

Modelação Geométrica e Generativa



2024 1 146

M^a FRANCISCA SILVA



ÍNDICE - Sumário das aulas

1ª aula – 10 de Fevereiro

2ª aula – 24 de Fevereiro

3ª aula – 3 de Março

4ª aula – 10 de Março

5ª aula – 17 de Março

6ª aula – 24 de Março

7ª aula – 7 de Abril

8ª aula – 14 de Abril

9ª aula – 21 de Abril

10ª aula – 28 de Abril

11ª aula – 5 de Maio

12ª aula – 12 de Maio

13ª aula – 19 de Maio

1ª Aula – 10 de Fevereiro

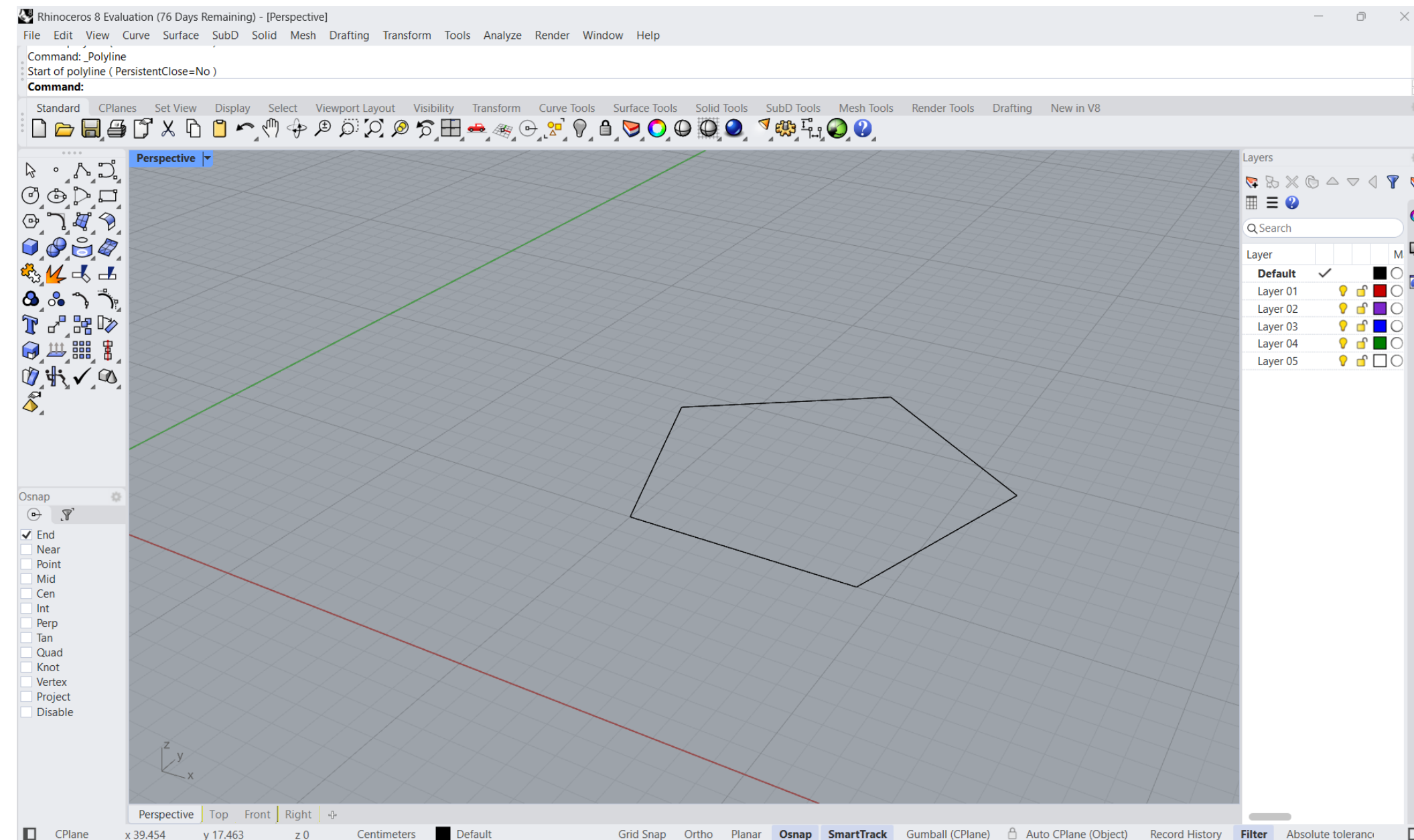
- Apresentação da disciplina;
- Instalar a aplicação Rhino;



2ª Aula – 24 de Fevereiro

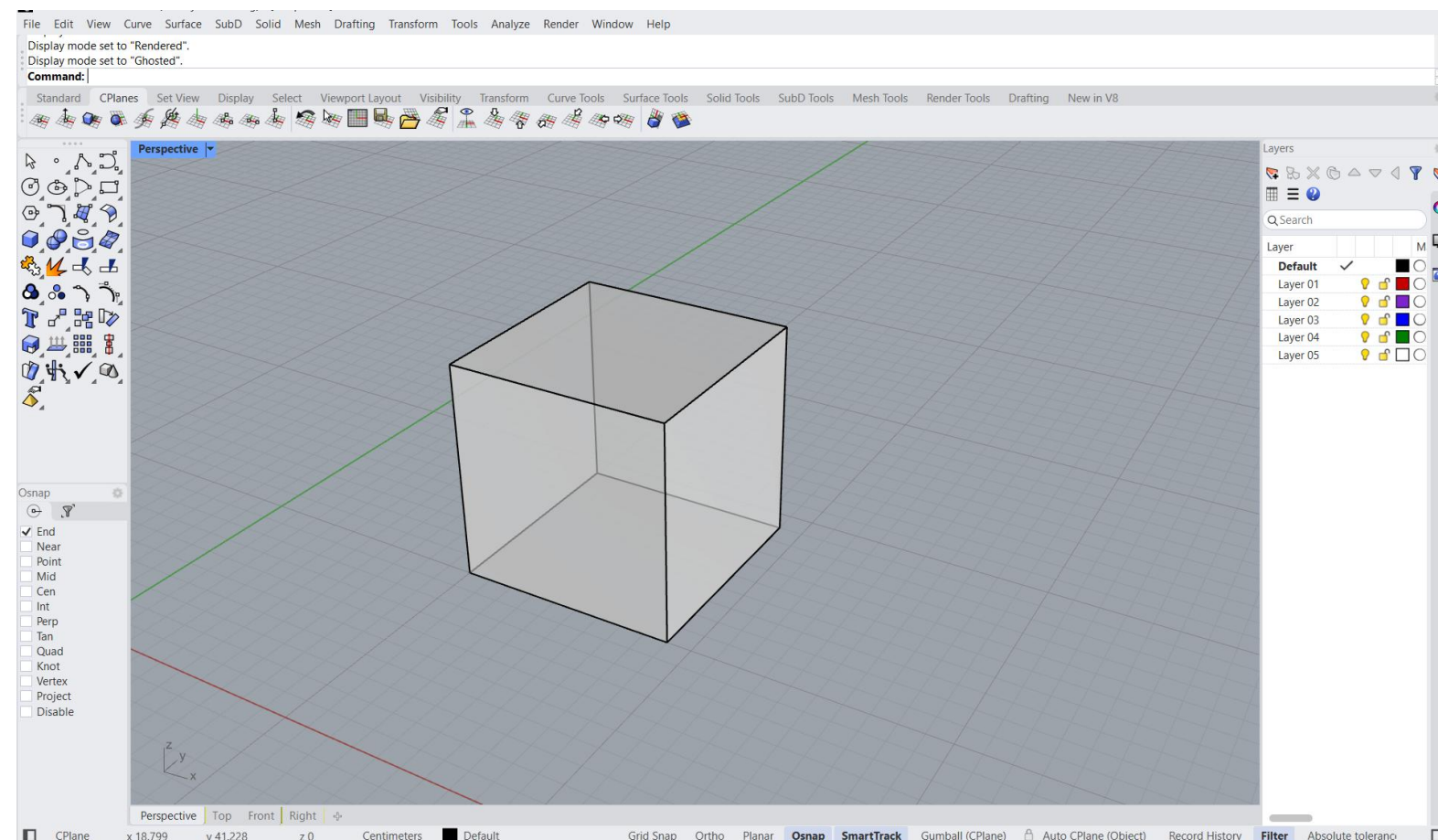
Para iniciar, começamos por fazer uma **Polyline** com as seguintes coordenadas:

20,10
@9<0
@9<72
@9<144
@9<216
C

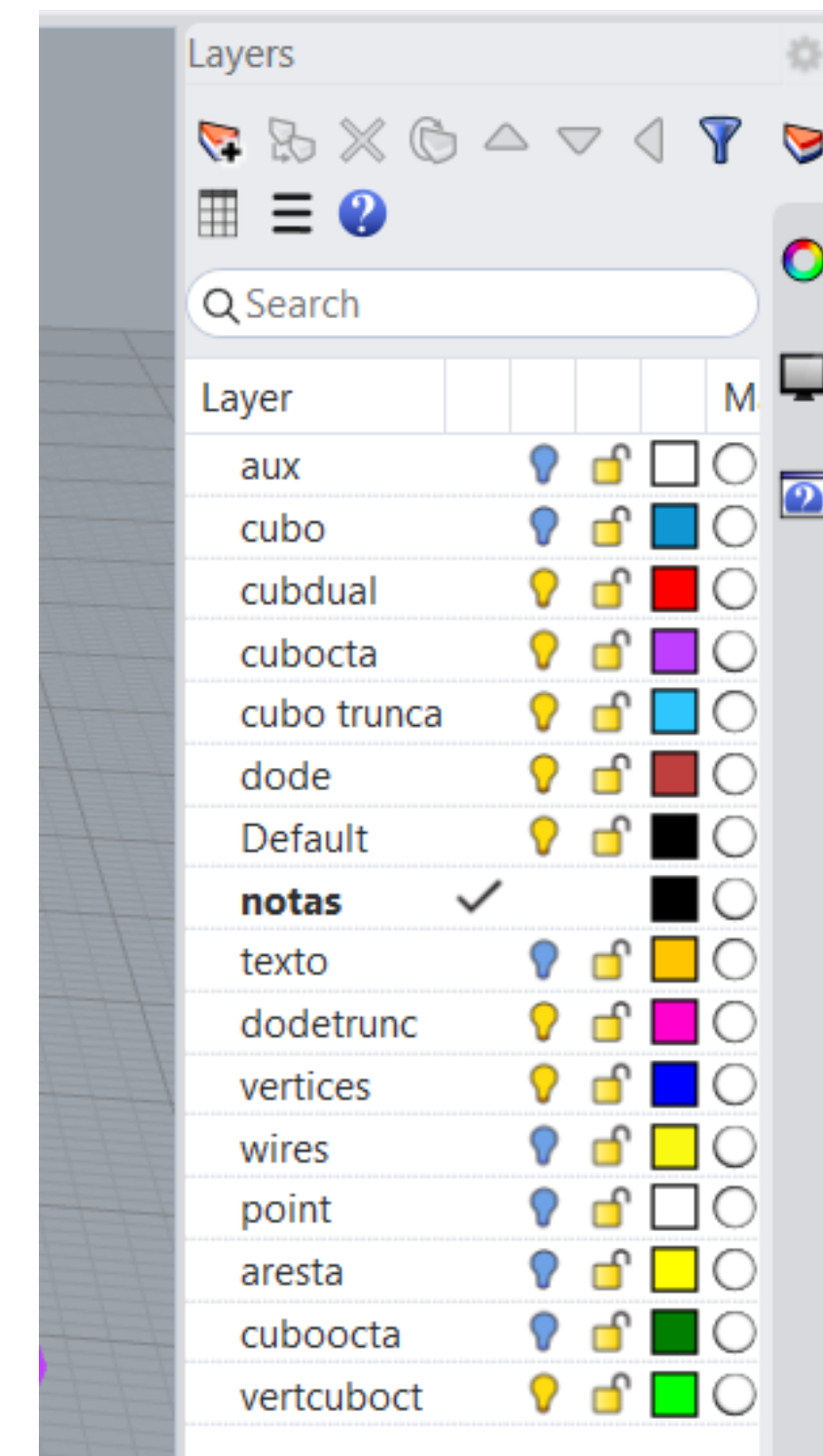


2ª Aula – 24 de Fevereiro

- Fazer um **cubo** com as seguintes coordenadas: 10,10 (localização) ; @9,9 (tamanho da base) e 9 (altura);

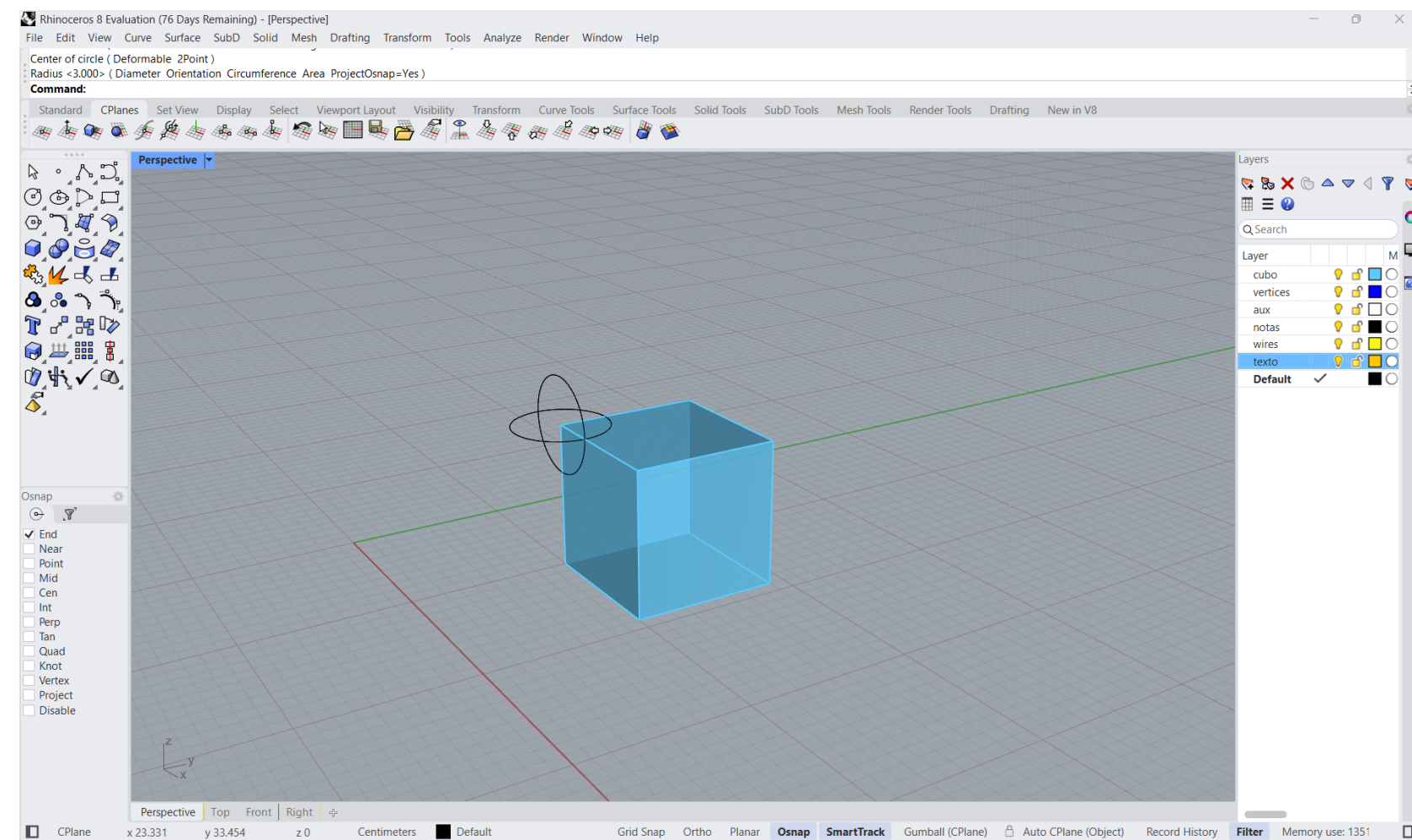


- Criar 7 layers com os nomes de **cubo**, **aux** (auxiliares), **vértices**, **wires**, **notas**, **texto** e **cubo truncado** e de seguida dar alguma transparência ao sólido;

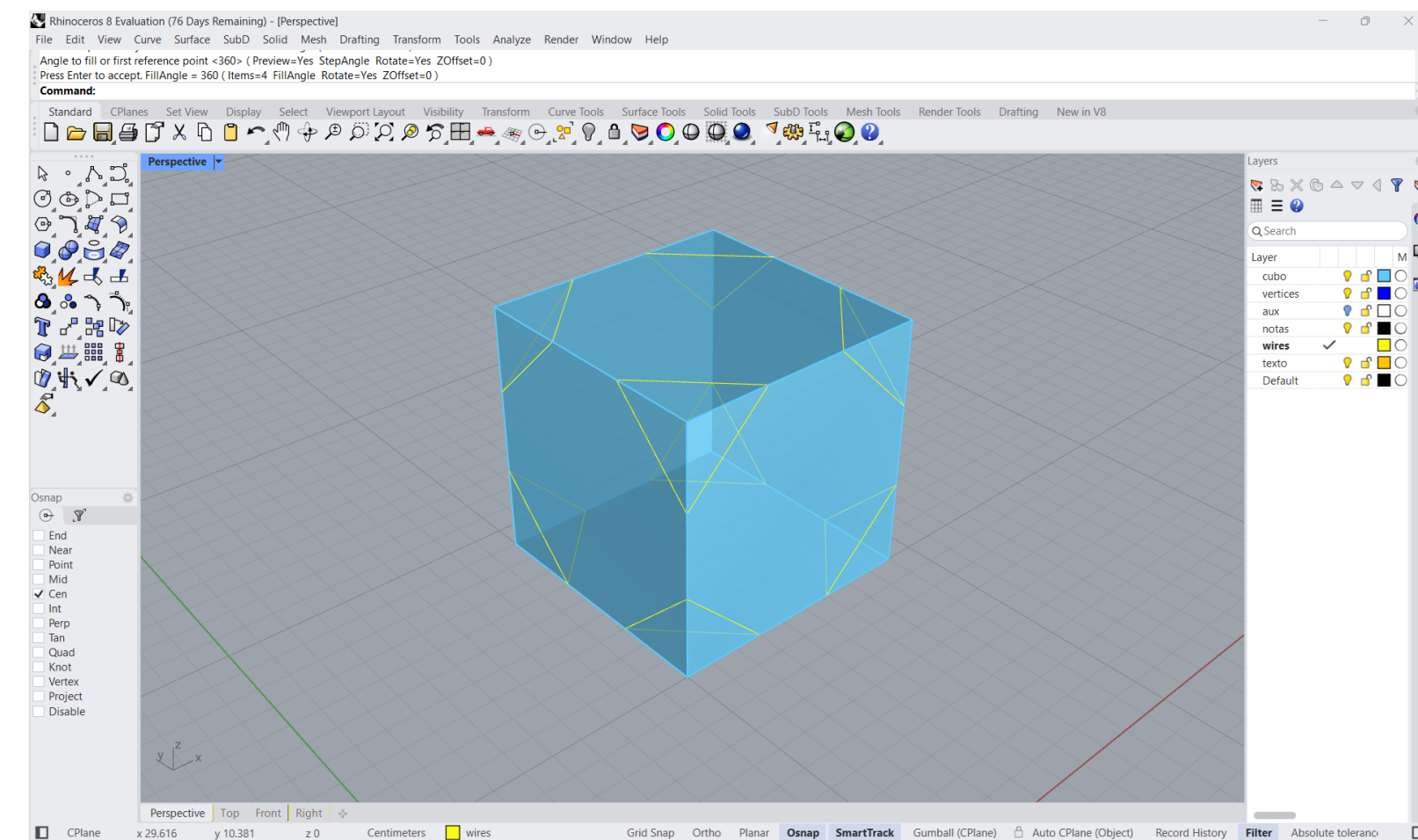


2ª Aula – 24 de Fevereiro

- Fazer **2 círculos** com 3 de raio (um vertical e outro horizontal) com centro num dos vértices do cubo;

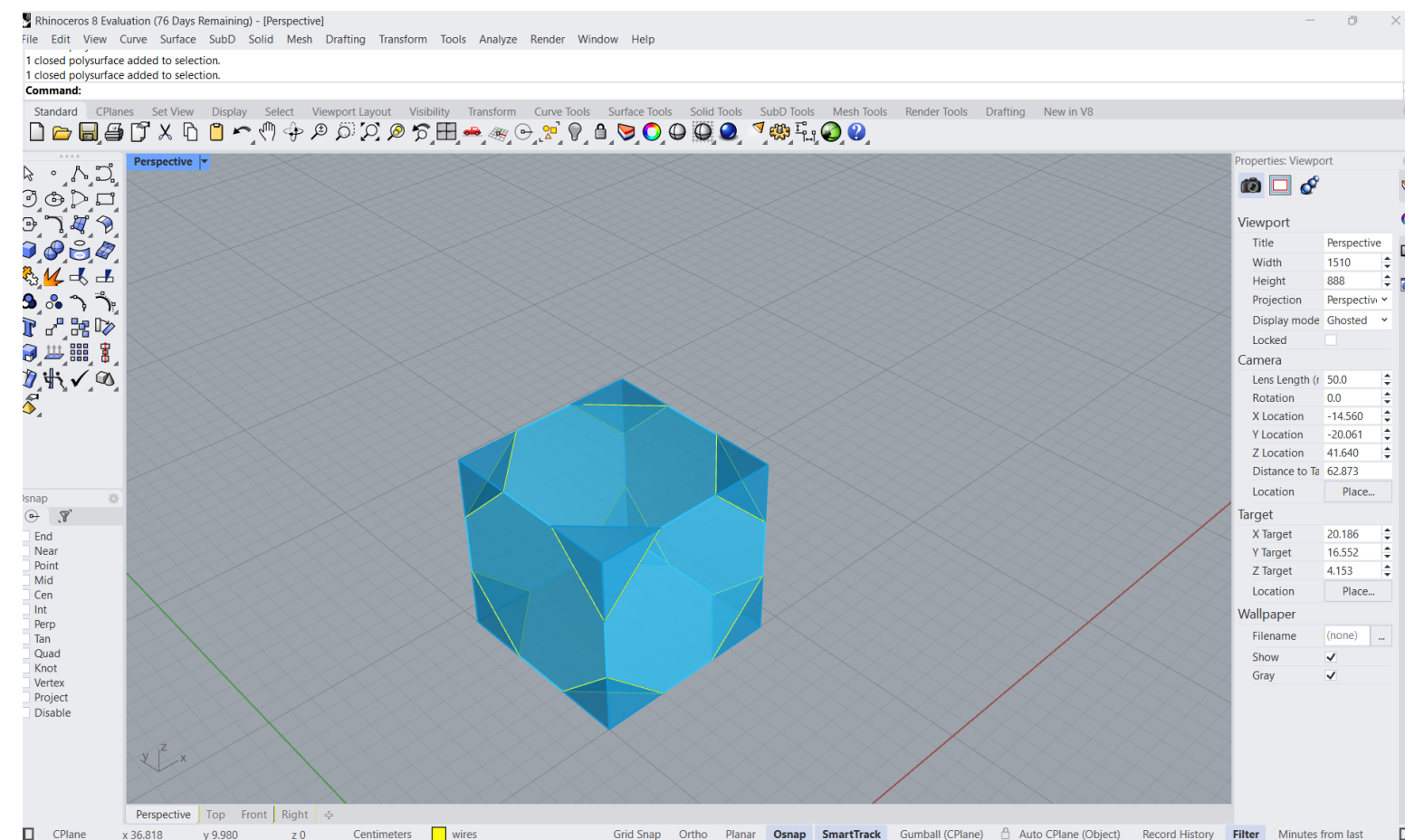


- Fazer **POLYLINES** onde se encontram os pontos de interseção (dos círculos com o cubo);
- Executar **ARRAYPOLAR** para colocar o triângulo resultante da interseção dos pontos em todos os vértices do cubo;

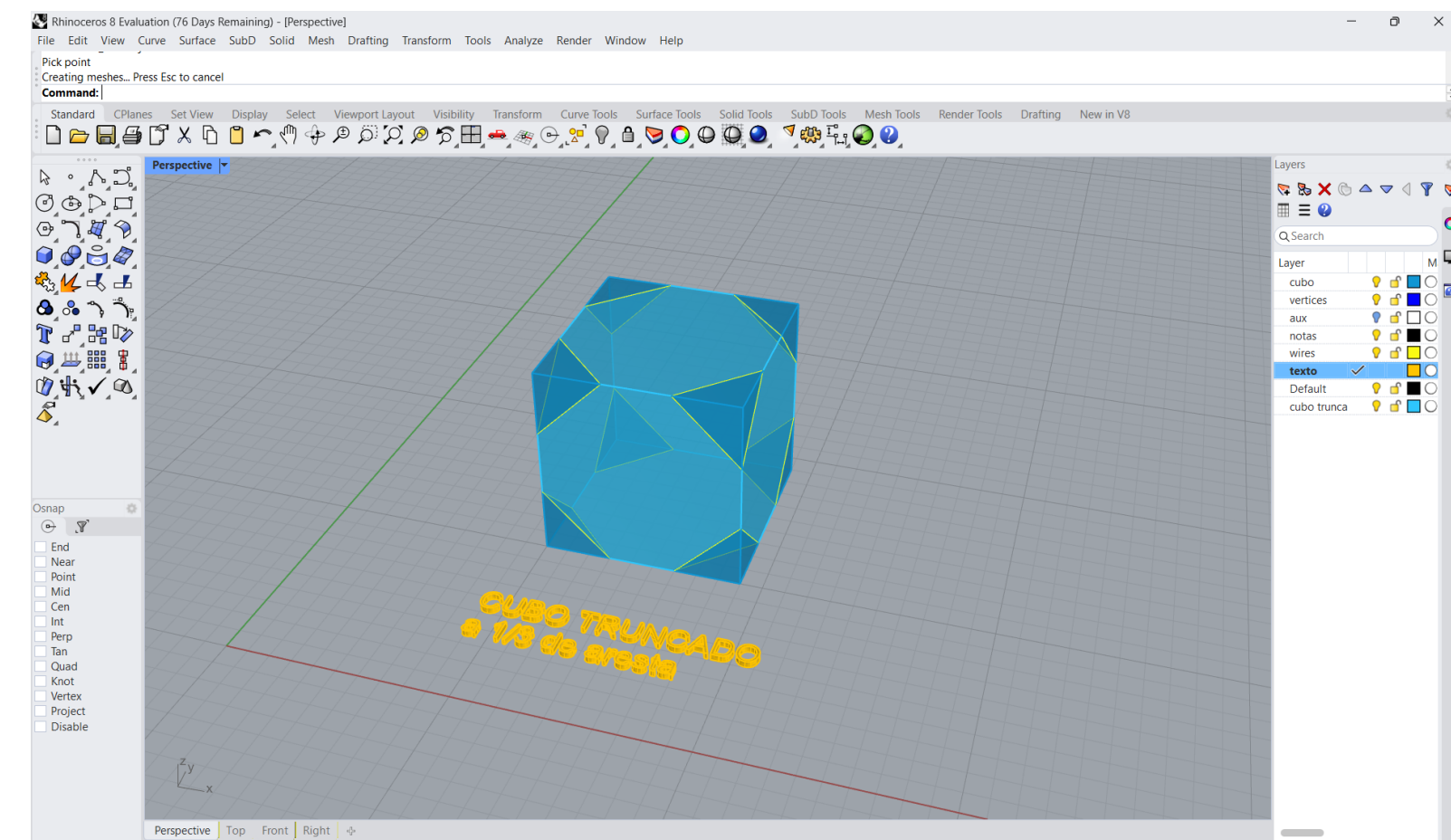


2ª Aula – 24 de Fevereiro

- Escrever **WIRECUT** e selecionar 1 triângulo, e de seguida, o cubo;
- Arrastar o triângulo para fora e repetir o mesmo processo para todos os triângulos que se encontram nos vértices;
- Colocar na **layer cubo truncado**;

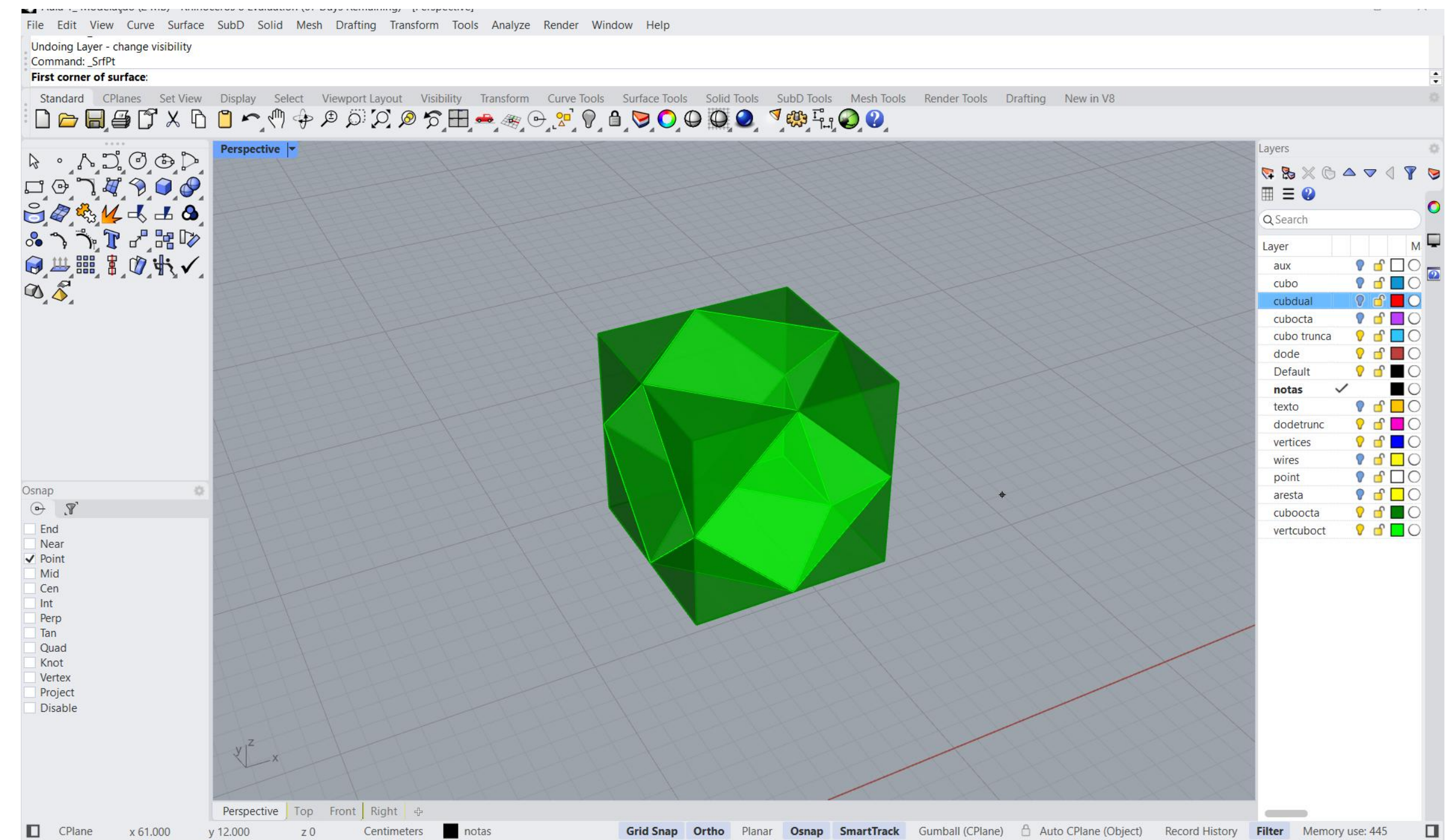


- Fazer uma legenda;
- Clicar no comando **TEXT OBJECT** e escrever Cubo truncado a 1/3 da aresta;



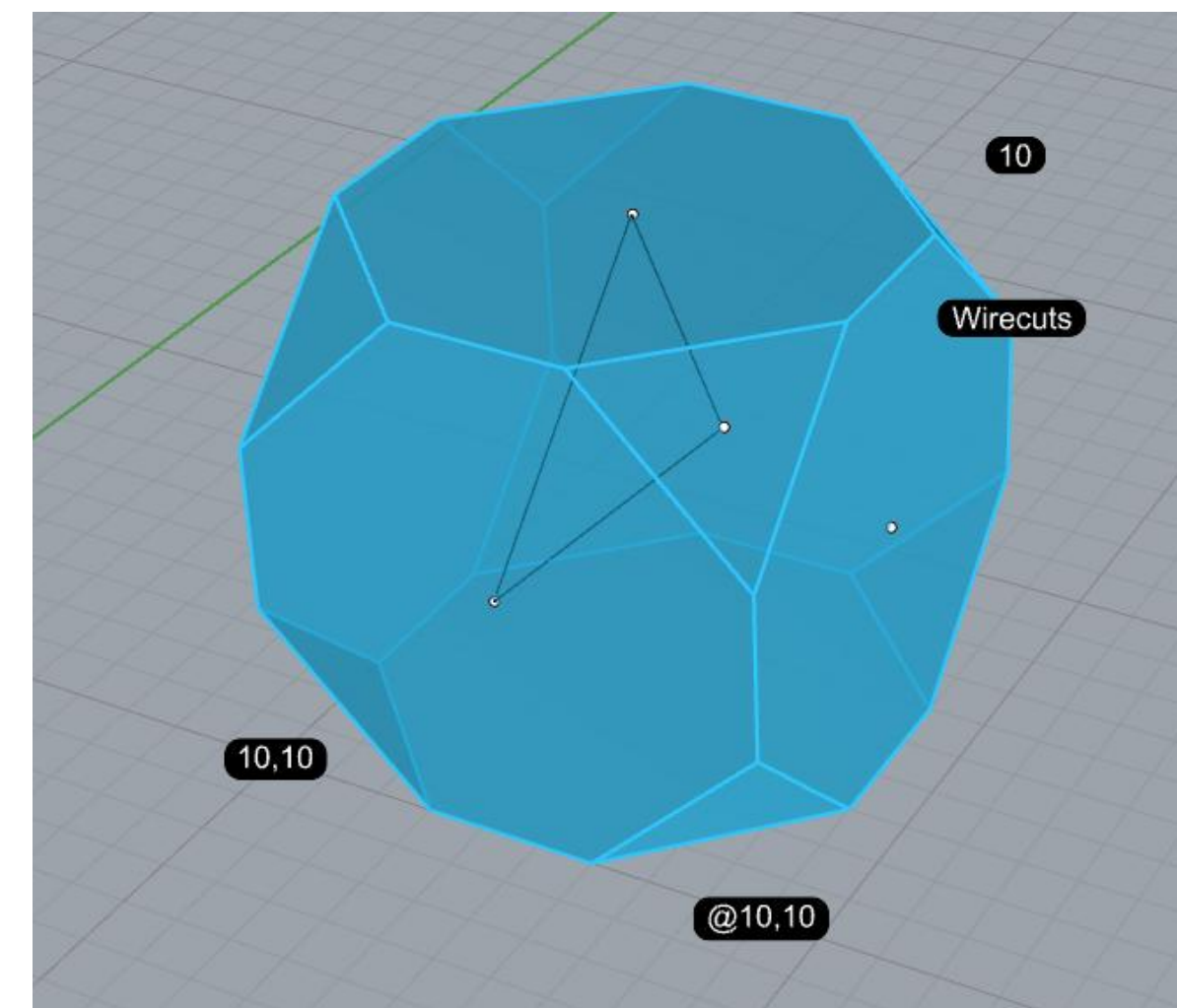
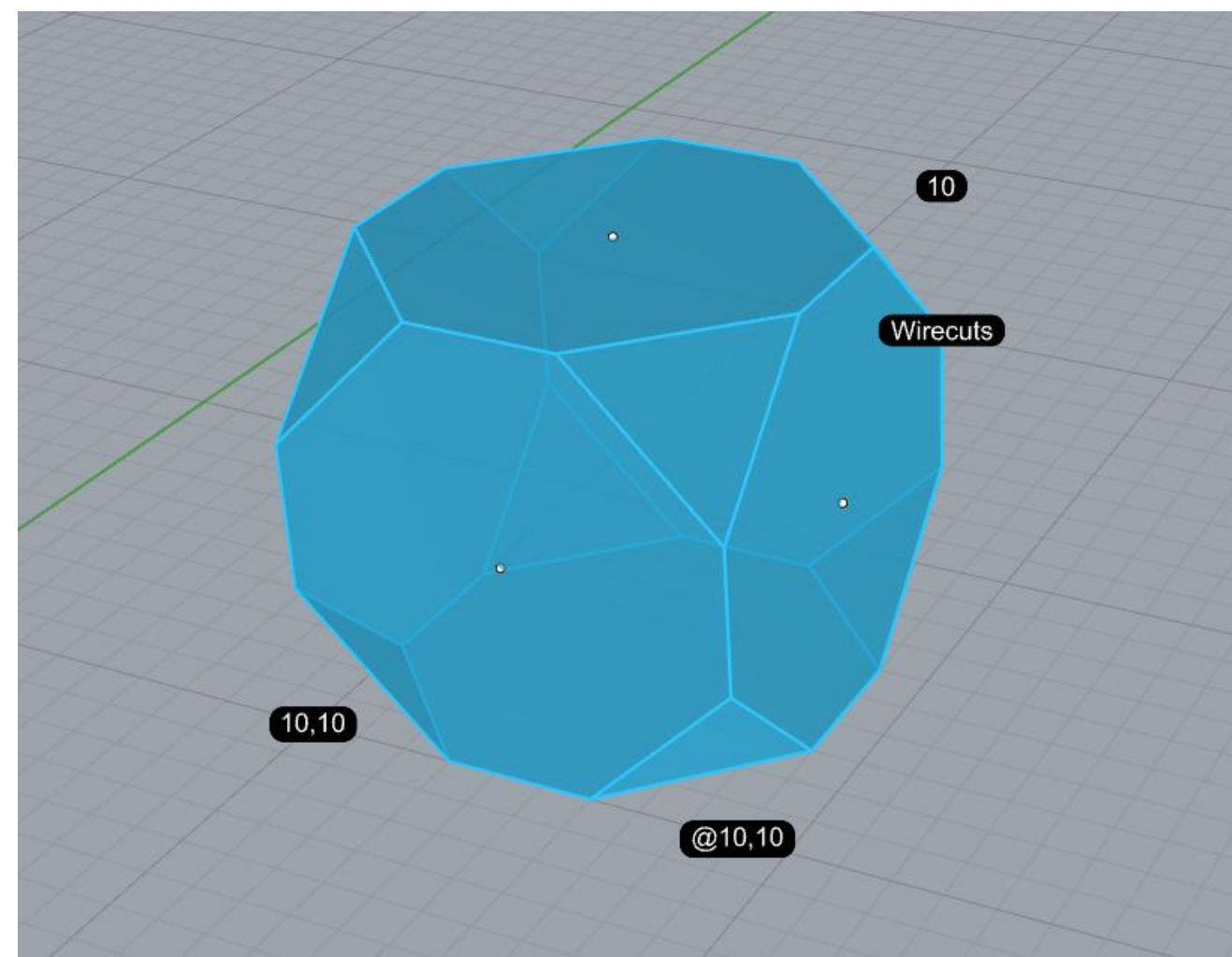
2ª Aula – 24 de Fevereiro

- Fazer um **CUBOOCTAEDRO**;
- Em vez das circunferências serem 1/3 da aresta, neste caso é metade;
- O processo repete-se todo igual;



3ª Aula – 3 de Março

- Fazer um **cubo – dual** e criar as suas respectivas layers;
- Começamos por criar pontos no centro de cada face, utilizando o comando **POINTS**;
- De seguida, clicar em **POLYLINE** e unir os pontos de forma a resultar num triângulo dentro do poliedro;
- Fazer isto para todos os pontos;

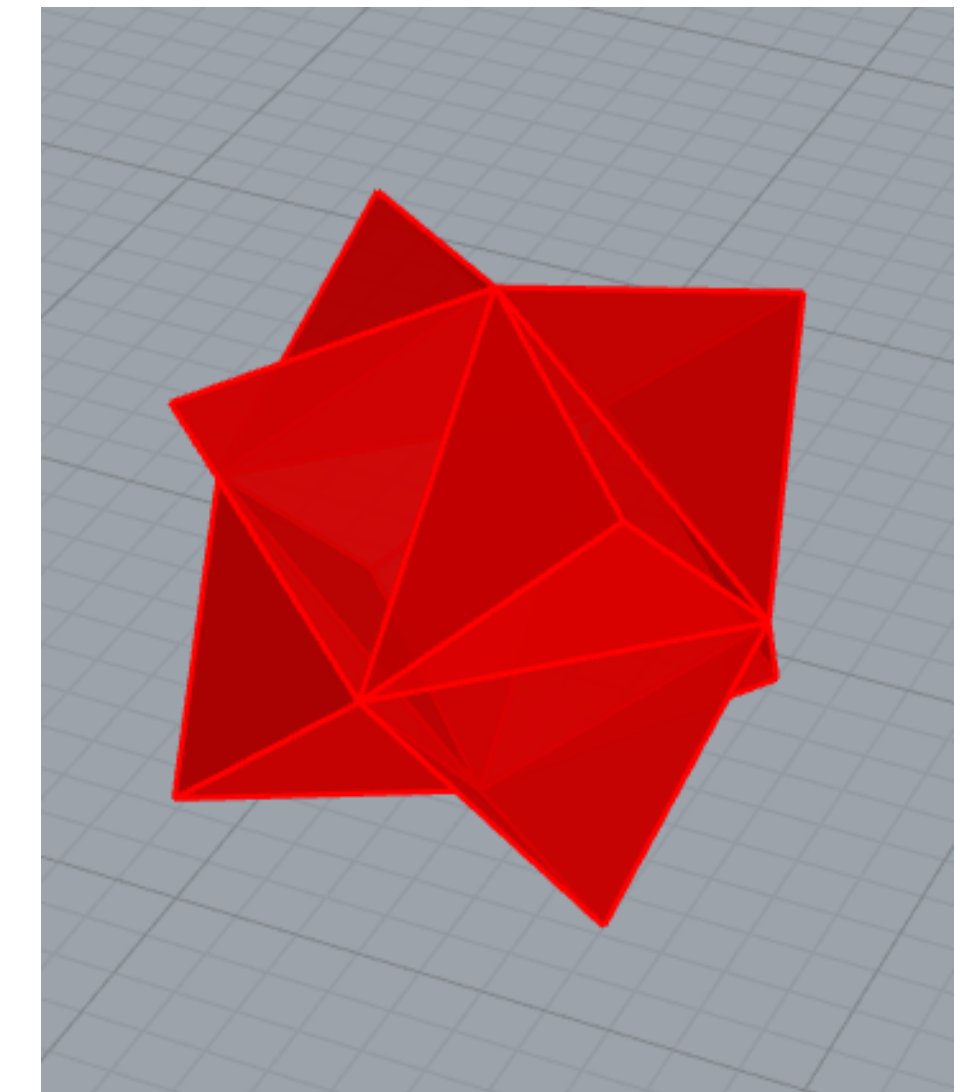
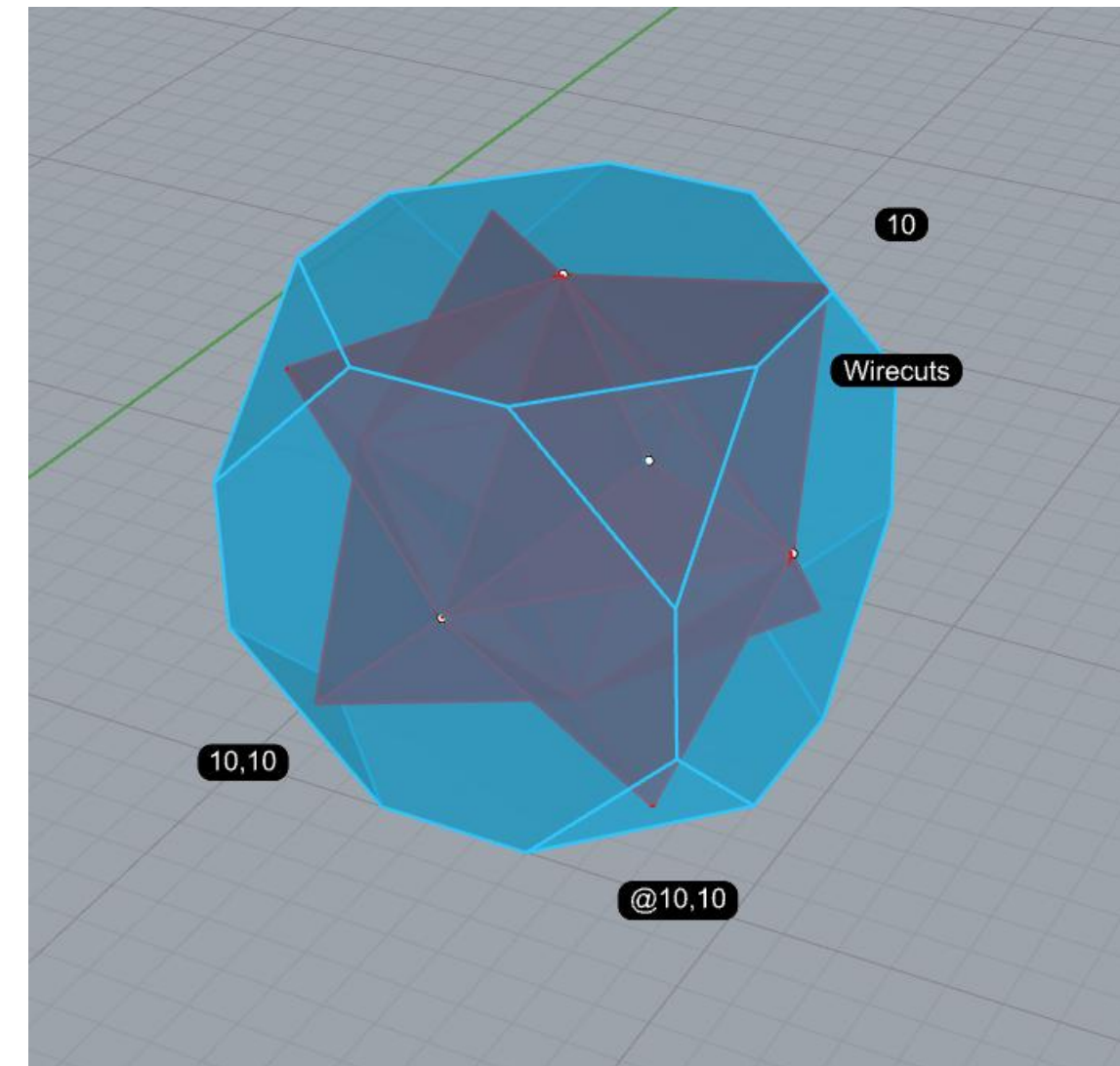


3ª Aula – 3 de Março

- Para colocar cor nas faces, clicamos no botão representado na imagem e clicamos depois na face que pretendemos colorir;

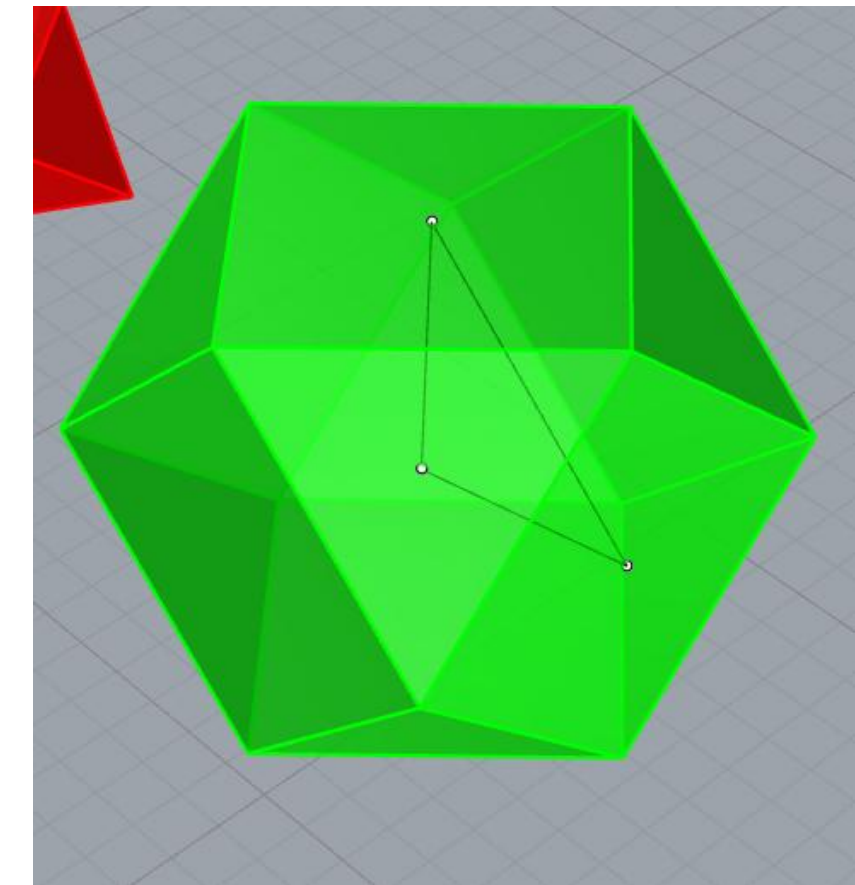
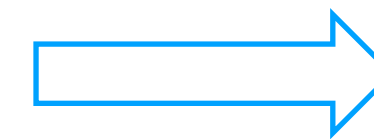
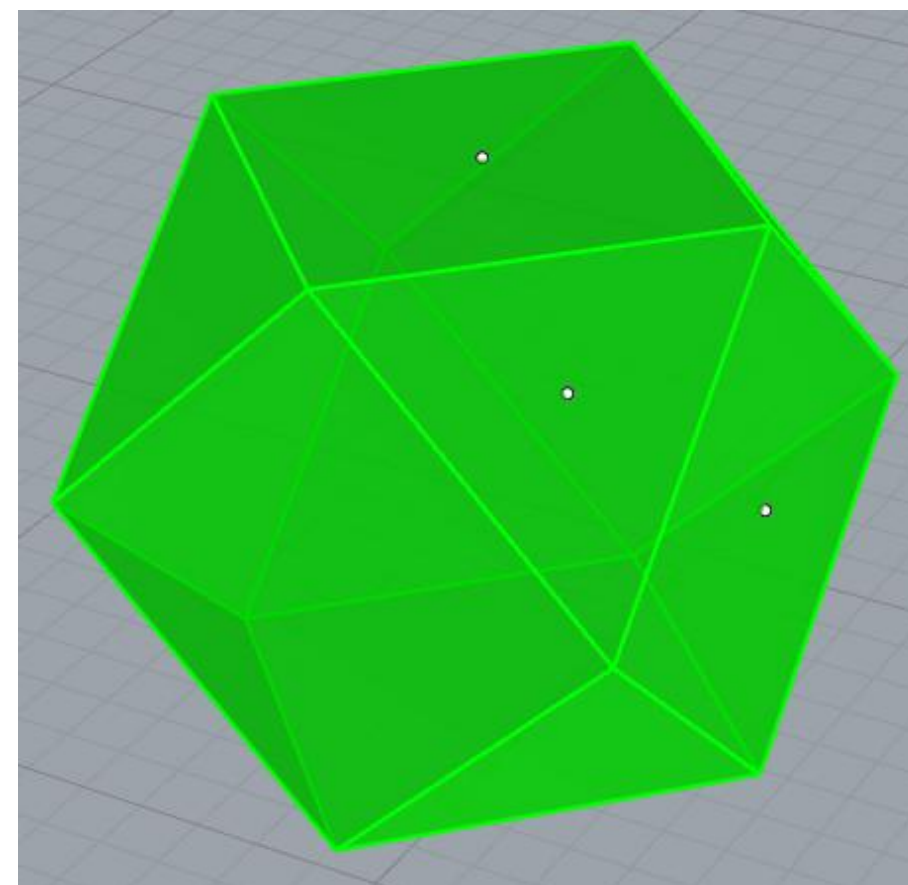
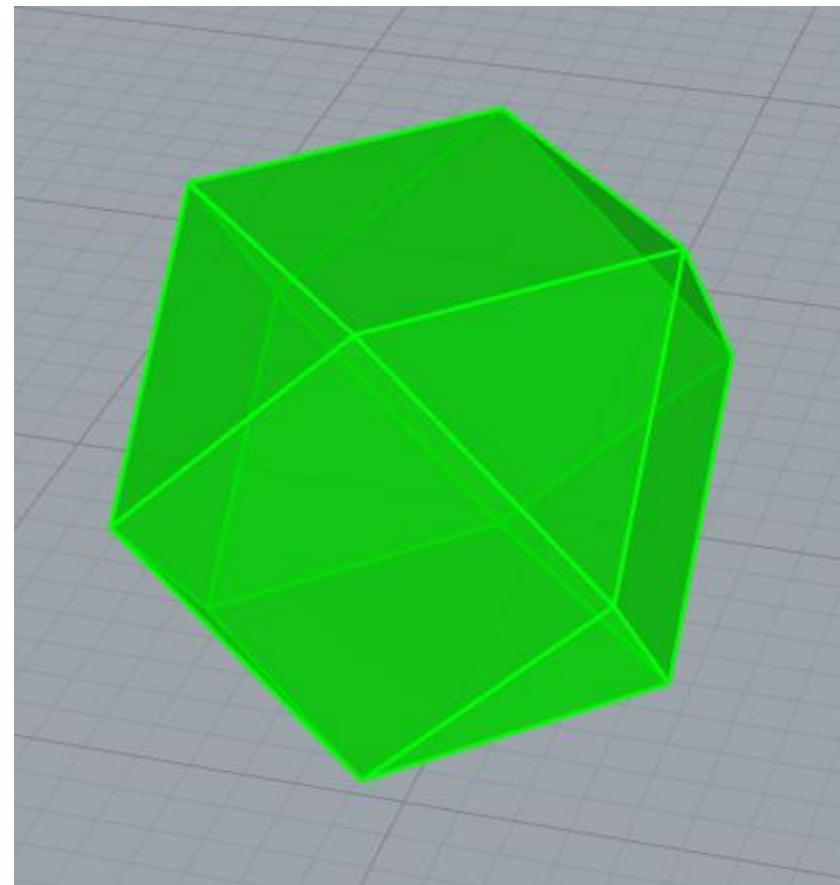


- Tendo como resultado o seguinte poliedro ;

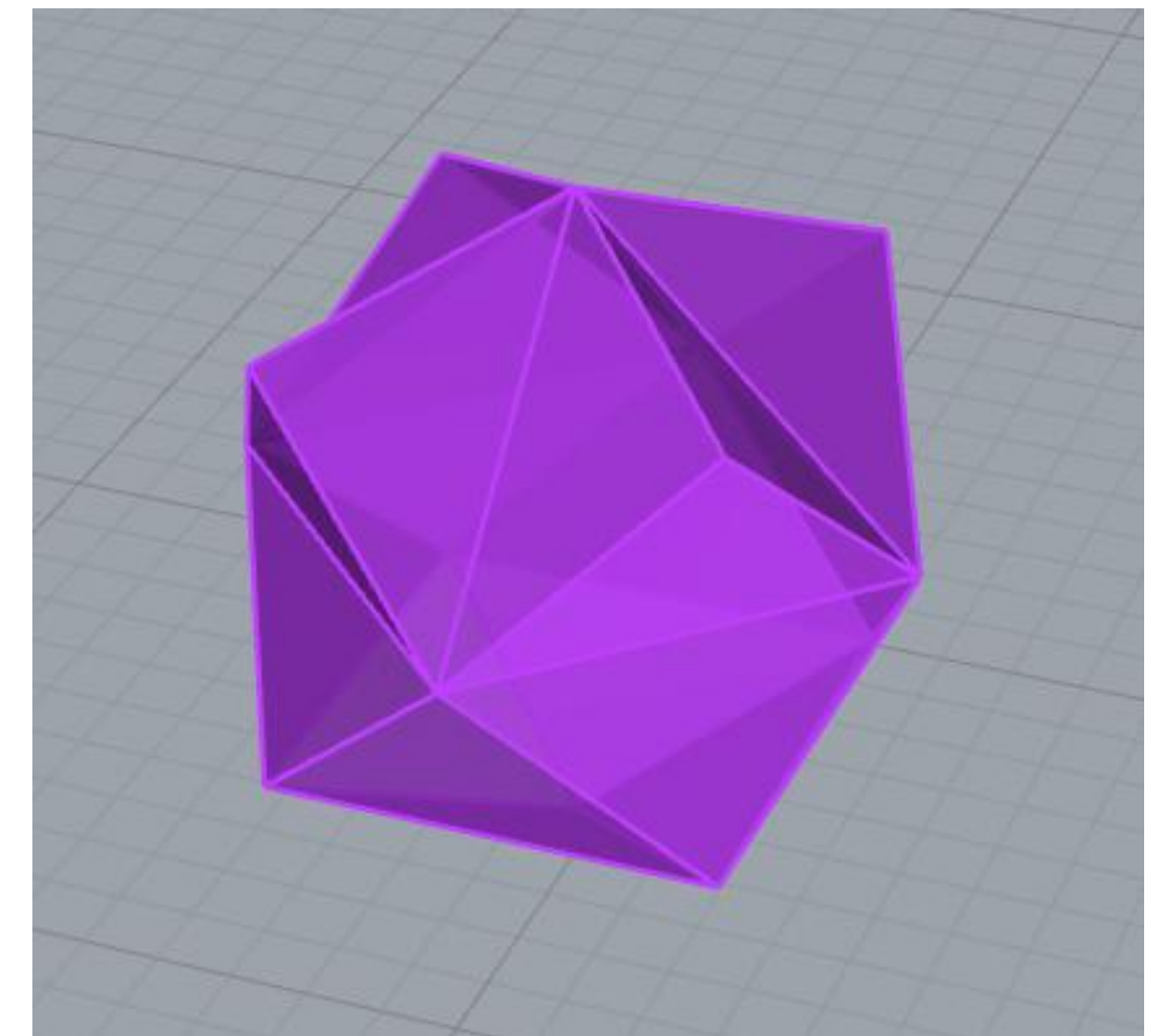
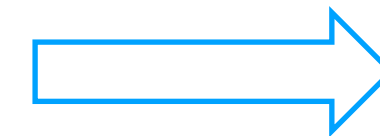
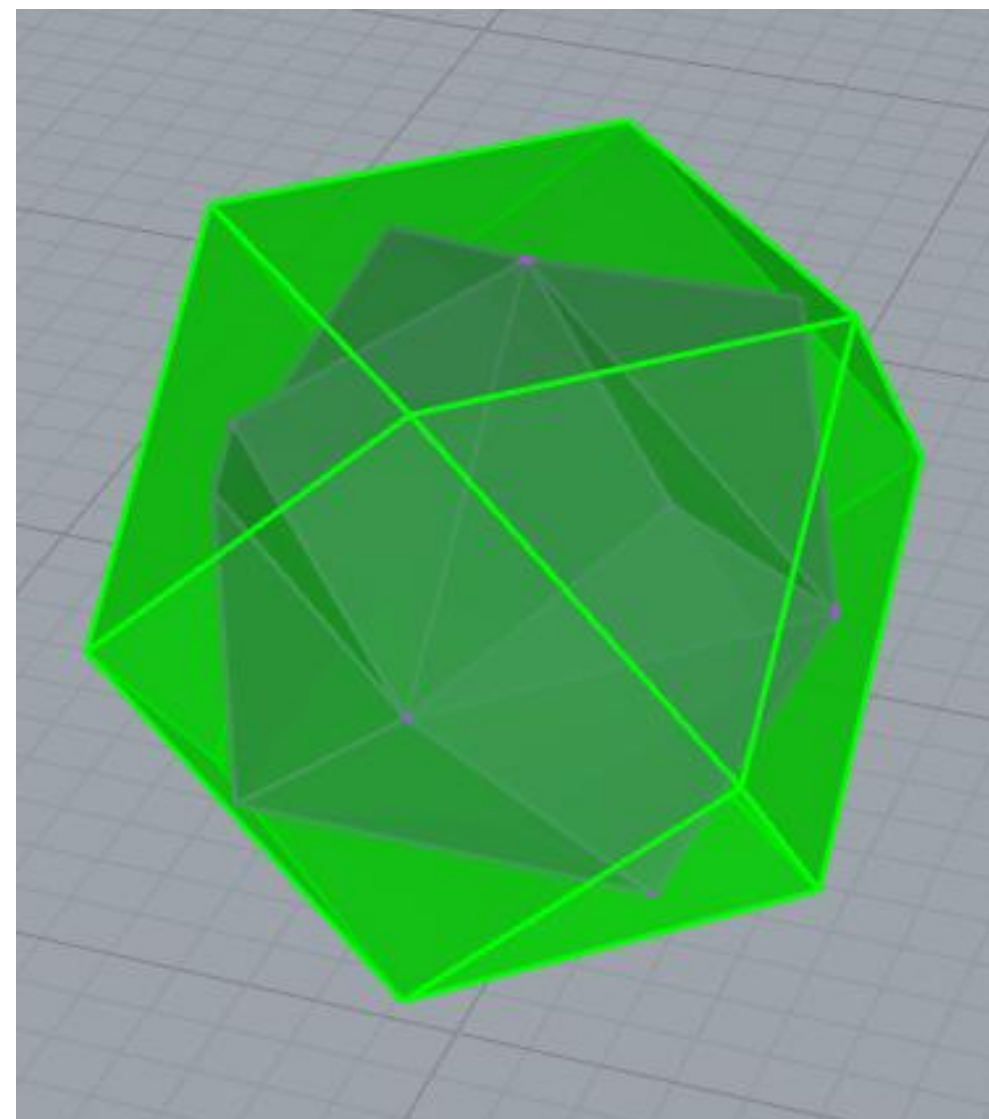
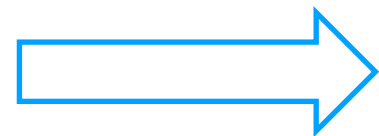
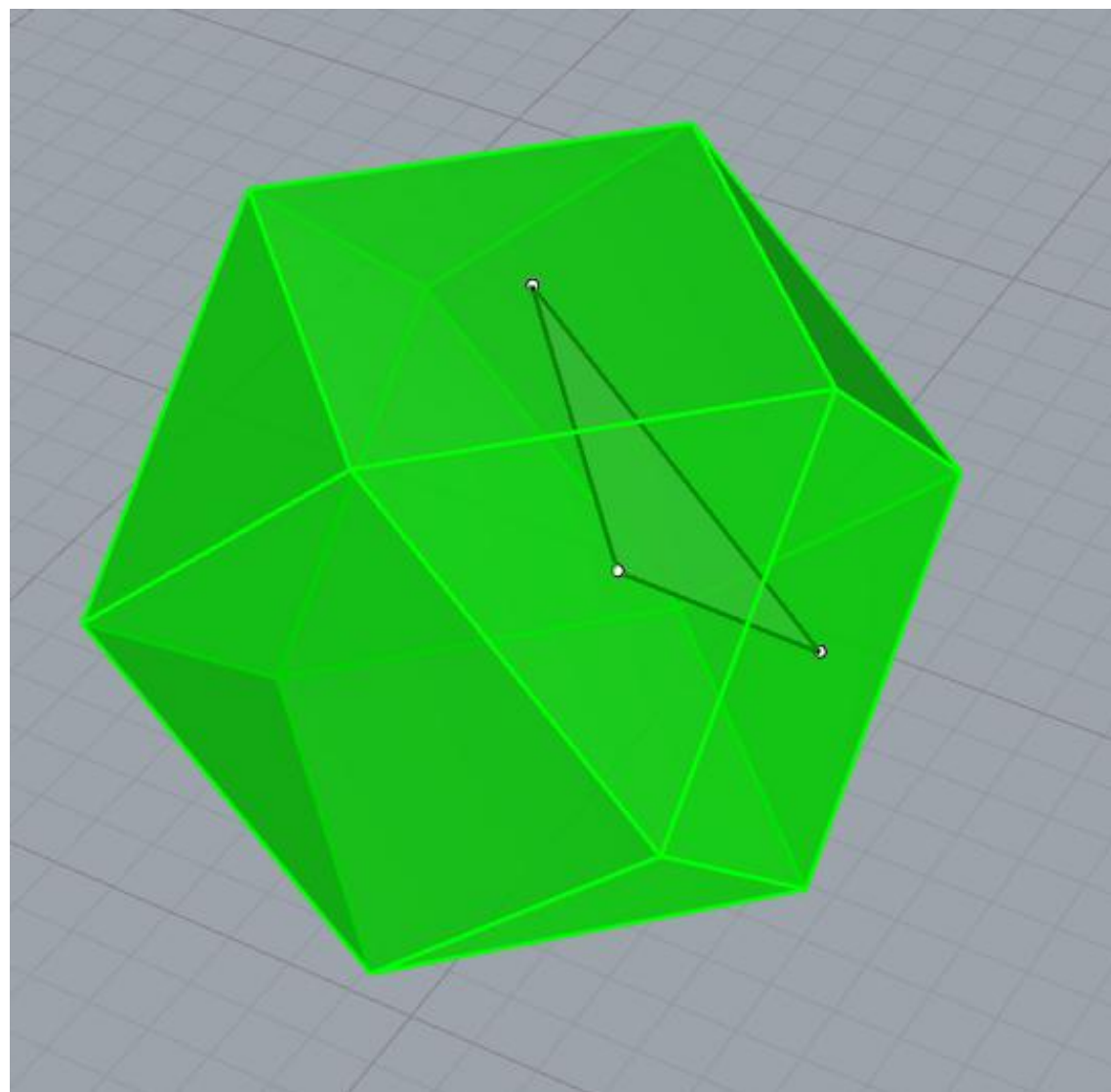


3ª Aula – 3 de Março

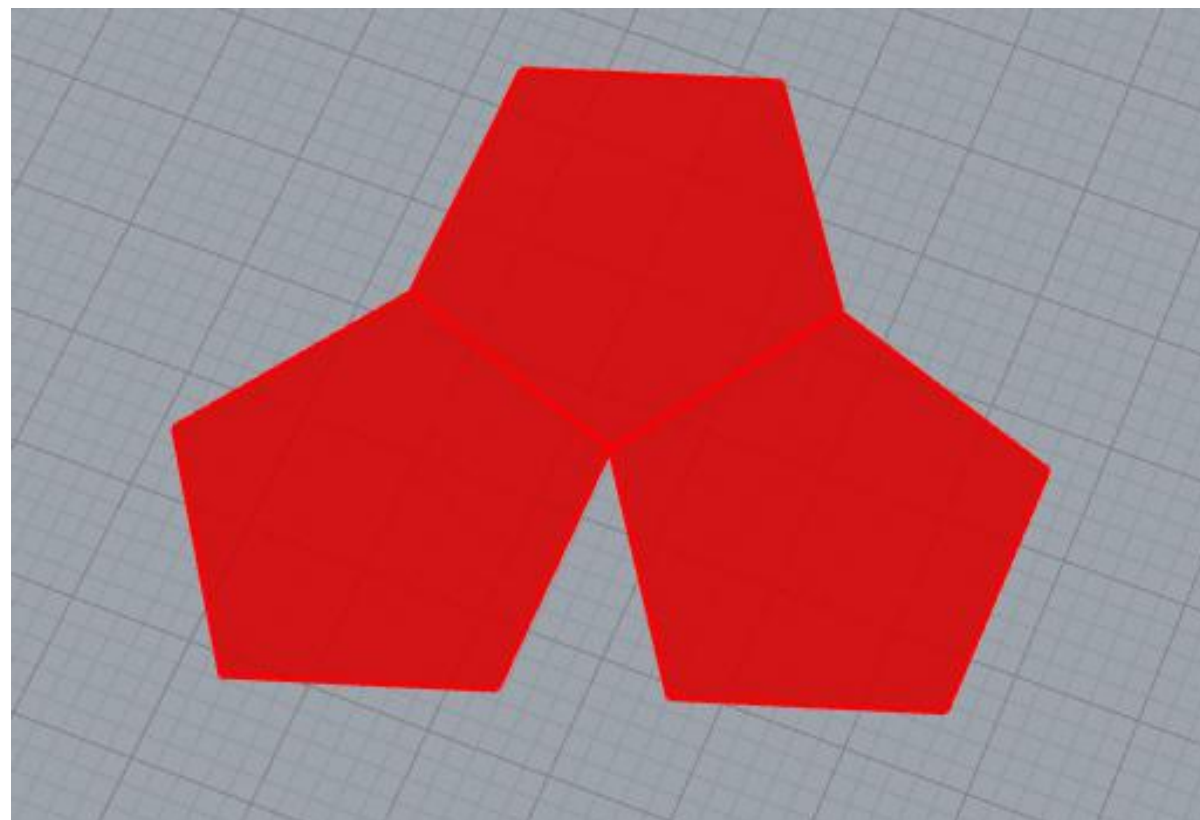
- Fazer o mesmo para o **cubooctaedro – dual**;



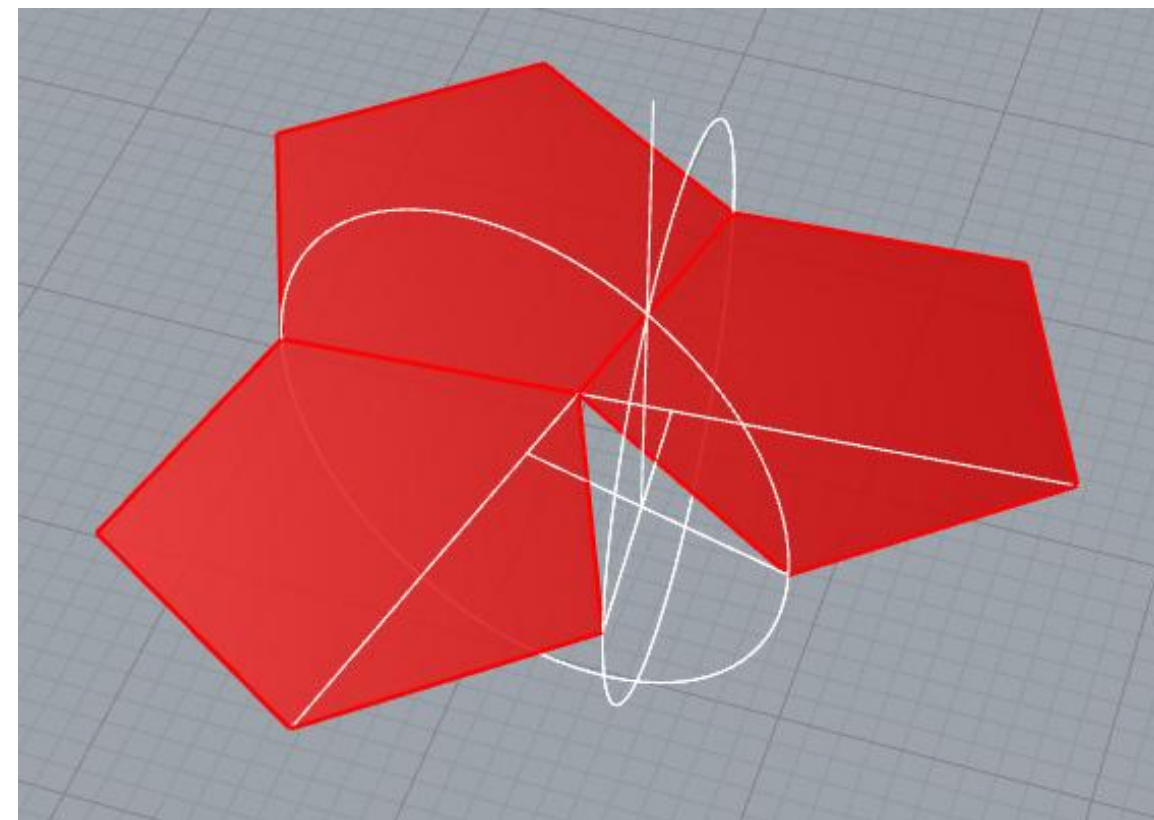
3ª Aula – 3 de Março



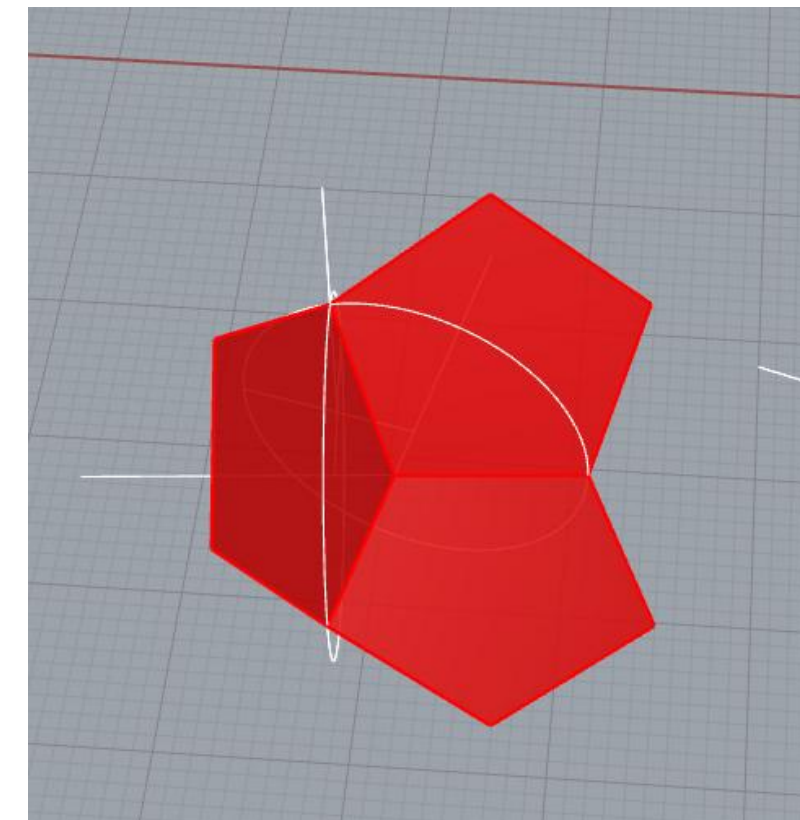
Construção do Dodecaedro



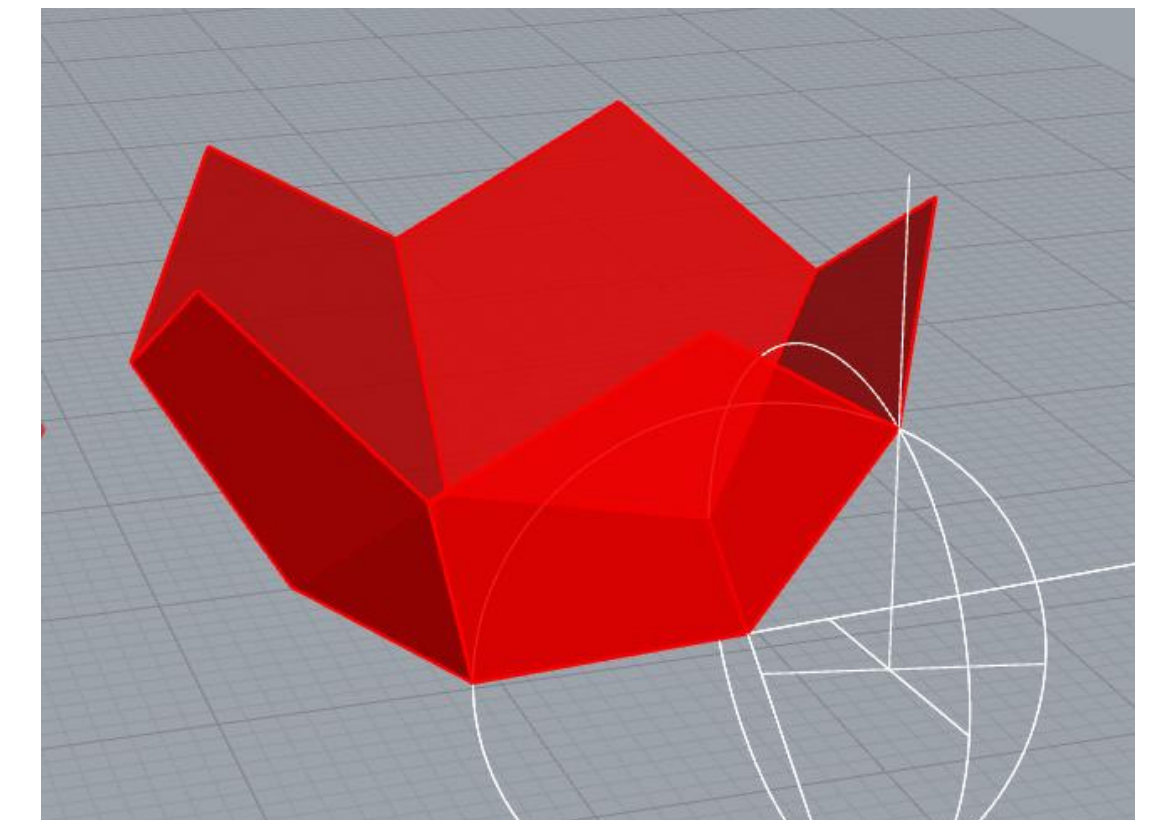
- Começar por fazer 3 pentágonos;



- Fazer linhas auxiliares para rebater estas faces com ajuda do comando **ROTATE3D**;

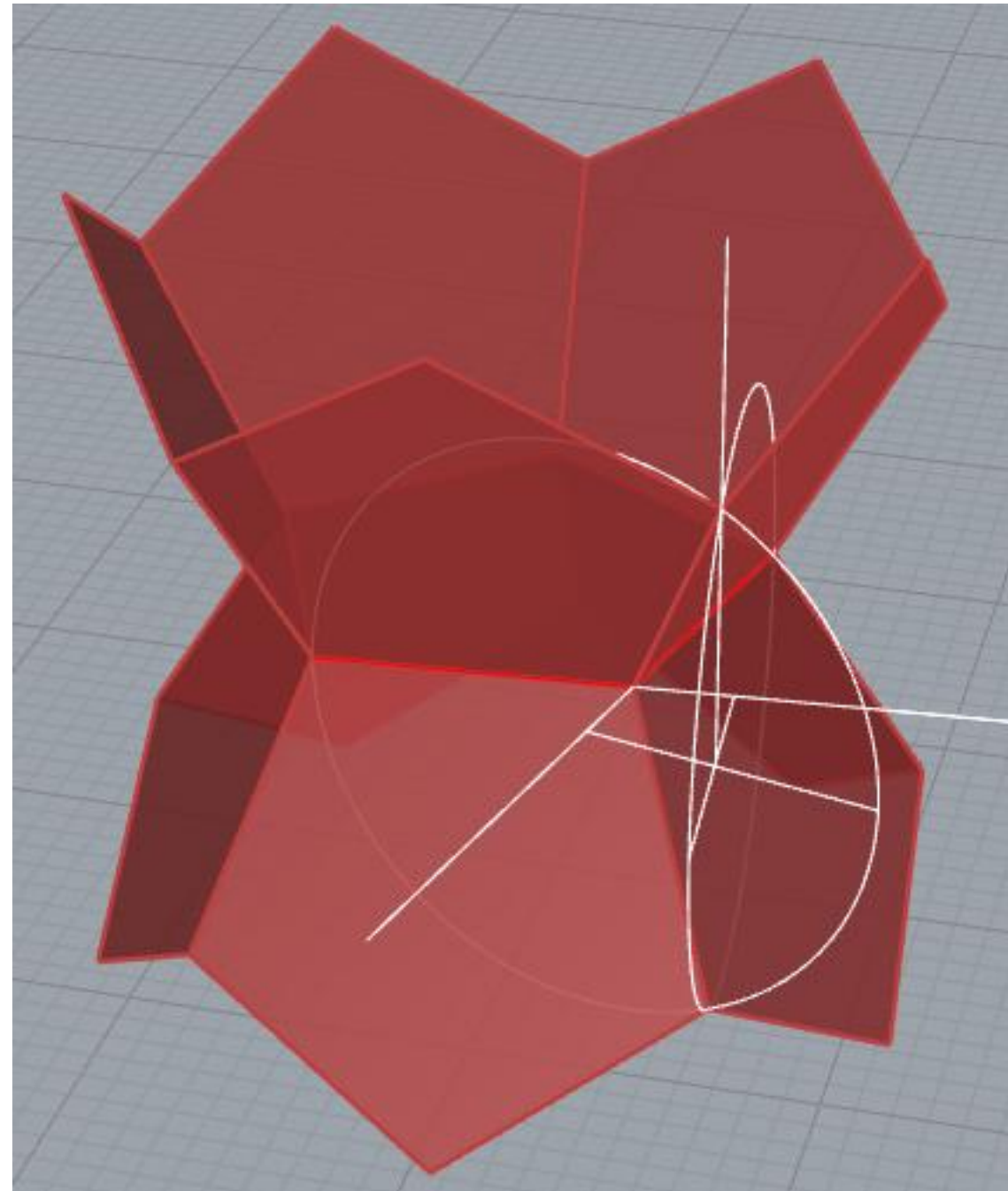


- Faces rebatidas;

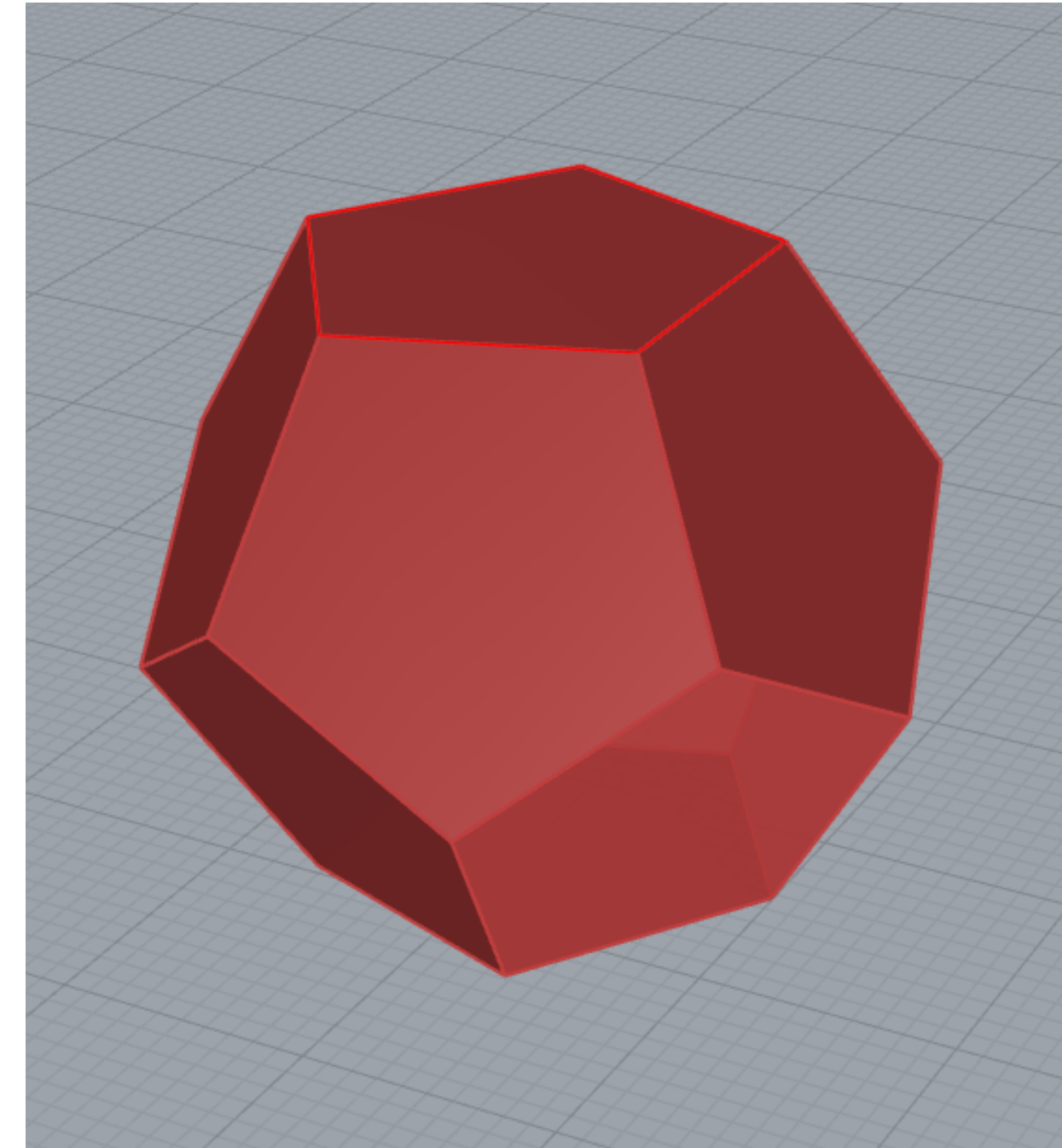


- Usar o comando **MIRROR** para preencher todas as faces que faltam;

4ª Aula – 10 de Março

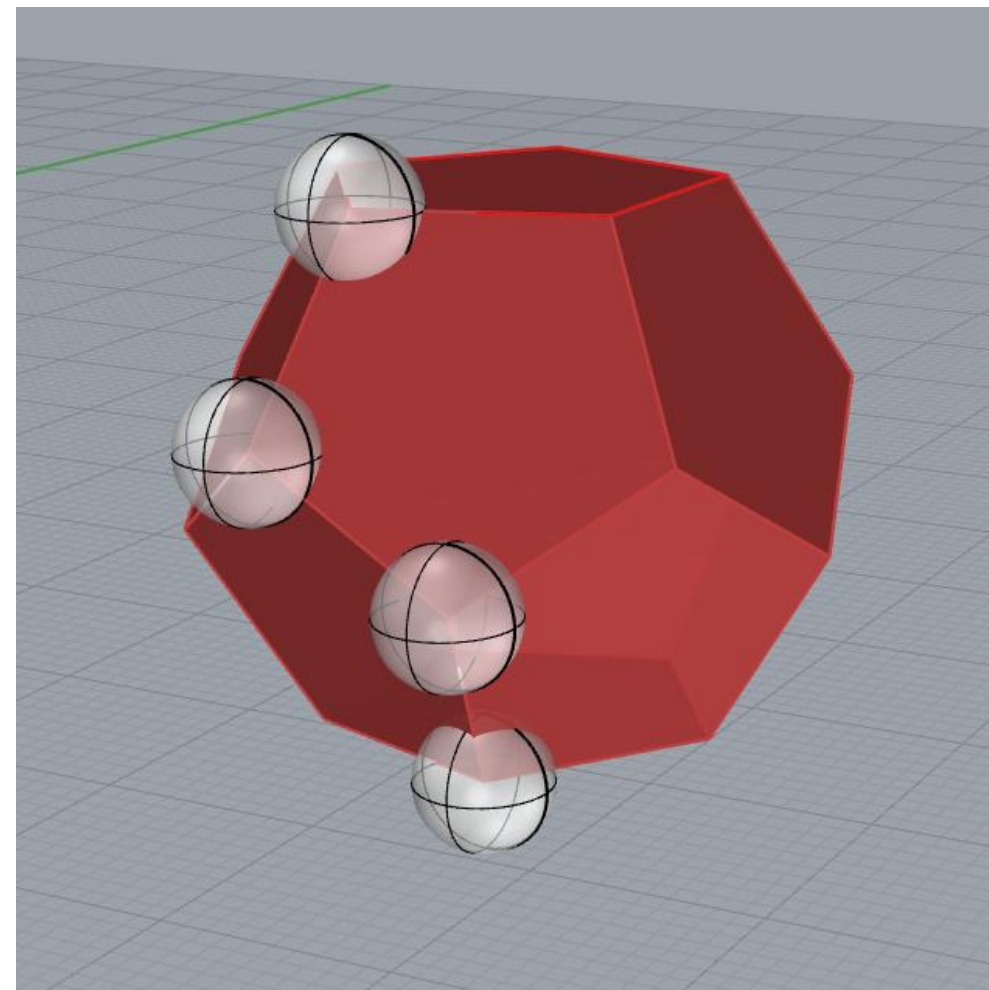


- Fazer de novo **MIRROR** da metade do poliedro feita anteriormente e clicar na opção Zaxis para ficar vertical;

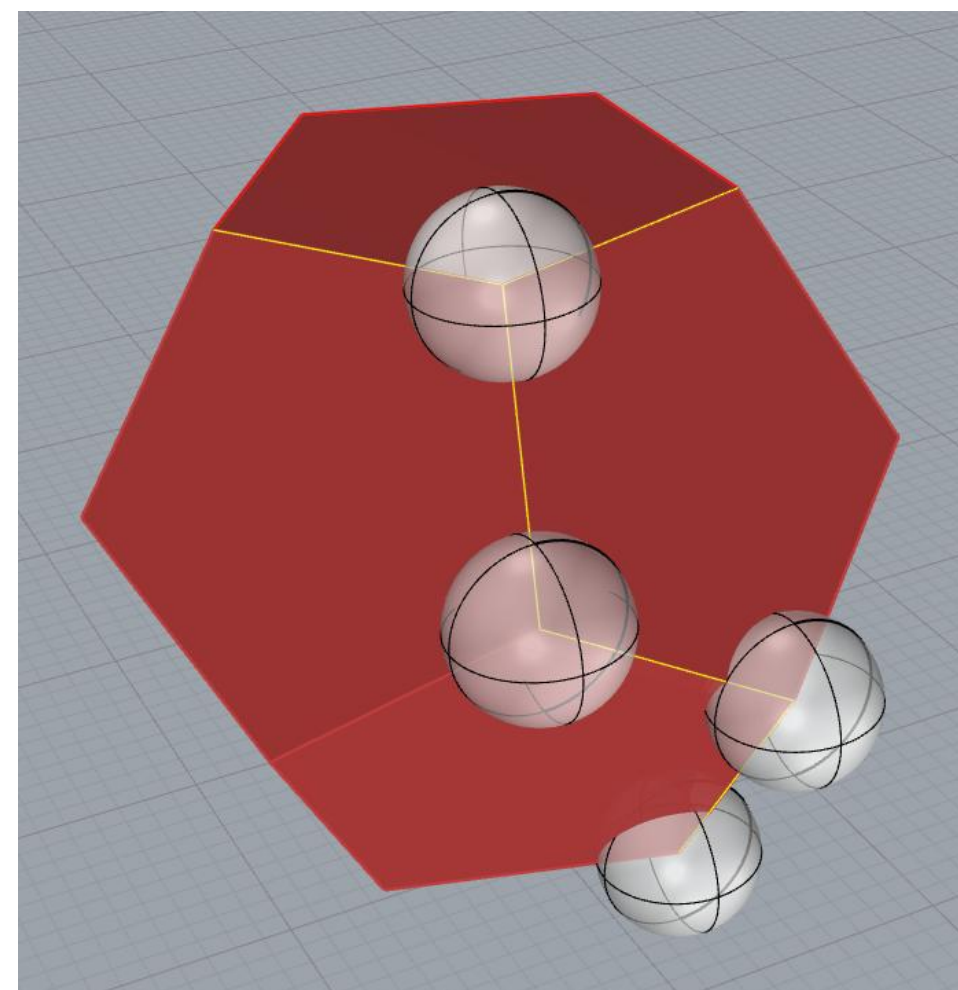


- Rodar 36° graus a partir do comando **ROTATE** e arrastar para cima;

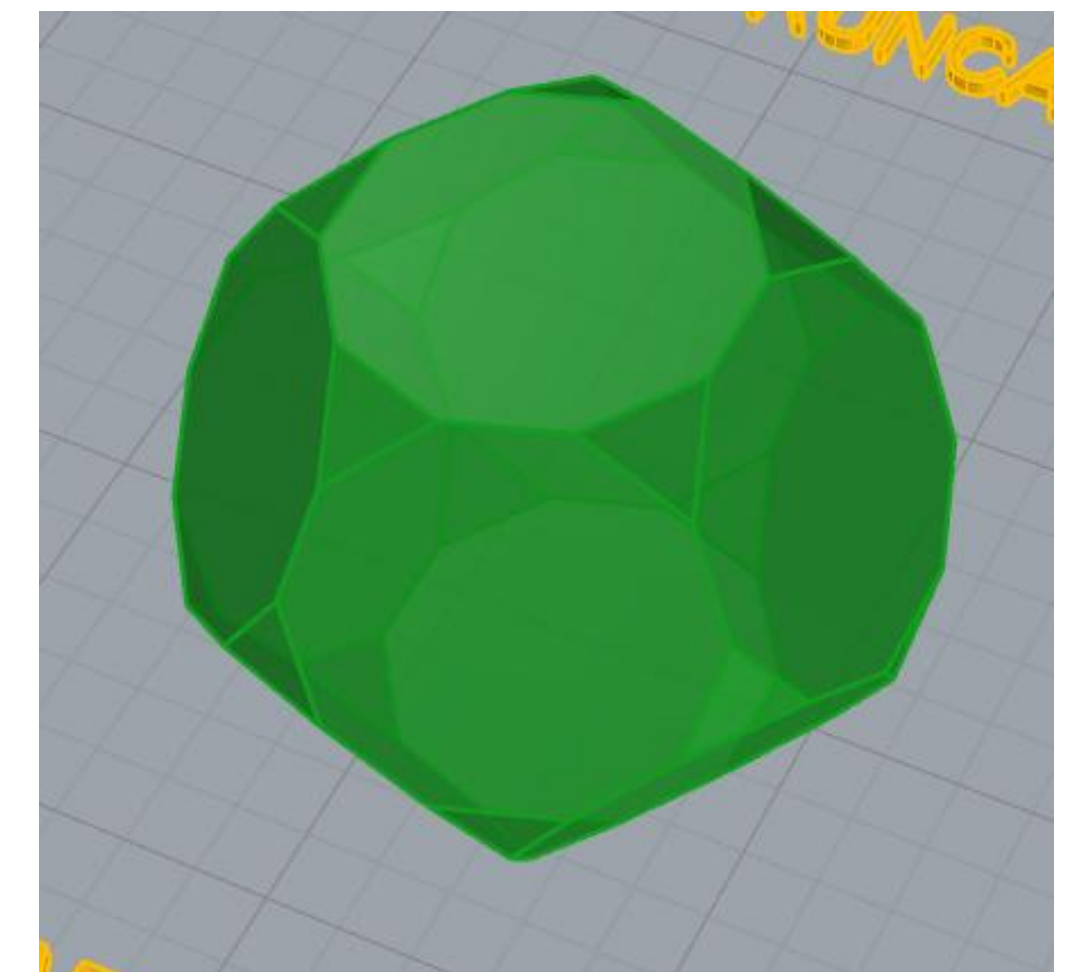
Construção do Dodecaedro Truncado



- Fazer esferas com $\frac{1}{3}$ da aresta e colocar nos seguintes vértices;



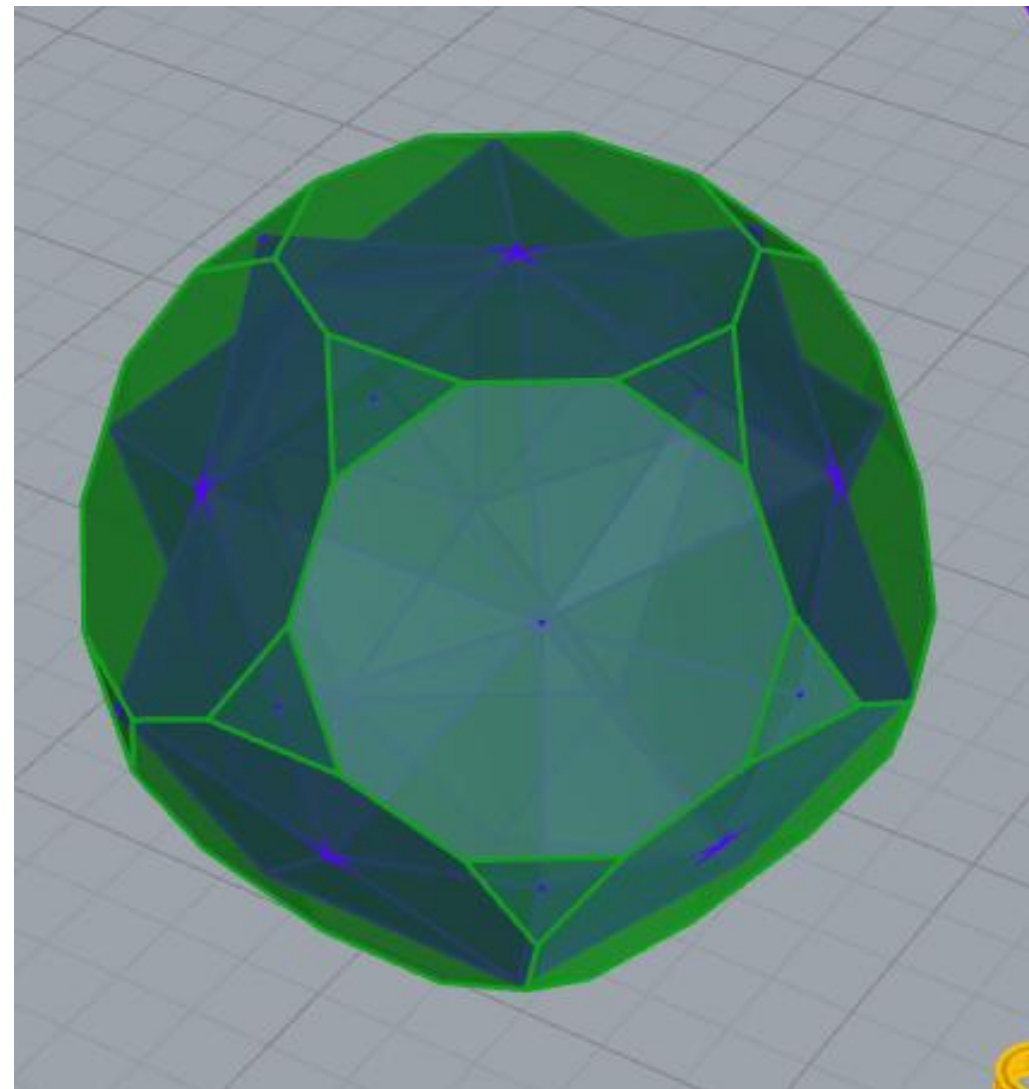
- Colocar **LINES** nas arestas e onde a aresta intersecta o sólido, fazemos um triângulo; De seguida, fazer **ARRAY POLAR** para o mesmo acontecer para o resto dos vértices;



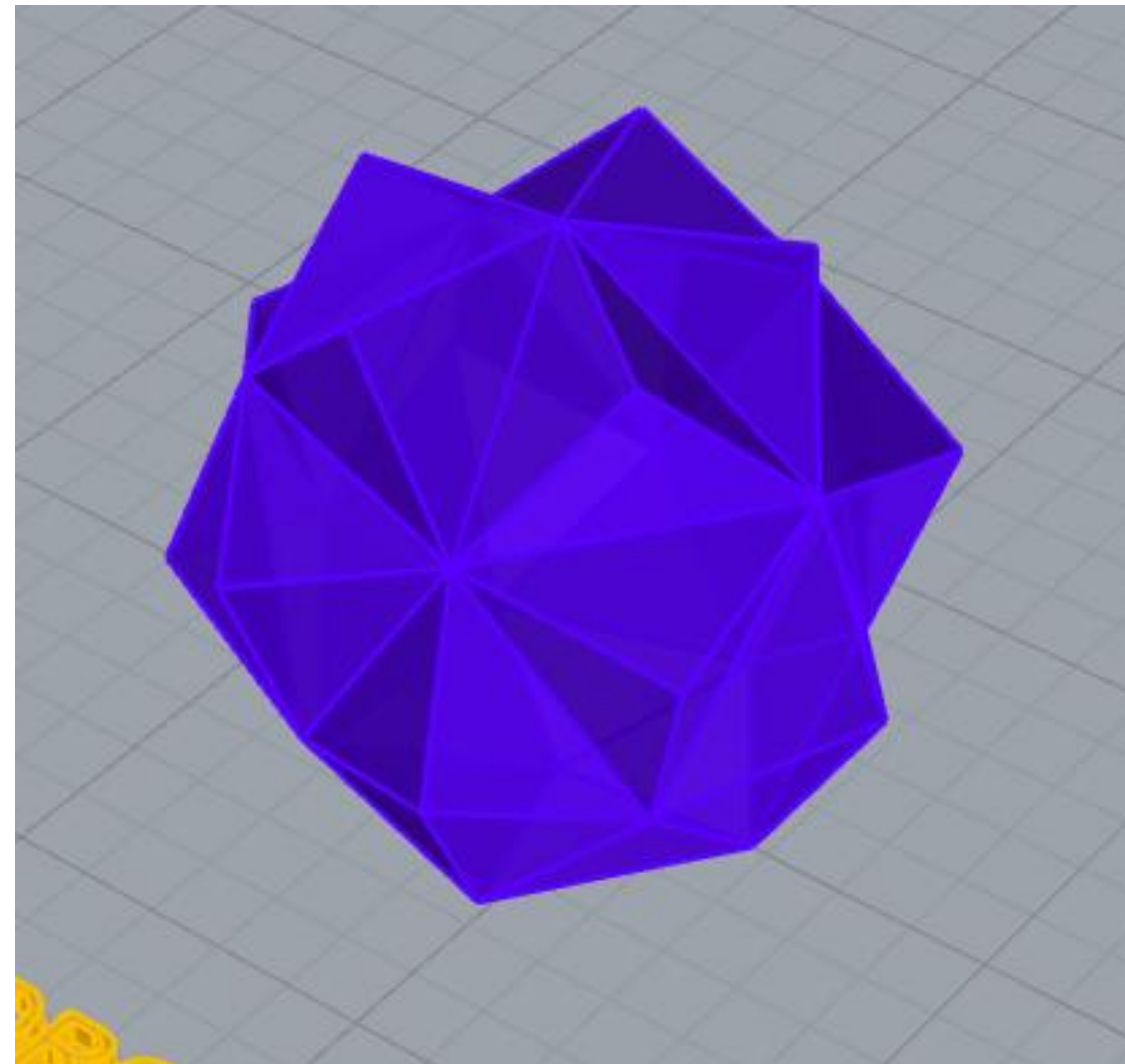
- Depois de fazer **WIRECUT**, este é o resultado obtido;

4ª Aula – 10 de Março

Construção do Dodecaedro Truncado - Dual



- Criar pontos em todos os centros das faces e uni-las;

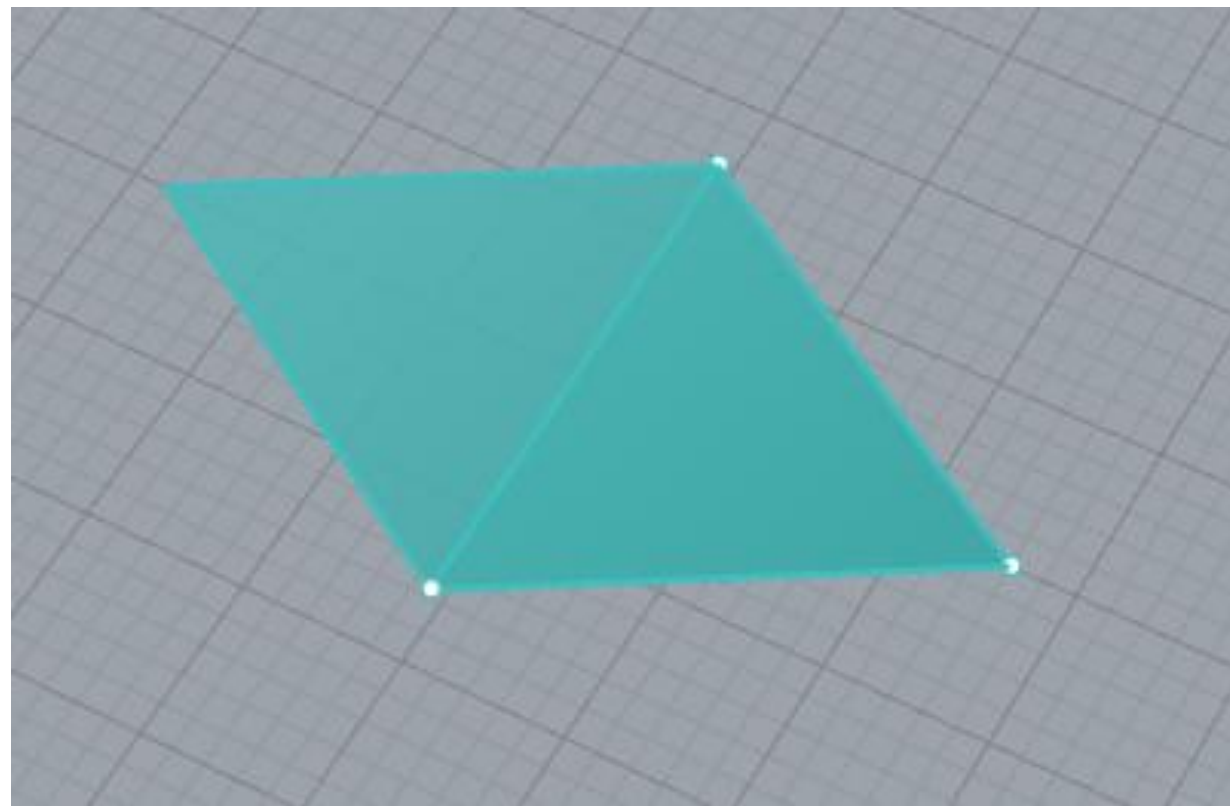


- Resultado final;

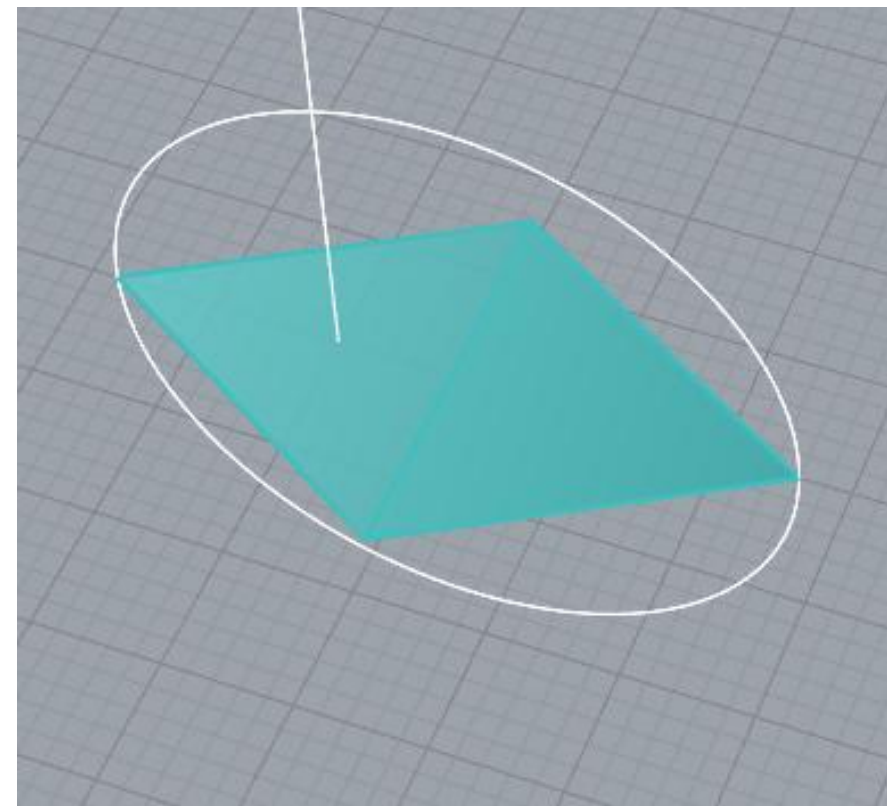
Trabalho 1

TRABALHO 1

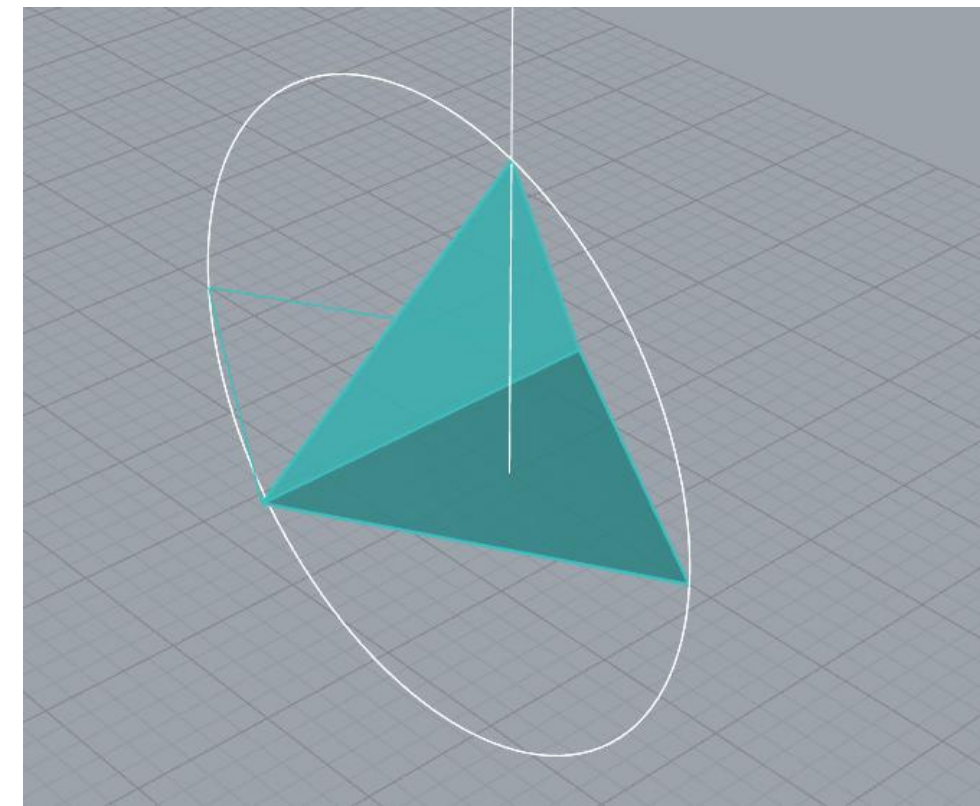
- Construção do Tetraedro



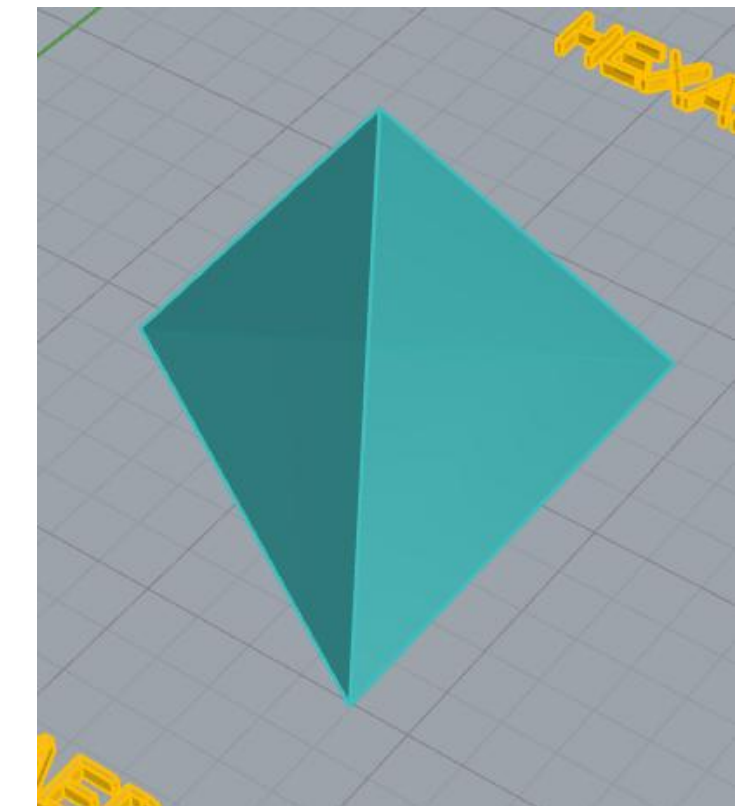
- Começar por fazer 2 triângulos;



- Fazer linhas auxiliares para rebater estas faces com ajuda do comando **ROTATE3D**;



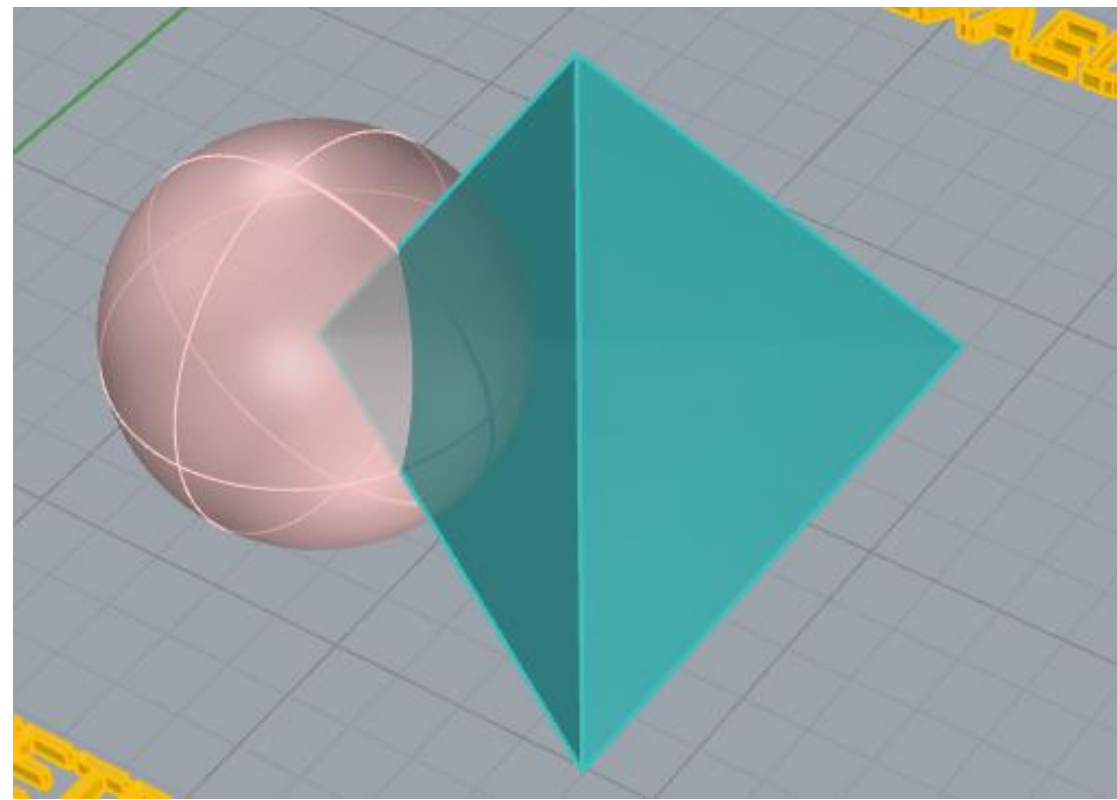
- Usar o comando **MIRROR** para preencher todas as faces que faltam;



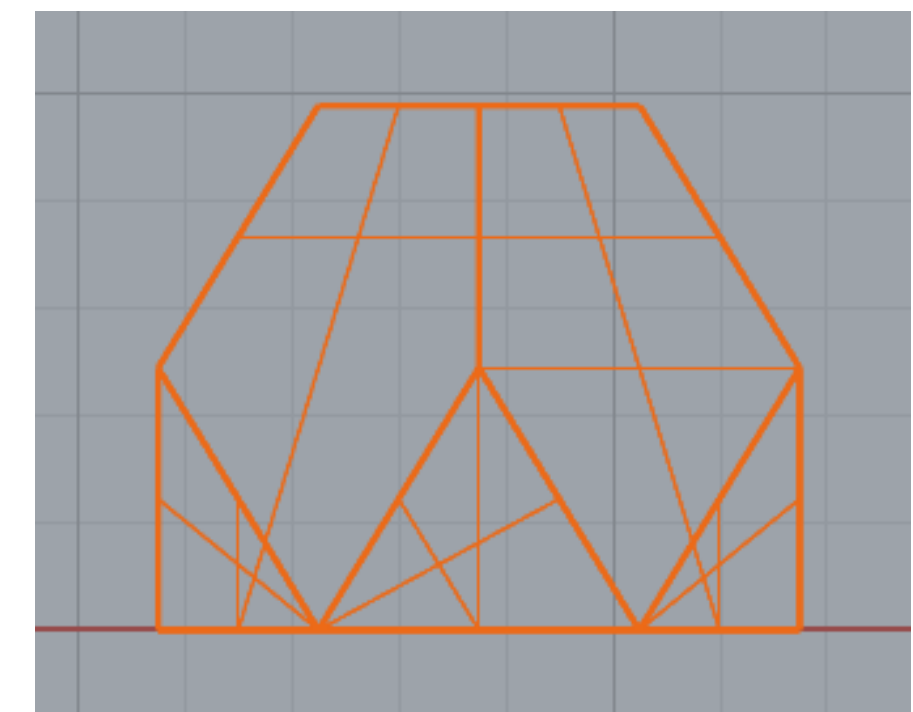
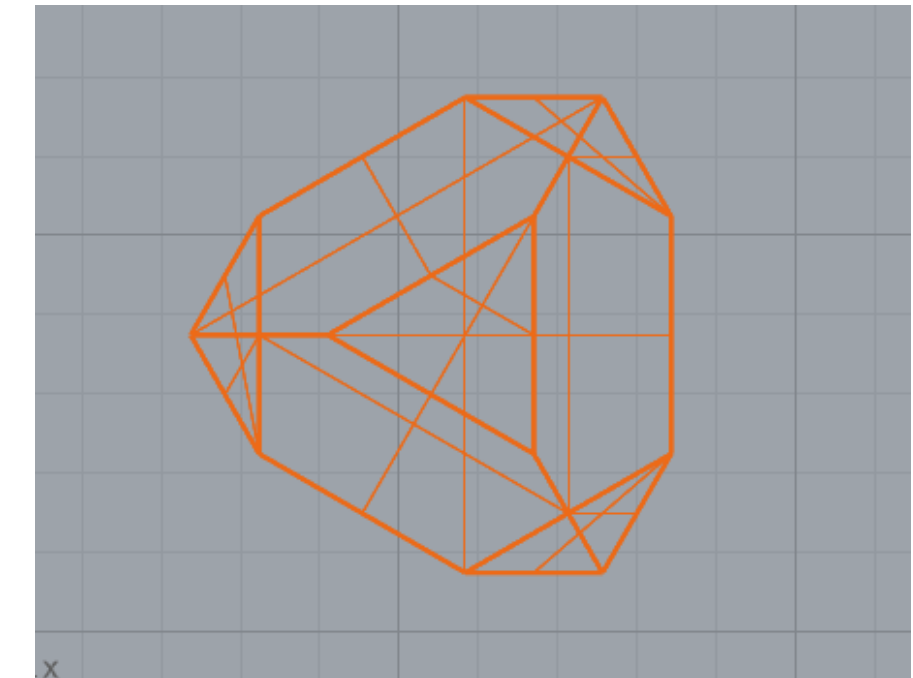
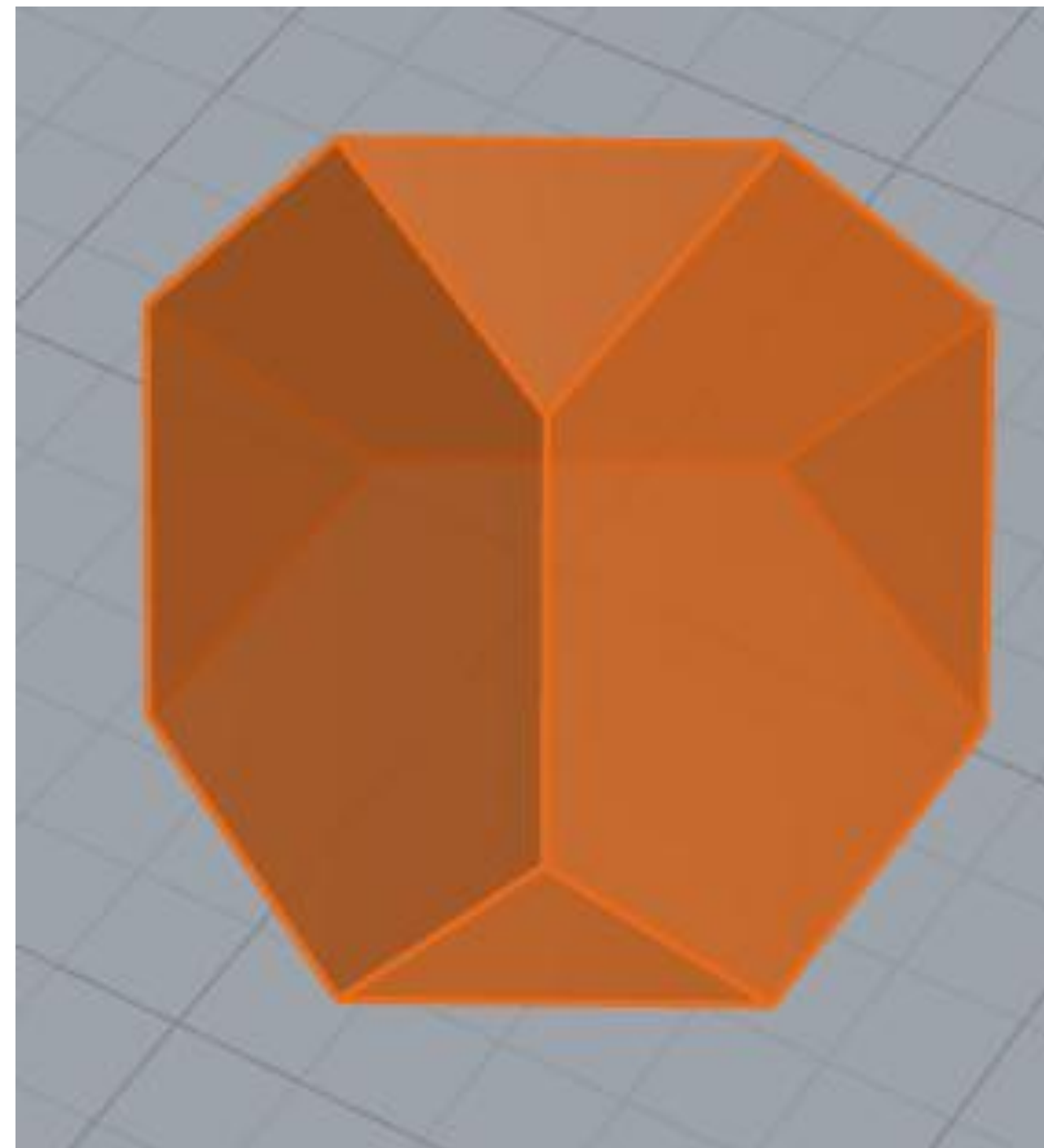
- Resultado final

TRABALHO 1

- **Construção do Tetraedro Truncado**



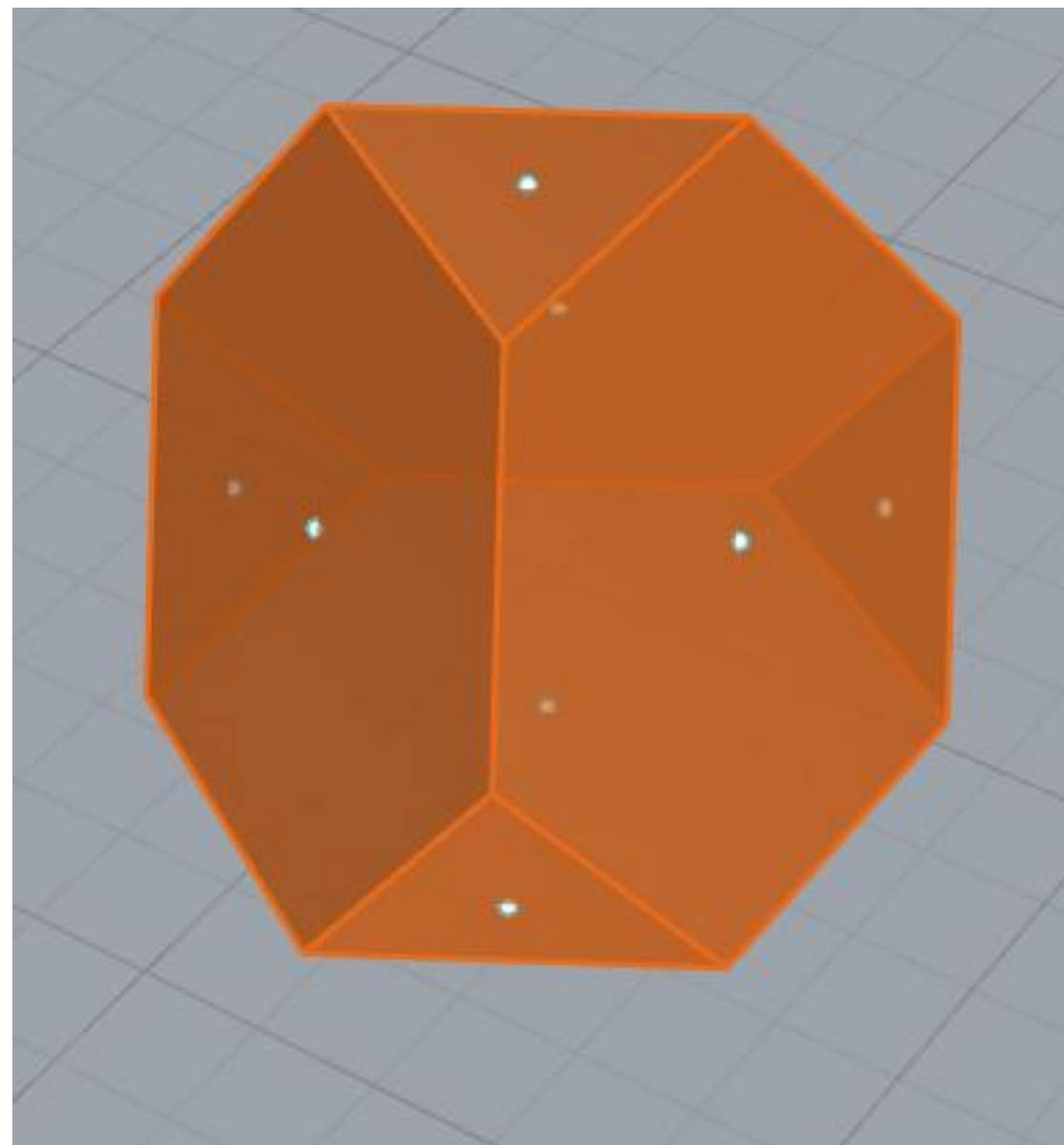
- Fazer esferas com $\frac{1}{3}$ da aresta e colocar em todos os vértices;



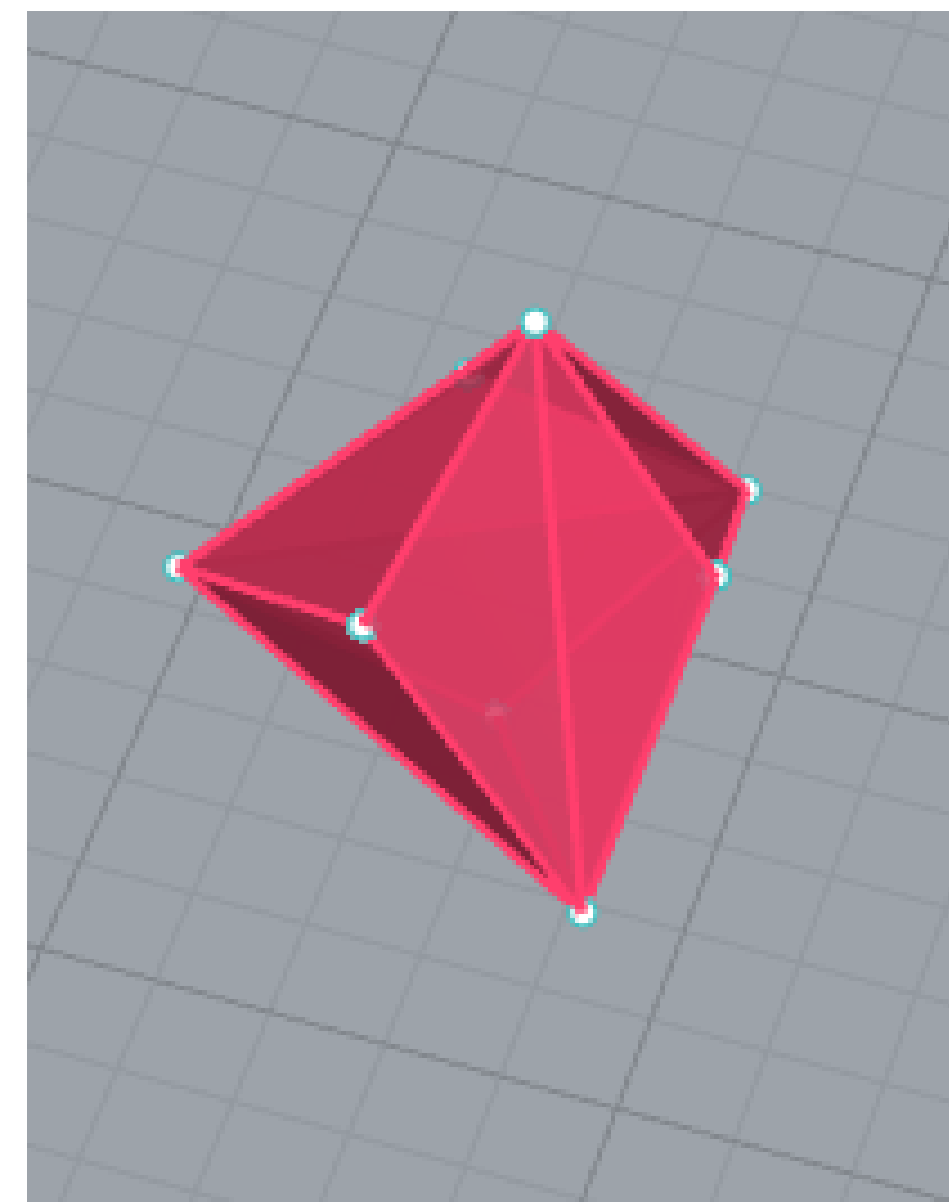
- Tetraedro Truncado e as suas respectivas vistas

TRABALHO 1

- **Construção do Tetraedro Truncado - Dual**



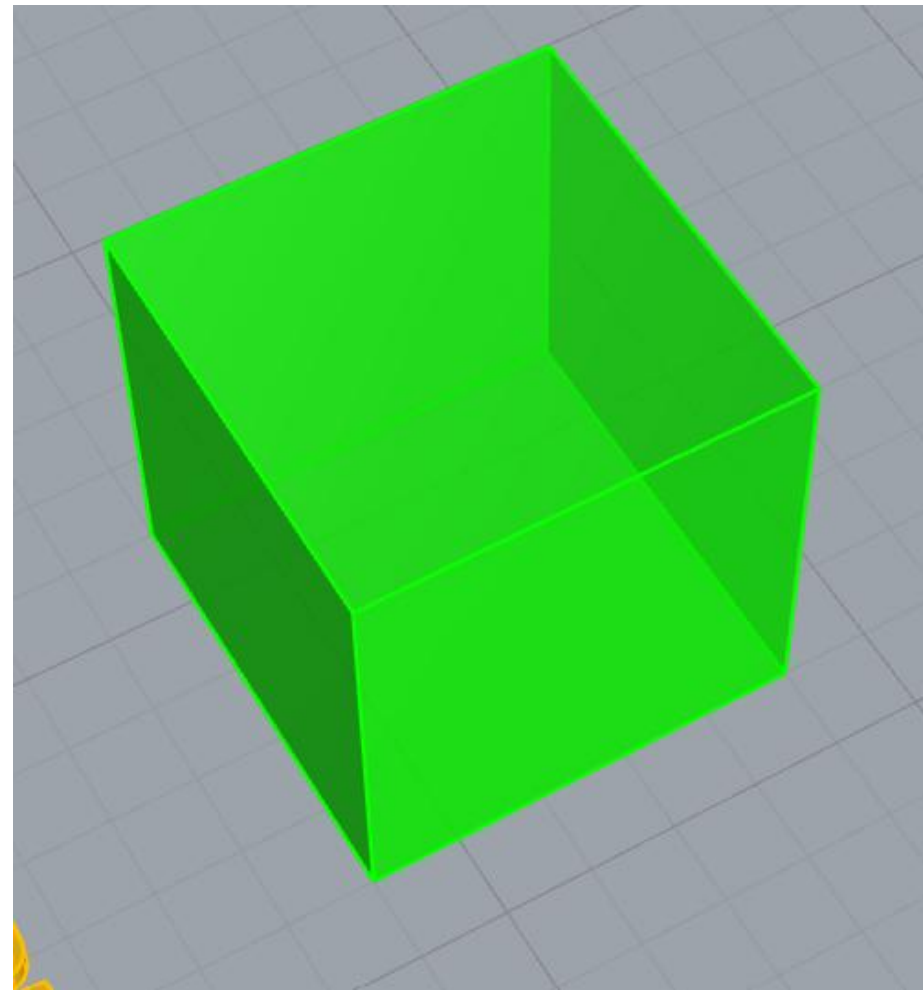
- Criar pontos em todos os centros das faces e uni-las;



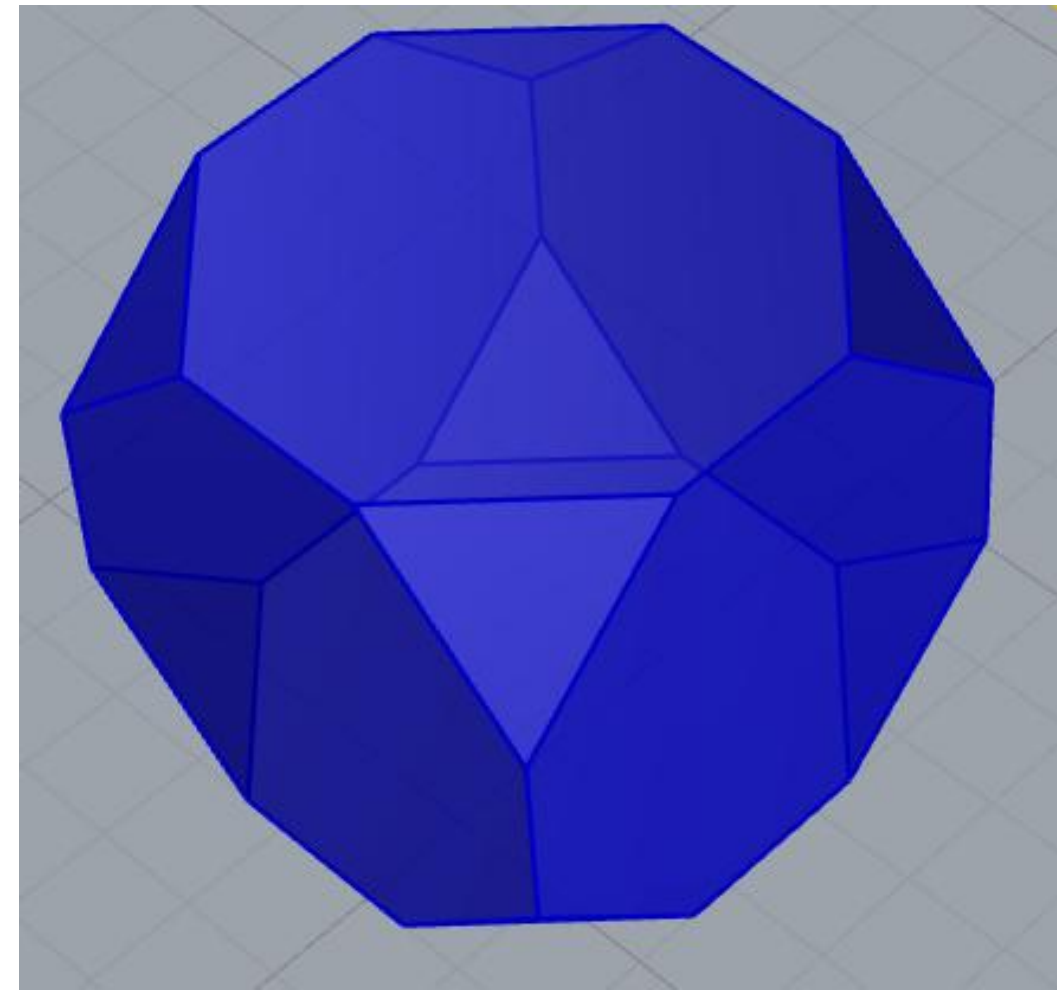
- Resultado final do tetraedro Truncado - Dual

TRABALHO 1

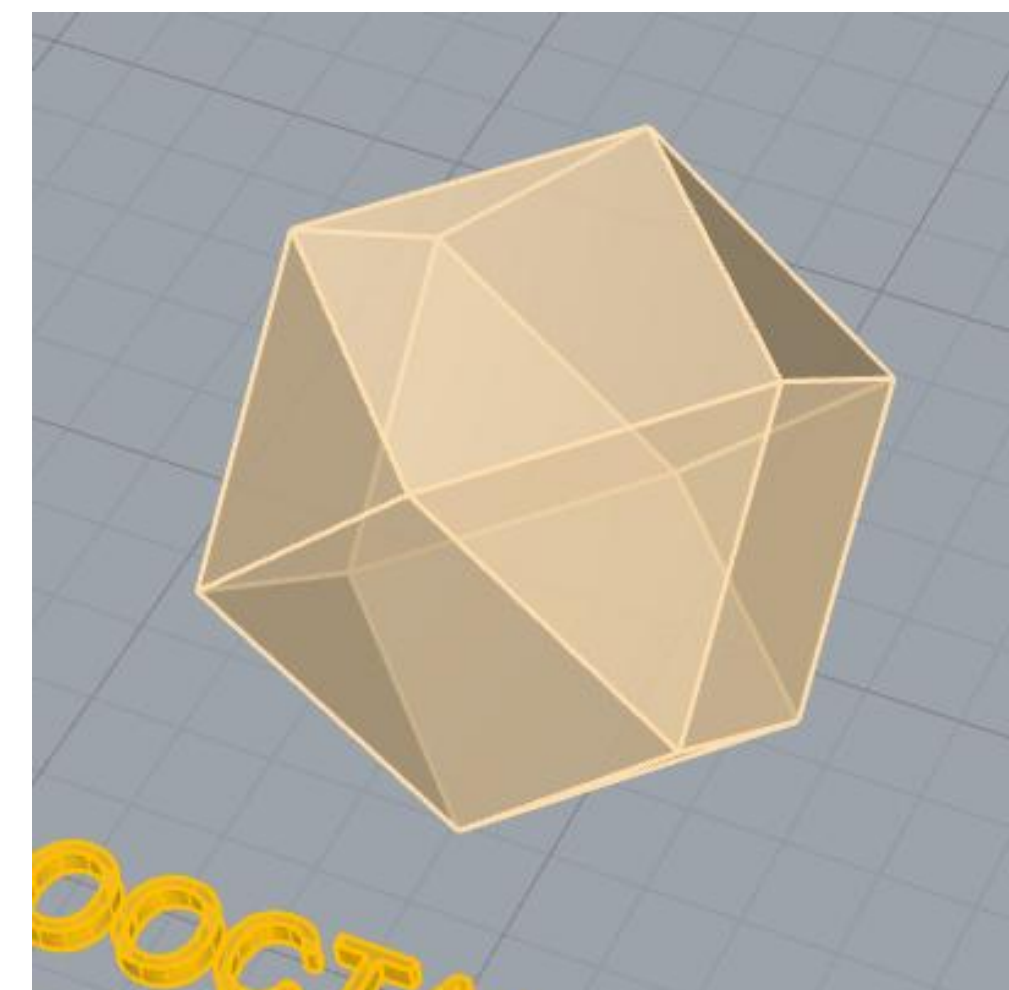
- Construção do Hexaedro; Cubo Truncado e Cuboctaedro



- Criar um cubo com lado 5;



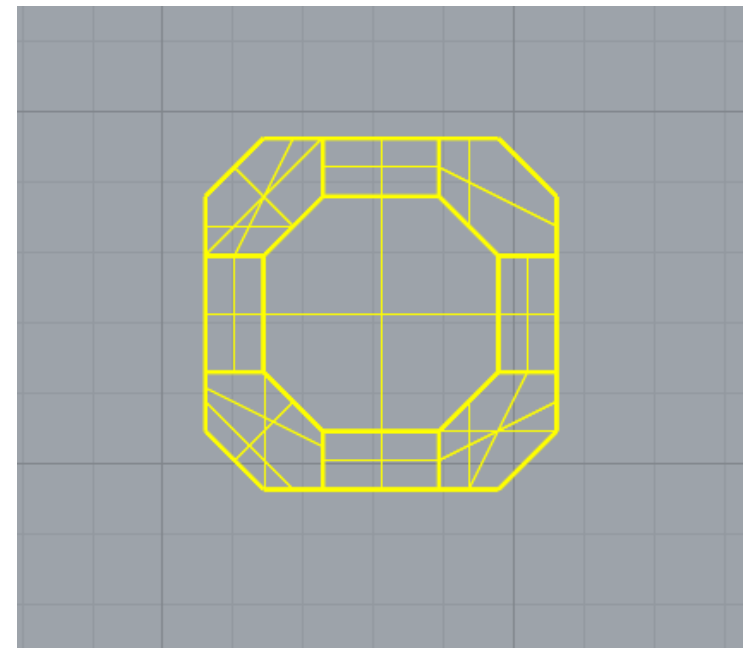
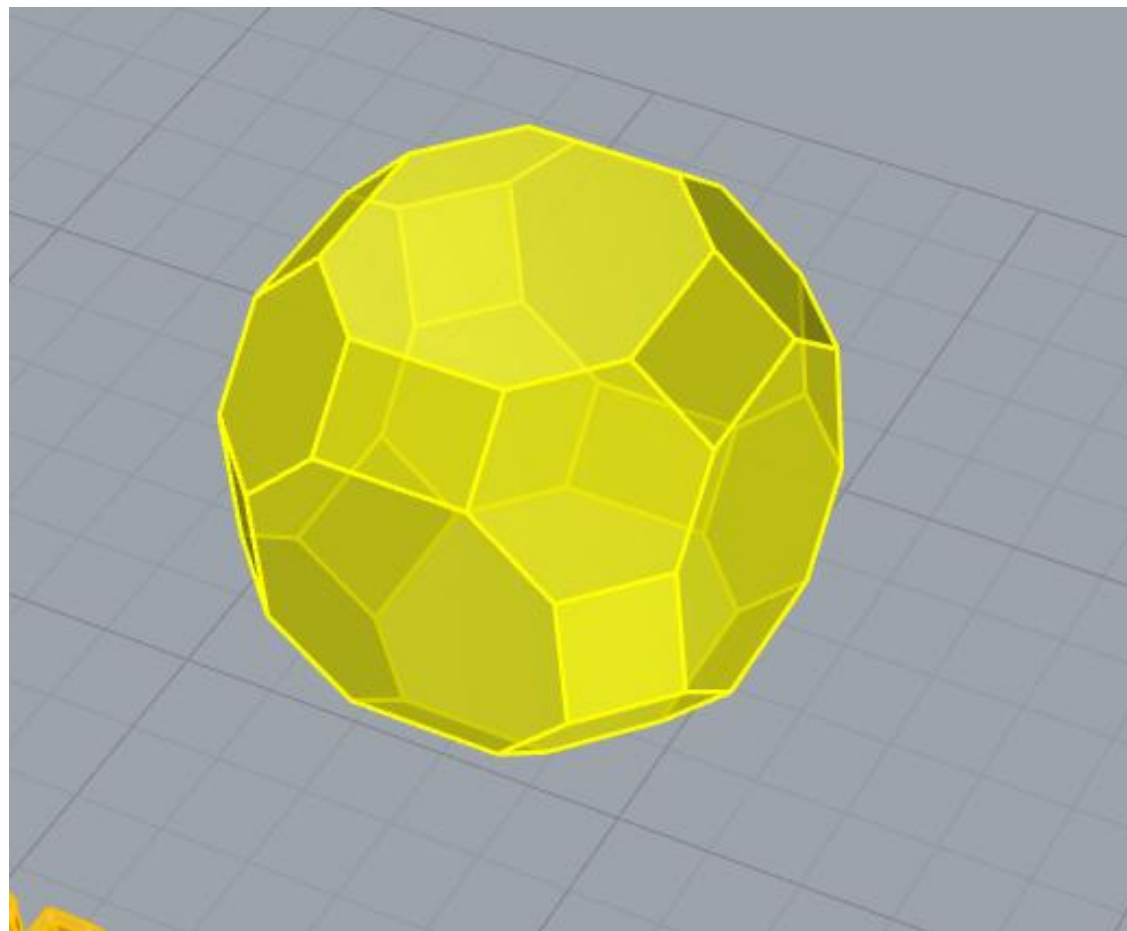
- Fazer esferas com $\frac{1}{3}$ da aresta e colocar em todos os vértices ; E para finalizar, utilizar o comando wirecut;



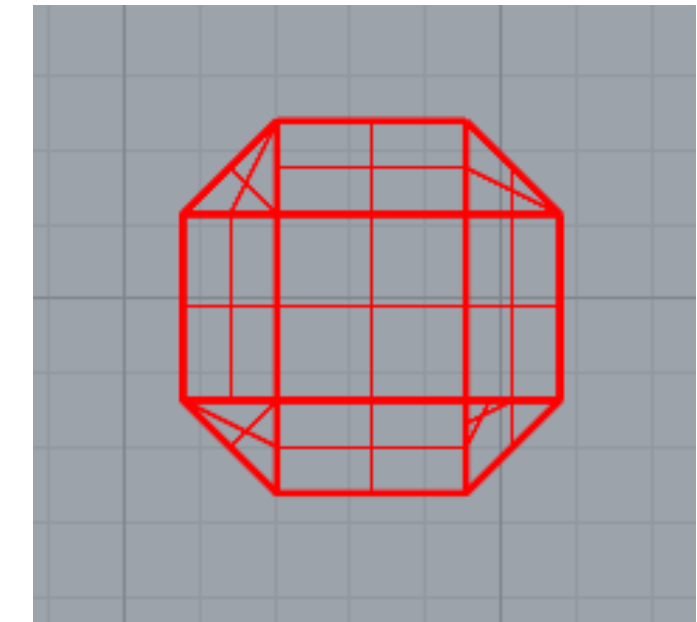
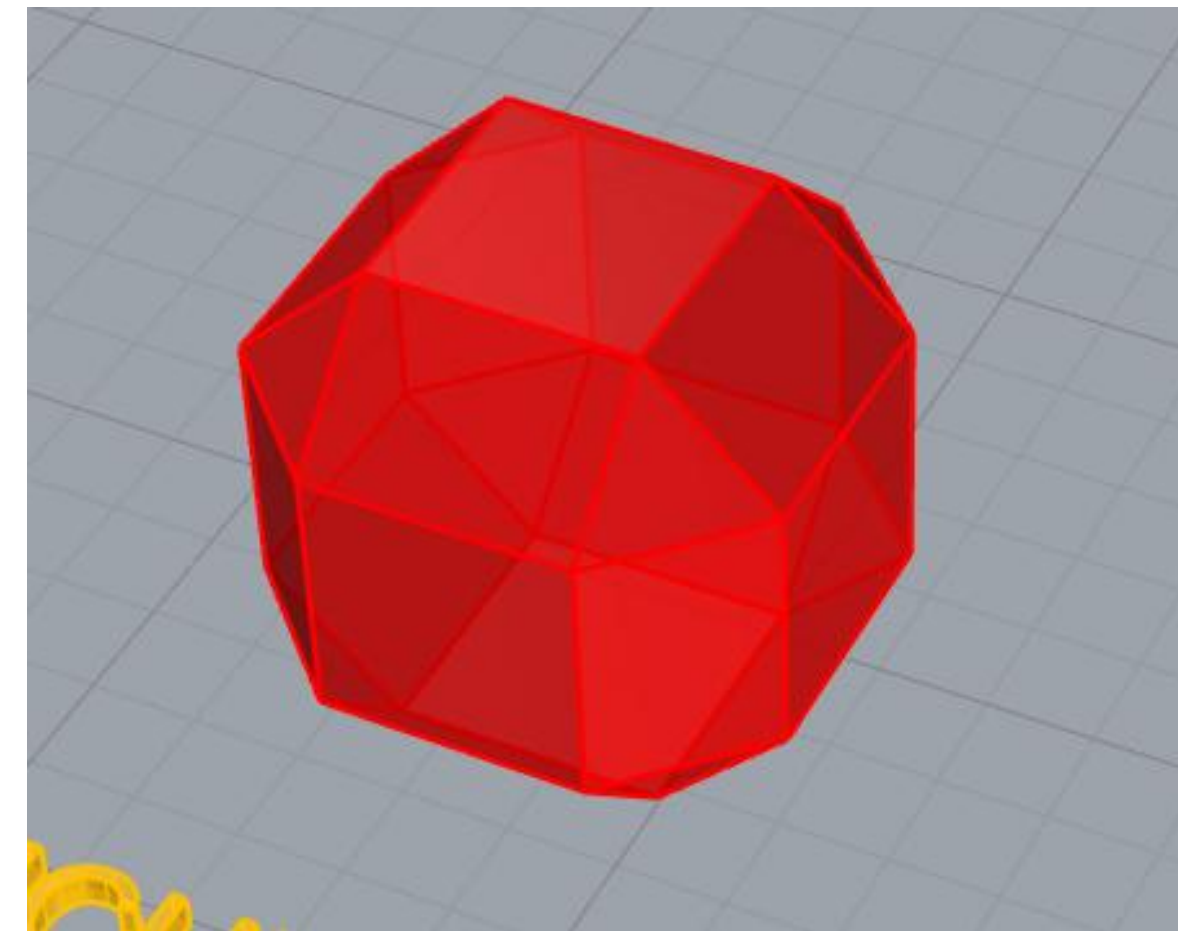
- Processo igual ao cubo truncado, com a exceção da medida do raio das esferas ($\frac{1}{2}$);

TRABALHO 1

- **Construção do Rombicuboctaedro e Grande Rombicuboctaedro**



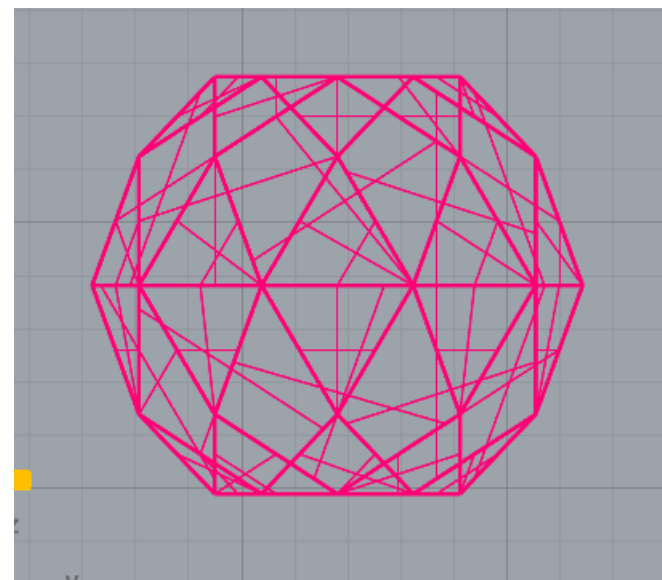
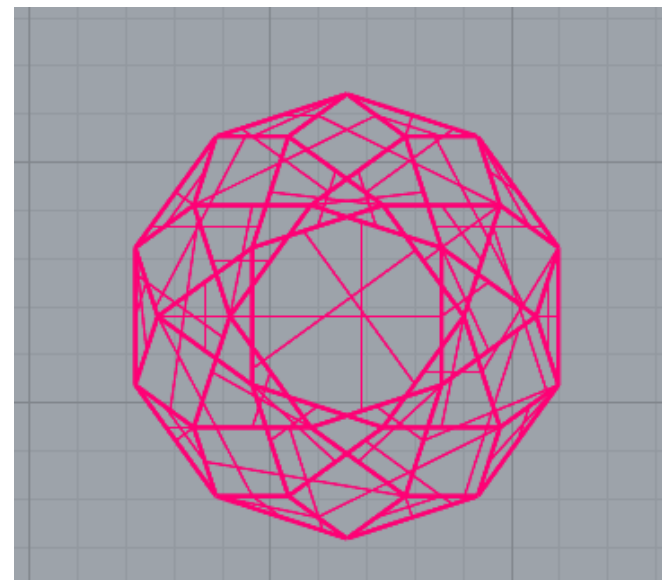
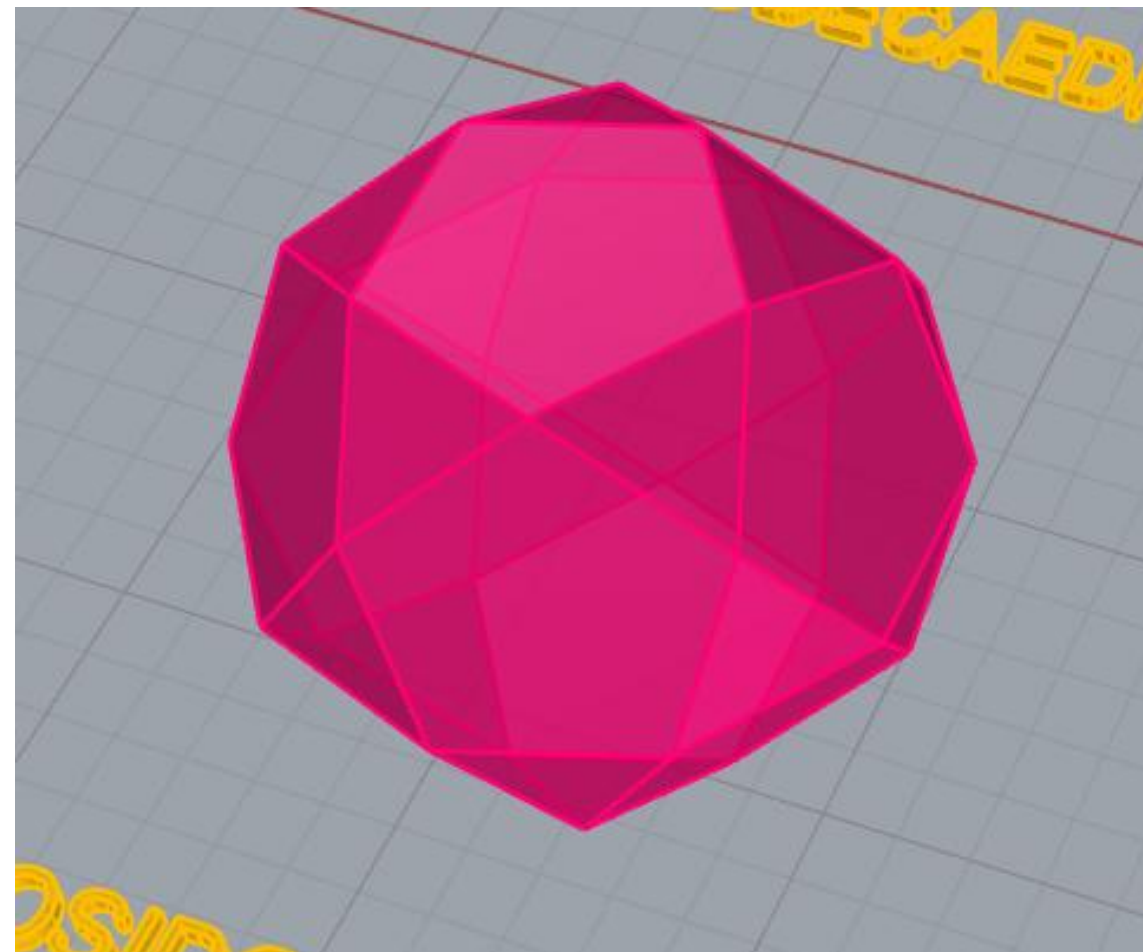
- A partir do cubocatedro, vamos fazer esferas com $\frac{1}{3}$ da aresta em todos os vértices e depois fazer wirecut;



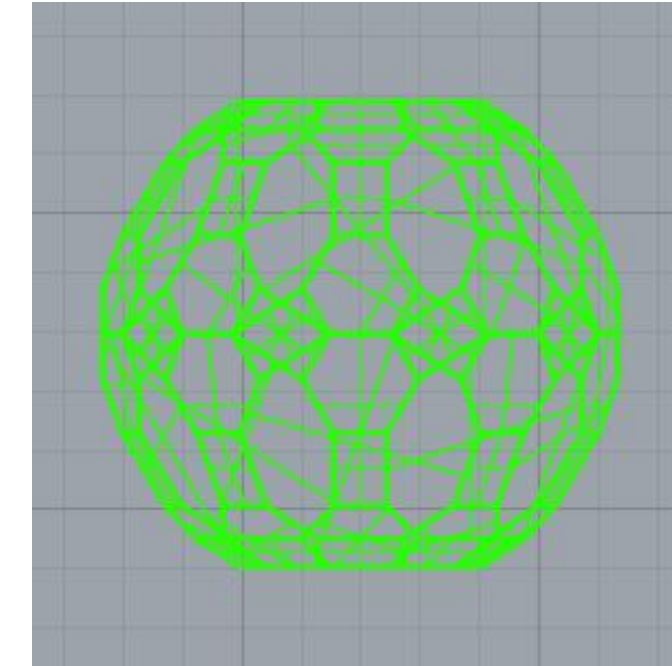
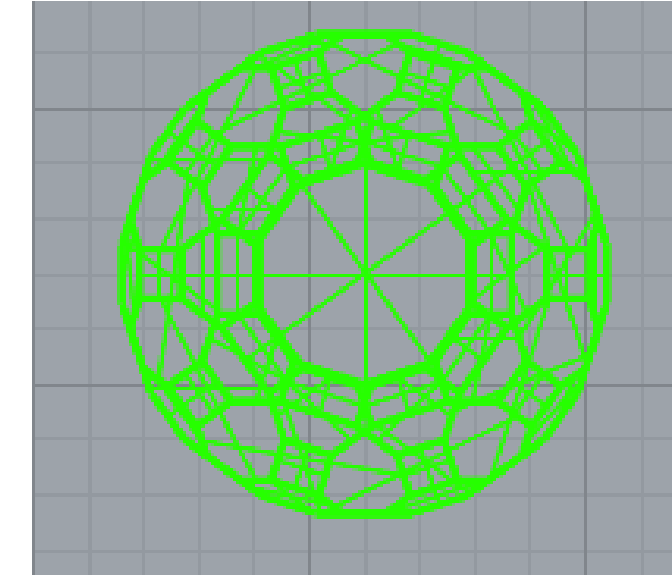
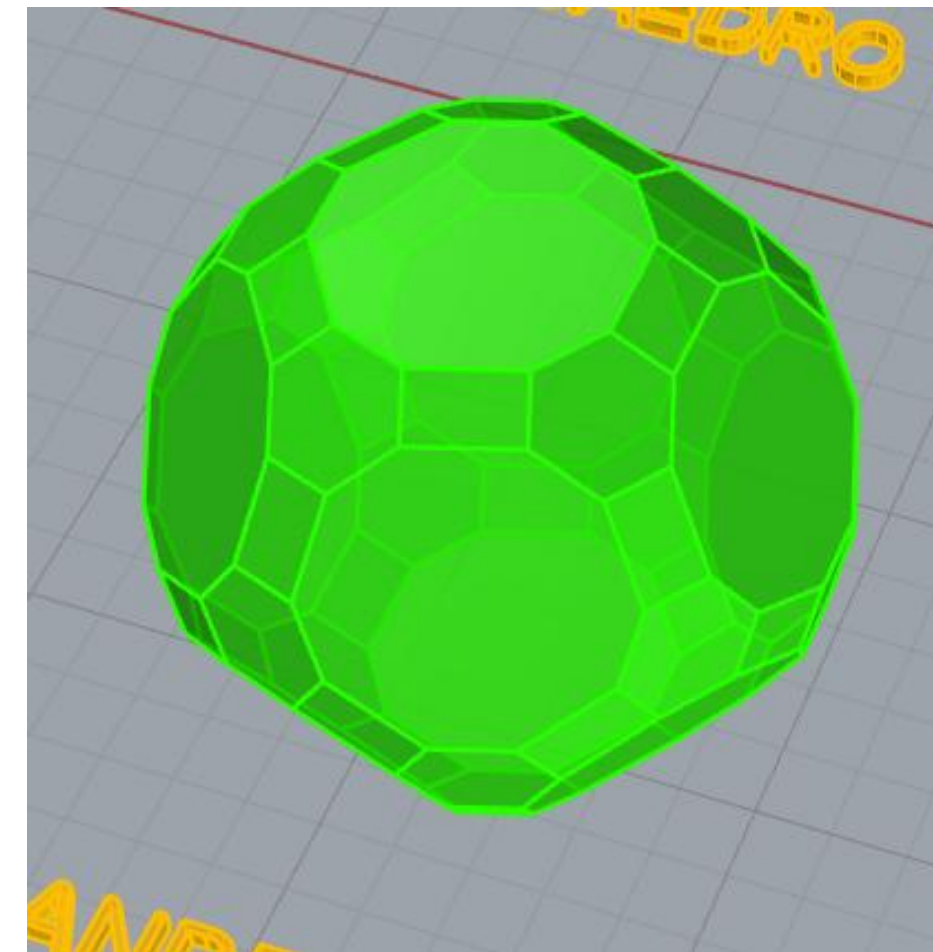
- Processo igual ao Rombicuboctaedro, com a exceção da medida do raio ($\frac{1}{2}$);

TRABALHO 1

- Construção do Icosidodecaedro e Grande Rombicosidodecaedro



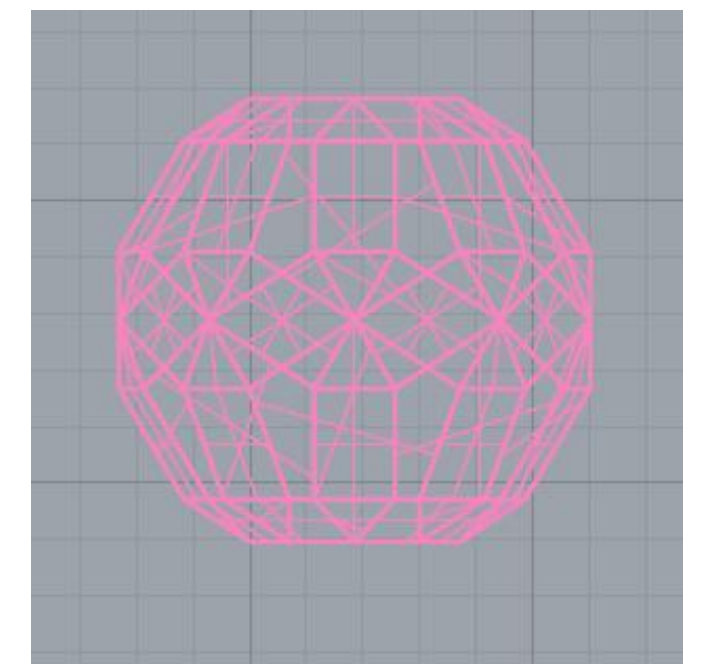
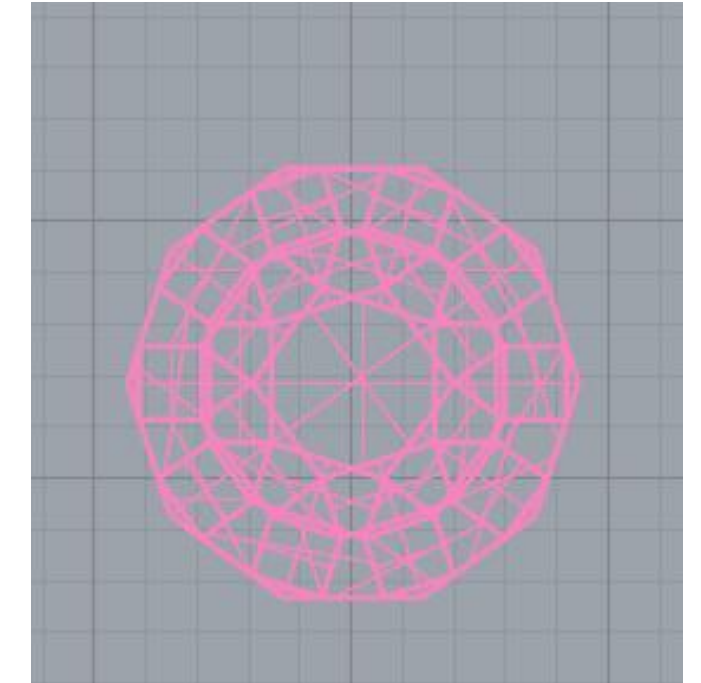
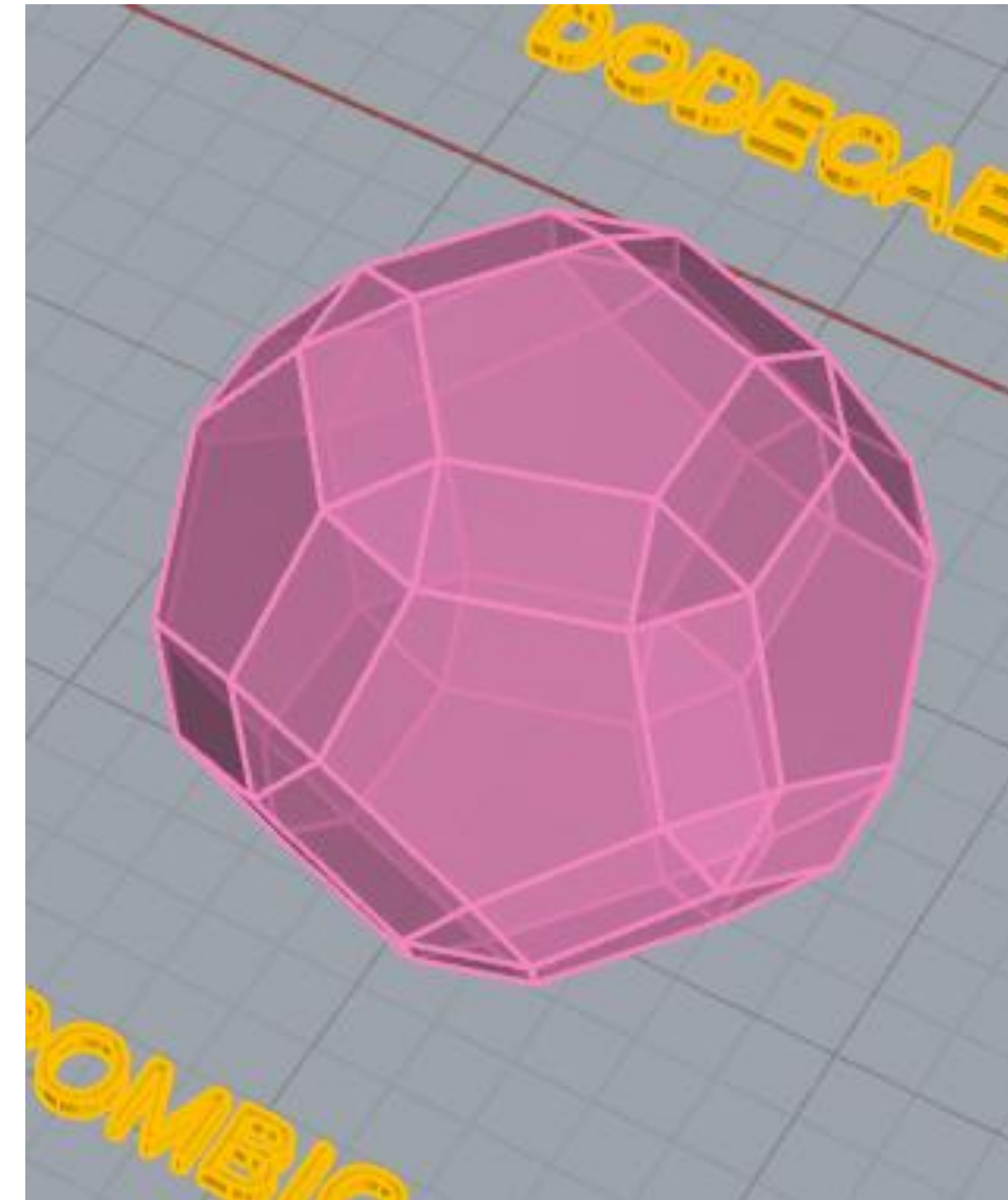
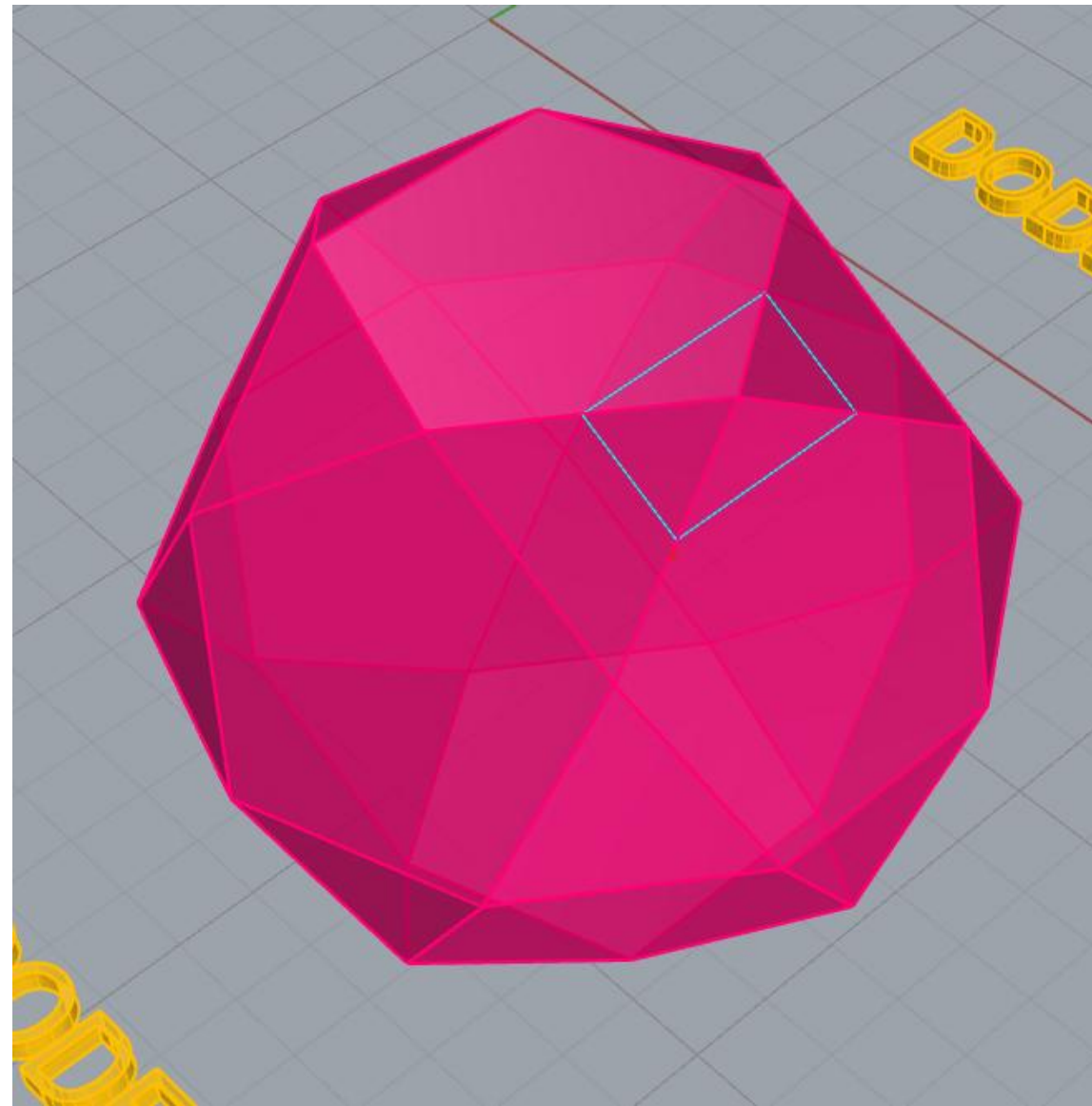
- A partir do dodecaedro, vamos fazer esferas com $\frac{1}{2}$ da aresta e depois fazer wirecut;



- Processo igual ao Icosidodecaedro, com a exceção da medida do raio ($\frac{1}{3}$);

TRABALHO 1

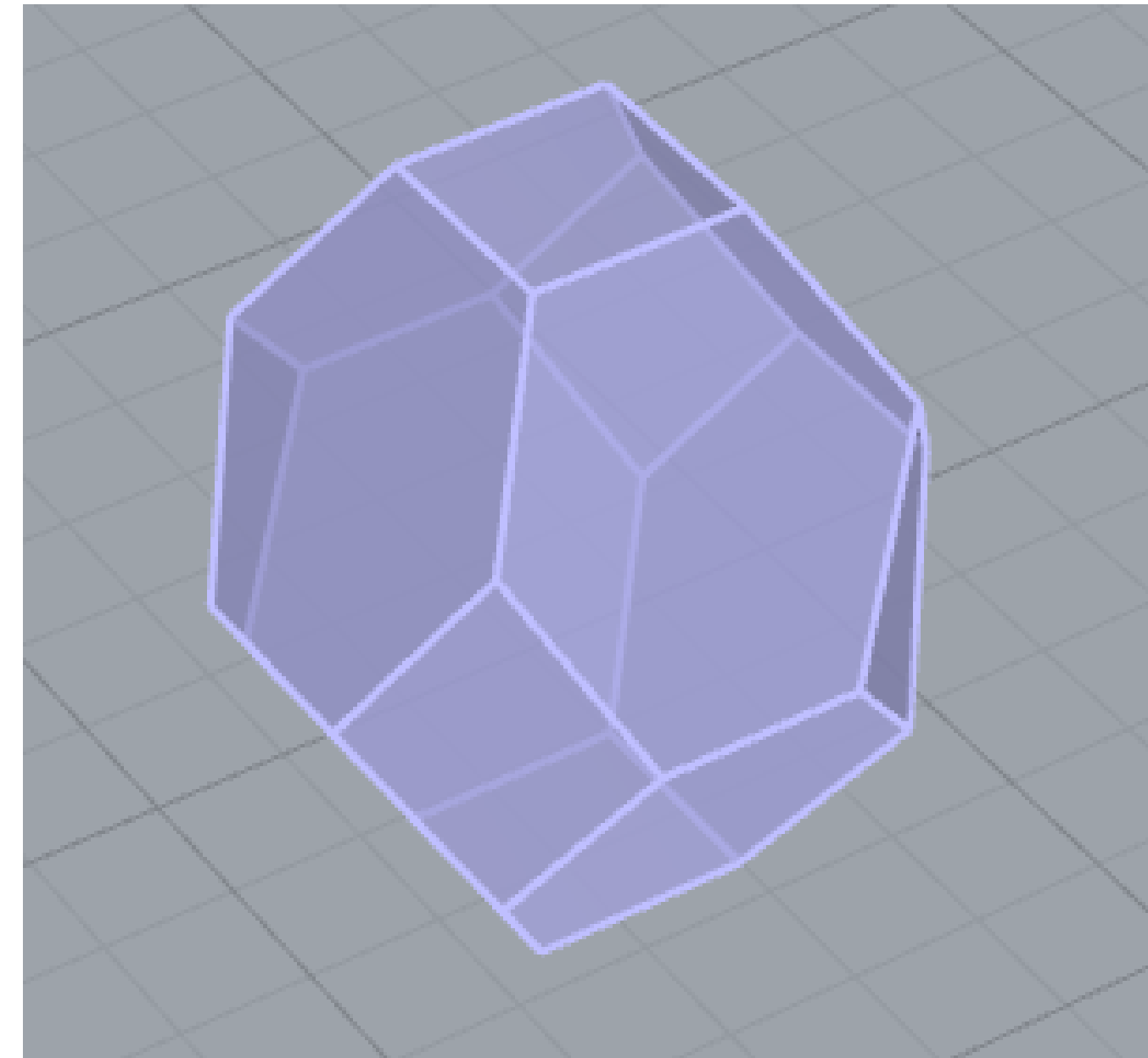
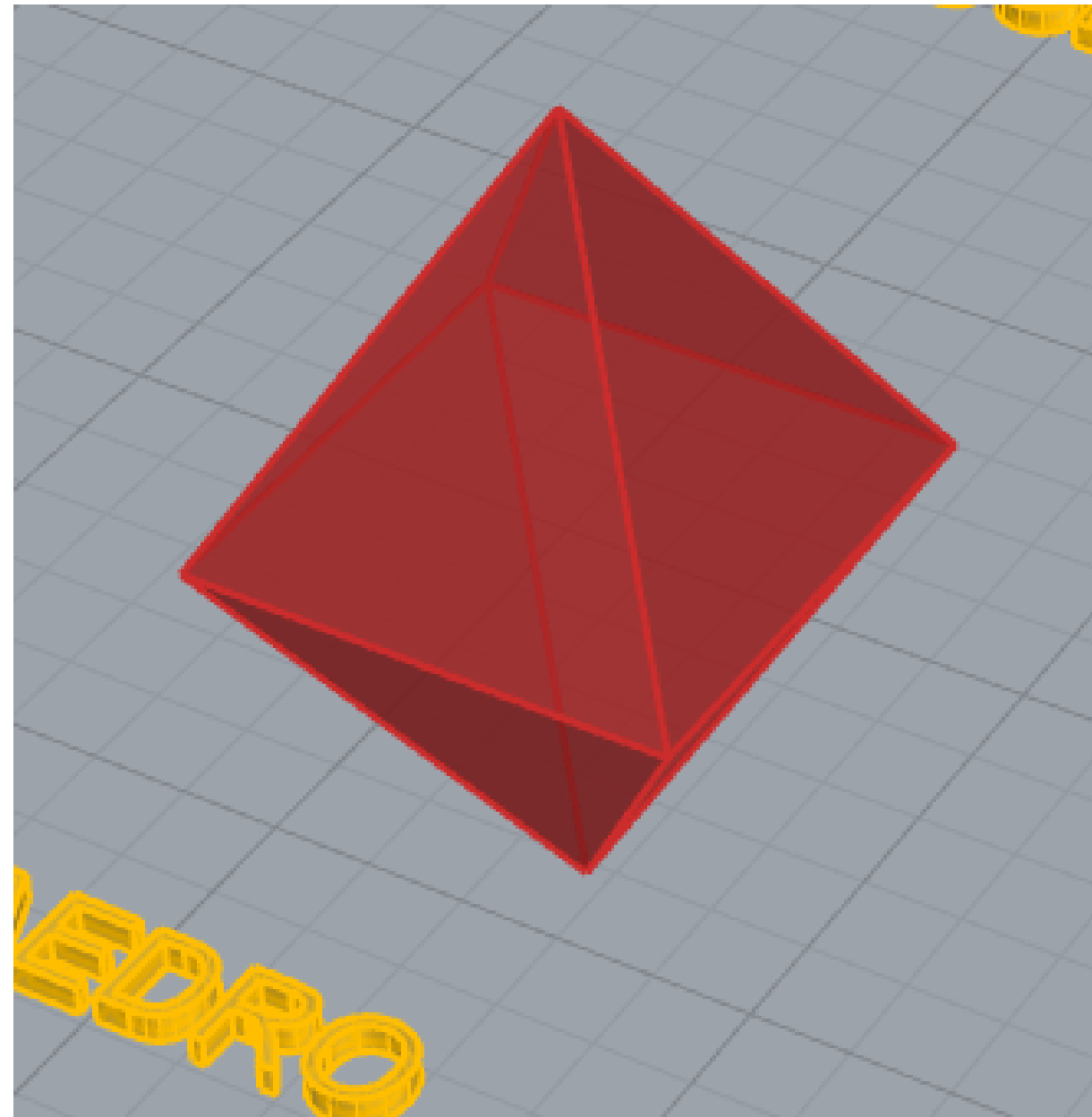
- Construção do Rombicosidodecaedro



- A partir do Icosidodecaedro, vamos fazer esferas com $\frac{1}{2}$ da aresta e depois fazer wirecut;

TRABALHO 1

- Construção do Octaedro e Octaedro Truncado

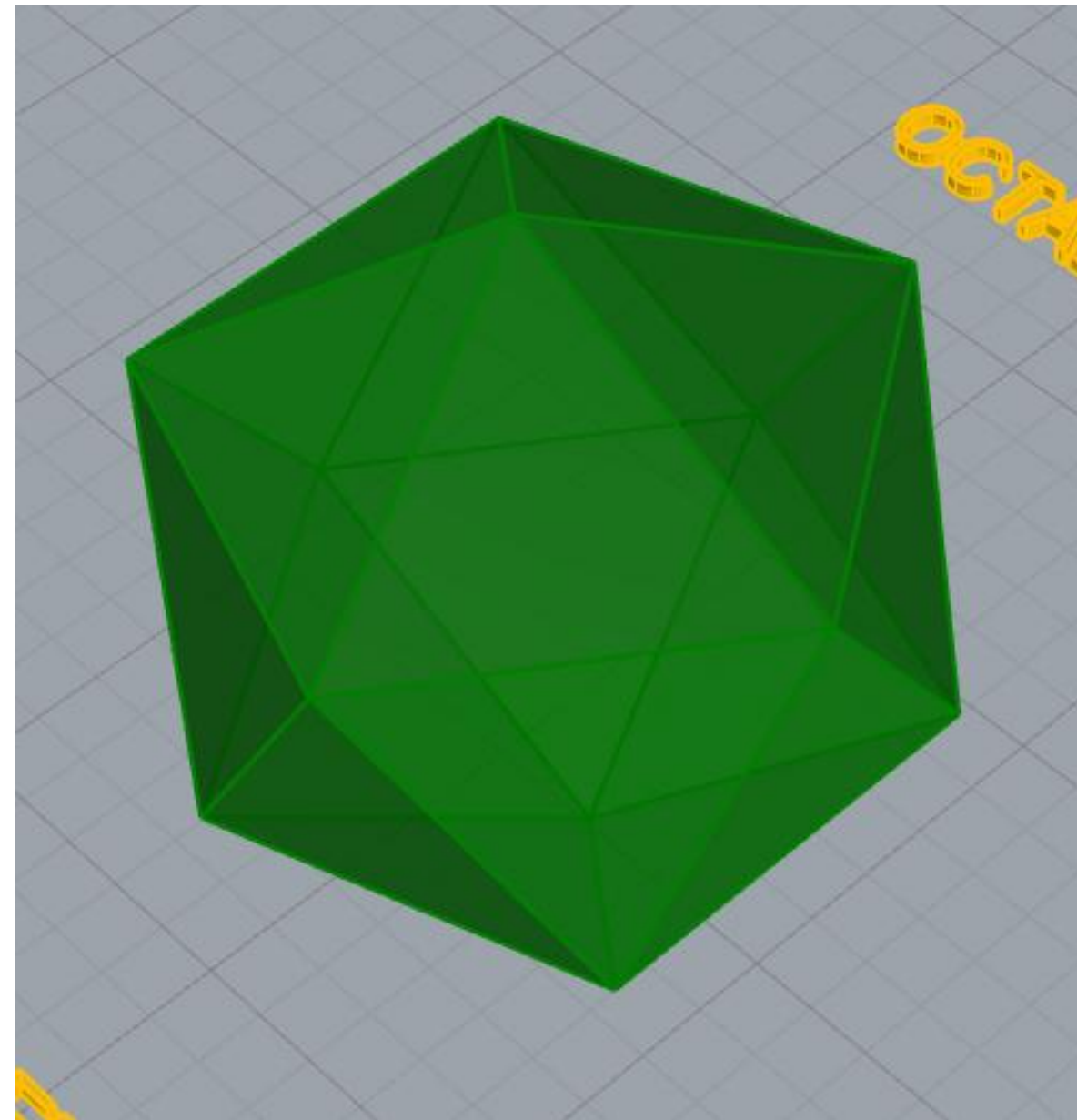


- Fazer 2 pirâmides quadrangulares e juntá-las;

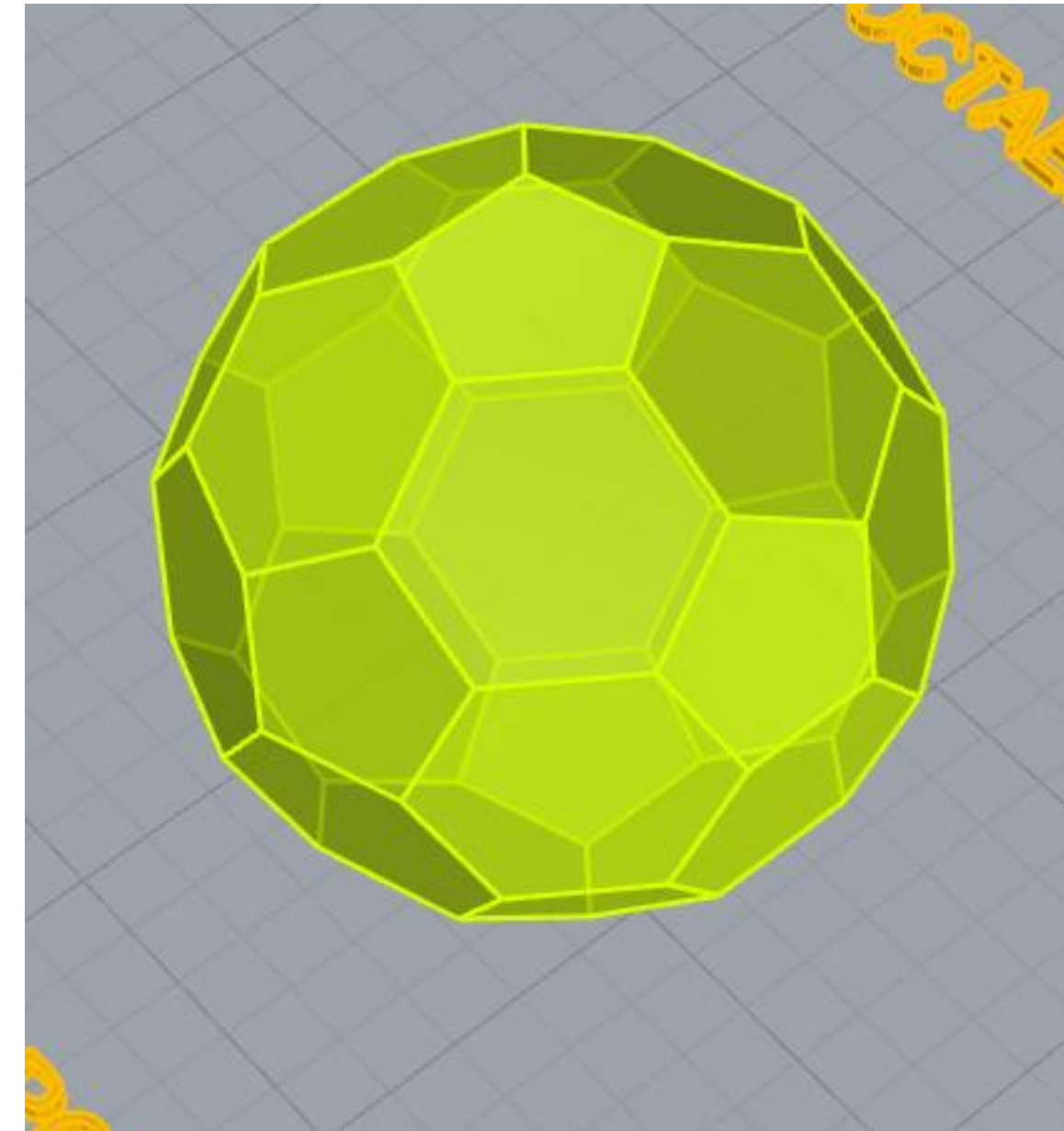
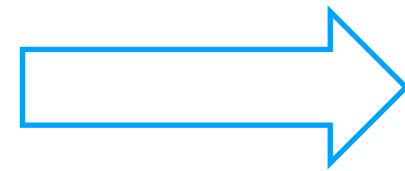
- Fazer esferas com $\frac{1}{3}$ da aresta e depois wirecut;

TRABALHO 1

- Construção do Icosaedro e Icosaedro Truncado



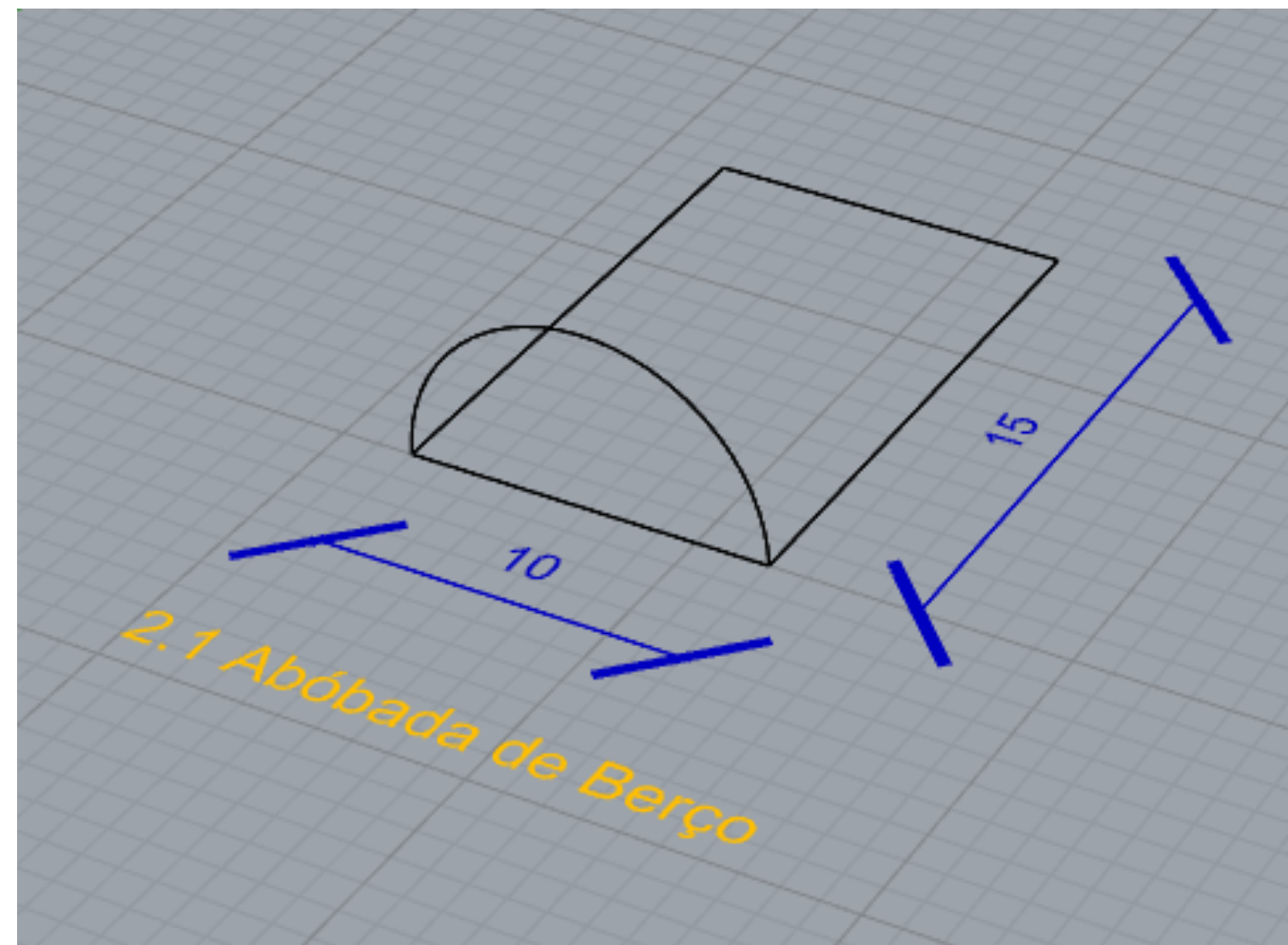
- Icosaedro



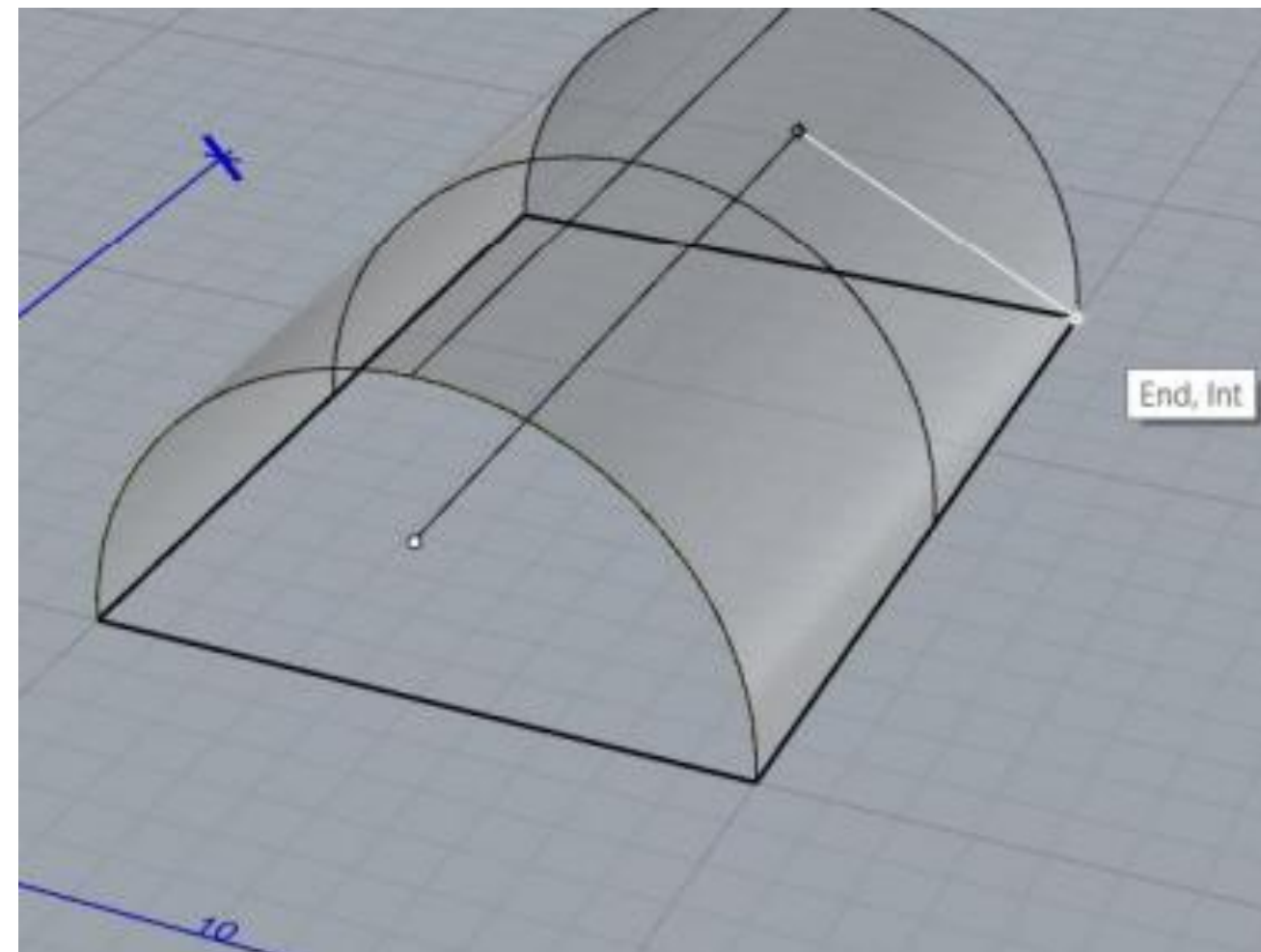
- Fazer esferas com $\frac{1}{3}$ da aresta e depois wirecut;

Fim do Trabalho 1

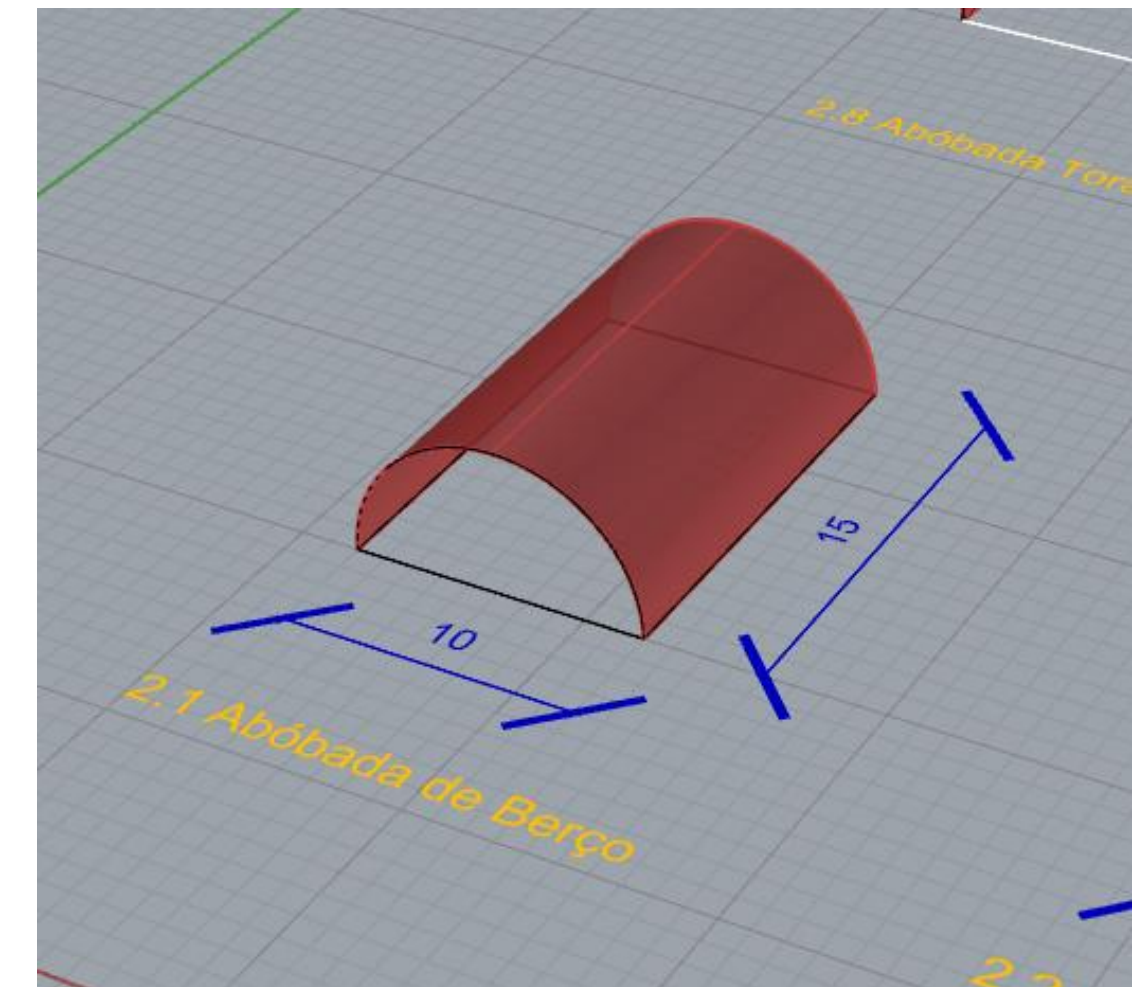
ABÓBADA DE BERÇO



- Criar um retângulo e um círculo vertical; Usamos o comando **TRIM** para cortar metade desse mesmo;

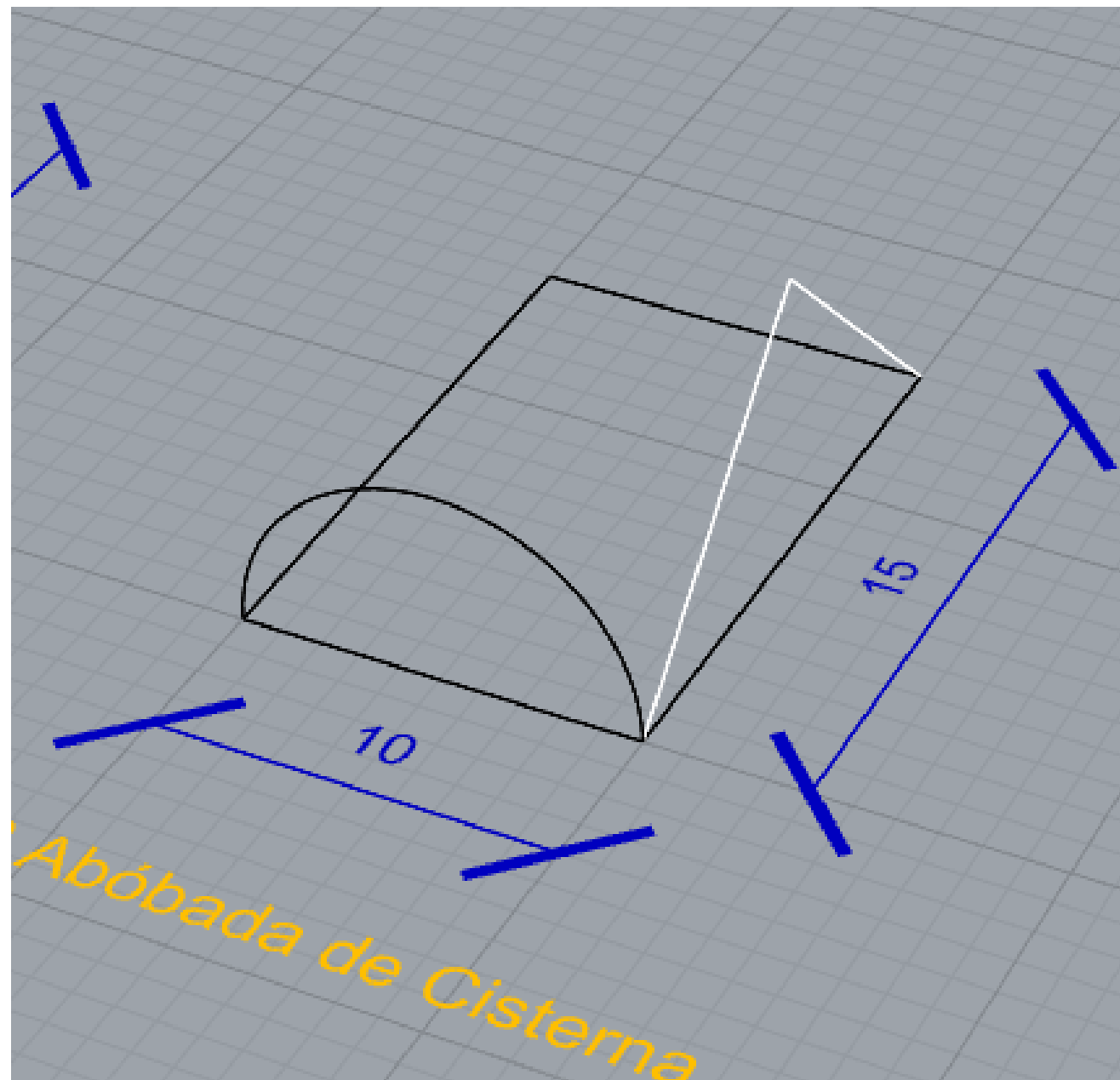


- Utilizar **EXTRUDECRV** e colocar no endpoint do retângulo;

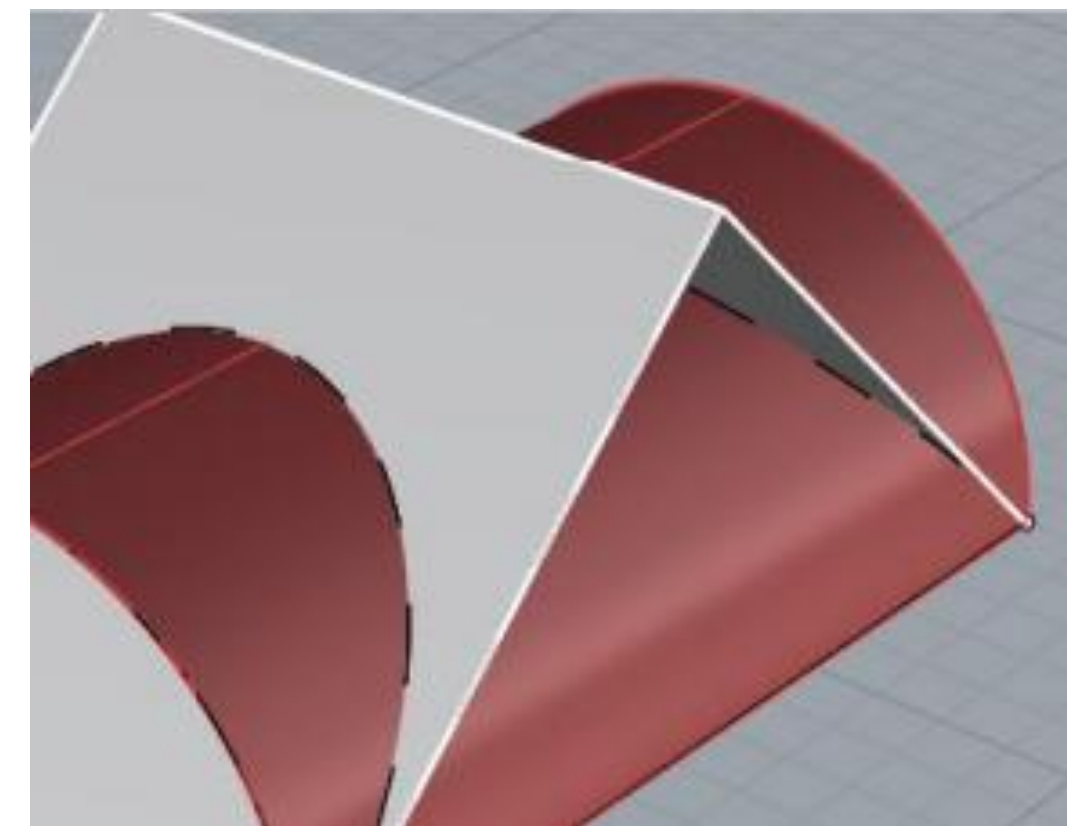


- Resultado final;

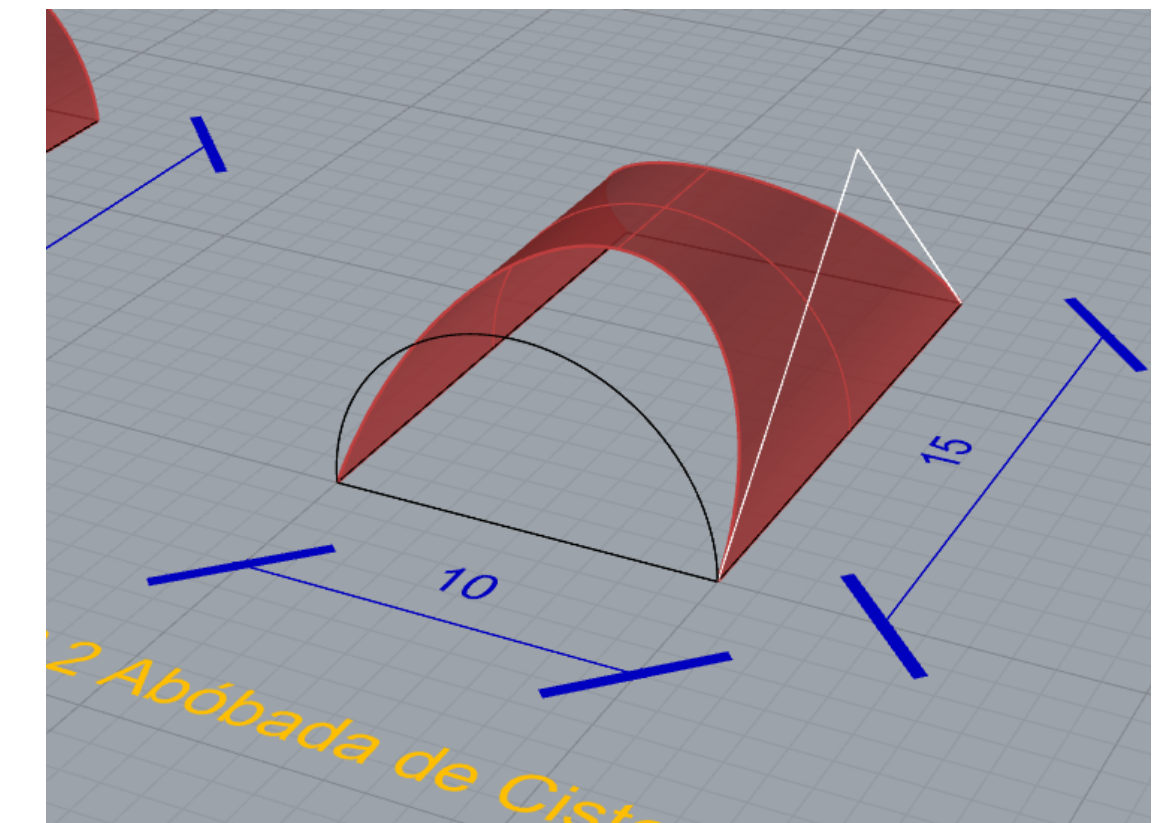
ABÓBADA DE CISTERNA



- Copiar toda a estrutura da abóbada de berço;
- Fazer uma linha com $@10 < 90 < 45$
- Outra linha com $@10 < -90 < 45$
- Fazer **FILLET**:
Executar o comando
> clicar numa linha e depois noutra;

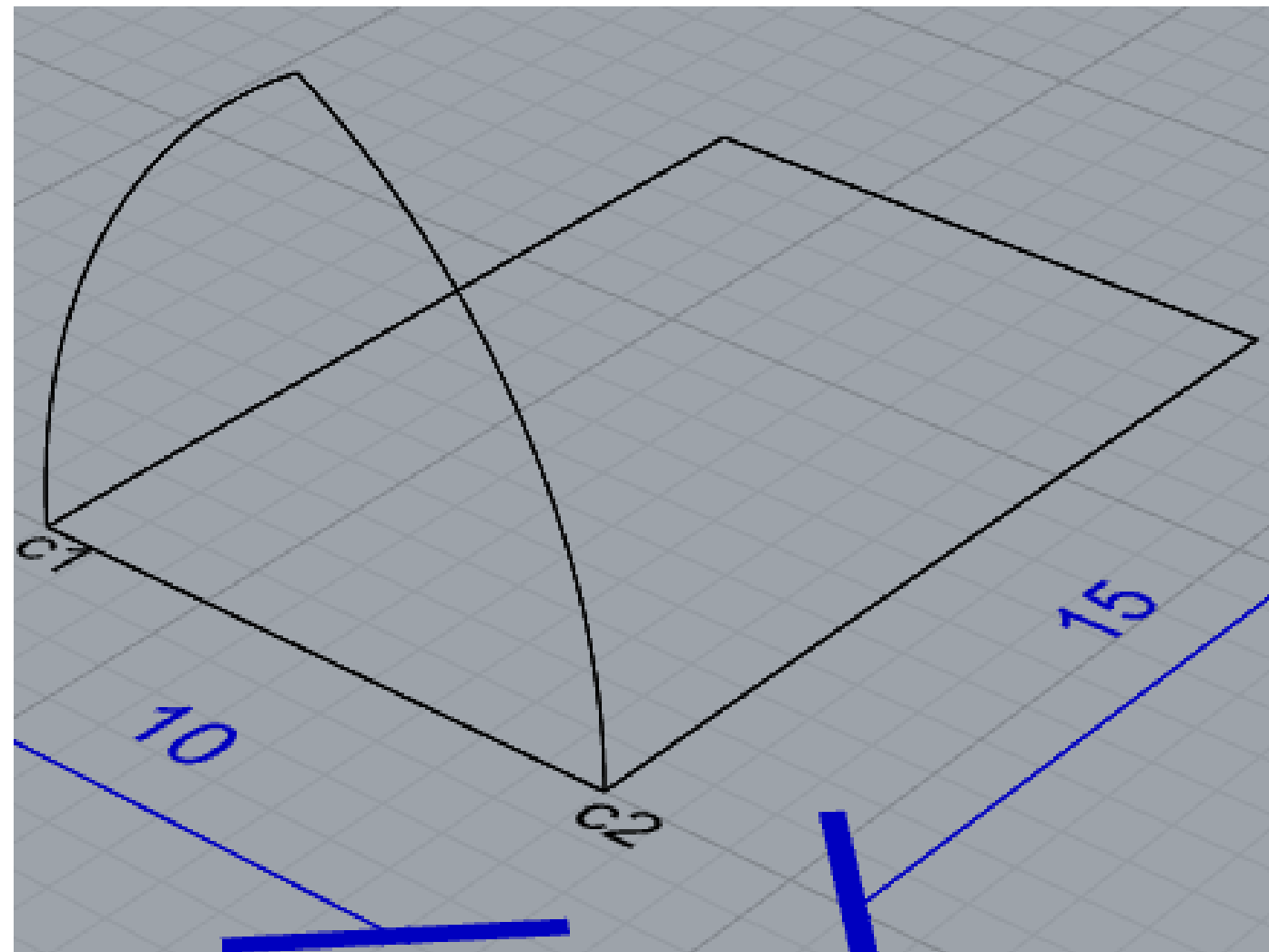


- JOIN e fazer EXTRUDE;
- Executar INTERSECT;

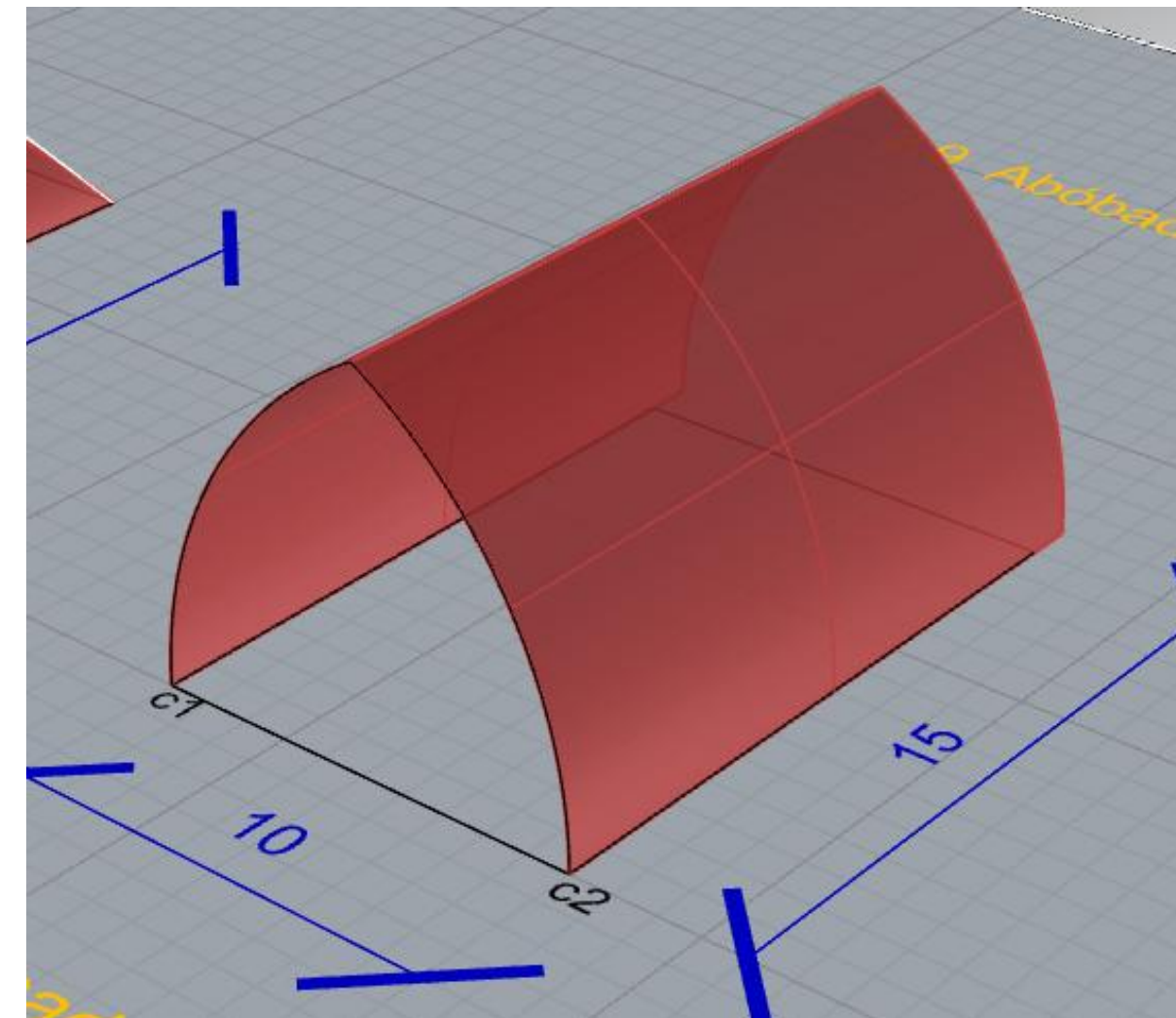


- Resultado final;

ABÓBADA OGIVAL

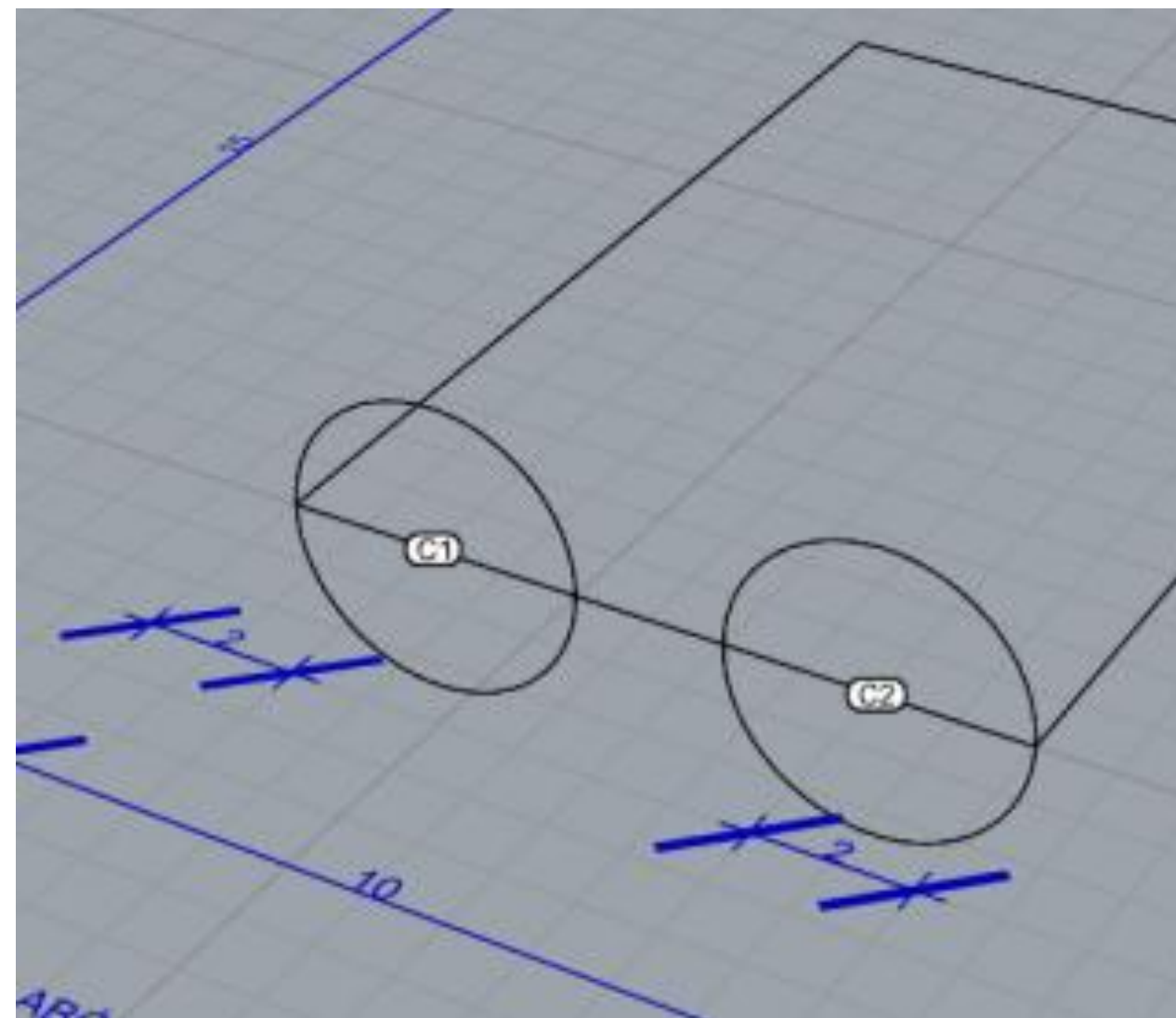


- Fazer 2 Circunferências com centro num dos vértices com o raio de 10;
- Fazer **TRIM** e **JOIN**;

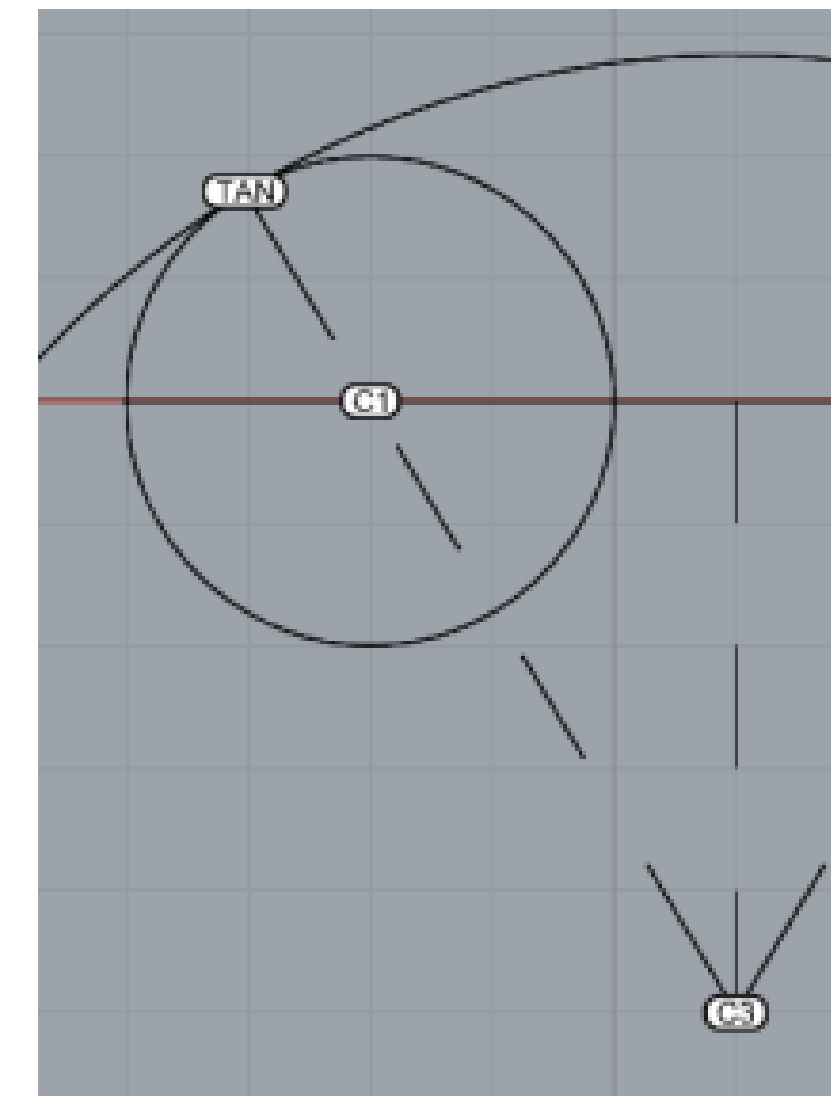


- Resultado final;

ABÓBADA ABATIDA

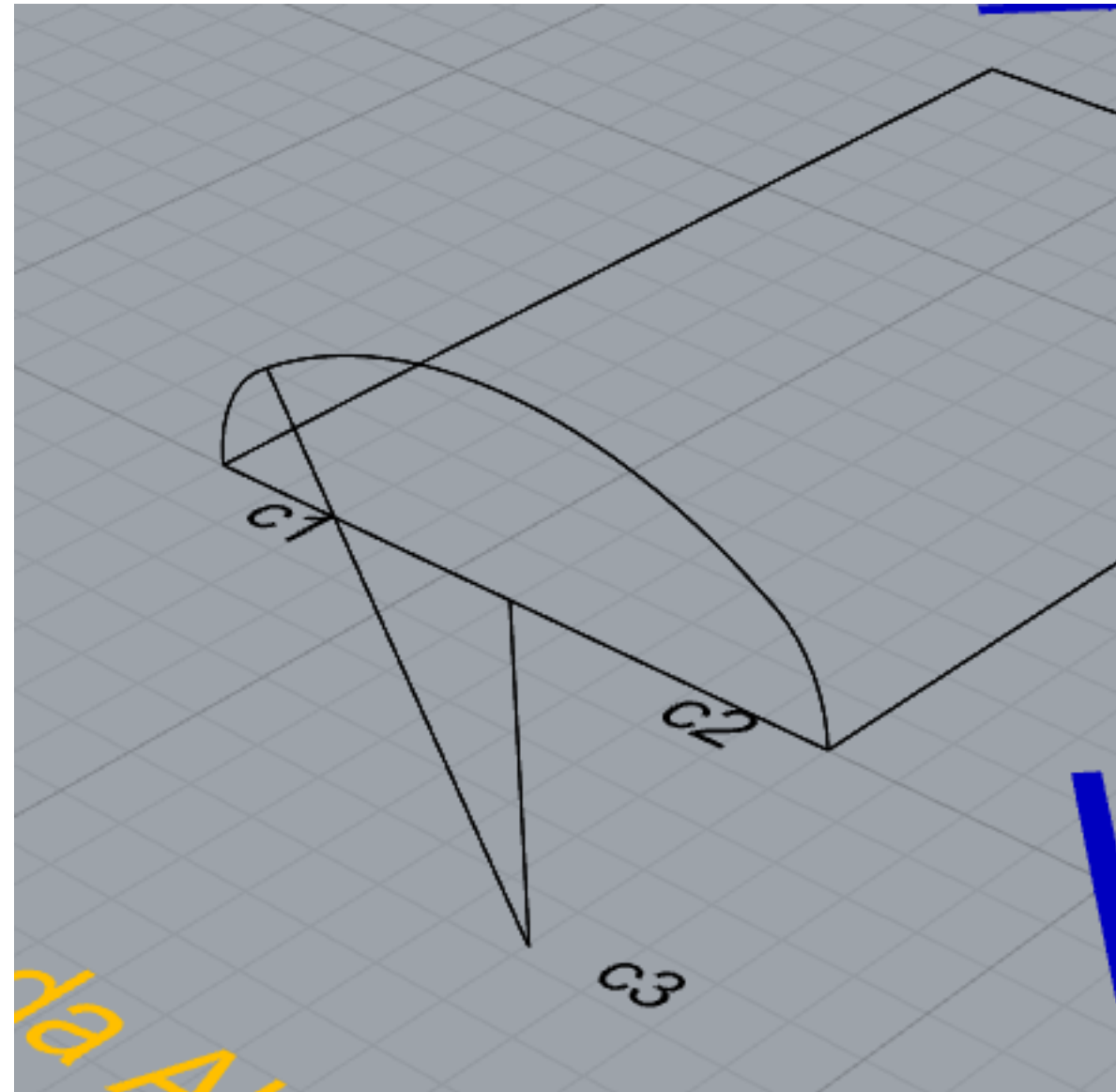


- Depois de copiar o mesmo retângulo das outras abóbadas, fazemos 2 circunferências verticais com o centro a partir de 2 unidades das extremidades do retângulo;
- Fazer uma linha vertical com 5 unidades no midpoint do retângulo;
- A partir do endpoint dessa linha, fazemos mais 2 linhas que ligam ao centro das circunferências;

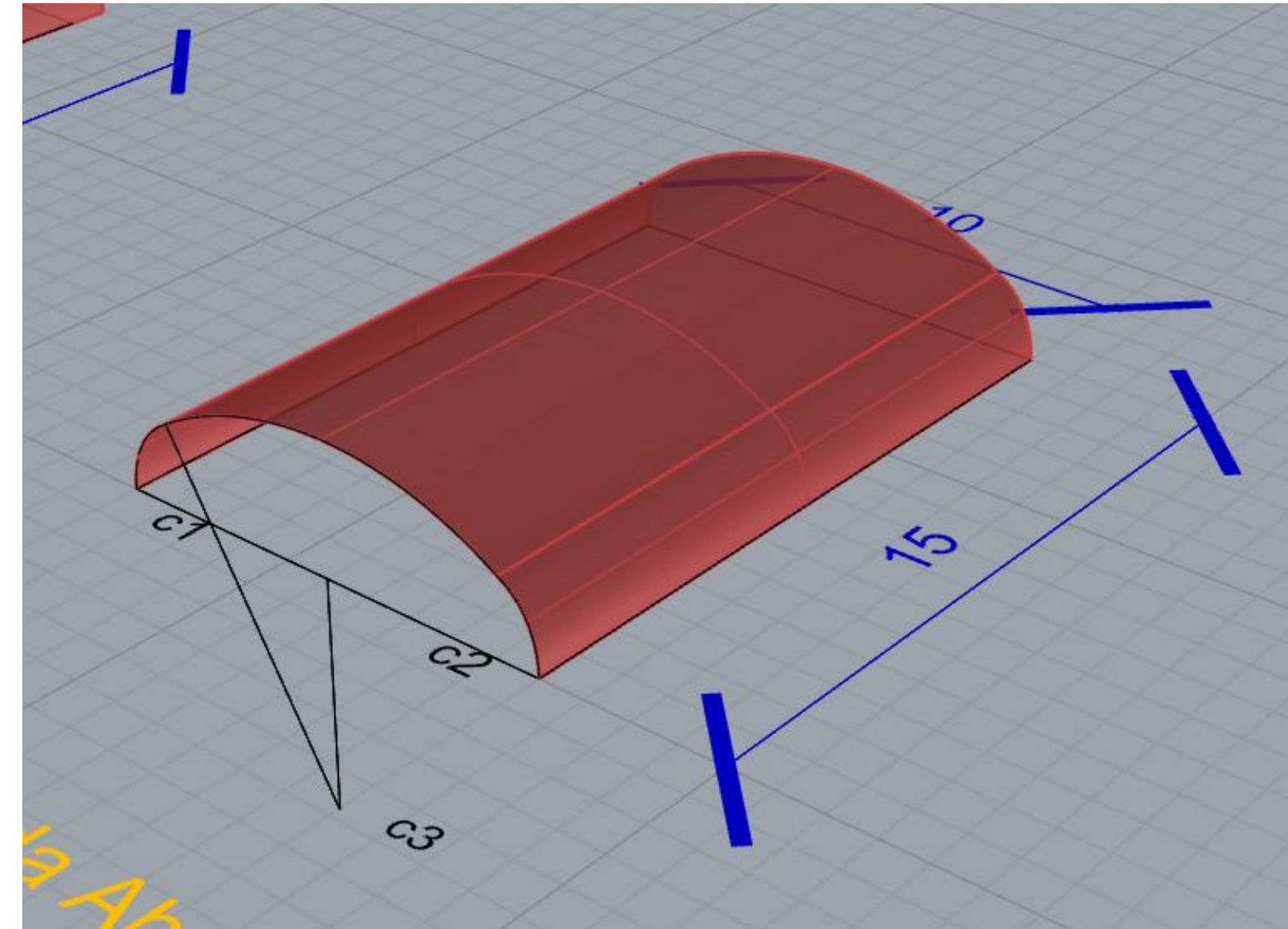


- Na front view, criamos uma circunferência a partir do endpoint feito na linha vertical anterior;

ABÓBADA ABATIDA

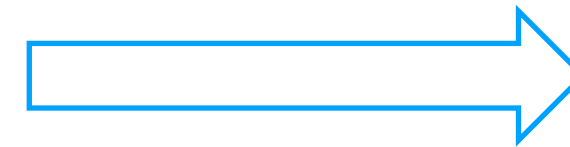
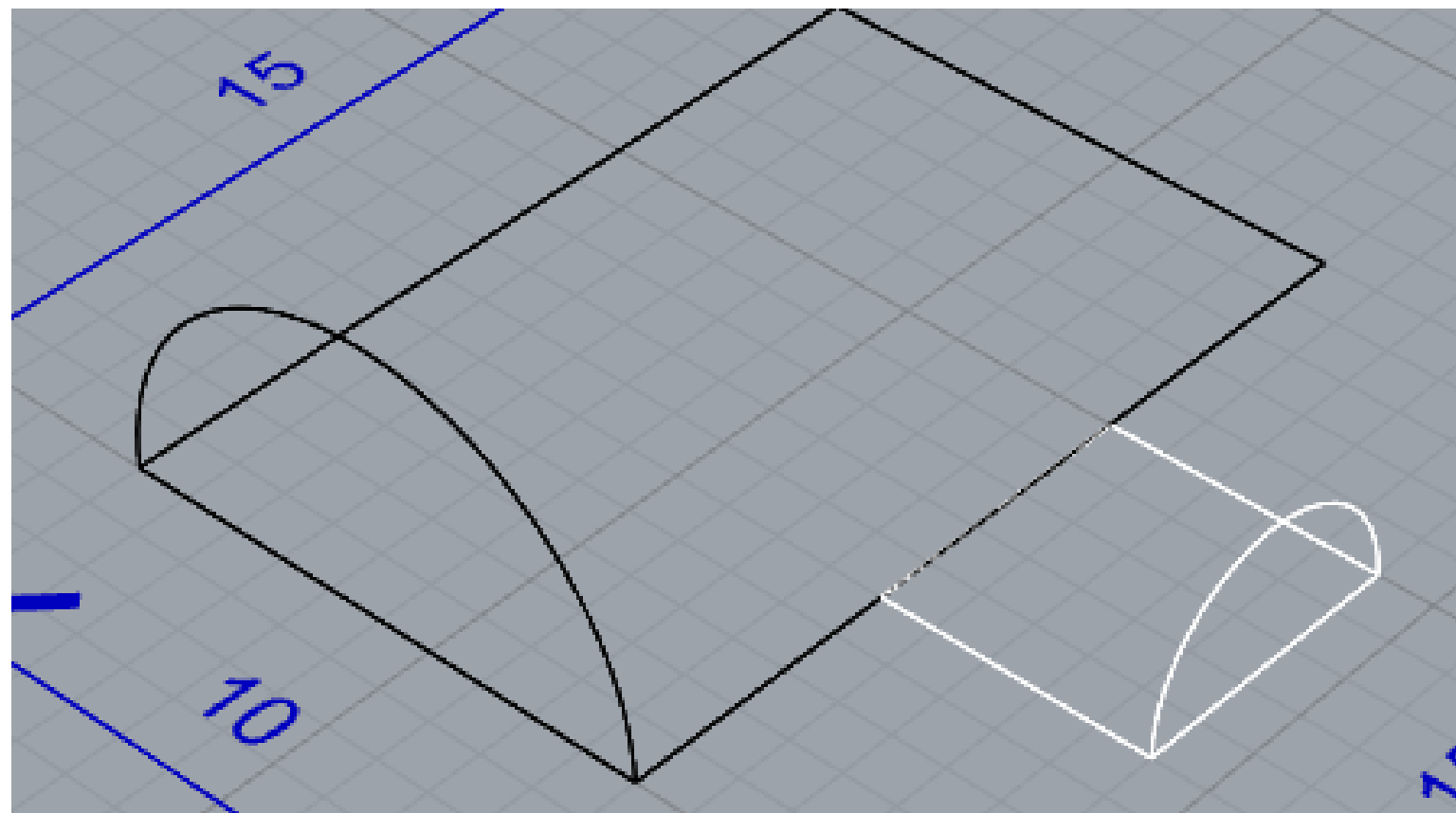


- Fazer trim;
- Depois join;
- E por fim, extrudecrv;

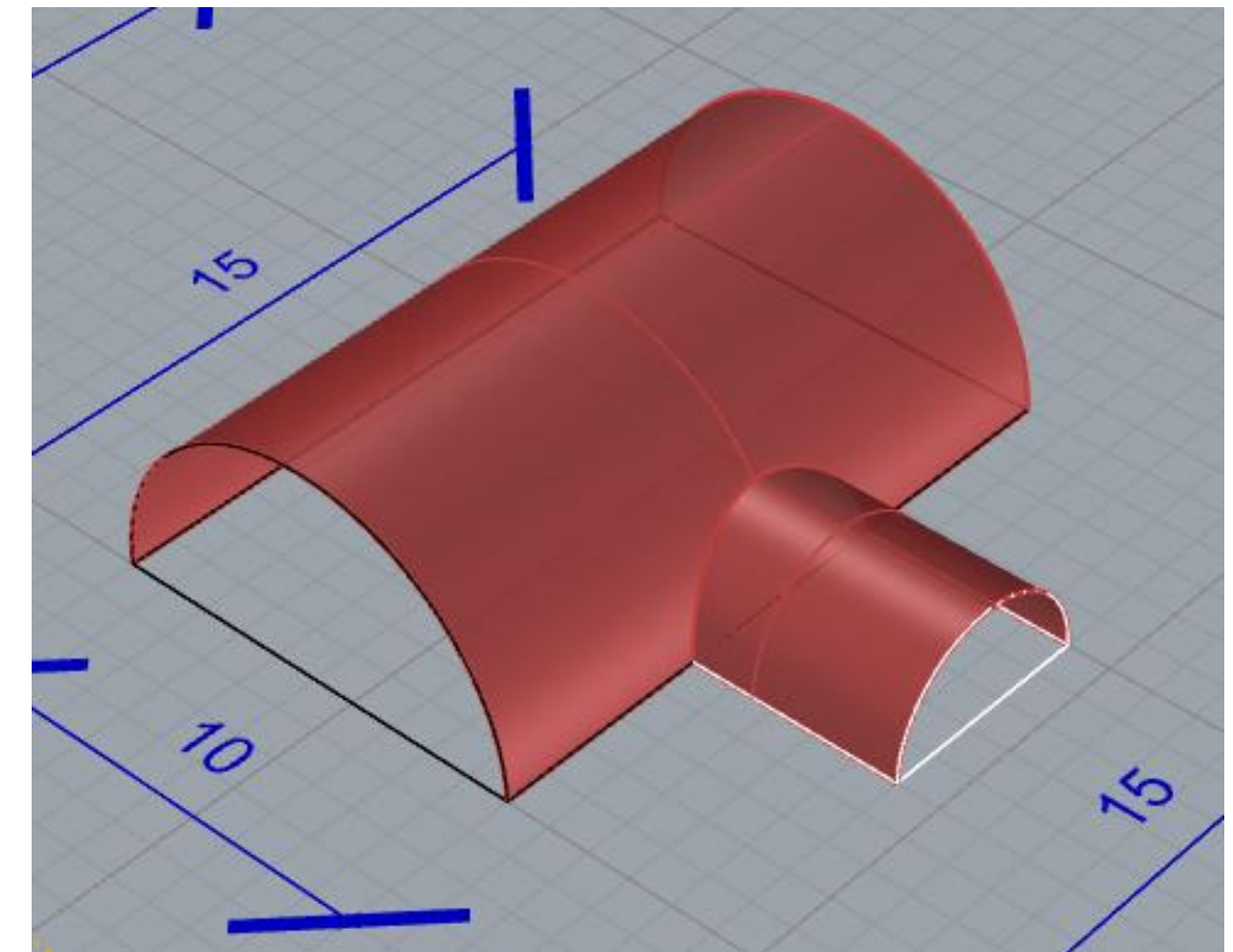


- Resultado final;

LUNETA CILÍNDRICA

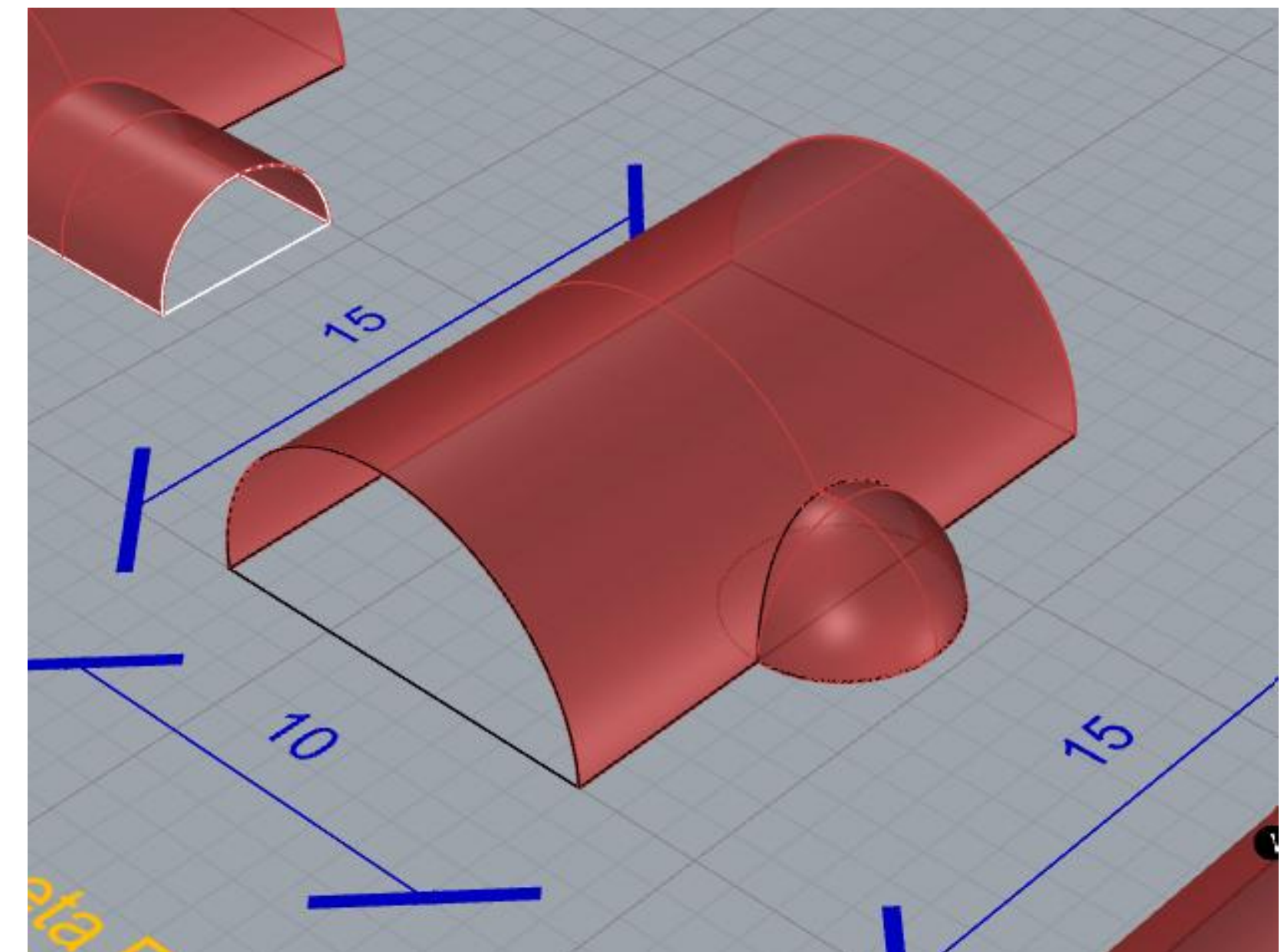
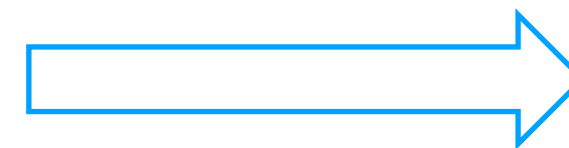
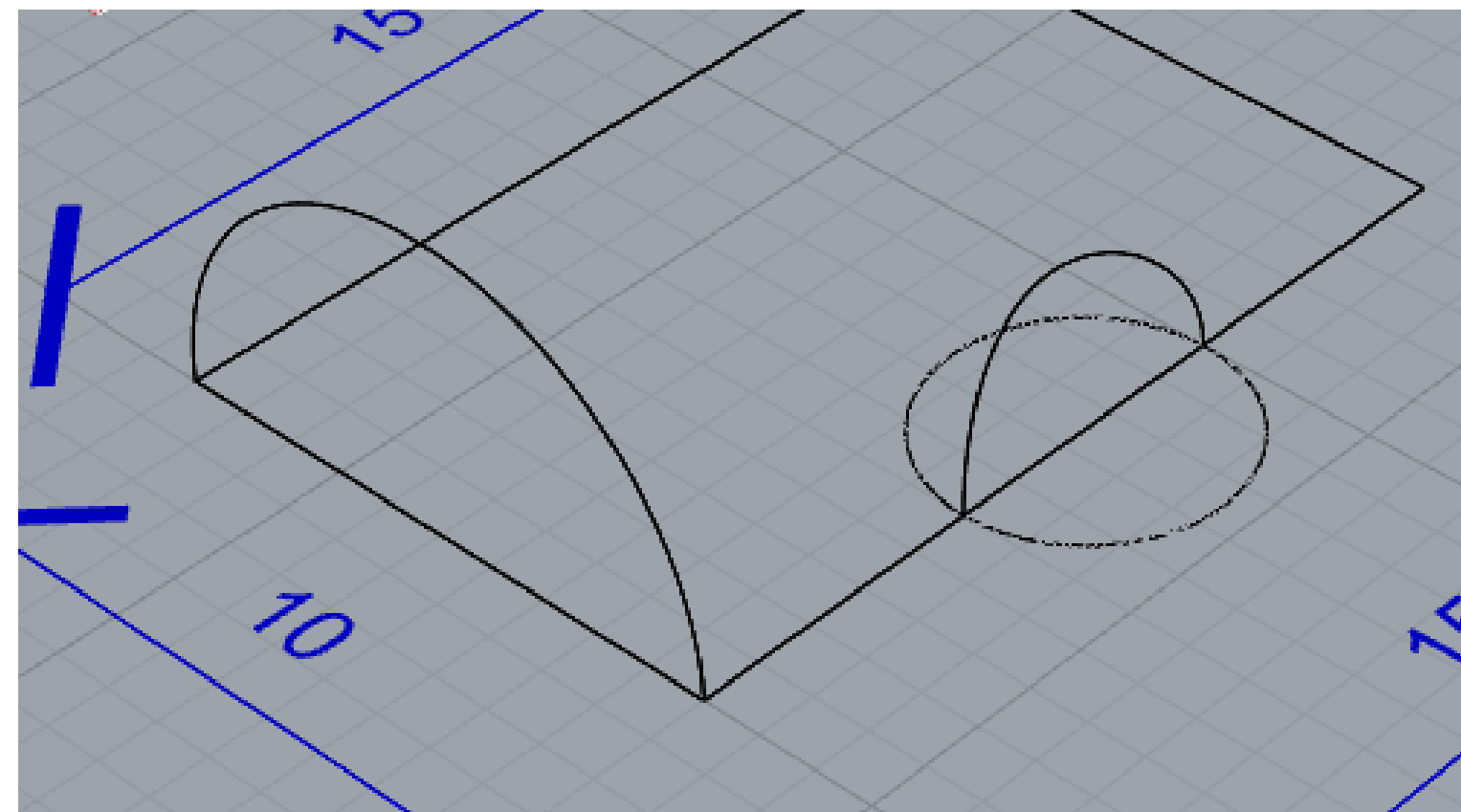


- Copiar toda a estrutura da abóbada de berço;
- Fazer um quadrado de 5 por 5 e colocar no meio do retângulo;
- Fazer uma circunferência vertical e depois trim para tirar a parte de baixo desta mesma;
- Fazer extrudecrv depois trim para tirar a parte de dentro que está na abóbada ;



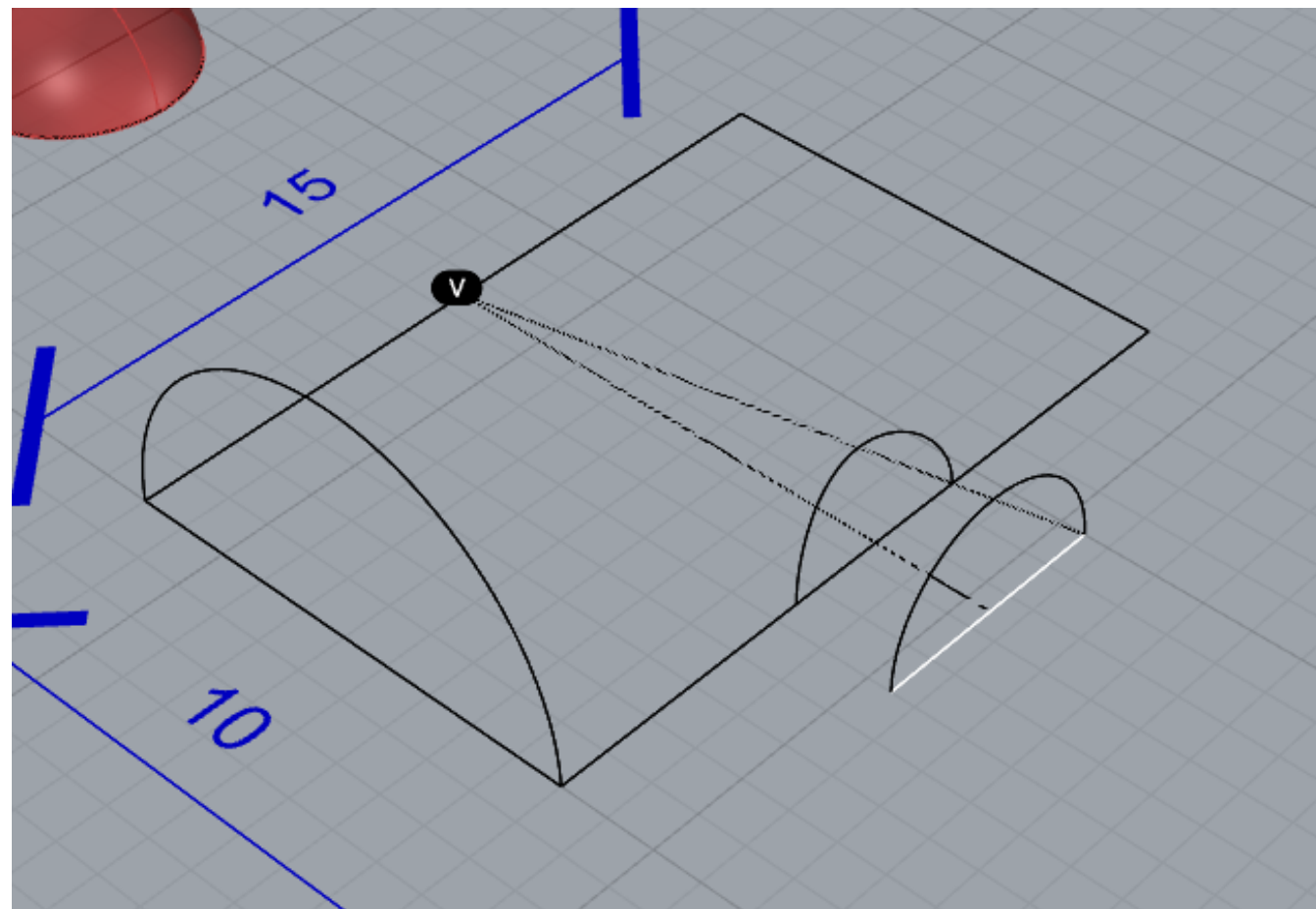
- Resultado final;

LUNETA ESFÉRICA

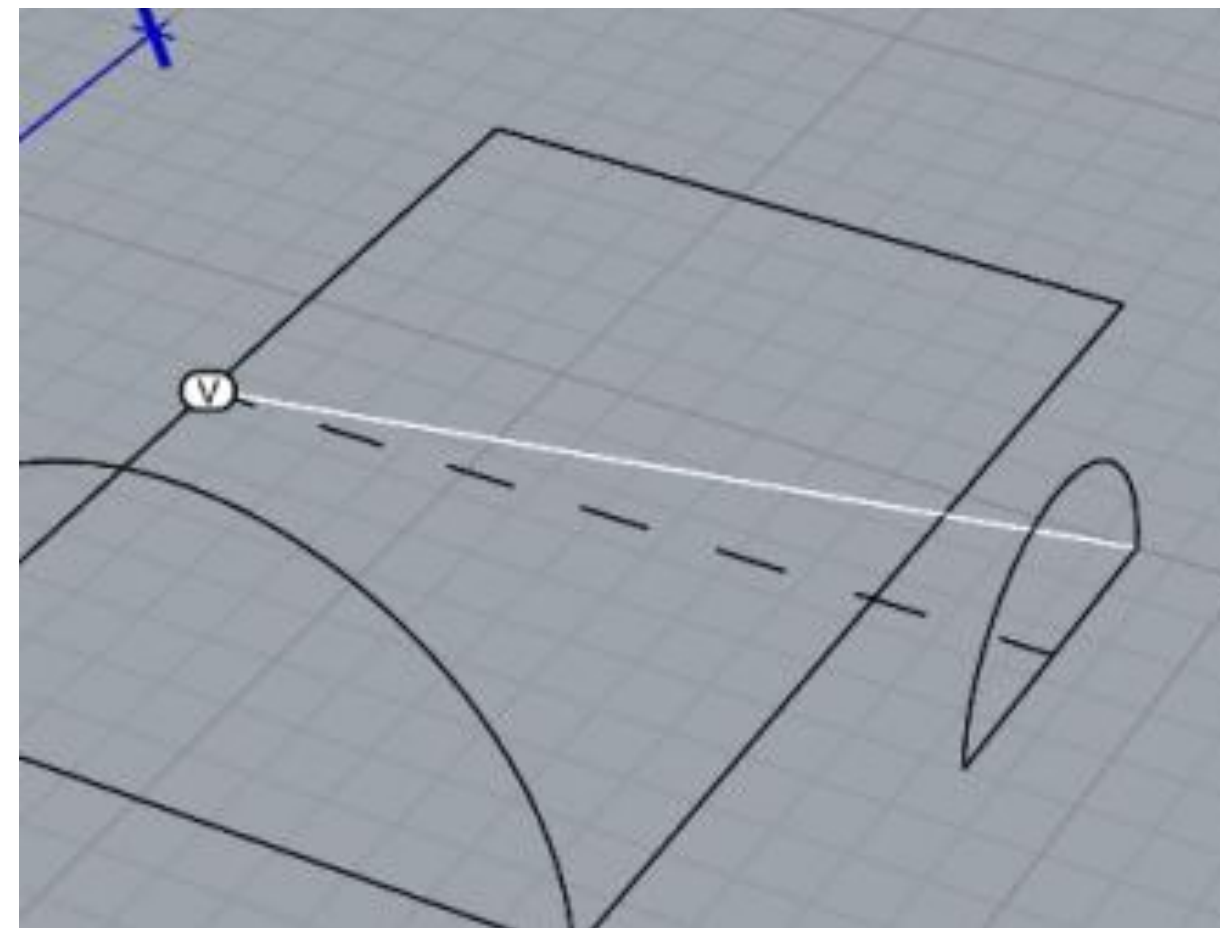


- Copiar toda a estrutura da abóbada de berço e o quadrado feito na luneta cilíndrica;
- Fazer uma circunferência dentro dos limites do quadrado
- E depois fazer trim, tendo de ficar naquela forma;

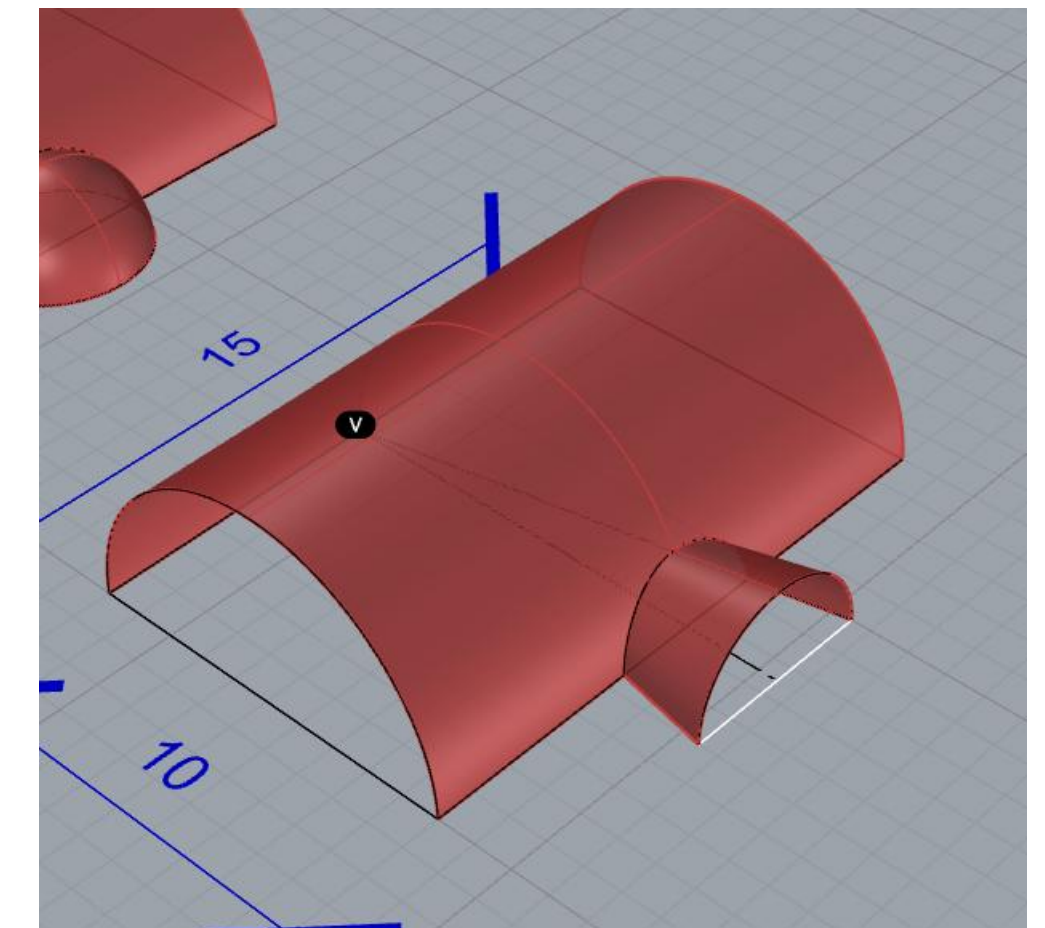
LUNETA CÓNICA



- Copiar toda a estrutura da luneta esférica menos a extrusão;
- Fazer explode para separa as 4 linhas
- Fazer uma circunferência e cortá-la;

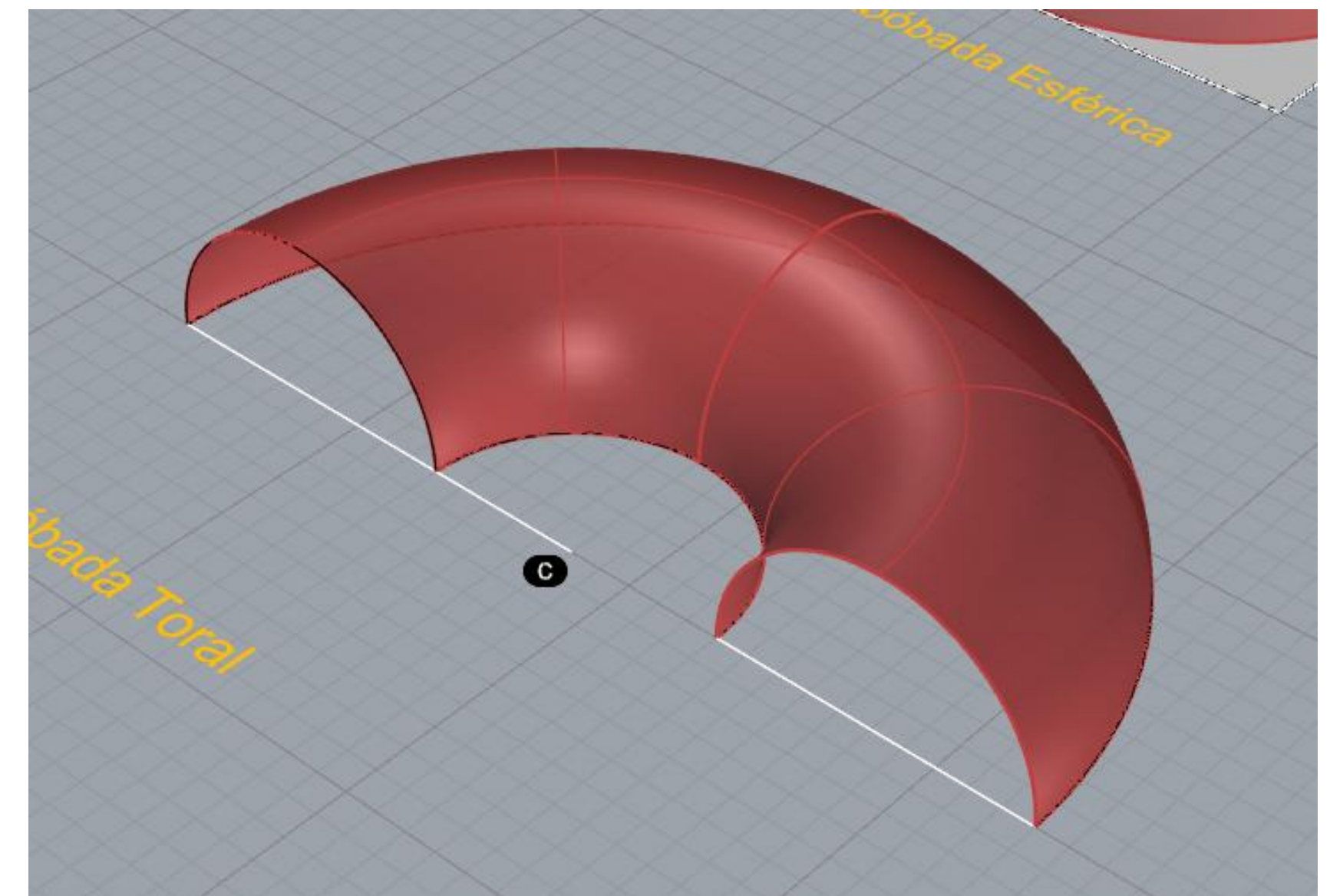
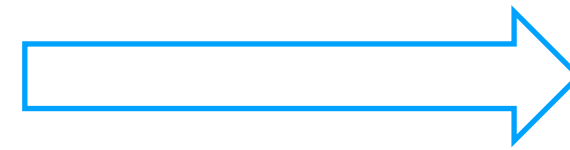
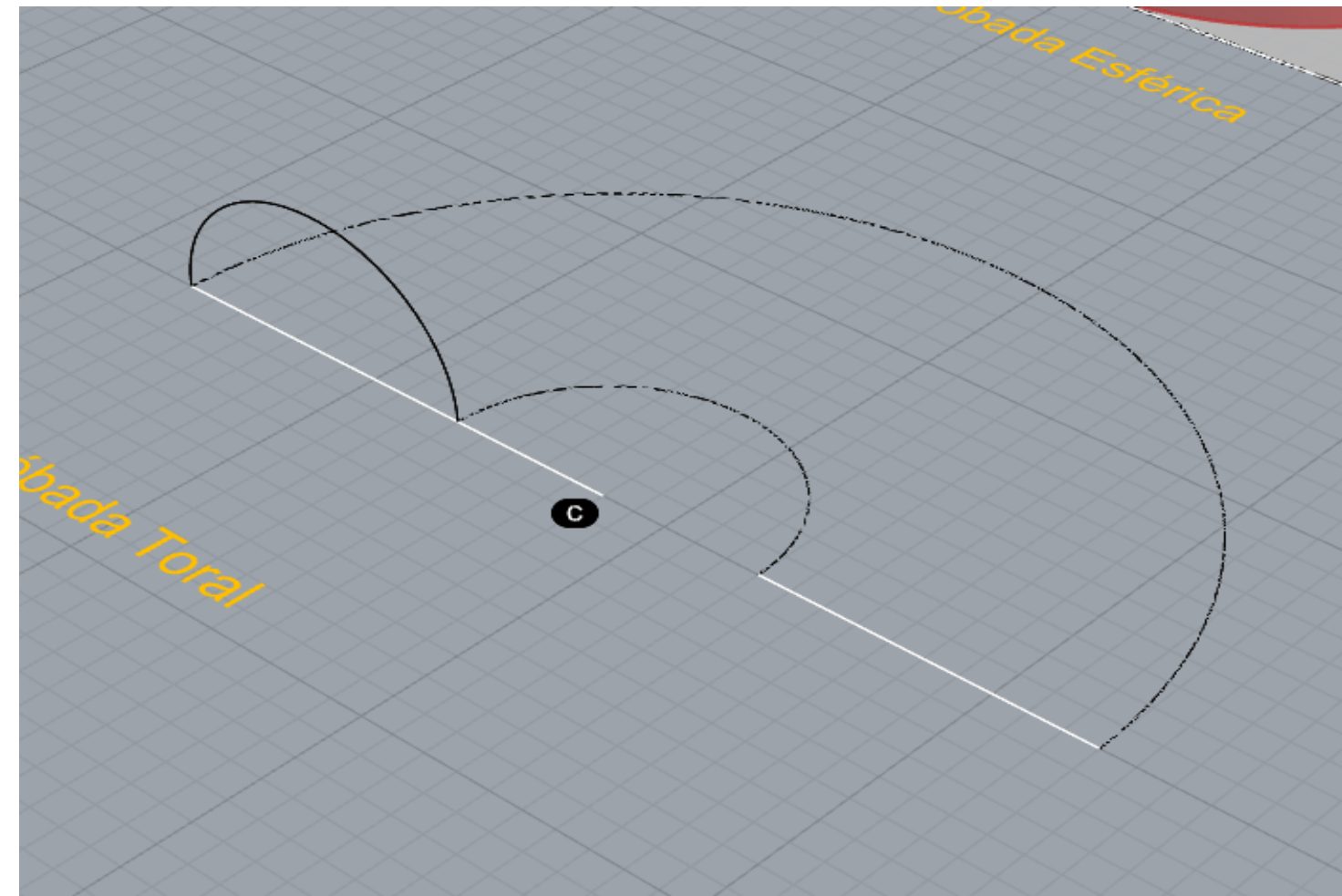


- Fazer estas 2 linhas que vão definir a extrusão;
- Utilizar o comando railrevolve e depois fazer a extrusão e trim;



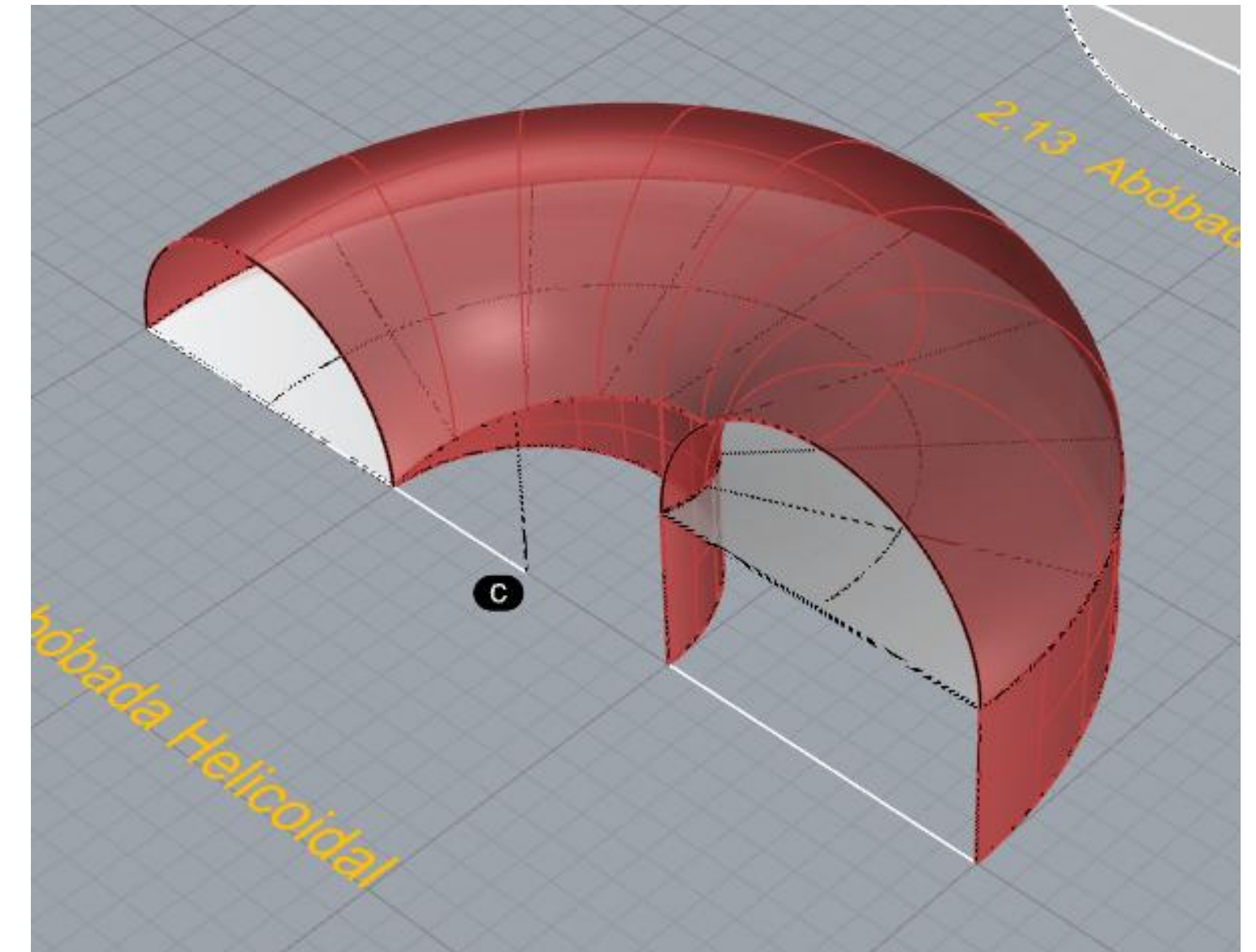
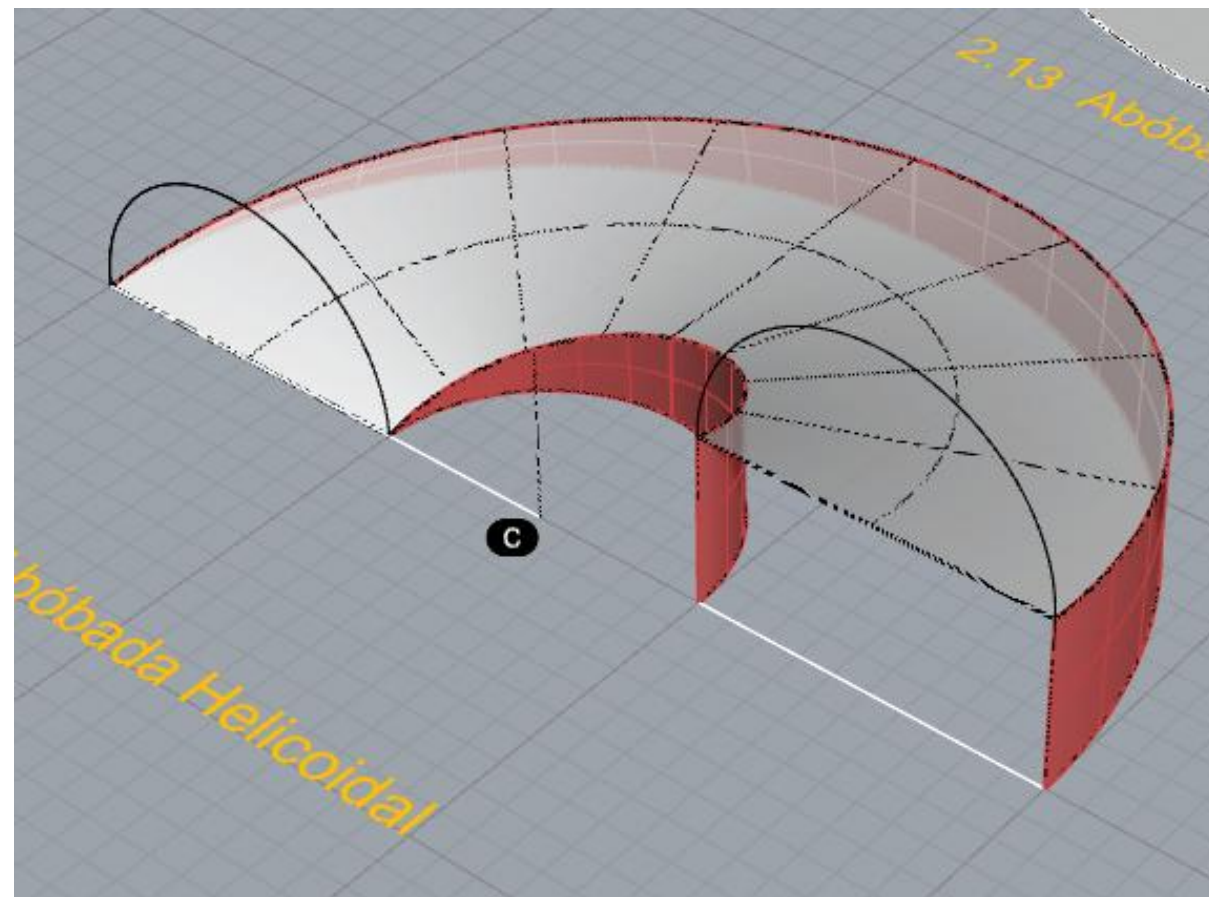
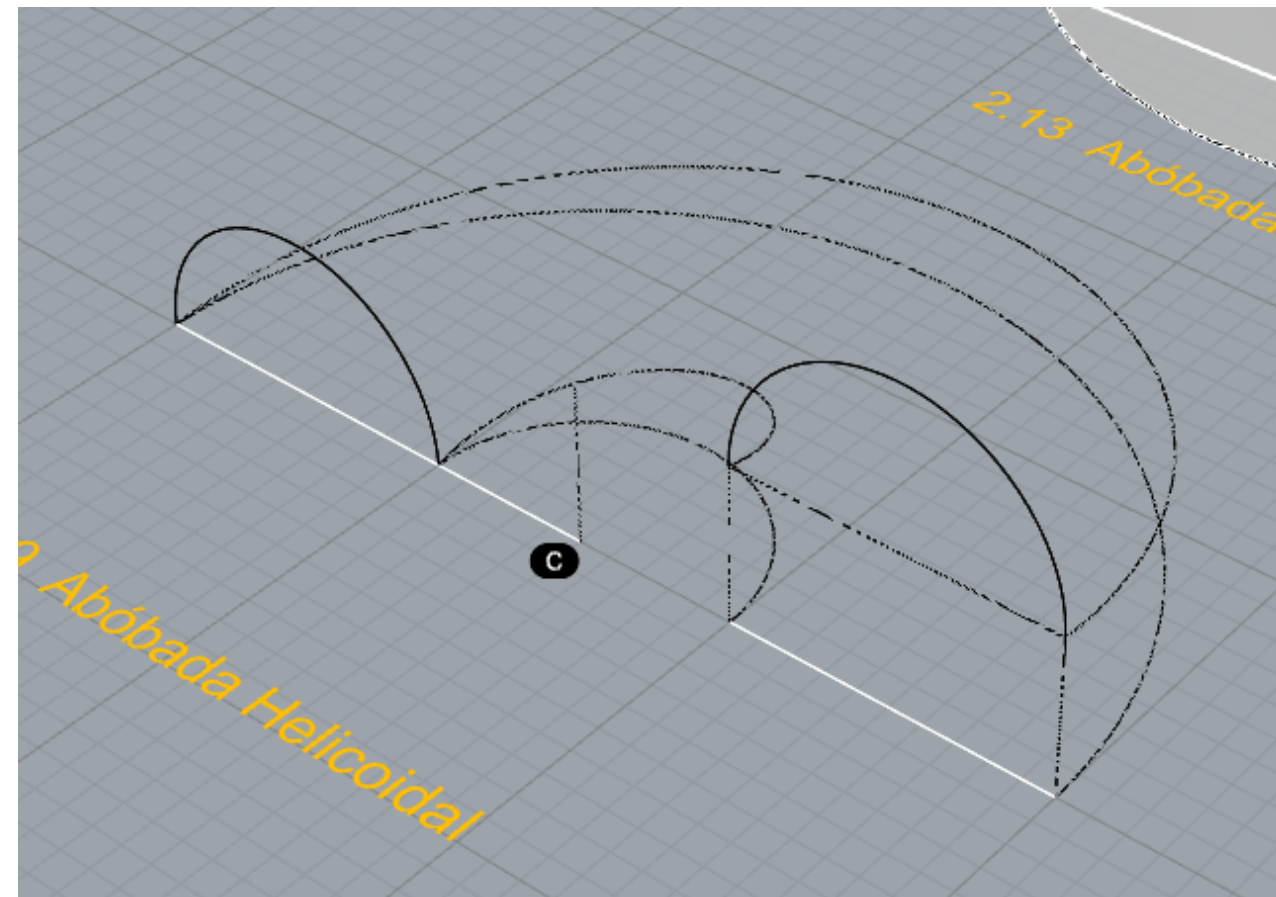
- Resultado final;

ABÓBADA TORAL



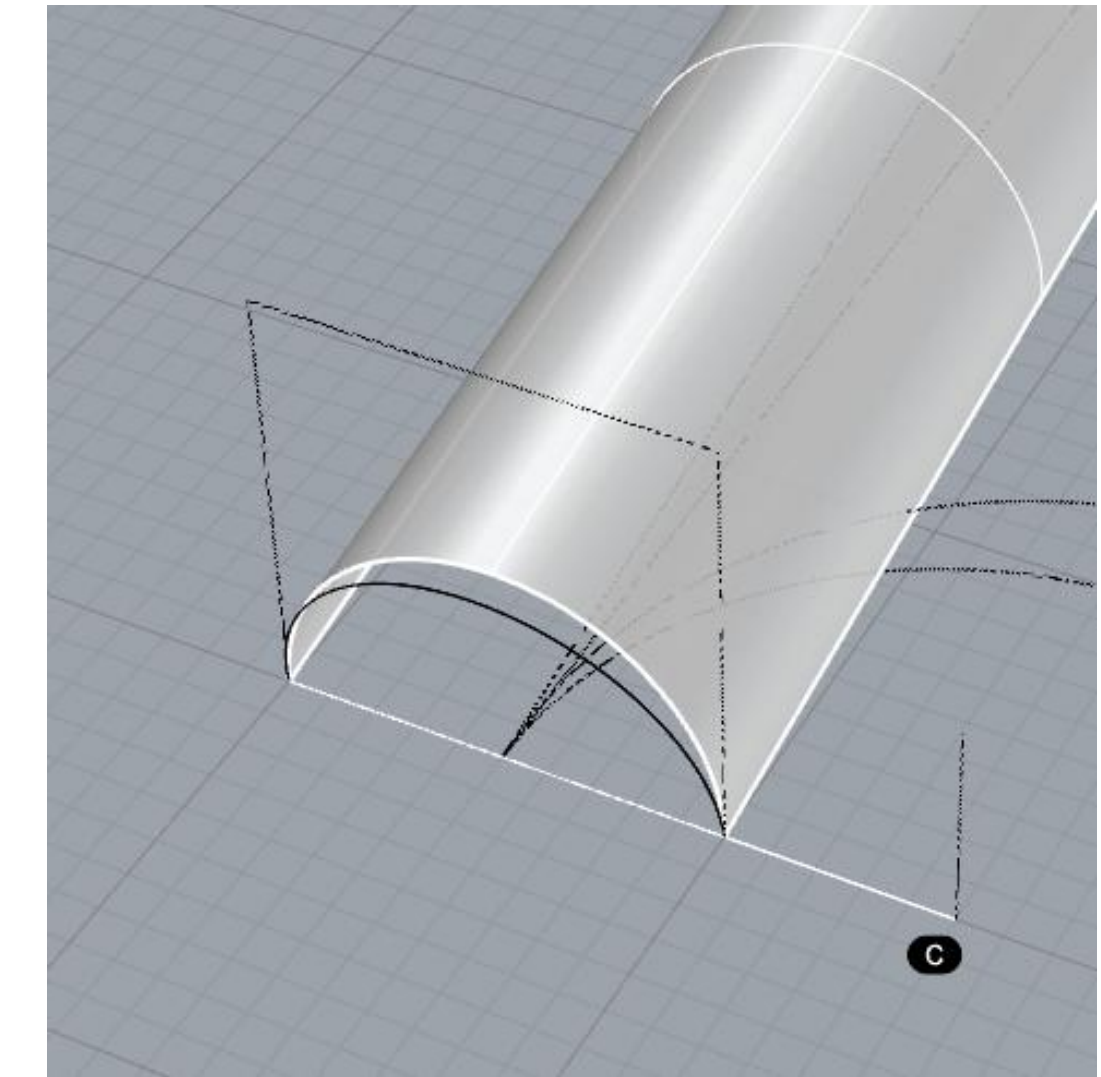
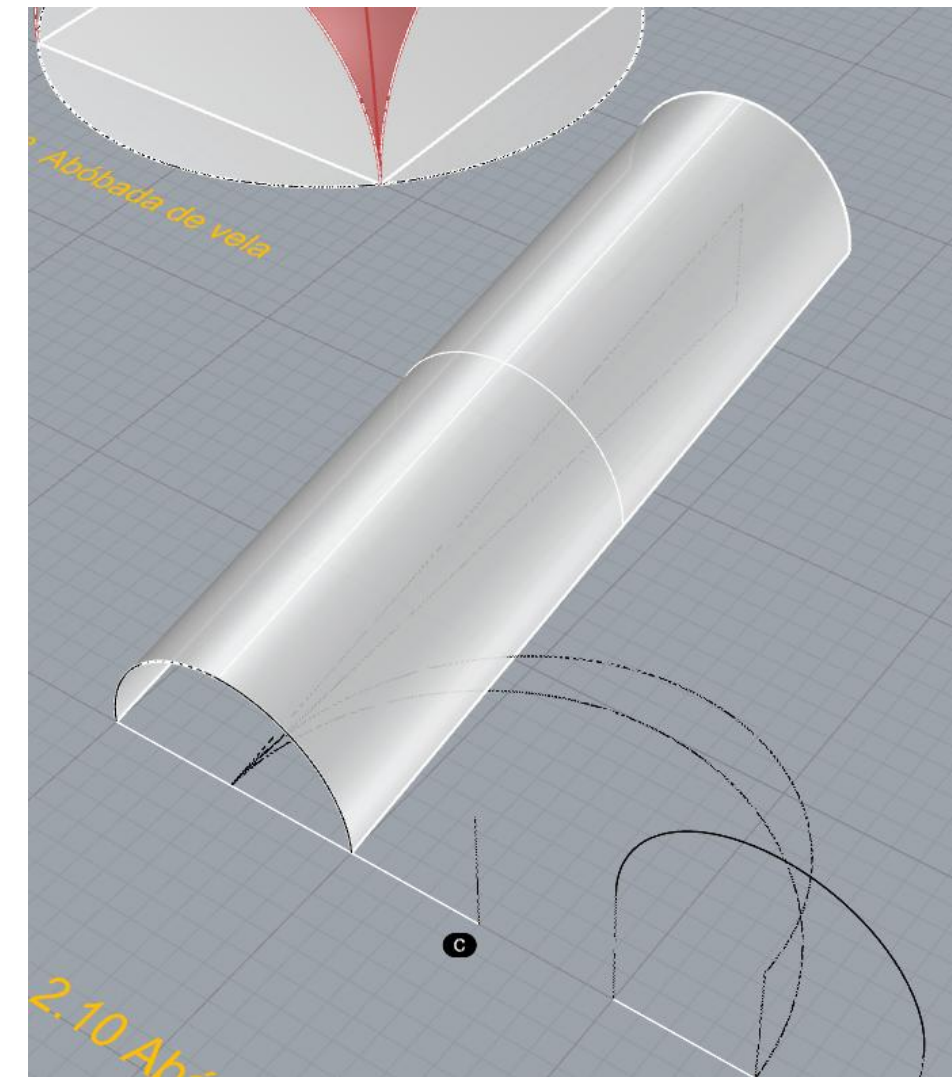
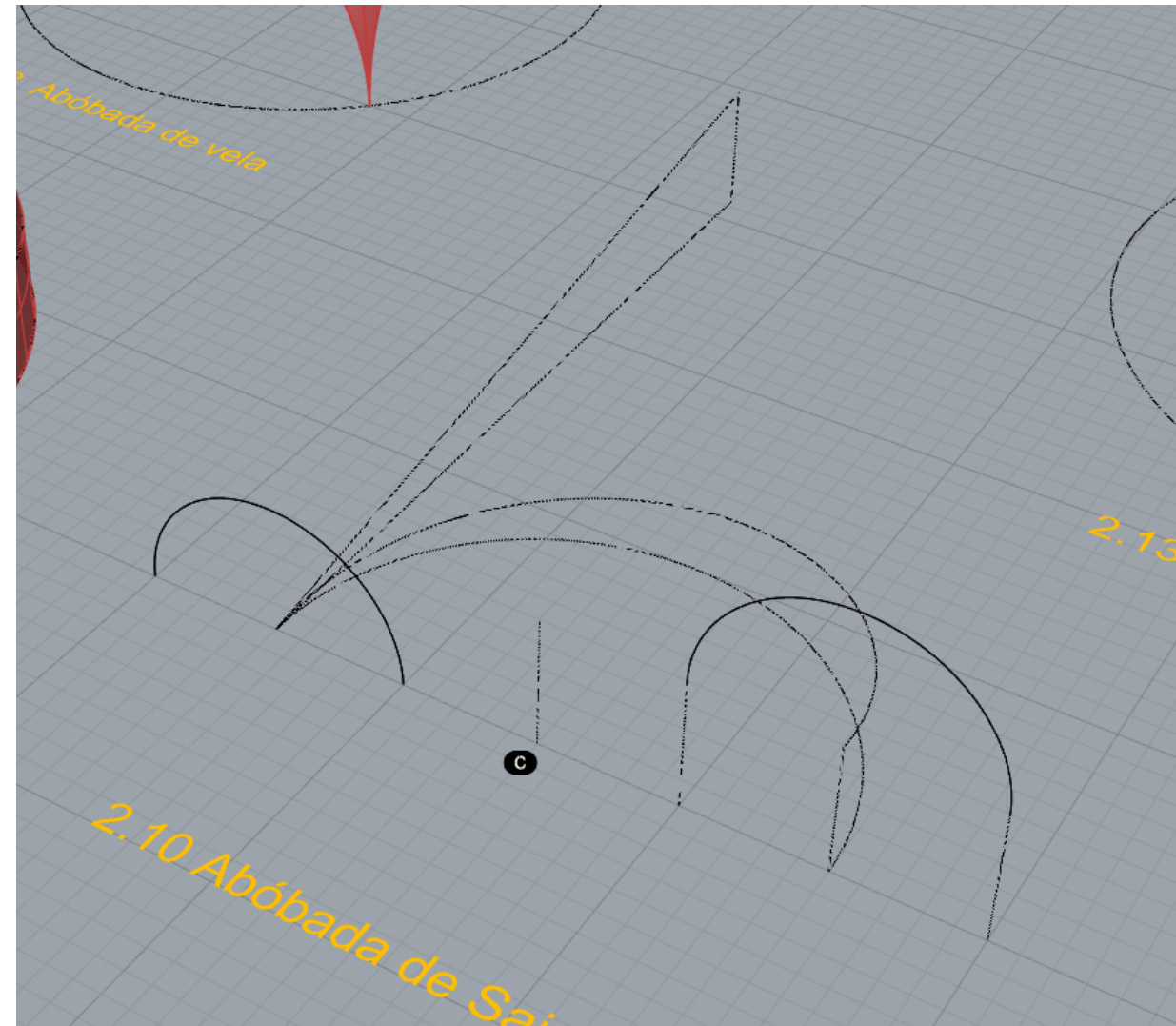
- Fazer uma linha com 15, deixar um espaço de 5 e fazer outra com 10;
- Fazer 2 circunferências com centro no endpoint da linha que tem 15 de medida;
- Fazer um círculo vertical e trim;
- Usamos o comando sweep 2 para fazer a extrusão;

ABÓBADA HELICOIDAL



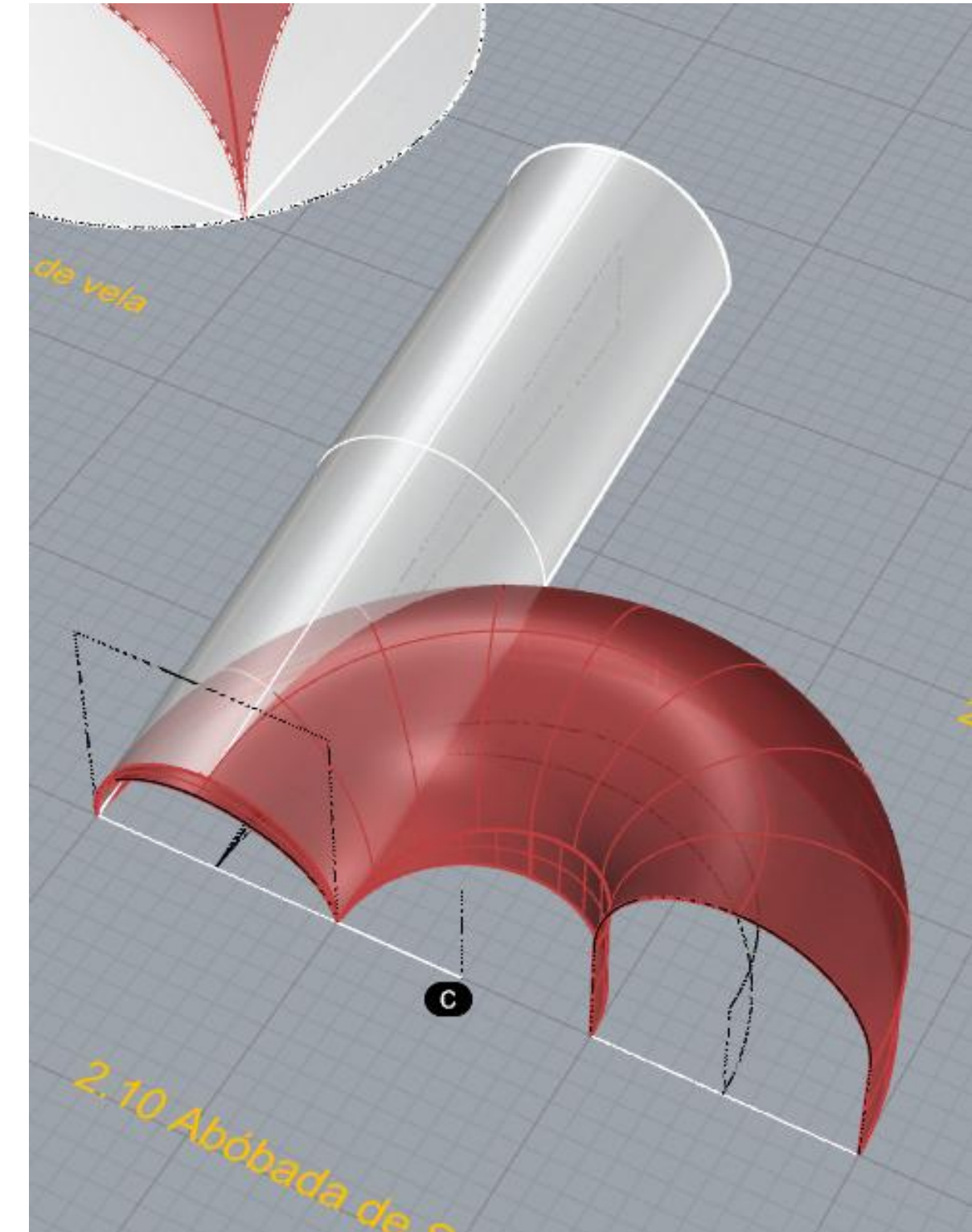
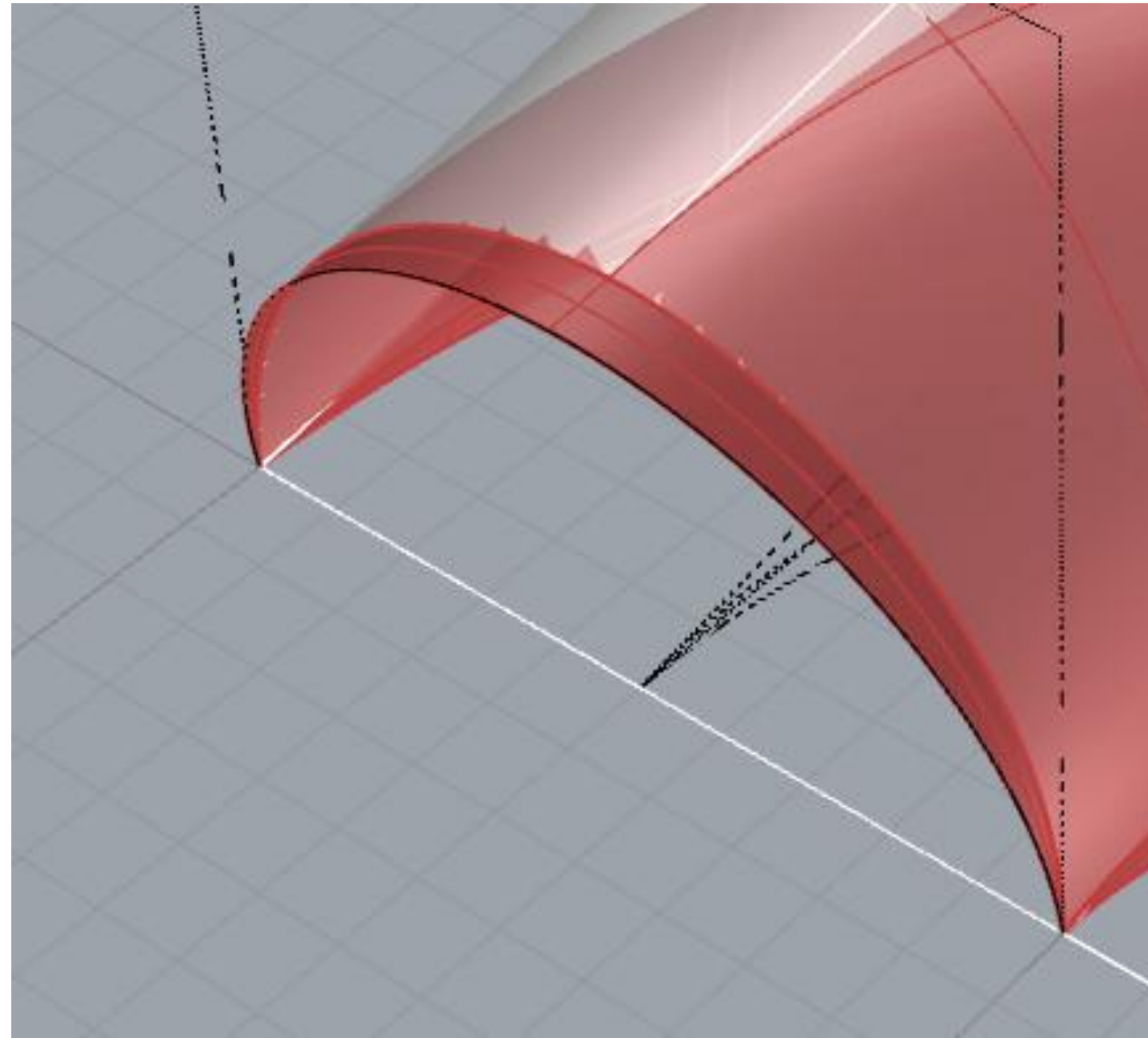
- Copiar toda a estrutura da abóbada anterior;
- Fazer uma linha com 10 de medida e fazer um semicírculo;
- Executar o comando hélix para as 2 circunferência de forma a ficar uma hélice em cada uma;
- Usamos o comando sweep 2 para fazer a extrusão;
- Para preencher as paredes usar o comando loft e por fim, utilizar de novo o comando sweep 2 para fazer a rampa;

ABÓBADA SAIN GILLES



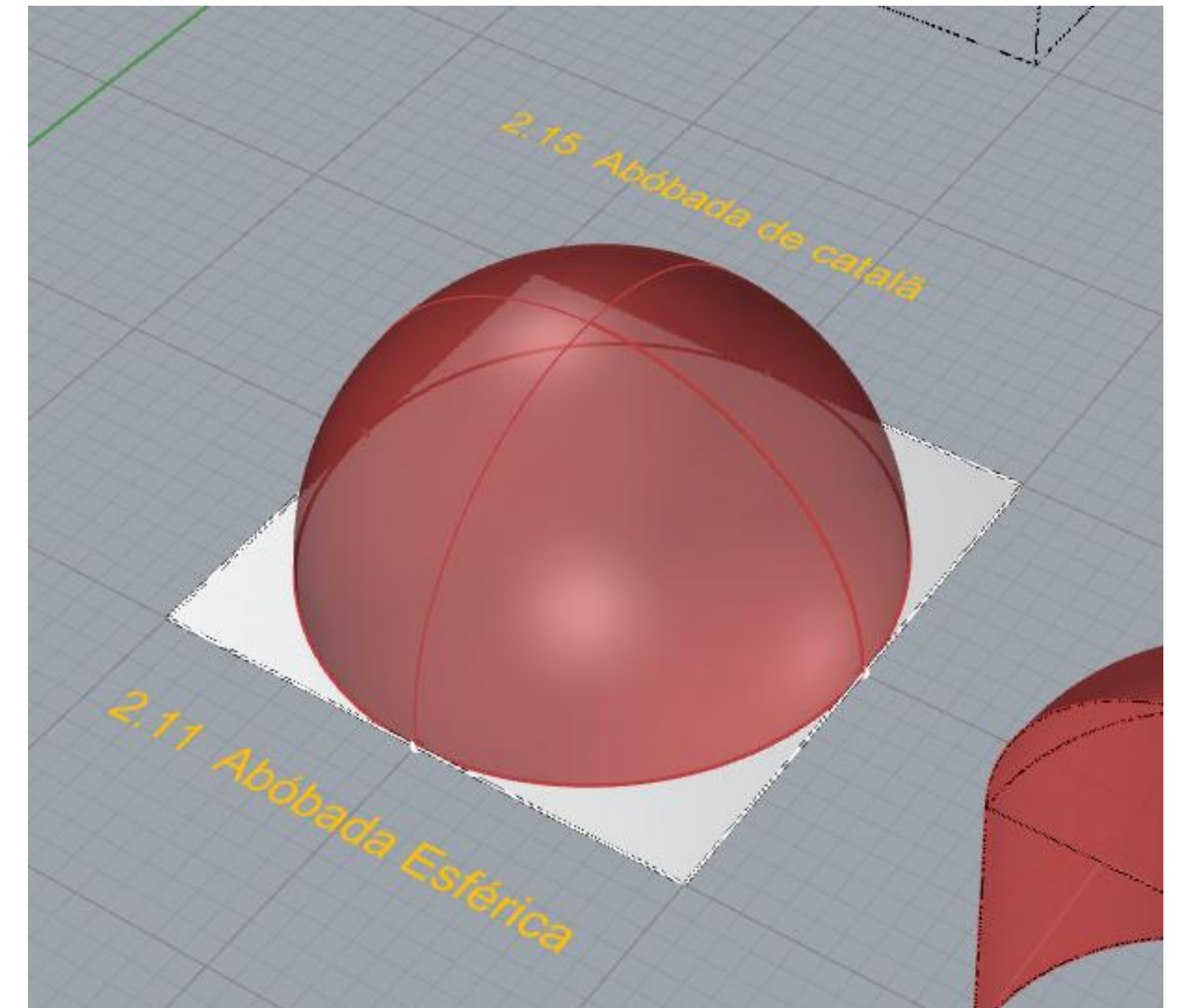
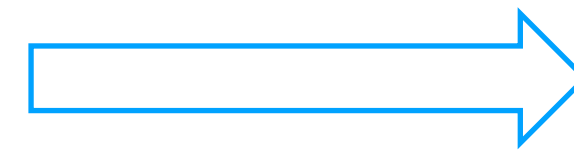
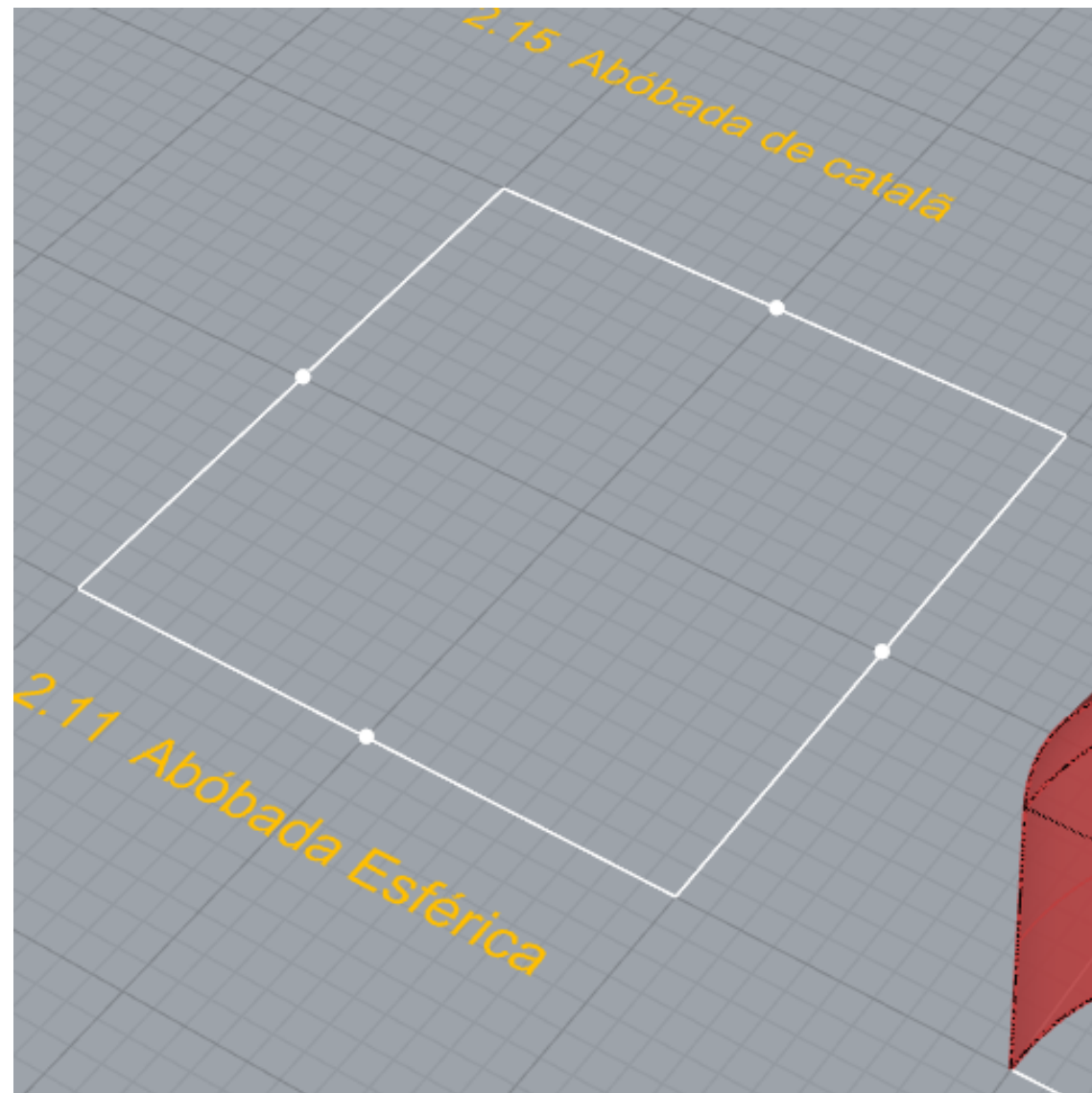
- Copiar toda a estrutura da abóbada helicoidal;
- Criar um arco a partir do centro C e fazer uma hélix e executar length para medir essa curva;
- Fazer extrudecrv e clicar em direction para direcionar a extrusão;
- Executar rotate3d para ficar perpendicular à hipotenusa e selecionar o semicírculo;

ABÓBADA SAIN GILLES



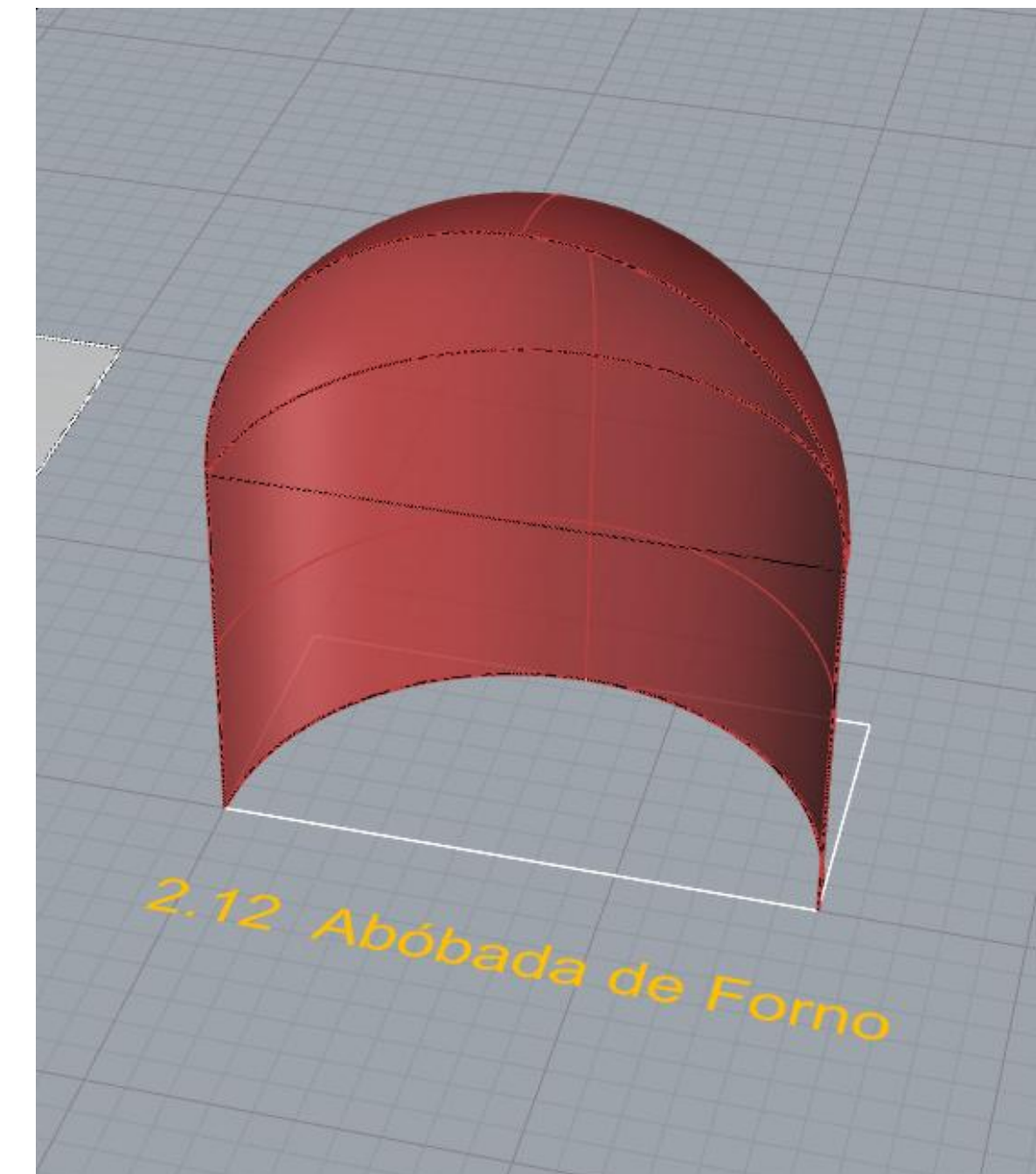
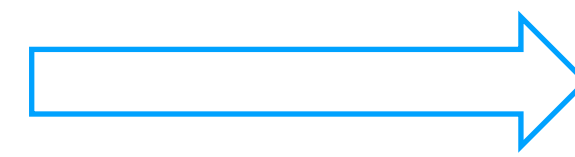
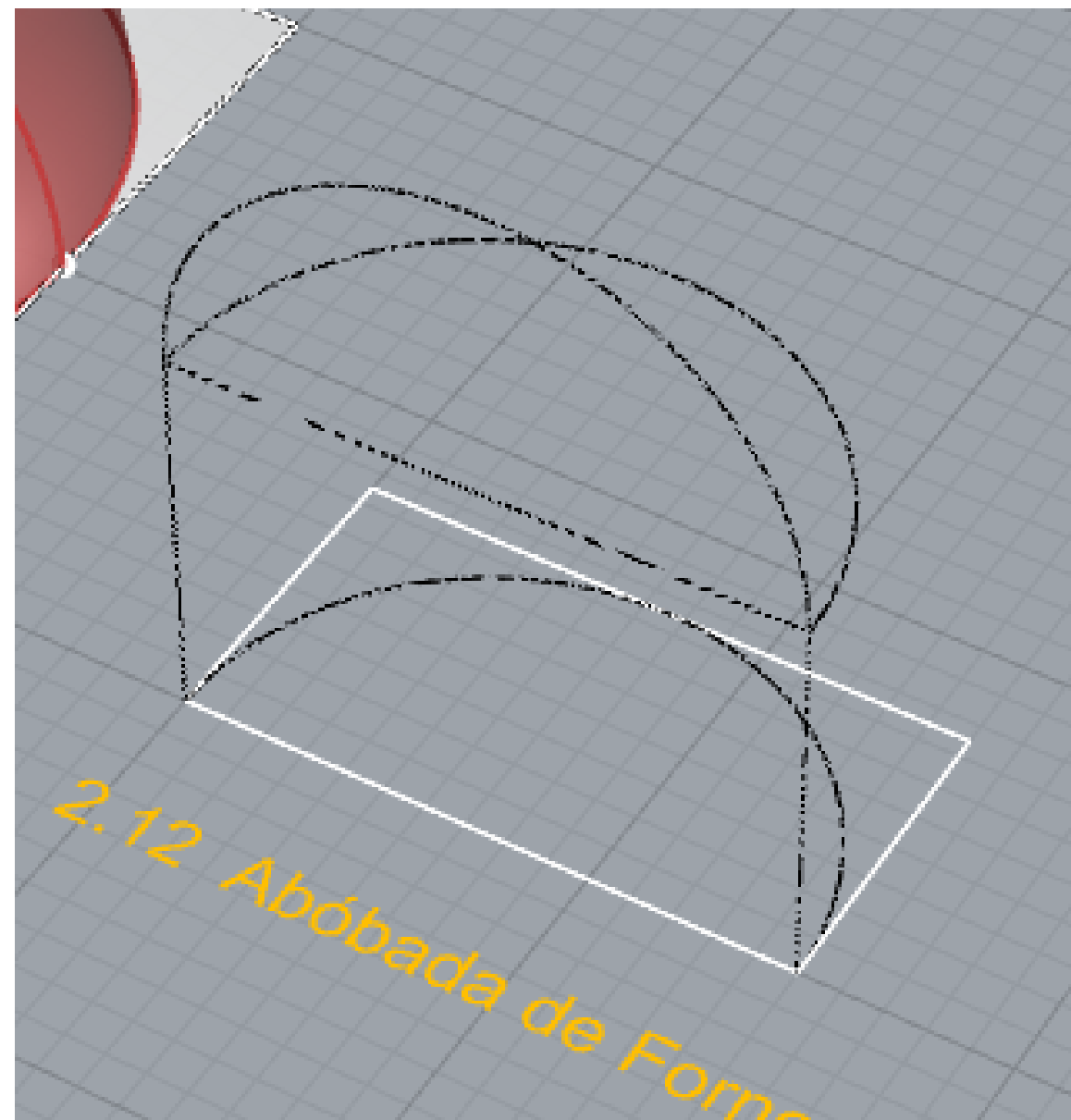
- Fazer loft para completar até à extremidade do semicirculo;
- Fazer o mesmo processo da abóbada helicoidal;

ABÓBADA ESFÉRICA



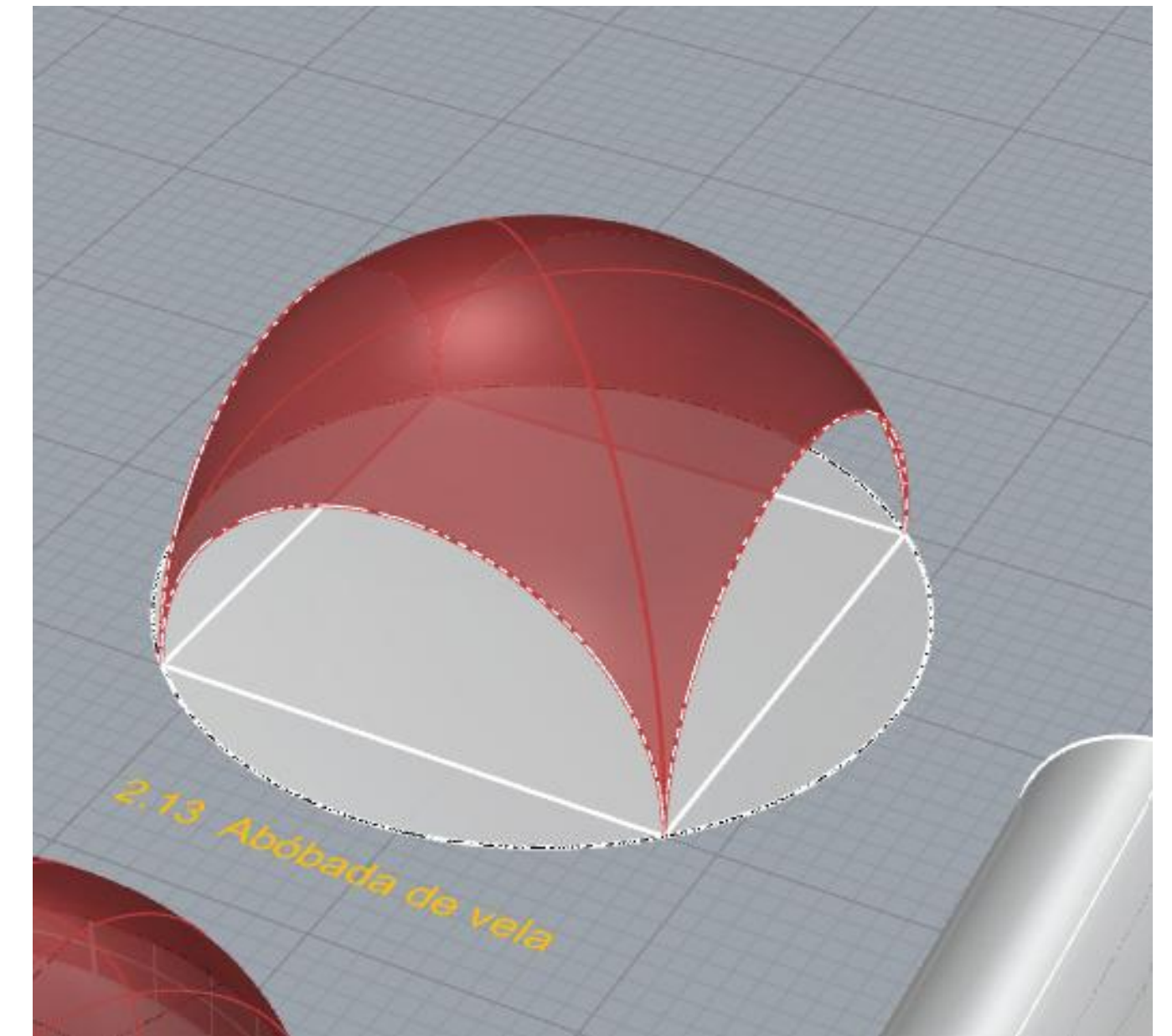
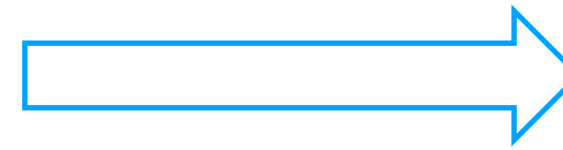
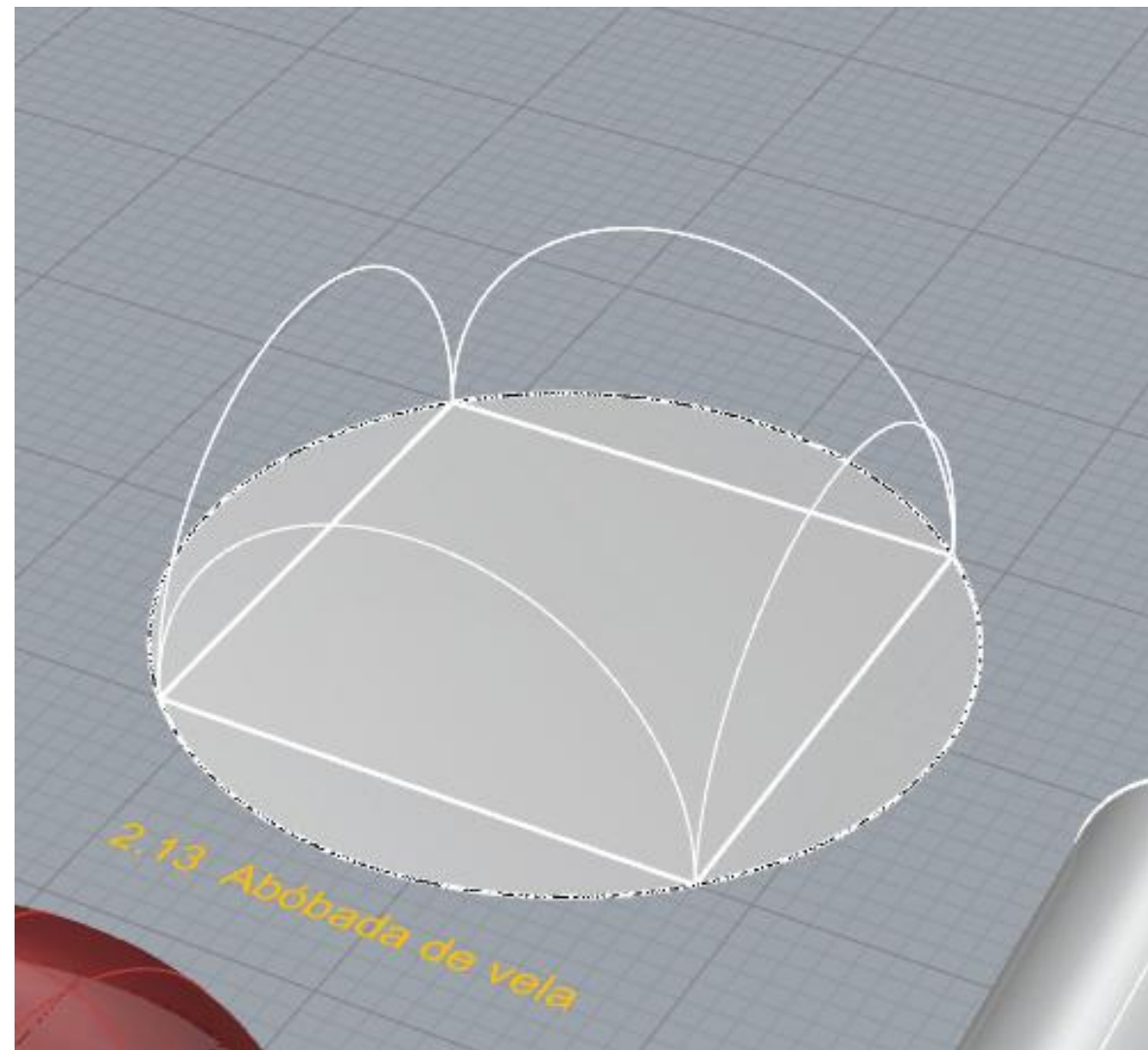
- Fazer um quadrado com 20 de lado e um círculo dentro deste;
- Fazer uma esfera e interseccionar com o quadrado e depois fazer trim;

ABÓBADA DE FORNO



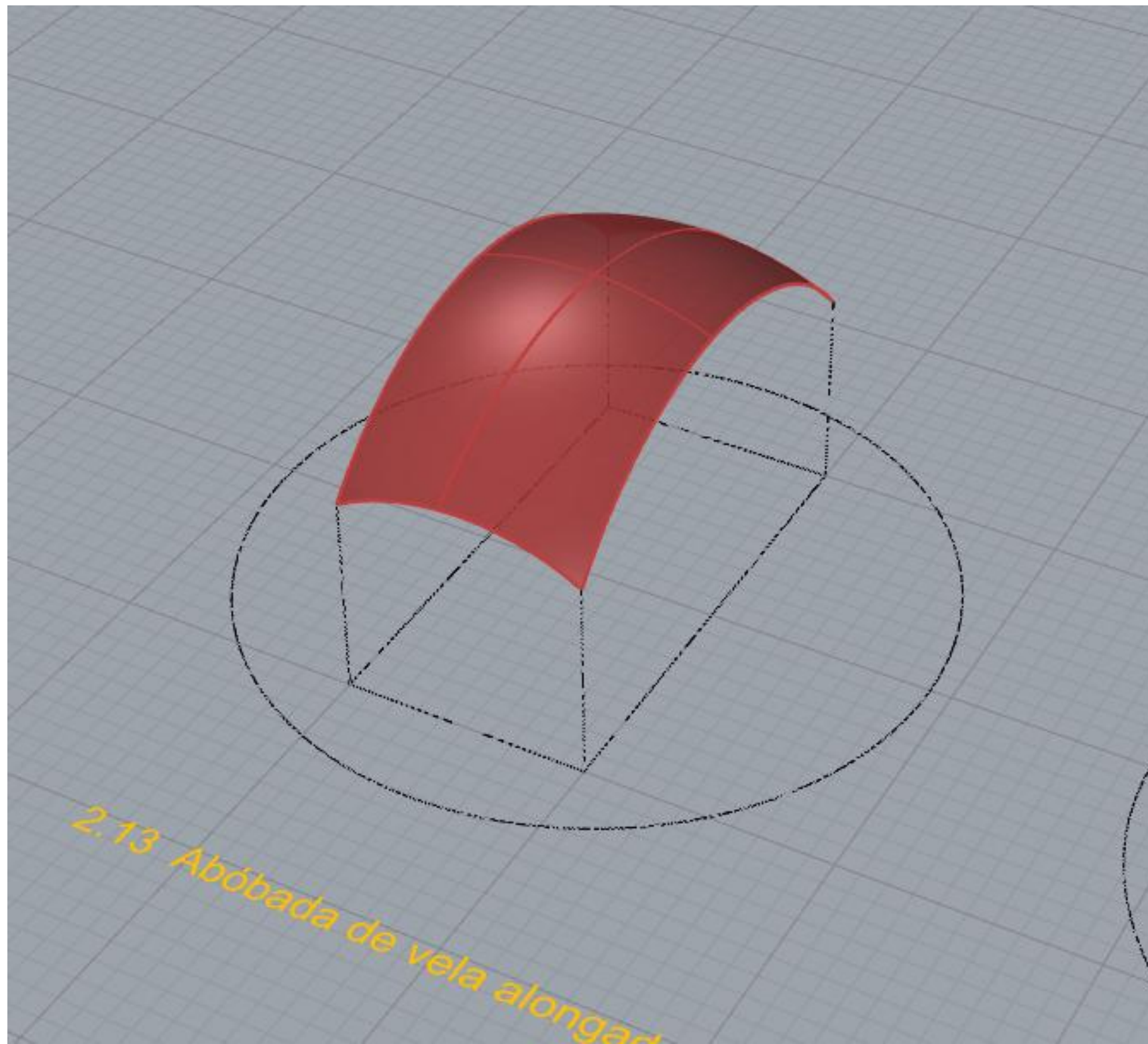
- Fazer um retangulo e os seguintes semicirculos;
- Fazer uma esfera e trim;

ABÓBADA DE VELA



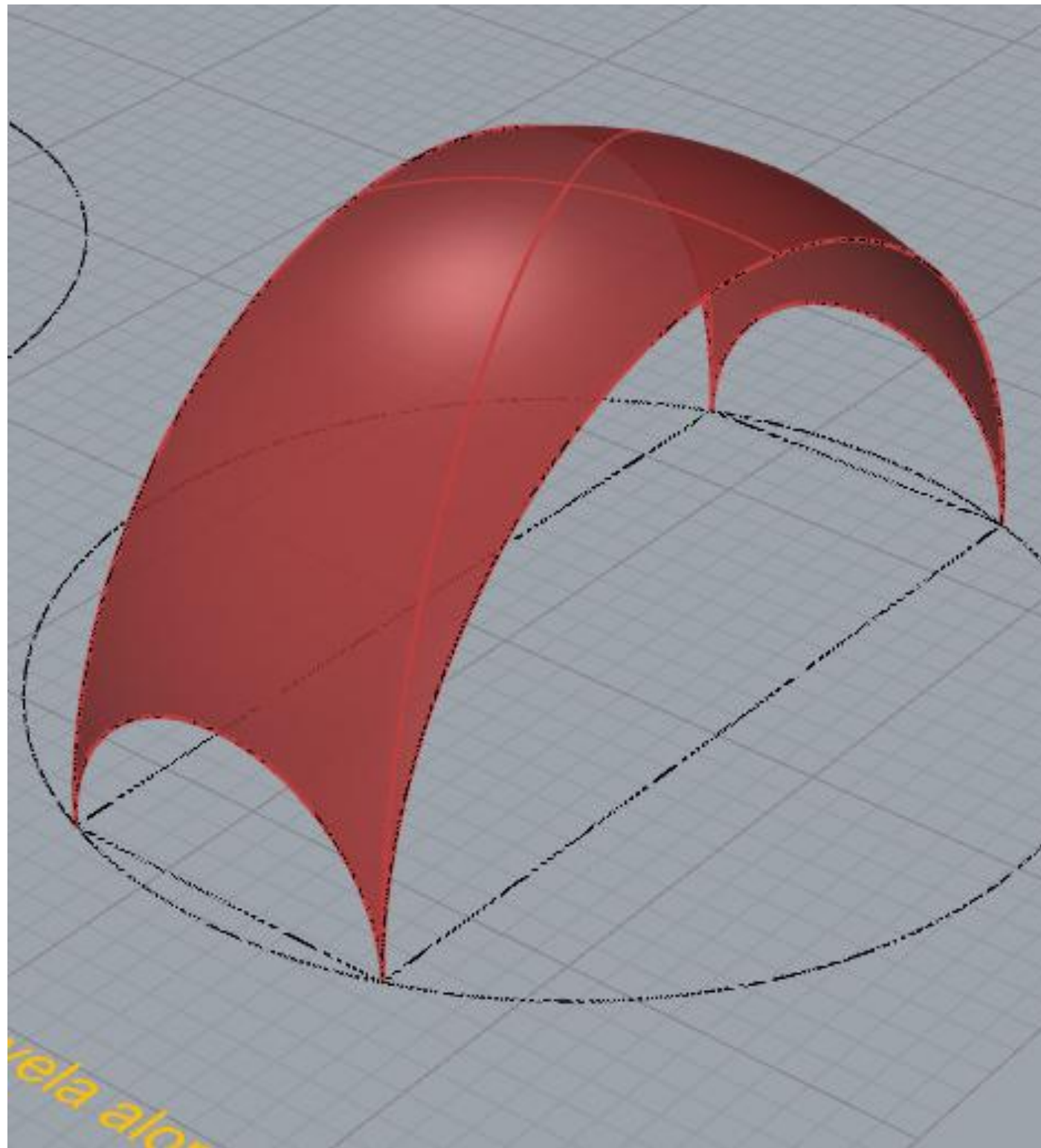
- Fazer um quadrado e depois uma circunferência que saia do mesmo mas tocando nele ;
- Fazer uma esfera e trim;
- Fazer join, project e por fim, trim de novo;

ABÓBADA DE VELA ALONGADA 1



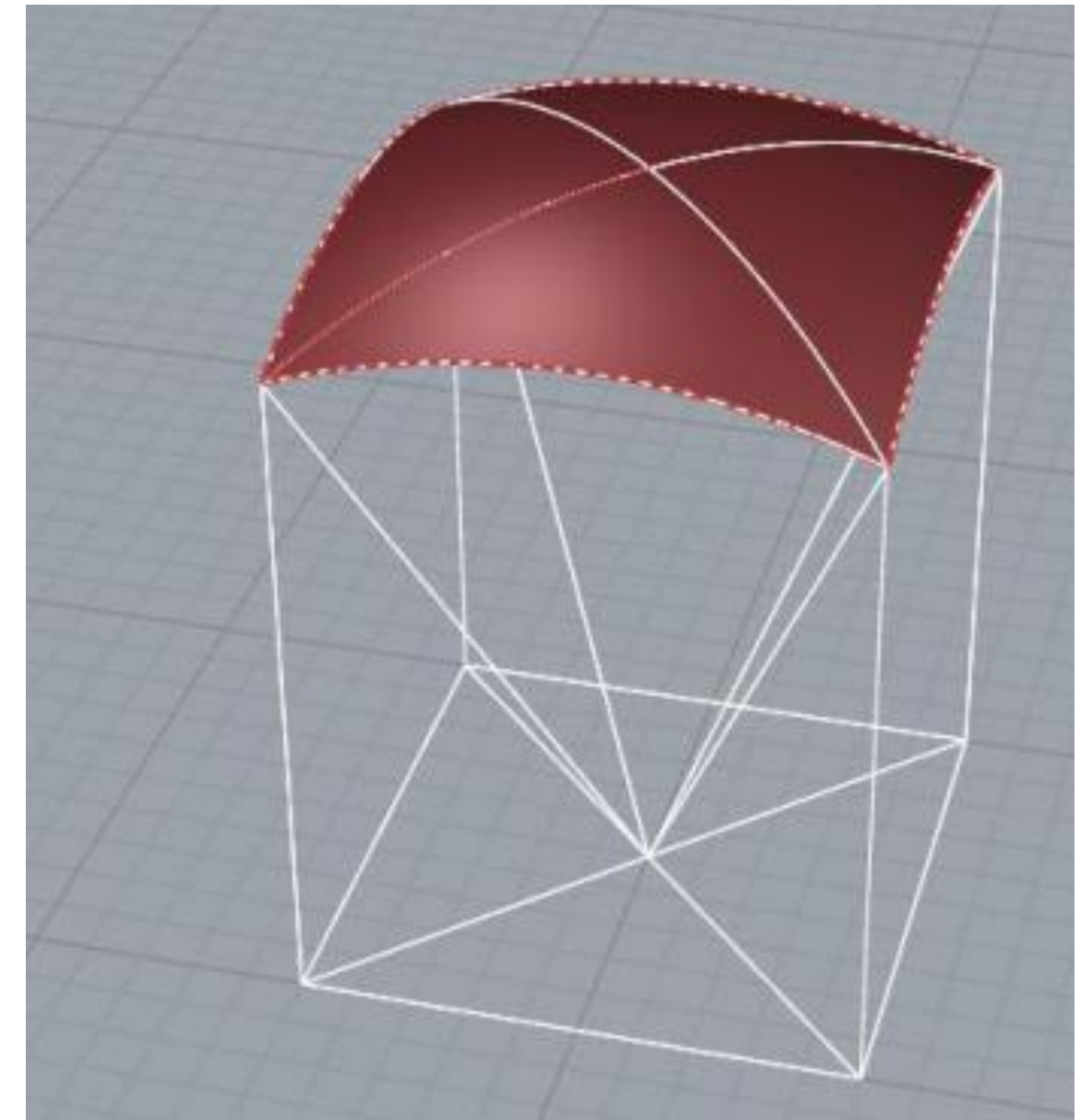
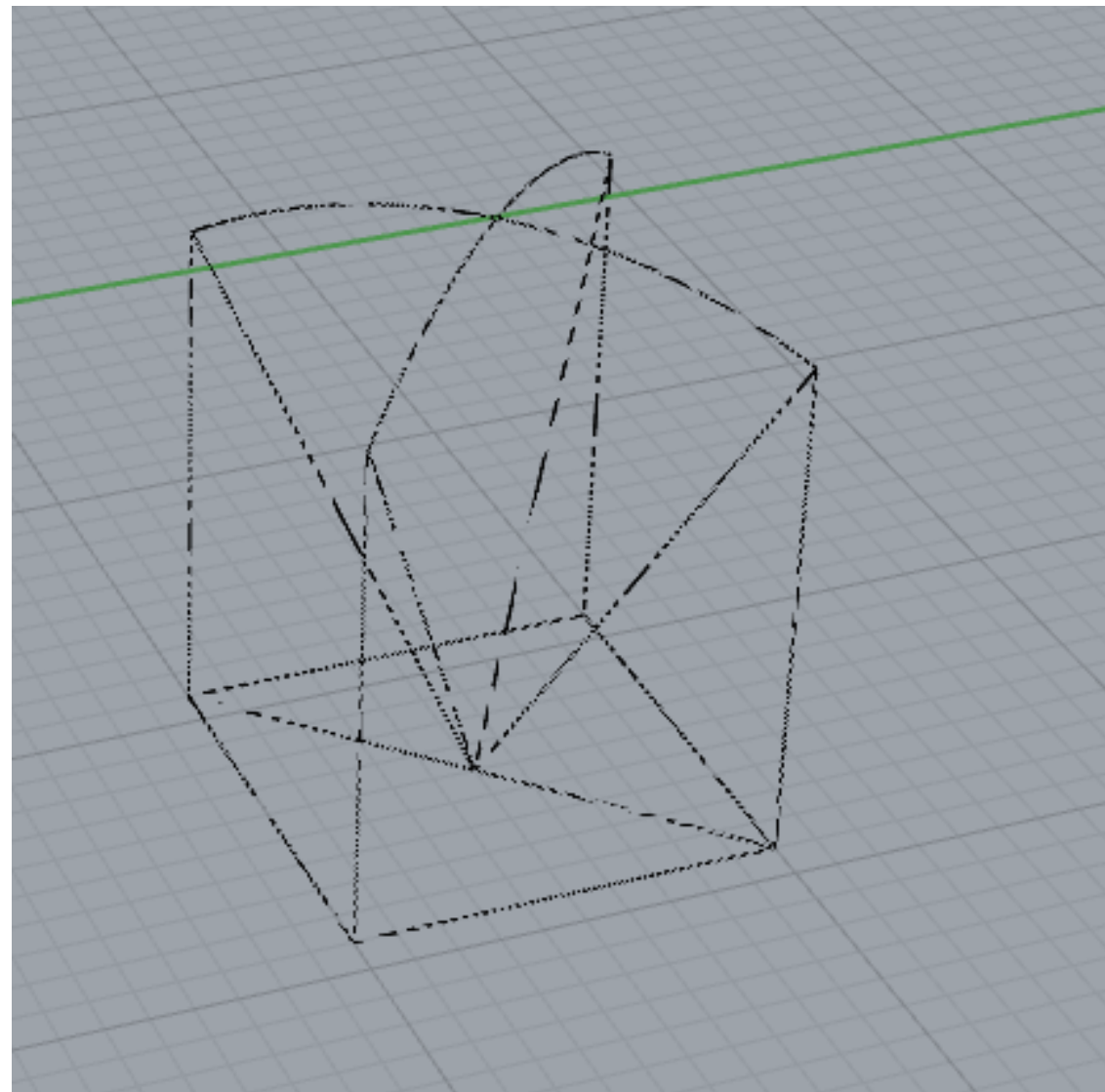
- Fazer um retângulo e copiar a circunferência da abóbada de vela;
- Fazer uma esfera e project;
- E por fim, trim;

ABÓBADA DE VELA ALONGADA 2



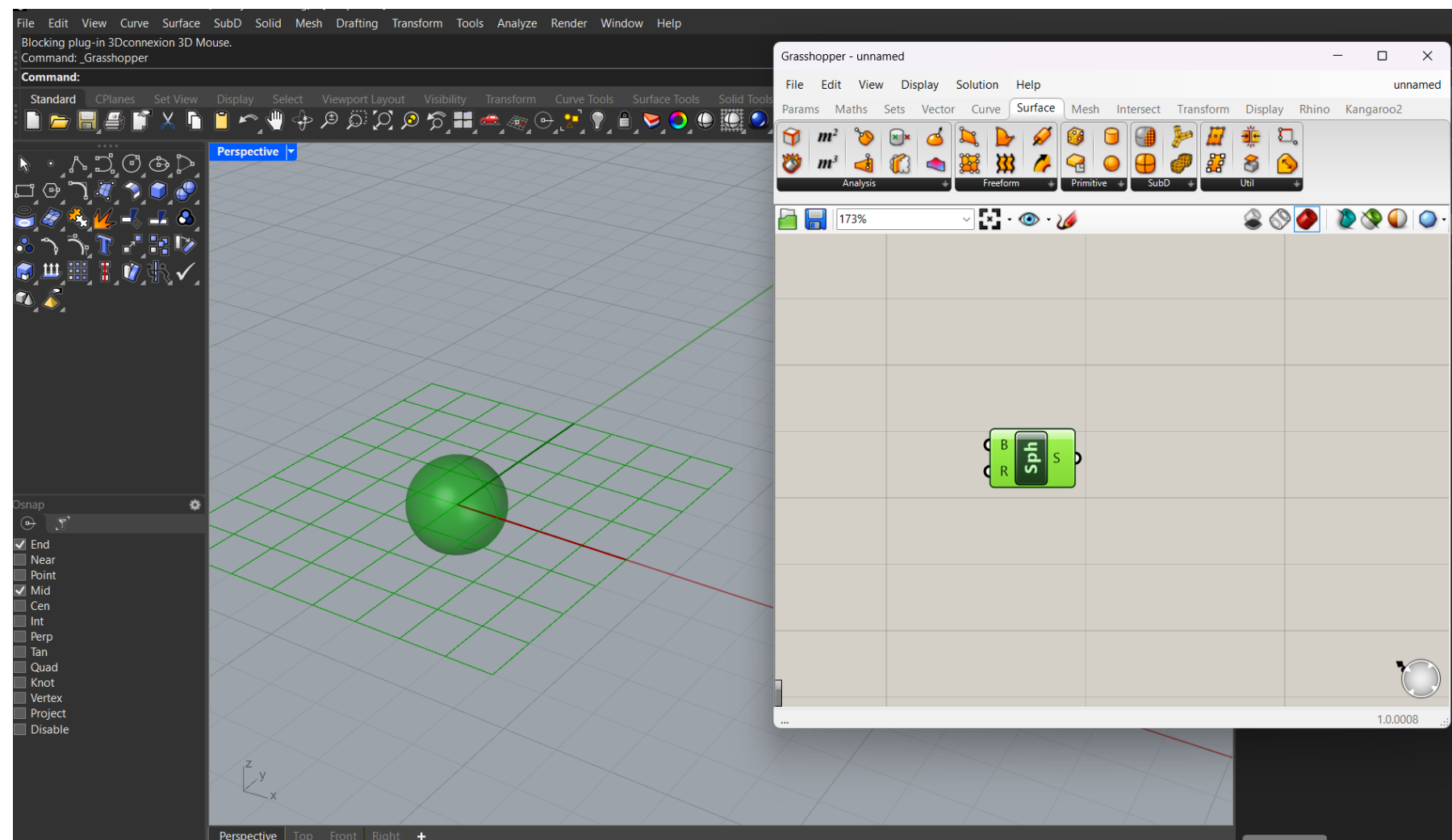
- Copiar a estrutura da abobada anterior e fazer extend das linhas mais compridas do retângulo;
- Fazer uma esfera, project do retângulo e depois trim;

ABÓBADA DE CATALÃ

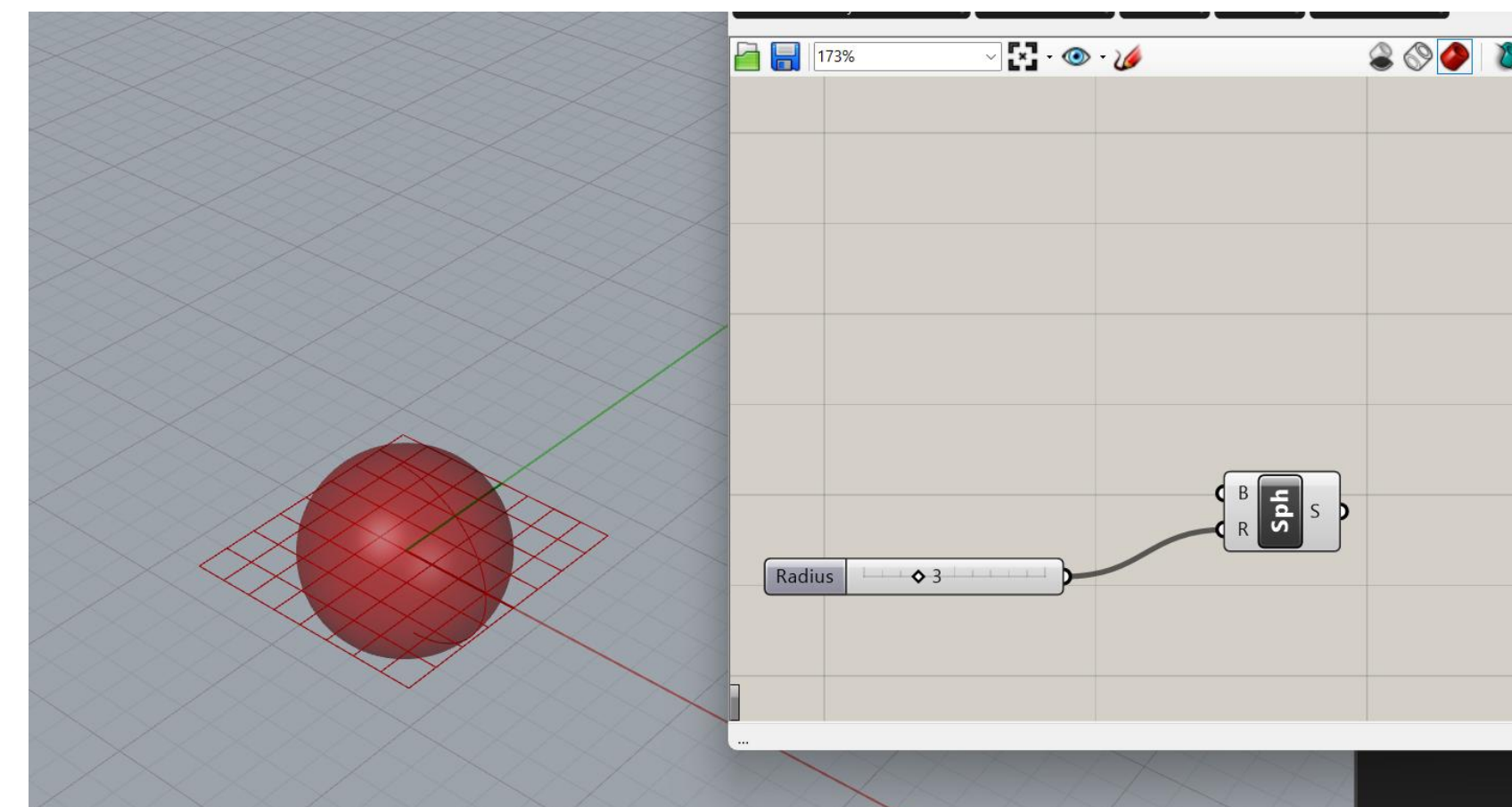
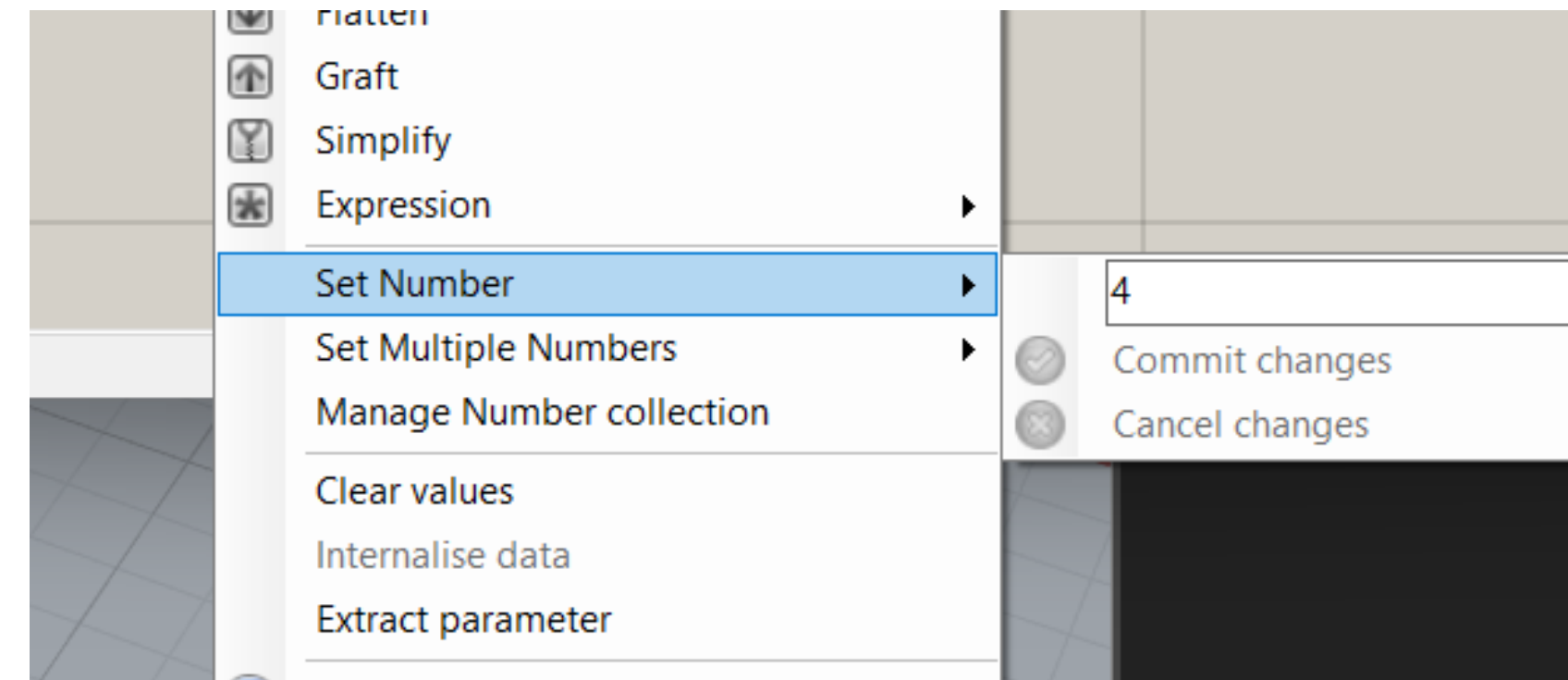


- Fazer um quadrado e uma diagonal;
- Fazer uma linha no meio da diagonal com $@10<45<60$, criar linhas verticais e uma circunferência vertical nesses 2 pontos e mirror deste mesmo círculo;
- E por fim, project do quadrado;

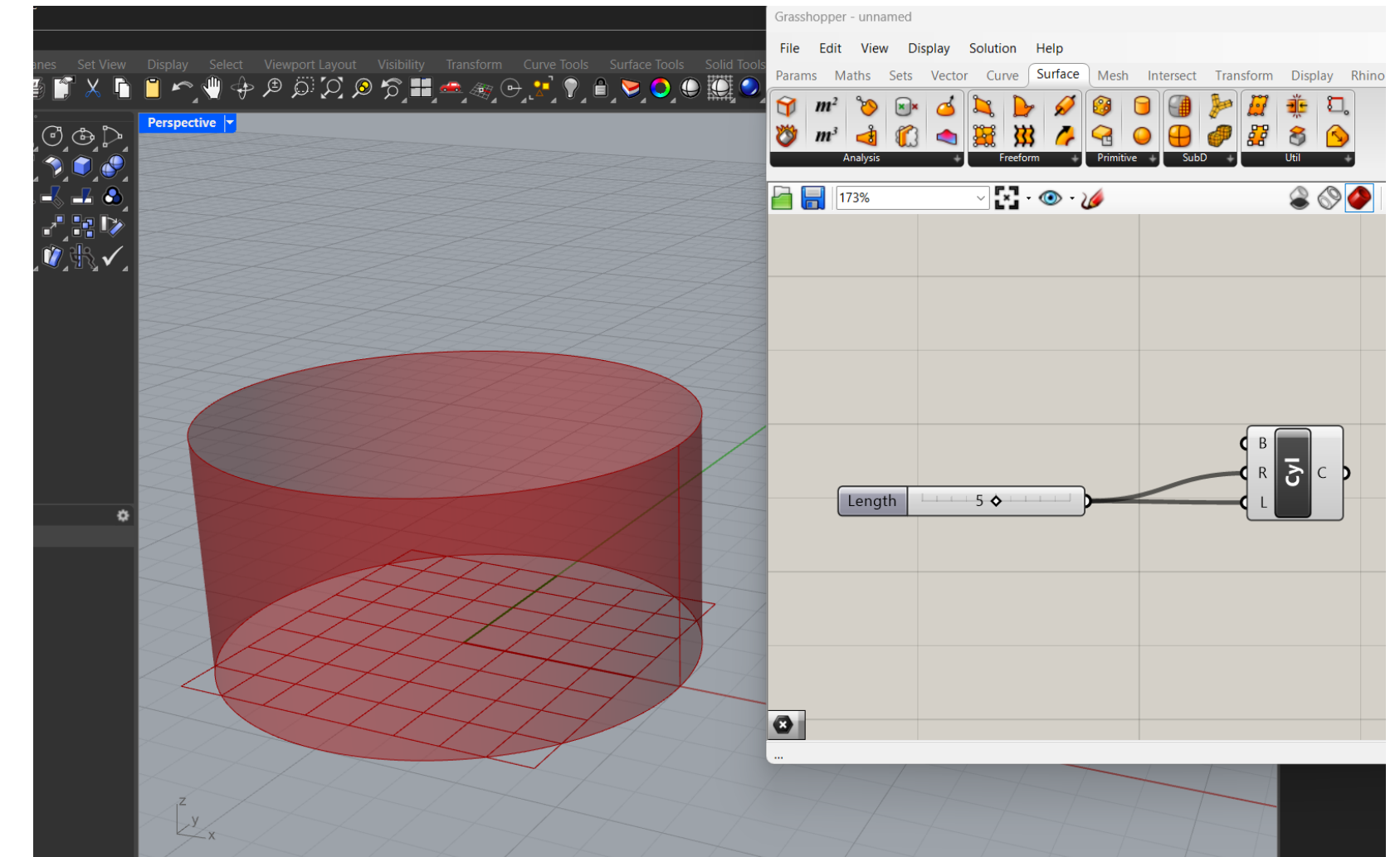
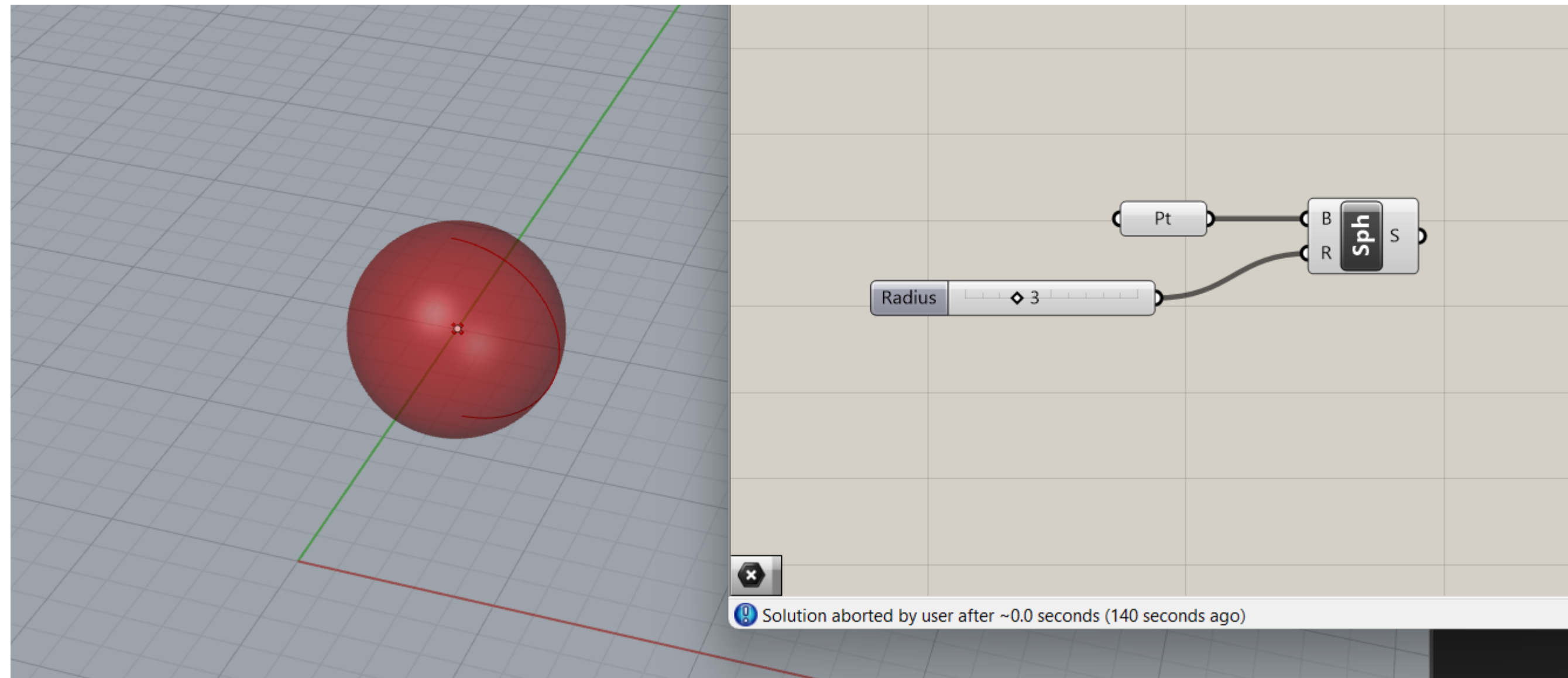
GRASSHOPPER



- Começar por fazer uma esfera;
- Para mudar o raio clicamos com o rato na letra R e vamos a set number (Também podemos criar um slider) ;

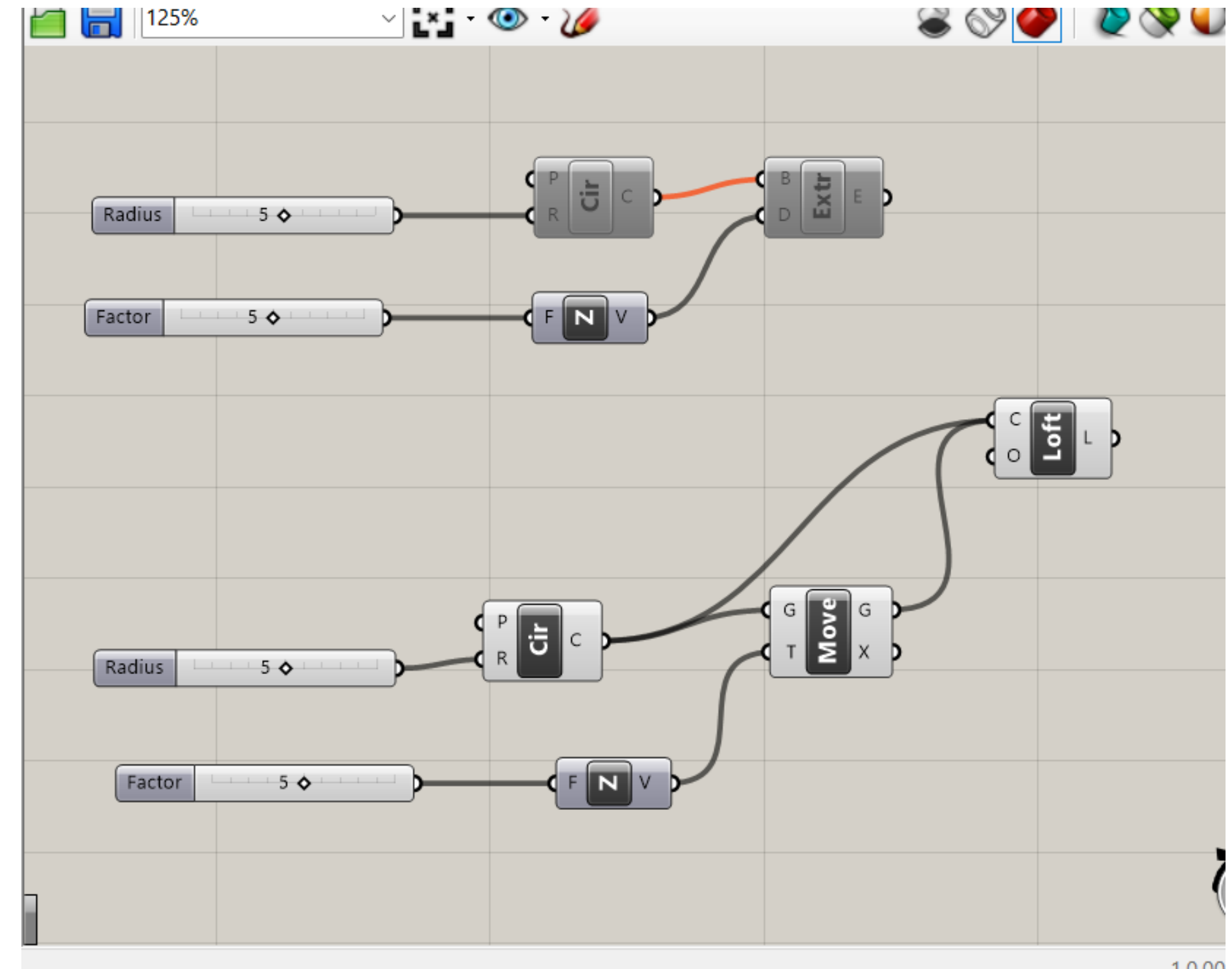
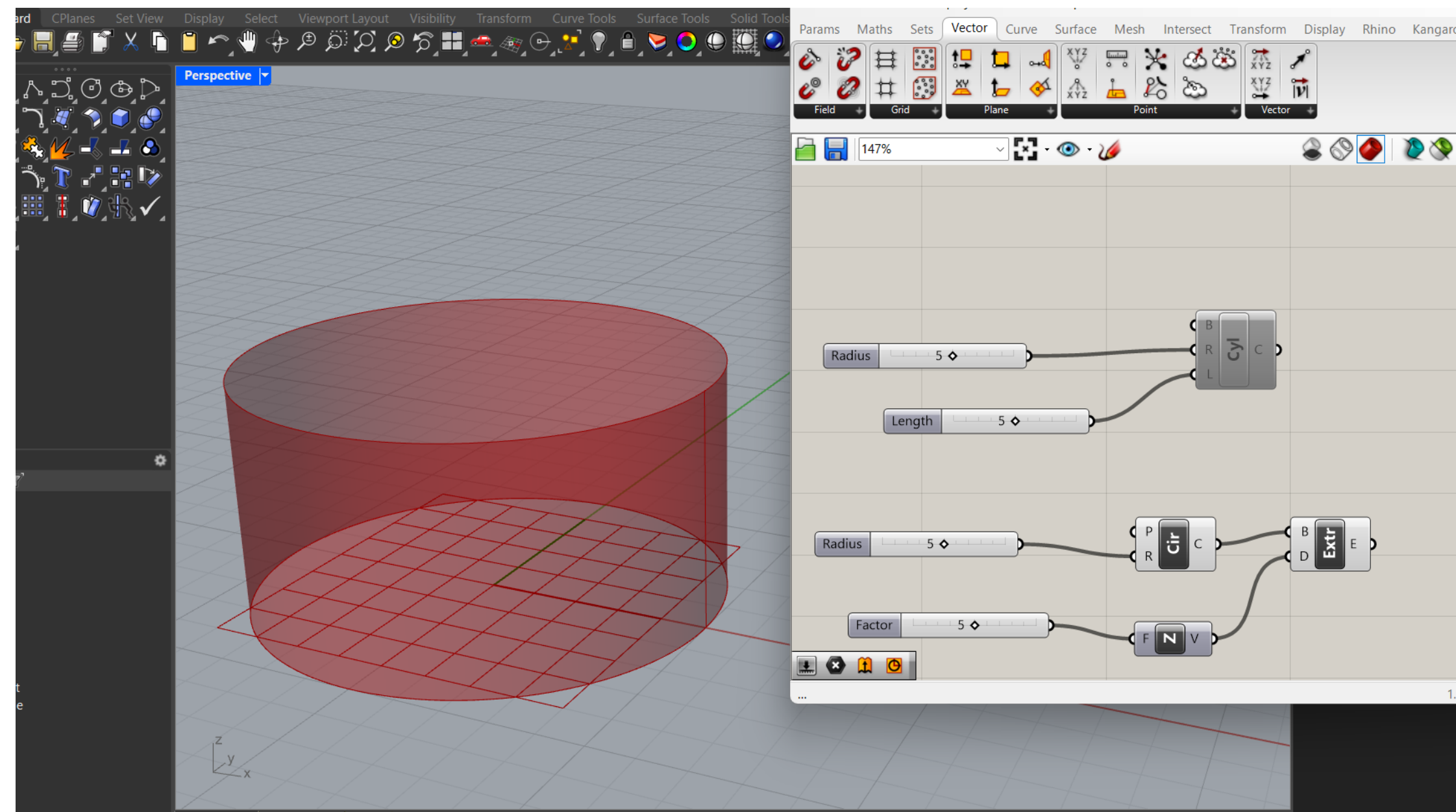


GRASSHOPPER



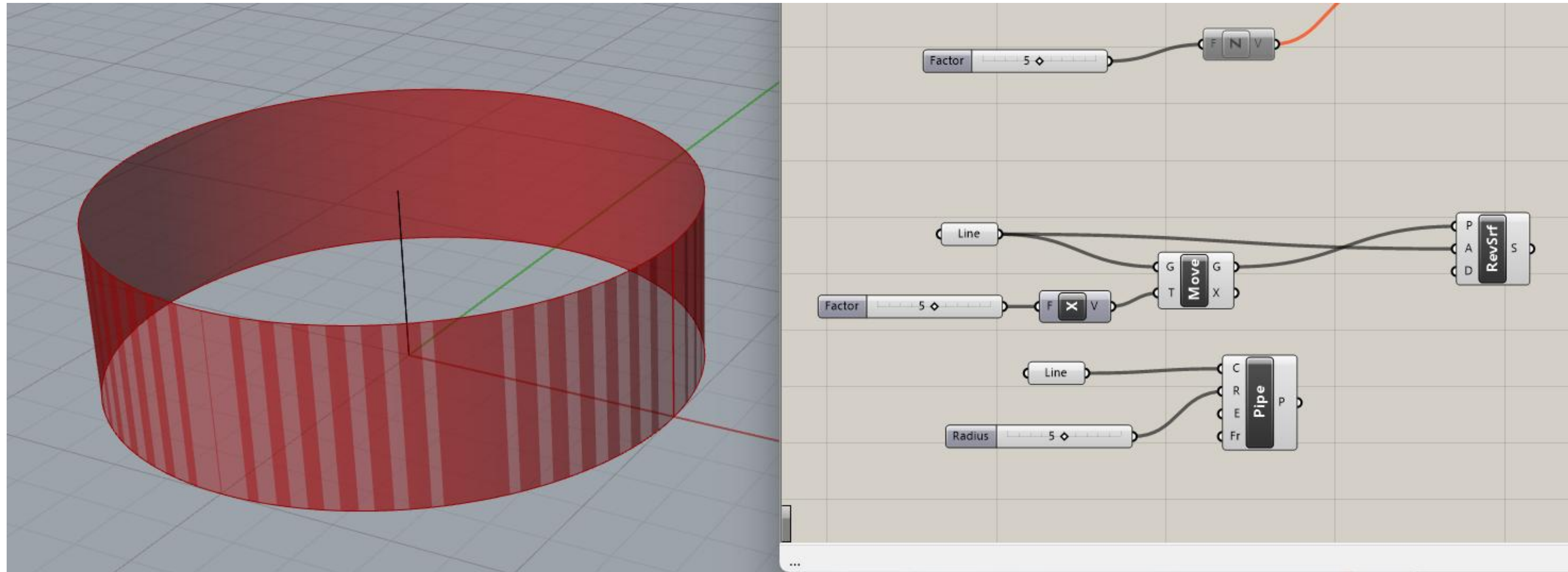
- De seguida, fazer um ponto no rhino e no grasshopper e por fim, ligar estes dois a partir do set one point;
- Assim que ligado, o centro da esfera vai para o lugar do ponto criado;
- Vamos ao comando **CYLINDER** e criamos um slider para meter o raio;
- Por fim, utilizar o comando **EXTRUDE** para fazer a superfície do cilindro;

GRASSHOPPER



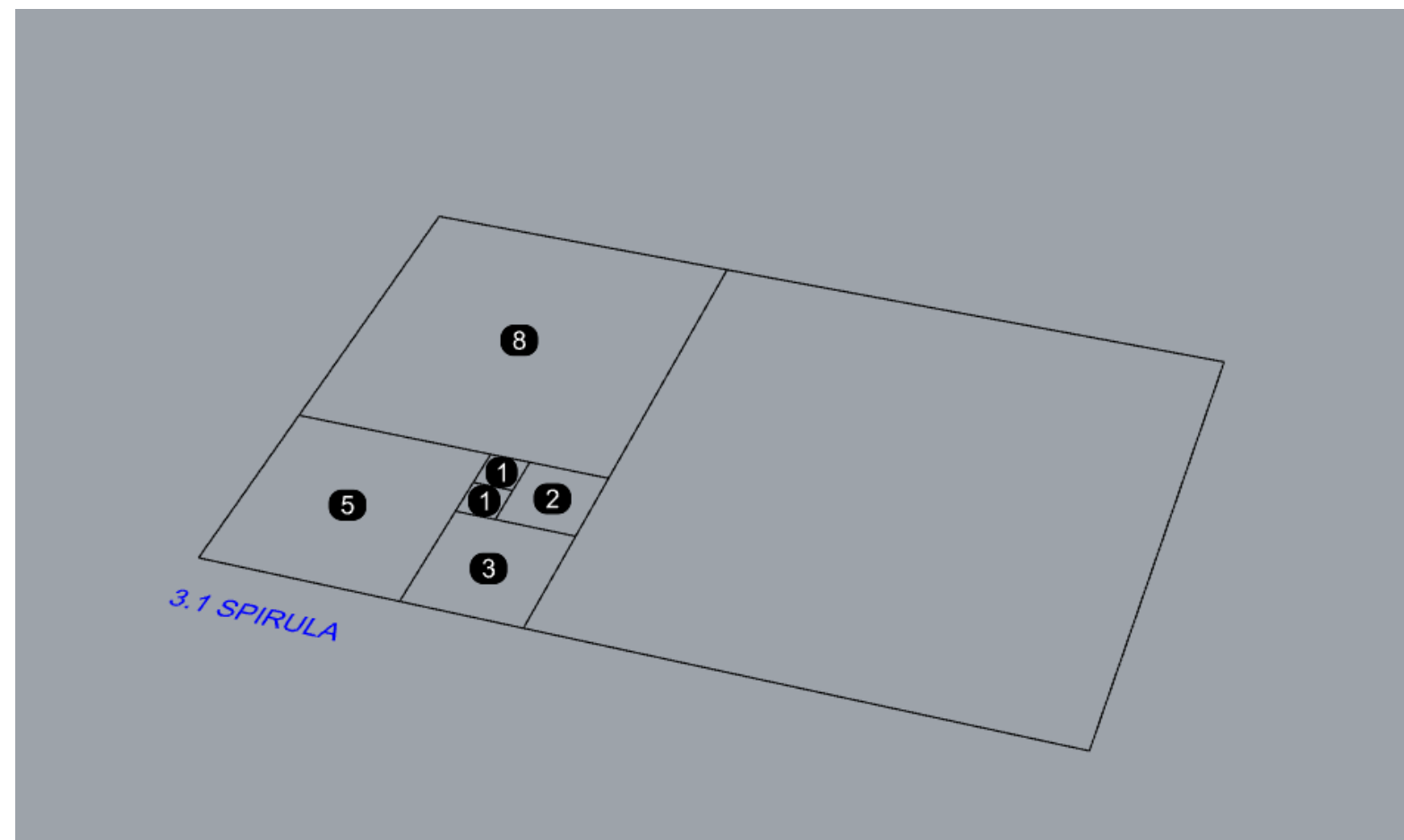
Modelação Geométrica e Generativa - 7ª Aula

GRASSHOPPER

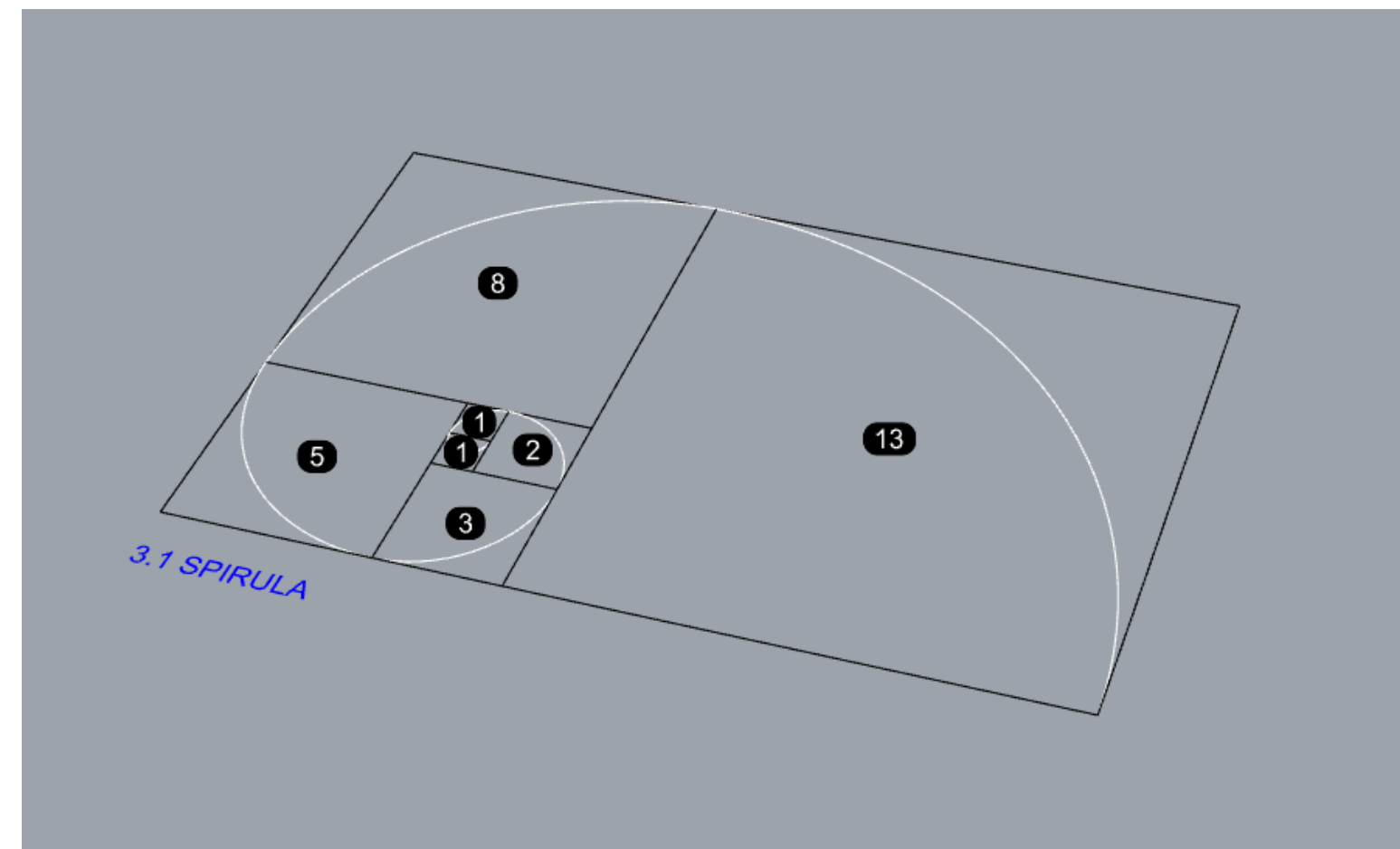


Modelação Geométrica e Generativa - 7ª Aula

SPIRULA

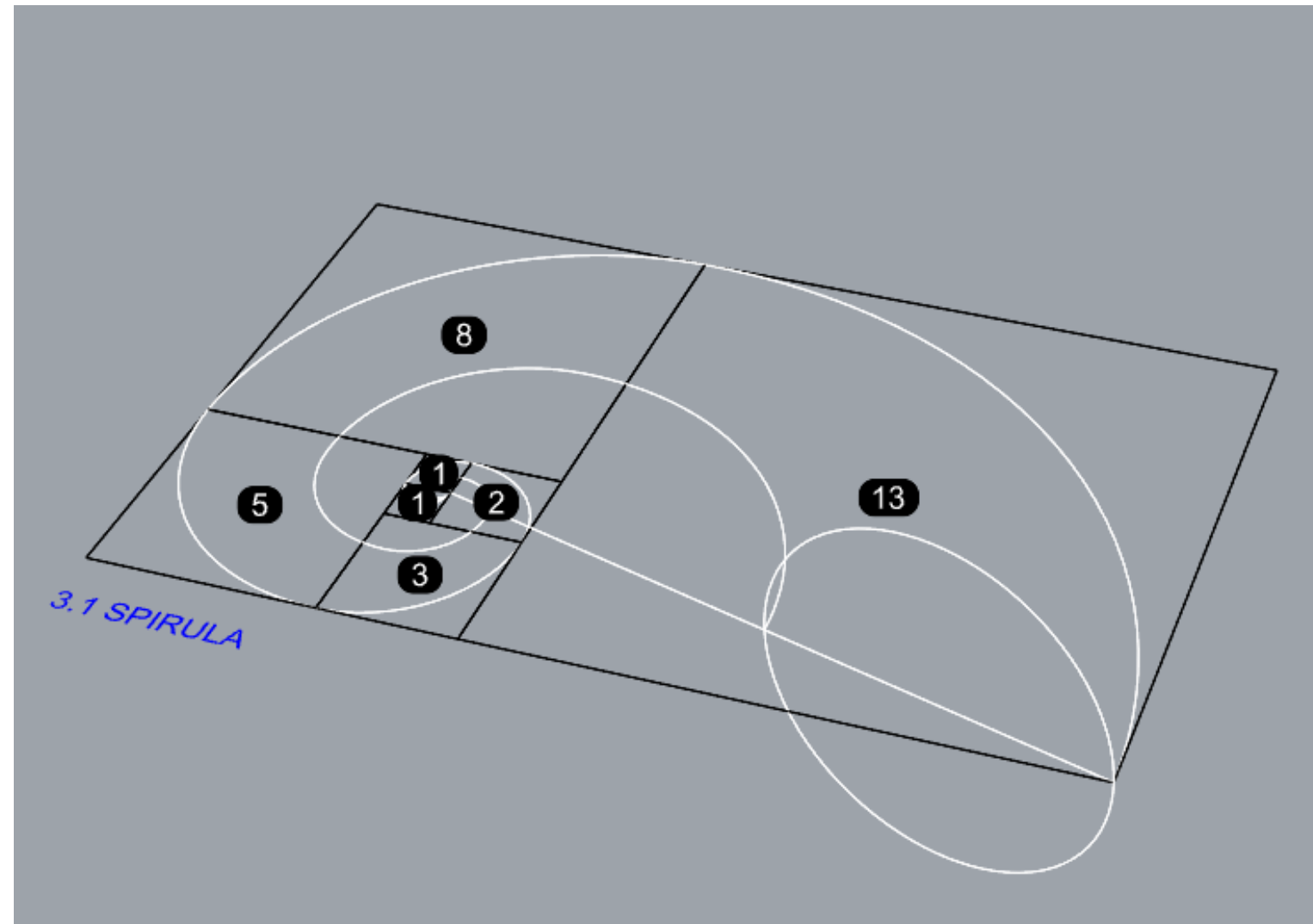


- Fazer 7 quadrados: 2 com 1 unidades, 1 com 2 unidades, 1 com 3 unidades, 1 com 5 unidades, 1 com 8 unidades e 1 com 13 unidades;

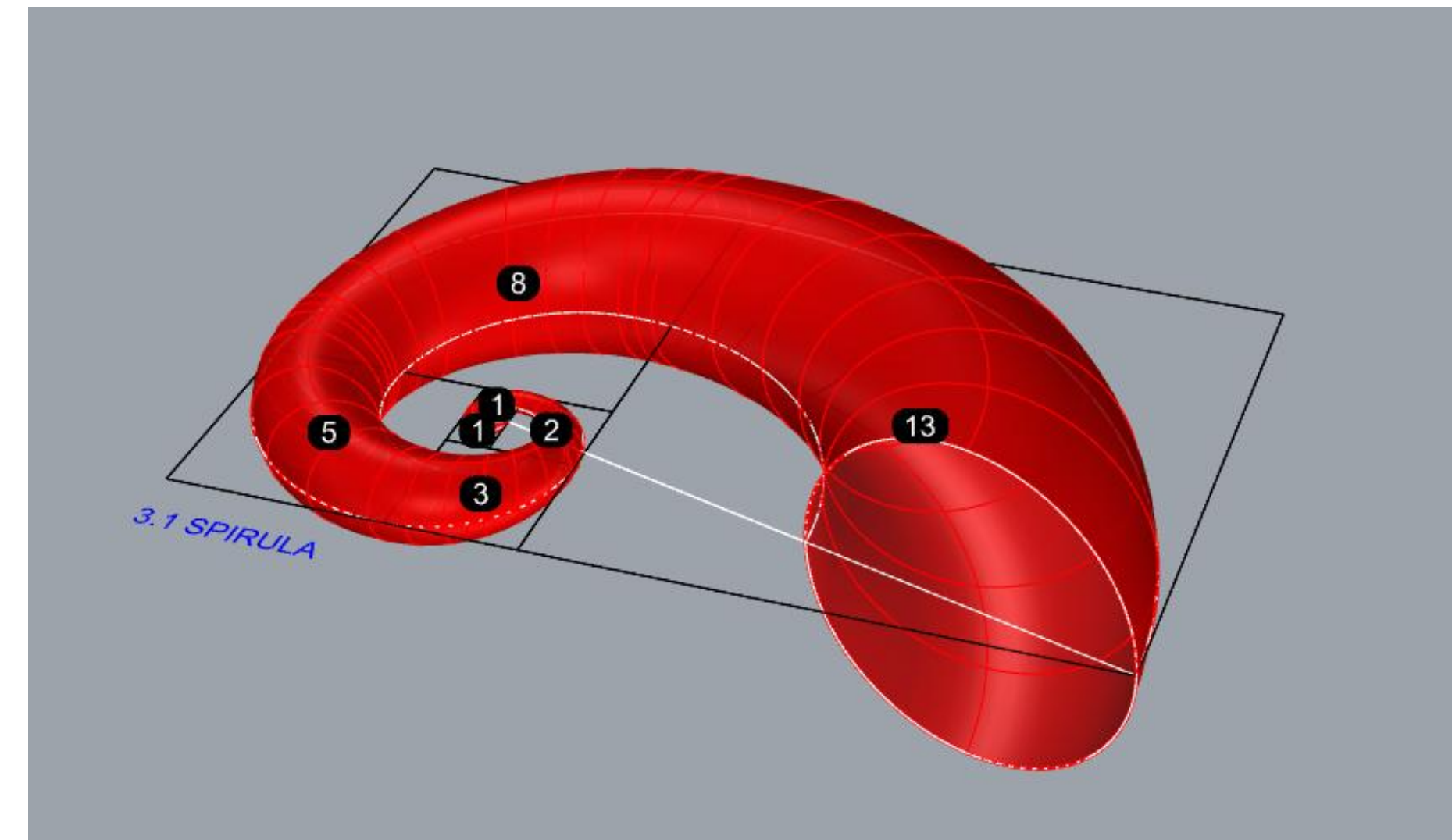


- Com o comando **arc**, criamos a partir do midpoint do quadrado mais pequeno e ir ao endpoint do nosso lado direito e depois, arrastar até ao outro endpoint do lado esquerdo ;
- A partir do canto que queremos que tenha o centro da circunferência, fazemos a mesma coisa que antes;

SPIRULA

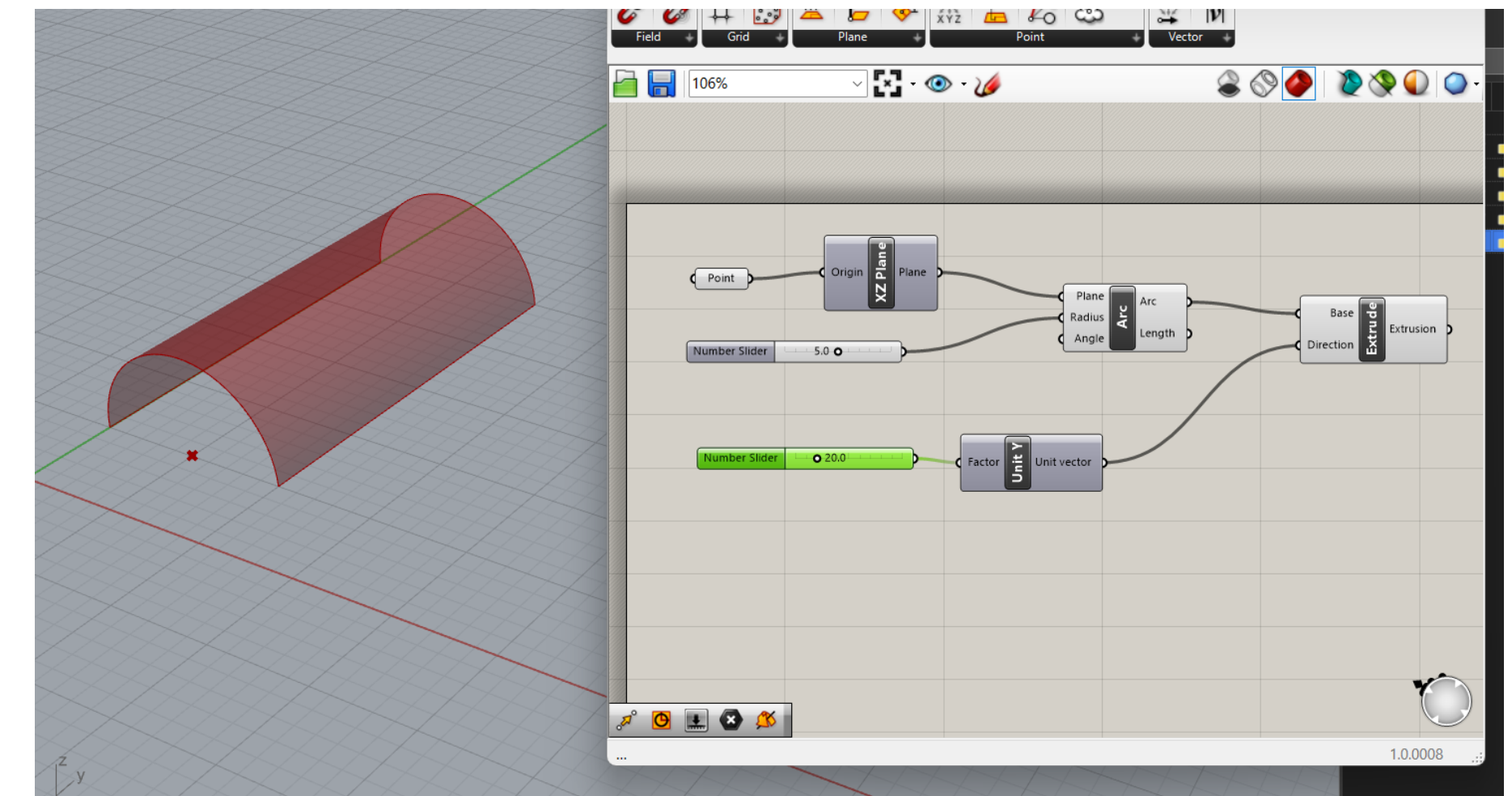
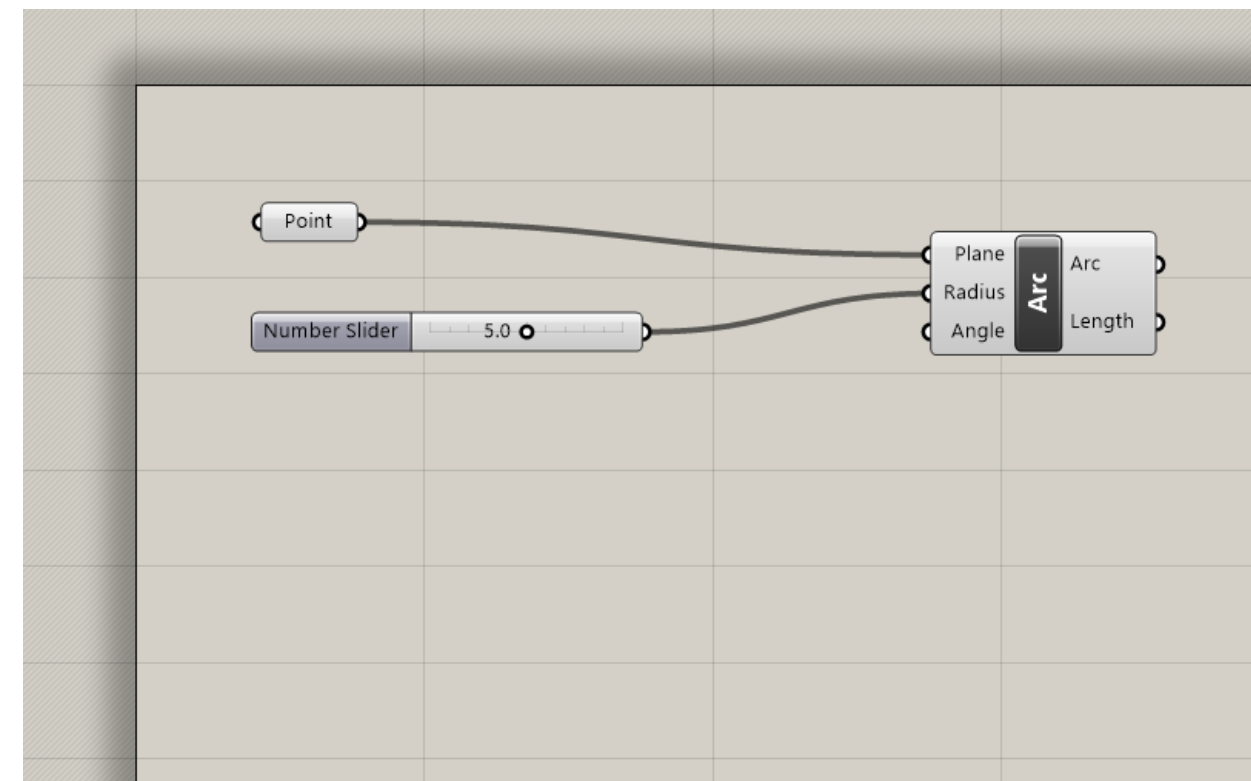
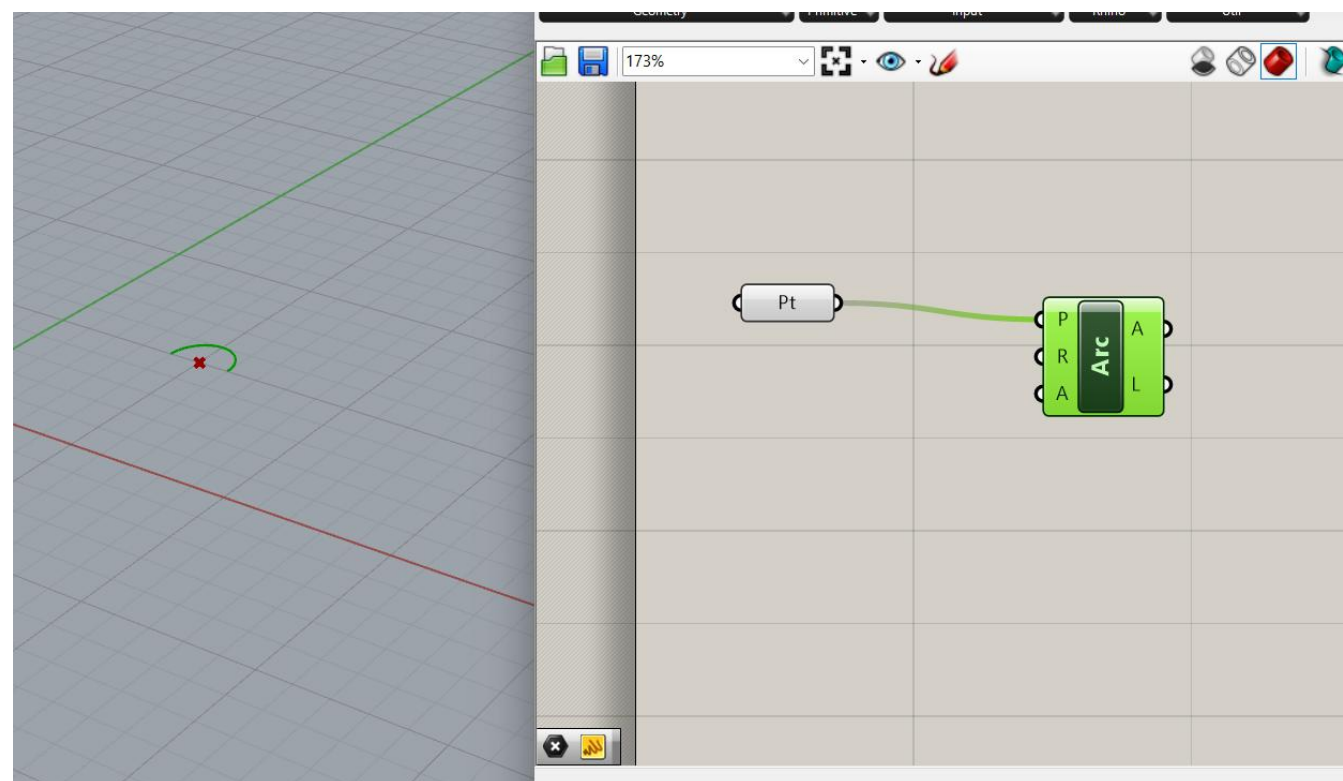


- Traçamos uma linha entre o fim e o início da curva da concha;
- Seleccionamos a curva e fazemos **scale** e colocamos no endpoint da linha criada no passo anterior e ainda criamos uma circunferência;



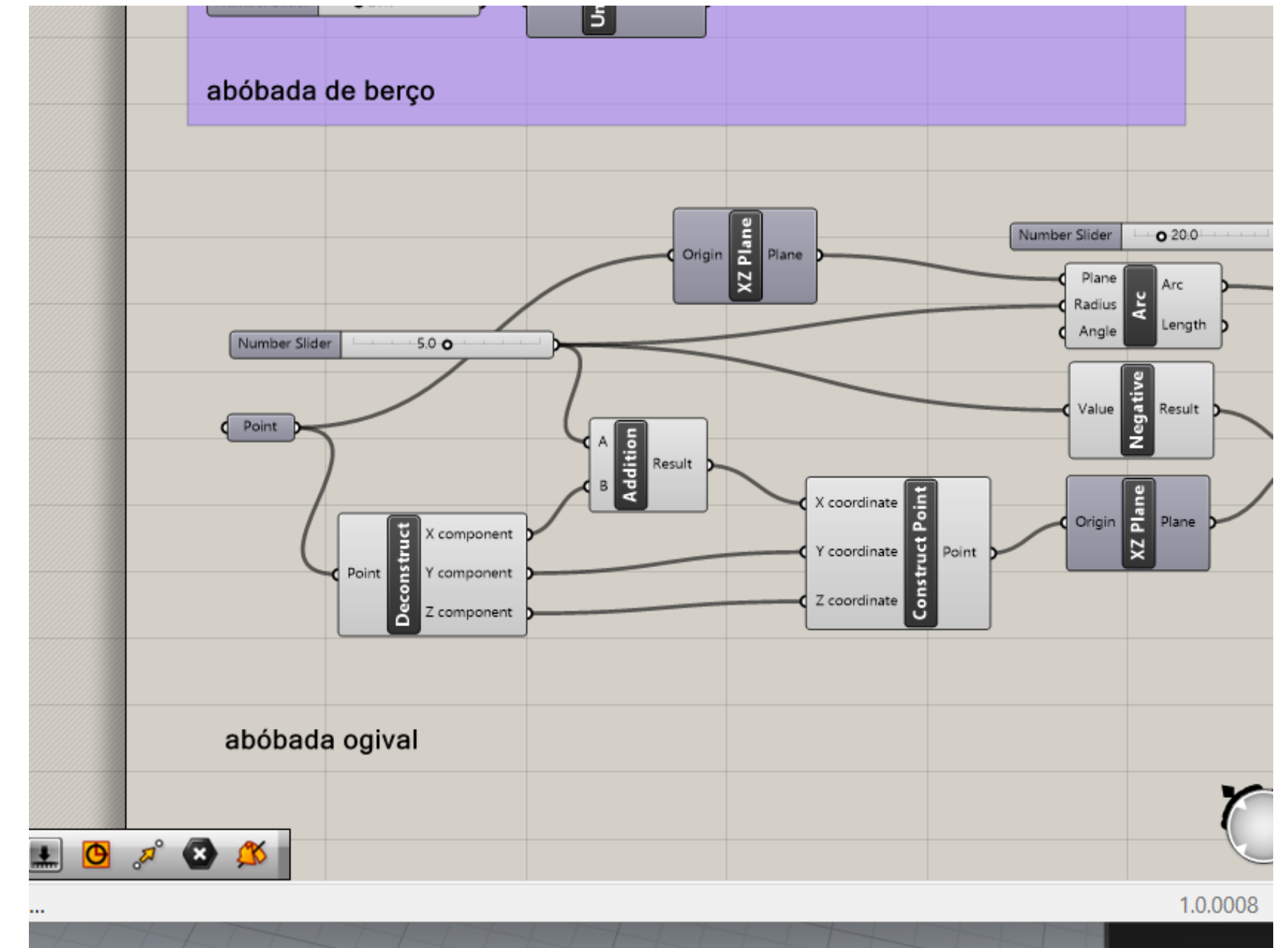
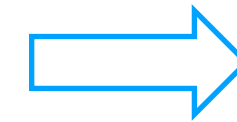
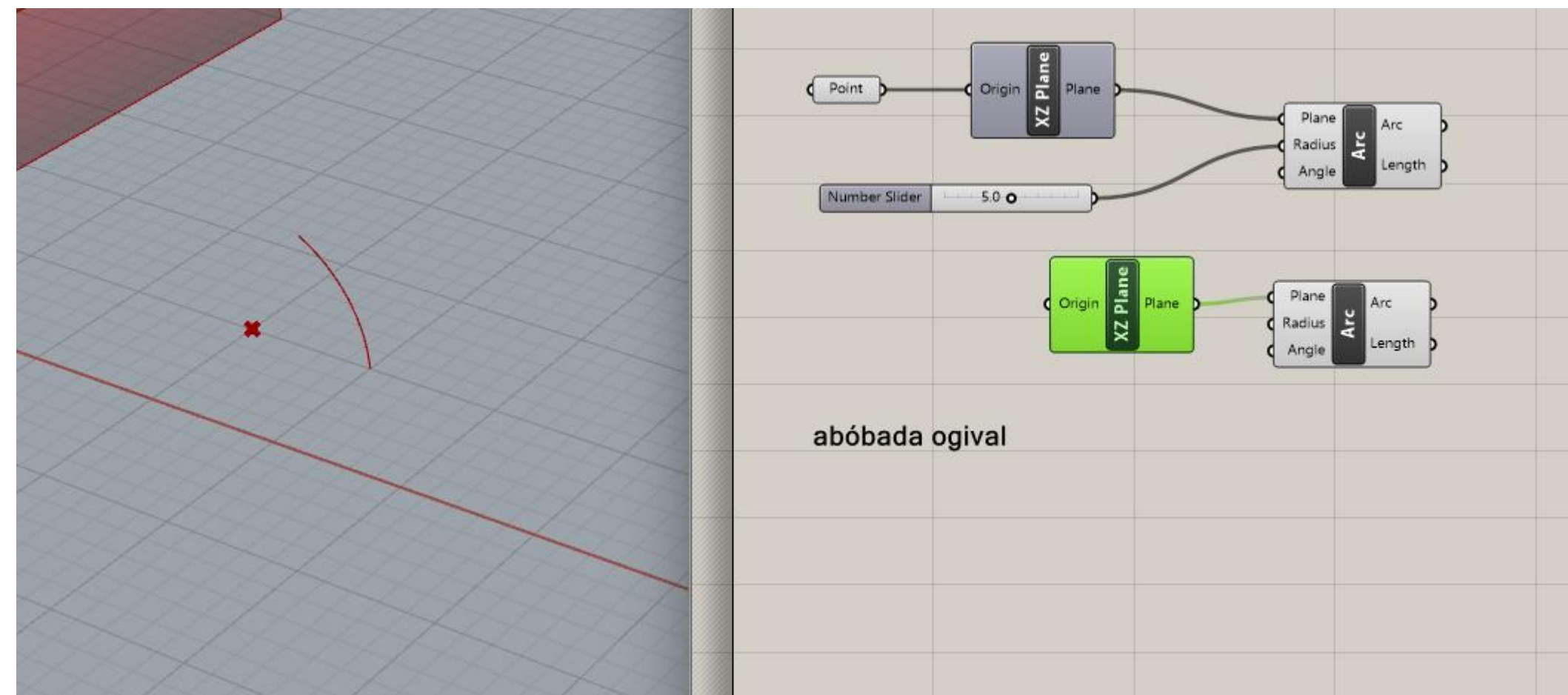
- Fazer **sweep 2** para fazer a superfície da concha;

ABÓBADA DE BERÇO - GRASSHOPPER



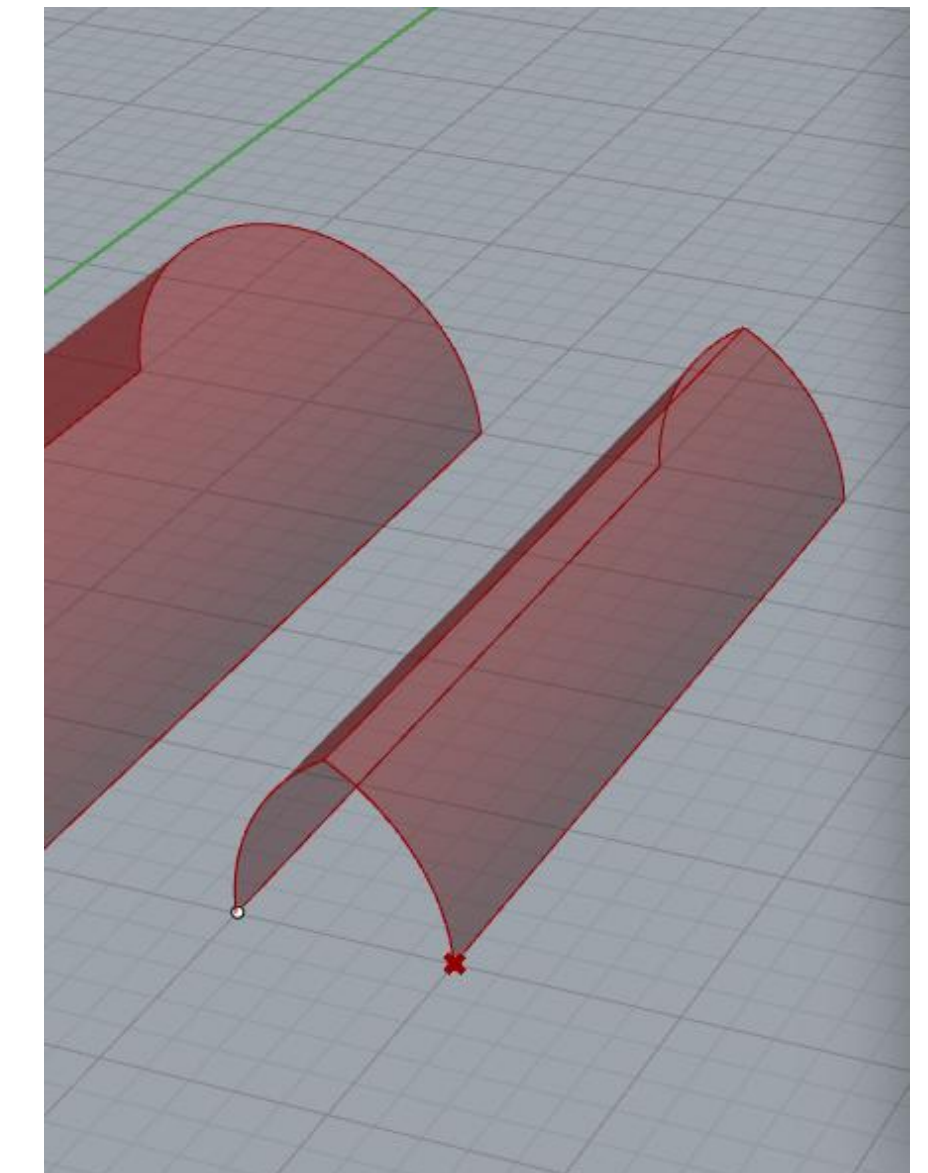
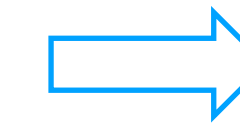
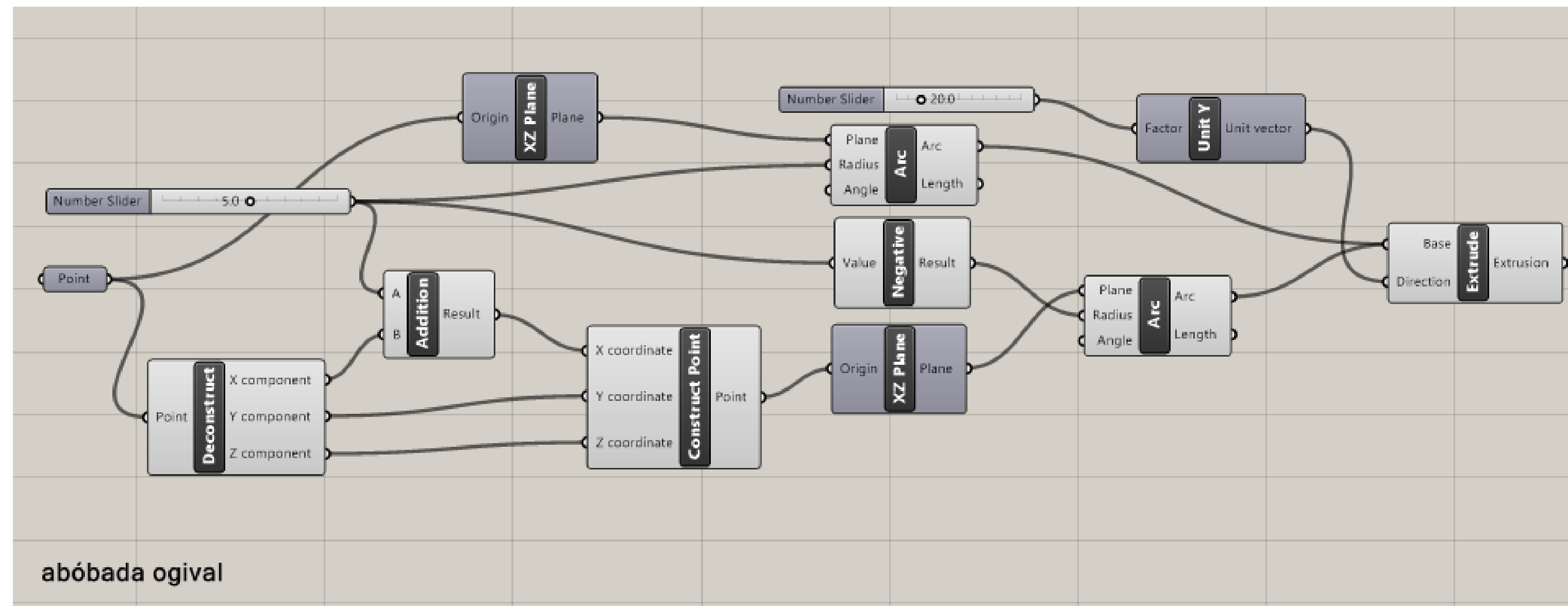
- Começar por criar um ponto e um arco e conectamos estes dois;
- Acrescentamos um number slide para escolhermos o raio e ligamos ao botão do arco;
- De seguida, aplicar um plano XZ para que o arco fique na vertical;
- Meter um UNIT Y e ligarmos a outro number slide para movermos a superfície da abóbada no plano y
- Usar o comando extrude para fazer a superfície da abóbada;

ABÓBADA OGIVAL - GRASSHOPPER



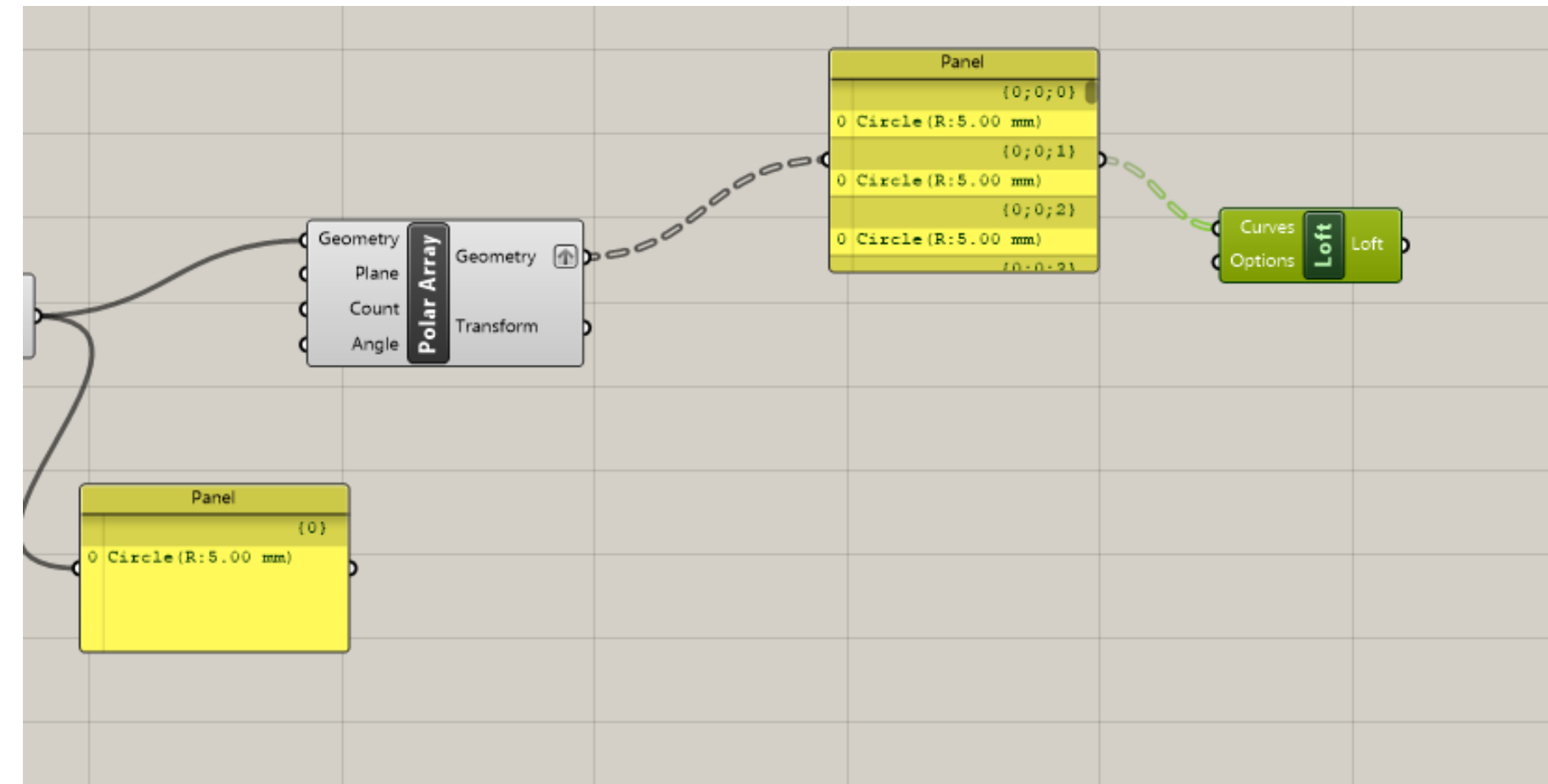
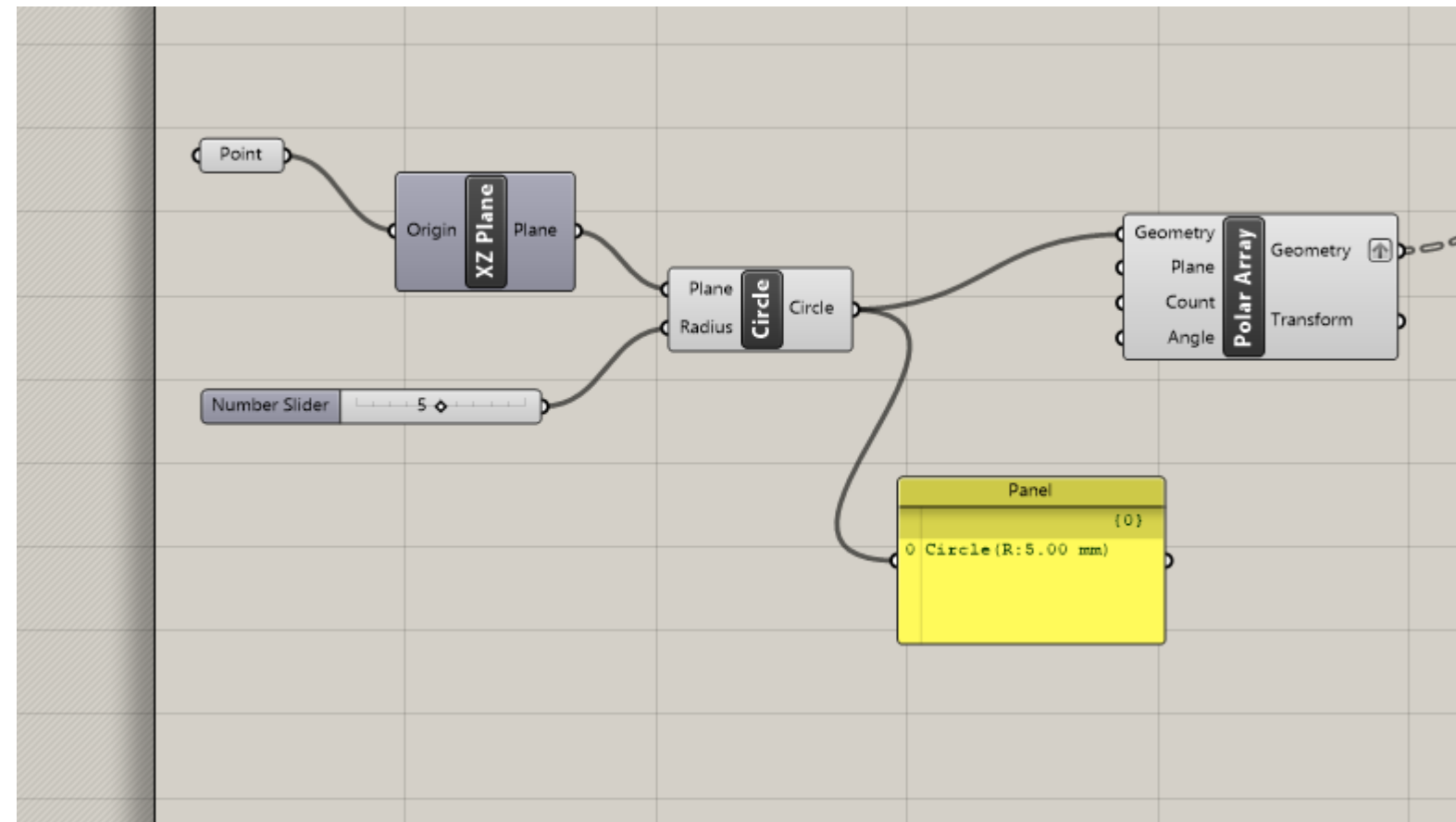
- Começar por criar um ponto e um arco num plano **XZ** e conectamos estes dois (no botão do arco, ir a set domain e mudar **Pi/3**);
- Fazer outro arco e a única diferença seria mudar no set domain para **-Pi/3**;

ABÓBADA OGIVAL - GRASSHOPPER



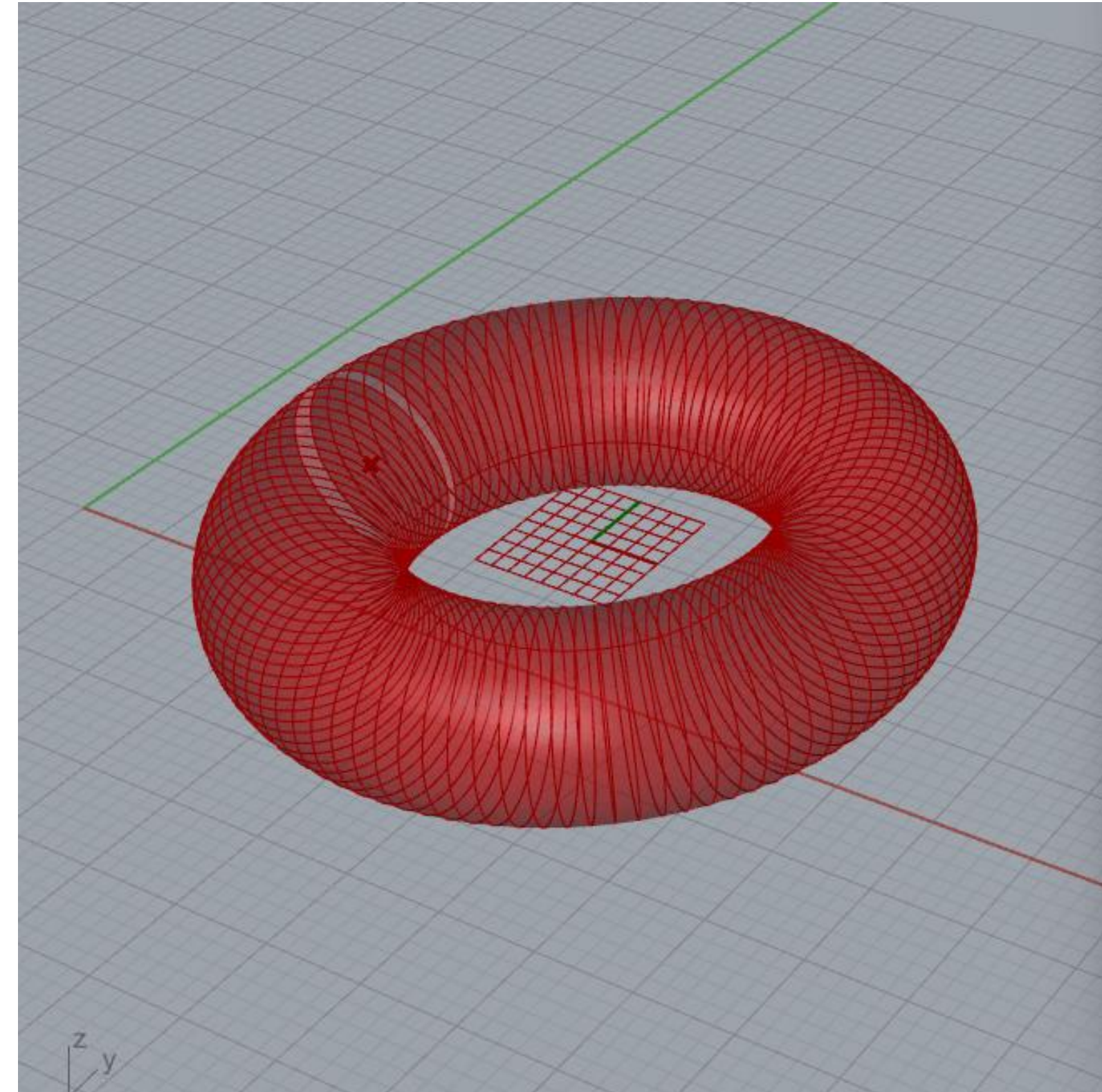
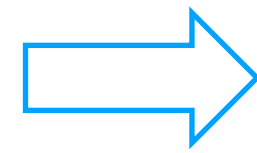
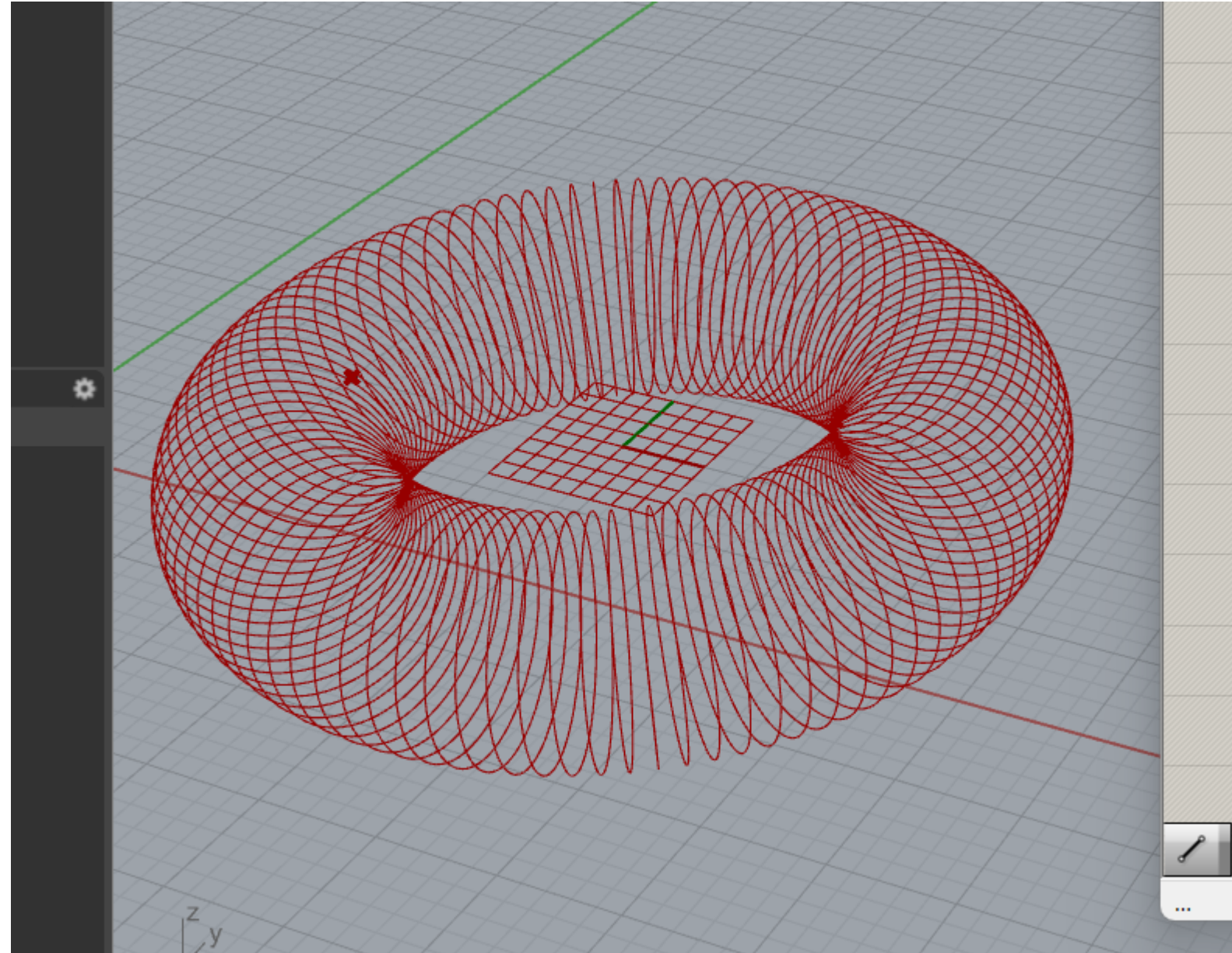
- De seguida, usamos o botão **NEGATIVE** para inverter o arco e ir ao encontro do outro;
- Usar o comando **EXTRUDE** para fazer a superfície da abóbada;

TORUS - GRASSHOPPER

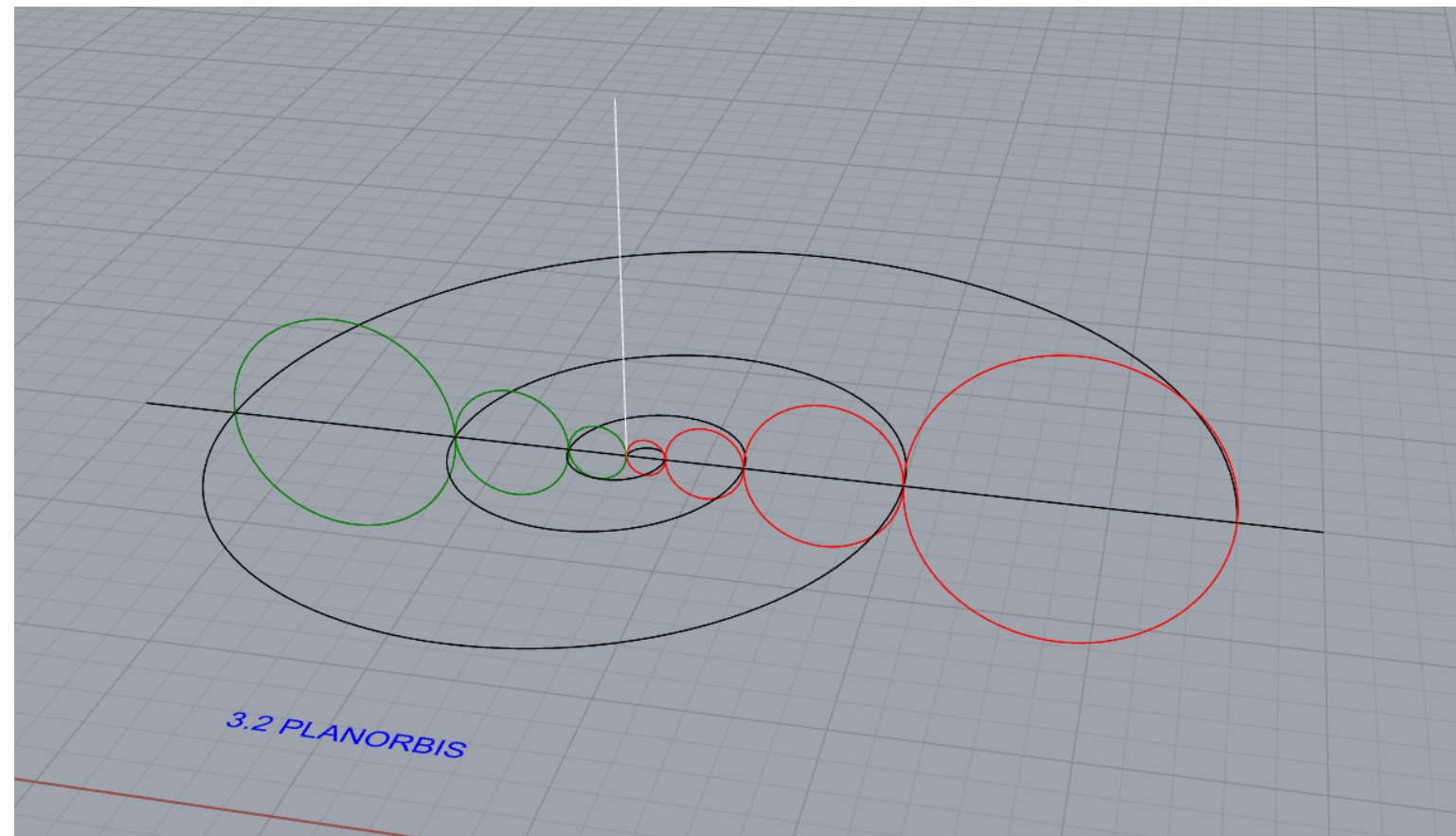


- Começar por fazer um círculo e meter no plano XZ e associar a um ponto e um number slider;
- Usar o comando **POLAR ARRAY** para repetir vários círculos que têm uma certa direção;
- E por fim, utilizar o comando **LOFT**;

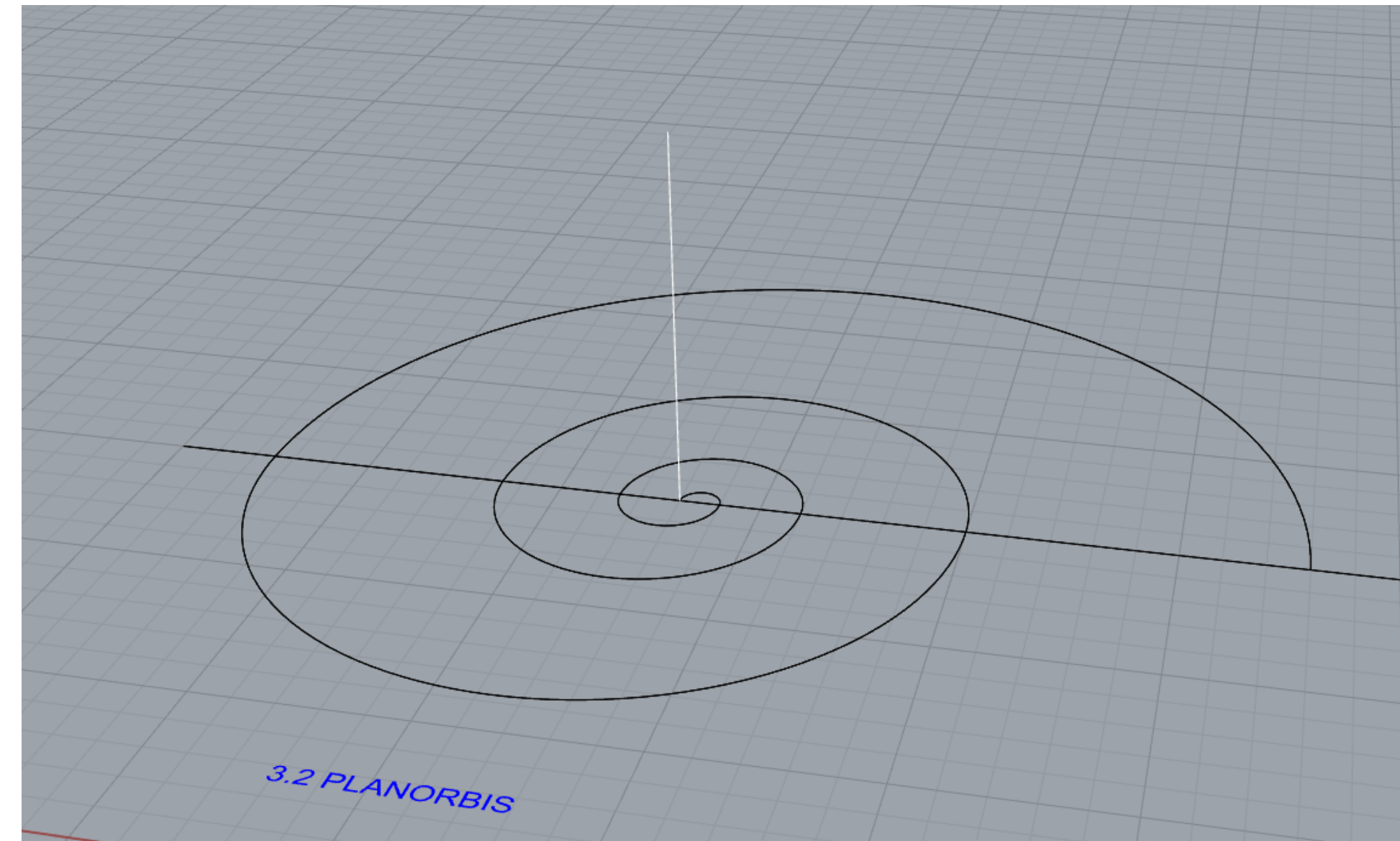
TORUS - GRASSHOPPER



PLANORBIS



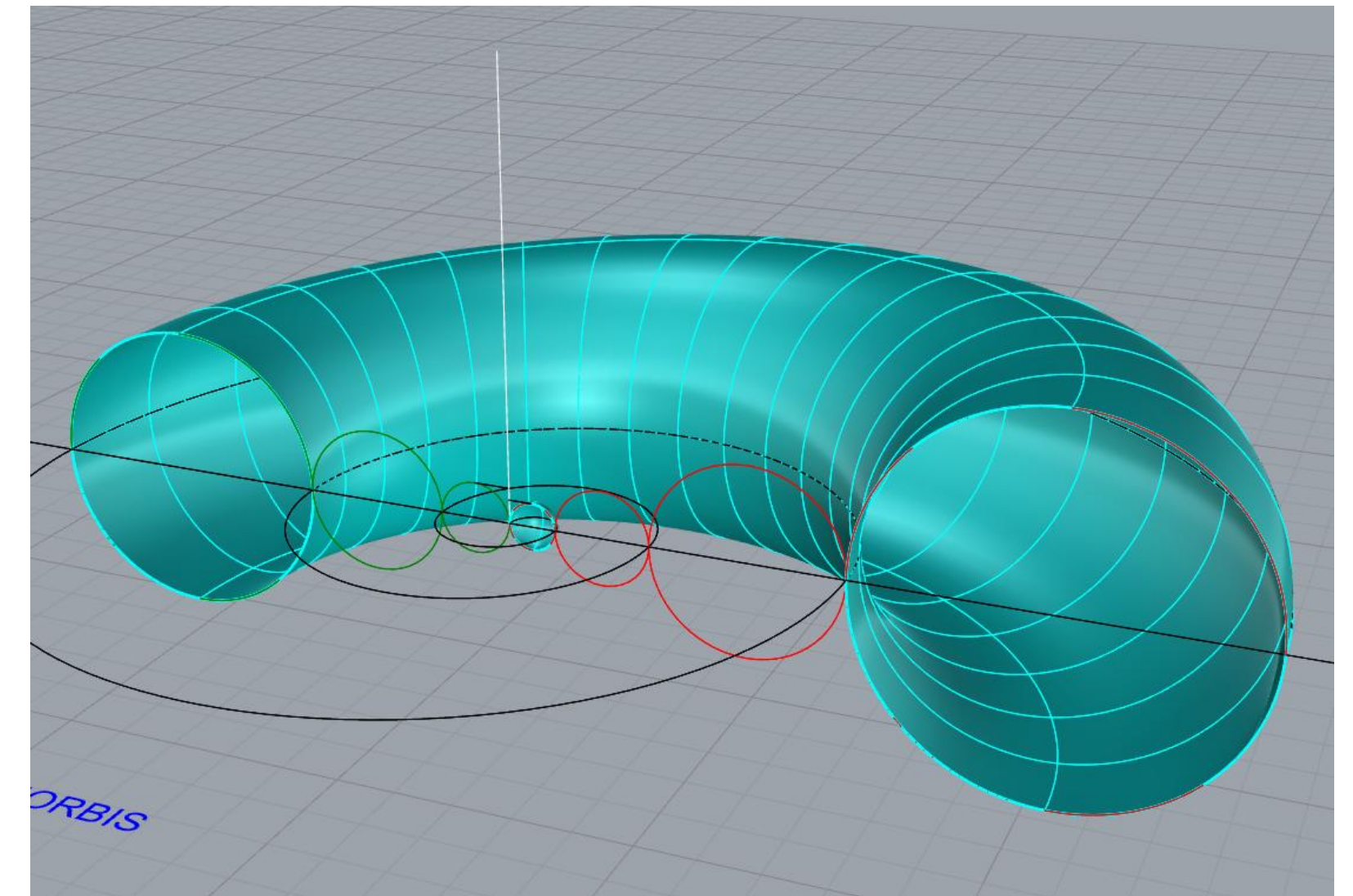
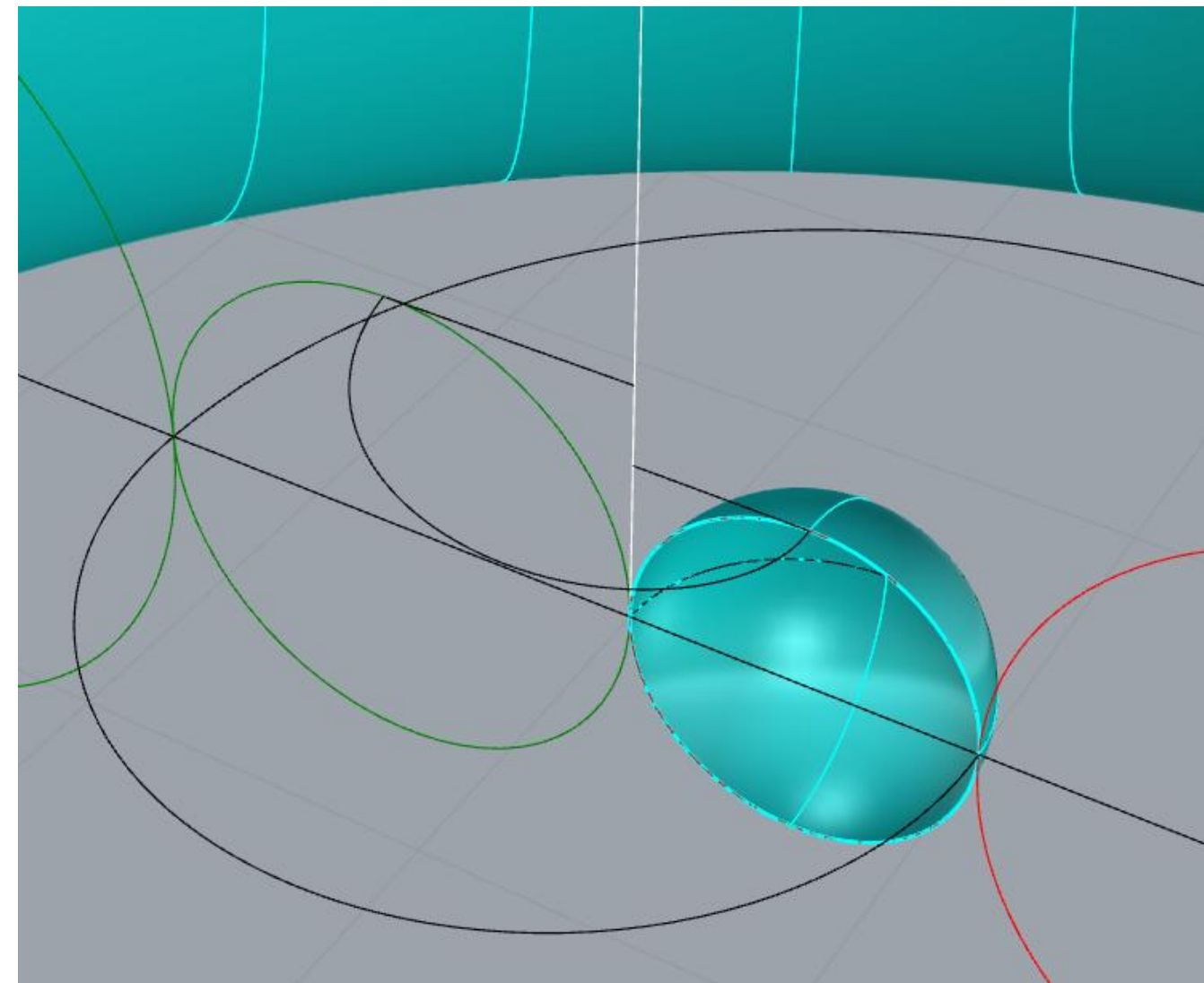
- Começamos por fazer 7 circunferências;
Cor vermelha: 1 circunferência com 1 unidade de diâmetro, outra com 2, outra com 4 e outra com 8
Cor verde: 1 circunferência com 2 unidades de diâmetro, outra com 3 e por fim, outra com 6



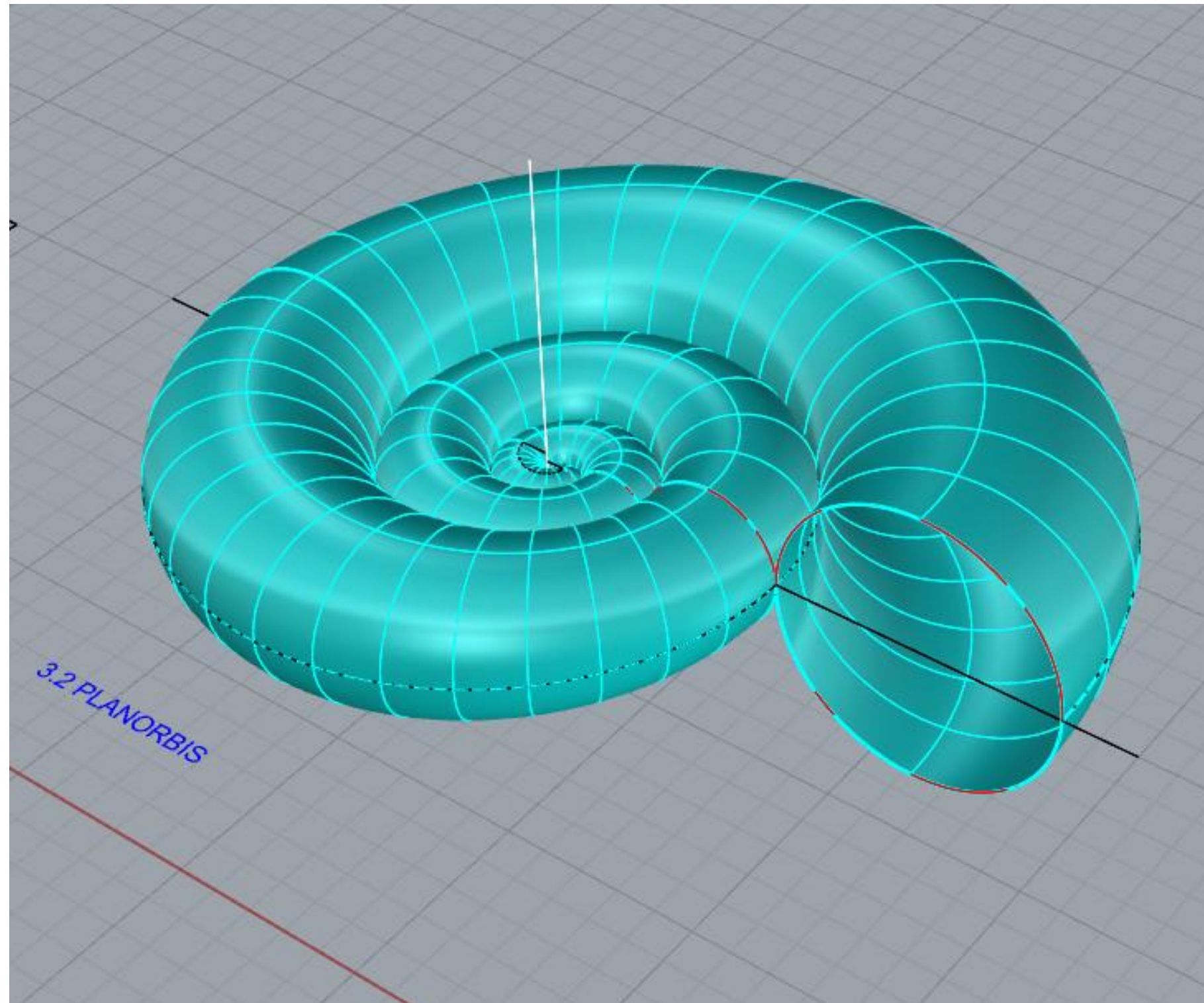
- Para chegarmos a este resultado, tivemos de fazer vários círculos que tivessem os seus extremos nas extremidades dos círculos verticais e sempre que se cruzam, fazemos trim;

PLANORBIS

- Criar uma linha vertical para ser o eixo de rotação;
- Fazer uma linha horizontal com início no centro da parte superior do círculo (isto acontece nas 2 circunferências junto à linha vertical);
- Fazer uma curva que nos vai dar a direção da concha;
- Para formar aquela superfície, utilizamos o comando revolve;
- Com o comando sweep1 começamos a fazer as superfícies uma de cada vez;

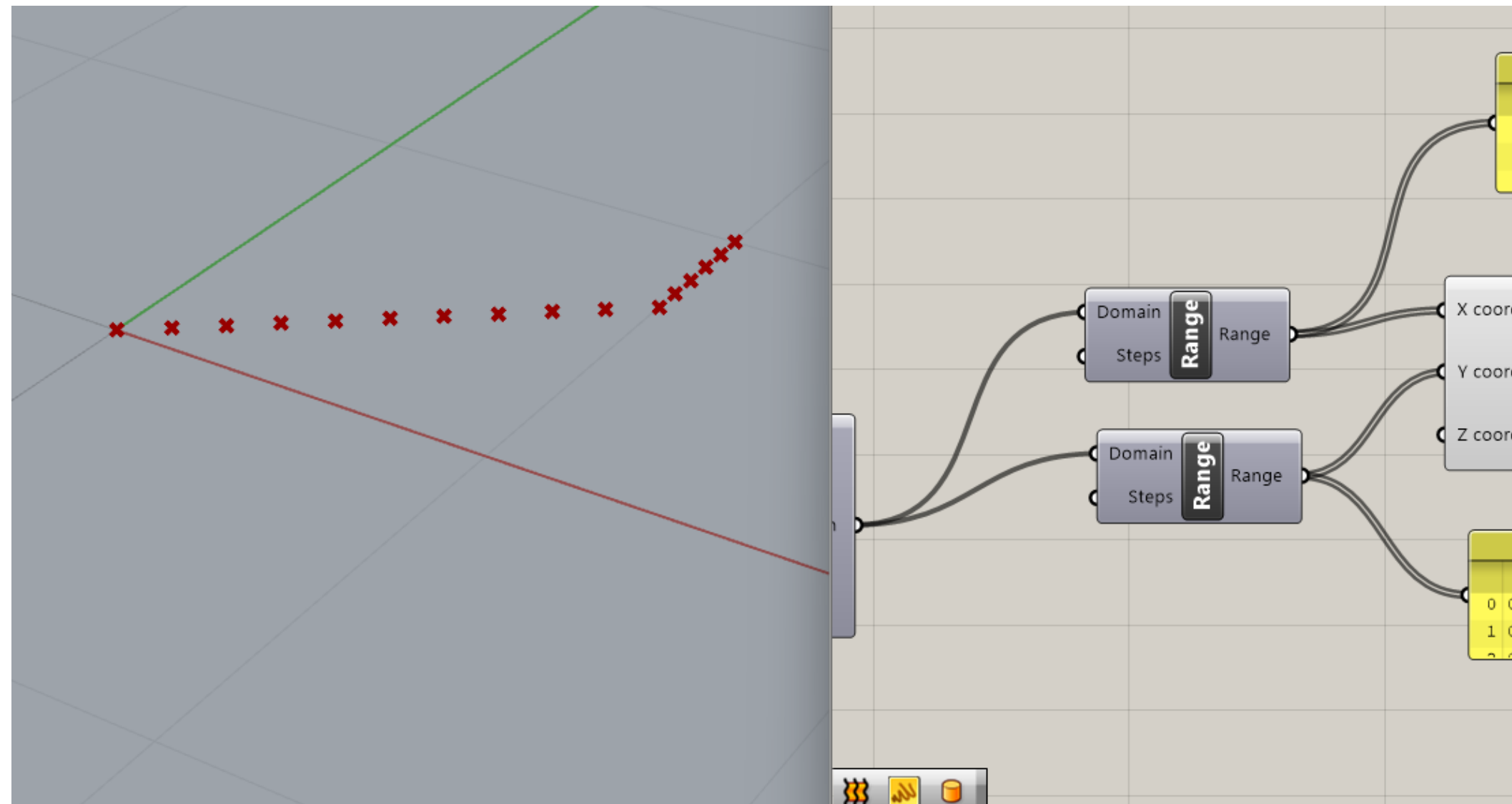


PLANORBIS

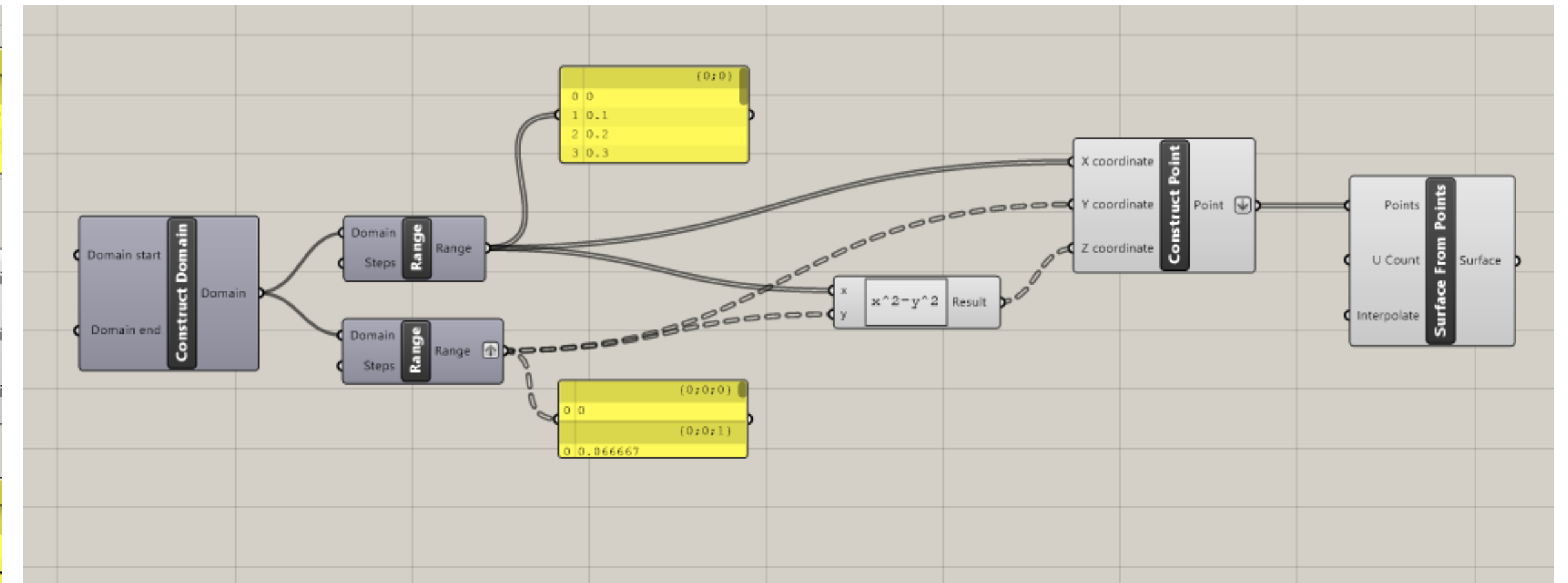


- Depois de fazer sweep em cada parte este é o resultado final;

SUPERFÍCIE - GRASSHOPPER

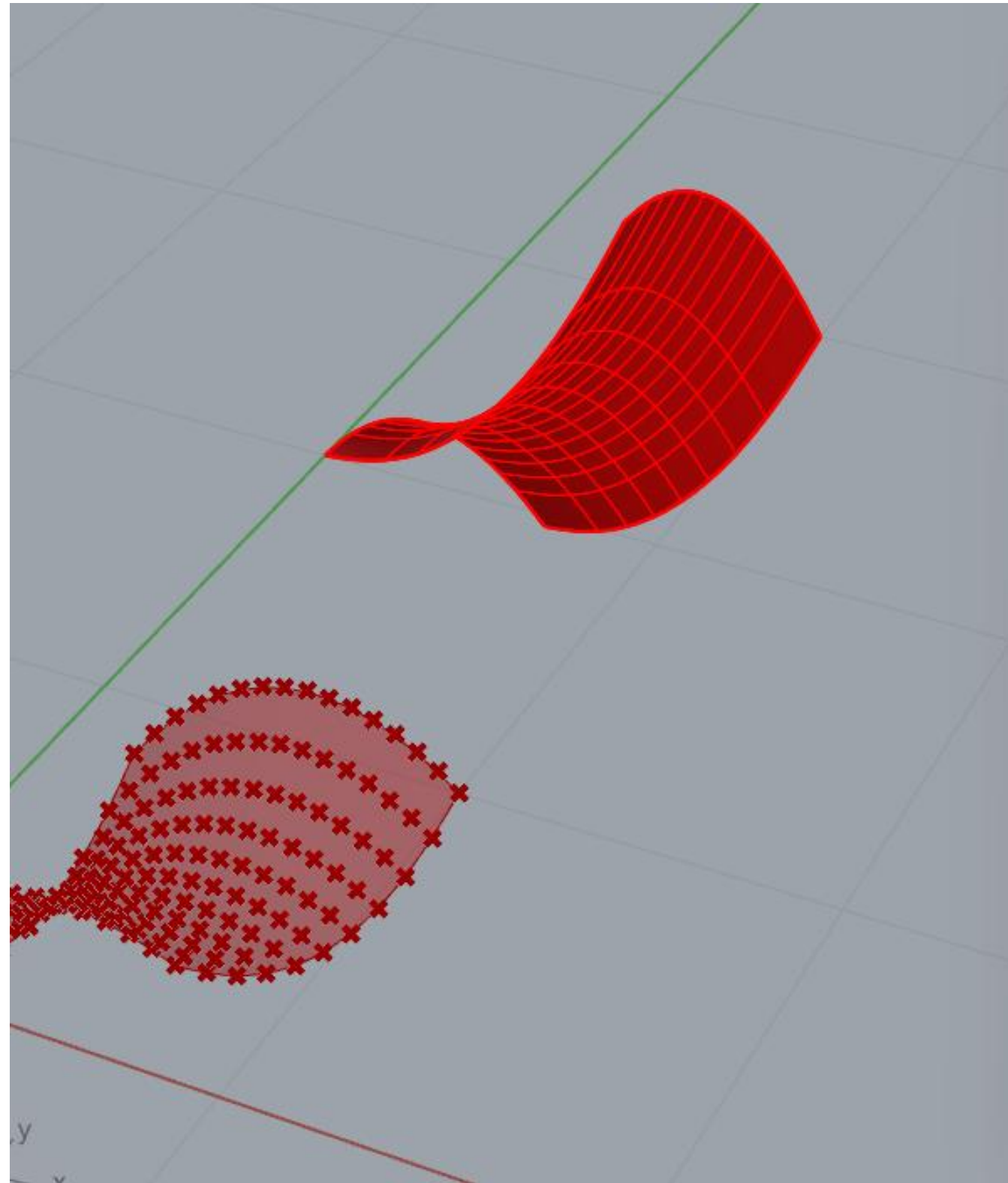


- Começamos por usar o comando **Range** para criar uma espécie de lista ordenada de números e ao ligar ao **Construct Point** criámos aquela linha diagonal de cruzes vermelhas ;



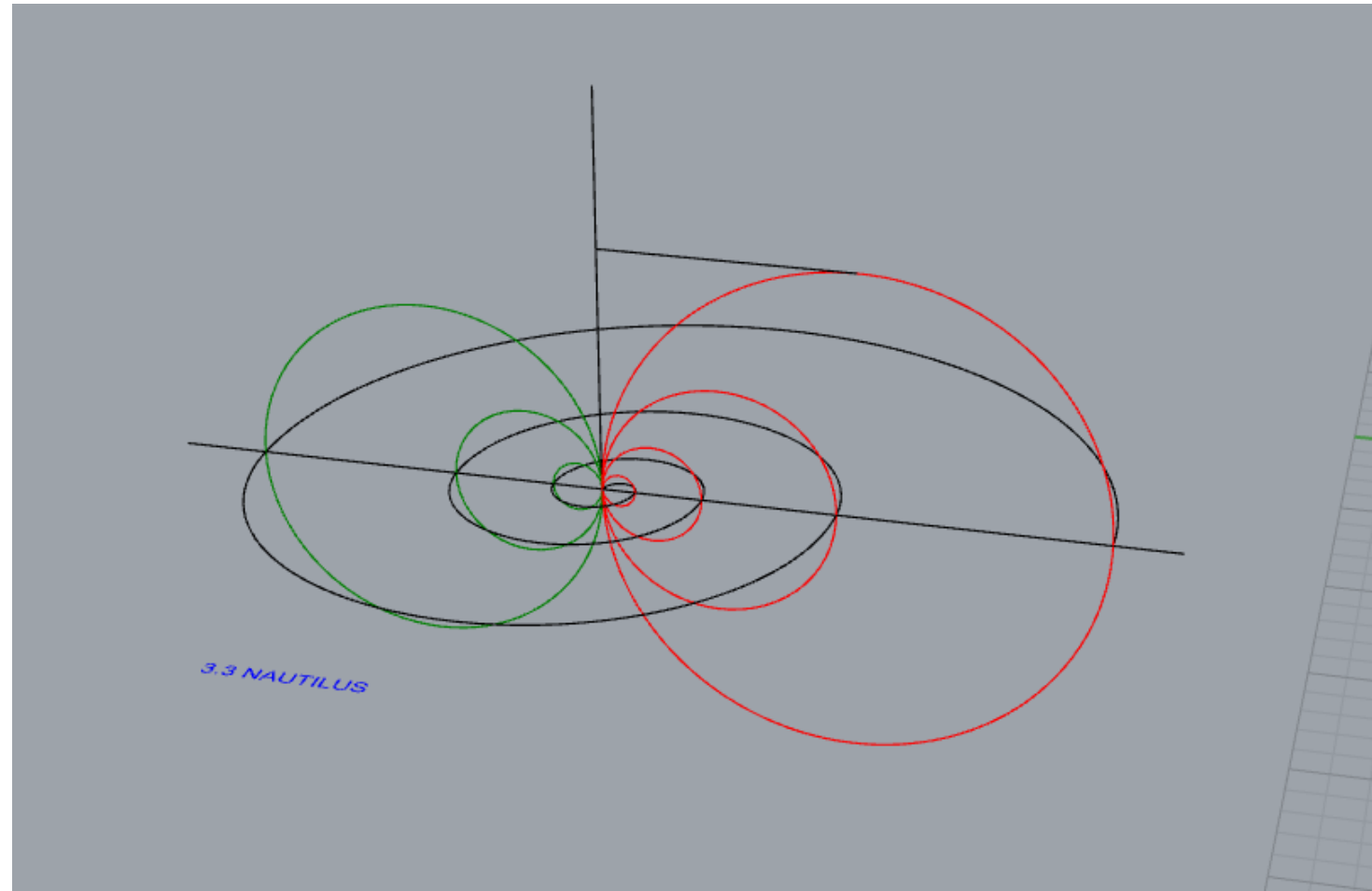
- Para criar a curvatura da concha, pegámos nos valores de X e Y e passámo-los por uma fórmula matemática inserida no componente **Evaluate**.
- O resultado dessa fórmula foi ligado diretamente à coordenada Z (altura) no comando **Construct Point**;

SUPERFÍCIE - GRASSHOPPER

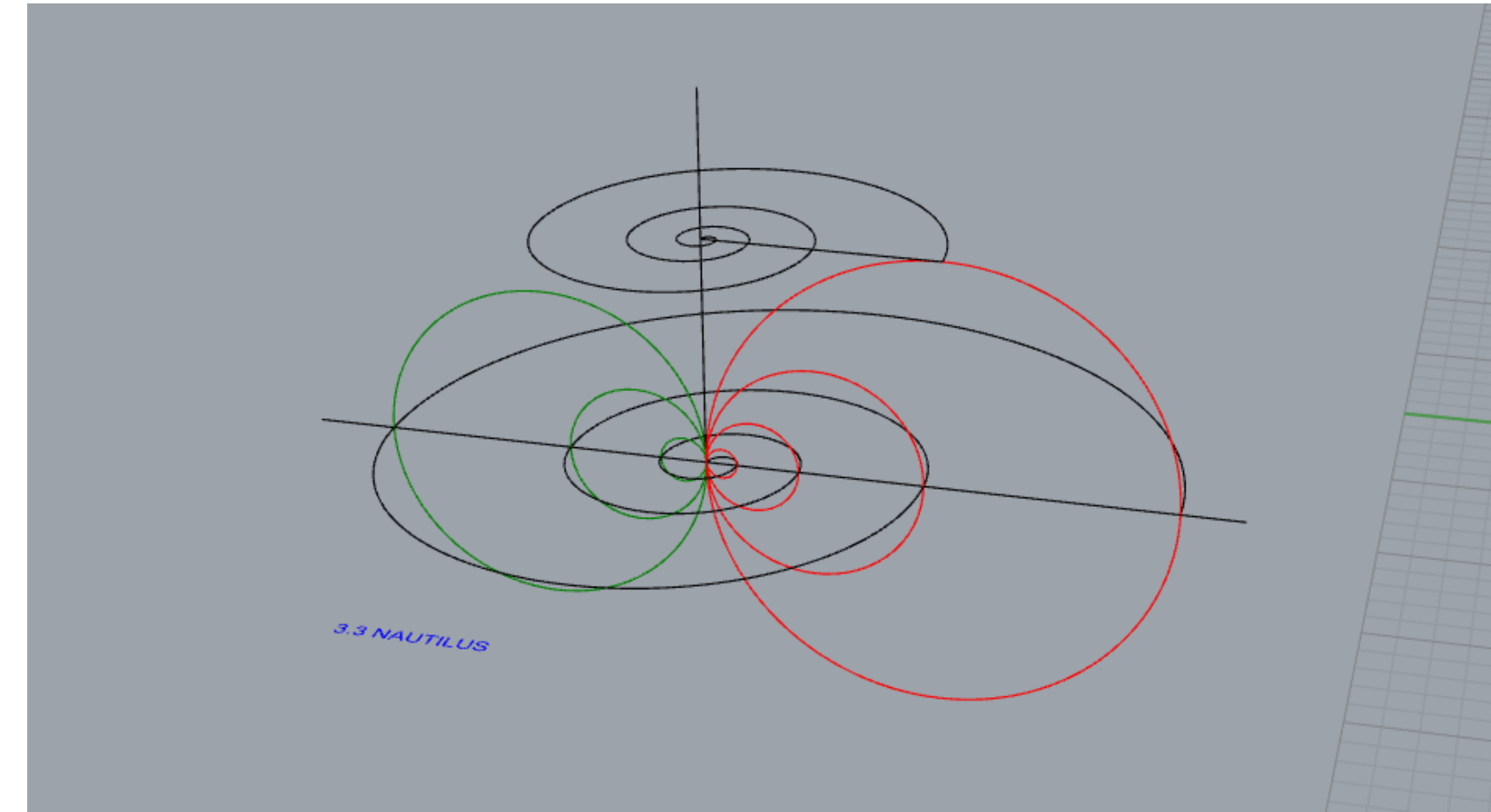


- Para ficarmos com a tal superfície, utilizamos o comando **Surface from points**;

NAUTILUS

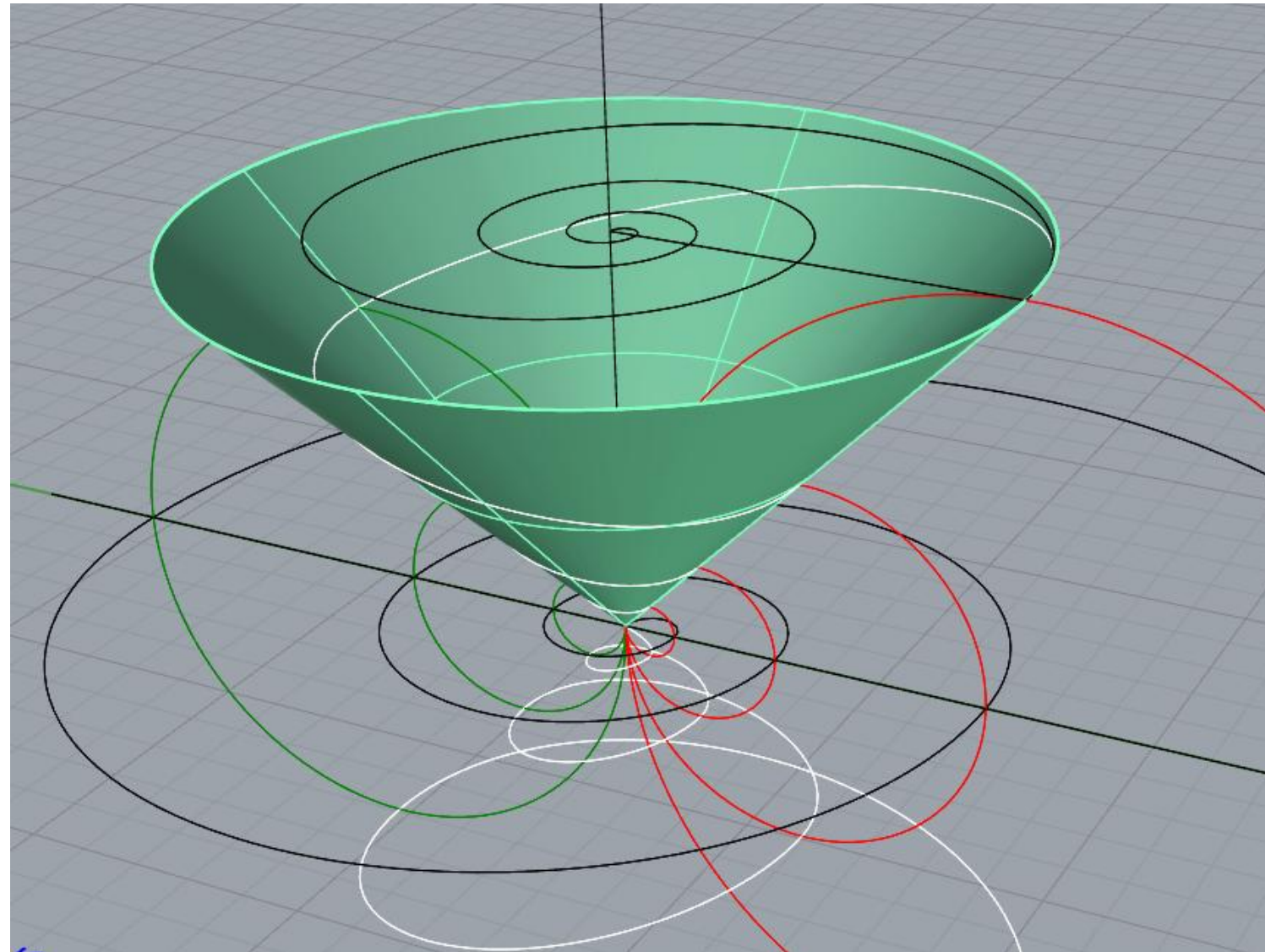


- Criamos uma linha horizontal e uma vertical;
- Fazemos 7 circunferências com diferentes medidas e todos com endpoint na linha vertical;
- No topo da maior circunferência, criamos outra linha horizontal que se encontra na vertical;

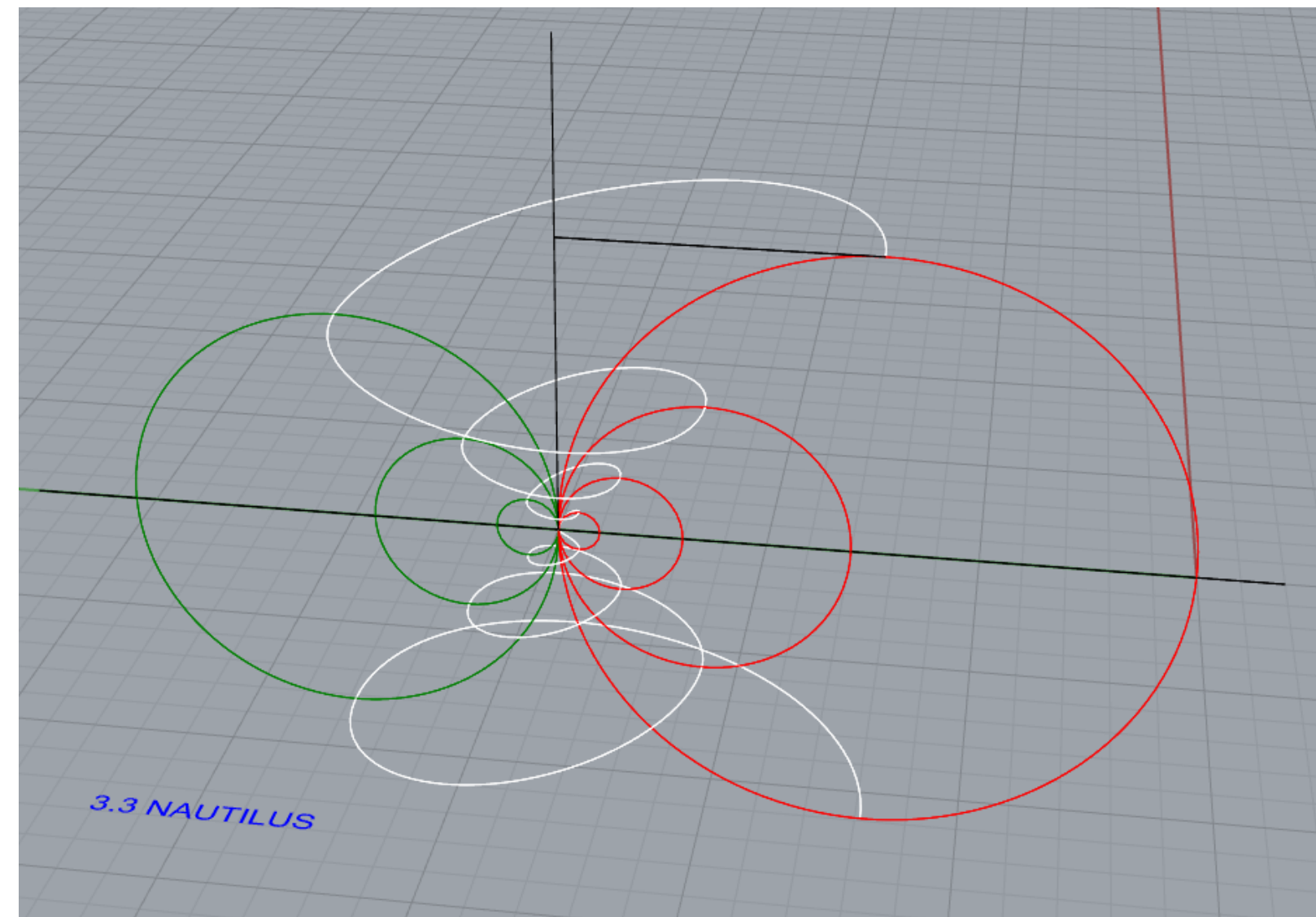


- Seleccionamos a espiral e fazemos **scale** e metemo-la em cima de forma a que o fim da espiral se encontra no fim da linha horizontal criada;

NAUTILUS

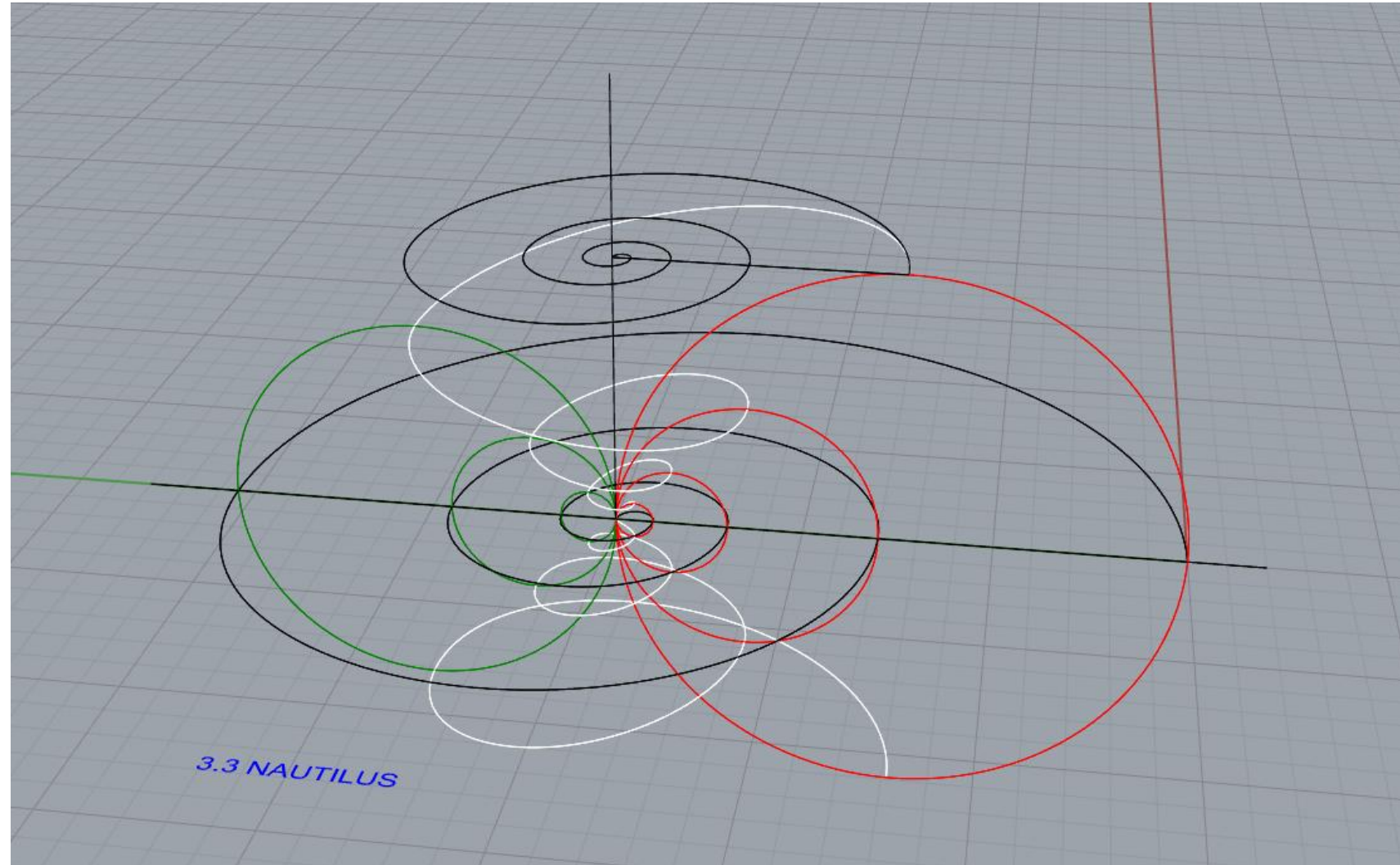


- Criamos um cone com a sua ponta no endpoint da linha vertical e o com o raio da linha horizontal (a que intersesta a circunferência vermelha) ;

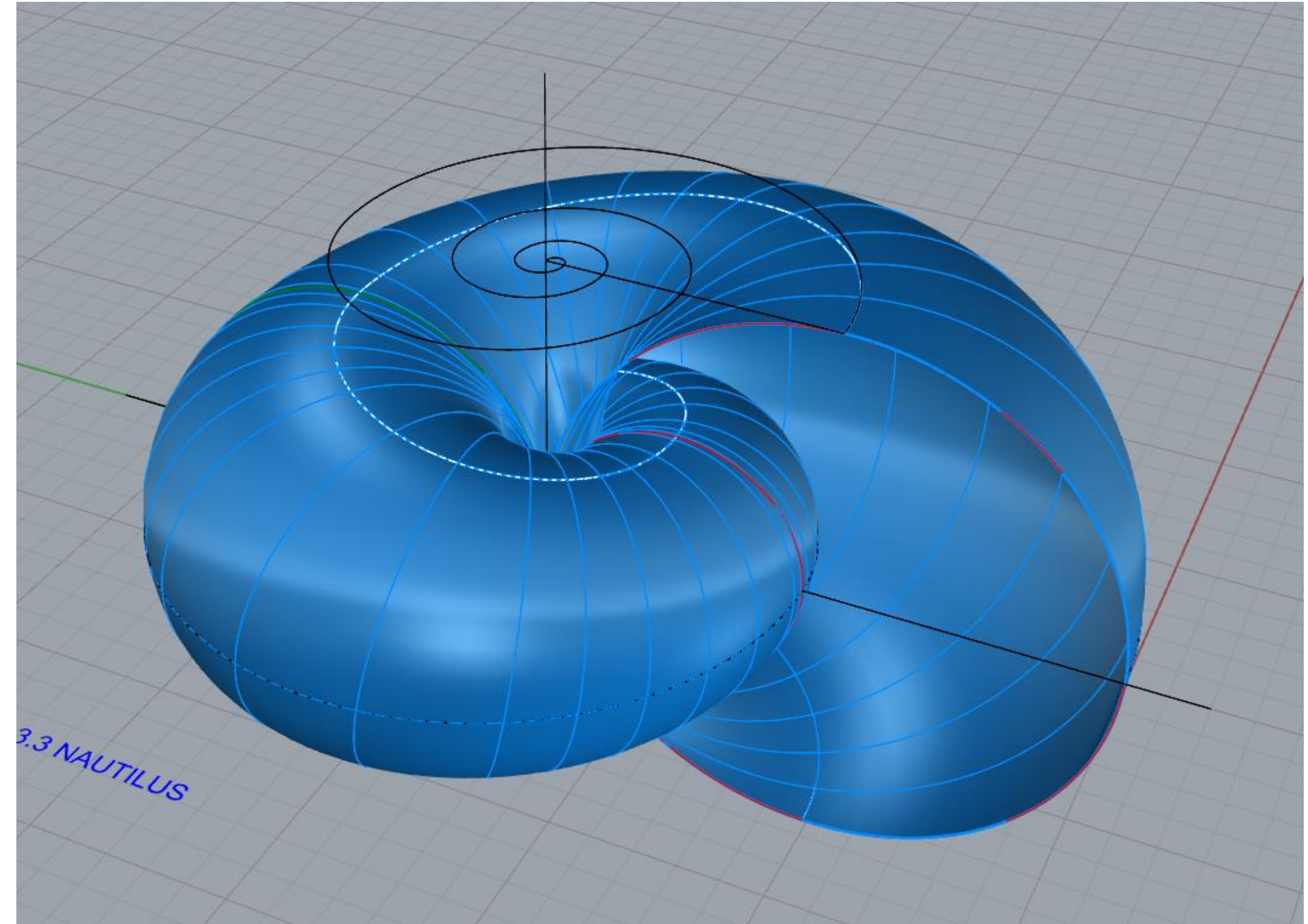


- A partir do comando **project**, conseguimos ter a espiral que tem cor branca;

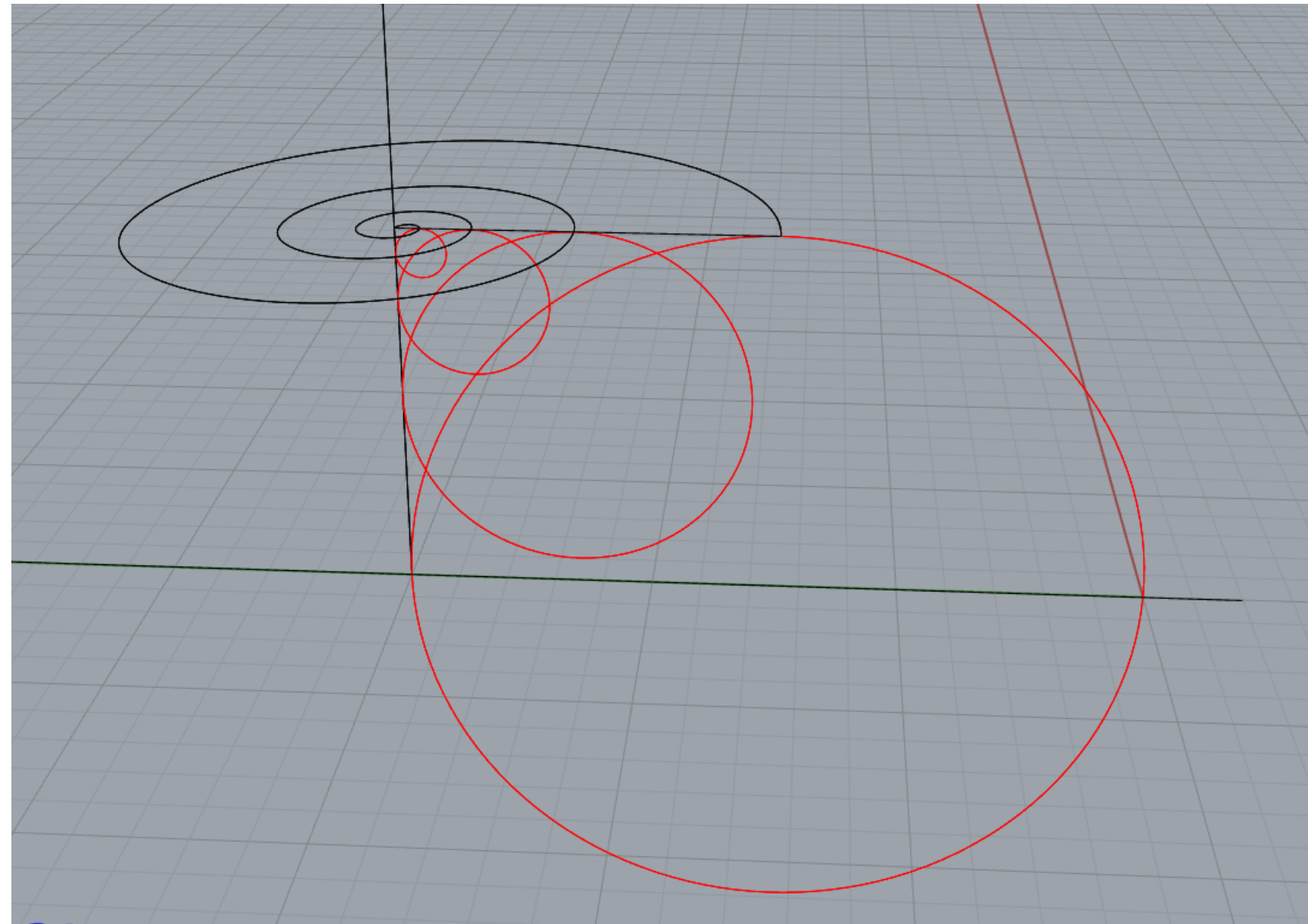
NAUTILUS



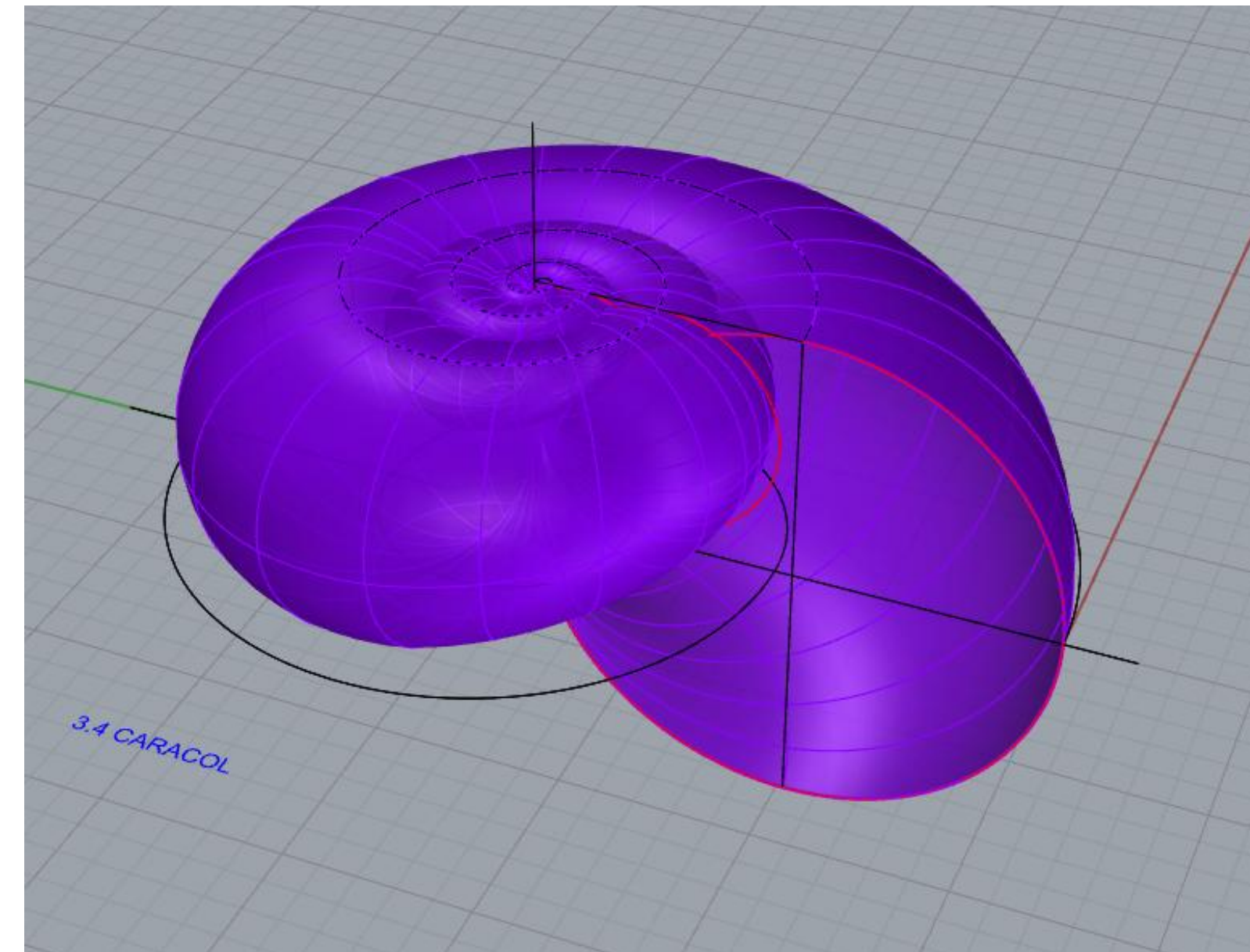
- Por fim, fazemos sweep2 para ficarmos com a superfície do nautilus;



CARACOL

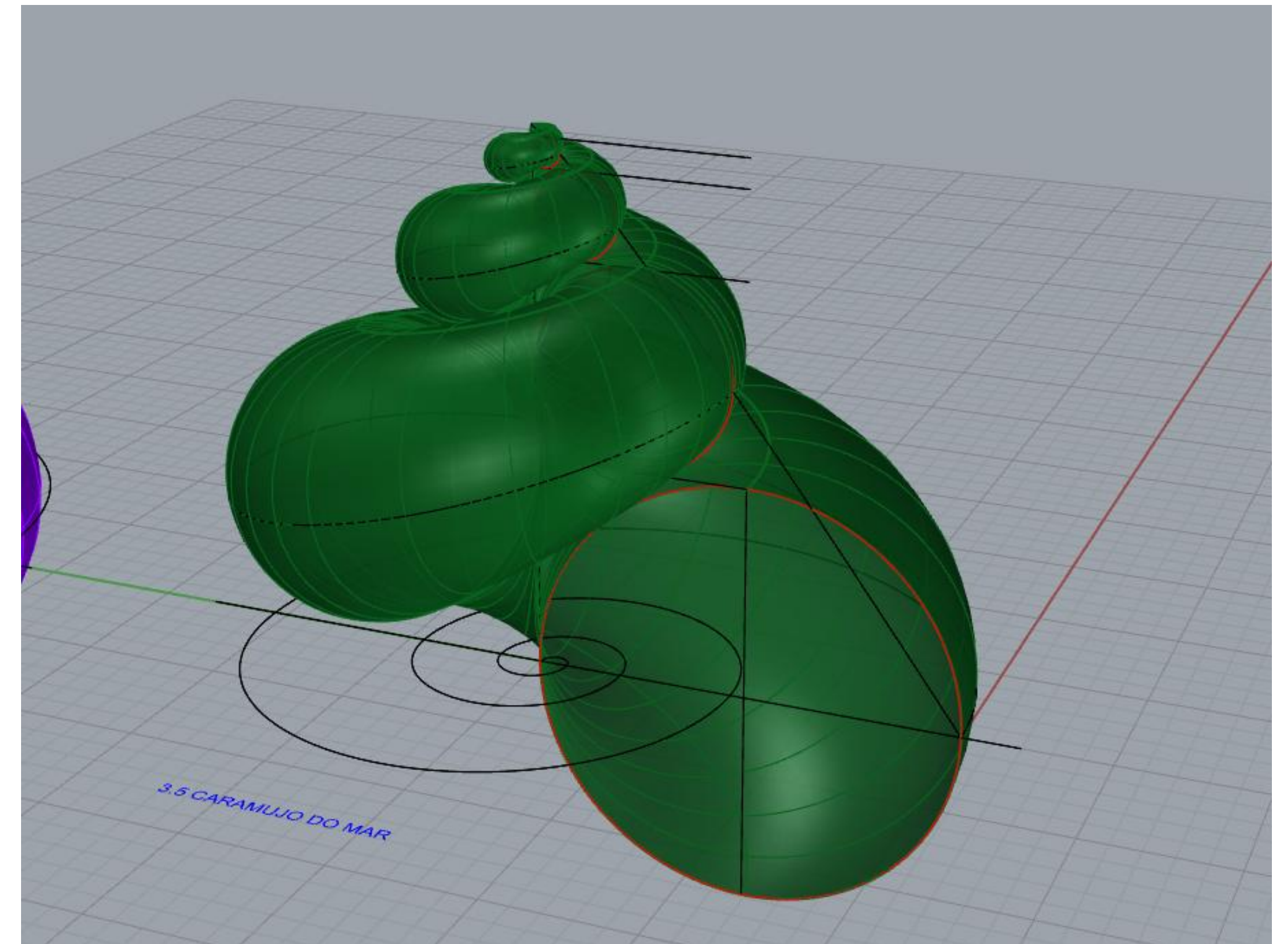
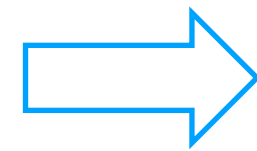
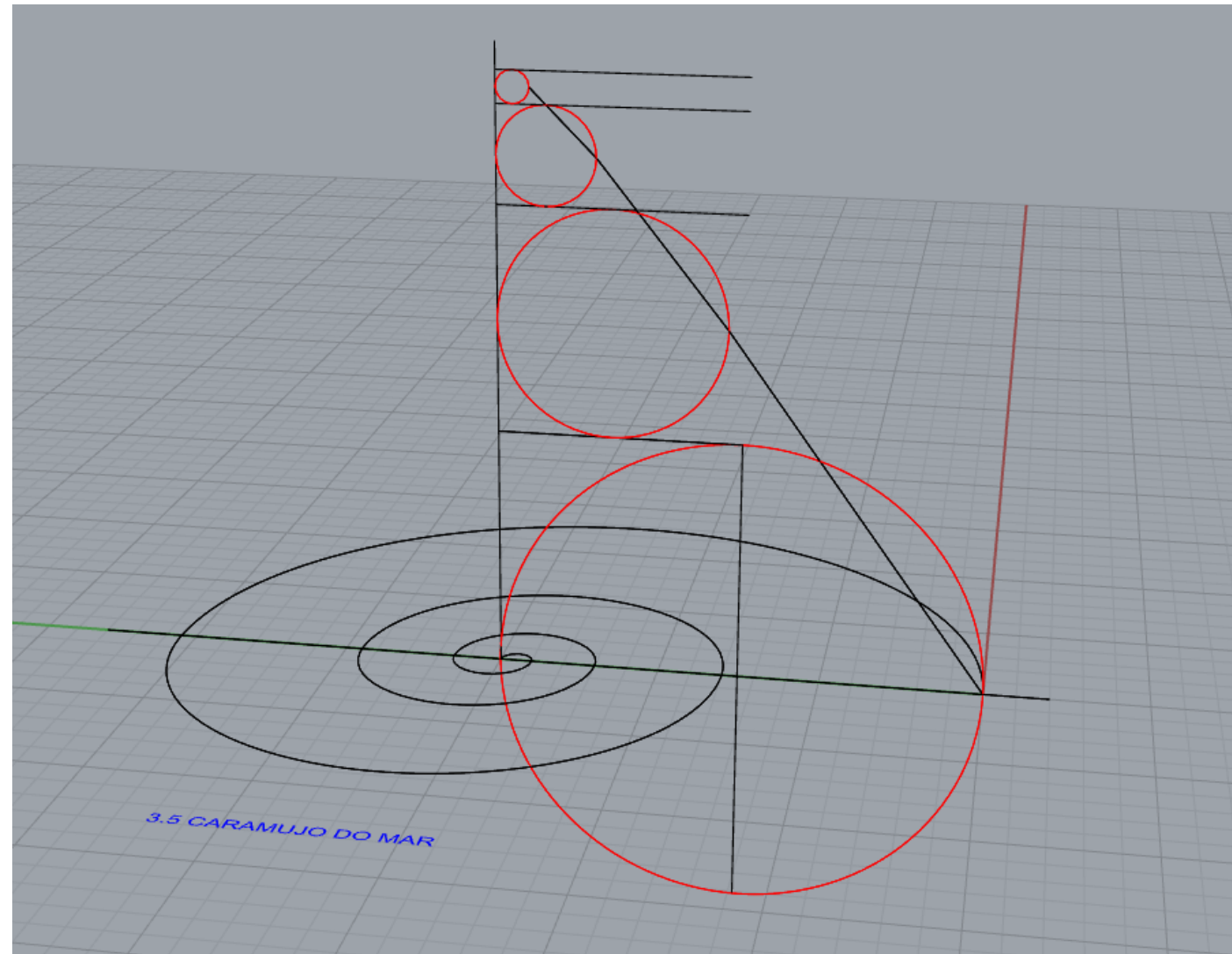


- Criamos um cone com a sua ponta no endpoint da linha vertical e o com o raio da linha horizontal (a que intersesta a circunferência vermelha) ;



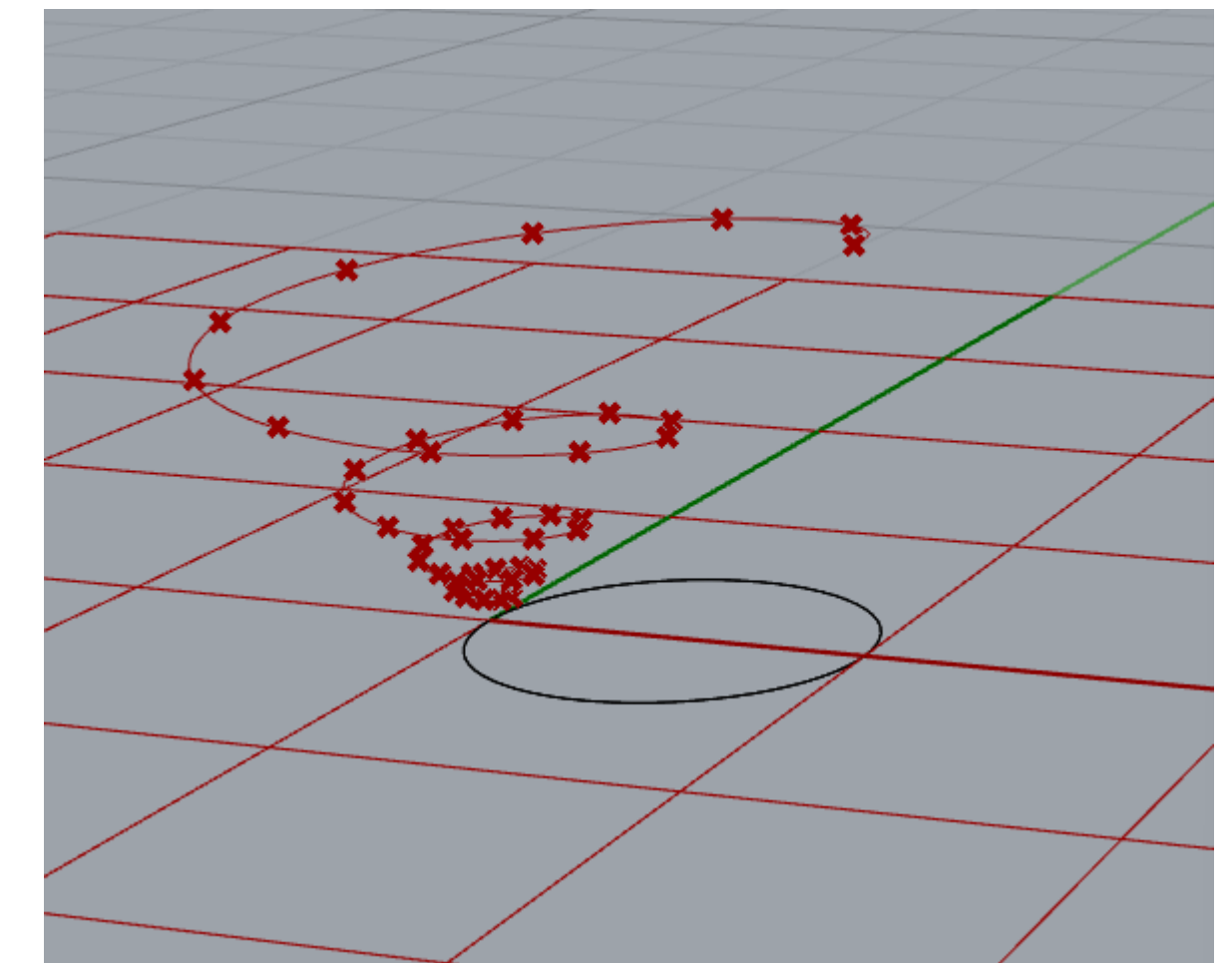
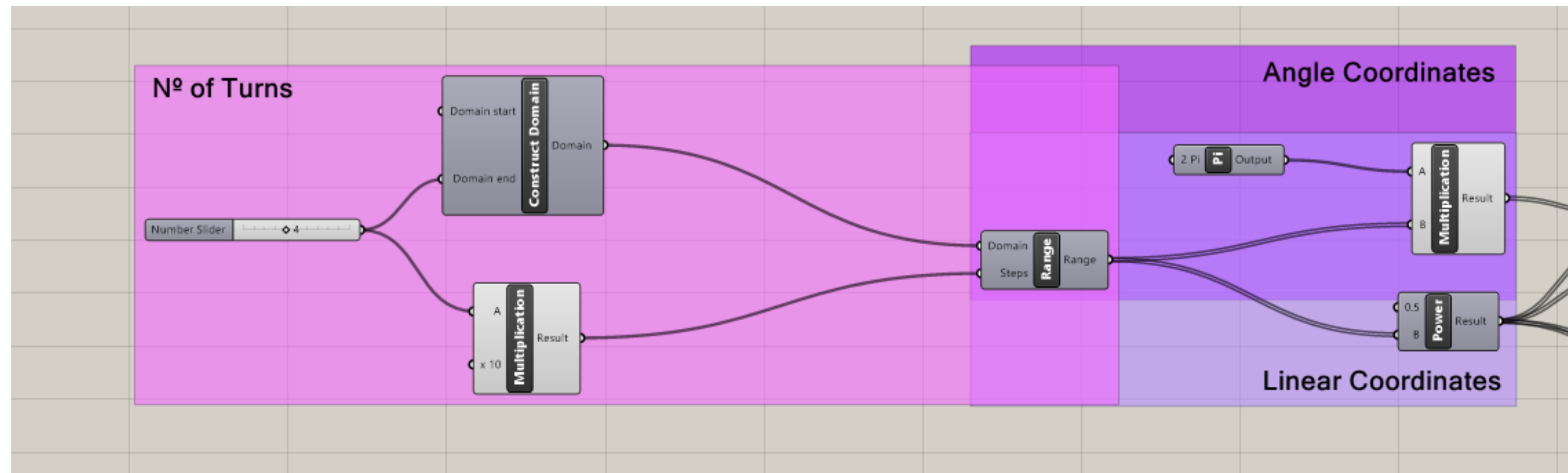
- Fazer sweep2 para ficarmos com a seguinte superfície;

CARAMUJO DO MAR



- Utilizamos a mesma espiral da spirula e prolongamos a linha vertical;
- Criamos 4 circunferências com diferentes tamanhos e fazemos linhas horizontais nos seus limites;
- Criamos uma linha que liga todos os quadrantes dos círculos;
- E por fim, fazemos sweep2 para ficarmos com a superfície;

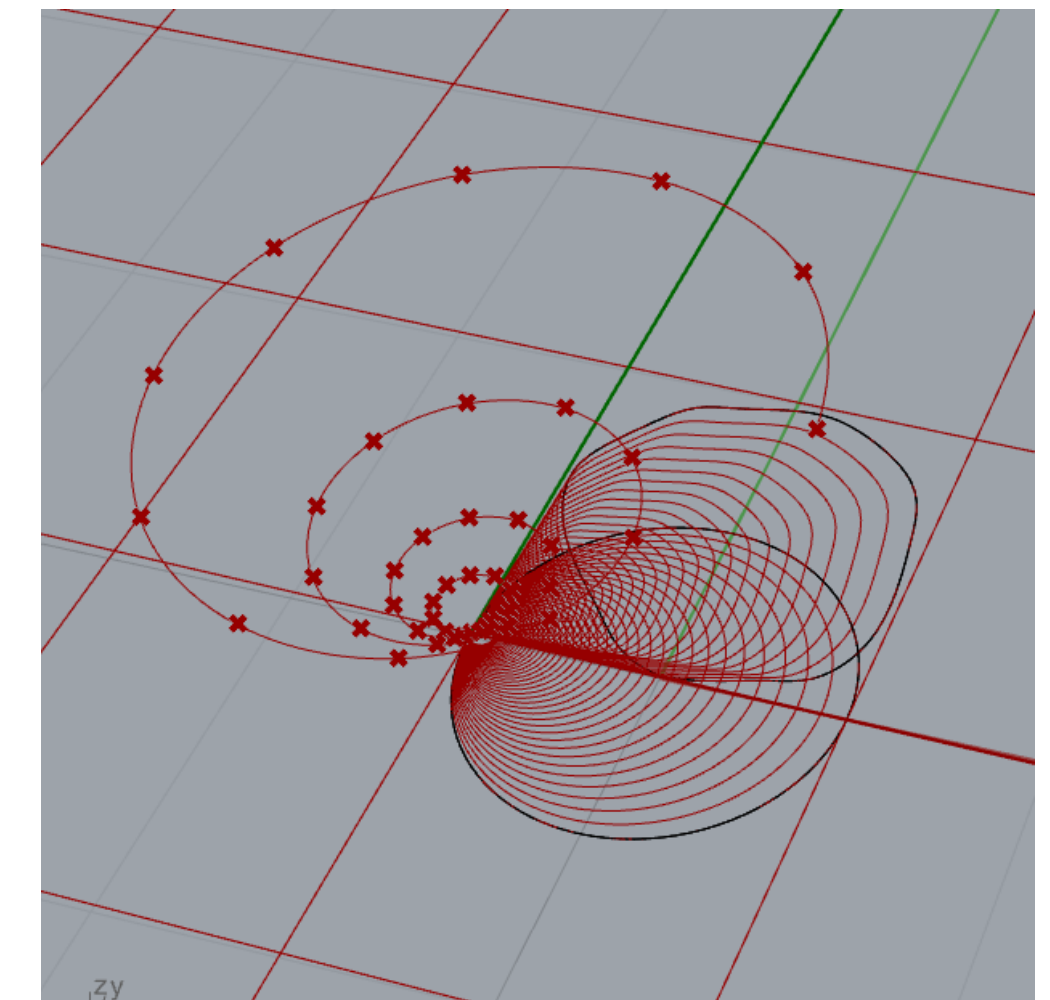
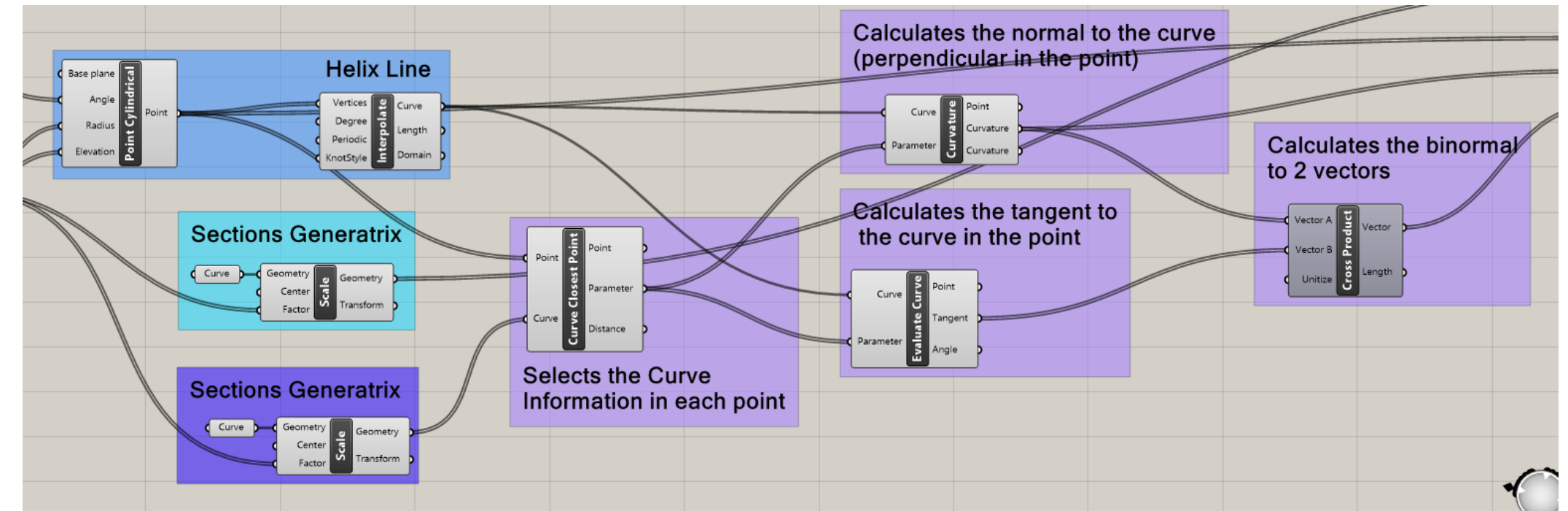
CARAMUJO DO MAR - GRASSHOPPER



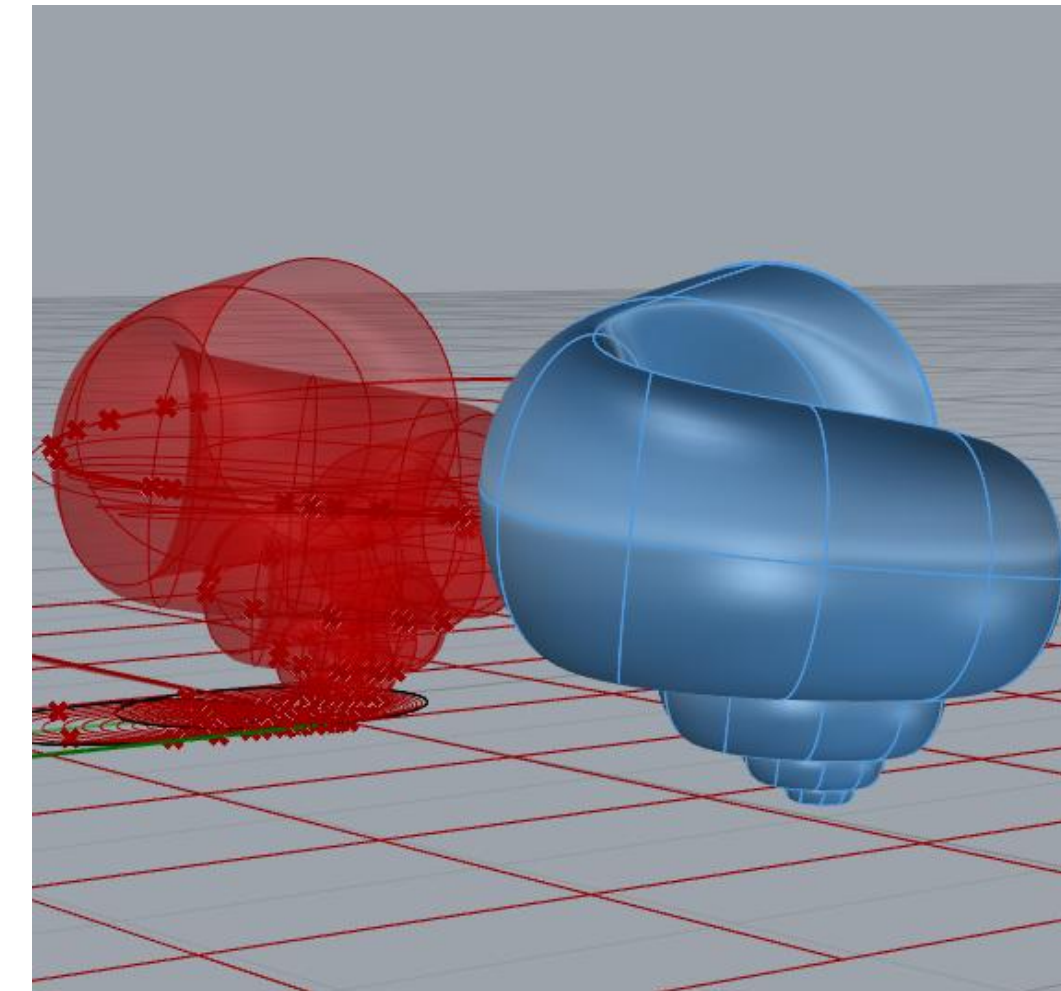
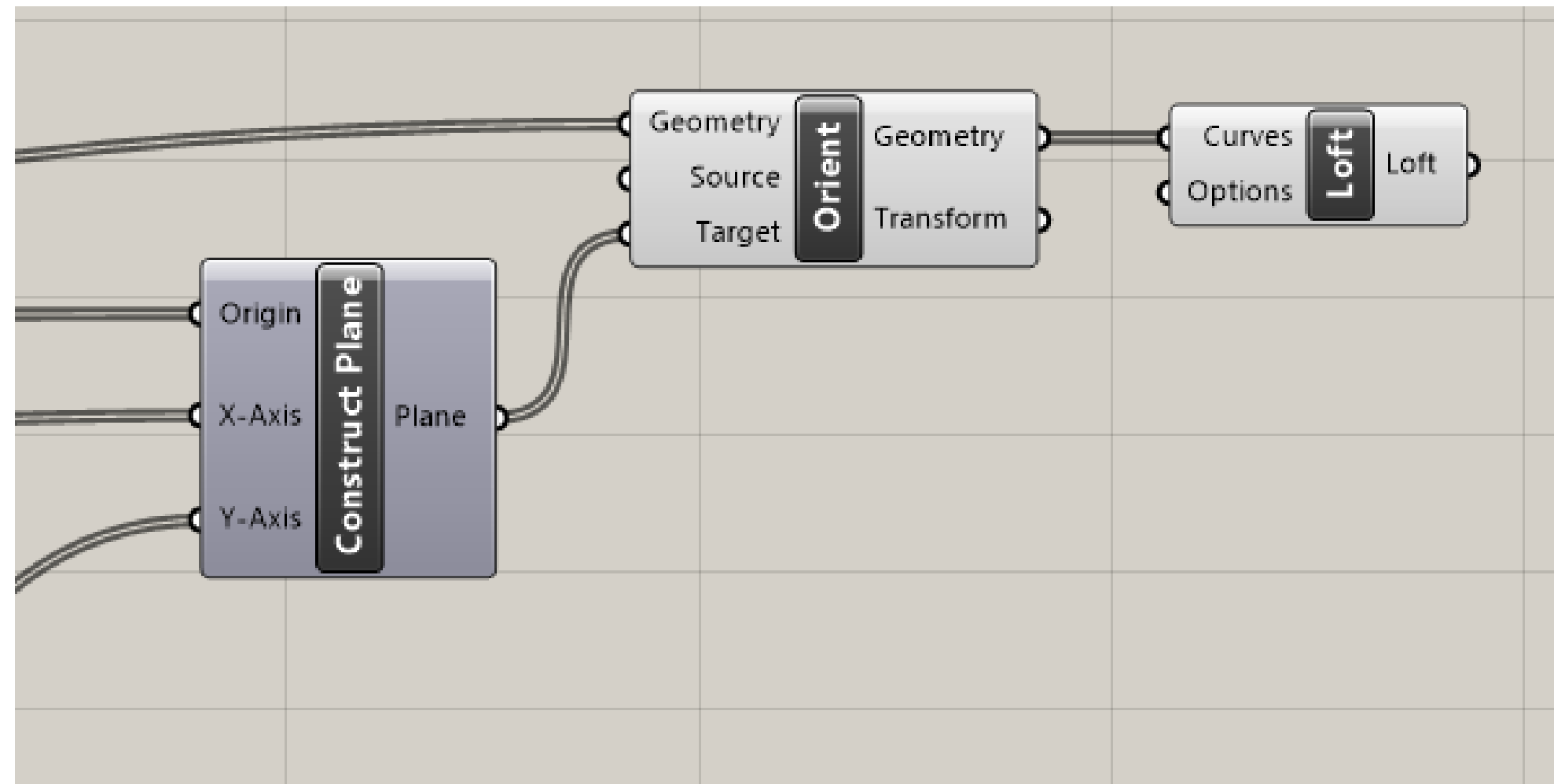
- Este bloco serve para criar as listas de números que vão ditar quantas voltas a concha dá e como ela cresce;
- Angle Coordinates: na lista do range e multiplica por 2π . Isto converte os números em ângulos matemáticos para a espiral rode;
- Linear Coordinates serve para garantir que a concha comece muito apertada no centro e vá alargando mais rapidamente à medida que se afasta do eixo;

CARAMUJO DO MAR - GRASSHOPPER

- Utilizamos o **Point Cylindrical** para pegar nos ângulos e raios calculados no passo anterior e transformá-los em pontos reais no espaço usando coordenadas cilíndricas;
- De seguida, o comando **Interpolate** (Helix Line) serve para unir todos esses pontos através de uma curva contínua e suave, criando a "espinha dorsal" da concha;
- O botão **Sections Generatrix** controla os perfis (círculos/elipses) que vão formar o tubo da concha, escalando-os proporcionalmente ao longo do caminho;
- Depois, ligamos o comando anterior ao **Curve Closest Point** para analisar a posição de cada perfil em relação à espiral para garantir que eles se encontram no sítio exato;
- Utilizamos o **Evaluate Curve & Curvature** para analisar a espiral em cada ponto para descobrir duas forças essenciais:
 - Tangent (Tangente): A direção para onde a curva segue a cada milímetro.
 - Normal: A direção perpendicular que aponta para o centro da curvatura.
- E depois o Cross Product para multiplicar matematicamente o vetor Tangente pelo vetor Normal para descobrir um terceiro vetor perpendicular a ambos: a Binormal.

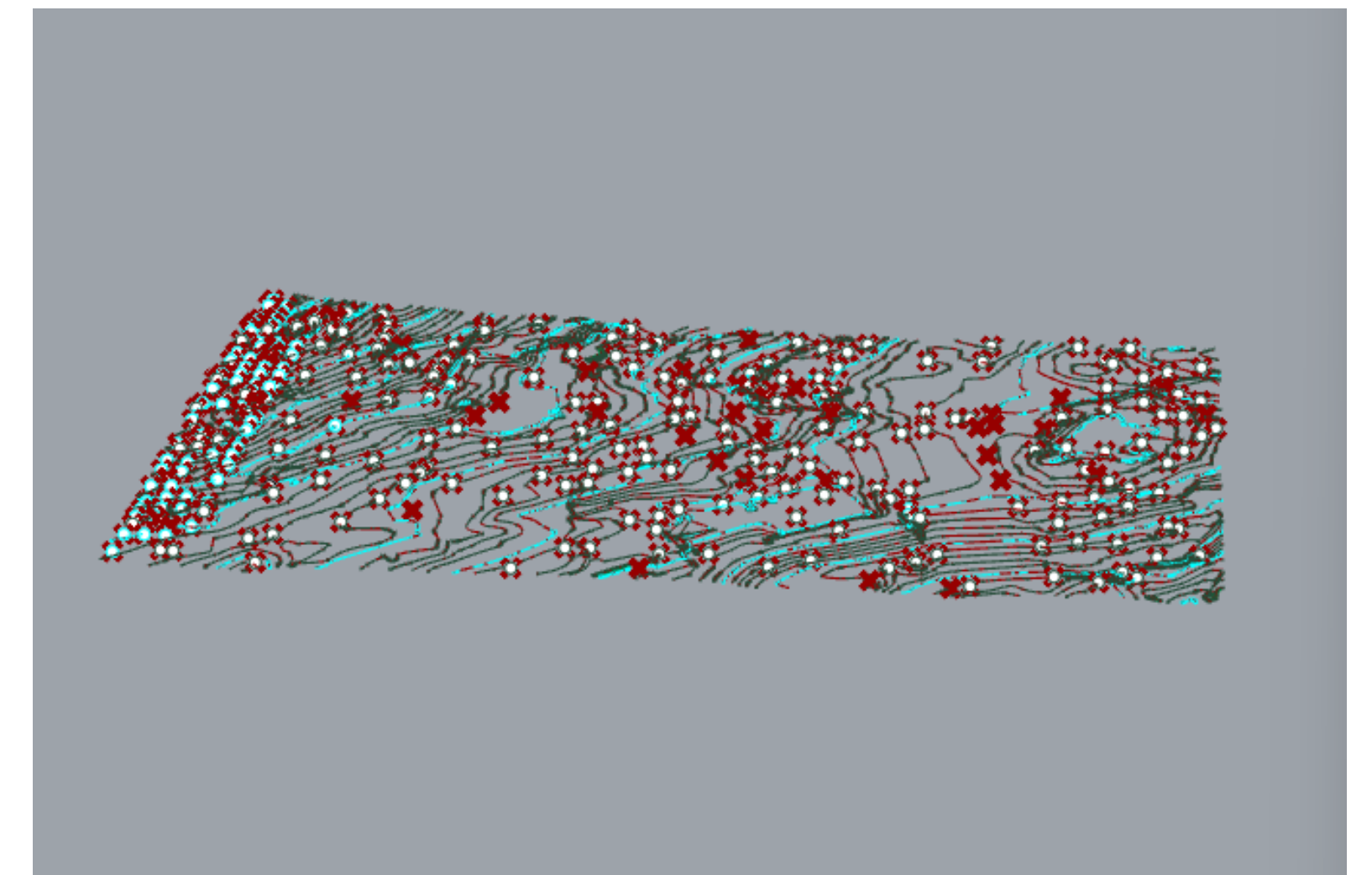
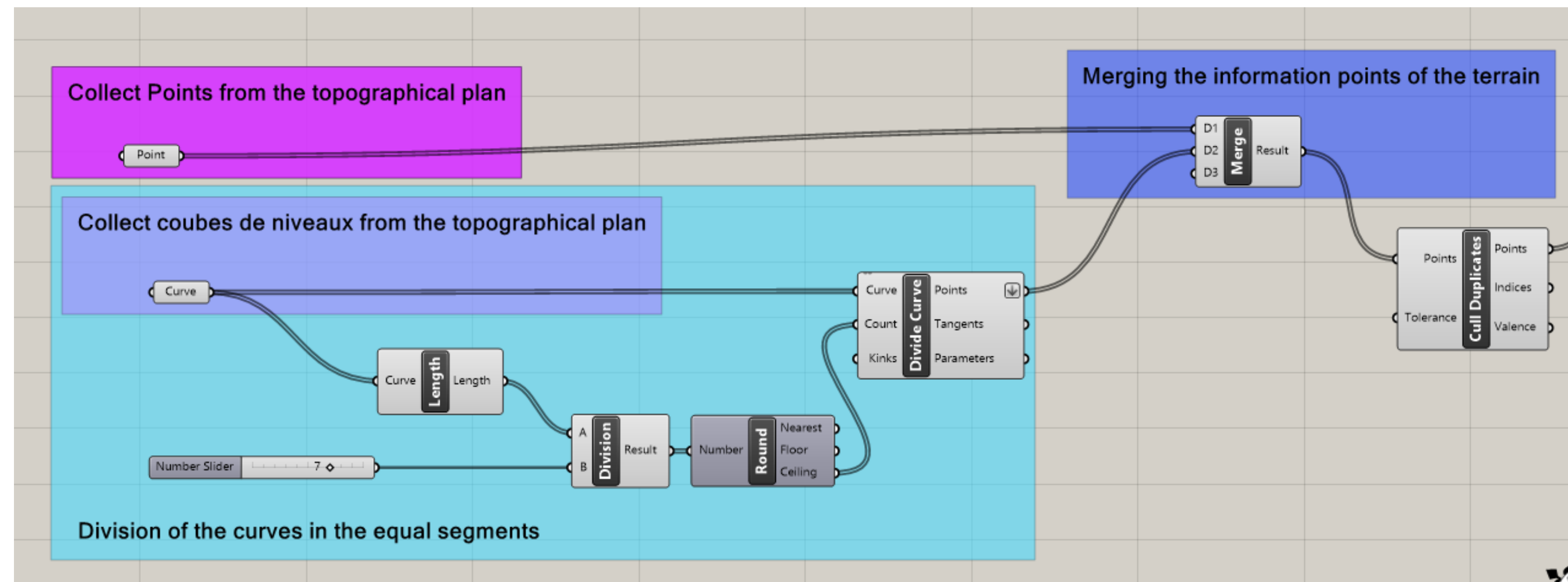


CARAMUJO DO MAR - GRASSHOPPER



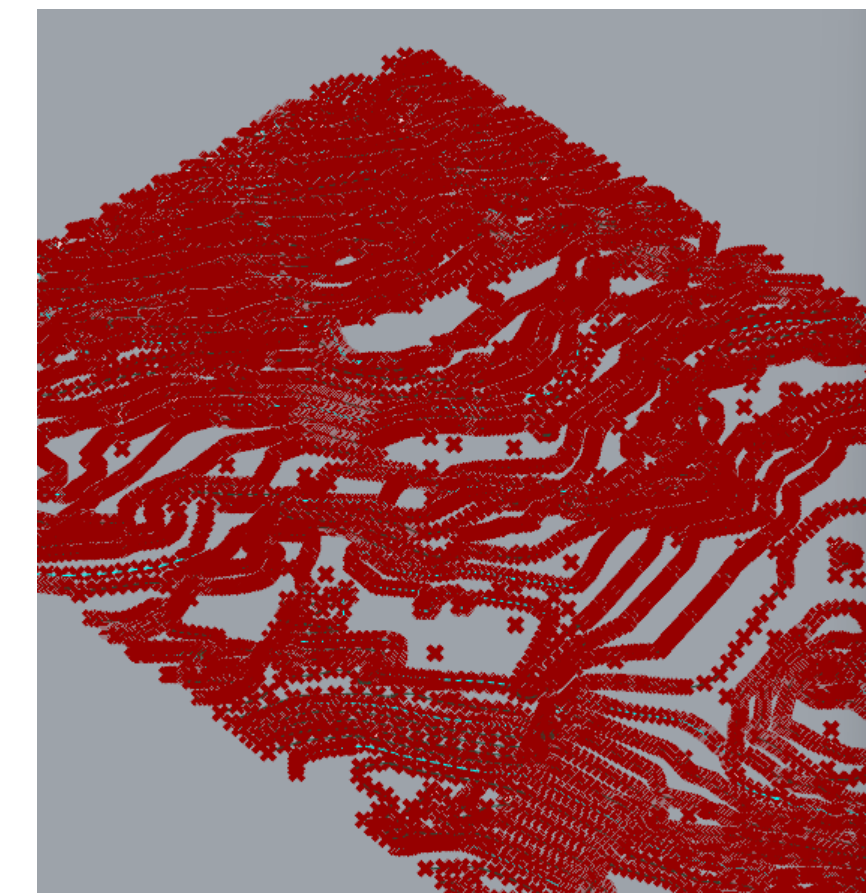
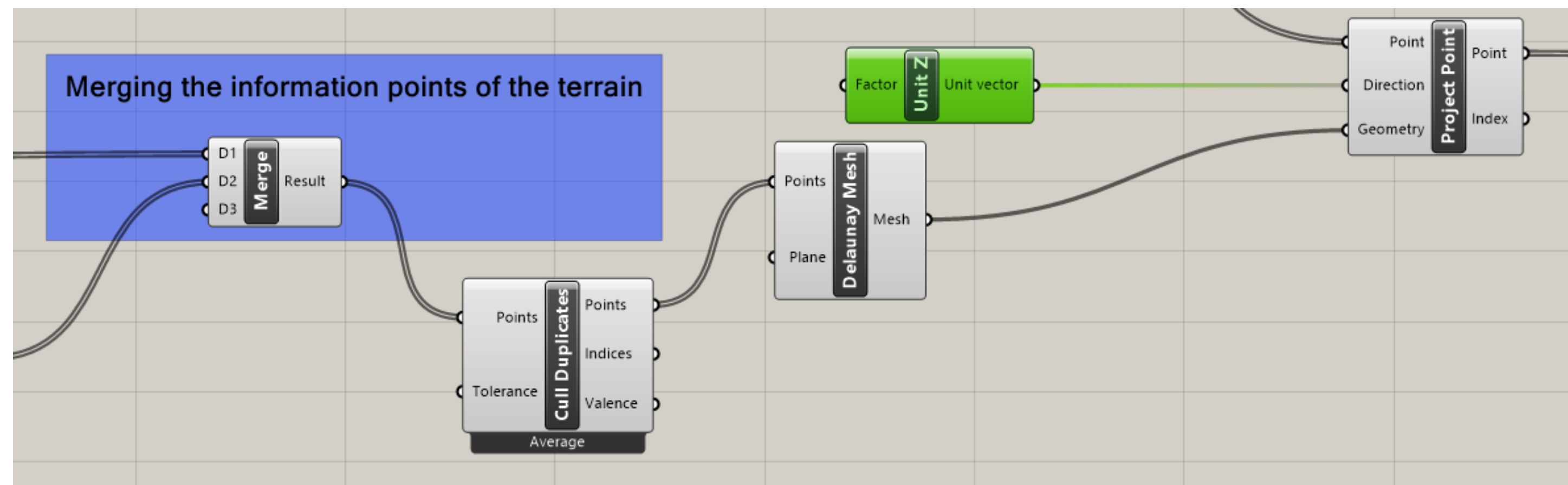
- Pegamos no **Construct Plane** que utiliza os vetores que calculámos (Origem, Eixo X e Eixo Y através da tangente/normal/binormal) e cria um plano de trabalho plano perpendicular à curva em cada ponto do percurso.
- Já o comando **Orient** pega nos perfis de círculo planos e roda-os/alinha-os em cada um dos planos gerados ao longo da espiral.
- Por fim, fazemos **Loft** para fazer a superfície do caramujo do mar;

TERRENO - GRASSHOPPER



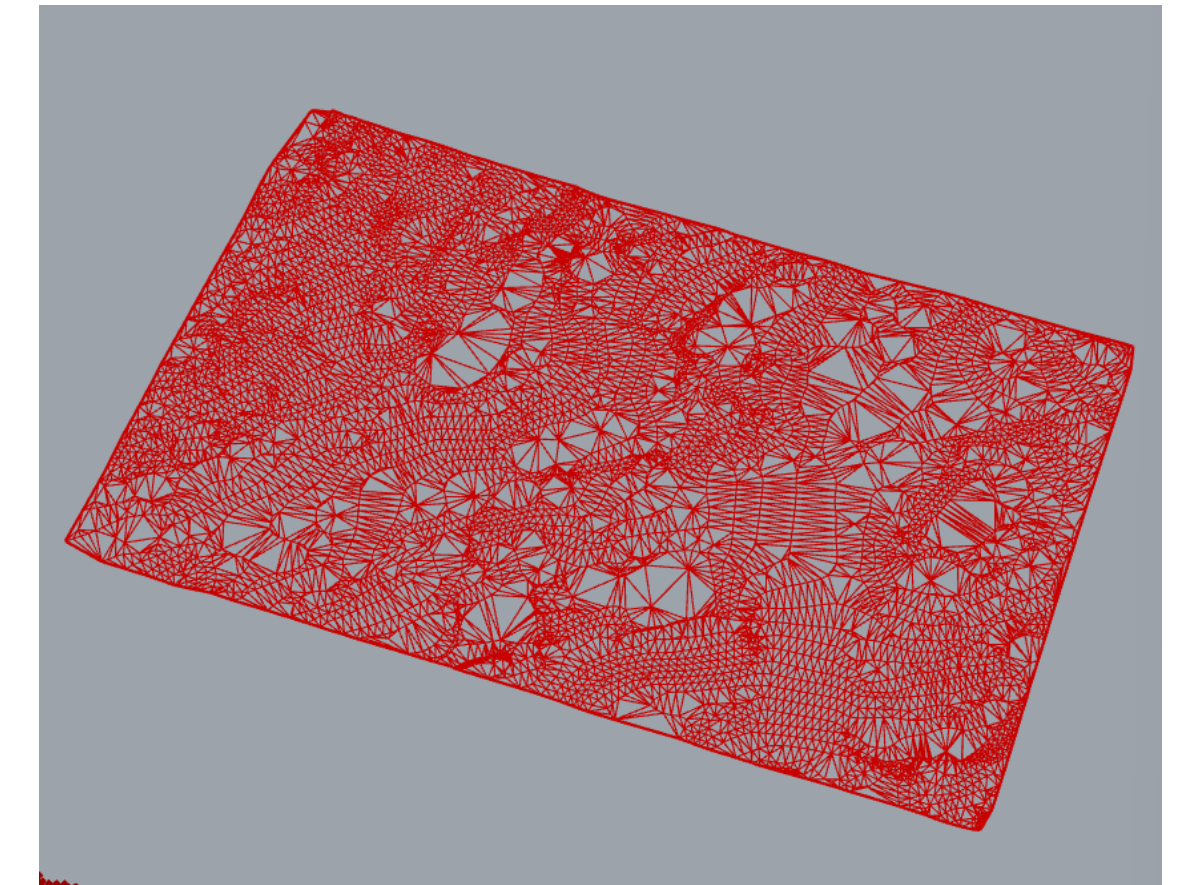
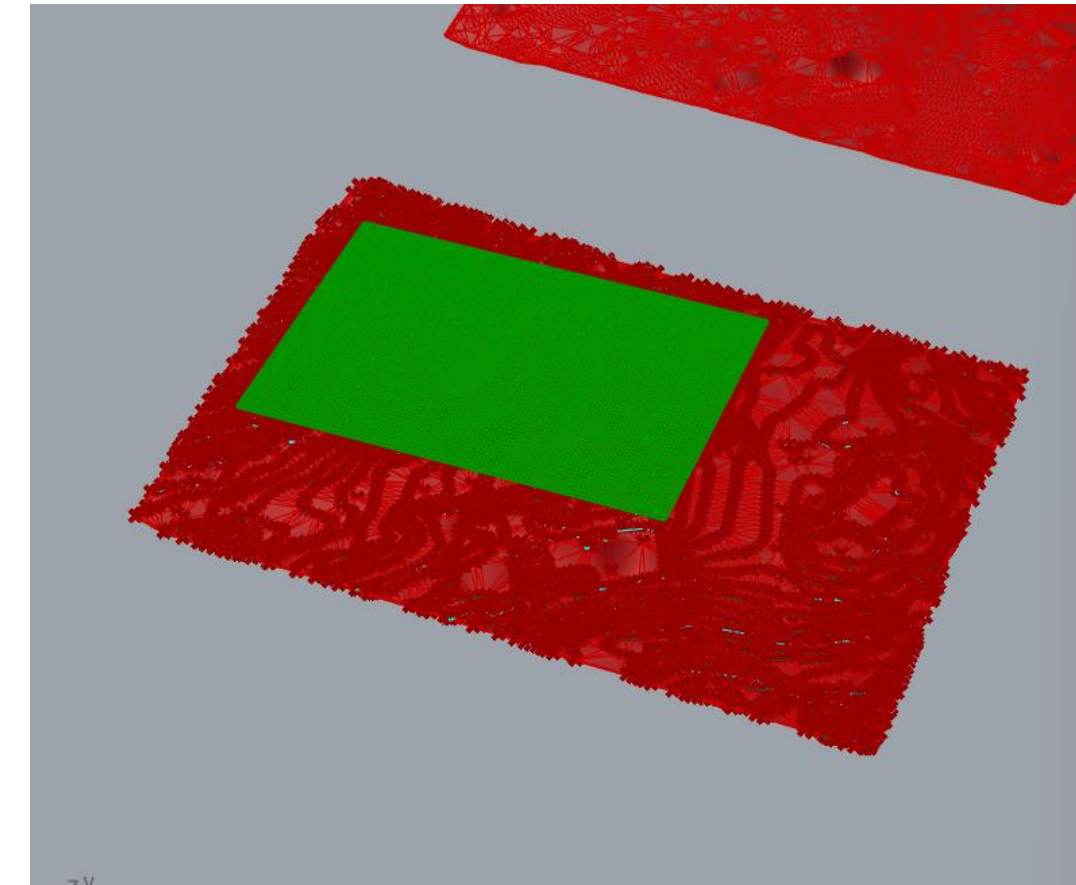
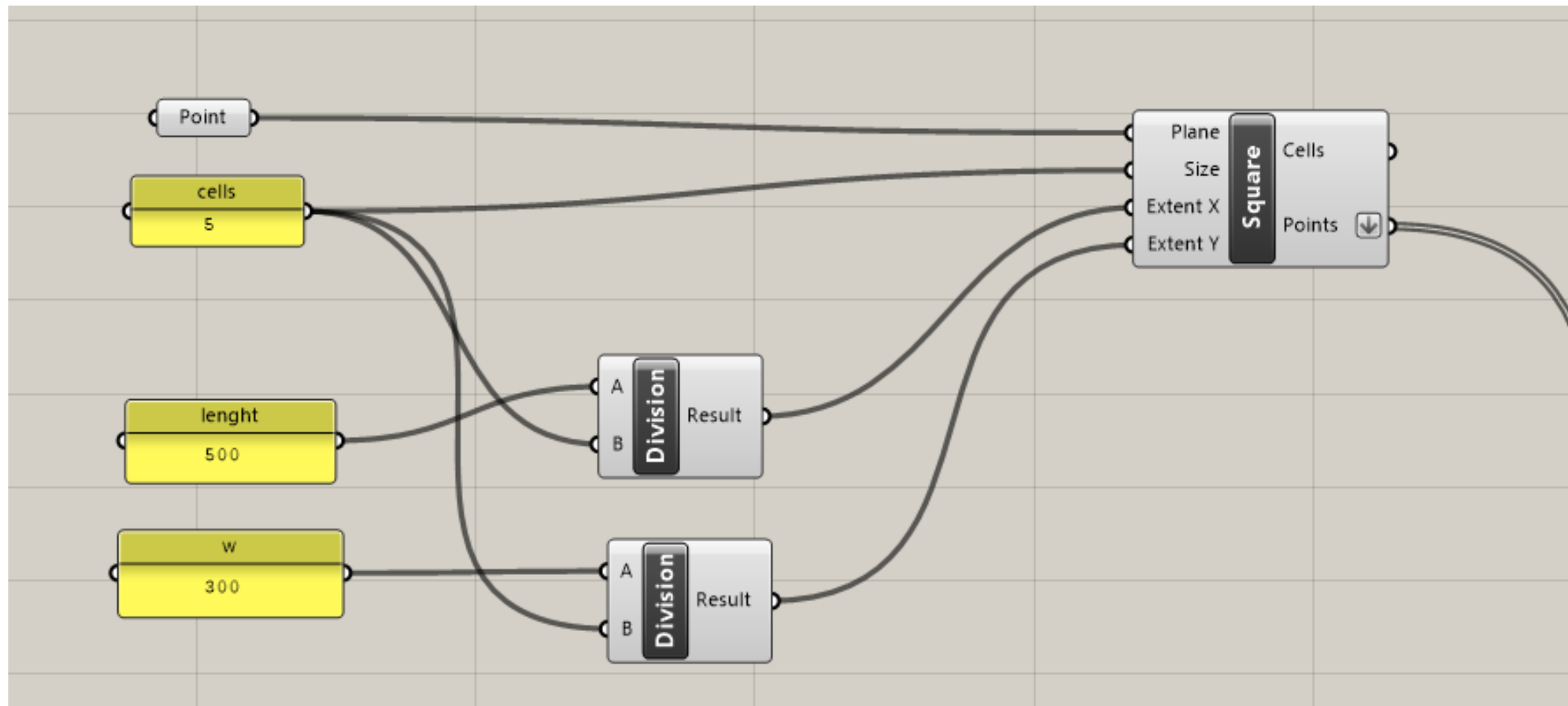
- O objetivo aqui é extrair todos os pontos conhecidos do terreno para criar a base matemática;
- Importar os pontos altimétricos soltos e importar as curvas de nível do desenho;
- Utiliza o comando **Division of the curves** para medir o comprimento das curvas (Length), dividir pelo valor do slider (7) para calcular quantos pontos cabem ali, arredonda o número (Round) e divide a curva em pontos iguais;
- E junta os pontos soltos e os pontos extraídos das curvas de nível;

TERRENO - GRASSHOPPER



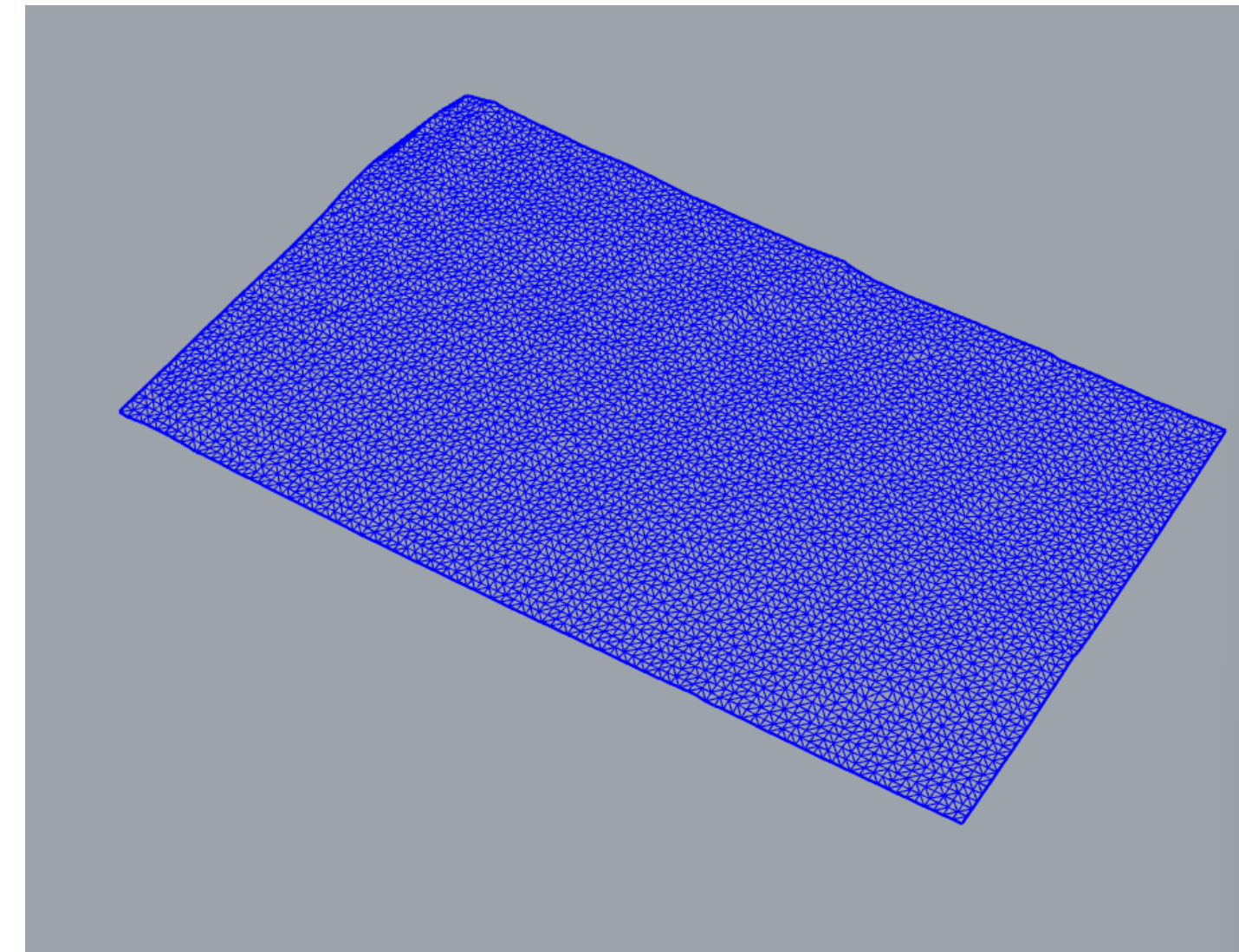
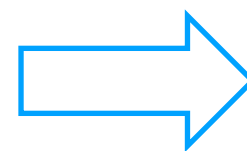
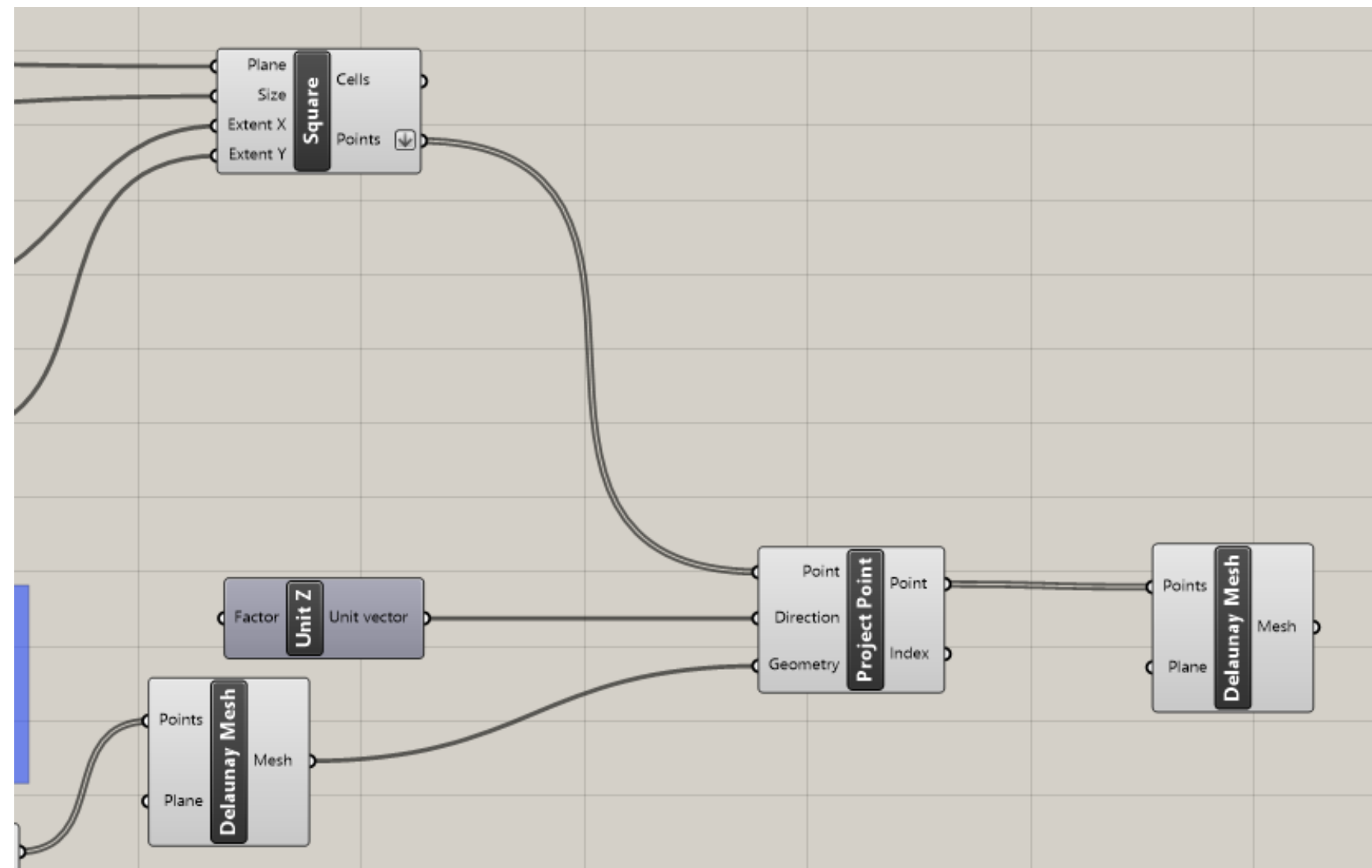
- Utilizamos o botão **Delauney Mesh** para pegar em todos os pontos limpos do passo anterior e uni-los formando uma rede de triângulos;
- Também utilizamos o **Unit Z & Project Point**: Preparam a projeção vertical (eixo Z) que vamos ver fazer sentido nas imagens seguintes;

TERRENO - GRASSHOPPER



- Os **panels** definem que a área total tem 500 de comprimento por 300 de largura, e nós queremos subdividi-la em quadrados com 5 unidades de tamanho;
- Para isso usamos o comando **division** para dividir o comprimento e a largura pelo tamanho da célula;
- Isto liga tudo ao **Square** que cria uma malha bidimensional plana de quadrados perfeitos assentada no ponto de origem;

TERRENO - GRASSHOPPER



- O comando **Project Point** pega em todos os cantos (pontos) daquela grelha quadrada perfeita e "atira-os" verticalmente para baixo (ou para cima), na direção do vetor Unit z, até eles baterem contra a geometria da malha tridimensional do terreno;
- Por fim, o **Delaunay Mesh** pega nesses novos pontos — que agora já não estão planos, mas sim deformados à altura real do relevo — e gera uma nova malha final.