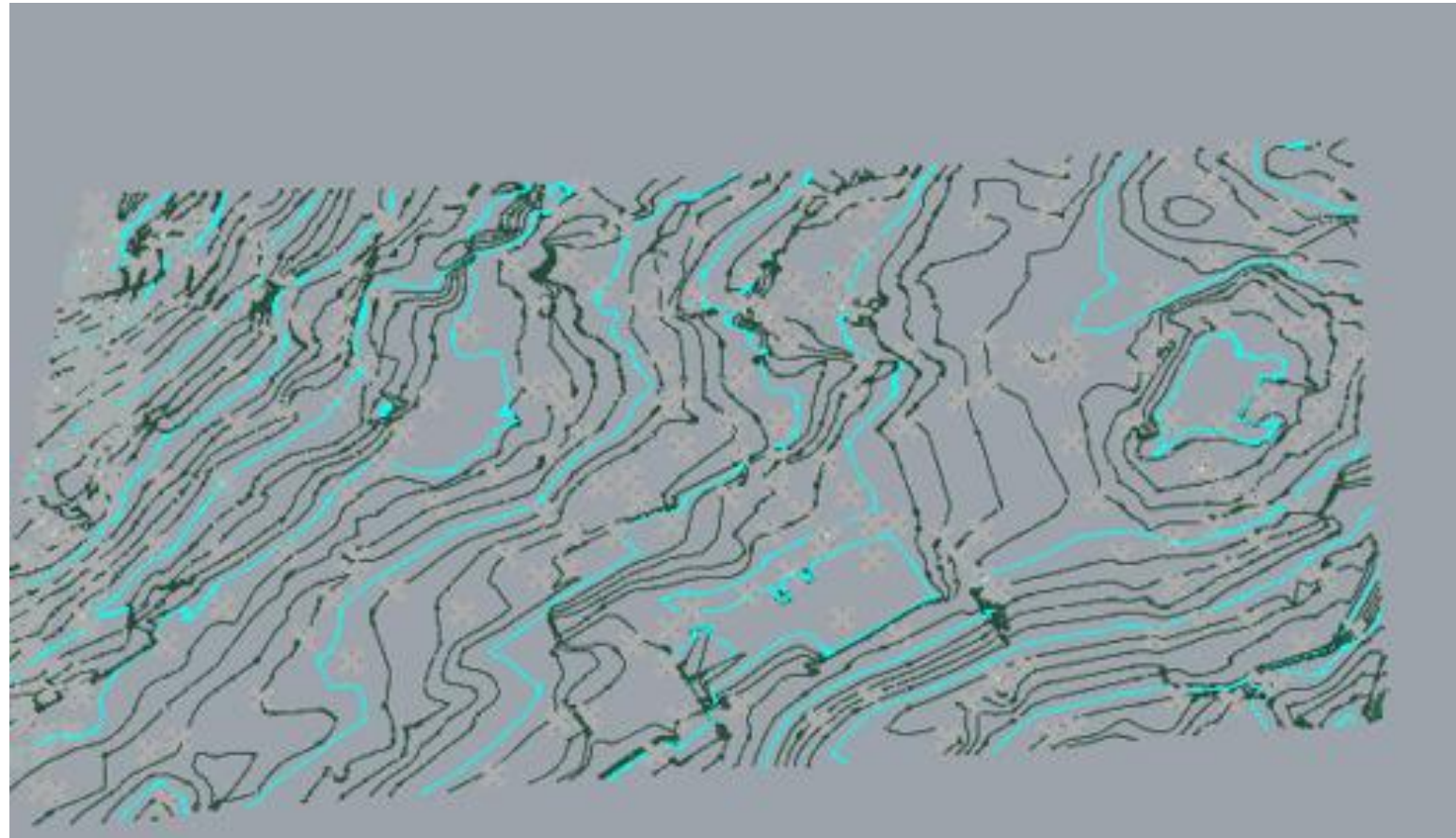
Nos Points do **Divide Curve** fazemos **Flatten**, para todos os pontos ficarem unidos corretamente.

Para eliminar os pontos duplicados, usamos o **Cull Duplicates** e ligamos ao **Merge**, que junta os pontos das curvas aos pontos do terreno.

Nesse **Merge** também fazemos **Flatten** no Result.



Terreno no Grasshopper



Aula. 8 – Programas Rhino

