

Modelação Geométrica e Generativa

20241221

DUARTE GORJÃO HENRIQUES



U LISBOA

UNIVERSIDADE
DE LISBOA



FACULDADE DE ARQUITETURA
UNIVERSIDADE DE LISBOA

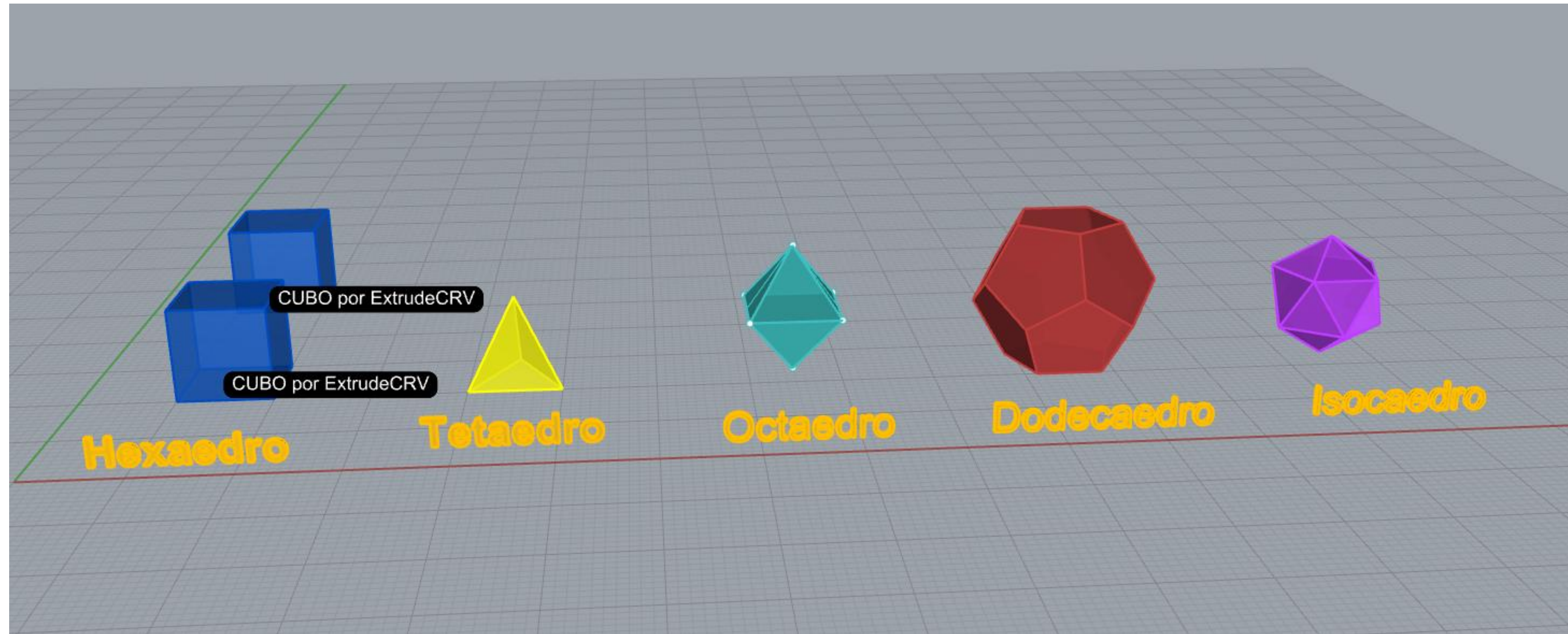
MGeG

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

ÍNDICE

- 1. Capítulo
 - 1.1-Sólidos Platónicos
 - 1.2-Sólidos Truncados
 - 1.3-Layouts
 - 1.4-Abóbadas
 - 1.5-Abóbadas

Aula 1 – Sólidos Platónicos



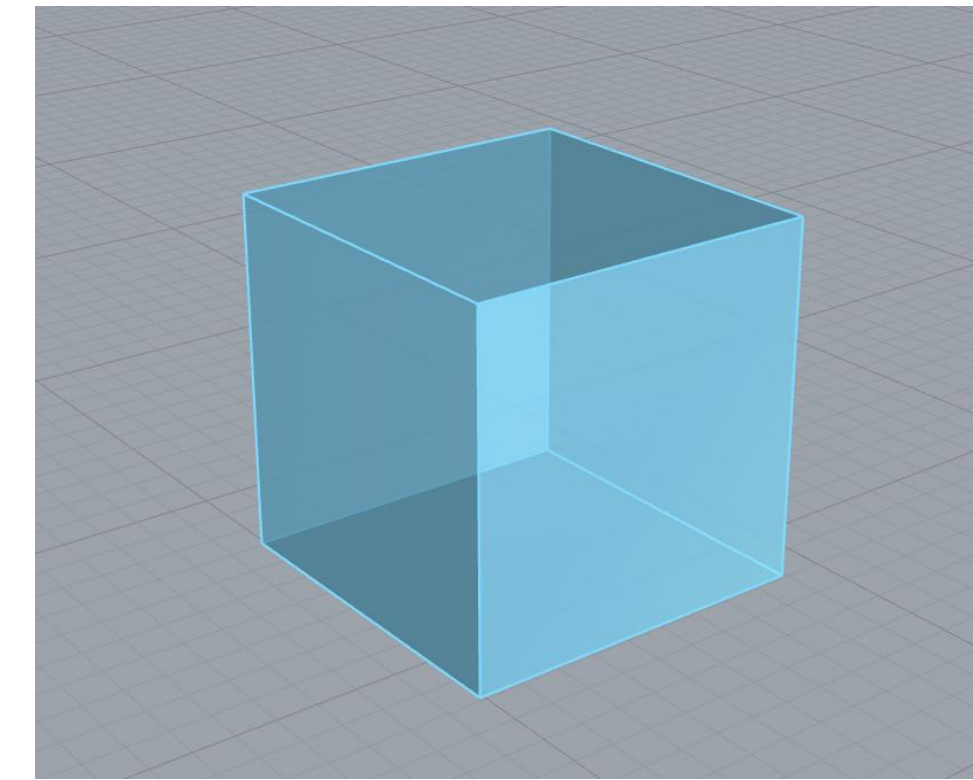
Aula 1 – Sólidos Platónicos

Aula 2 – Sólidos Truncados

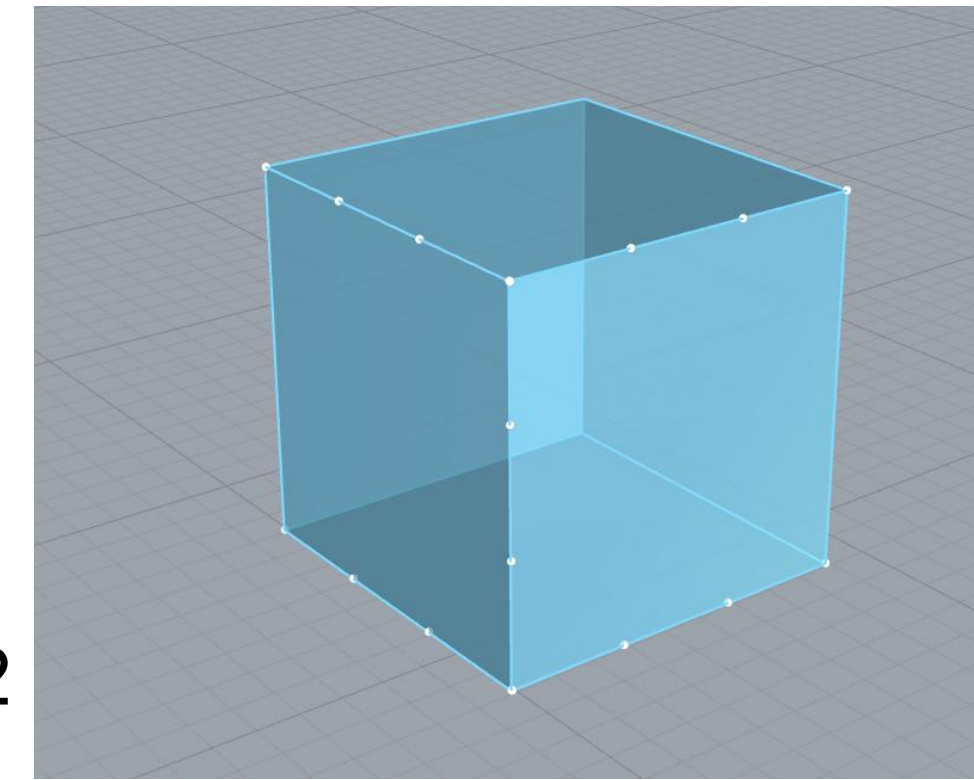
- # Hexaedro Truncado

1. Começamos com um **Hexaedro** (cubo) como sólido base.
2. Utilizamos o comando “**Divide**” para dividir as arestas do hexaedro, obtendo assim os pontos que irão definir a forma dos cortes no sólido.
3. Com base nesses pontos, usamos o comando “**Polyline**” para desenhar a forma (ou “**Wire**”) que será utilizada para realizar o corte.
4. Em seguida, aplicamos o comando “**ArrayPolar**” para repetir essa forma em torno dos restantes vértices do hexaedro.
5. Por fim, utilizamos o comando “**WireCut**” para cortar o sólido com as formas criadas, obtendo assim o **Hexaedro Truncado**.

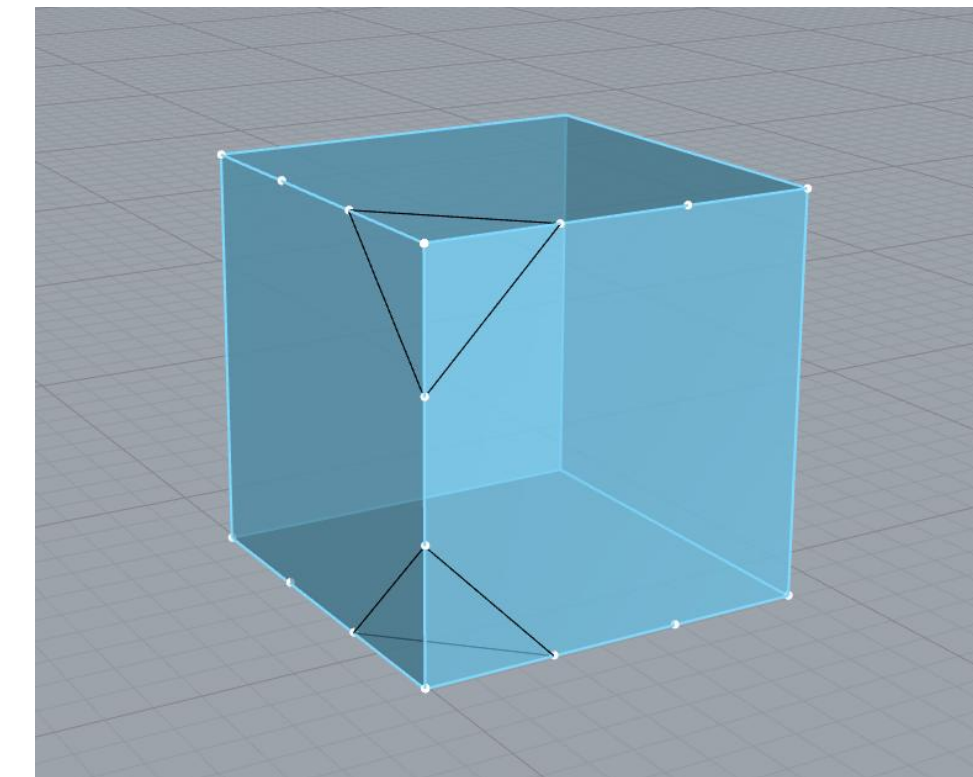
1



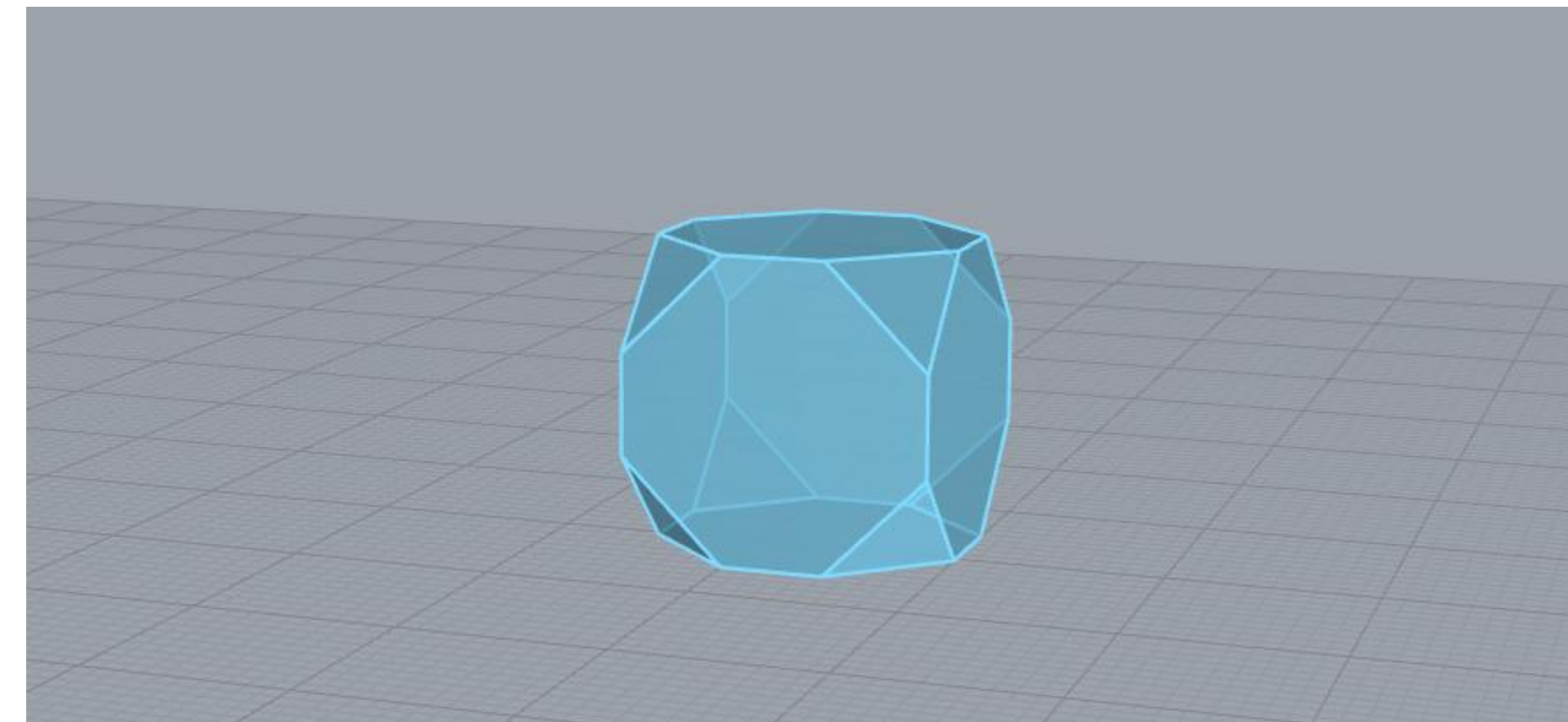
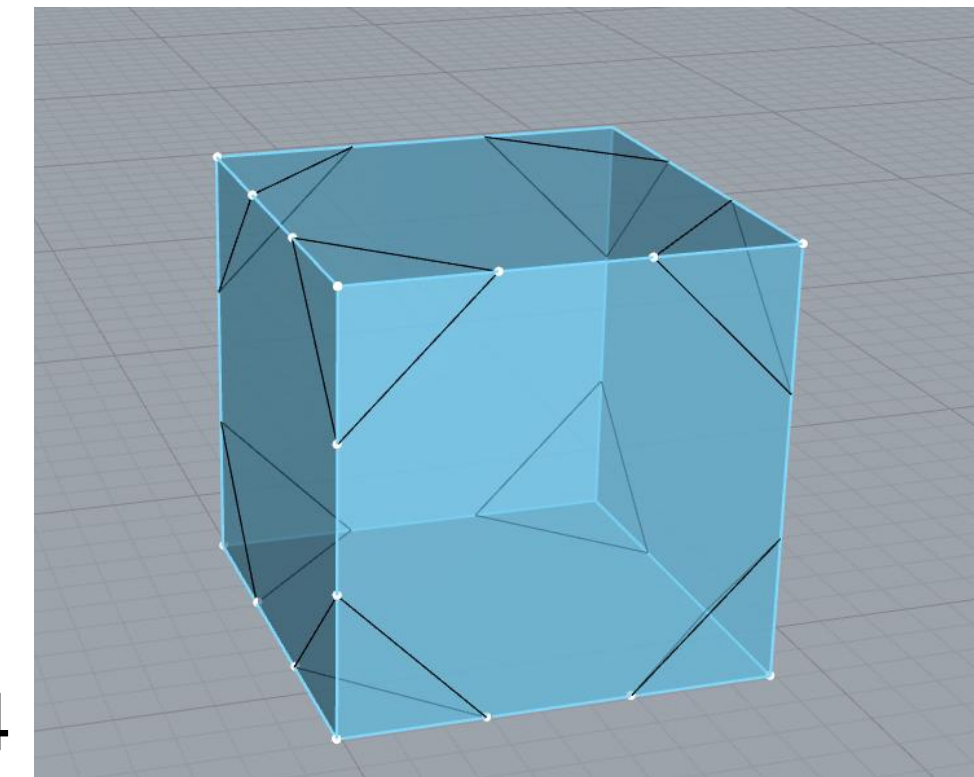
2



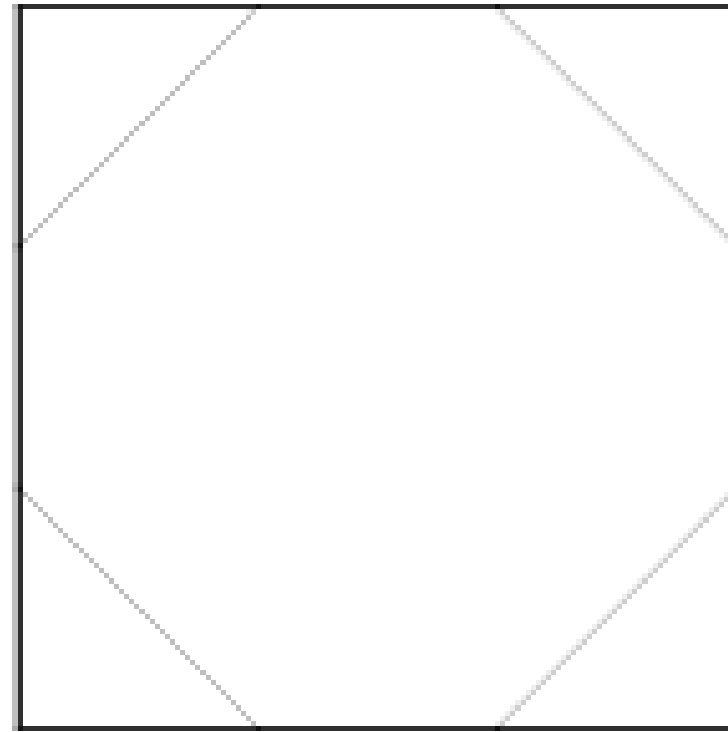
3



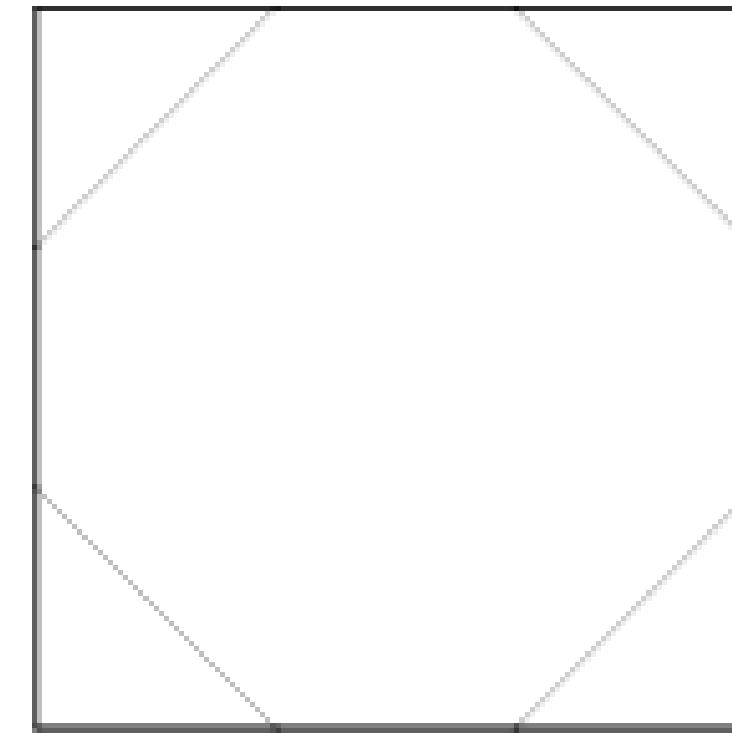
4



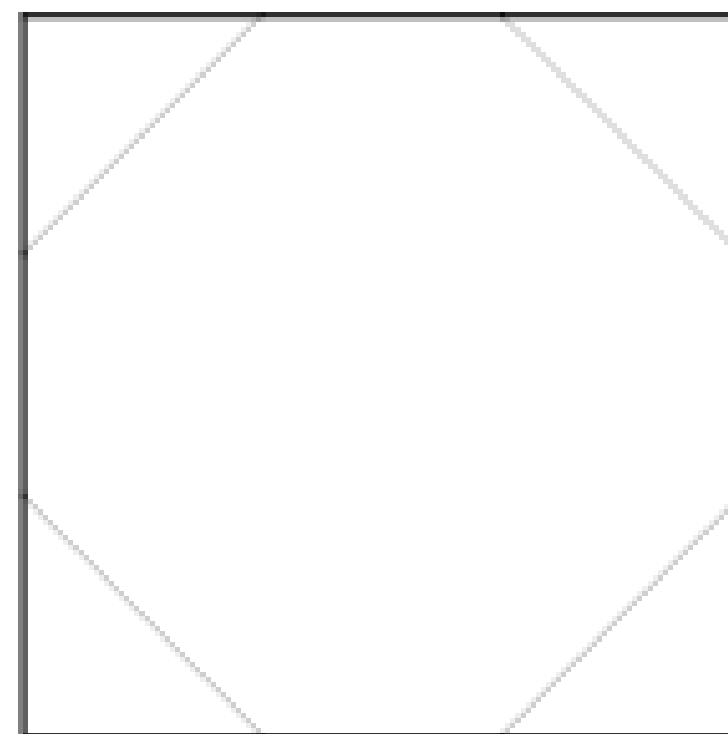
Hexaedro Truncado



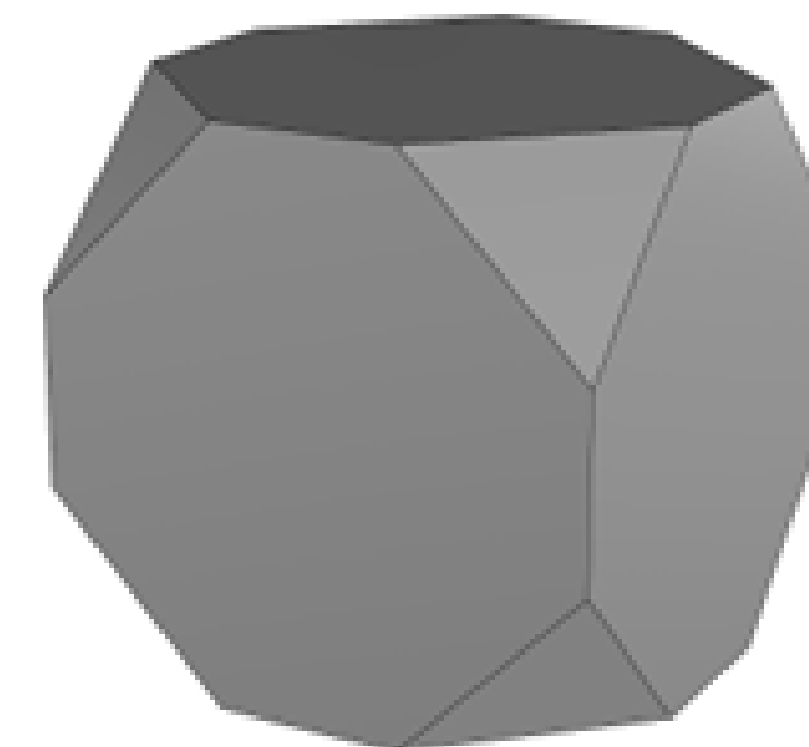
Planta de Cobertura 1:20



Alçado Frontal 1:20



Alçado Lateral 1:20

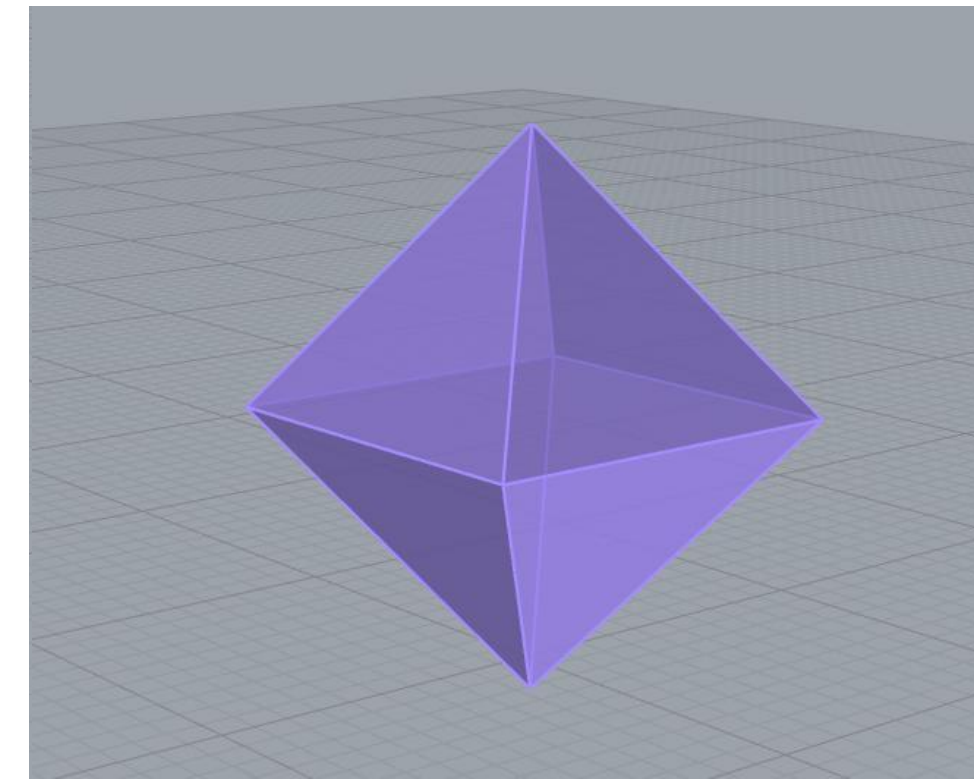


Perspectiva

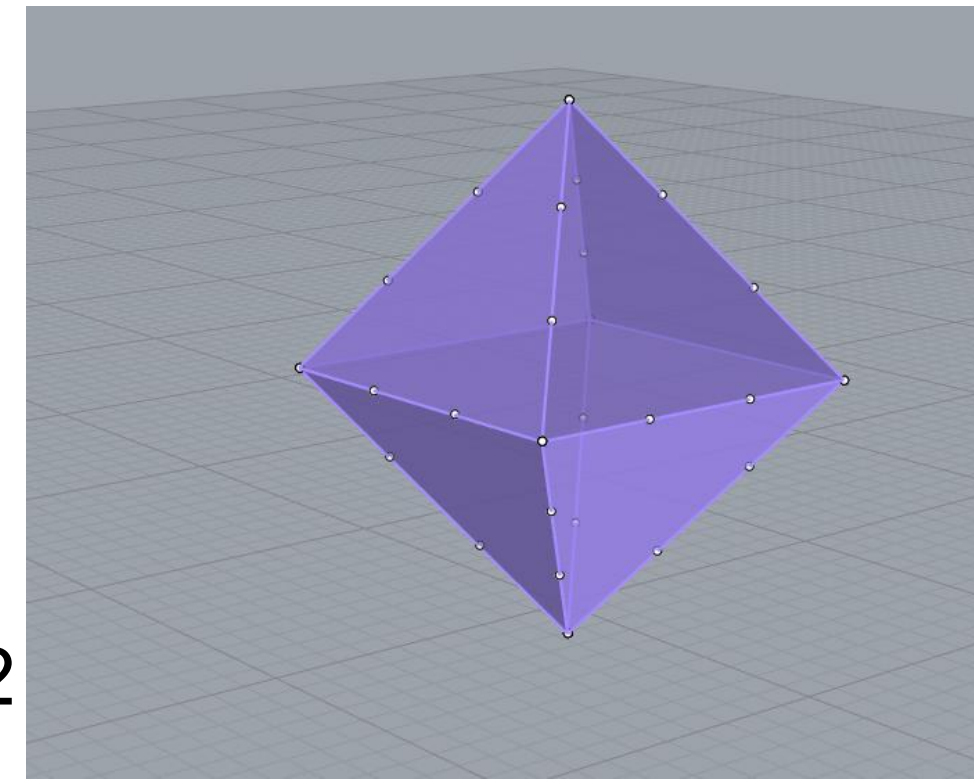
- # Octaedro Truncado

1. Começamos com um **Octaedro** como sólido base.
2. Utilizamos o comando “**Divide**” para dividir as arestas do octaedro, obtendo os pontos que irão definir onde serão realizados os cortes no sólido.
3. Com base nesses pontos, usamos o comando “**Polyline**” para desenhar a forma (ou “**Wire**”) que será utilizada para realizar o corte.
4. De seguida, aplicamos o comando “**ArrayPolar**” para repetir essa forma em torno dos restantes vértices do octaedro.
5. Por fim, utilizamos o comando “**WireCut**” para cortar o sólido com as formas criadas, obtendo assim o **Octaedro Truncado**.

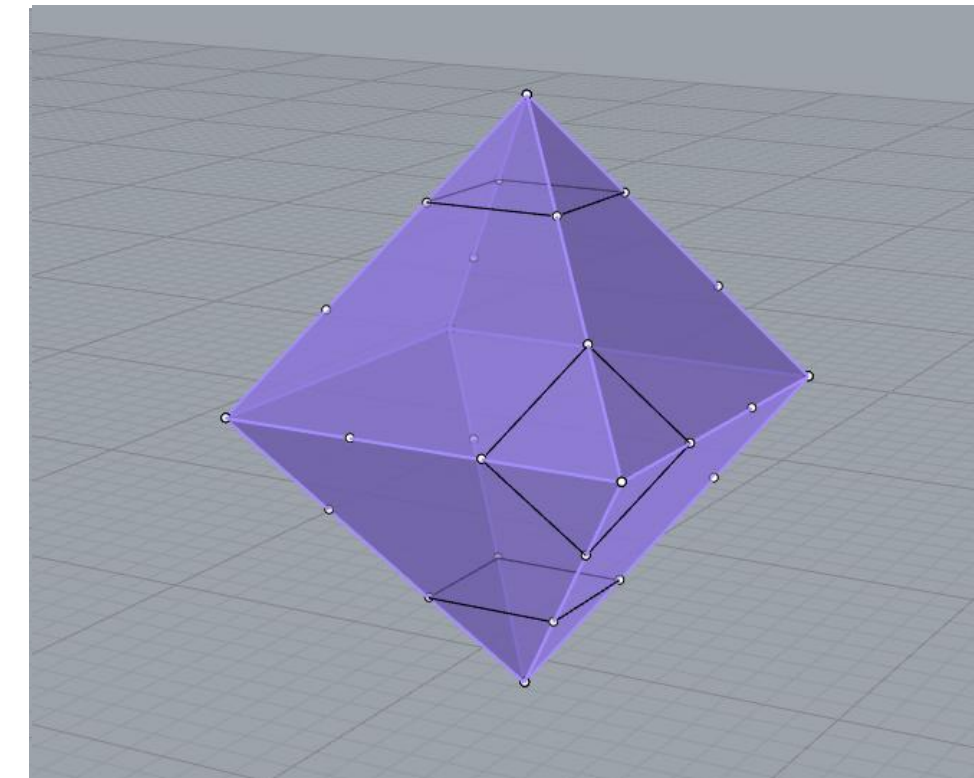
1



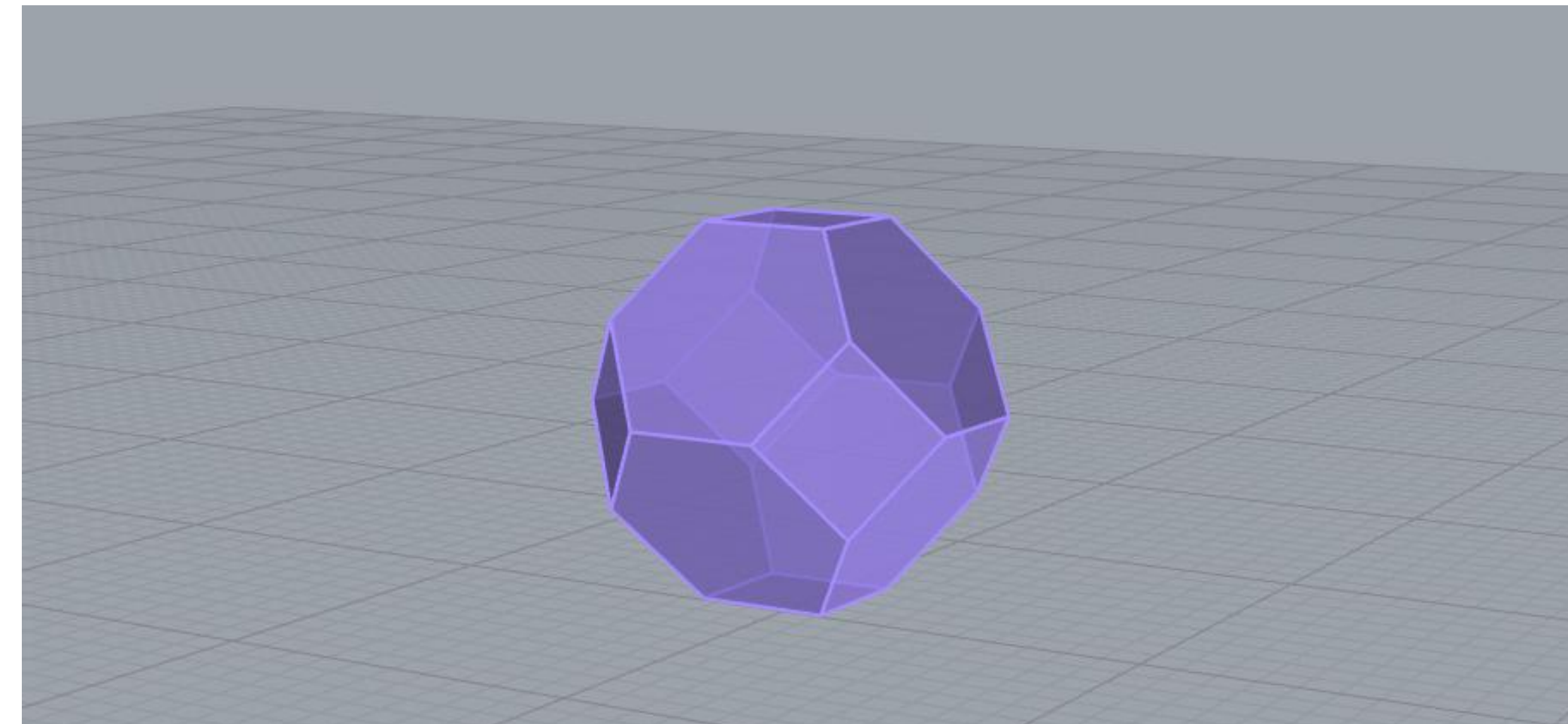
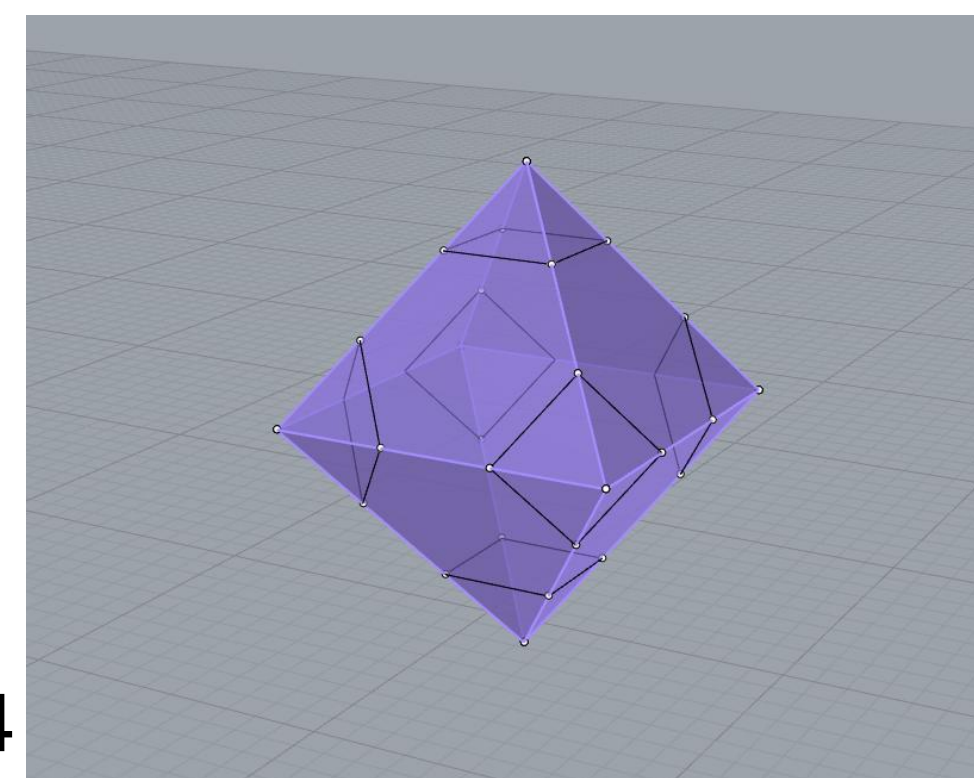
2



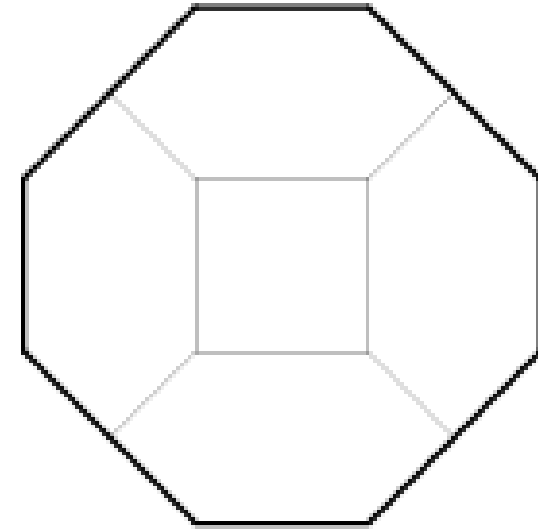
3



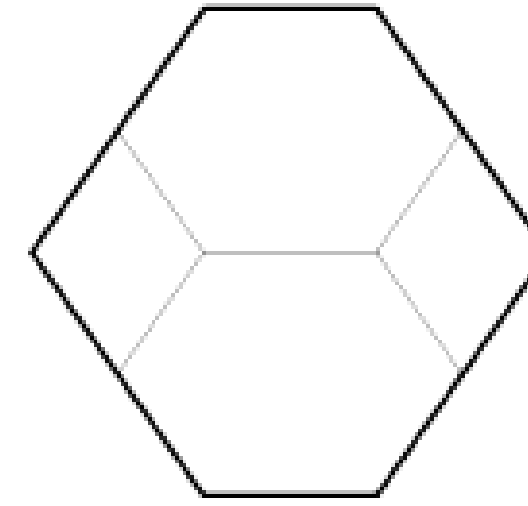
4



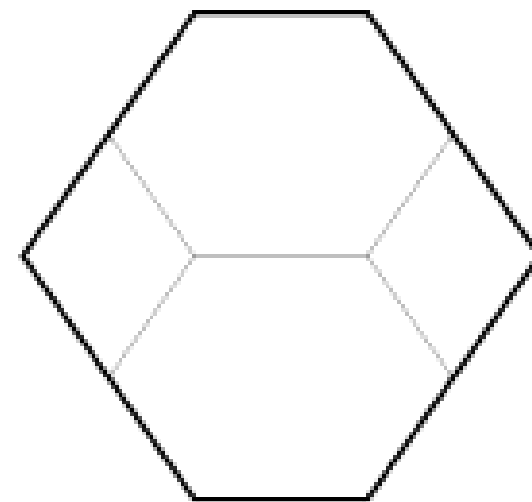
Octaedro Truncado



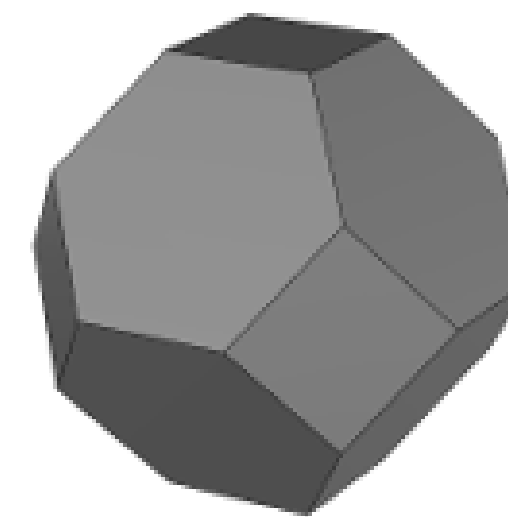
Planta de Cobertura 1:20



Alçado Frontal 1:20



Alçado Lateral 1:20

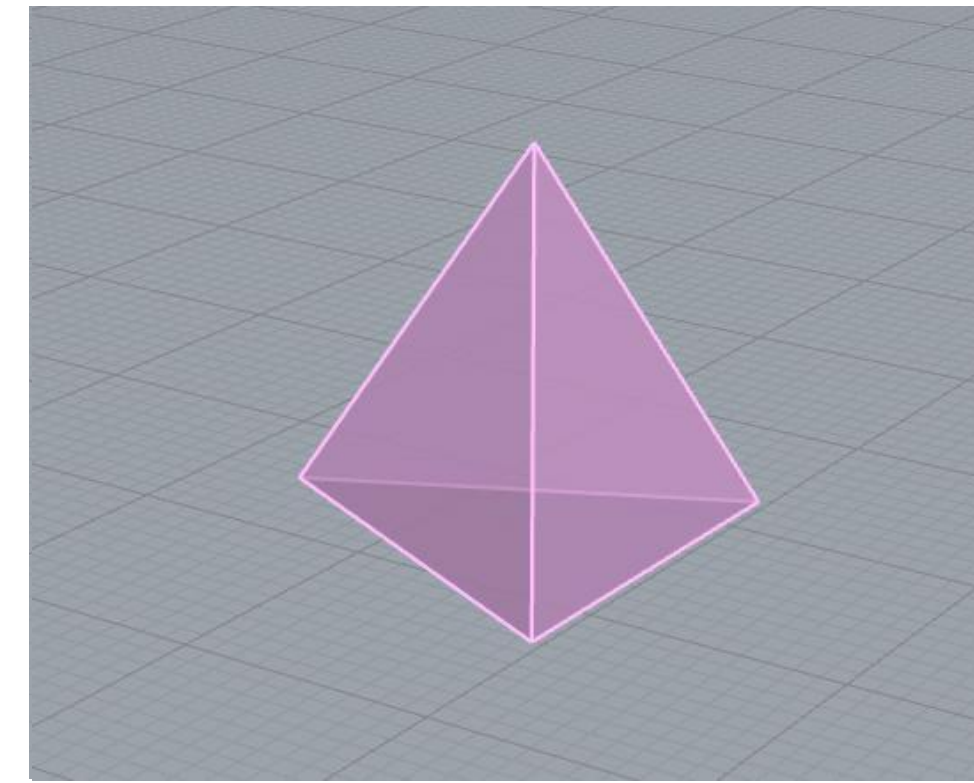


Perspectiva

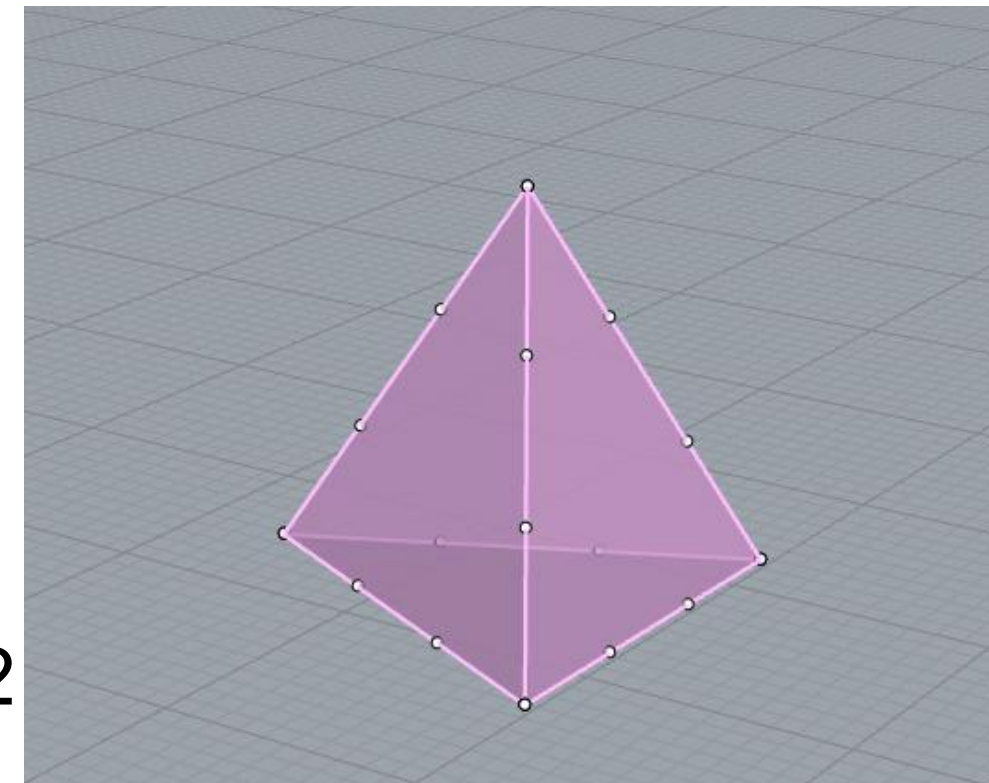
• Tetraedro Truncado

1. Começamos com um Tetraedro como sólido base.
2. Utilizamos o comando “Divide” para dividir as arestas do tetraedro, criando os pontos necessários para definir os cortes no sólido.
3. Com base nesses pontos, utilizamos o comando “Polyline” para desenhar a forma (ou “Wire”) que irá servir como elemento de corte.
4. Replicamos a forma para todos os Vértices do Sólido.
5. Por fim, aplicamos o comando “WireCut” para realizar os cortes no sólido.

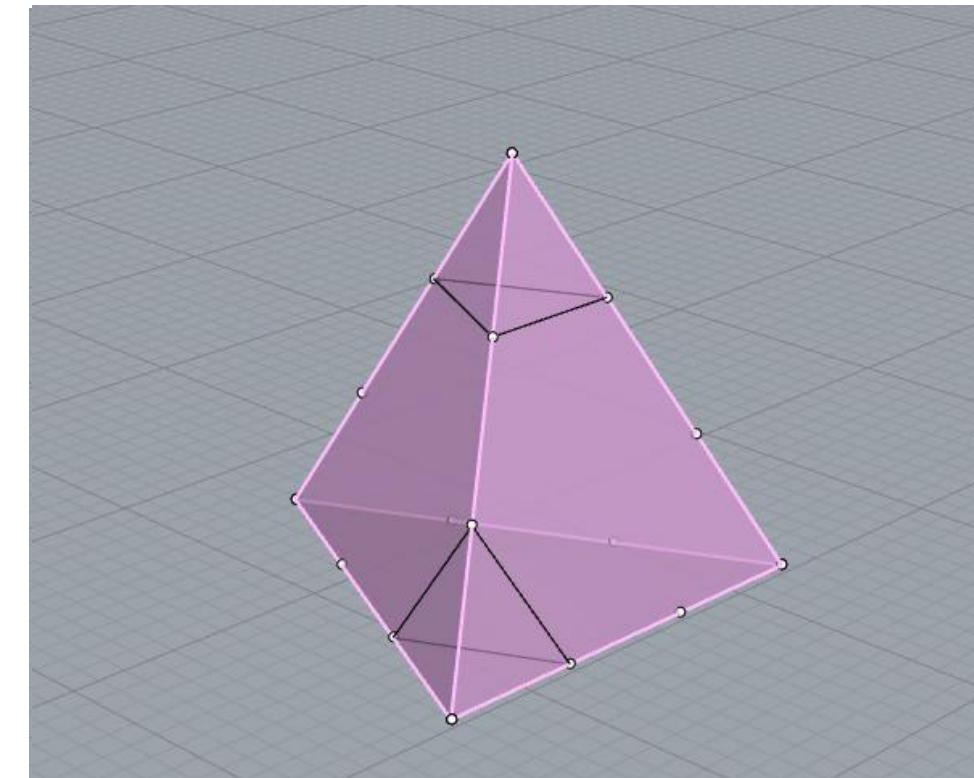
1



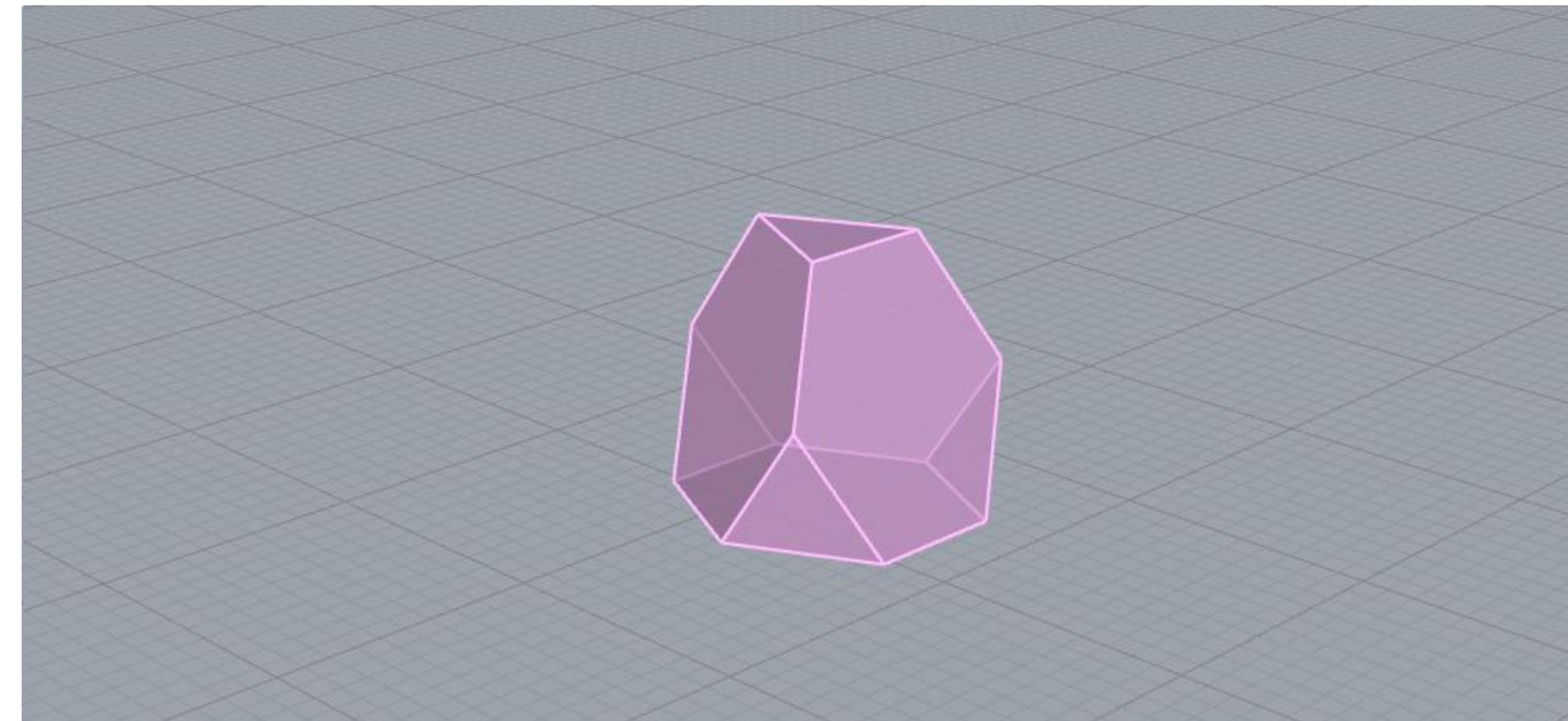
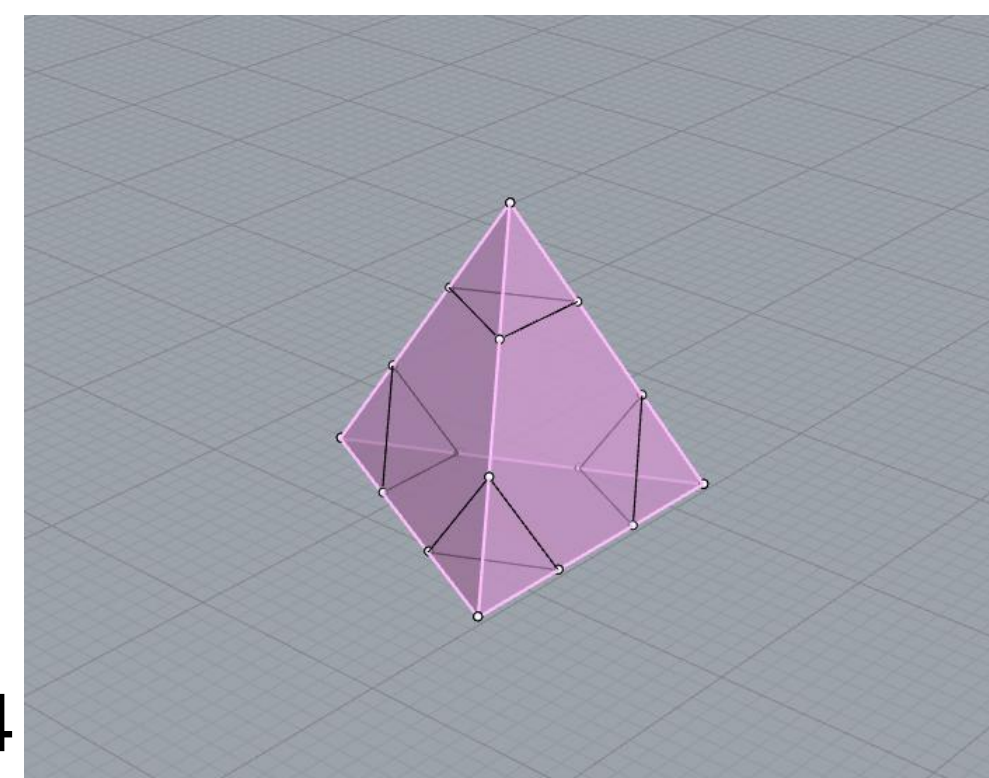
2



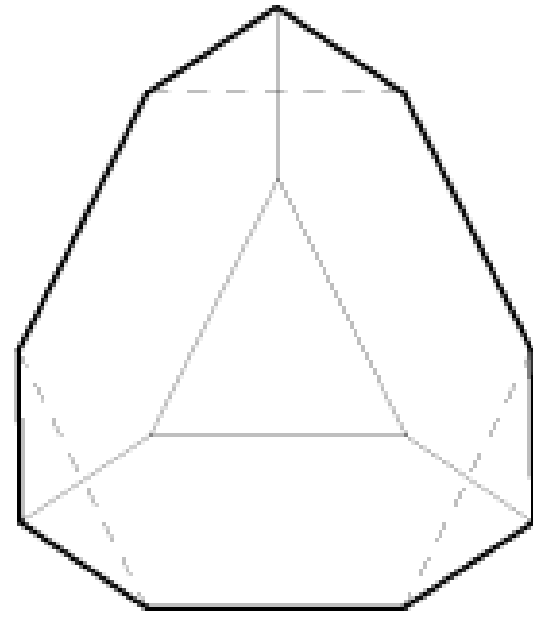
3



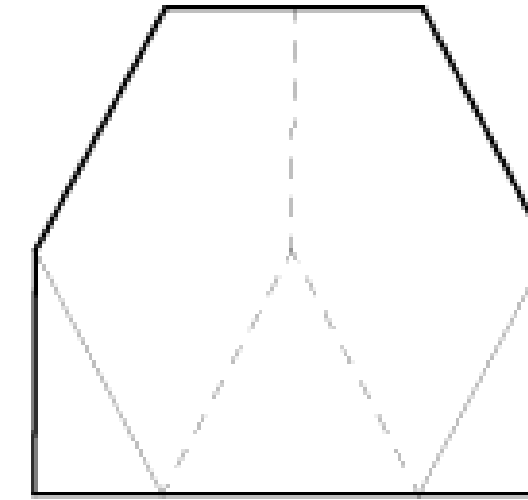
4



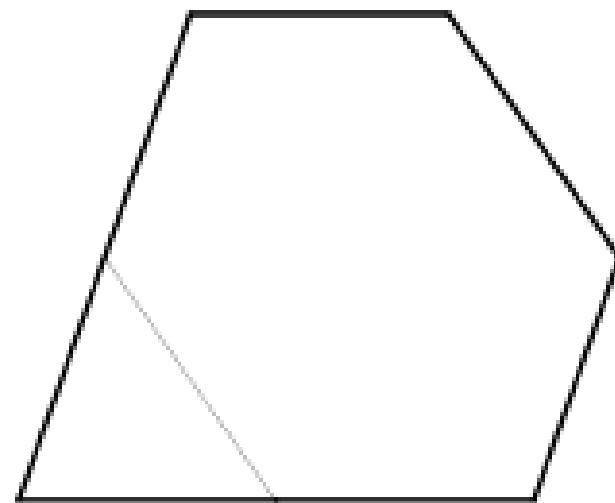
Tetraedro Truncado



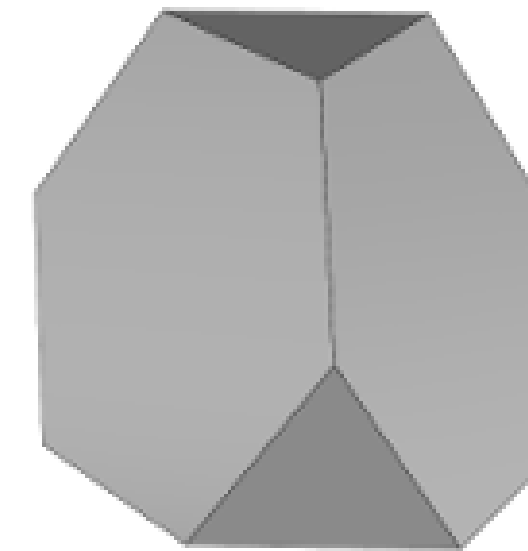
Planta de Cobertura 1:20



Alçado Frontal 1:20



Alçado Lateral 1:20

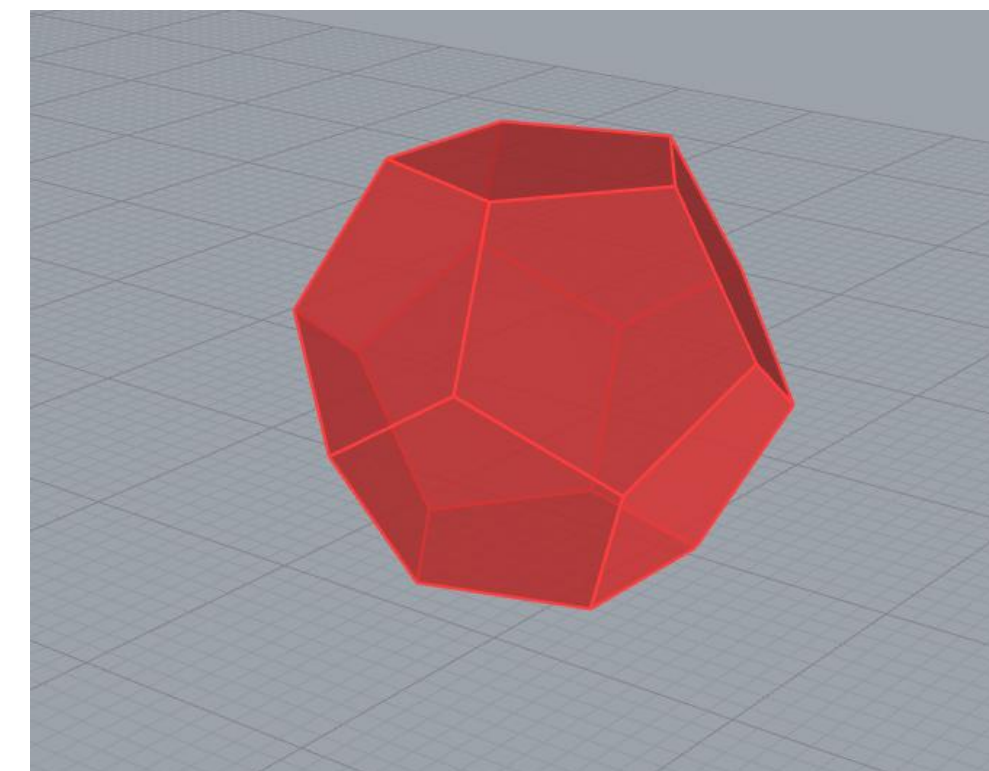


Perspectiva

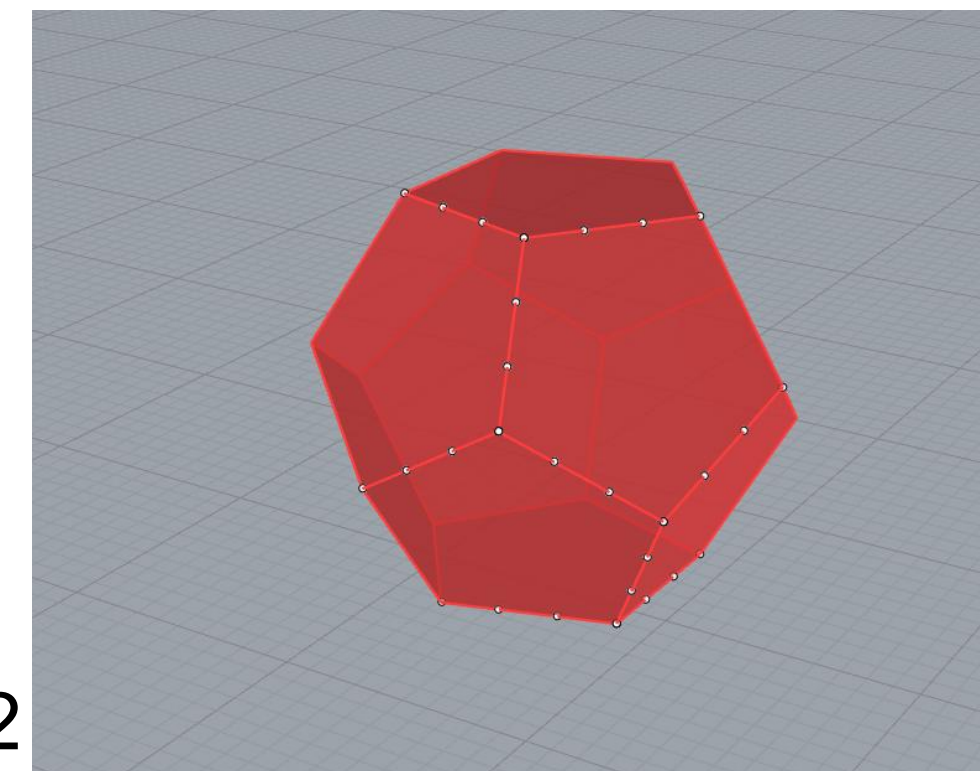
• Dodecaedro Truncado

1. Começamos com um Dodecaedro como sólido base.
2. Utilizamos o comando “Divide” para dividir as arestas do dodecaedro, obtendo os pontos que irão servir de referência para a construção da forma de corte.
3. A partir desses pontos, utilizamos o comando “Polyline” para desenhar a forma (ou “Wire”) que será utilizada para realizar o corte no sólido.
4. De seguida, aplicamos o comando “ArrayPolar” para repetir essa forma nos restantes vértices do dodecaedro.
5. Por fim, utilizamos o comando “WireCut” para cortar o sólido, obtendo assim a forma pretendida.

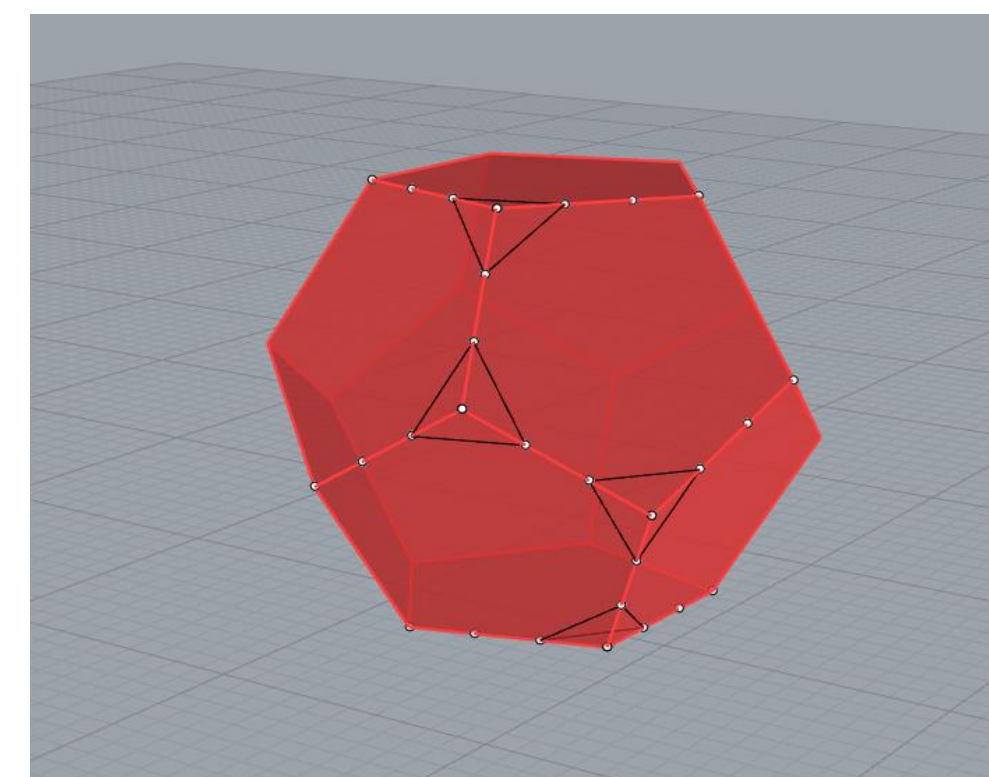
1



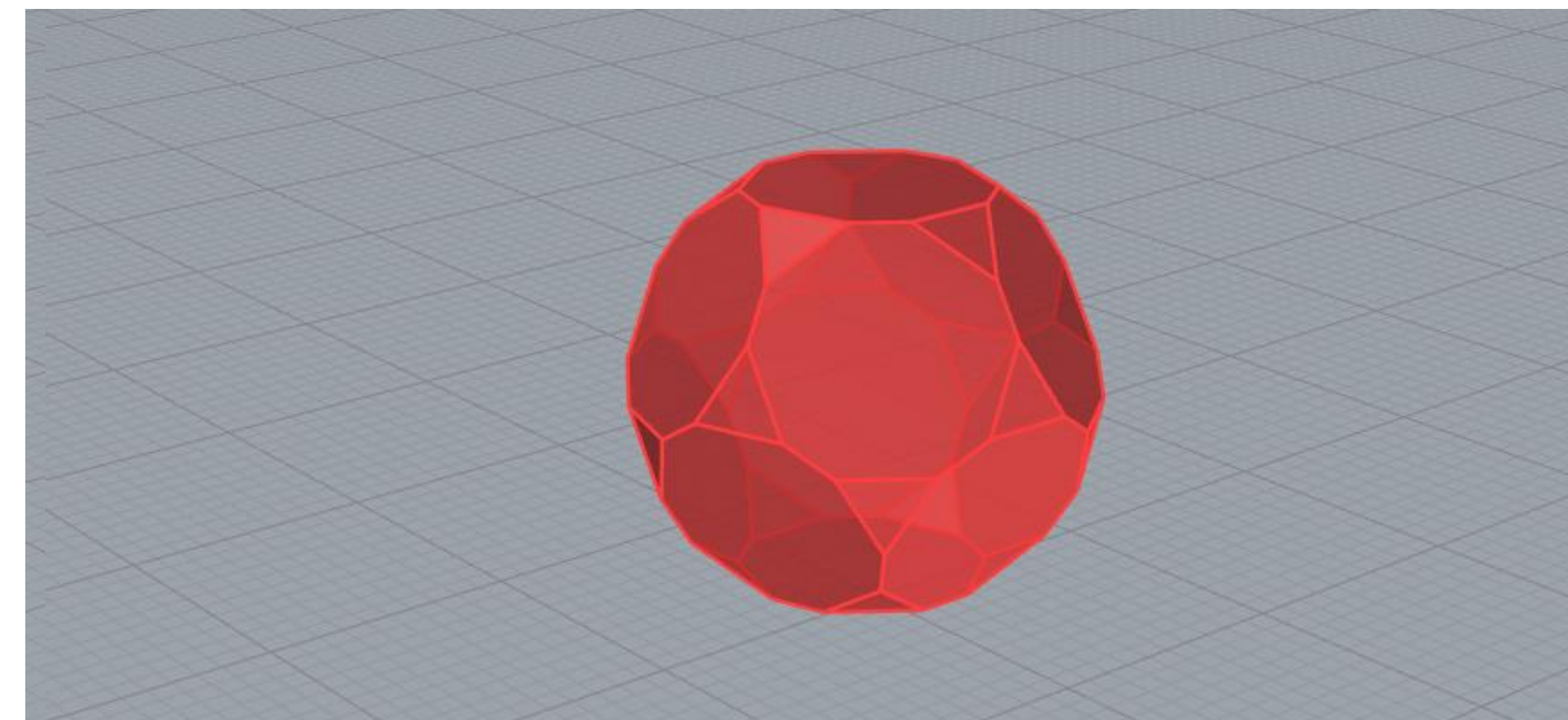
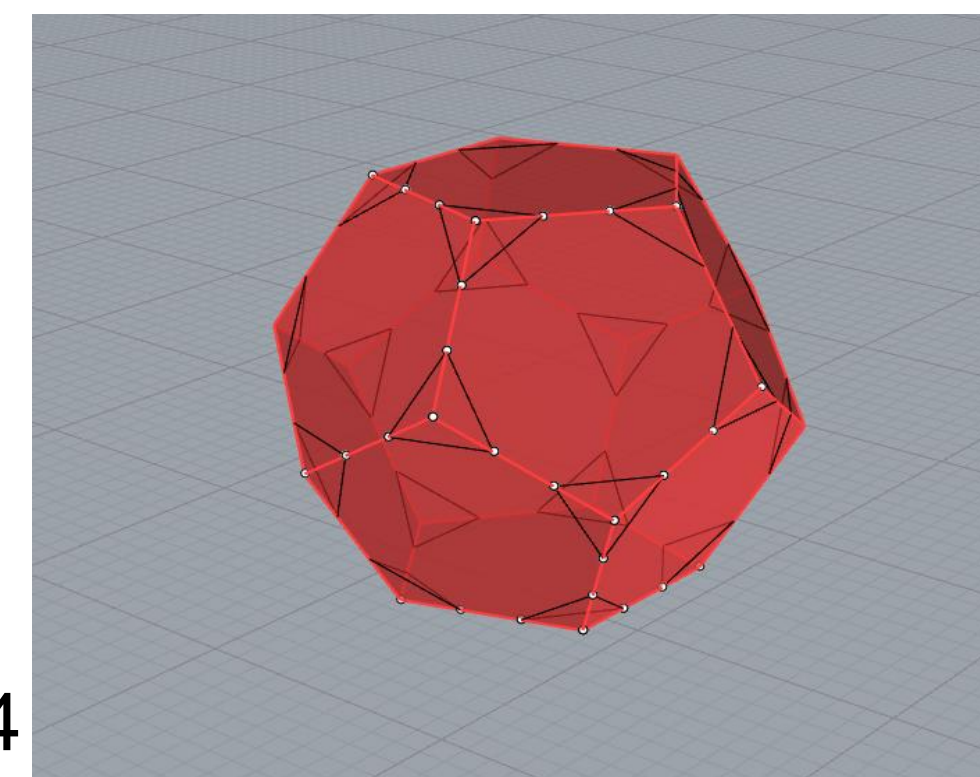
2



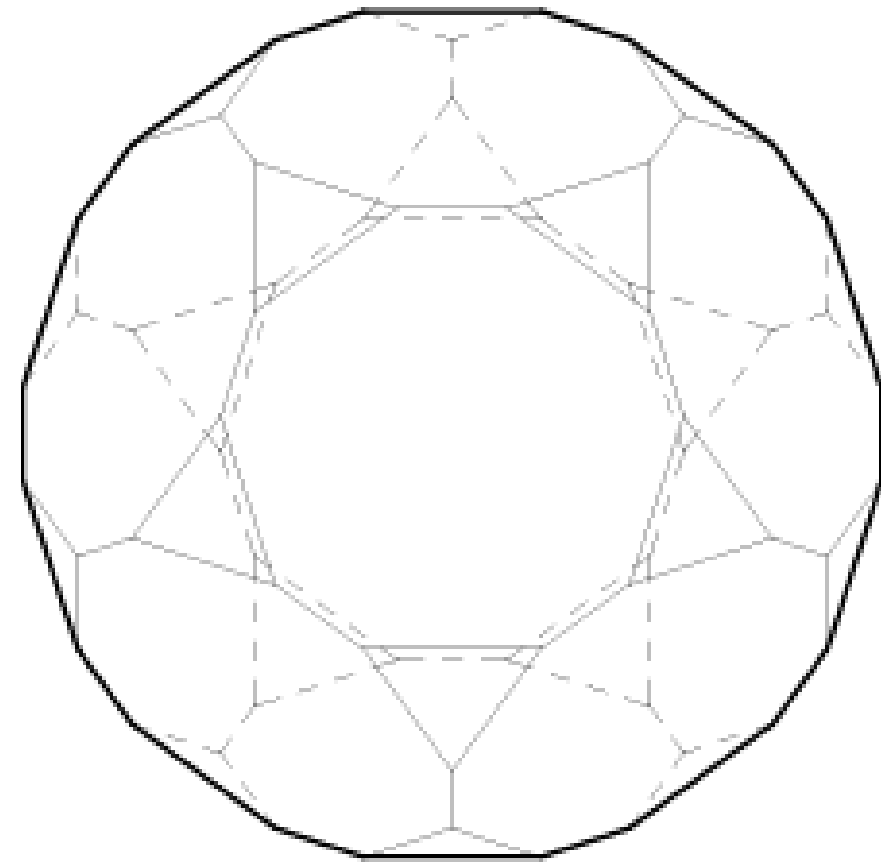
3



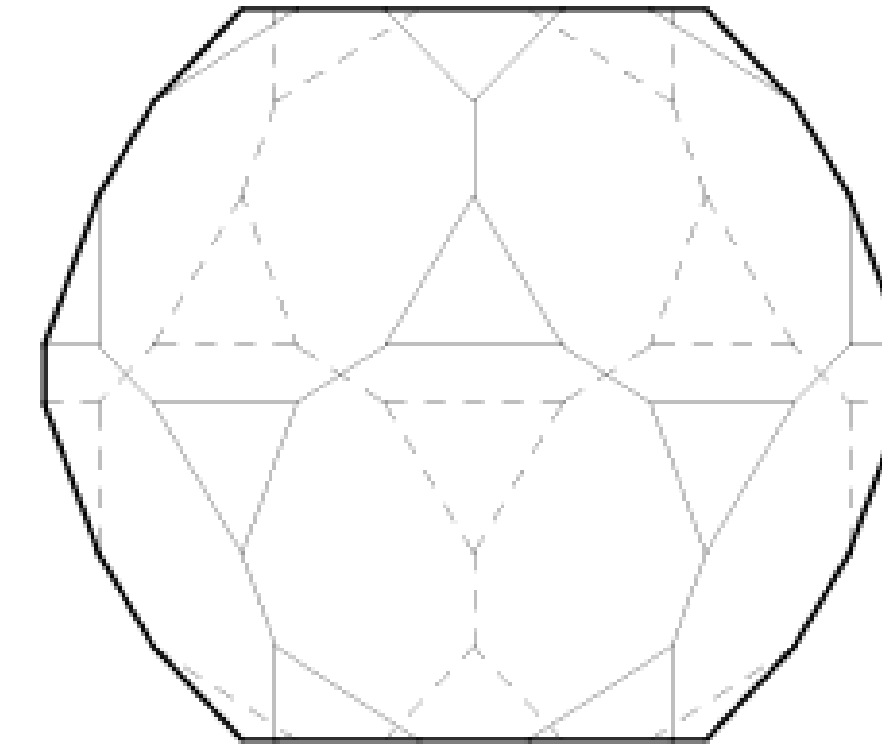
4



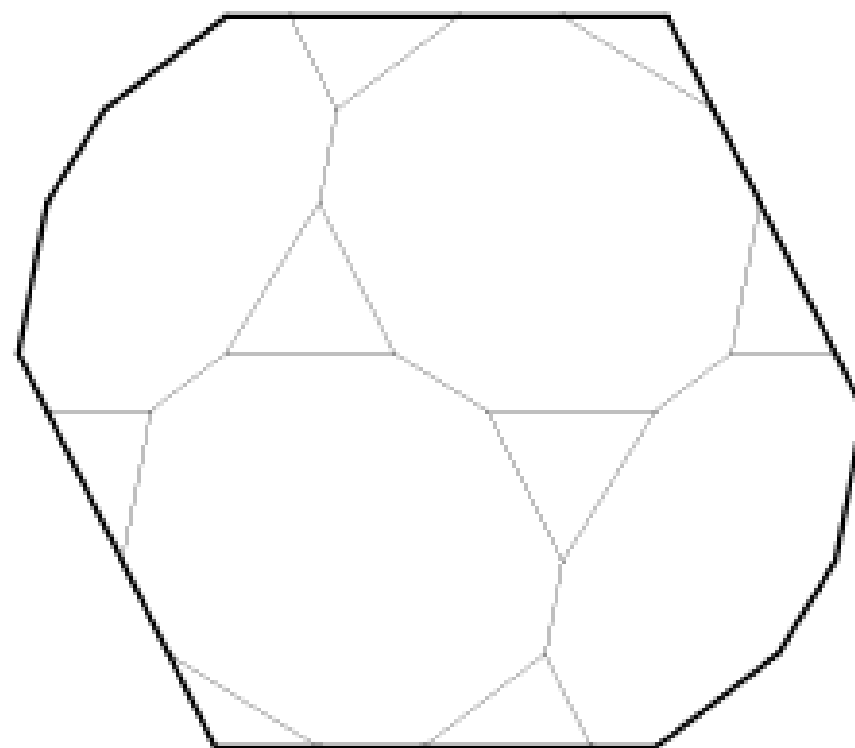
Dodecaedro Truncado



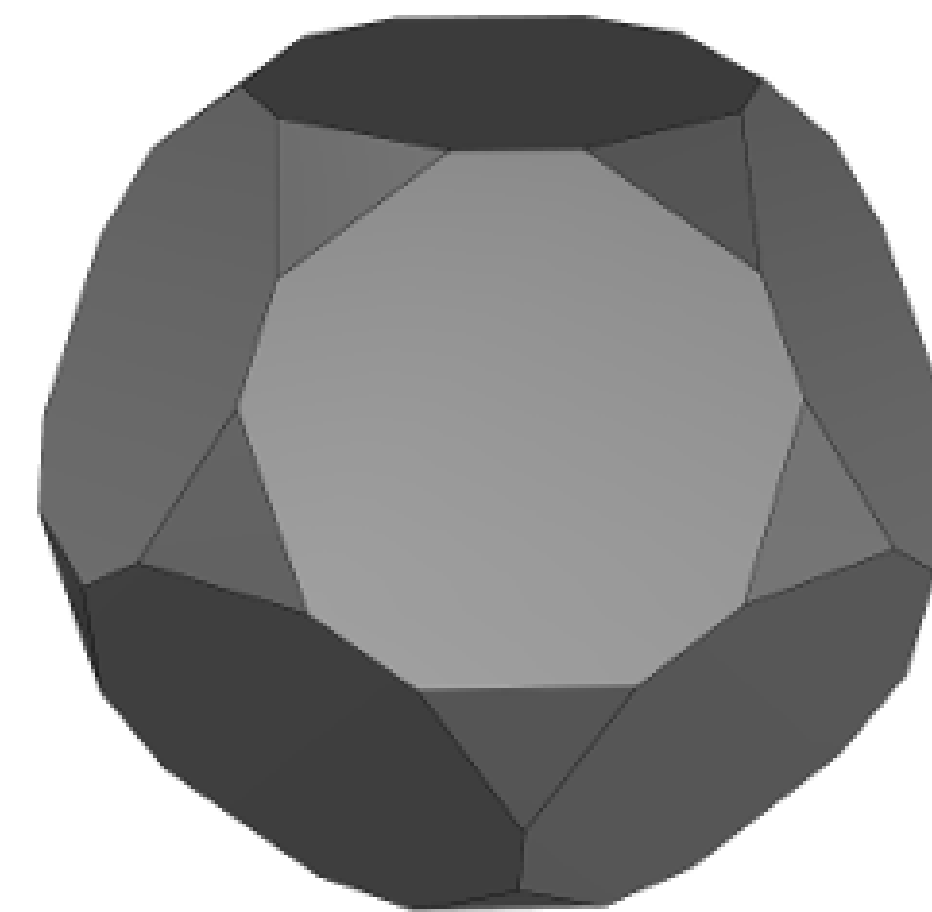
Planta de Cobertura 1:20



Alçado Frontal 1:20



Alçado Lateral 1:20

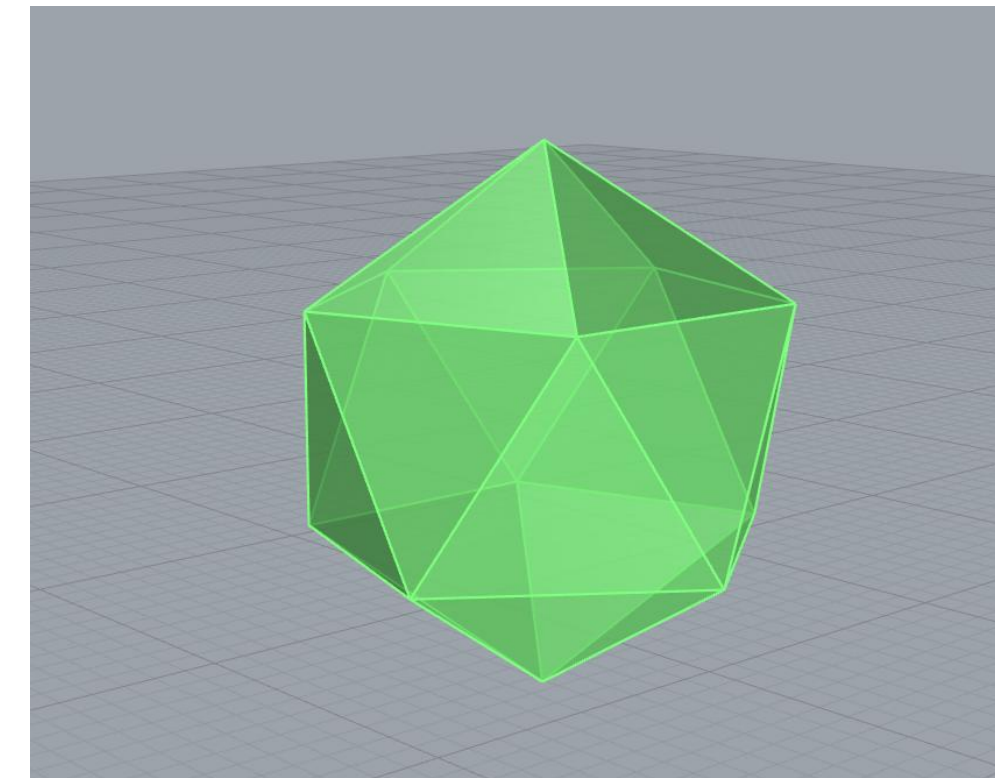


Perspectiva

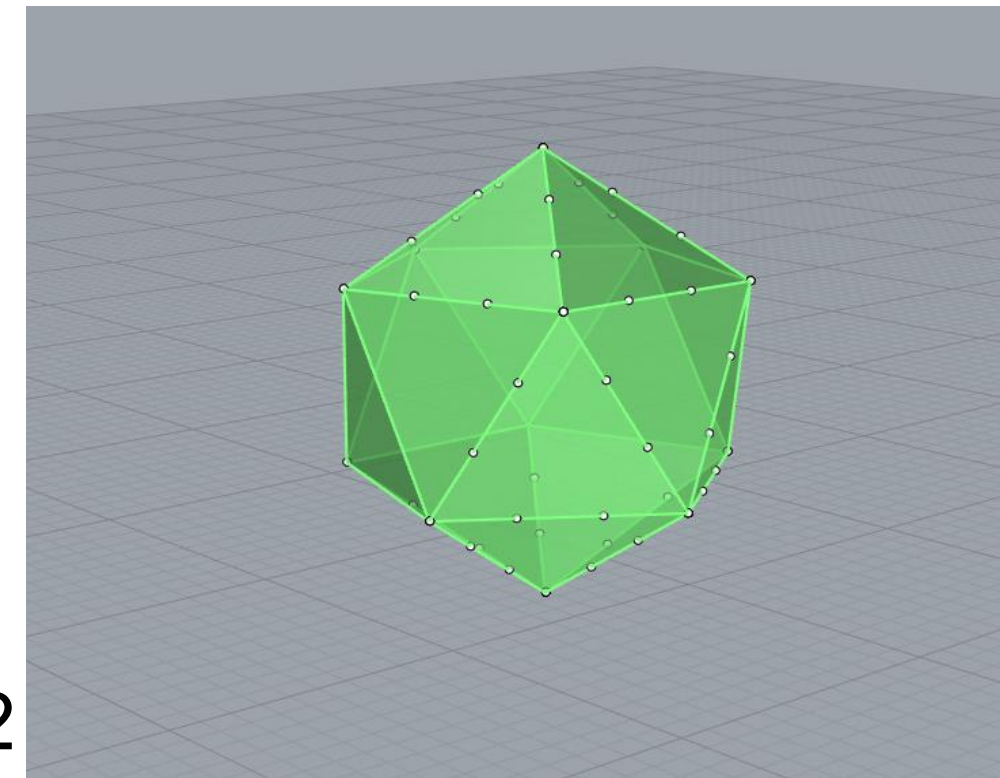
• Icosaedro Truncado

1. Começamos com um Icosaedro como sólido base.
2. Utilizamos o comando “Divide” para dividir as arestas do icosaedro e obter os pontos que irão orientar os cortes no sólido.
3. A partir desses pontos, desenhamos a forma de corte utilizando o comando “Polyline”, criando assim um “Wire”.
4. Em seguida, aplicamos o comando “ArrayPolar” para repetir essa forma nos restantes vértices do icosaedro.
5. Por fim, utilizamos o comando “WireCut” para cortar o sólido, obtendo a forma final.

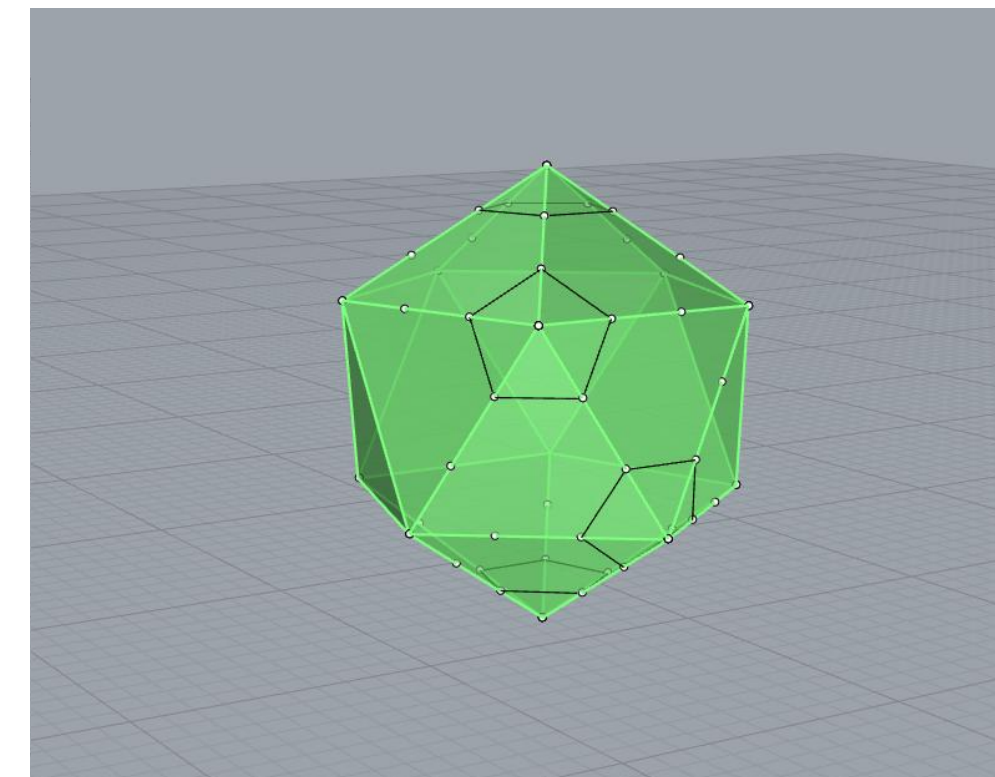
1



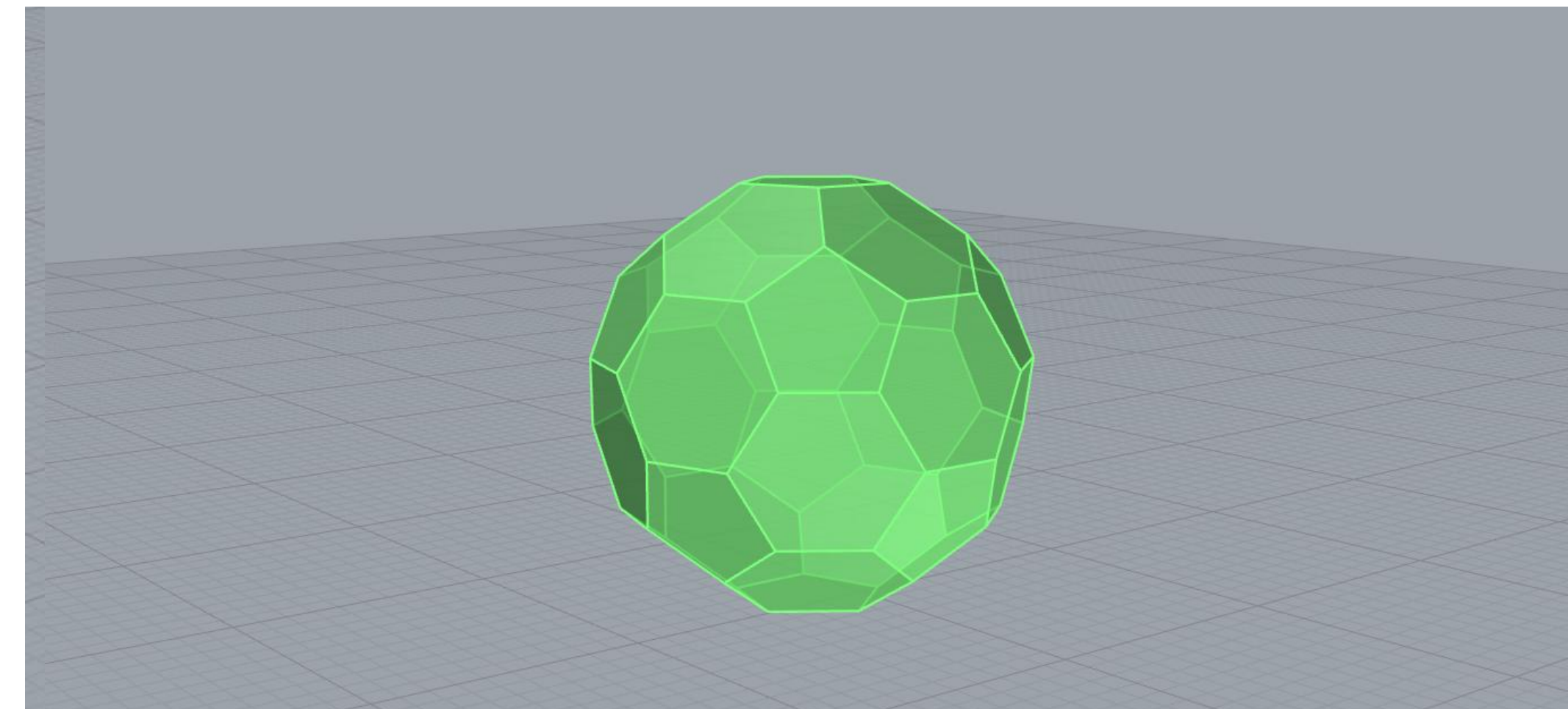
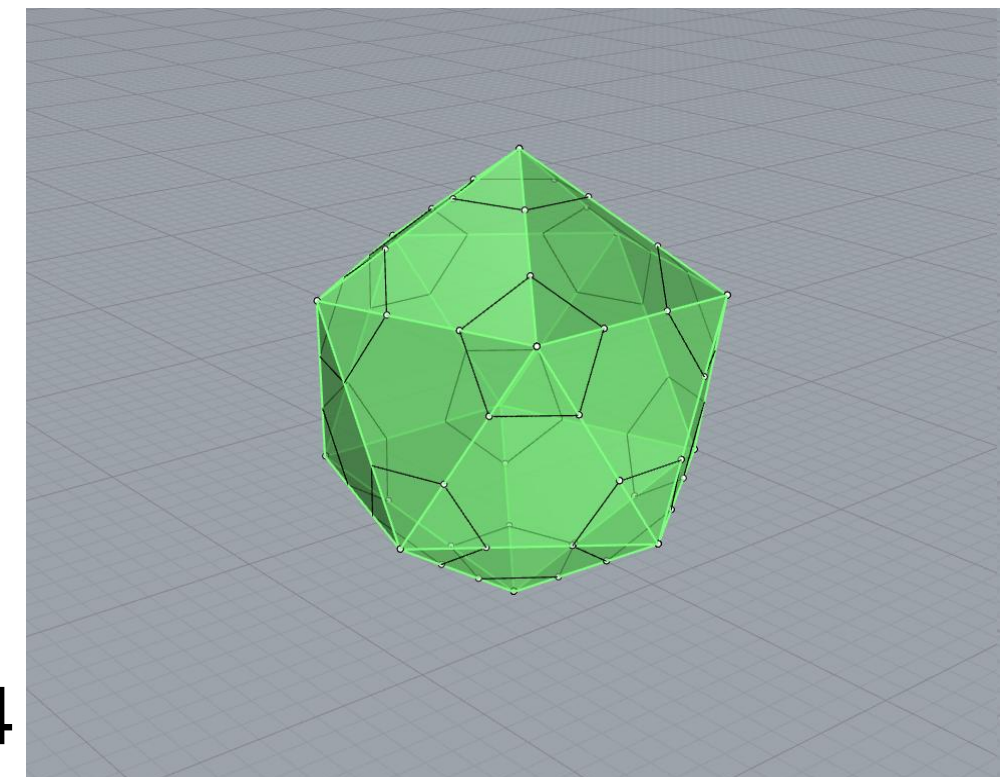
2



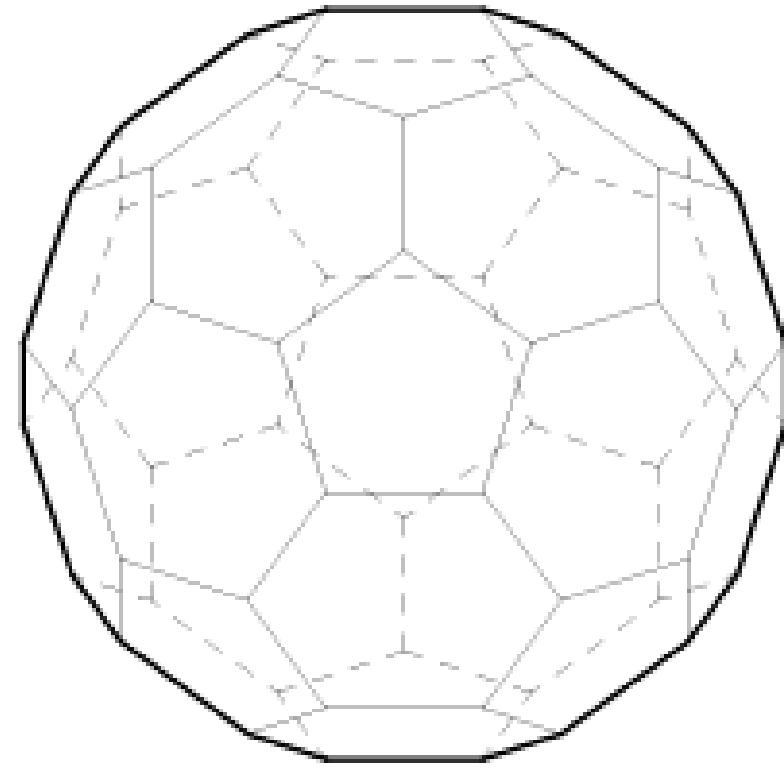
3



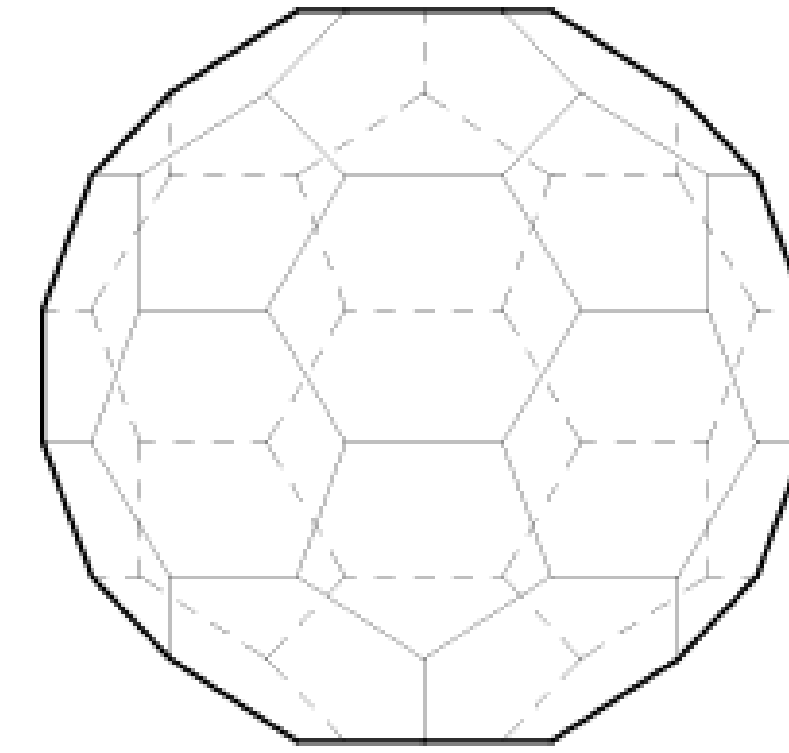
4



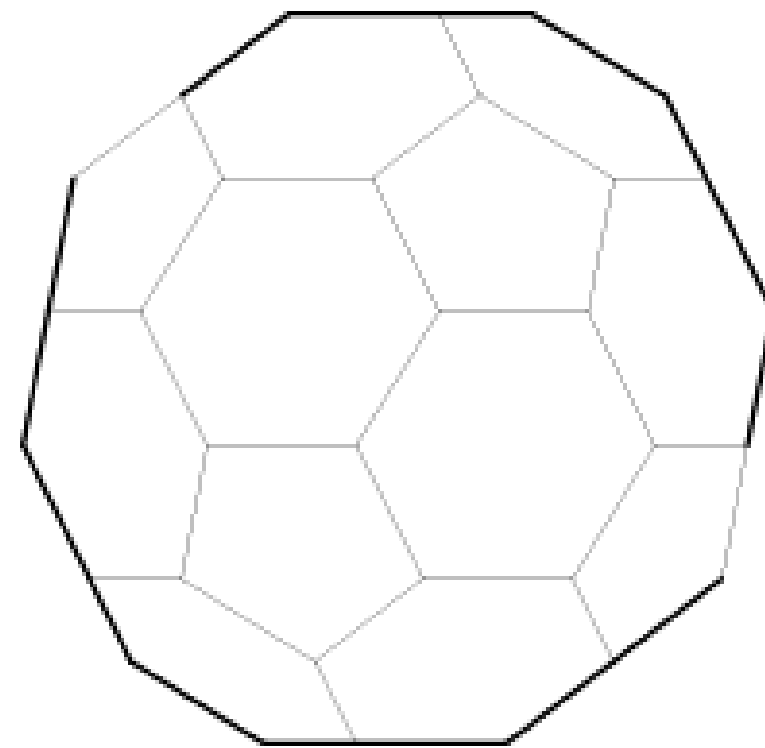
Icosaedro Truncado



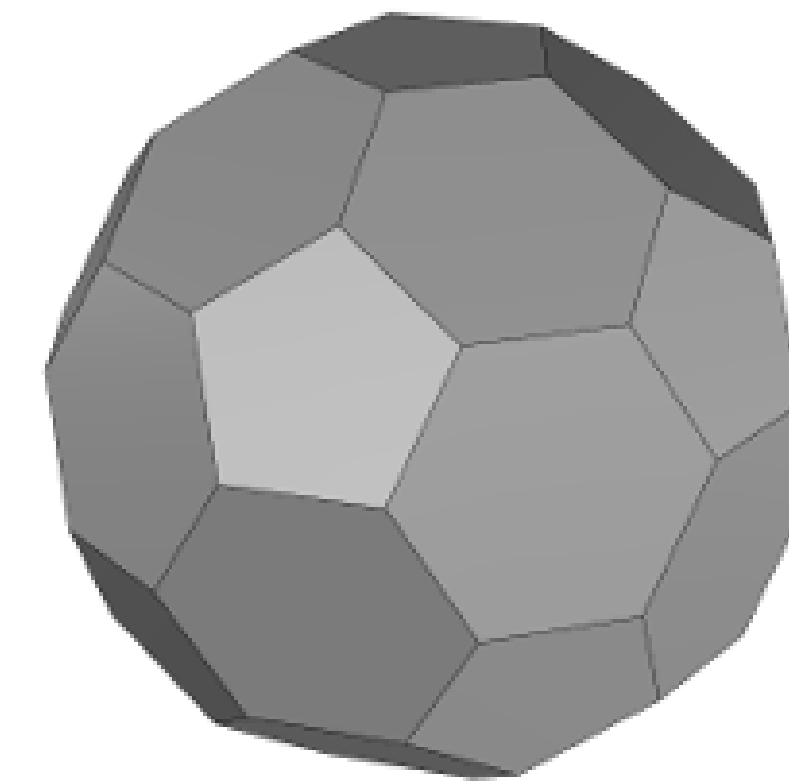
Planta de Cobertura 1:20



Alçado Frontal 1:20



Alçado Lateral 1:20

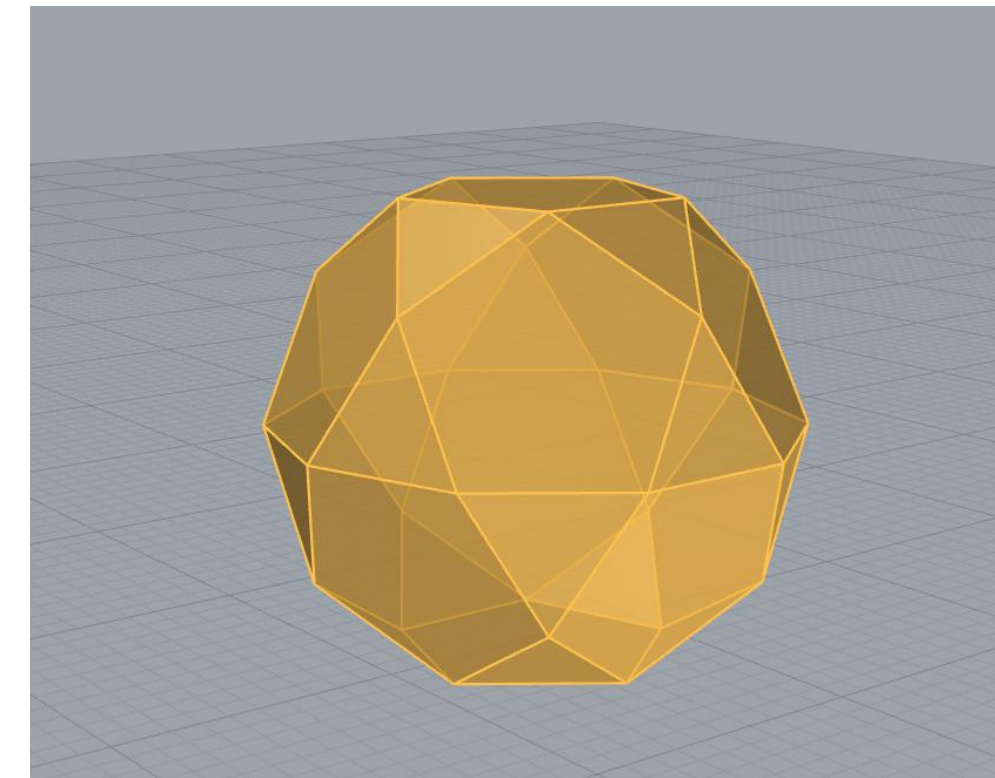


Perspectiva

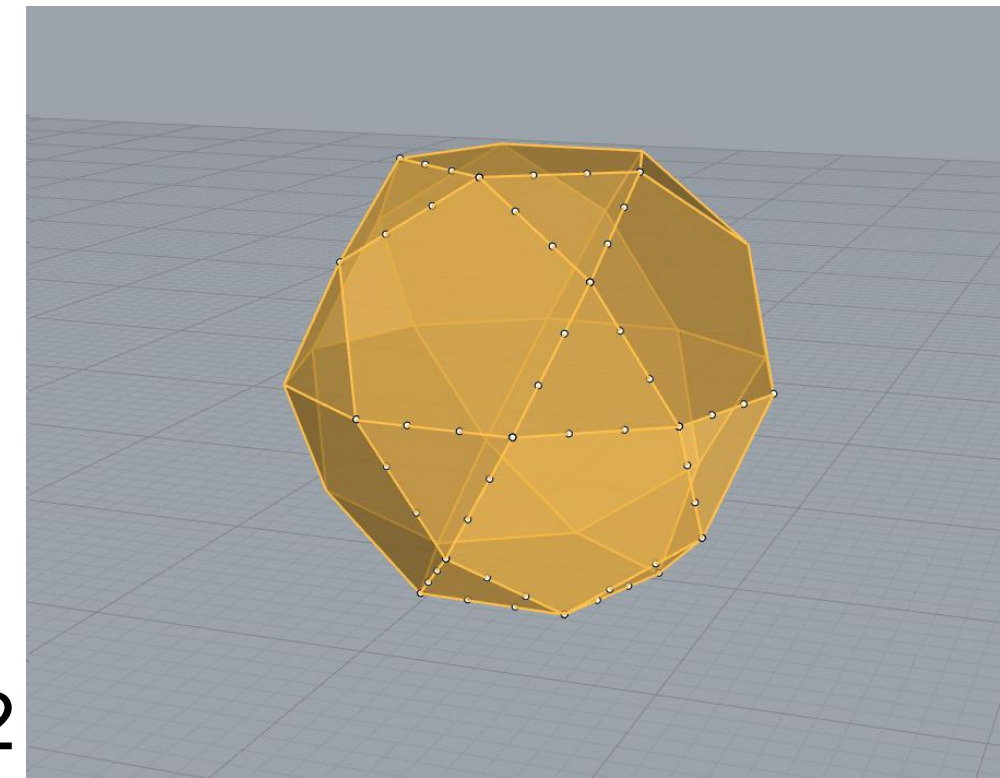
- Icosidodecaedro Truncado

1. Começamos com um Icosidodecaedro como sólido base.
2. Utilizamos o comando “Divide” para dividir as arestas do sólido e obter os pontos necessários para definir a forma de corte.
3. A partir desses pontos, utilizamos o comando “Polyline” para desenhar a forma (“Wire”) que será utilizada para realizar o corte.
4. De seguida, aplicamos o comando “ArrayPolar” para repetir essa forma nos restantes vértices do sólido.
5. Por fim, utilizamos o comando “WireCut” para cortar o sólido e obter a forma final.

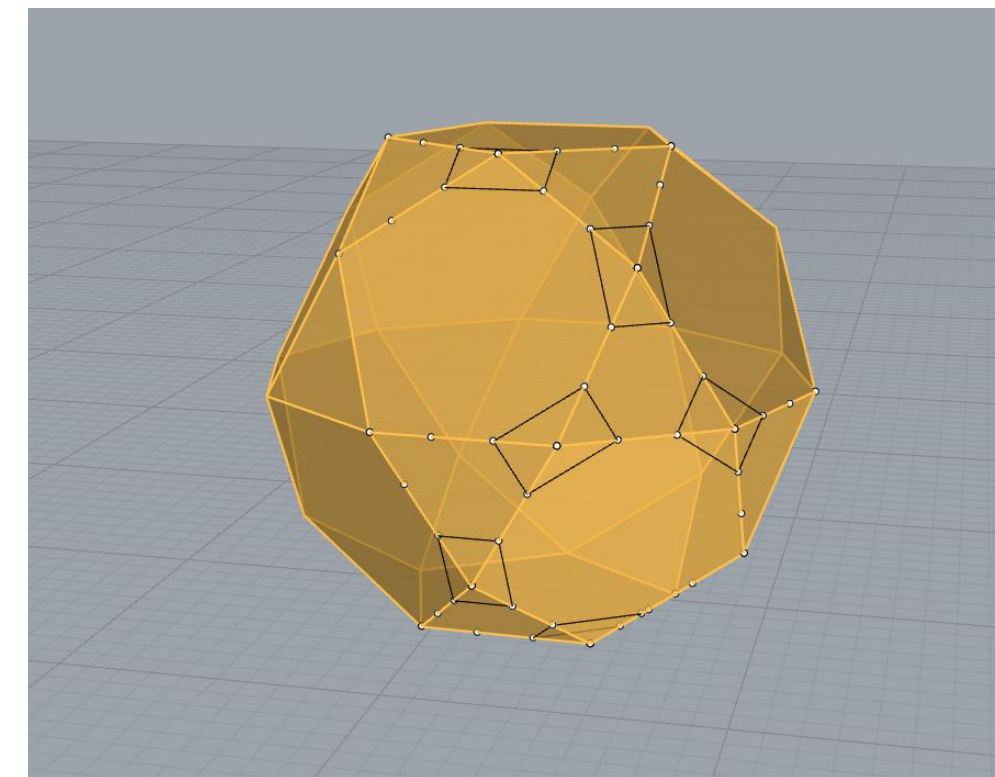
1



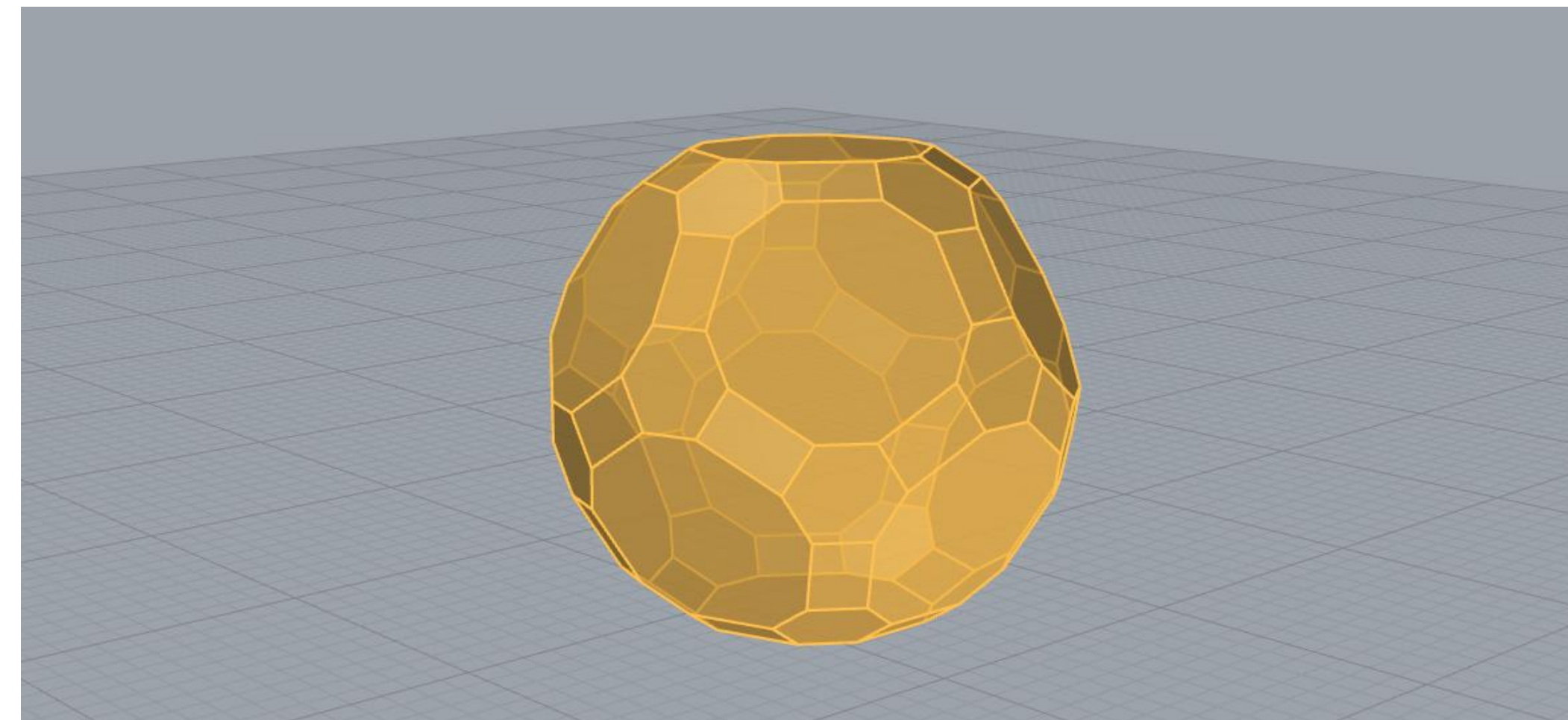
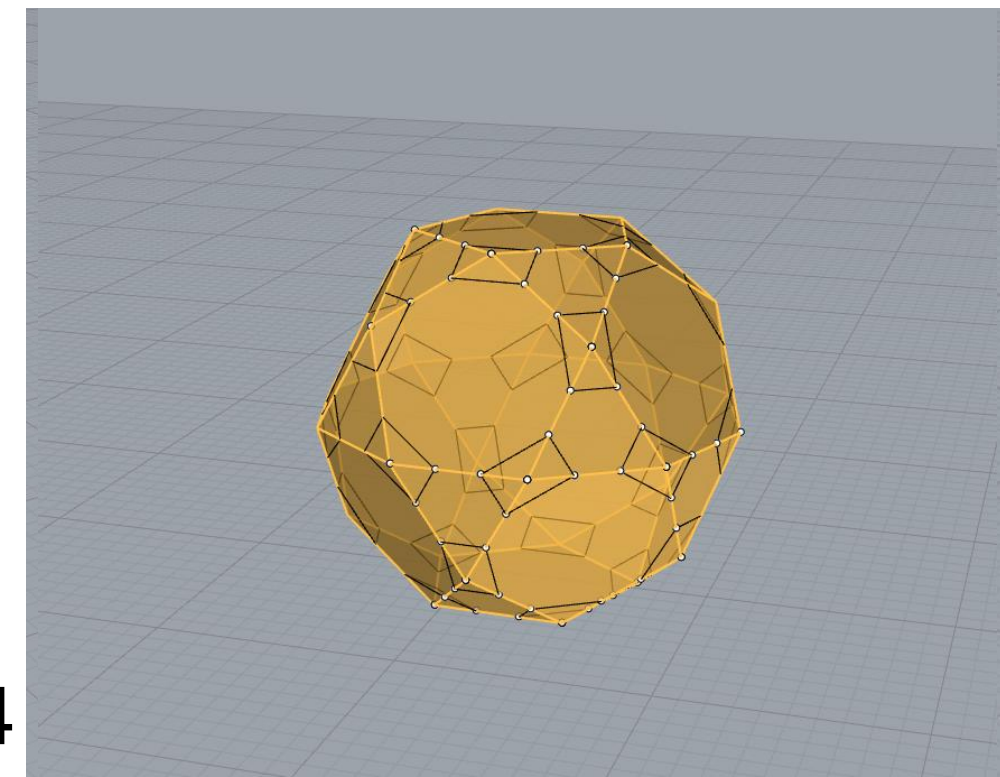
2



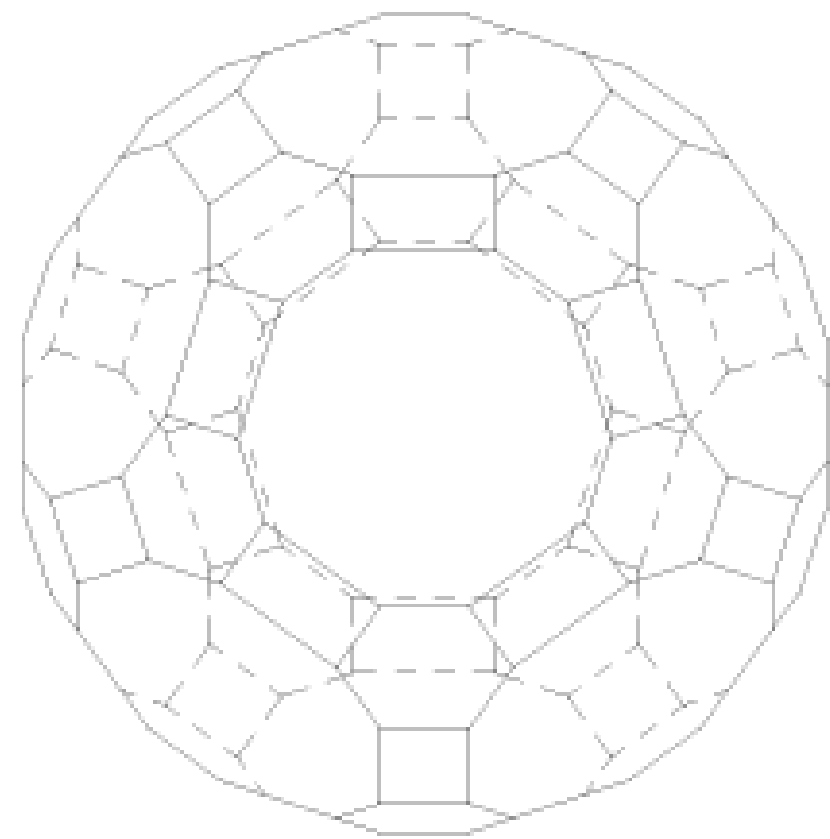
3



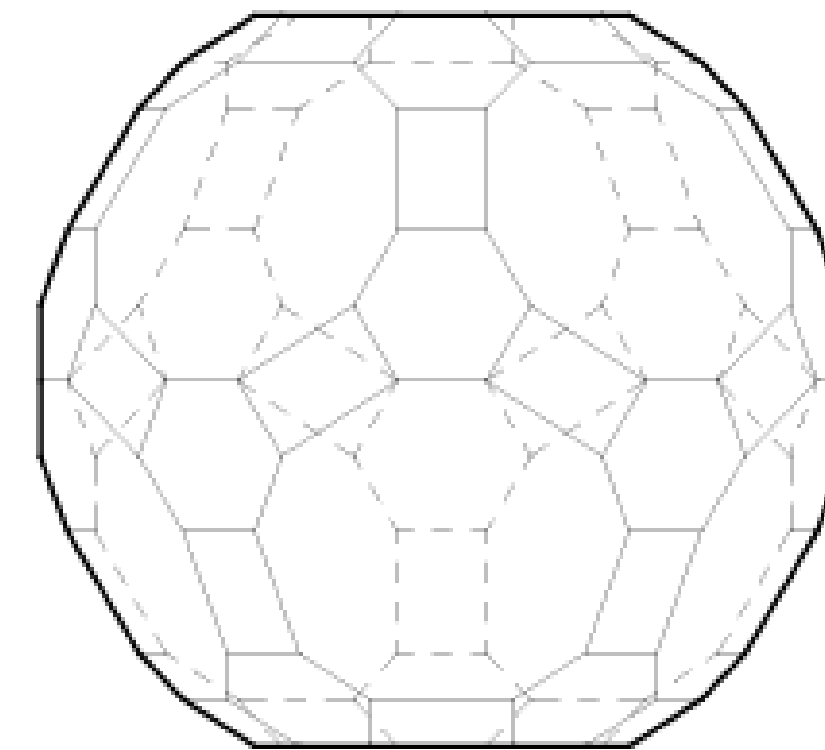
4



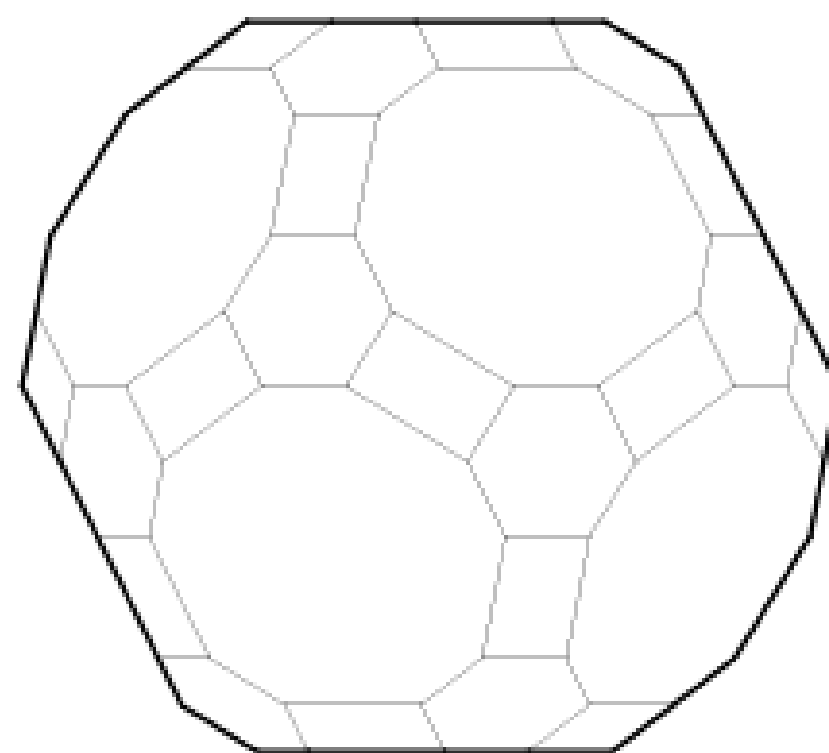
Icosidodecaedro Truncado



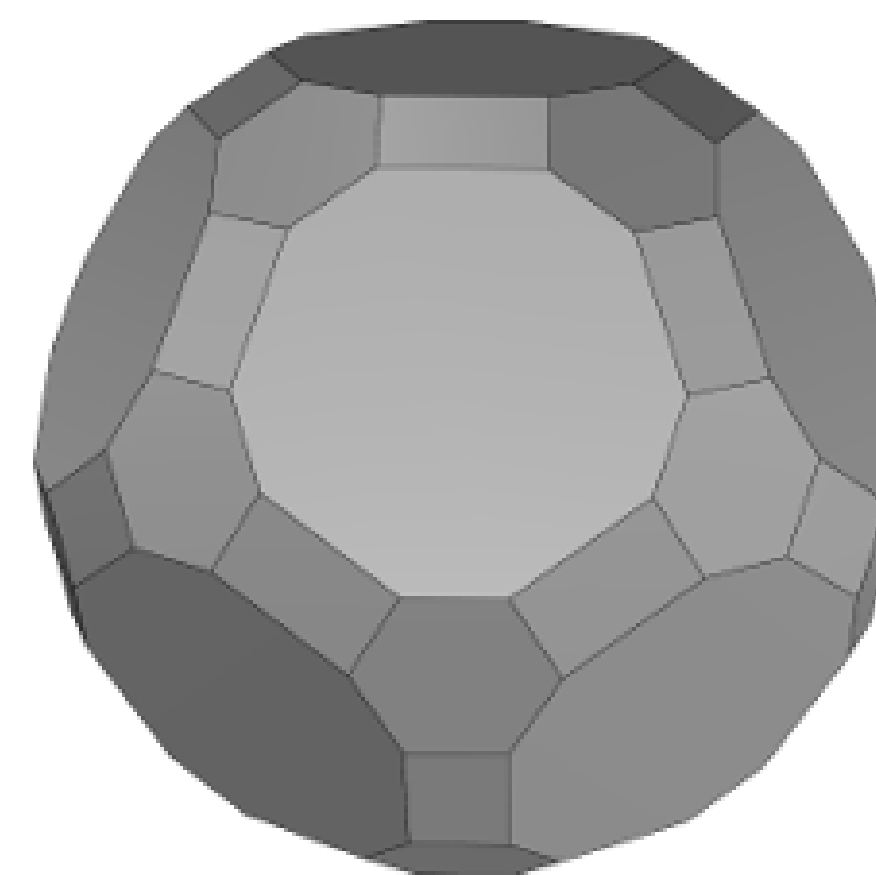
Planta de Cobertura 1:20



Alçado Frontal 1:20



Alçado Lateral 1:20

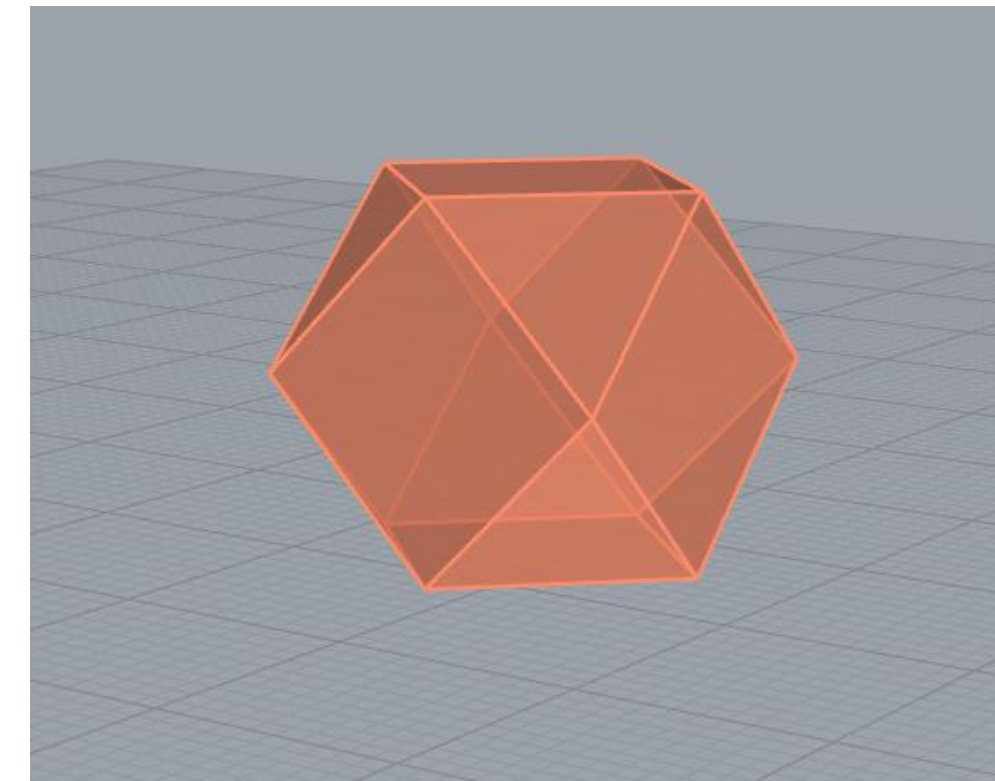


Perspectiva

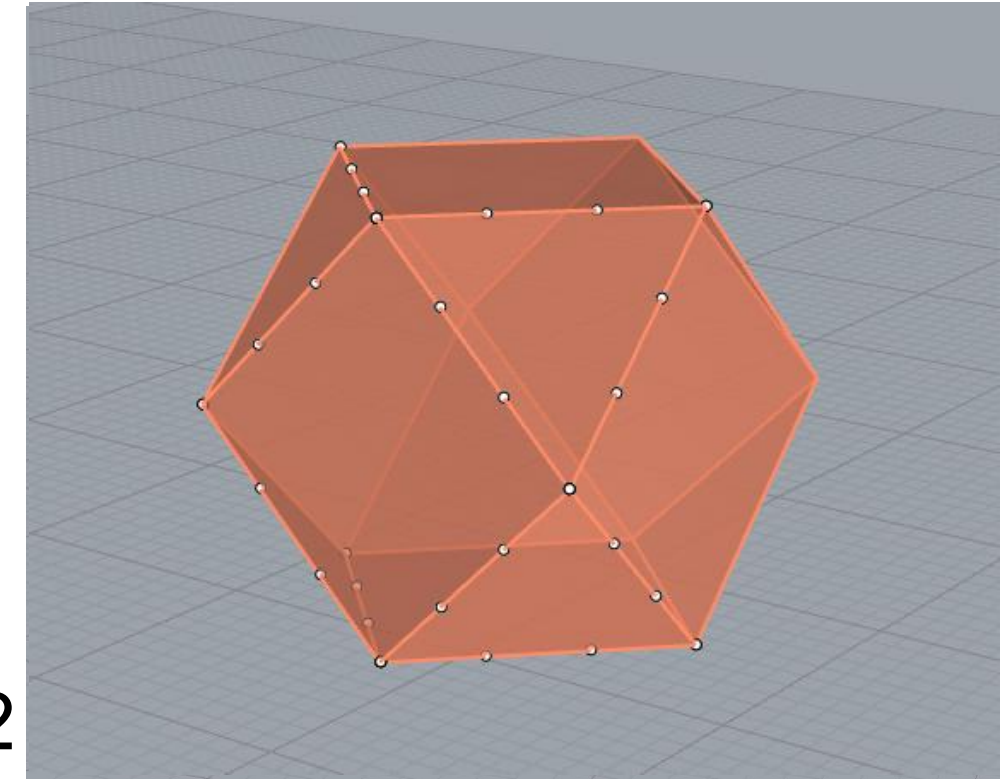
• Cuboctaedro Truncado

1. Começamos com um Cuboctaedro como sólido base.
2. Utilizamos o comando “Divide” para dividir as arestas do cuboctaedro, obtendo os pontos que irão definir a forma dos cortes.
3. Com base nesses pontos, desenhamos a forma de corte utilizando o comando “Polyline”, criando um “Wire”.
4. Em seguida, utilizamos o comando “ArrayPolar” para repetir essa forma nos restantes vértices do cuboctaedro.
5. Por fim, aplicamos o comando “WireCut” para cortar o sólido e obter a forma final.

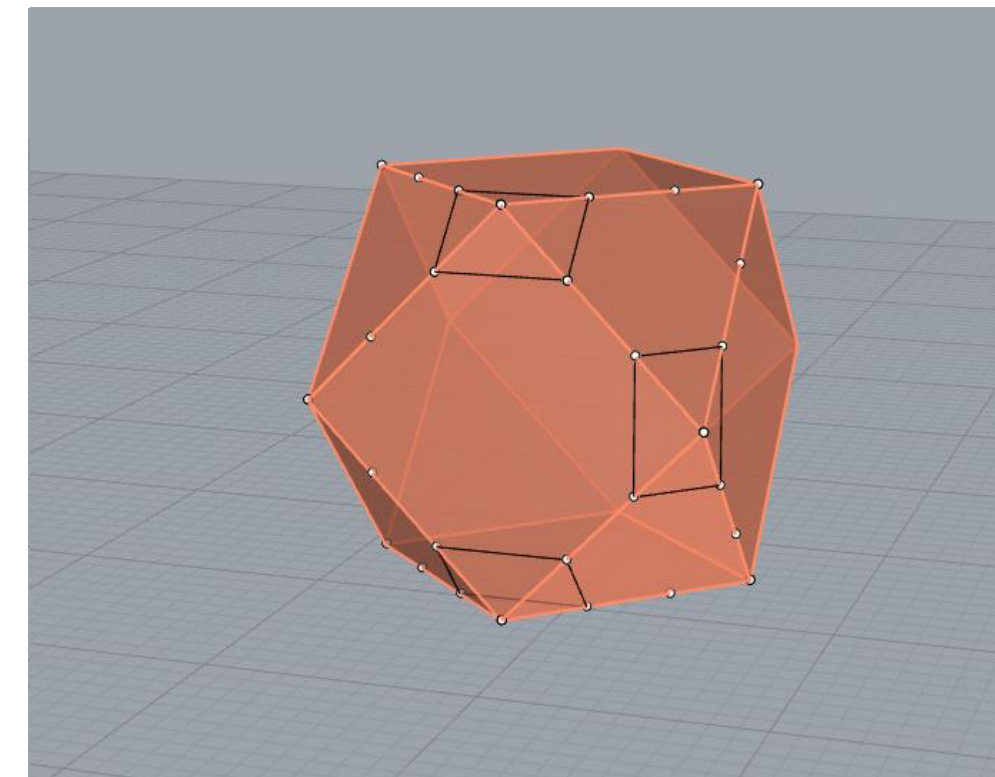
1



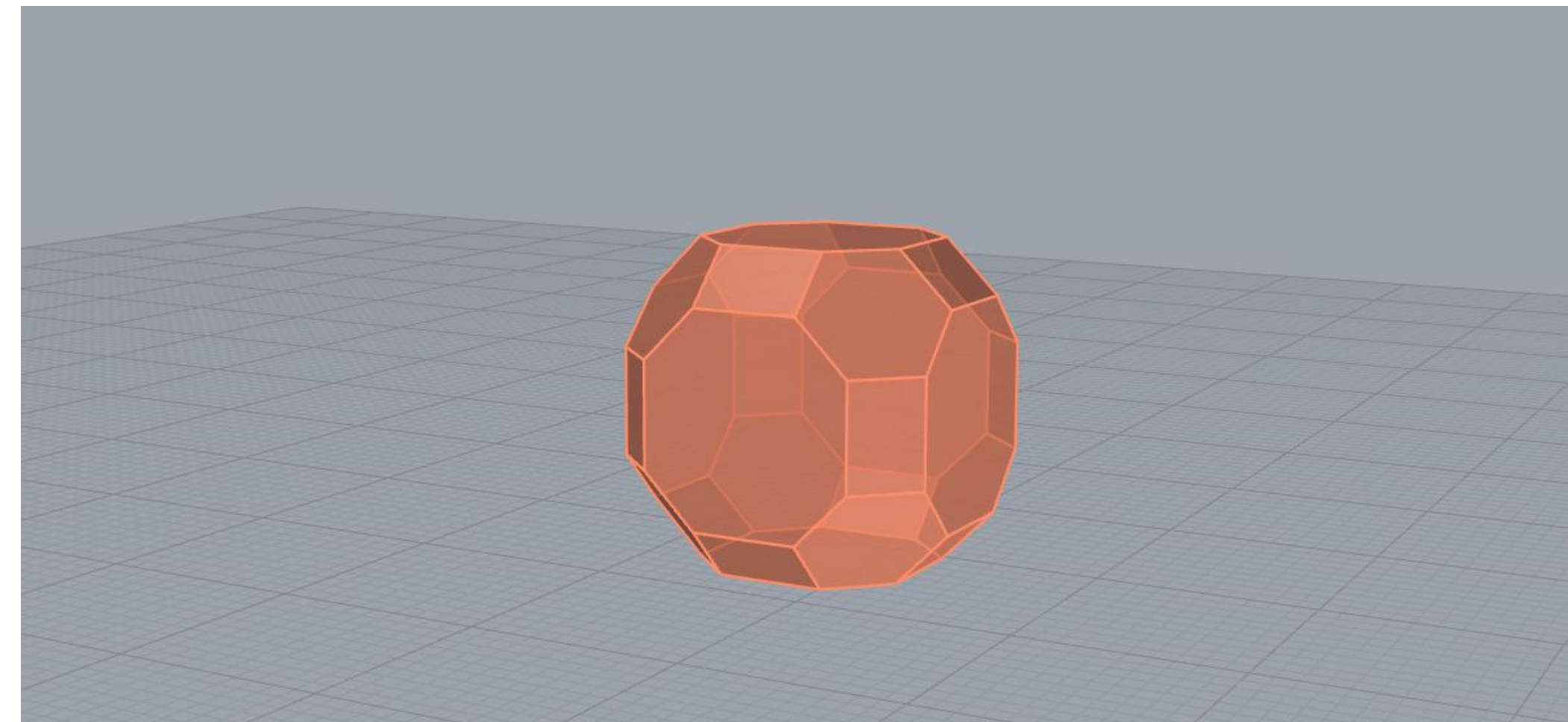
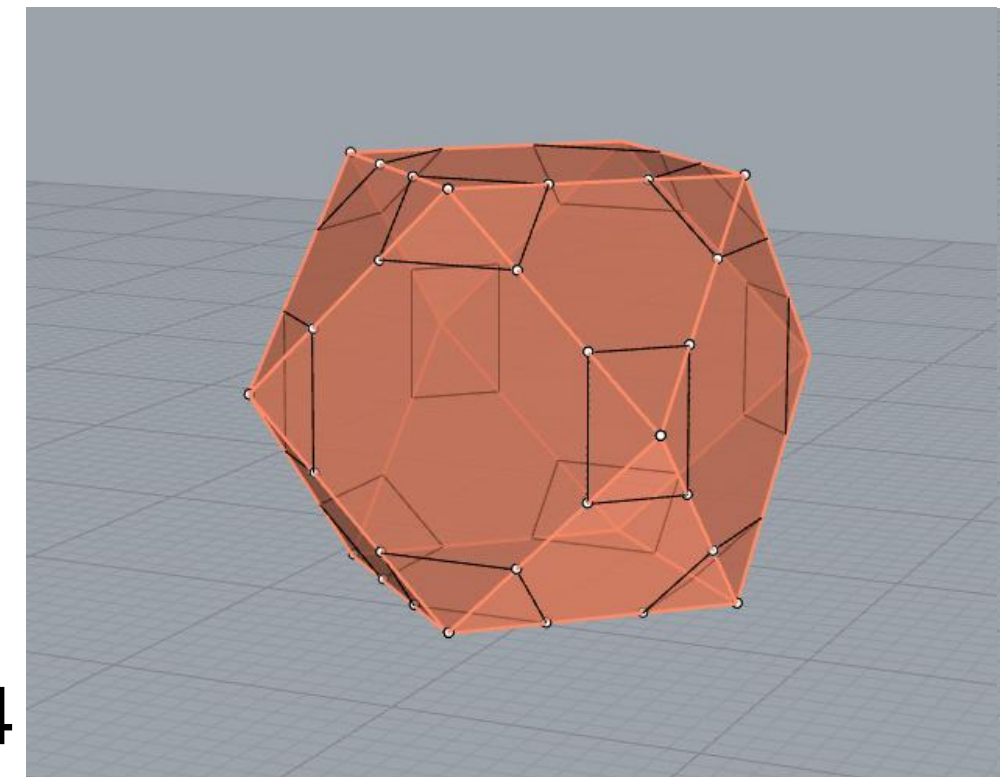
2



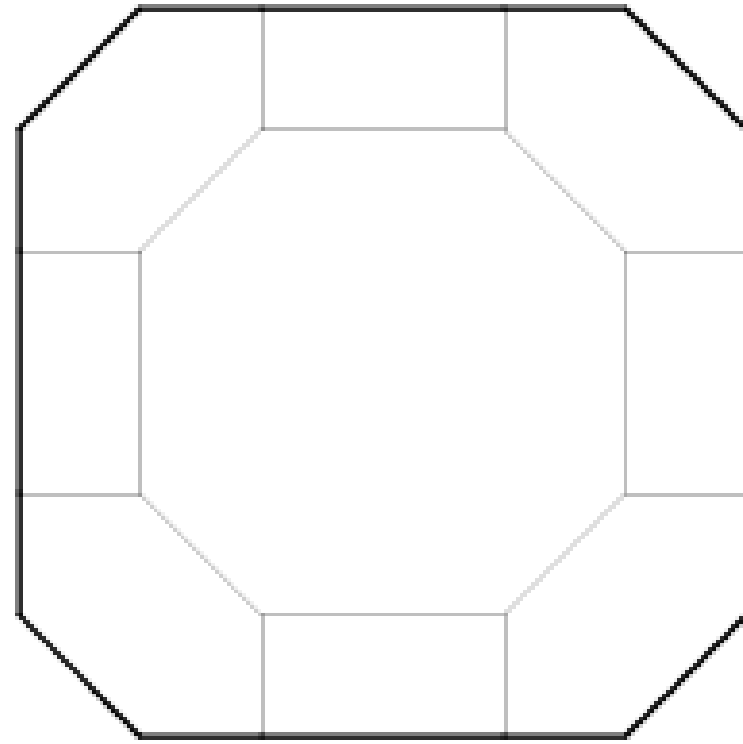
3



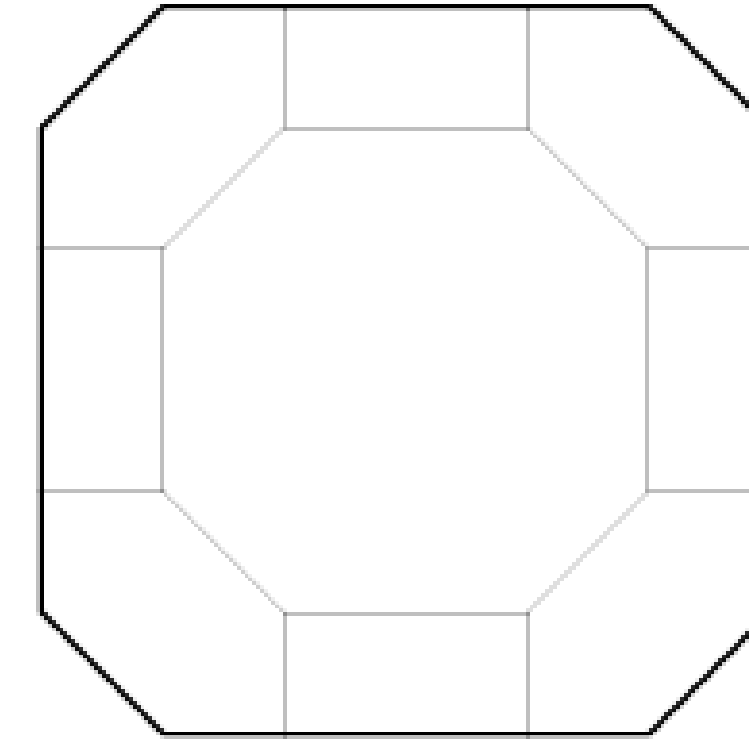
4



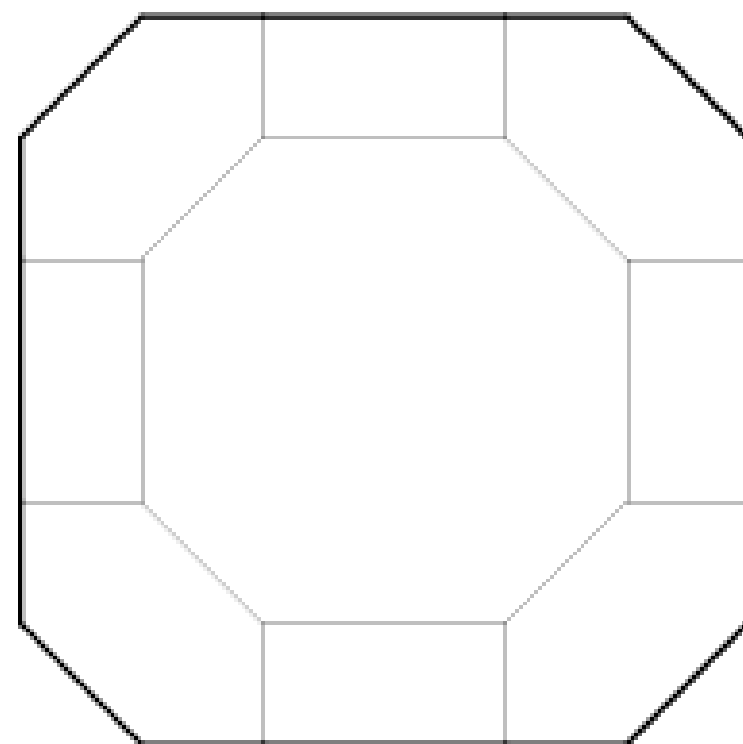
Cuboctaedro Truncado



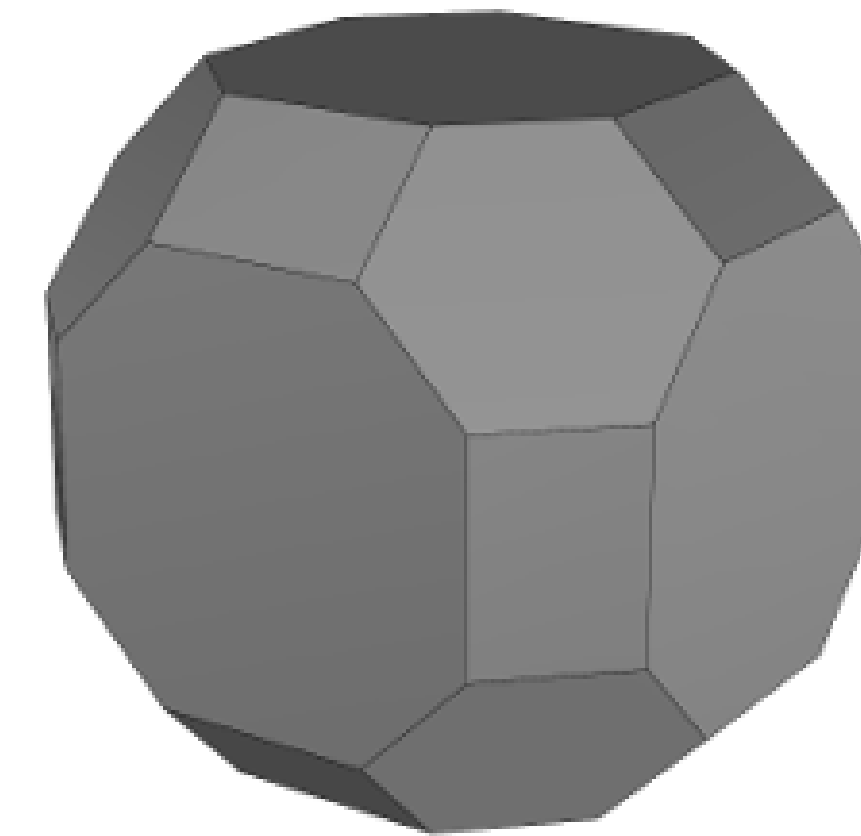
Planta de Cobertura 1:20



Alçado Frontal 1:20



Alçado Lateral 1:20



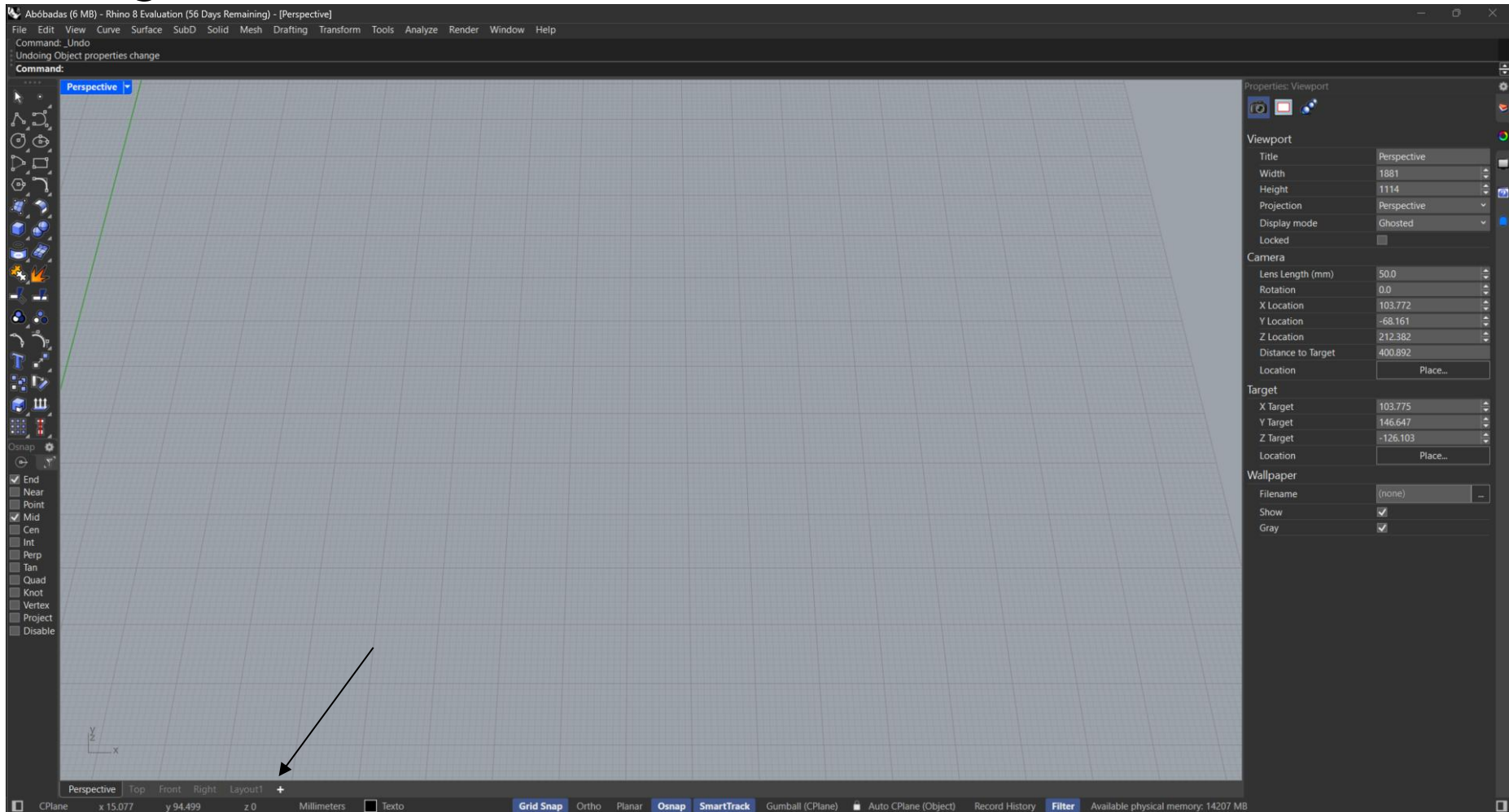
Perspectiva



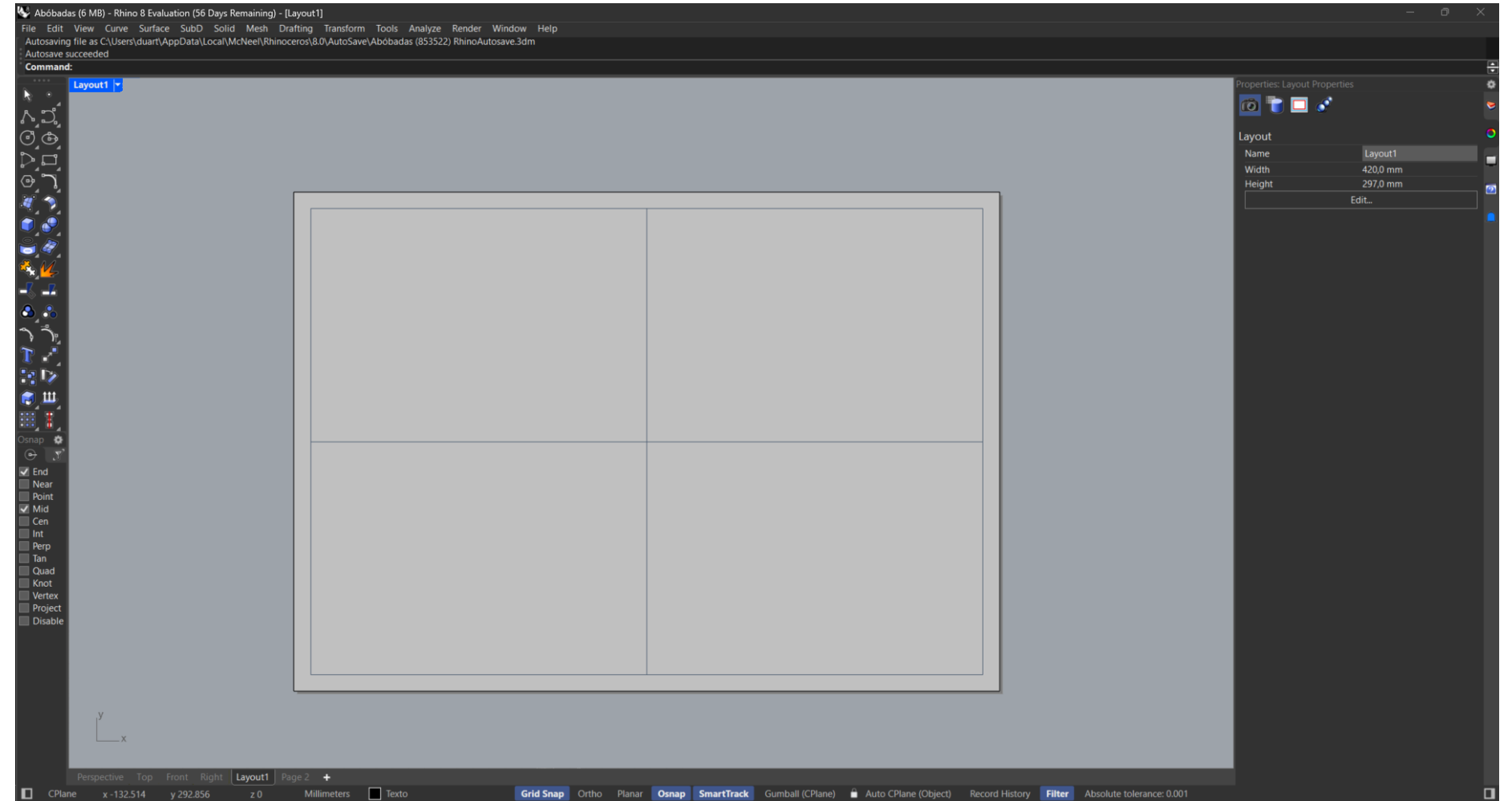
Aula 2 – Sólidos Truncados

Aula 4 – Layouts

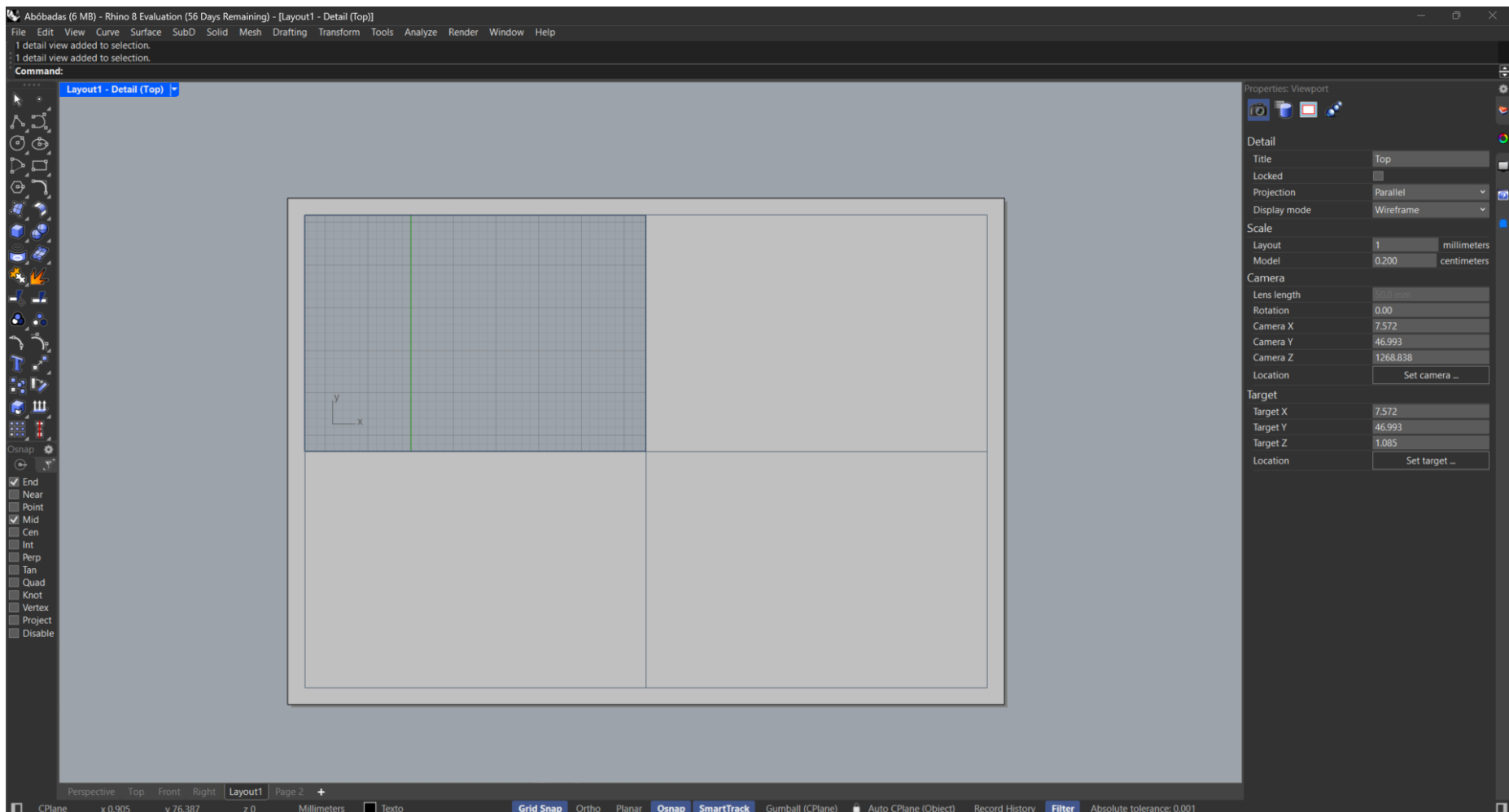
- Layouts



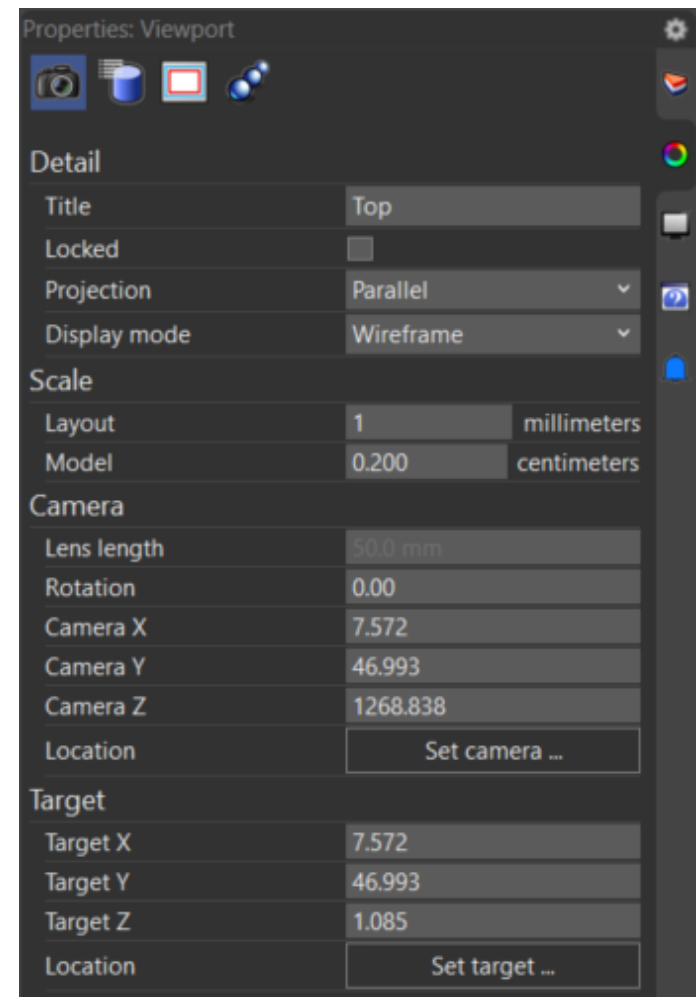
- Para criar os Layouts vamos à aba mais abaixo no Rhino e clicamos no “+” e em “New Layout”



- Ao clicar em “New Layout” aparece esta tela com os viewports para colocarmos como queremos



- Clicamos 2 vezes no retângulo do viewport para podermos mexer à nossa vontade no Rhino para mostrarmos o que queremos no layout



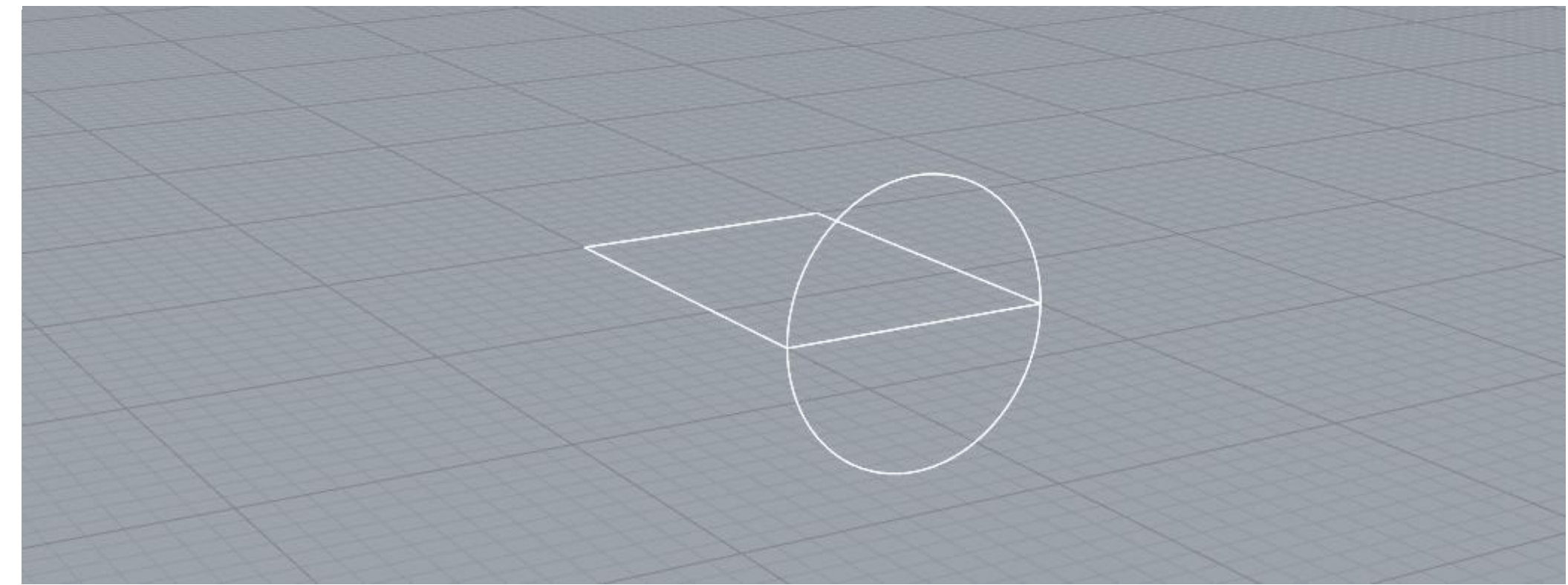
- Nesta Caixa na parte superior direita podemos mexer com a escala e outras opção para fazermos os layouts

Aula 5 – Abóbadas / Lunetas

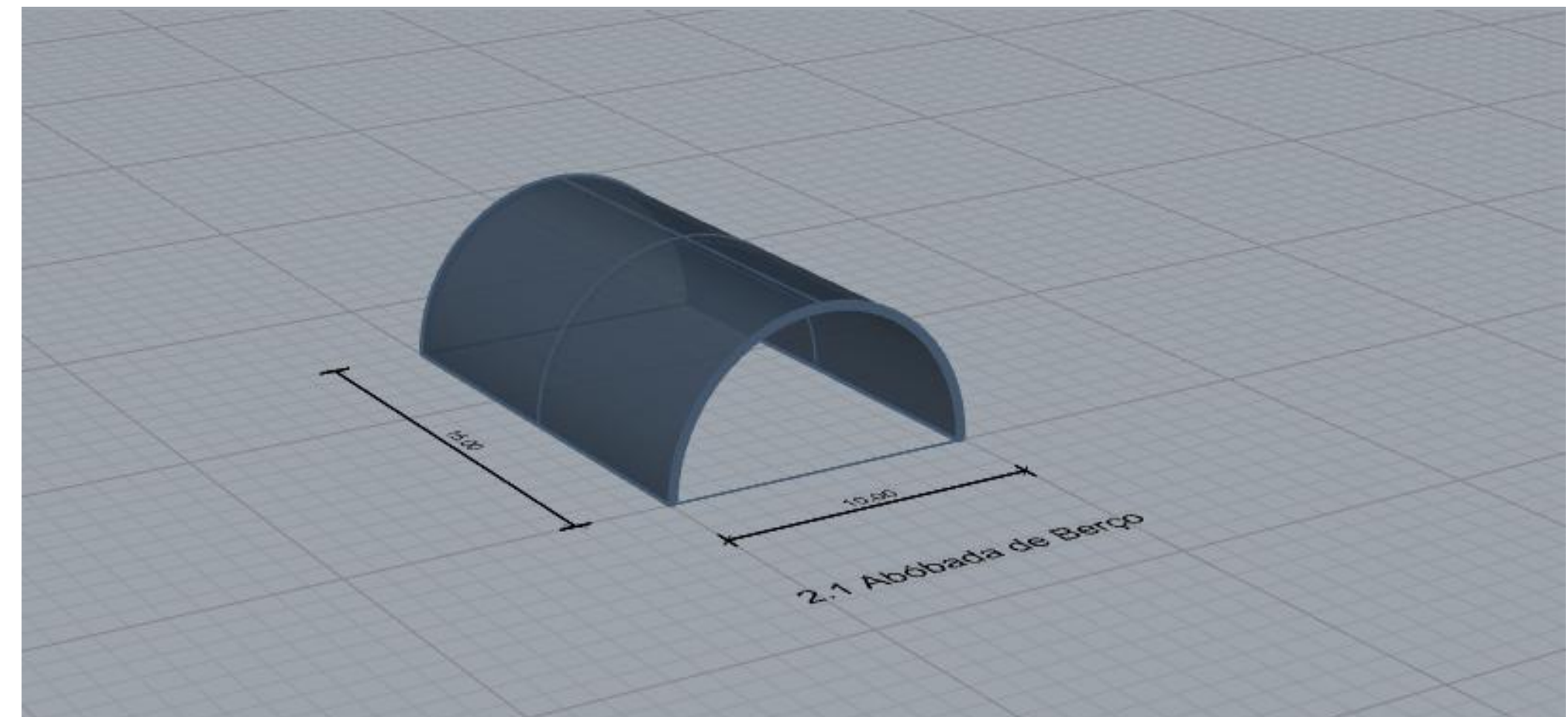
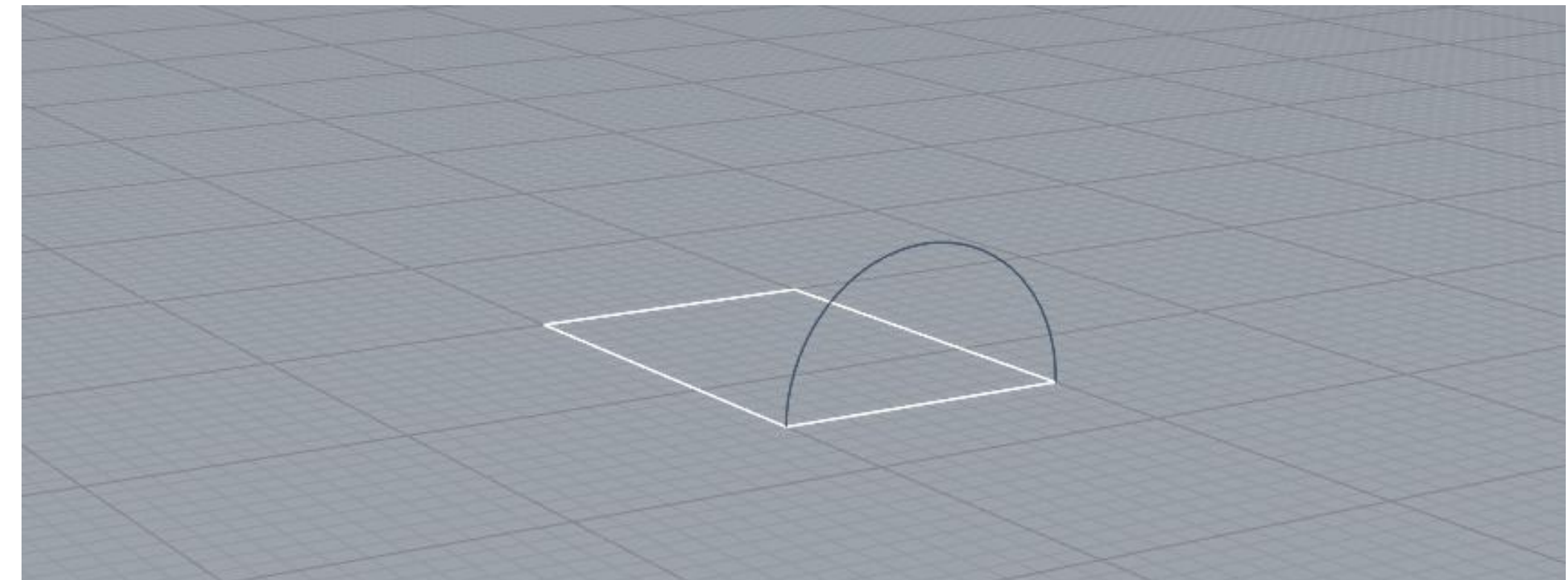
• 2.1 Abóbada de Berço

- Começamos por criar um retângulo de 10 x 15 cm
- De seguida, fazemos uma circunferência no ponto médio do lado de 10 cm
- Depois, aplicamos o comando Trim na circunferência e no retângulo
- Assim, obtemos a forma de um arco
- Por fim, utilizamos o comando ExtrudeCrv para extrudir a forma
- E obtemos a abóbada 3D

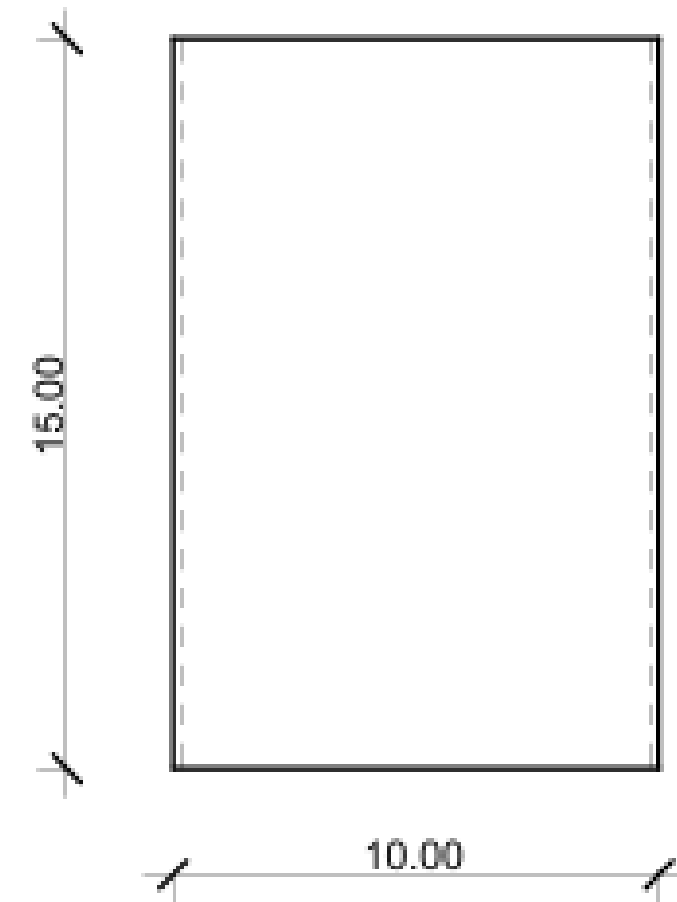
1



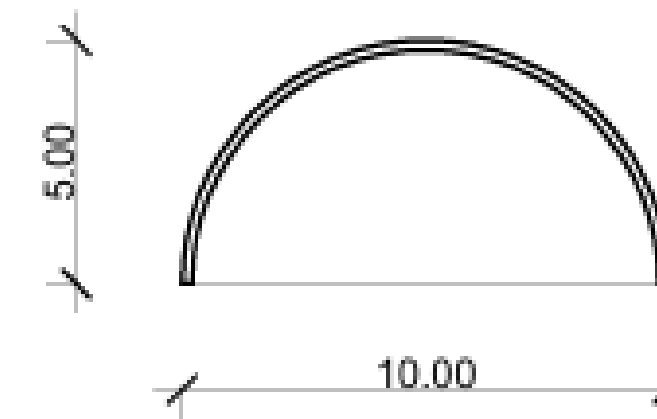
3



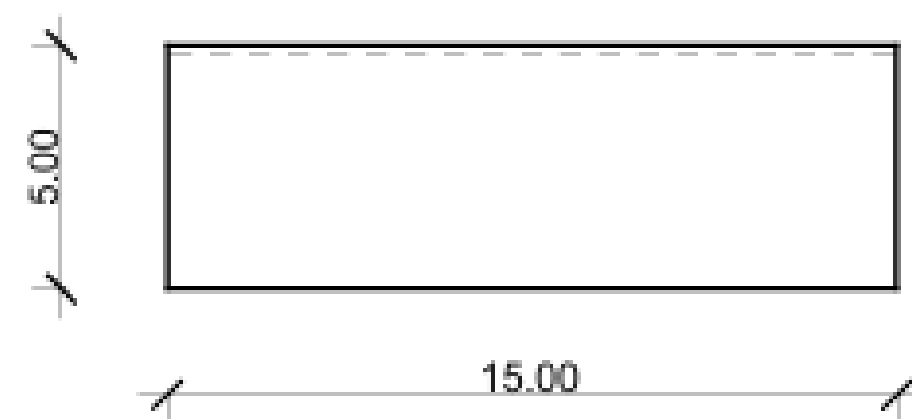
Abóbada de Berço



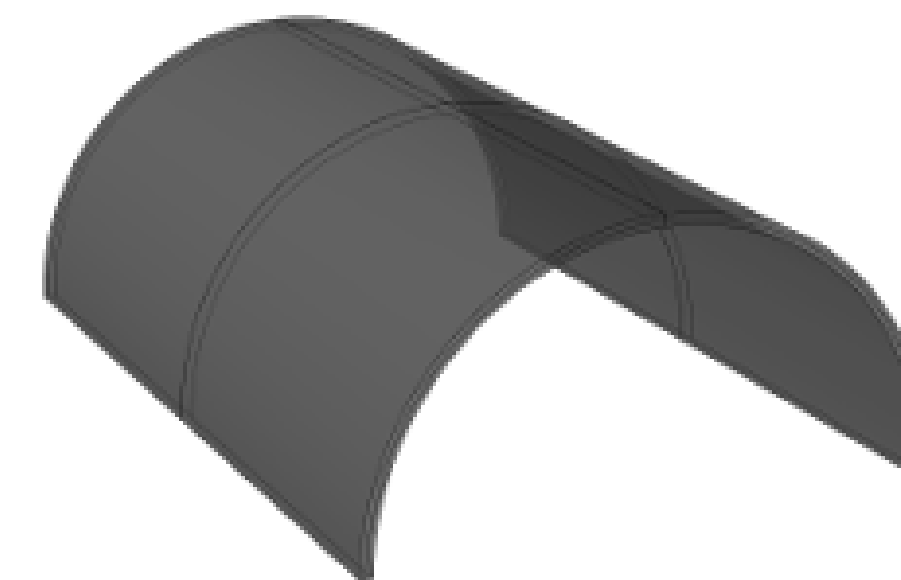
Planta de Cobertura Esc.1:2



Alçado Frontal Esc.1:2



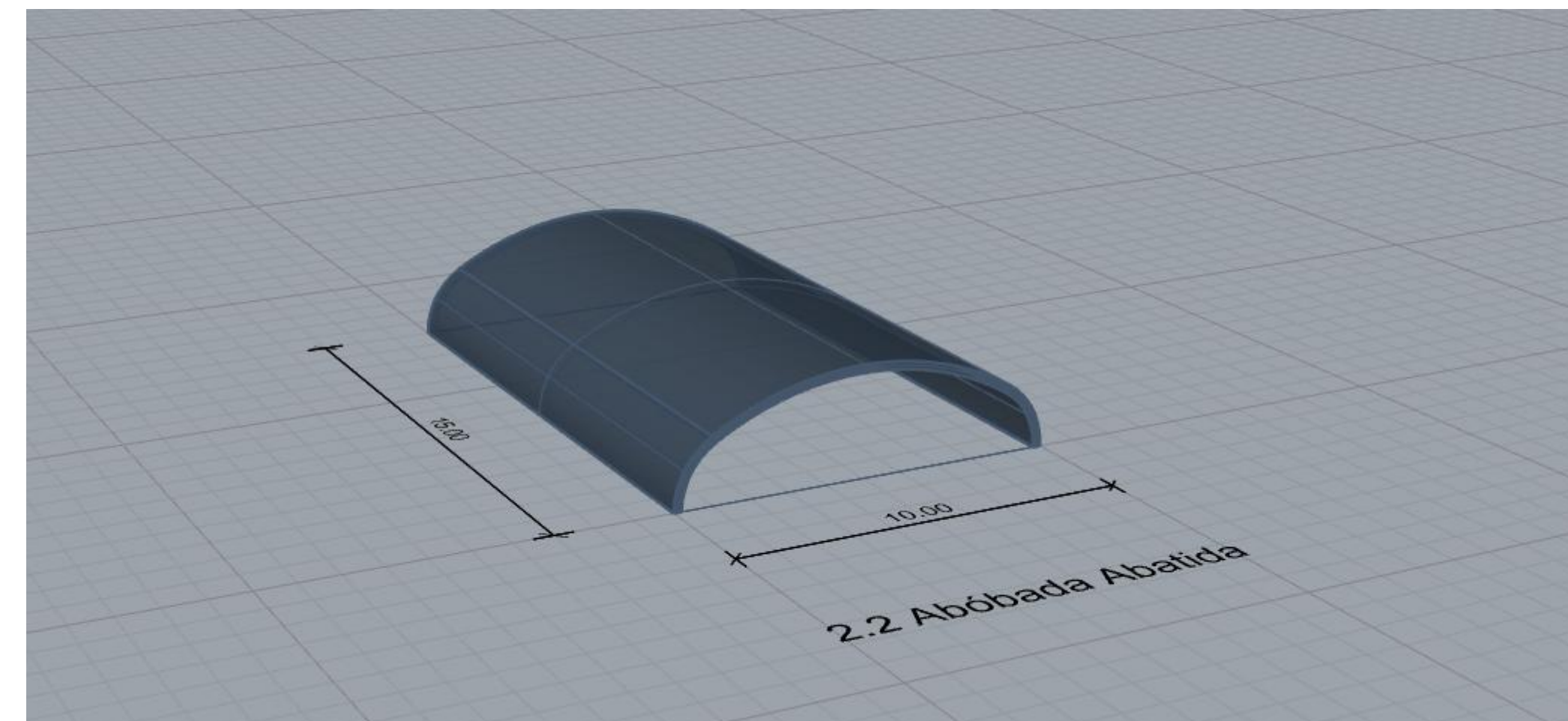
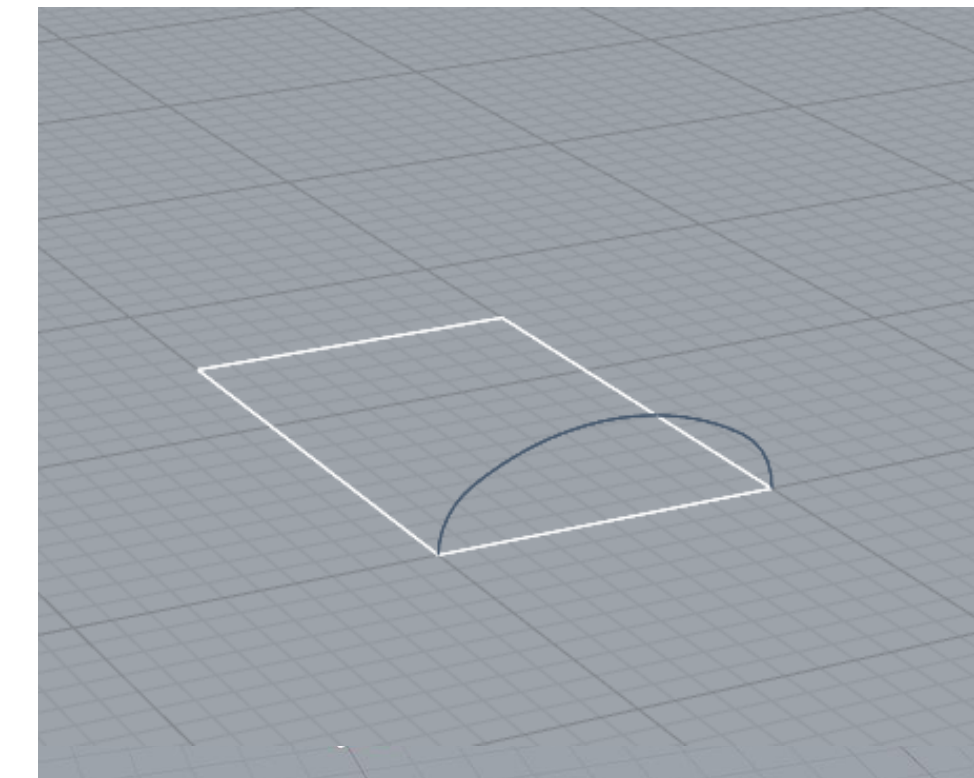
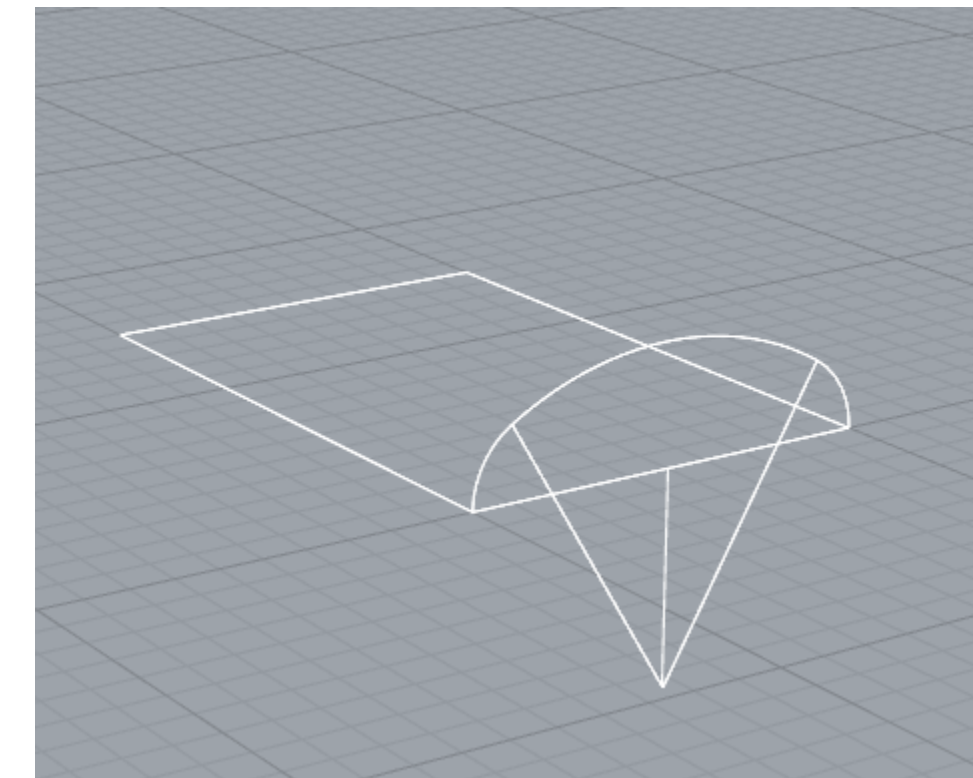
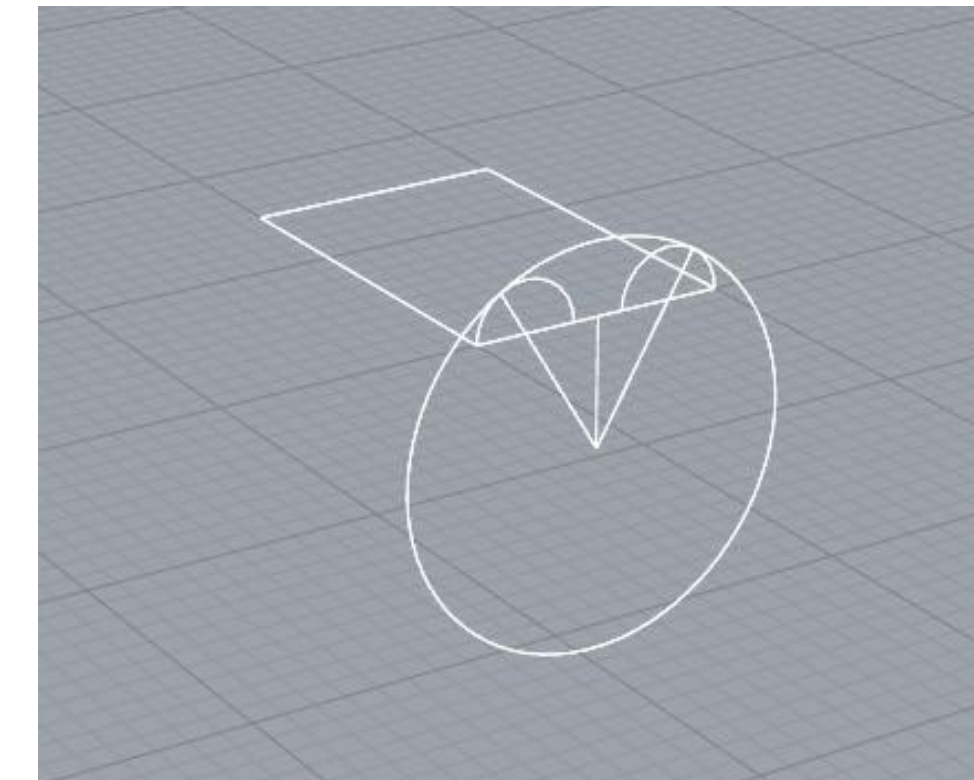
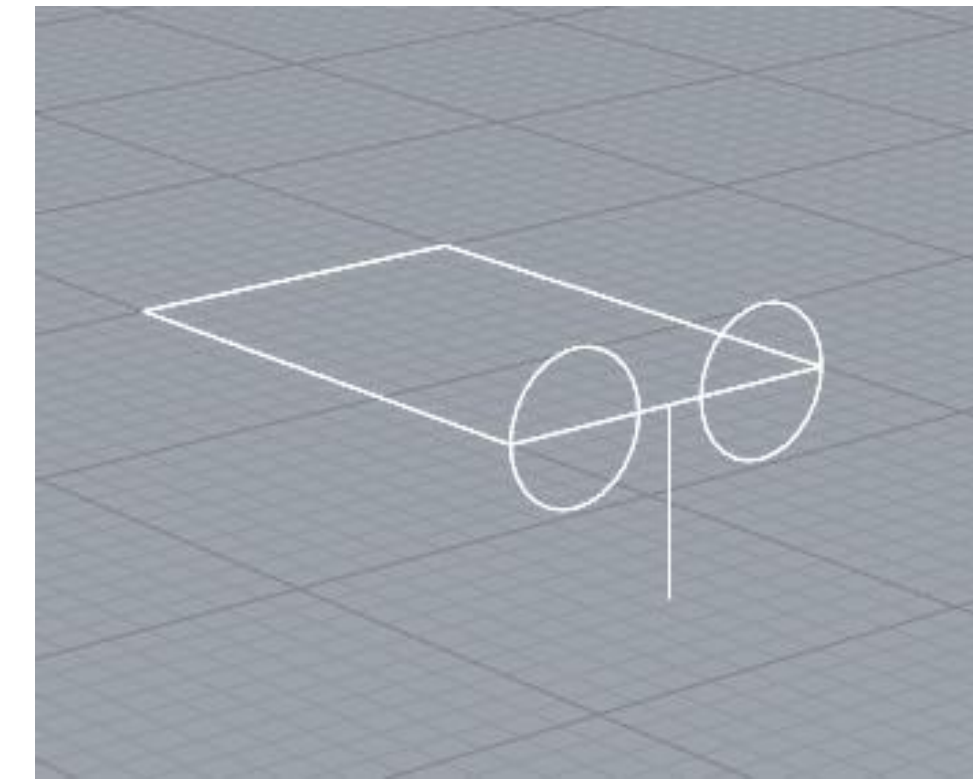
Alçado Lateral Esc.1:2



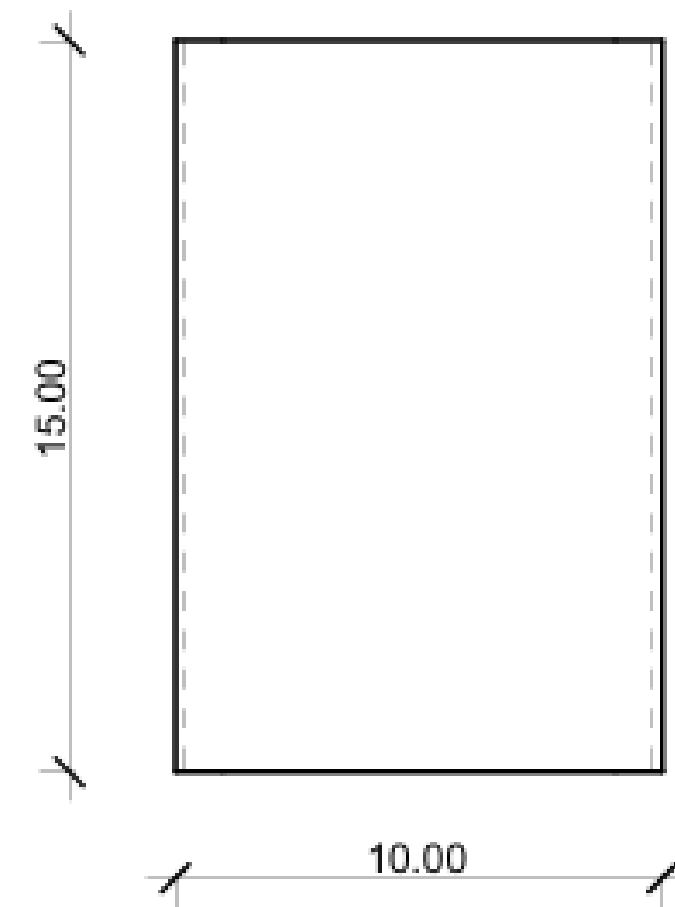
Perspectiva

• 2.2 Abóbada Abatida

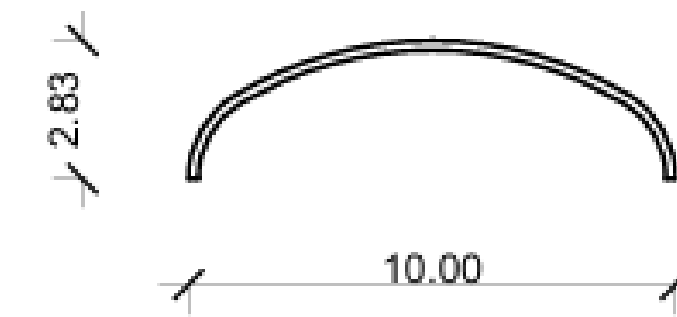
- Começamos por usar um retângulo de 10 x 15 cm
- De seguida, desenhamos duas circunferências a 2 cm de cada vértice do retângulo
- Depois, traçamos uma linha vertical de 5 cm para baixo a partir do ponto médio de uma aresta
- Unimos o centro das circunferências ao vértice inferior dessa linha
- Aplicamos Extend às linhas até encontrarem as circunferências
- Criamos uma circunferência vertical desde o final da linha até aos pontos de interseção
- Utilizamos Trim para remover as partes que não pertencem, formando o arco
- Por fim, aplicamos ExtrudeCrv para obter a abóbada 3D



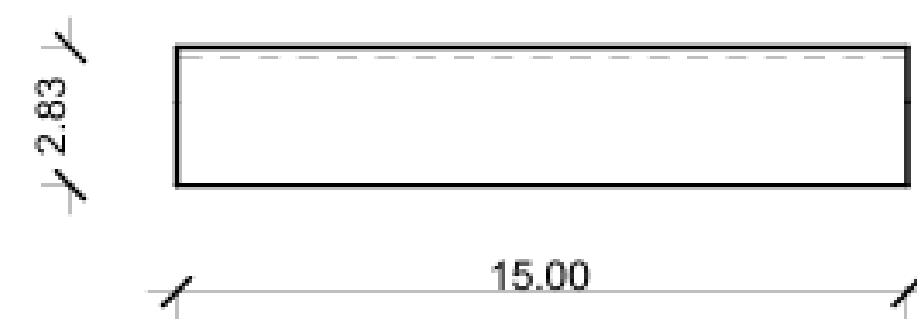
Abóbada Abatida



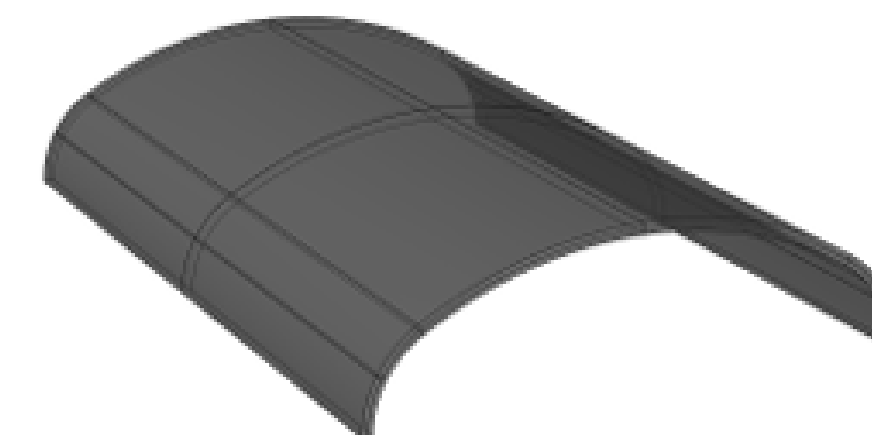
Planta de Cobertura Esc.1:2



Alçado Frontal Esc.1:2



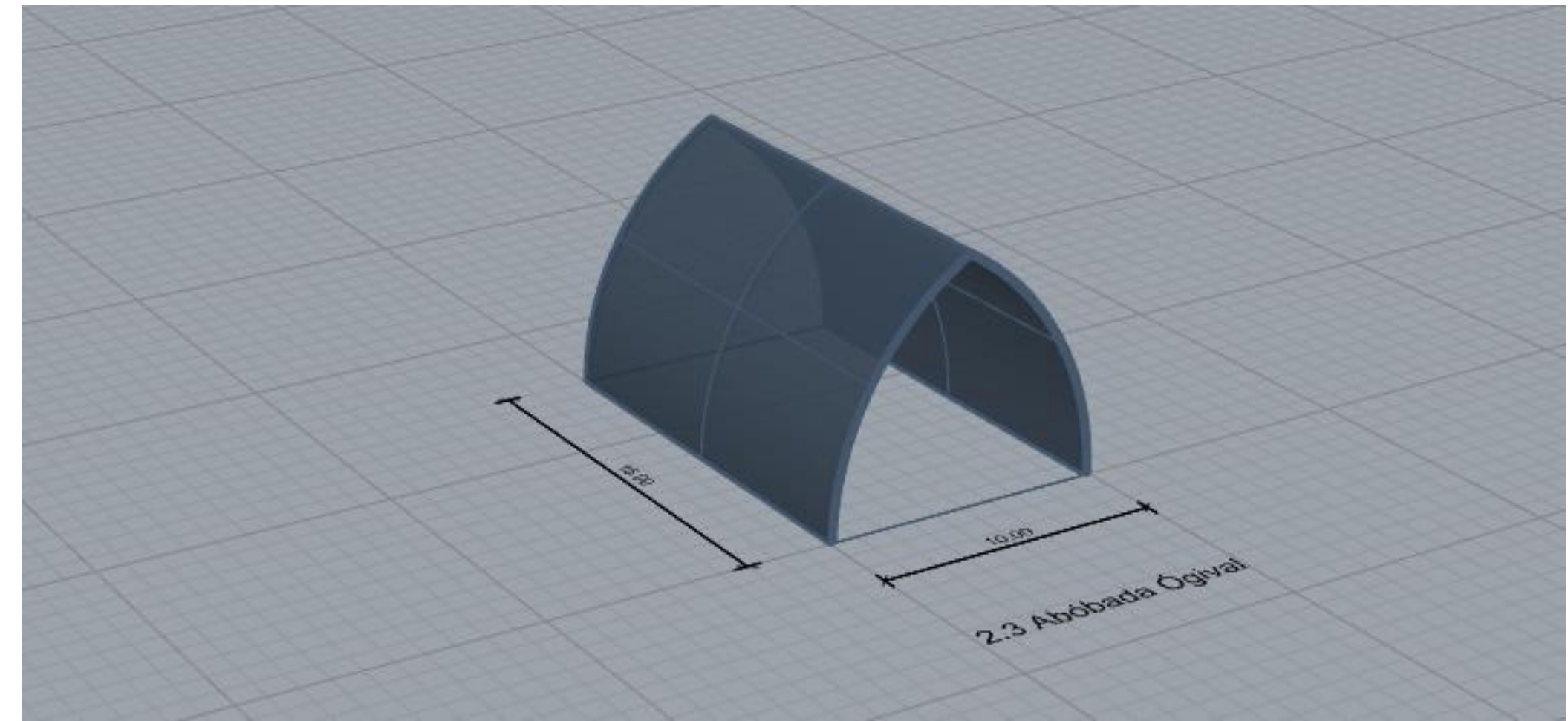
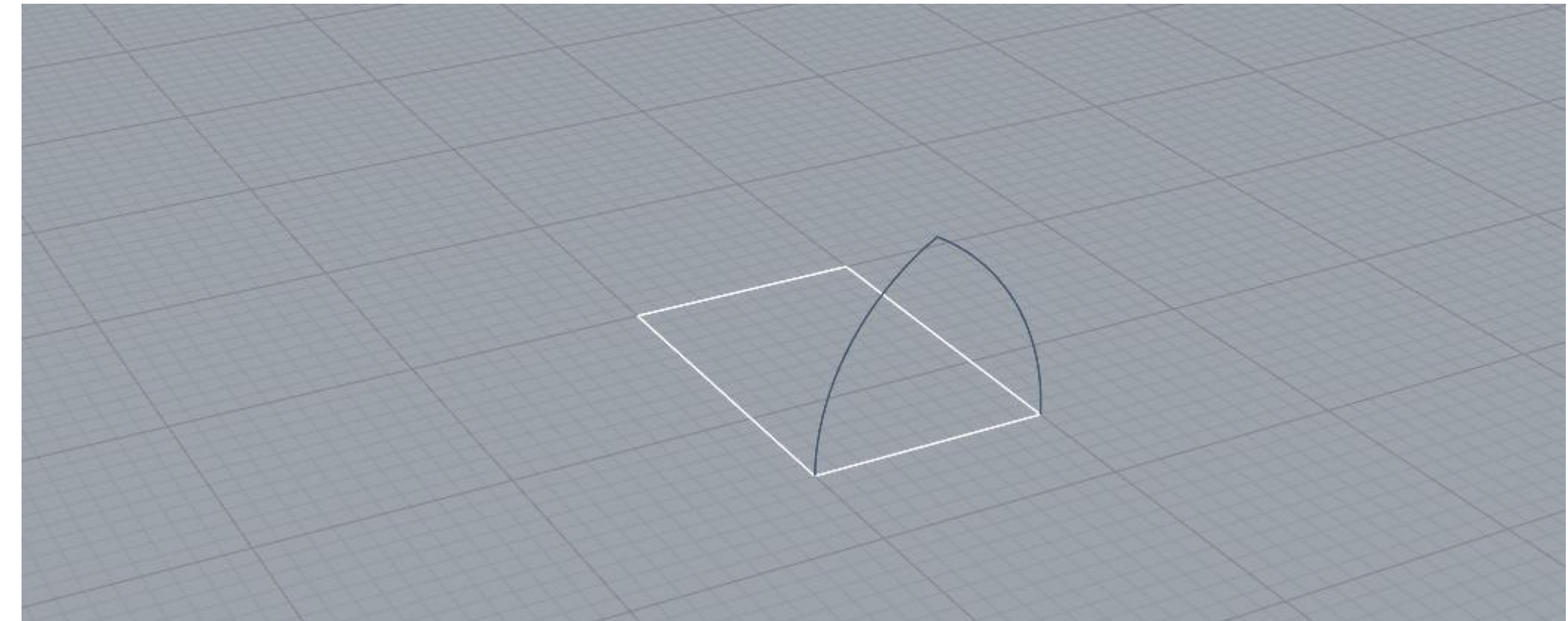
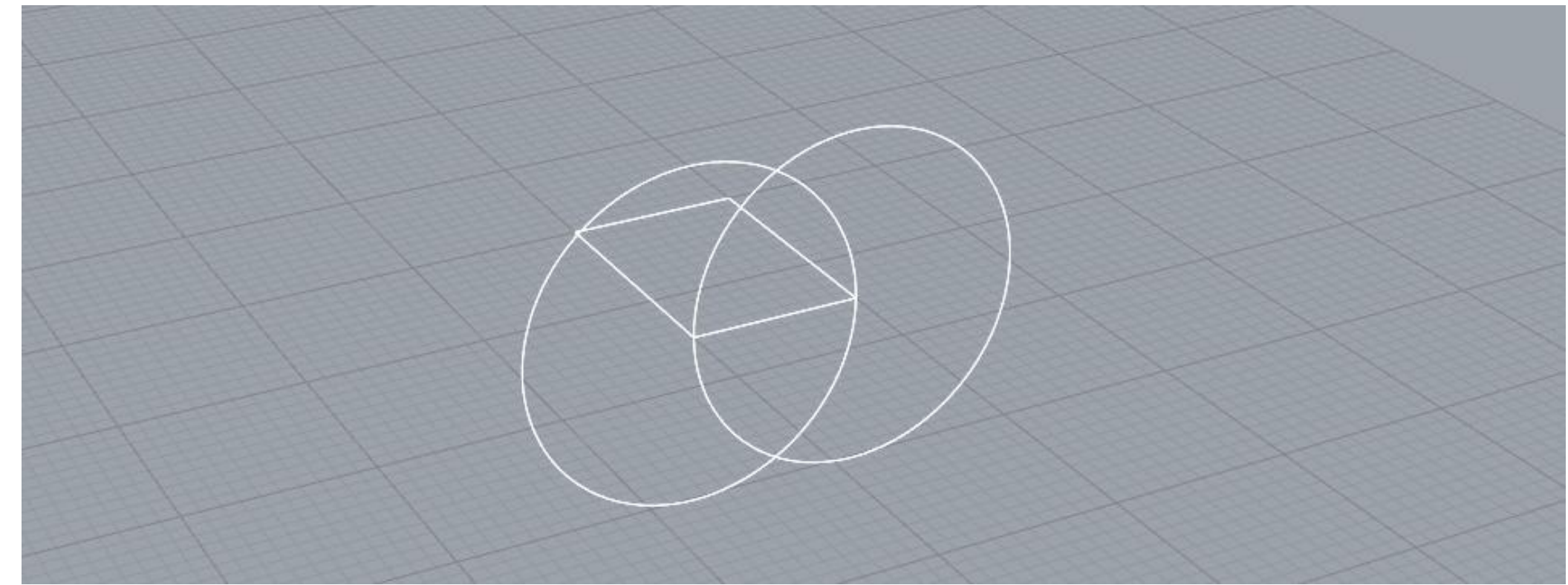
Alçado Lateral Esc.1:2



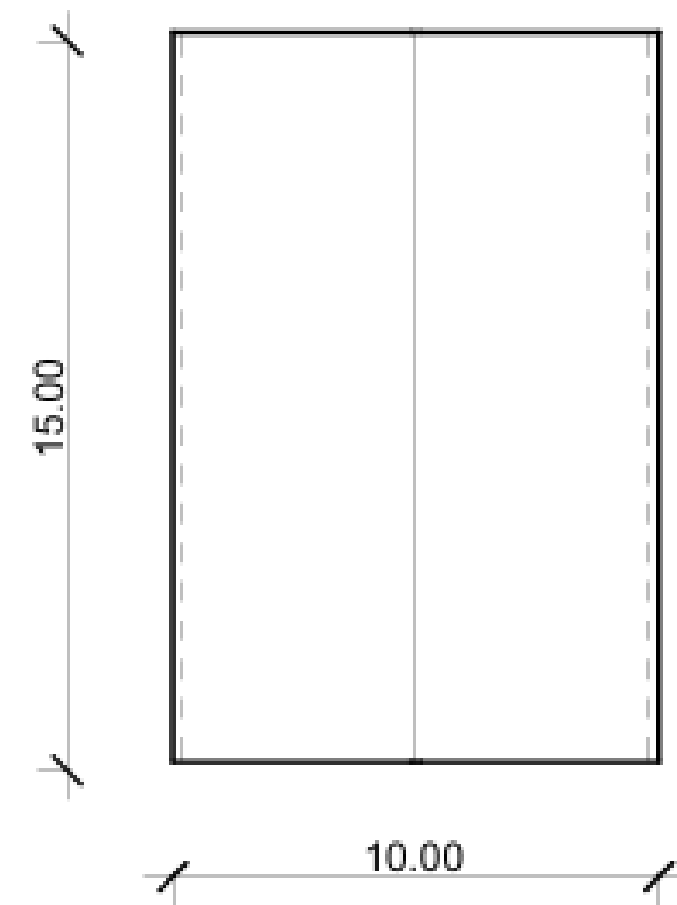
Perspectiva

• 2.3 Abóbada Ógival

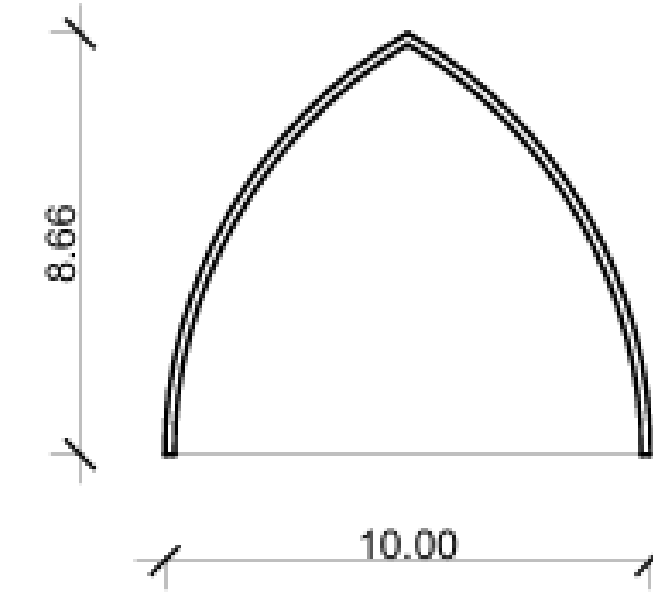
- Começamos por usar um retângulo de 10 x 15 cm
- De seguida, fazemos duas circunferências com centro em cada vértice, passando pelo vértice oposto
- Depois, aplicamos o comando Trim para remover as partes desnecessárias
- Assim, obtemos o arco central que une os dois vértices
- Por fim, utilizamos ExtrudeCrv para criar a forma
- E obtemos a abóbada 3D



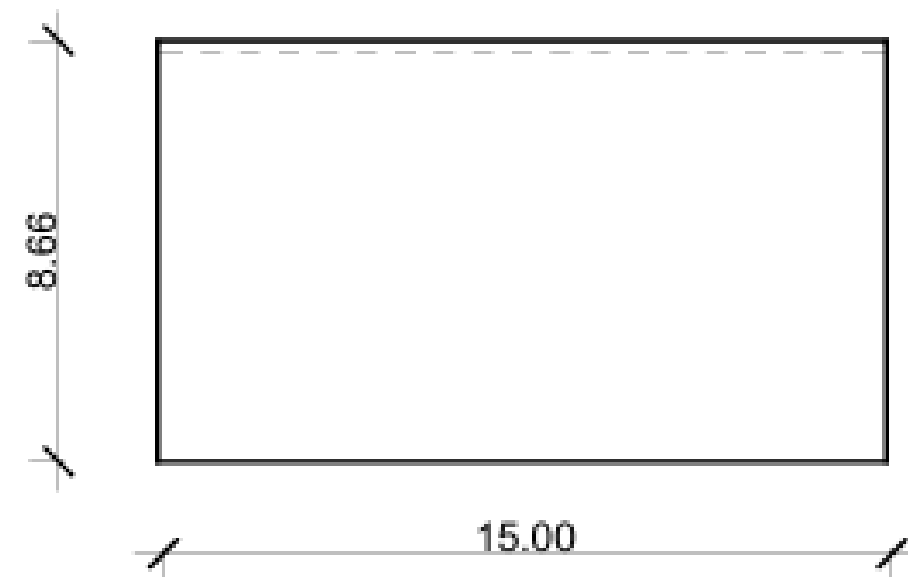
Abóbada Ogival



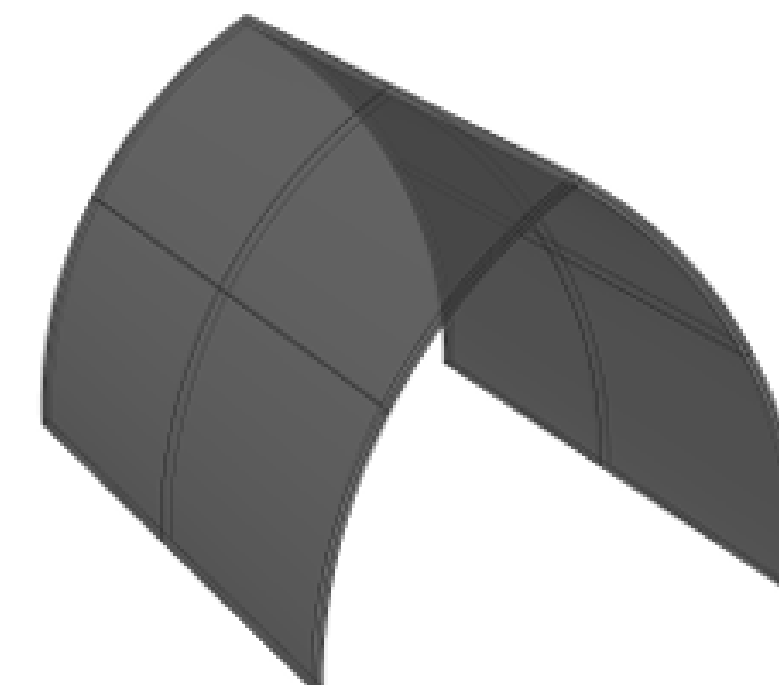
Planta de Cobertura Esc.1:2



Alçado Frontal Esc.1:2



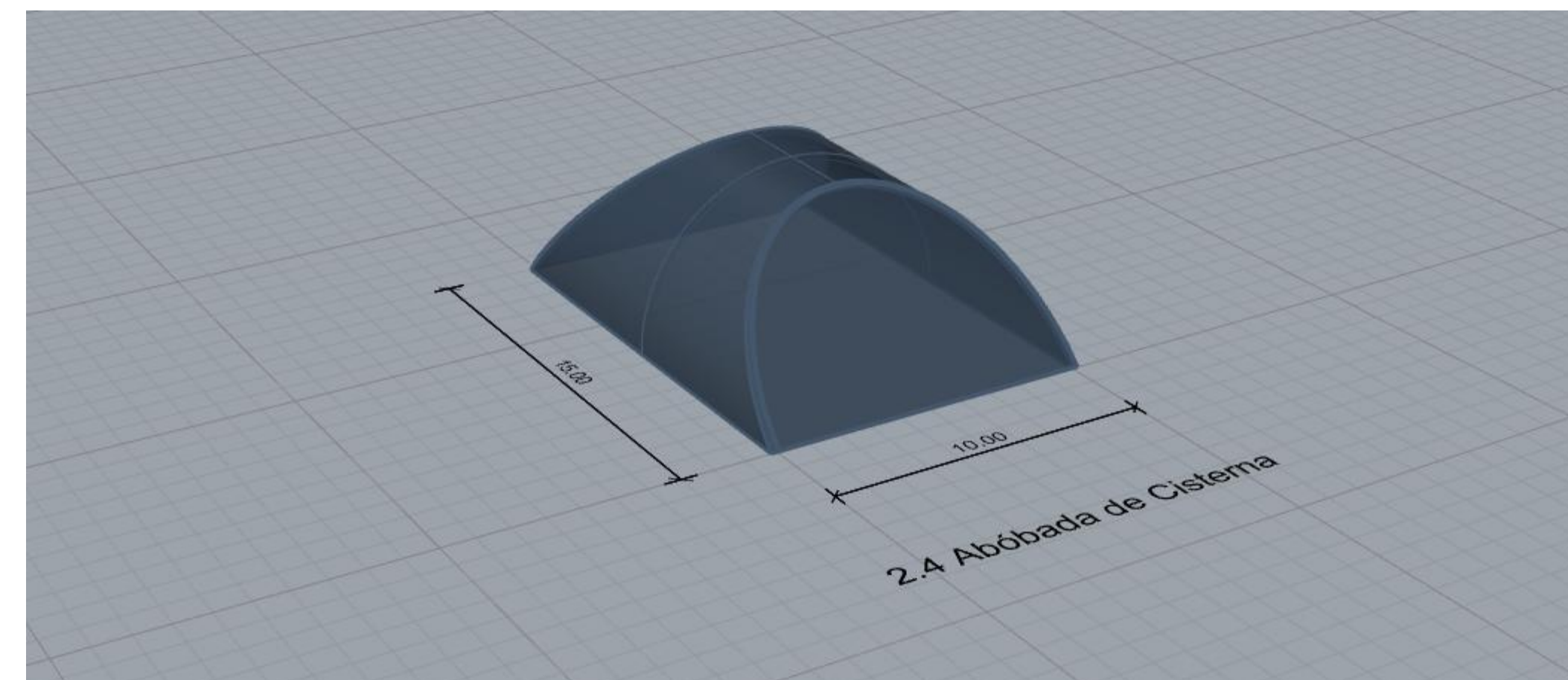
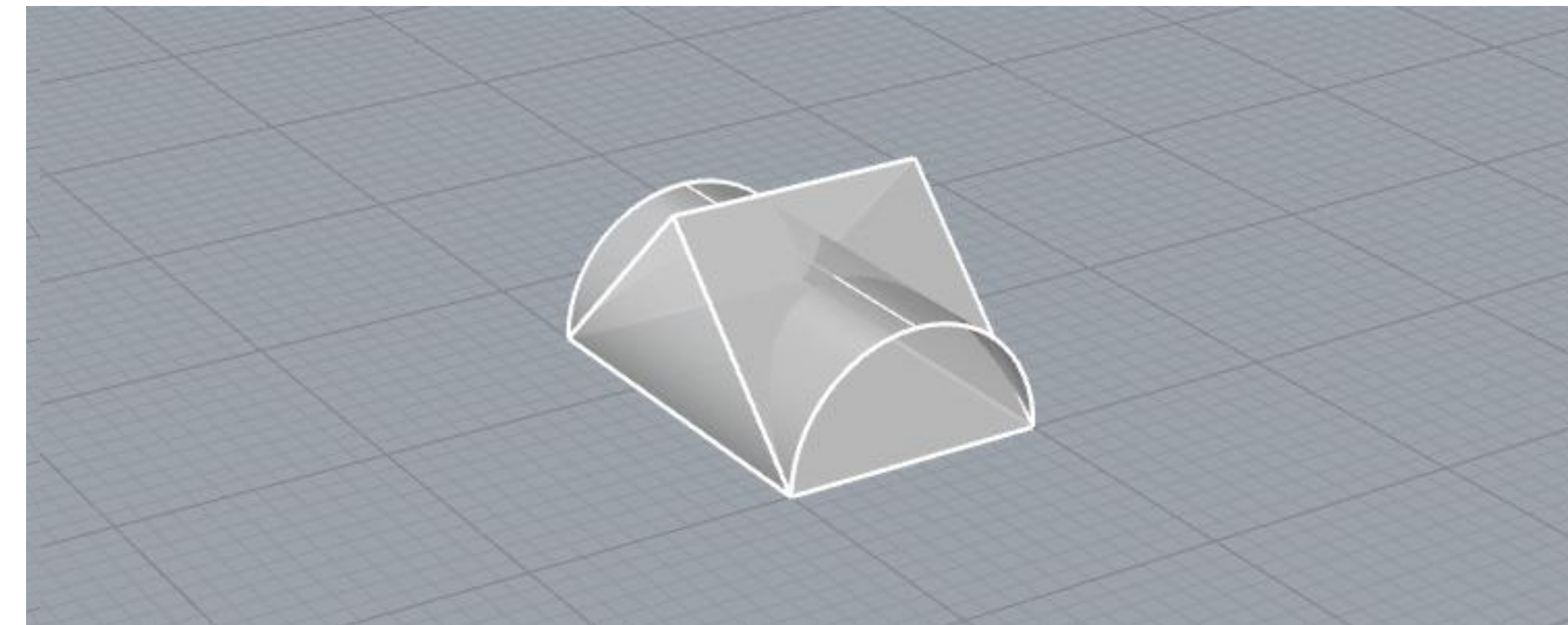
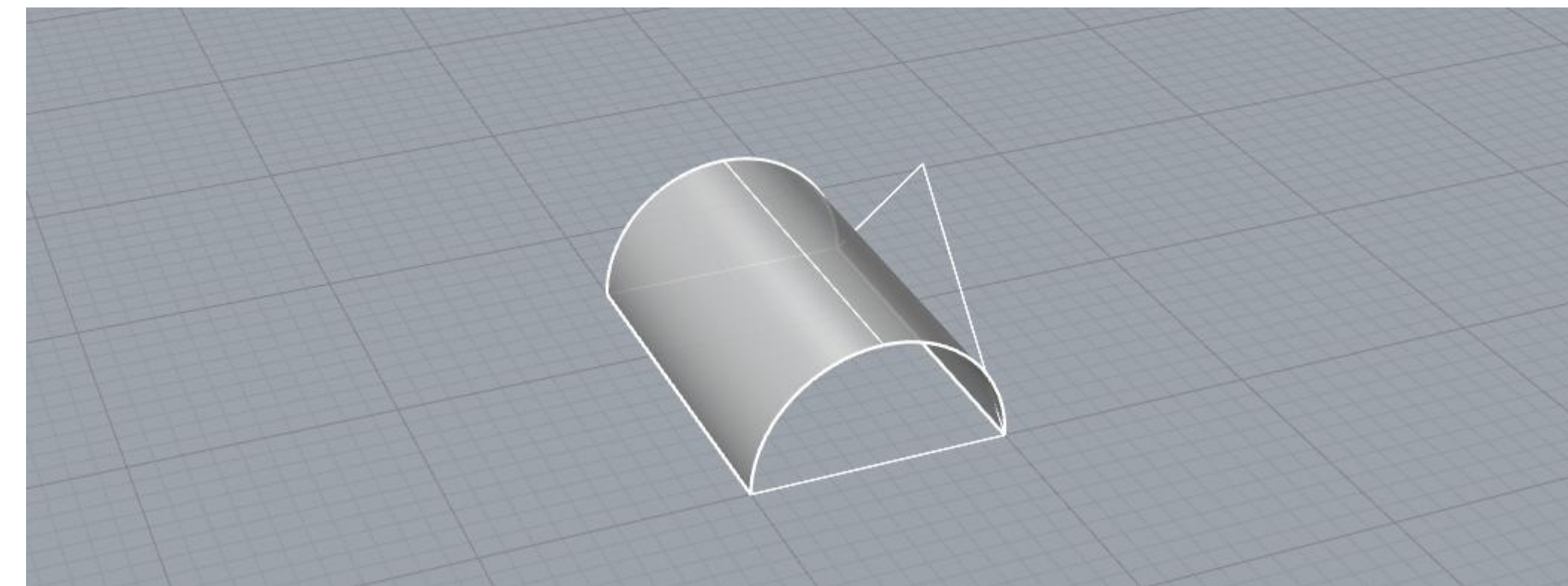
Alçado Lateral Esc.1:2



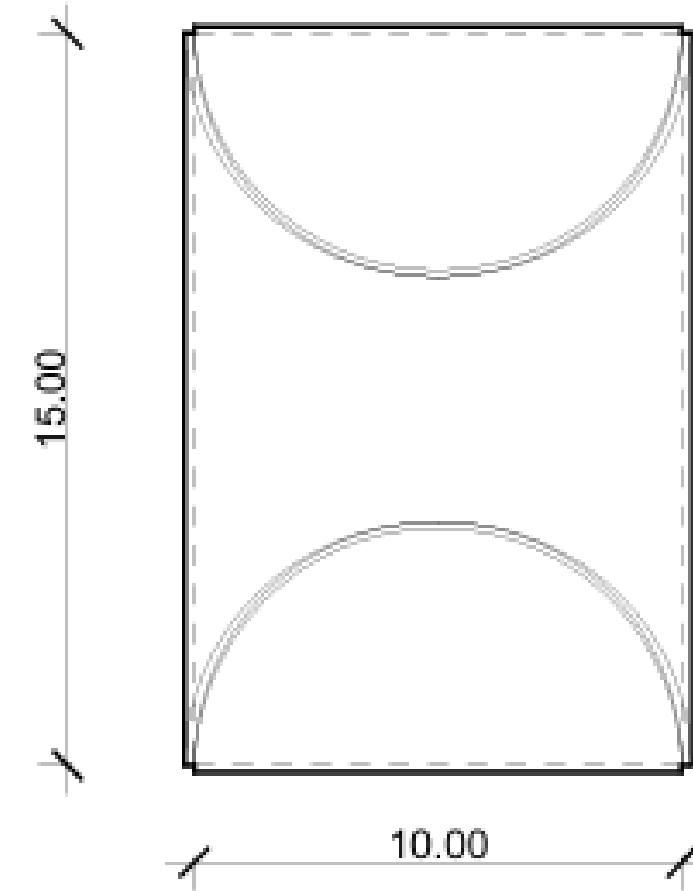
Perspectiva

• 2.4 Abóbada de Cisterna

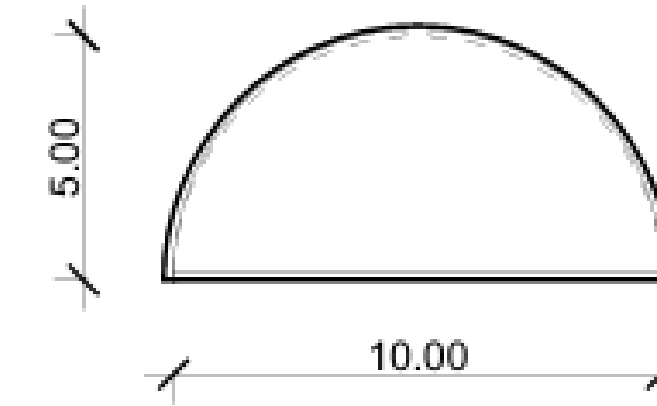
- Utilizar uma abóbada de berço como forma inicial para a construção
- A partir dessa abóbada, desenhar linhas verticais nos vértices do retângulo, com 10 cm e inclinação de 45° em ambas as direções: (@10<90<45) e (@10<-90<45)
- Aplicar o comando Fillet para ligar essas duas linhas, criando uma curva de transição entre elas
- Utilizar ExtrudeCrv, escolhendo a opção Direction e indicando o eixo pretendido, de modo a gerar planos a partir dessas linhas. Juntar os planos obtidos
- Executar o comando Intersection entre os planos criados e a abóbada
- Por fim, usar Trim para eliminar as partes desnecessárias da interseção entre os planos e a abóbada.



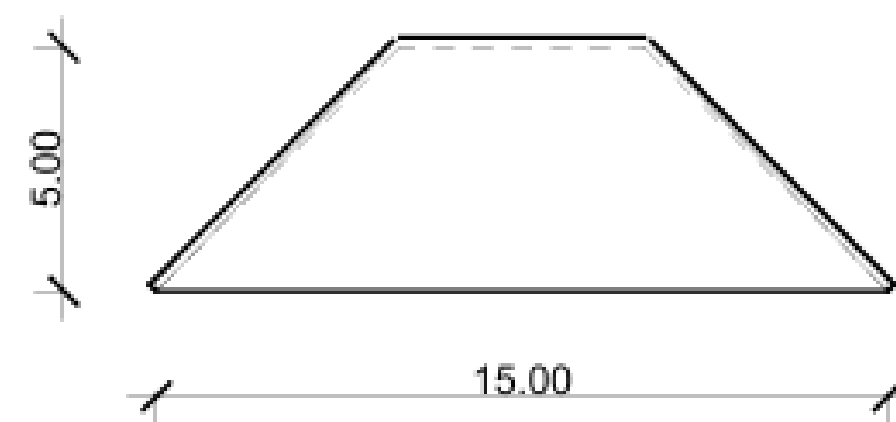
Abóbada de Cisterna



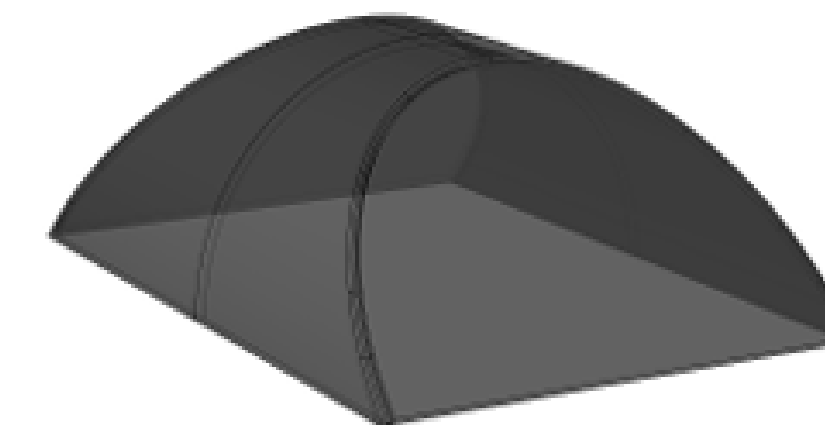
Planta de Cobertura Esc.1:2



Alçado Frontal Esc.1:2



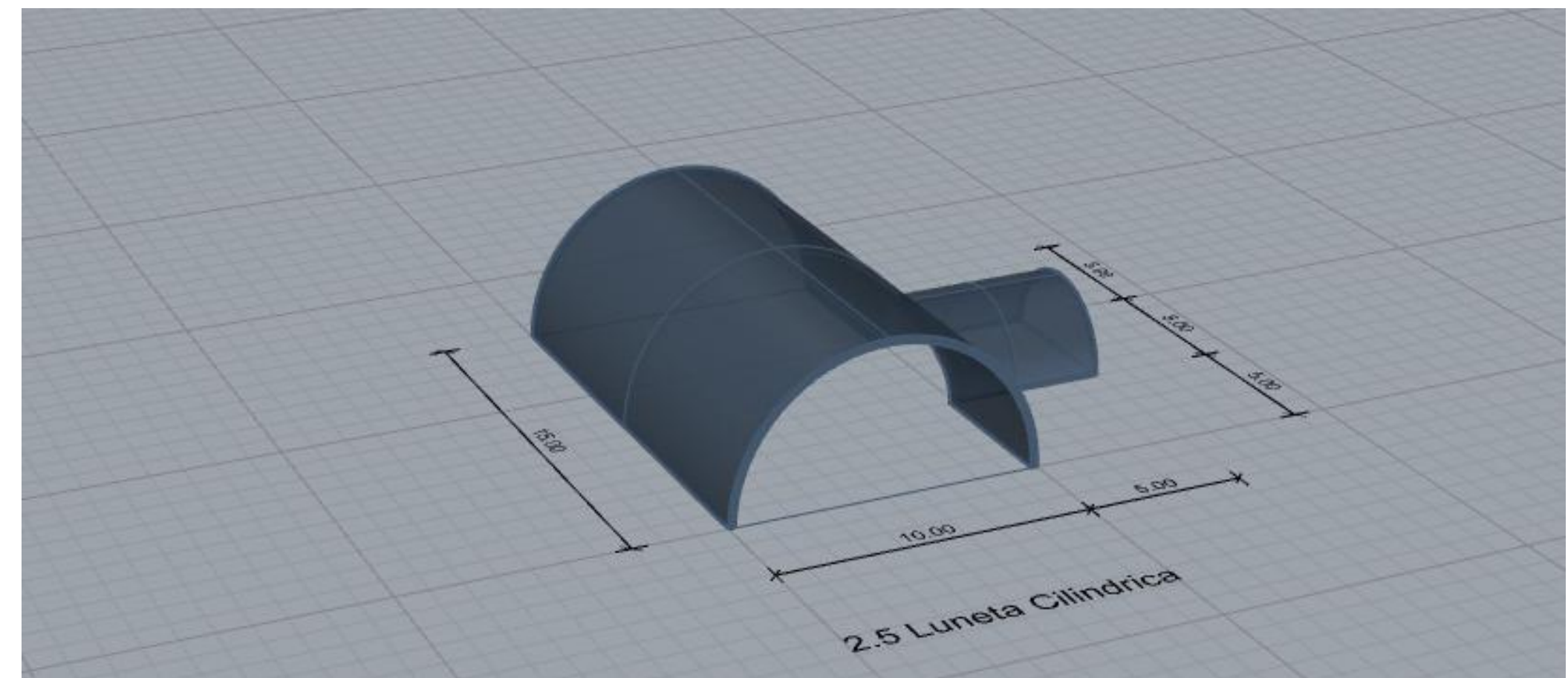
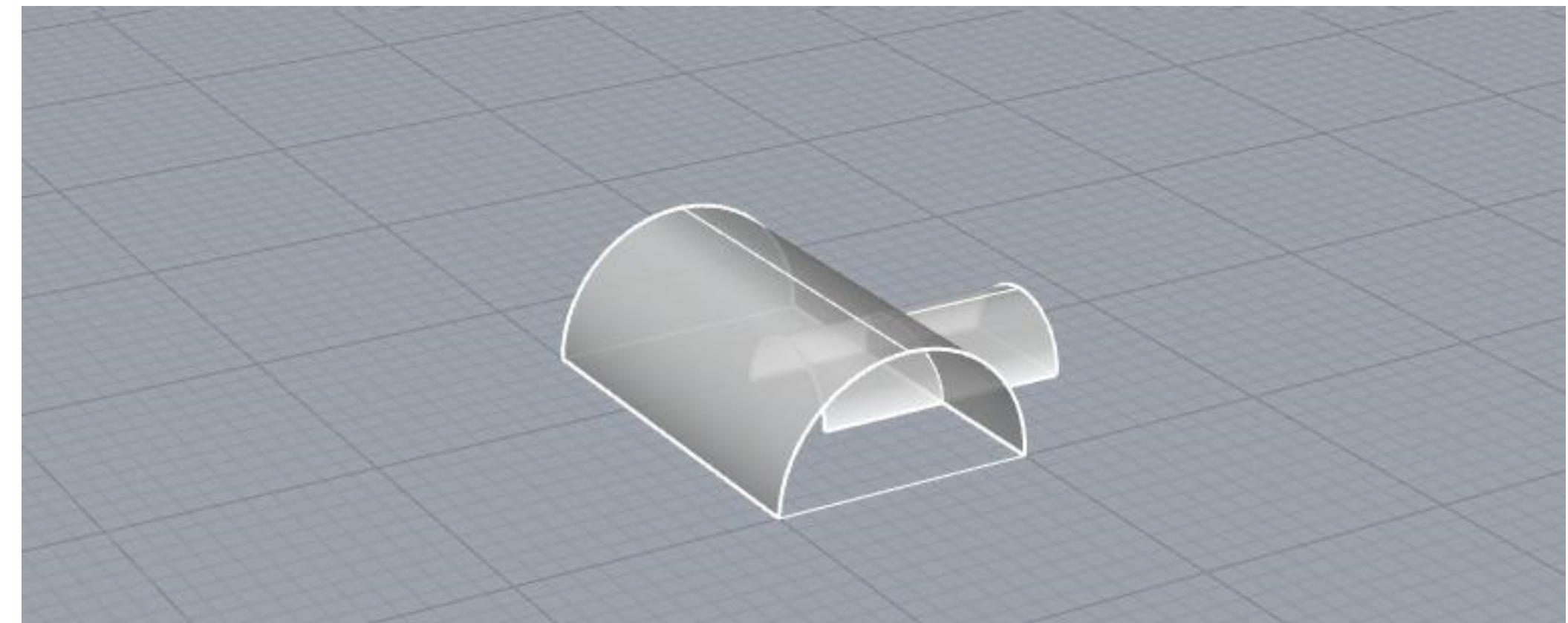
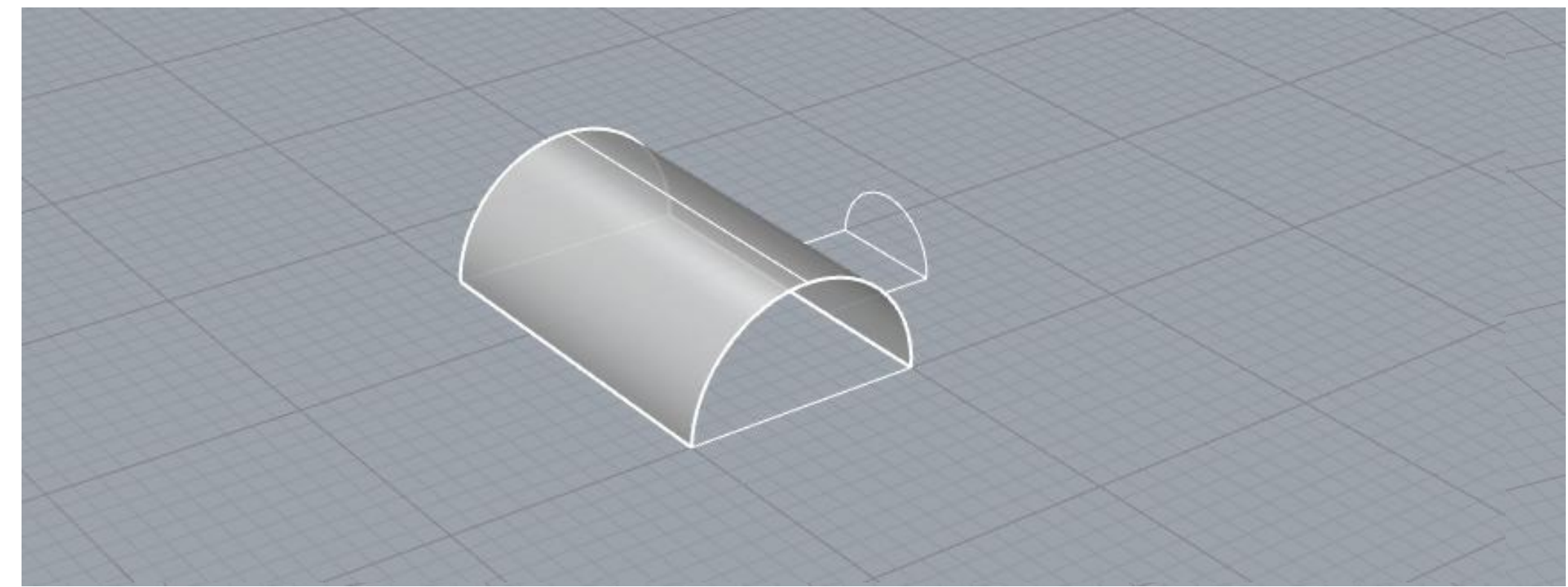
Alçado Lateral Esc.1:2



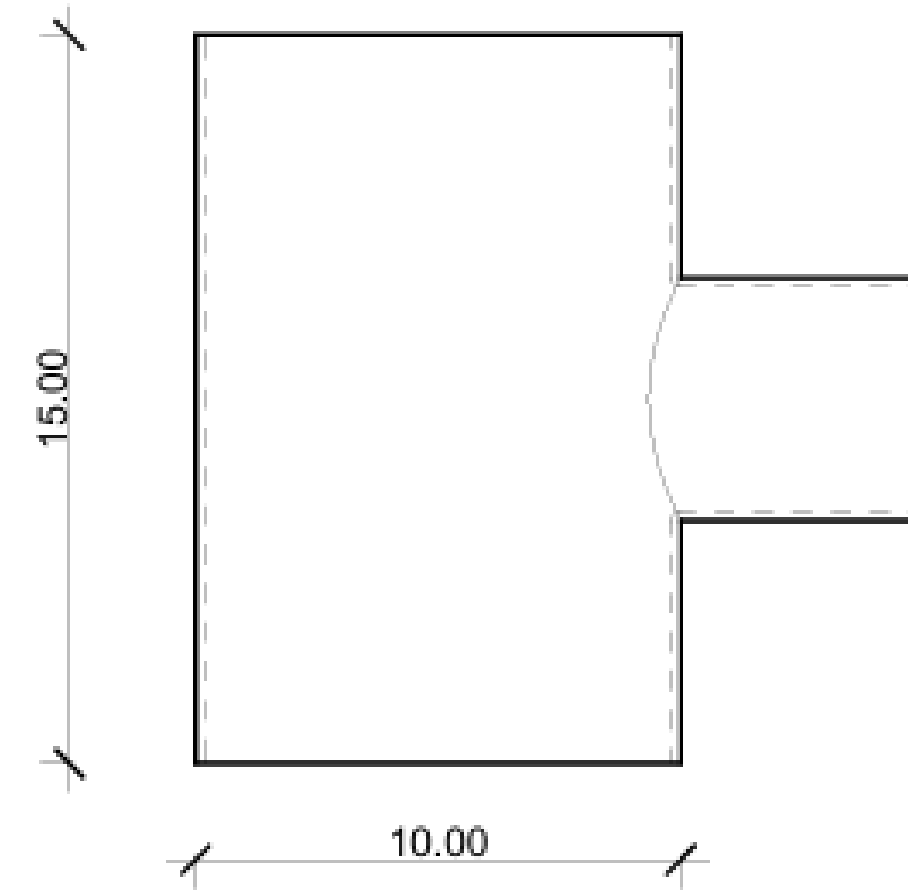
Perspectiva

• 2.5 Luneta Cilindrica

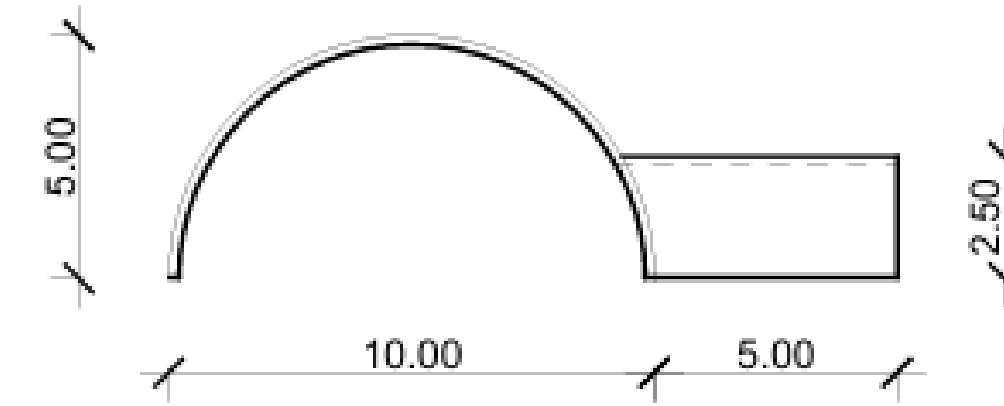
- Começar utilizando a abóbada de berço como base da construção
- Criar um quadrado de 5×5cm no centro da aresta direita do retângulo
- Desenhar um círculo vertical com centro no midpoint do lado paralelo à aresta da abóbada de berço
- Aplicar Trim para remover a metade inferior do círculo, ficando apenas com o arco
- Utilizar o comando Extrudecrv desse arco para dentro da abóbada de berço
- Fazer Intersect entre as duas abóbadas resultantes
- Por fim, utilizar Trim para eliminar a parte da abóbada menor que fica dentro da abóbada de berço.



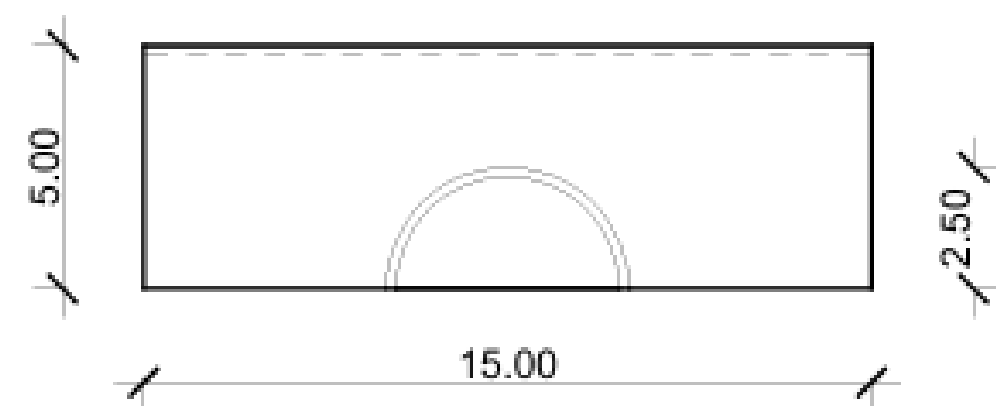
Luneta Cilindrica



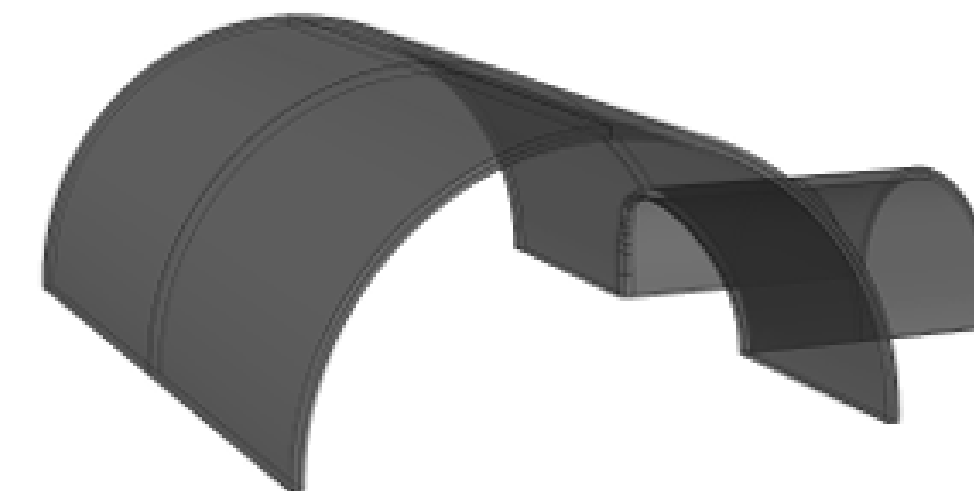
Planta de Cobertura Esc.1:2



Alçado Frontal Esc.1:2



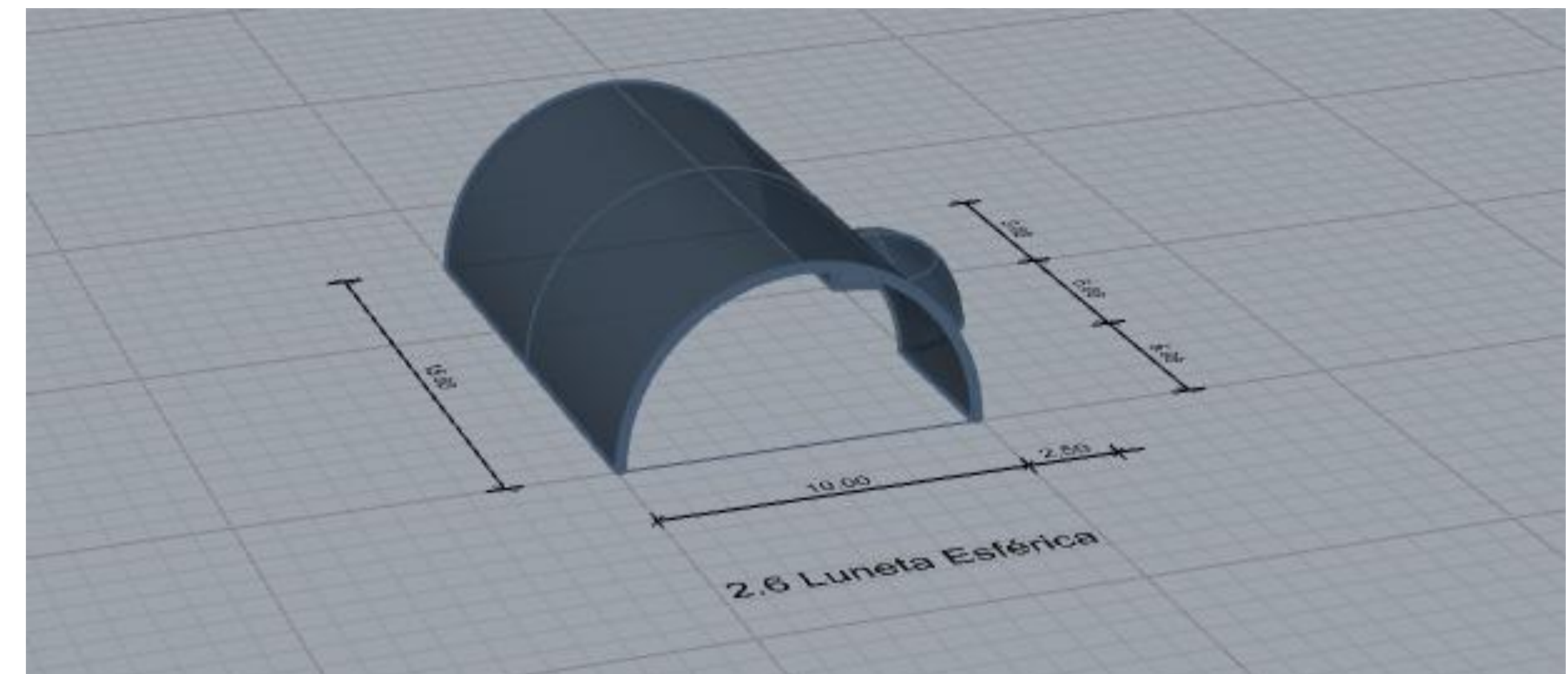
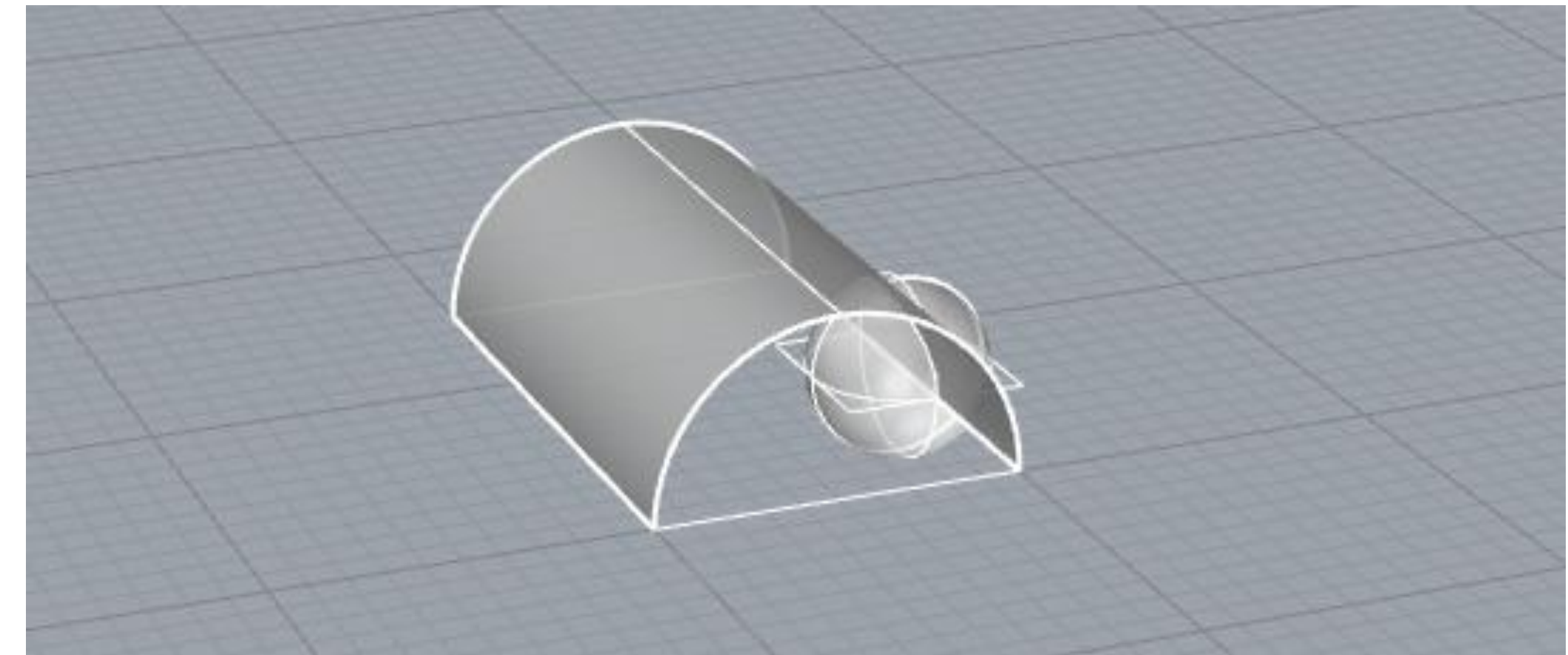
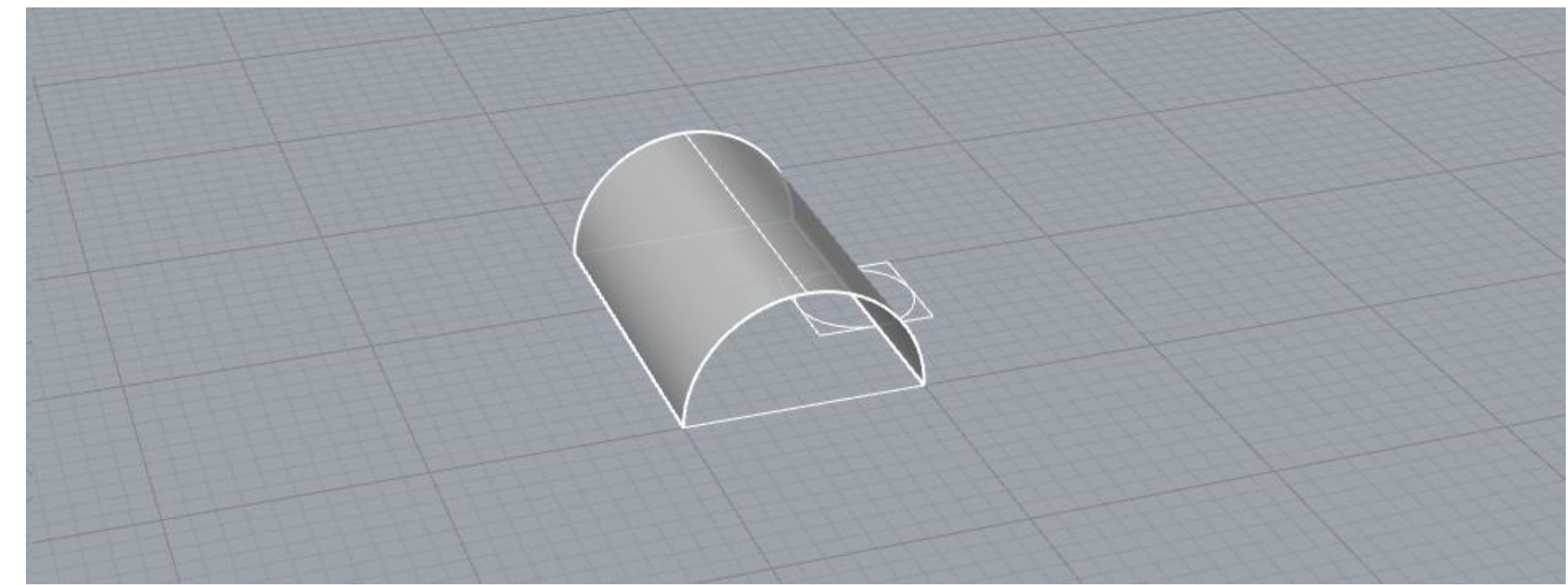
Alçado Lateral Esc.1:2



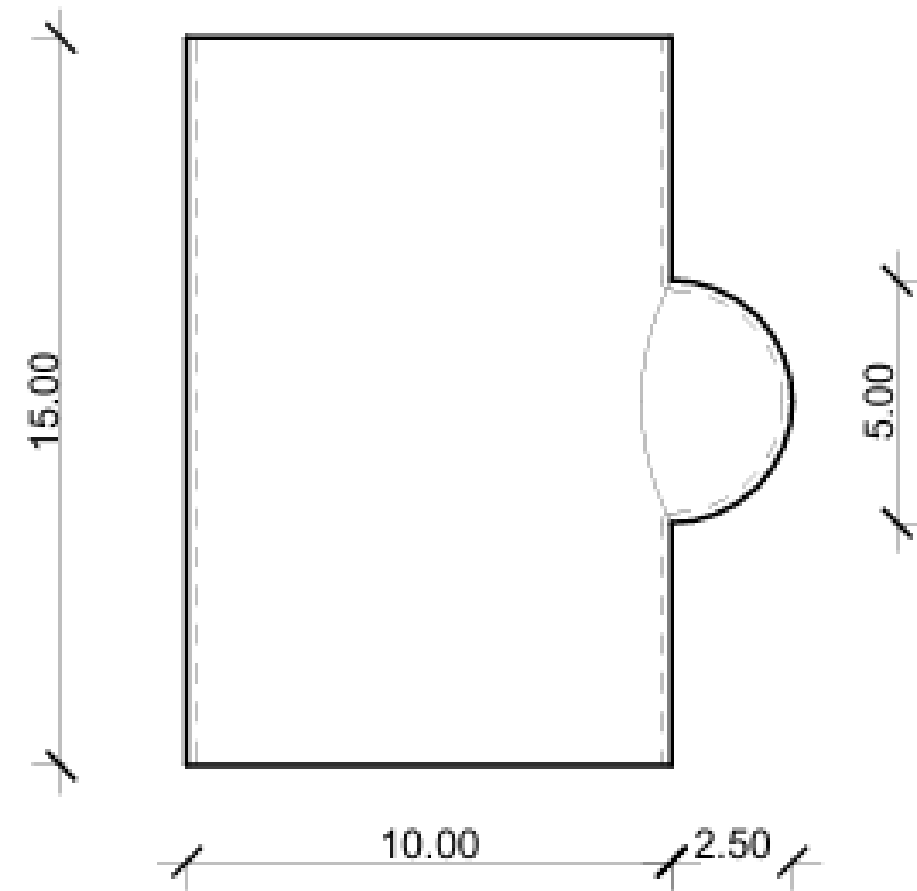
Prespectiva

• 2.6 Luneta Esférica

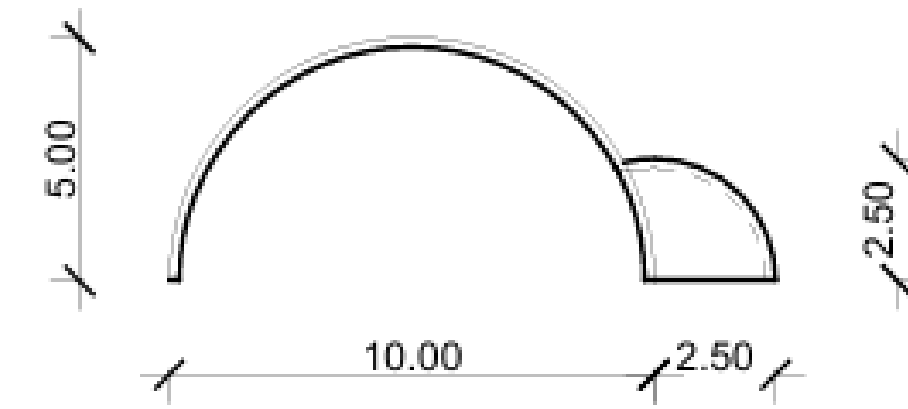
- Começar utilizando a abóbada de berço como base da construção
- Criar um quadrado que passe pelo meio de uma das arestas do retângulo
- Desenhar um círculo inscrito no quadrado, tangente aos seus lados
- Criar uma esfera com raio igual ao do círculo e centro no midpoint do círculo
- Aplicar Trim para remover a parte inferior da esfera
- Fazer Intersect entre a meia esfera e a abóbada de berço
- Por fim, utilizar Trim para eliminar a parte da esfera que fica dentro da abóbada



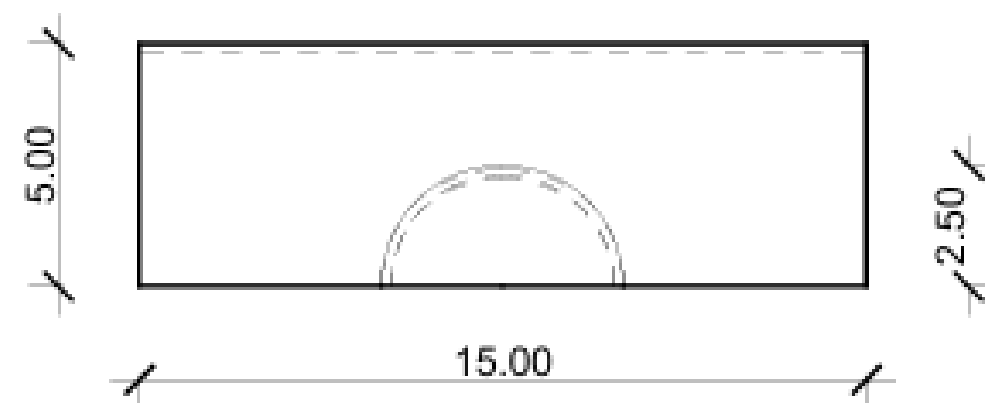
Luneta Esférica



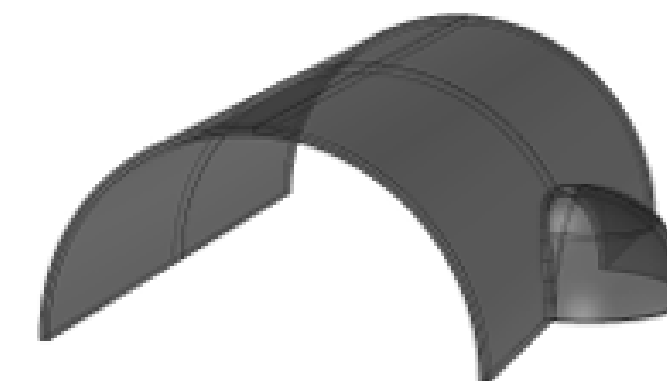
Planta de Cobertura Esc.1:2



Alçado Frontal Esc.1:2



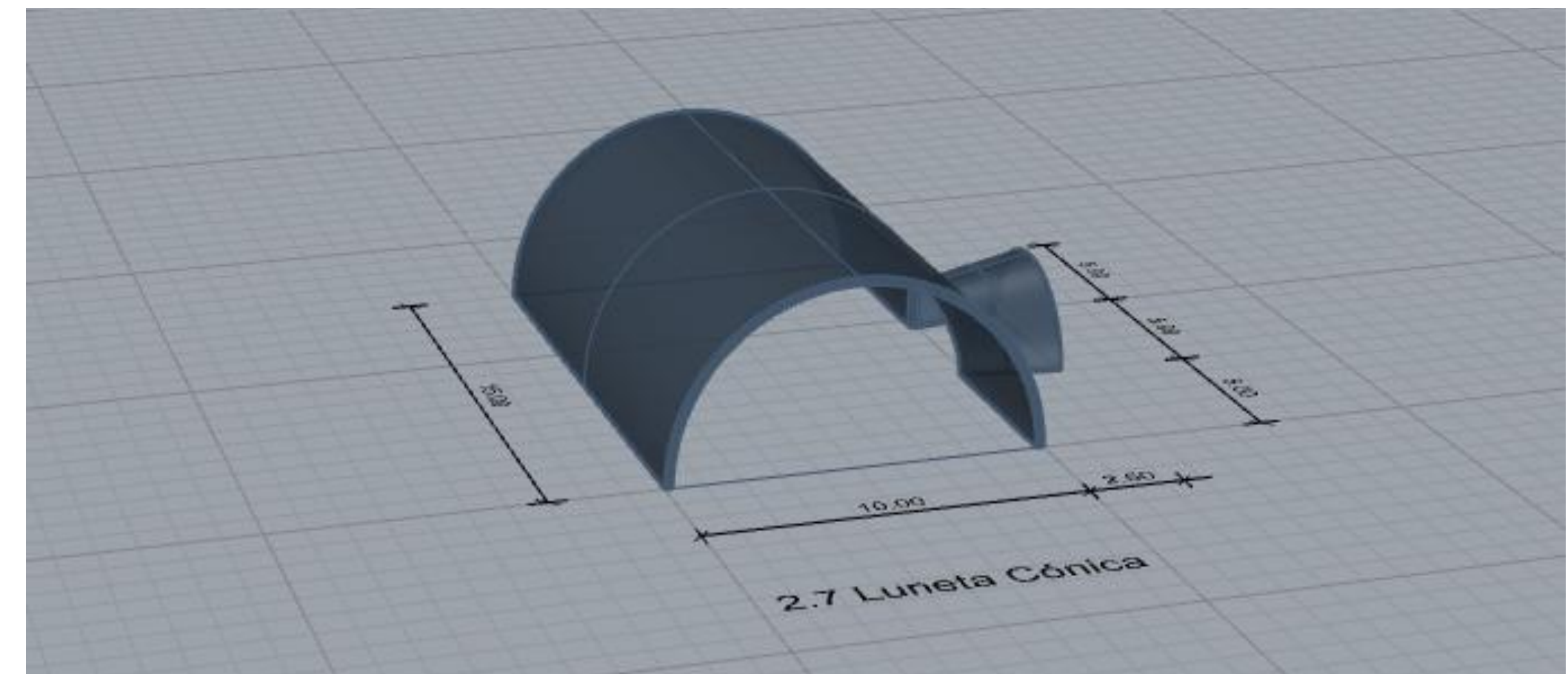
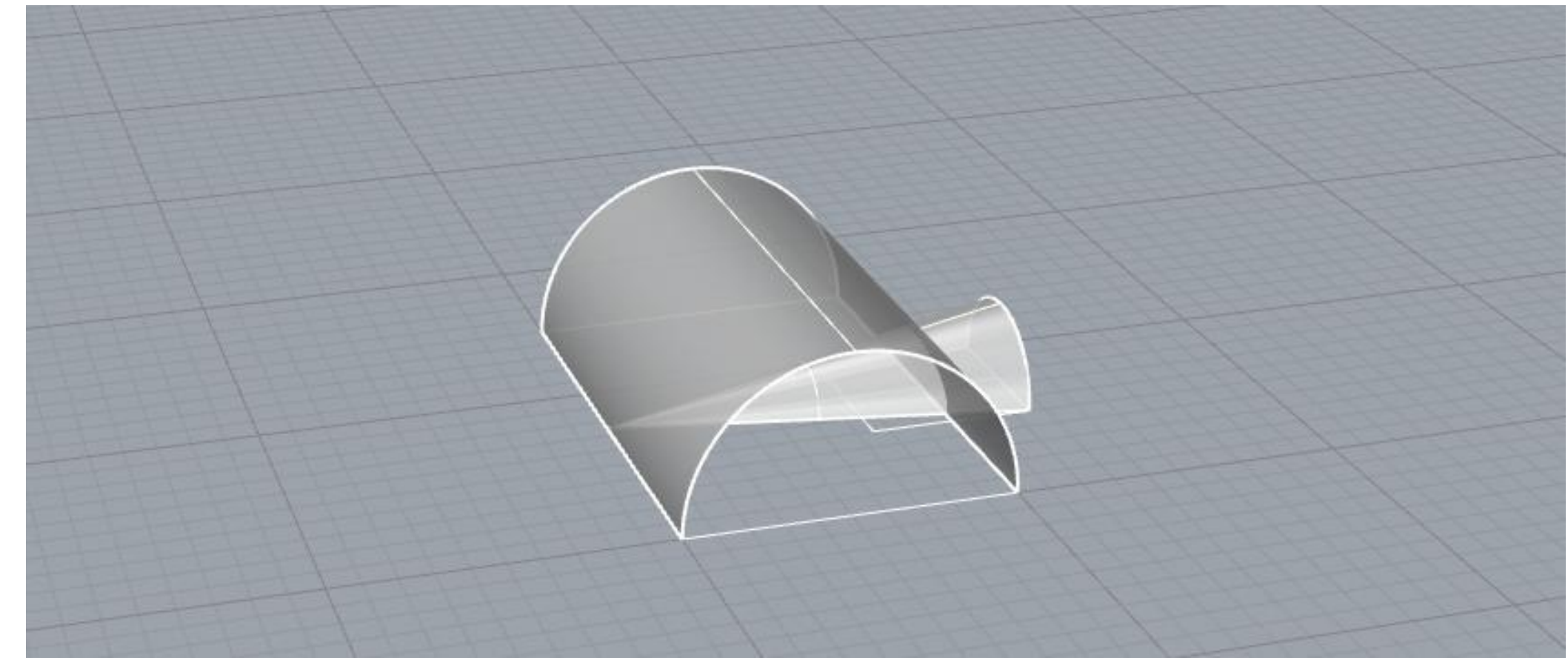
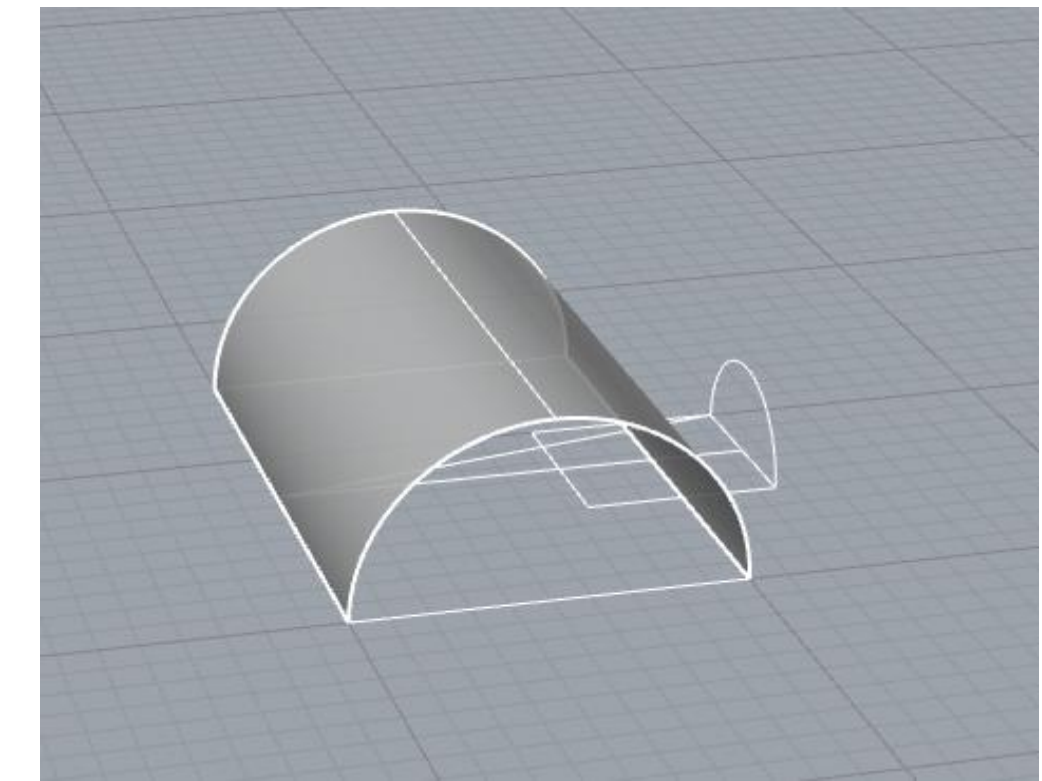
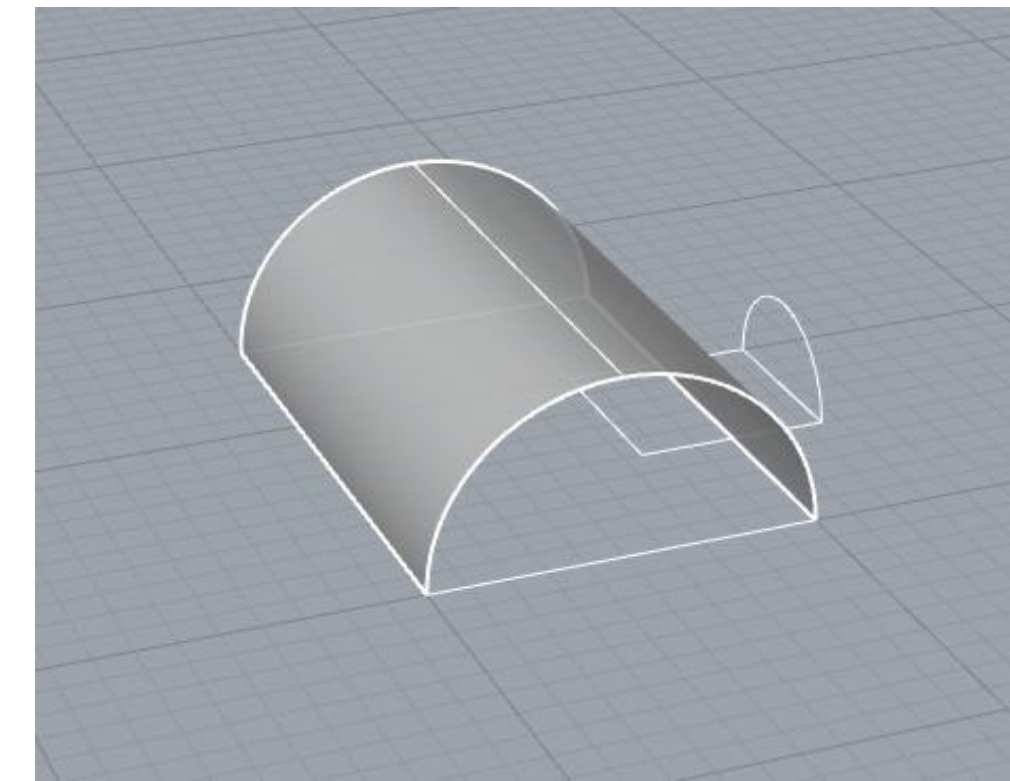
Alçado Lateral Esc.1:2



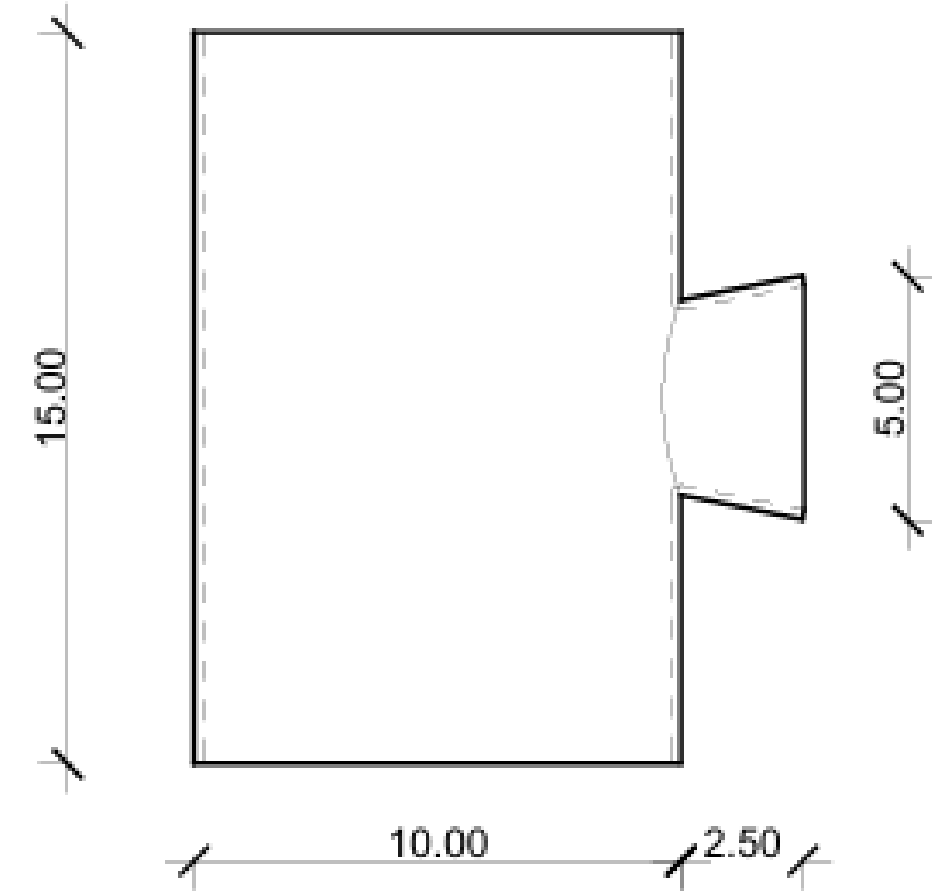
Perspectiva

• 2.7 Luneta Cônica

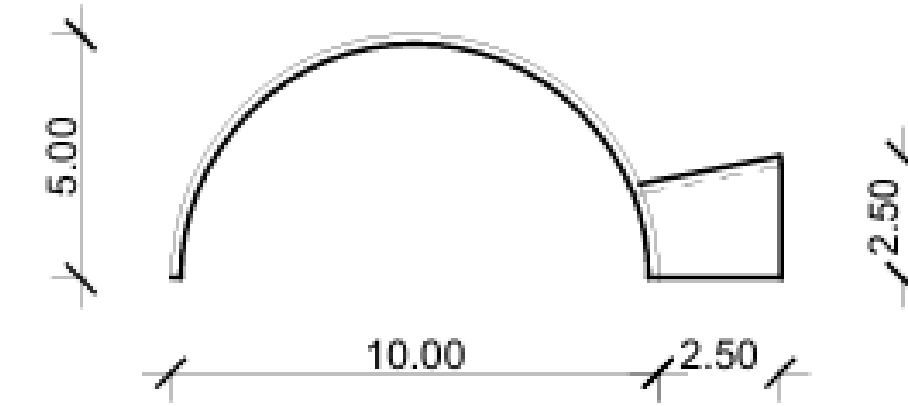
- Começar utilizando a abóbada de berço como base da construção
- Criar um quadrado que passe pelo meio de uma das arestas do retângulo
- Desenhar um círculo vertical com centro no midpoint do lado do quadrado que sobrou
- Aplicar Trim para remover a parte inferior do círculo, ficando apenas com o arco
- Desenhar uma linha perpendicular desde o centro do arco até à aresta mais afastada do retângulo
- Desenhar uma linha ligando um dos lados do arco até ao ponto de interseção da linha perpendicular com a aresta do retângulo
- Utilizar o comando RailRevolve selecionando as linhas da base e uma das laterais do cone, e definindo o eixo, criando um semi-cone
- Fazer Intersect entre o semi-cone e a abóbada de berço
- Por fim, utilizar Trim para eliminar a parte do cone que fica dentro da abóbada



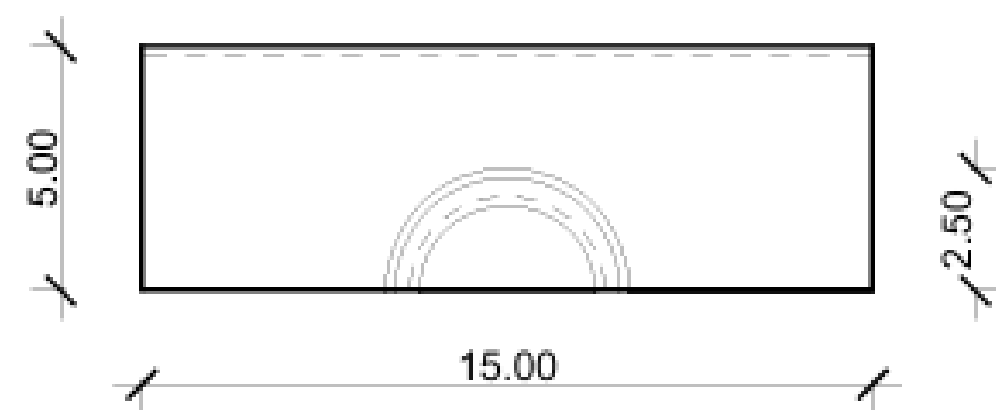
Luneta Cónica



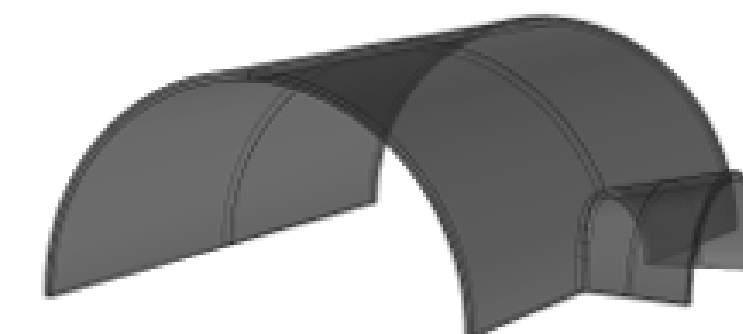
Planta de Cobertura Esc.1:2



Alçado Frontal Esc.1:2



Alçado Lateral Esc.1:2

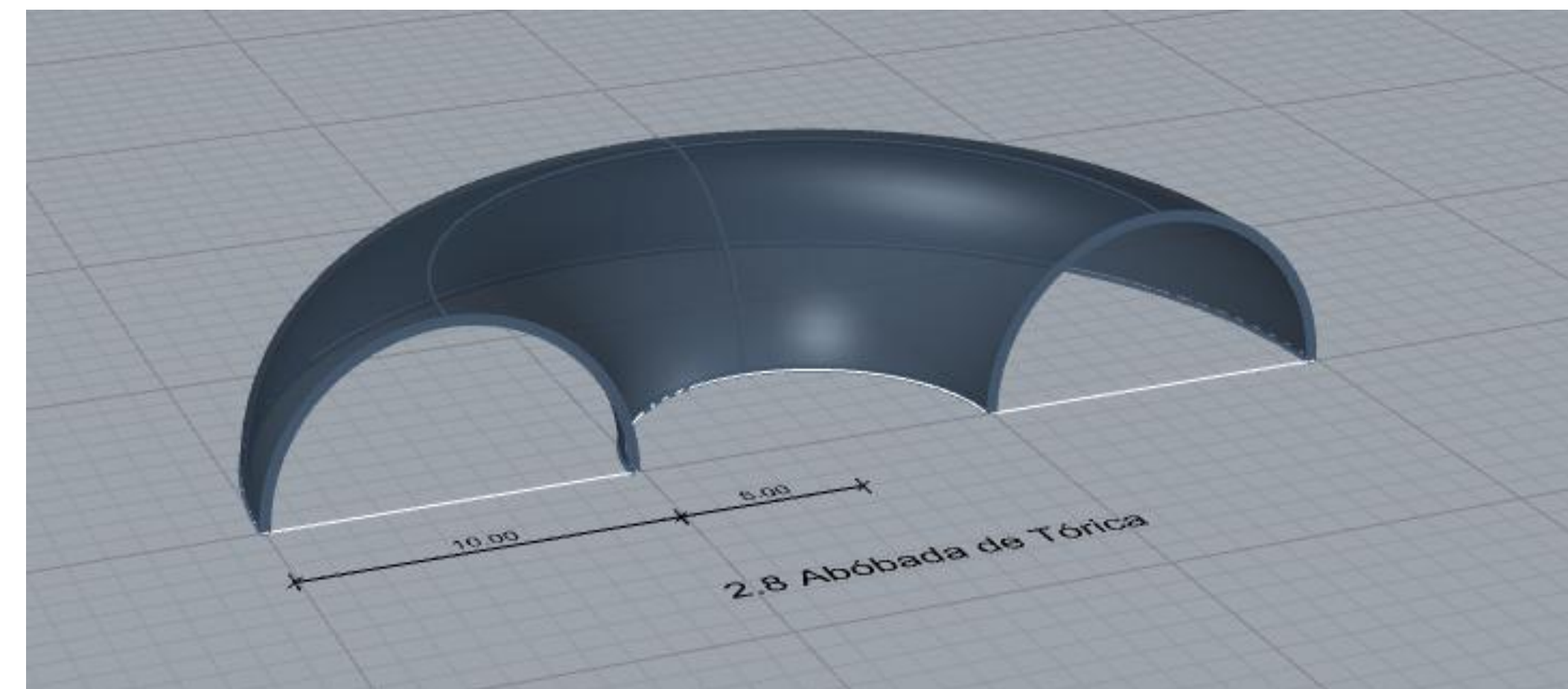
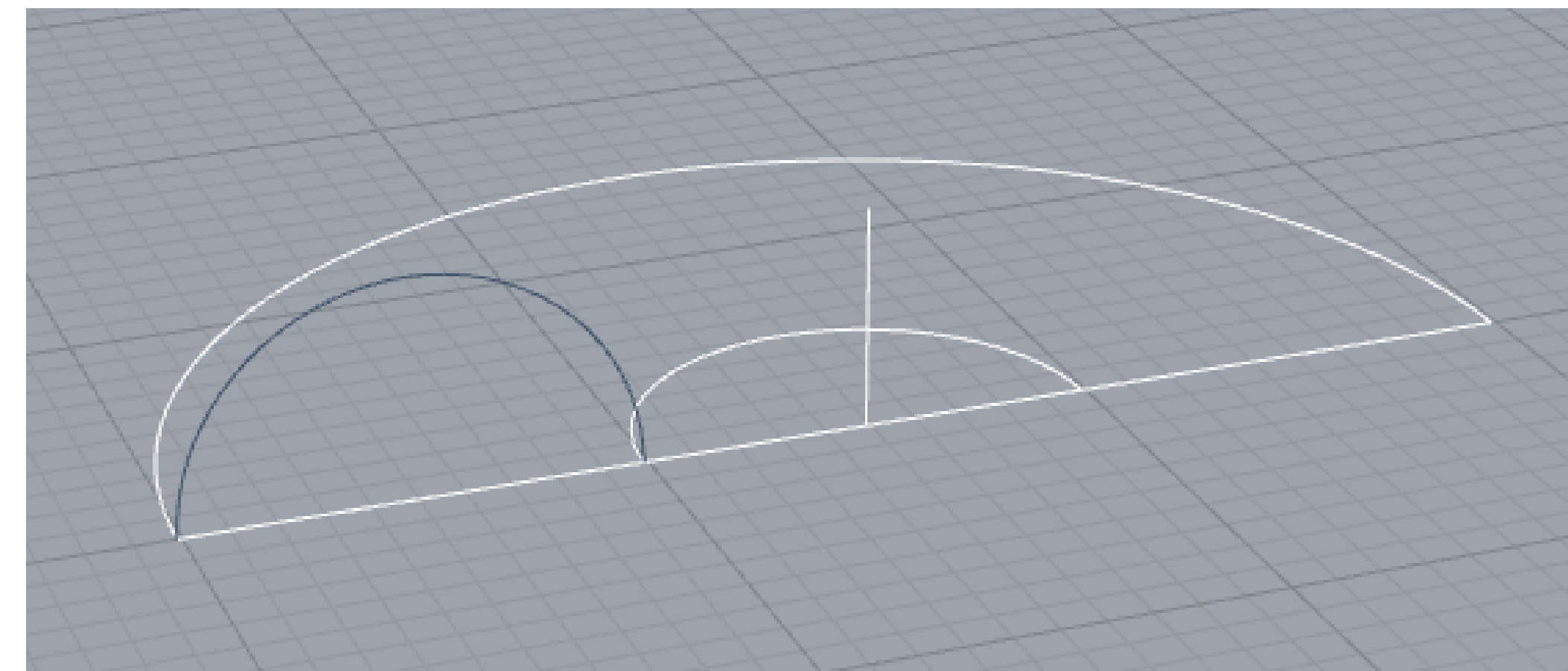
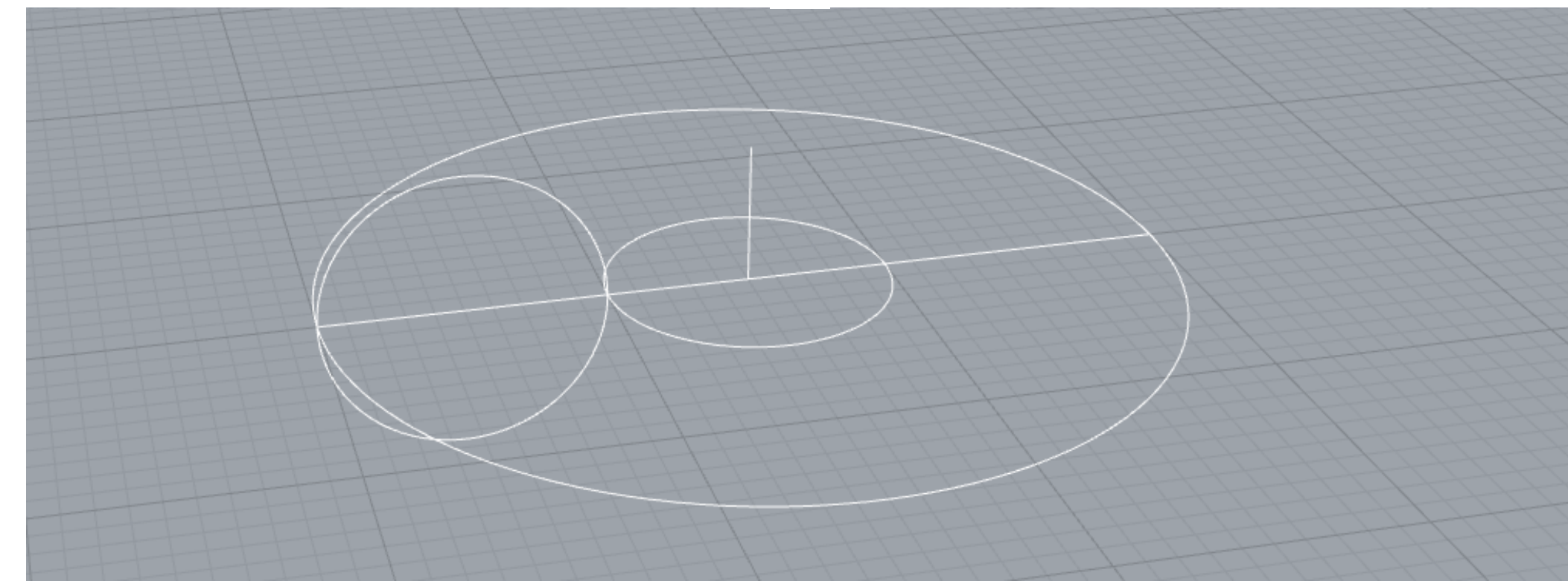


Perspectiva

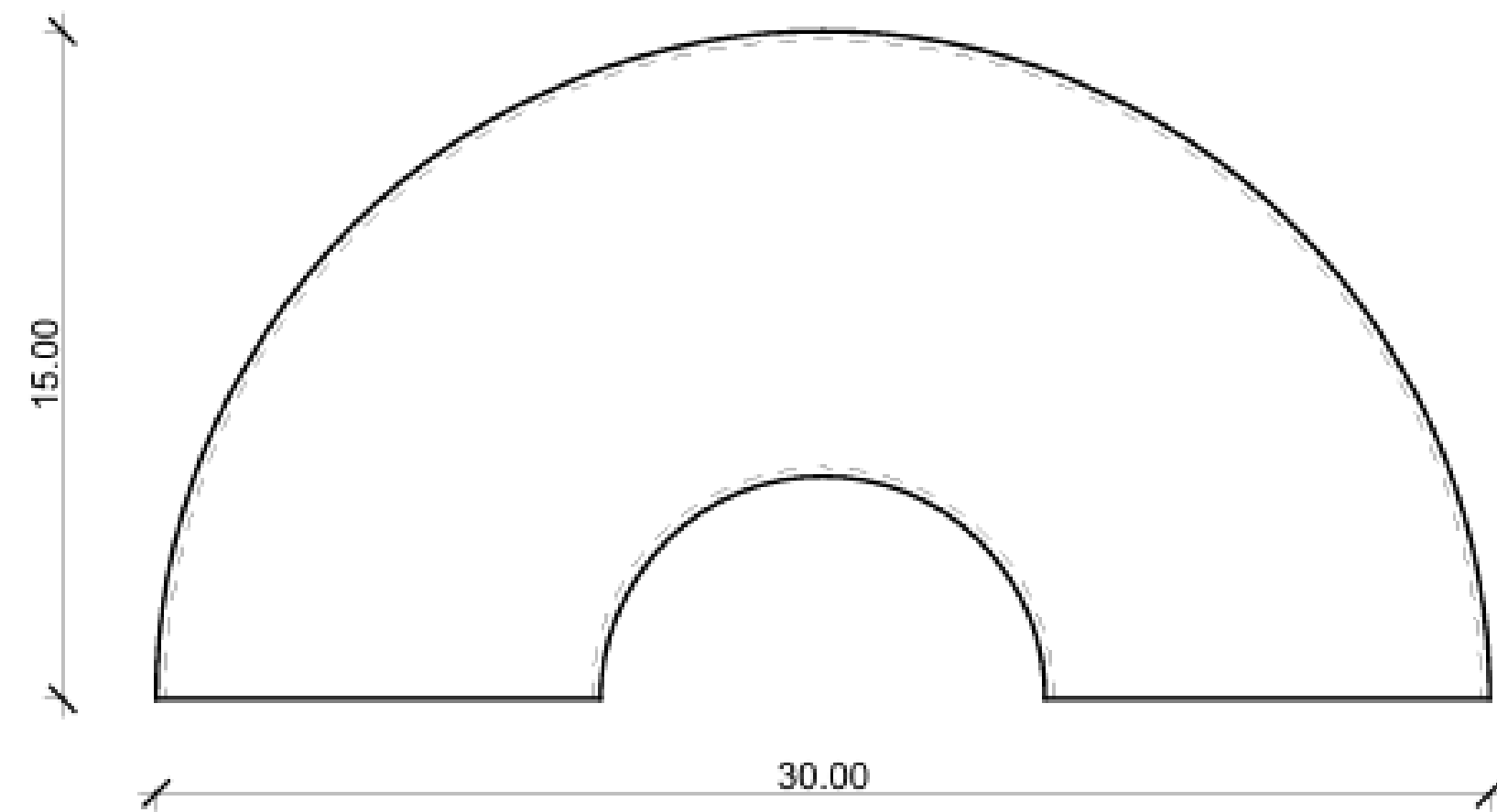
Aula 6 – Abóbadas 2

• 2.8 Abóbada de Tórica

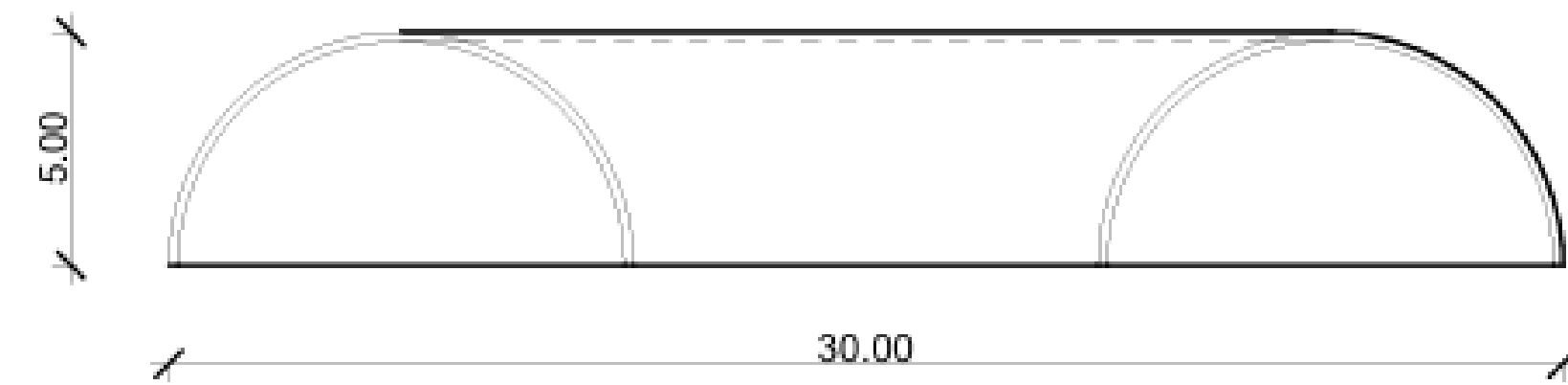
- Desenhar uma linha horizontal de 30 cm
- Criar uma circunferência com centro no midpoint dessa linha e raio de 5 cm
- Criar outra circunferência com o mesmo centro, mas com raio de 15 cm
- Desenhar uma circunferência vertical com centro no ponto médio da interseção entre as circunferências horizontais e a linha de 30 cm
- Criar uma linha vertical de 5 cm no midpoint da linha de 30 cm
- Aplicar Trim para remover as partes desnecessárias, ficando apenas com os elementos necessários
- Definir como rails as duas semicircunferências horizontais e como shape o arco da circunferência vertical
- Utilizar o comando Sweep2, selecionando as duas semicircunferências como rails e o arco vertical como Sweep Shape para gerar a abóbada.



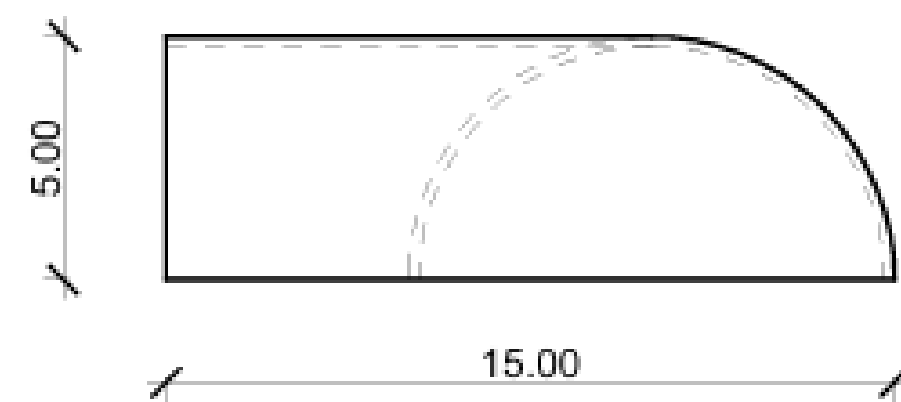
Abóbada Tórica



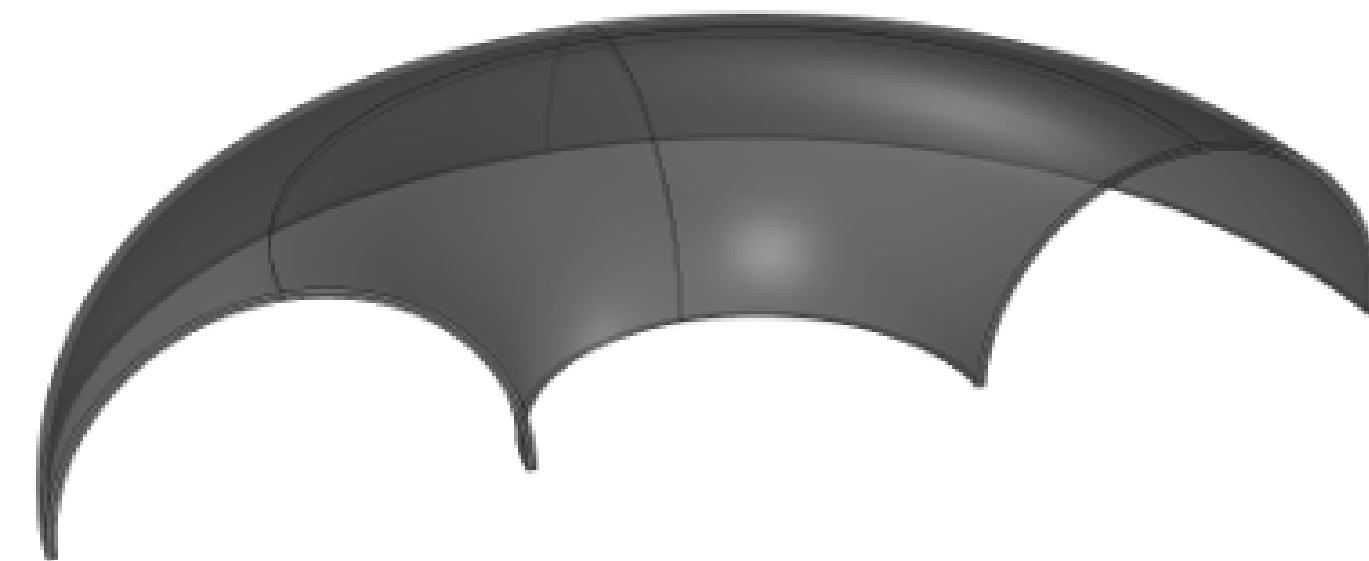
Planta de Cobertura Esc.1:2



Alçado Frontal Esc.1:2



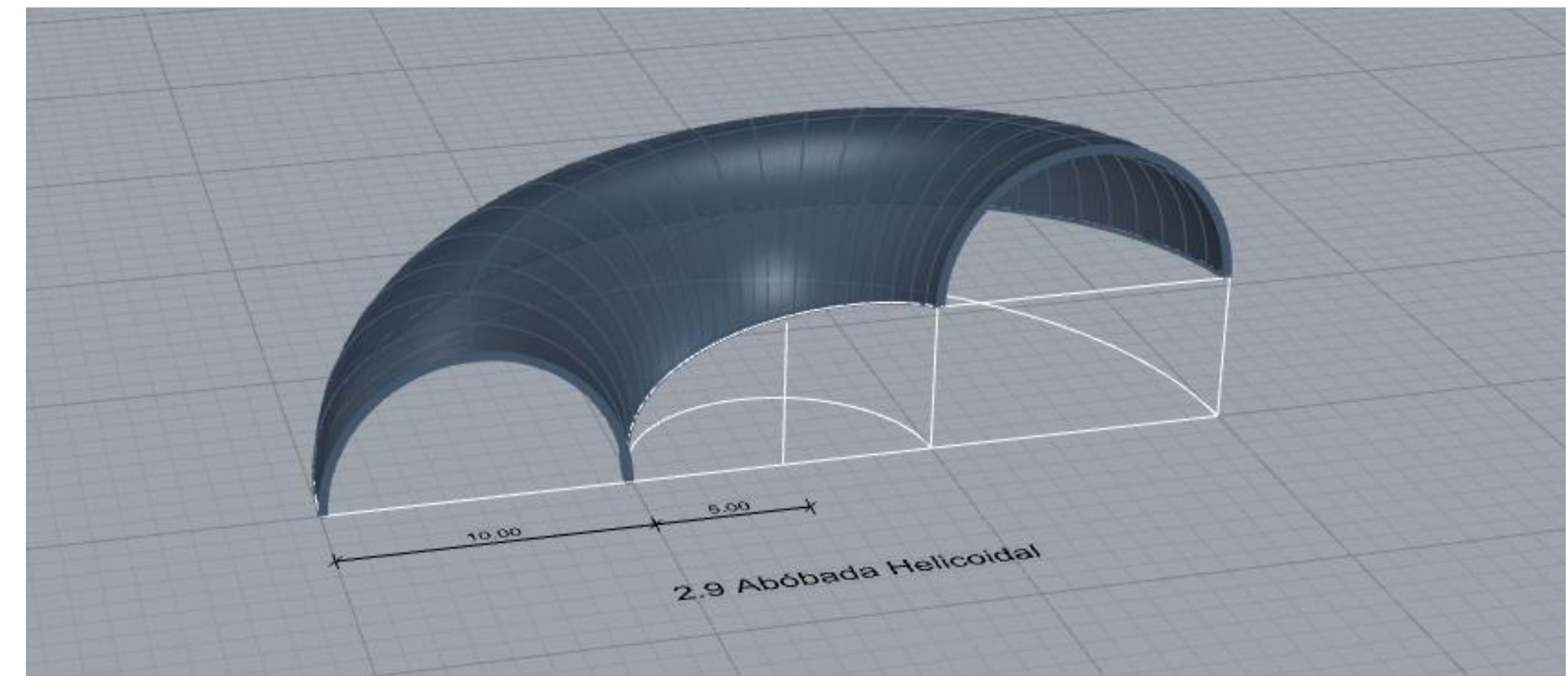
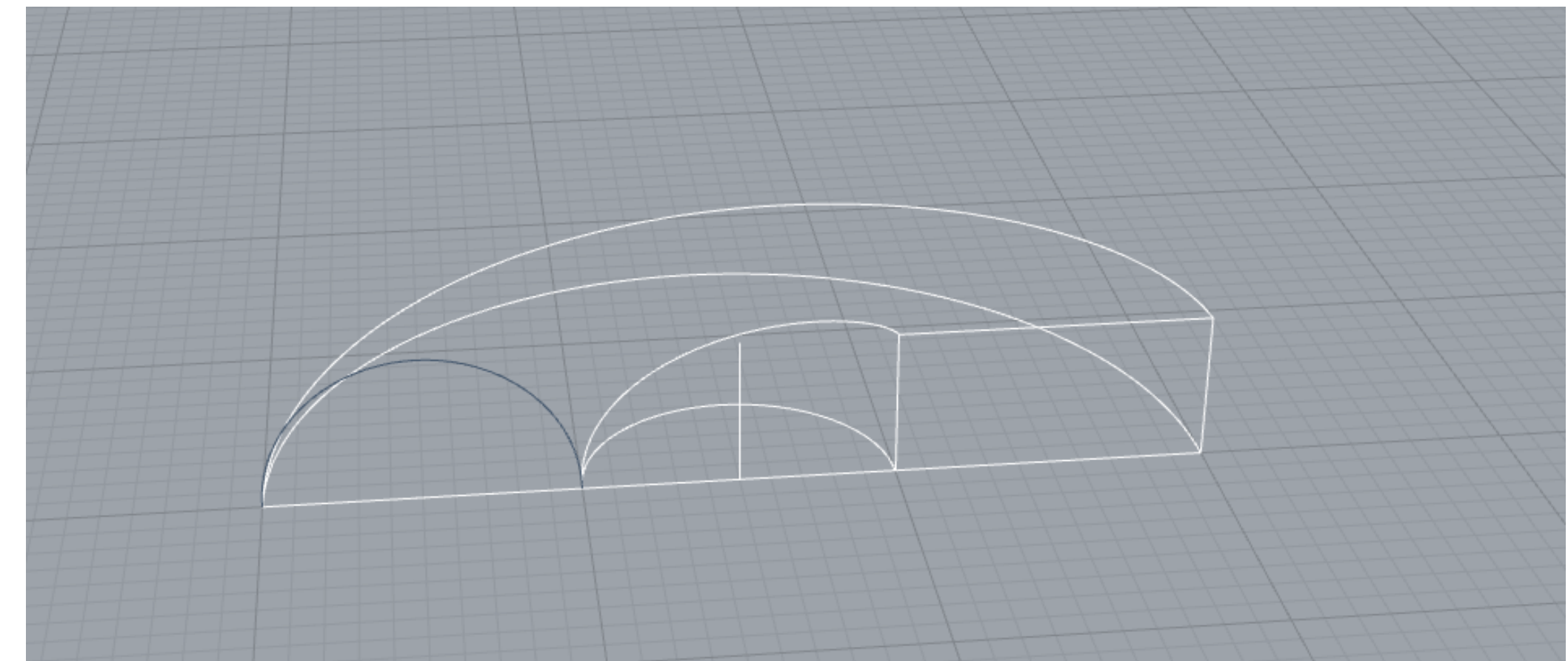
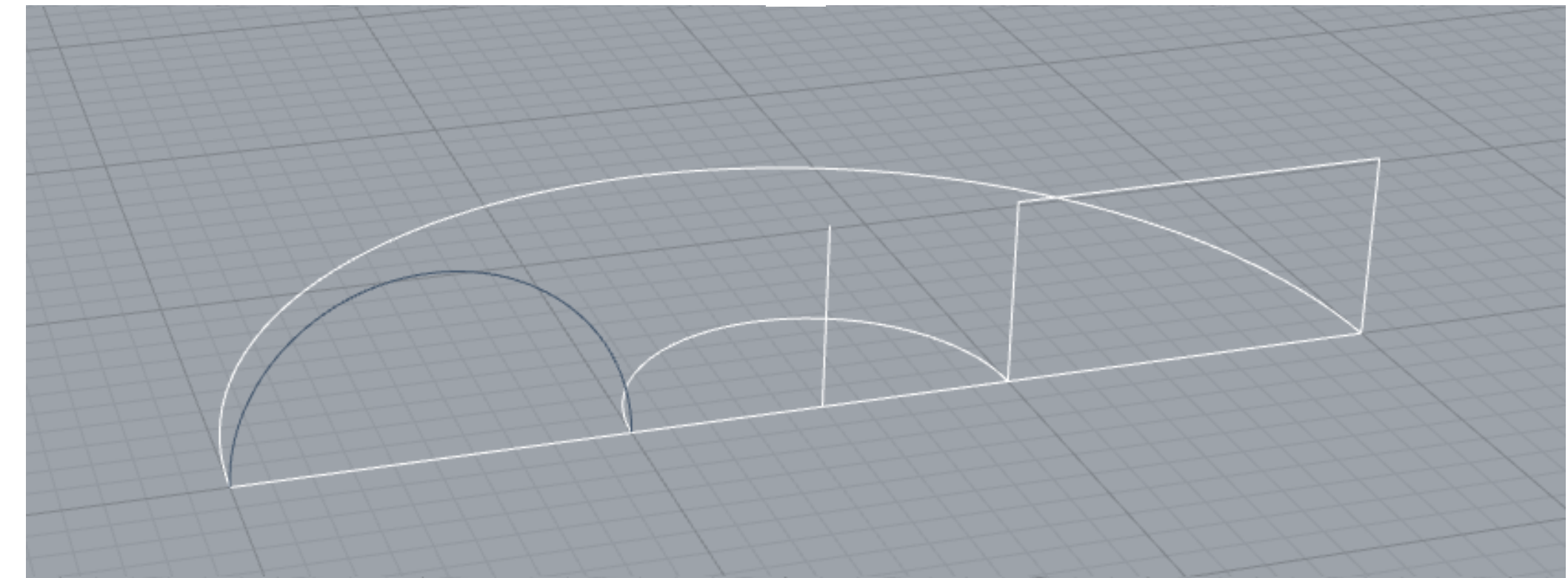
Alçado Lateral Esc.1:2



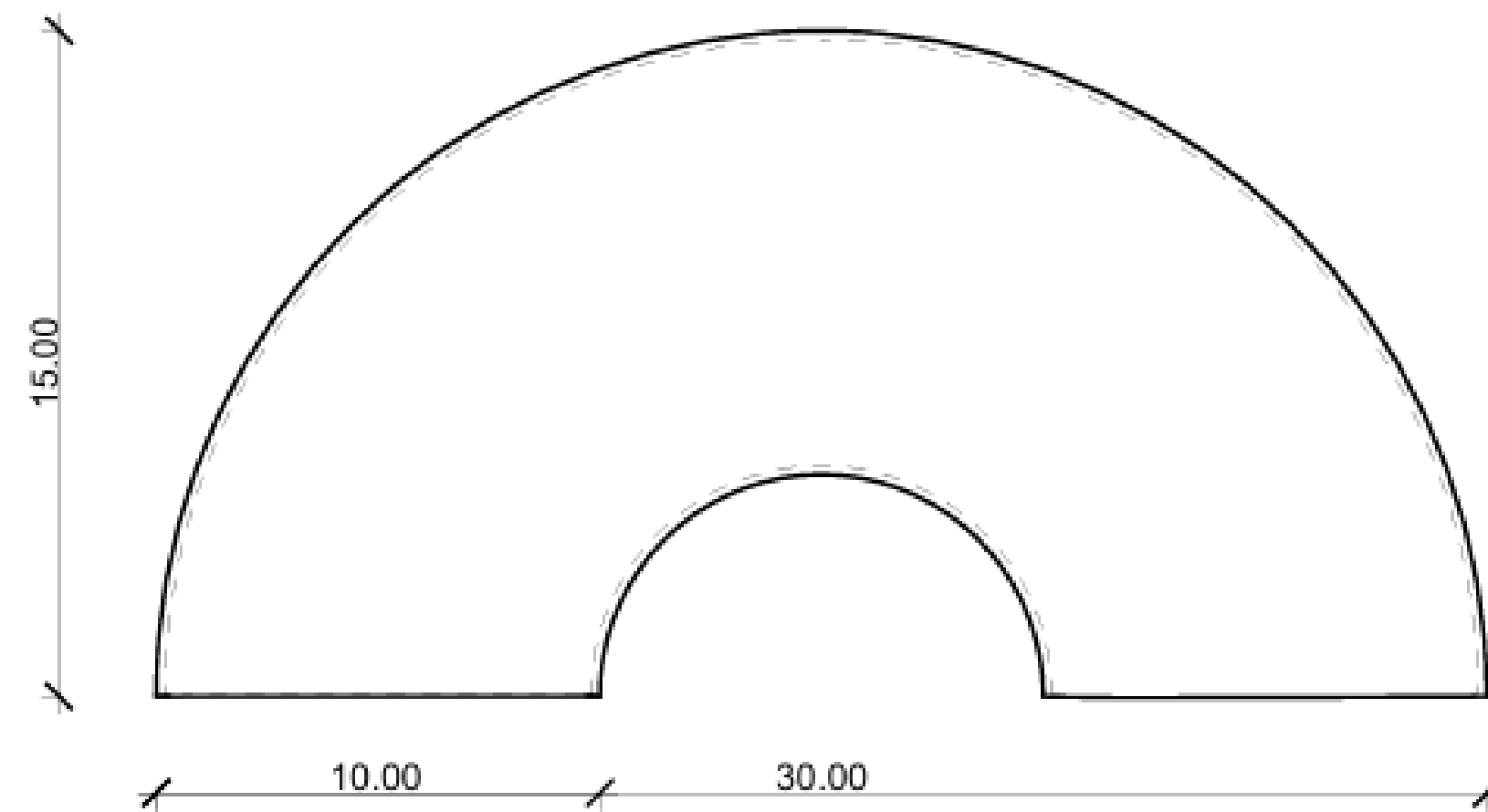
Perspectiva

• 2.9 Abóbada Helicoidal

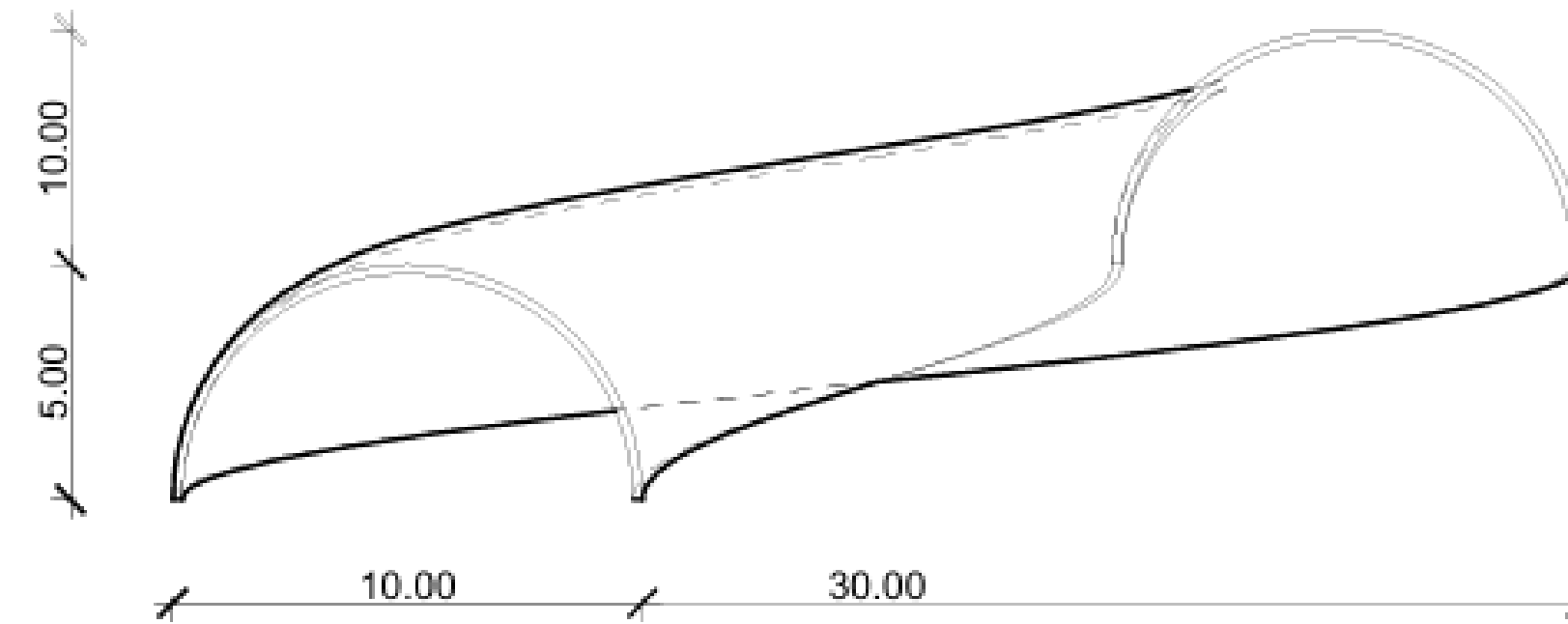
- Usar a estrutura da abóbada como base
- Desenhar um retângulo vertical de 10 × 5 cm na parte direita da estrutura
- Aplicar o comando Helix, selecionando primeiro o midpoint da linha de 30 cm, depois o ponto final da linha vertical de 5 cm, depois o ponto de interseção do semi-arco com a linha de 30 cm e definir Turns = 0,5
- Repetir o comando Helix para o outro ponto de interseção entre o semi-arco e a linha de 30 cm
- Aplicar o comando Sweep2, escolhendo como rails as duas linhas curvas criadas com Helix e como Sweep Shape o arco da abóbada.



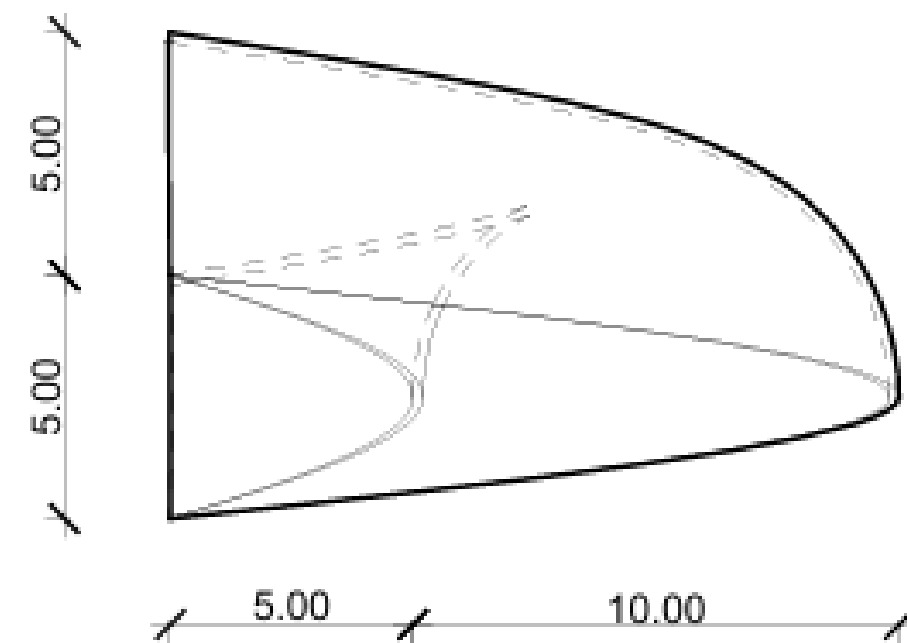
Abóbada Helicoidal



Planta de Cobertura Esc.1:2



Alçado Frontal Esc.1:2



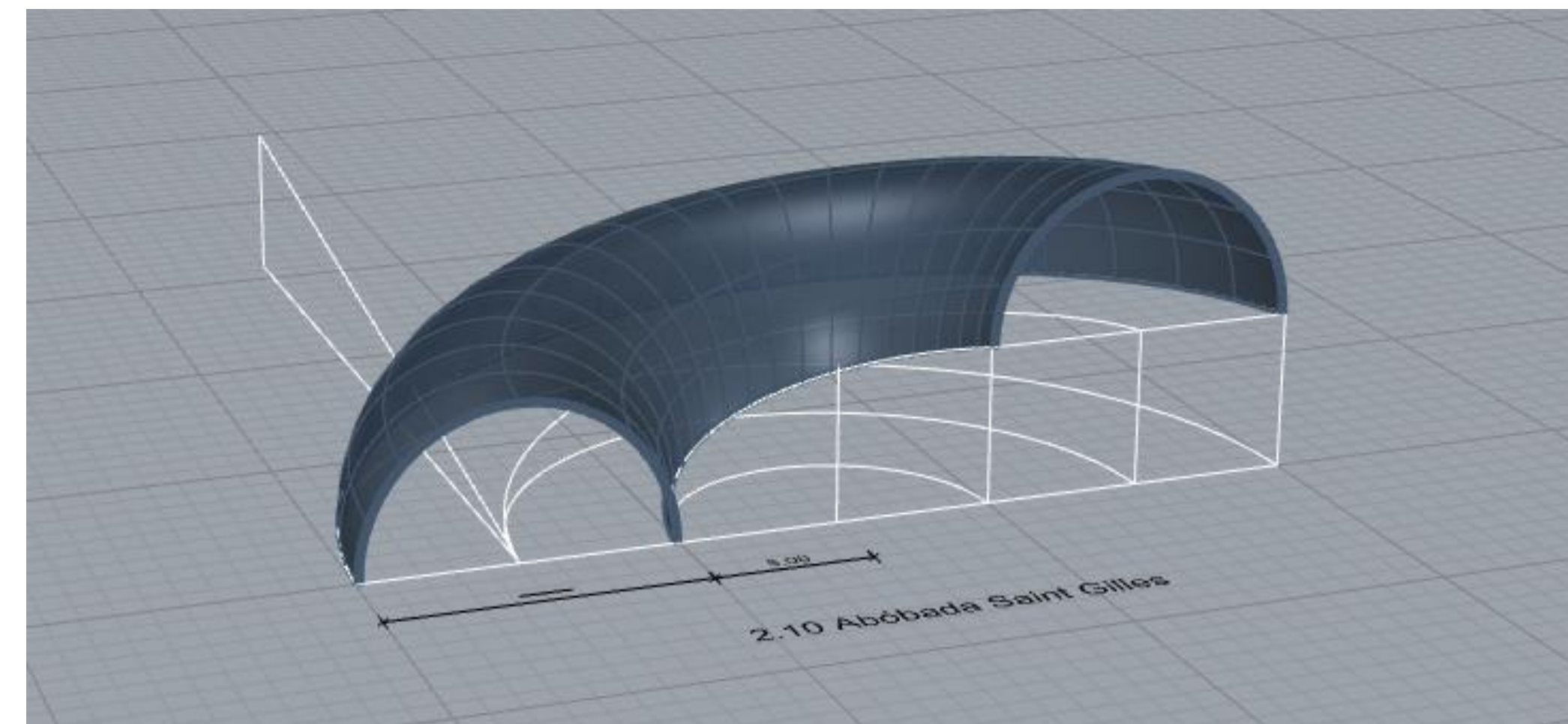
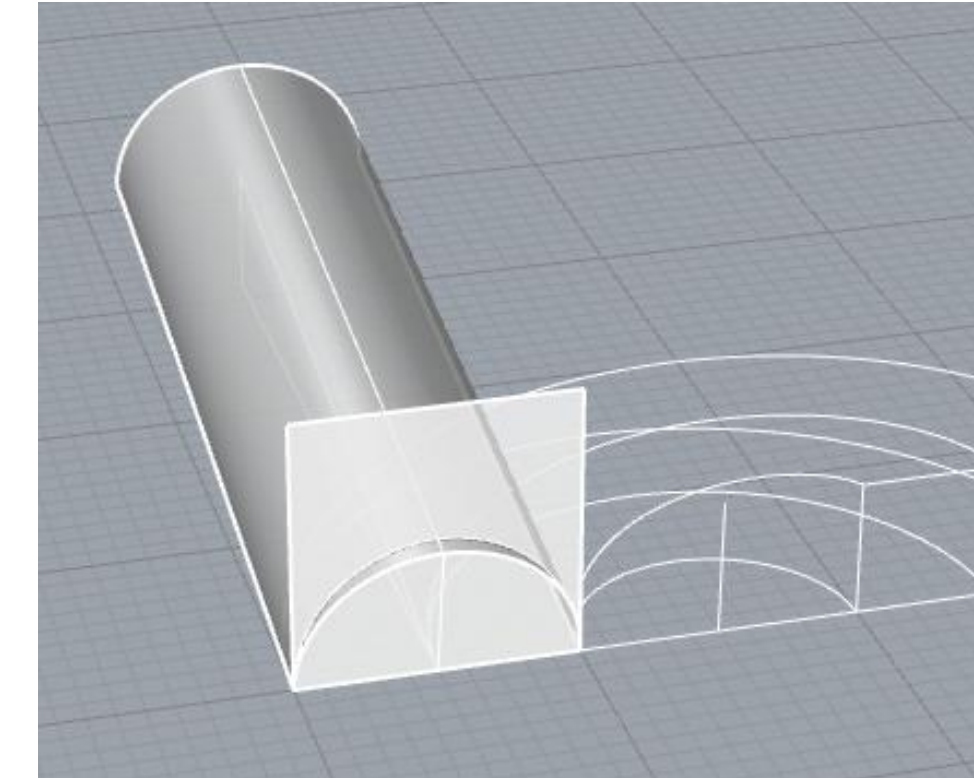
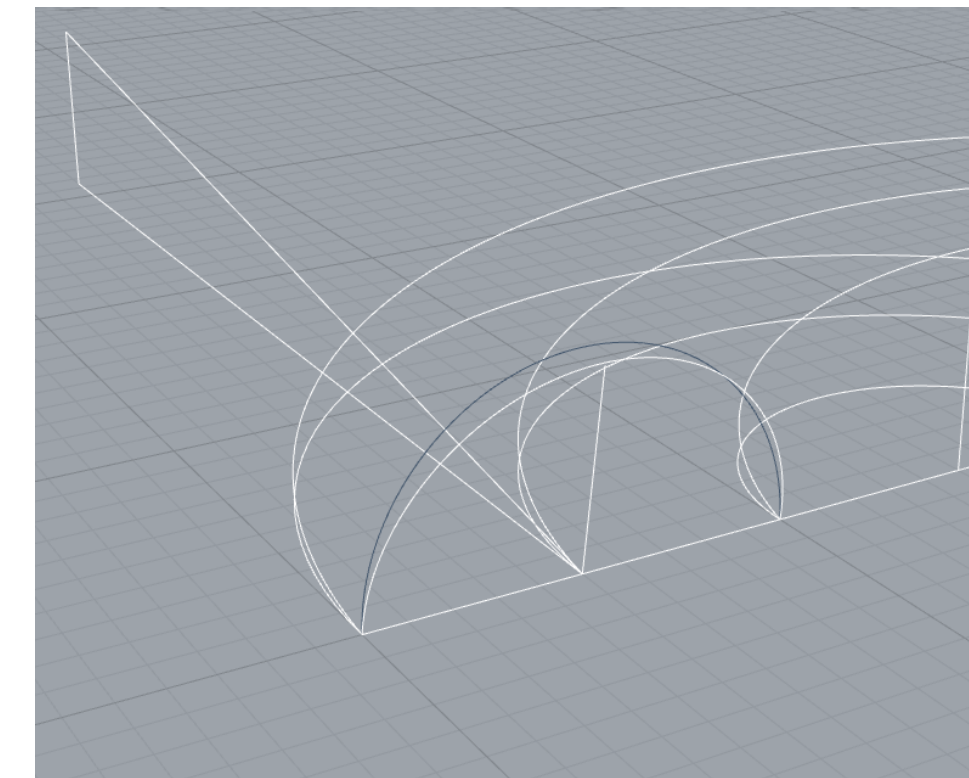
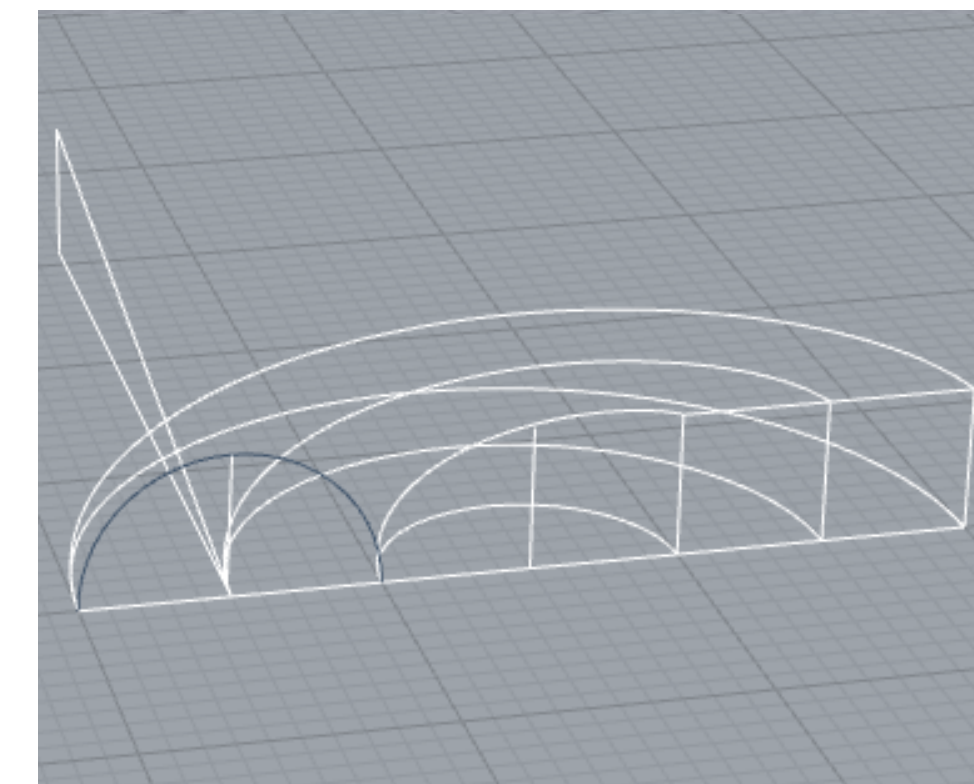
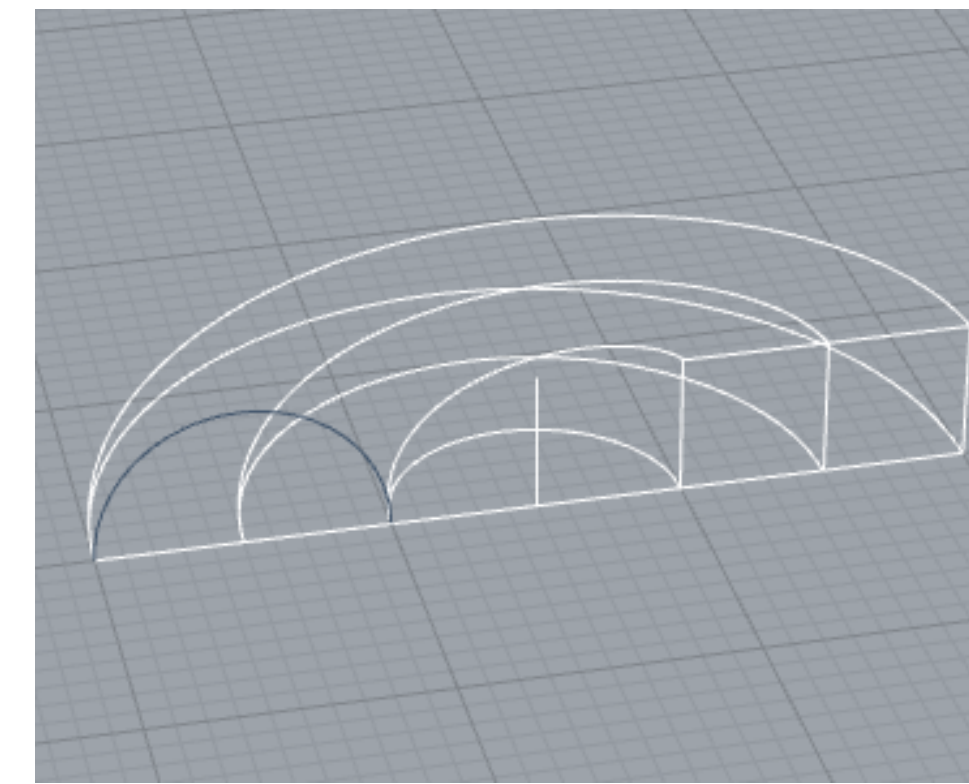
Alçado Lateral Esc.1:2



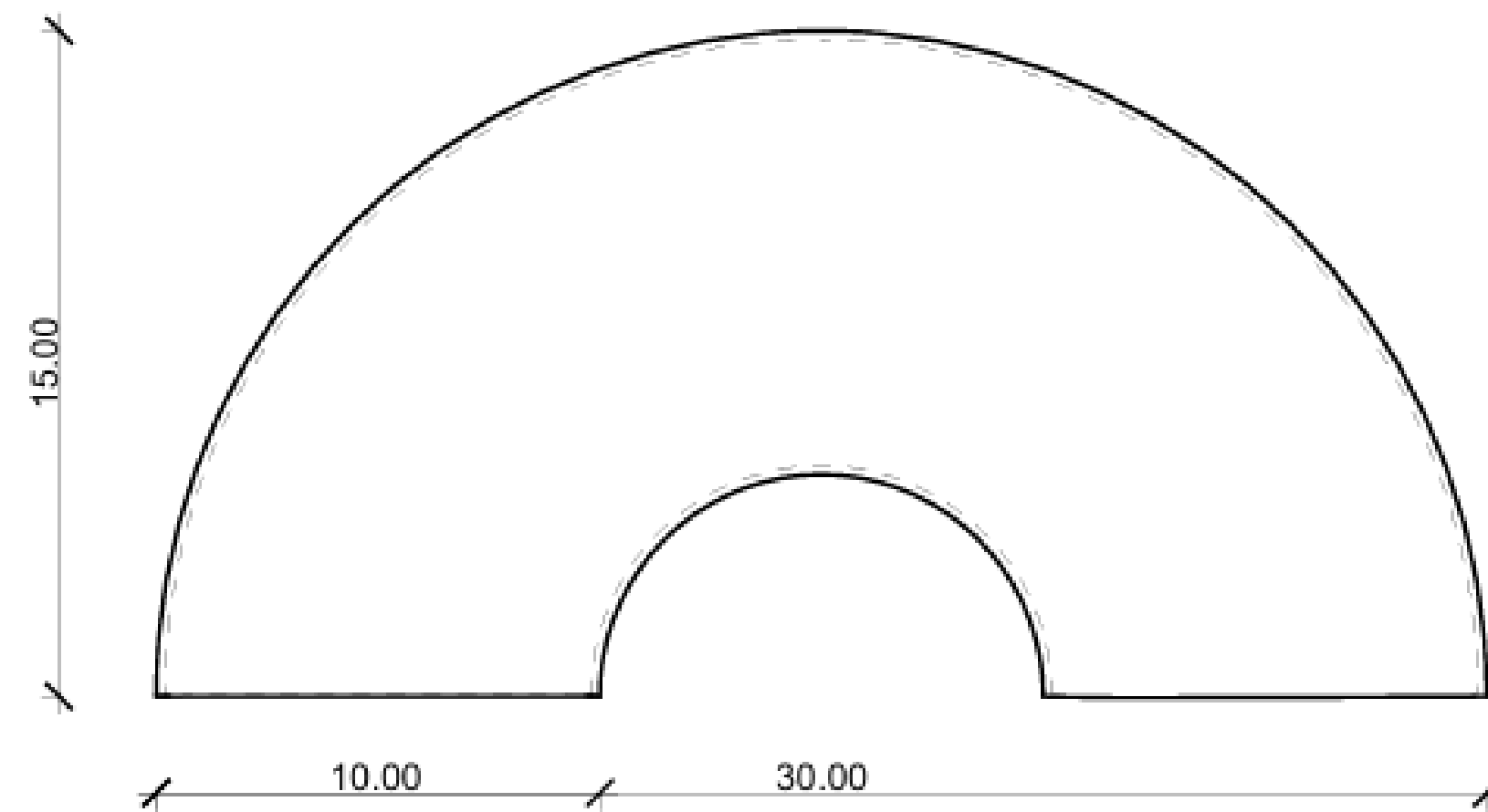
Perspectiva

• 2.10 Abóbada Saint Gilles

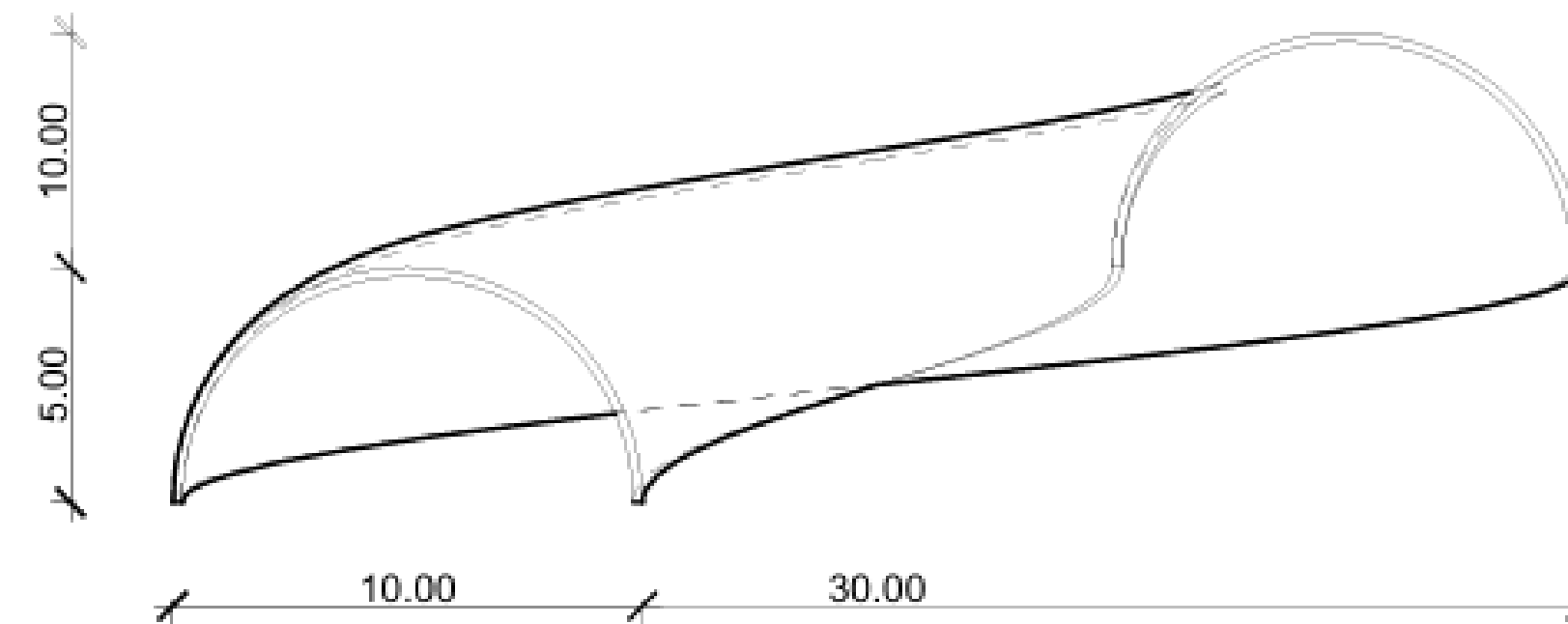
- Começar pela base da abóbada 2.9
- Criar um Helix para definir um eixo central entre as circunferências
- Utilizar o comando List na semicircunferência central para obter a sua medida
- Desenhar uma linha horizontal perpendicular ao midpoint do arco vertical
- A partir desse ponto, criar uma linha vertical com 5 cm de altura
- Ligar o midpoint da semicircunferência vertical ao ponto superior dessa linha de 5 cm, formando uma linha oblíqua
- Traçar uma linha perpendicular desde o midpoint superior da semicircunferência até à linha oblíqua criada
- Mover essa linha perpendicular até ao midpoint da linha inicial de 10 cm
- Aplicar Rotate3D ao arco, utilizando como referência o endpoint da linha movida
- Fazer ExtrudeCrv do novo arco criado até ao ponto final da linha oblíqua
- Criar um quadrado de 10×10 com base na linha original de 10 cm
- Executar Intersect entre a abóbada e o quadrado, obtendo o arco necessário para a abóbada
- Por fim, aplicar Sweep2, escolhendo como rails as duas curvas criadas com Helix e como Sweep Shape o arco obtido na interseção.



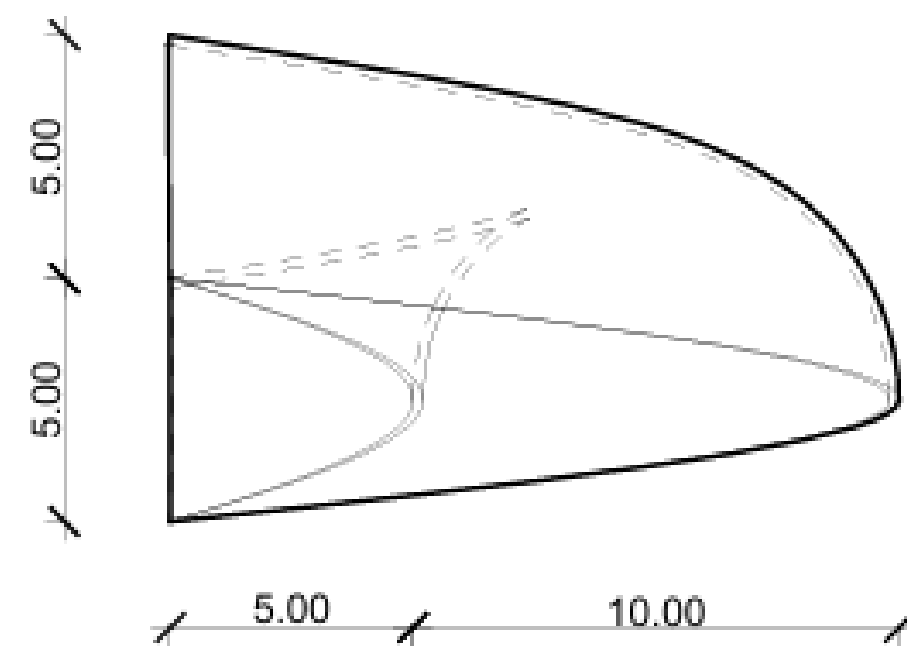
Abóbada Helicoidal



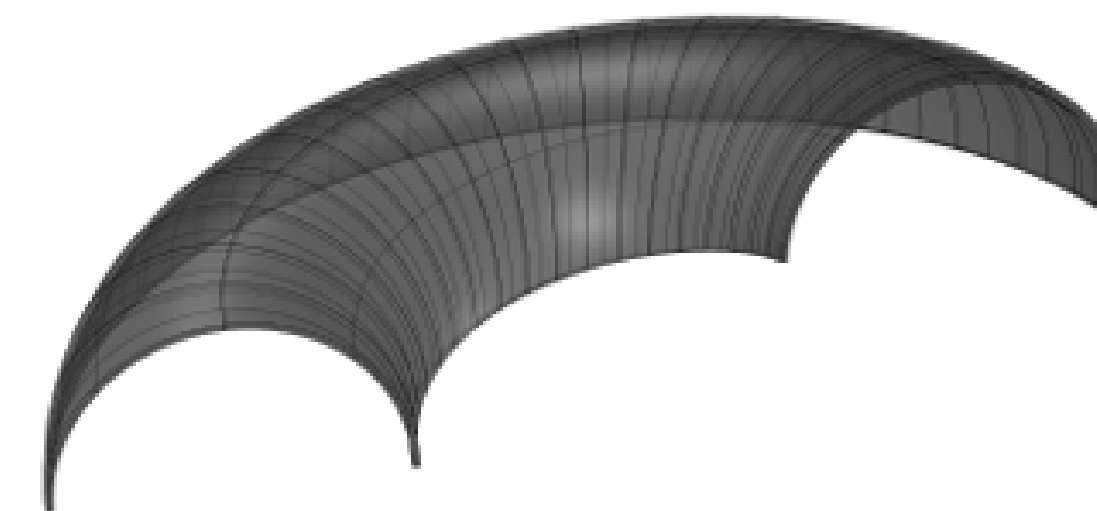
Planta de Cobertura Esc.1:2



Alçado Frontal Esc.1:2



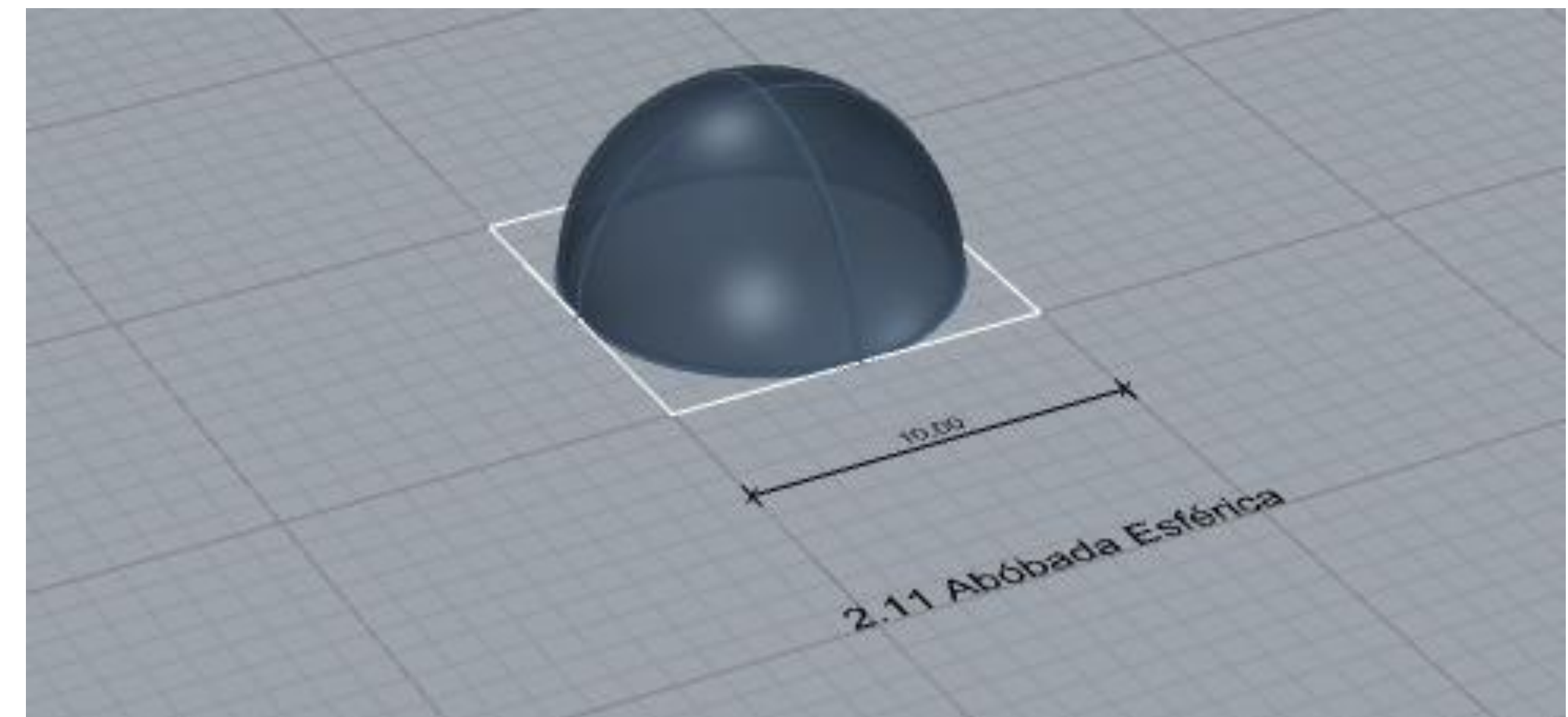
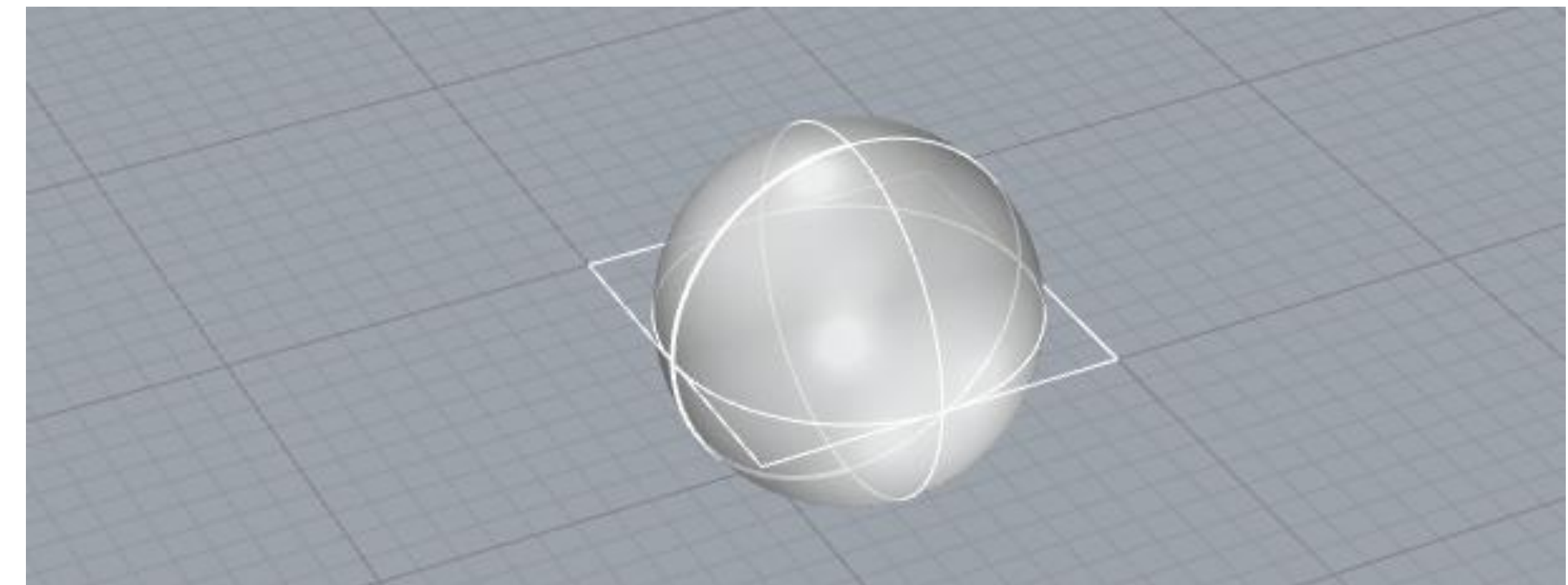
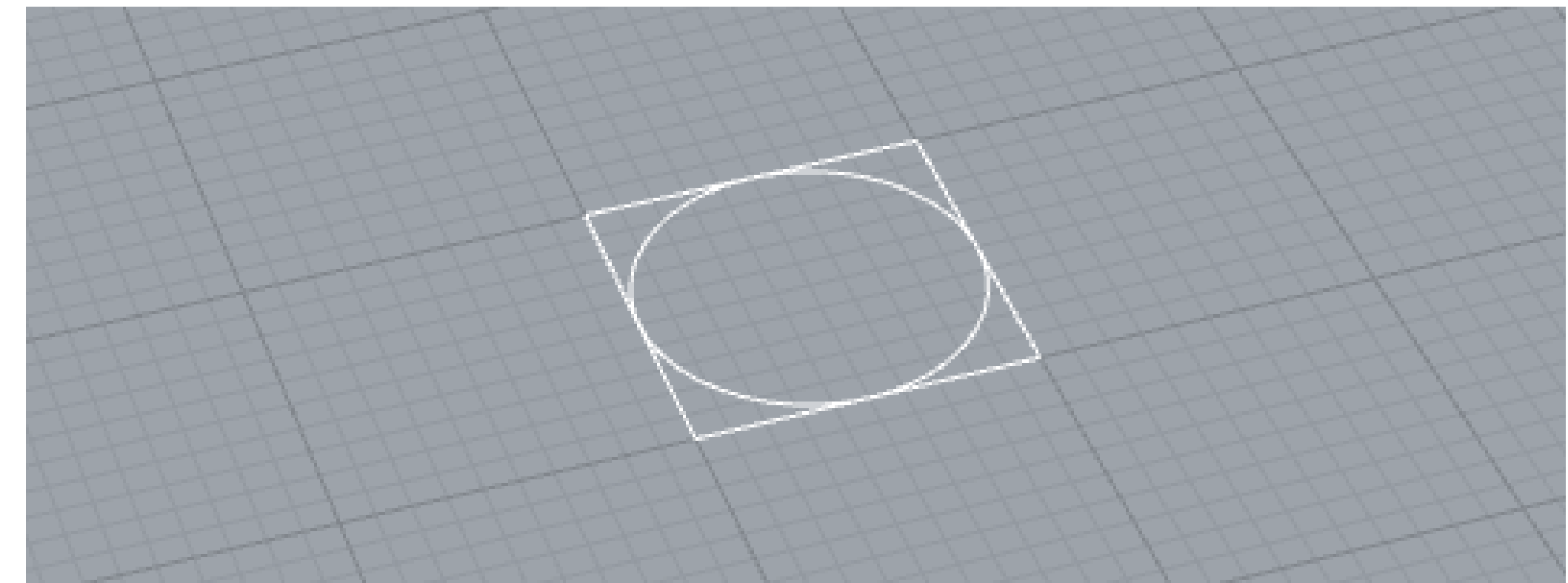
Alçado Lateral Esc.1:2



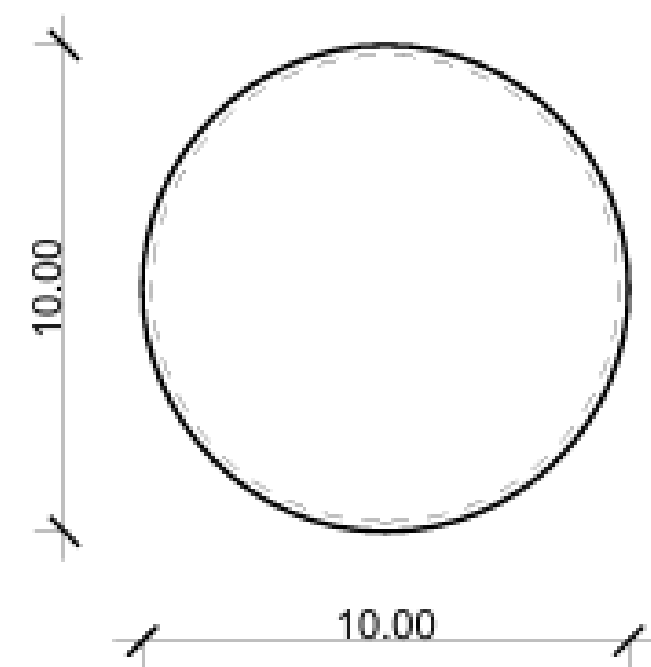
Perspectiva

- 2.11 Abóbada Esférica

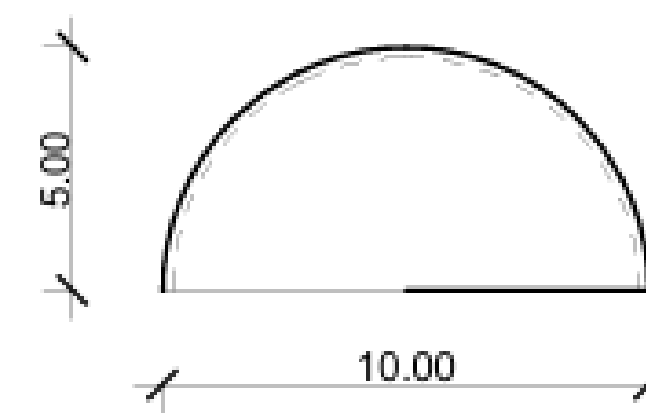
- Desenhar um quadrado de 10×10 cm
- Criar uma circunferência inscrita no interior do quadrado
- Construir uma esfera utilizando o centro dessa circunferência e o mesmo raio do círculo
- Aplicar Trim para remover a parte inferior da esfera
- A parte restante corresponde à abóbada.



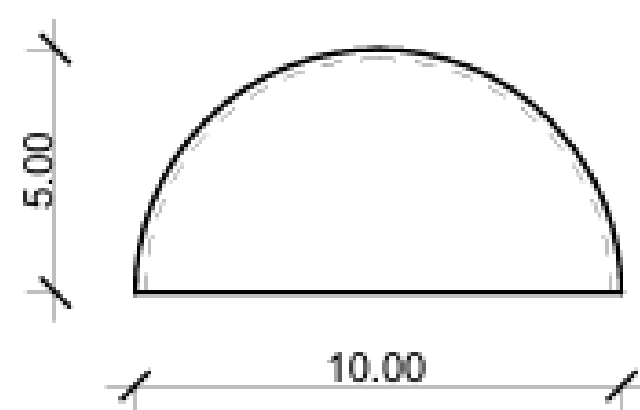
Abóbada Esférica



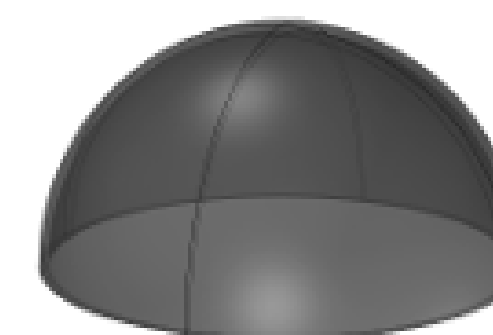
Planta de Cobertura Esc.1:2



Alçado Frontal Esc.1:2



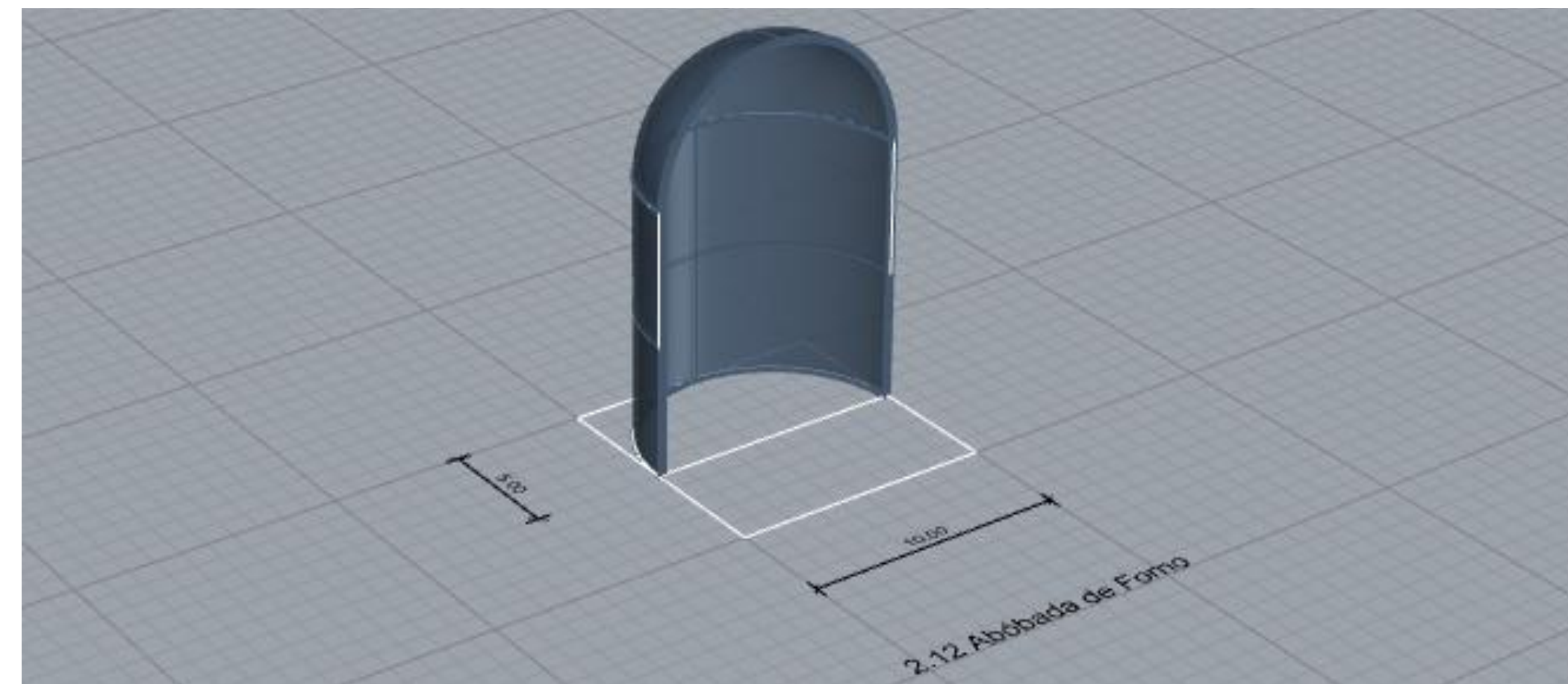
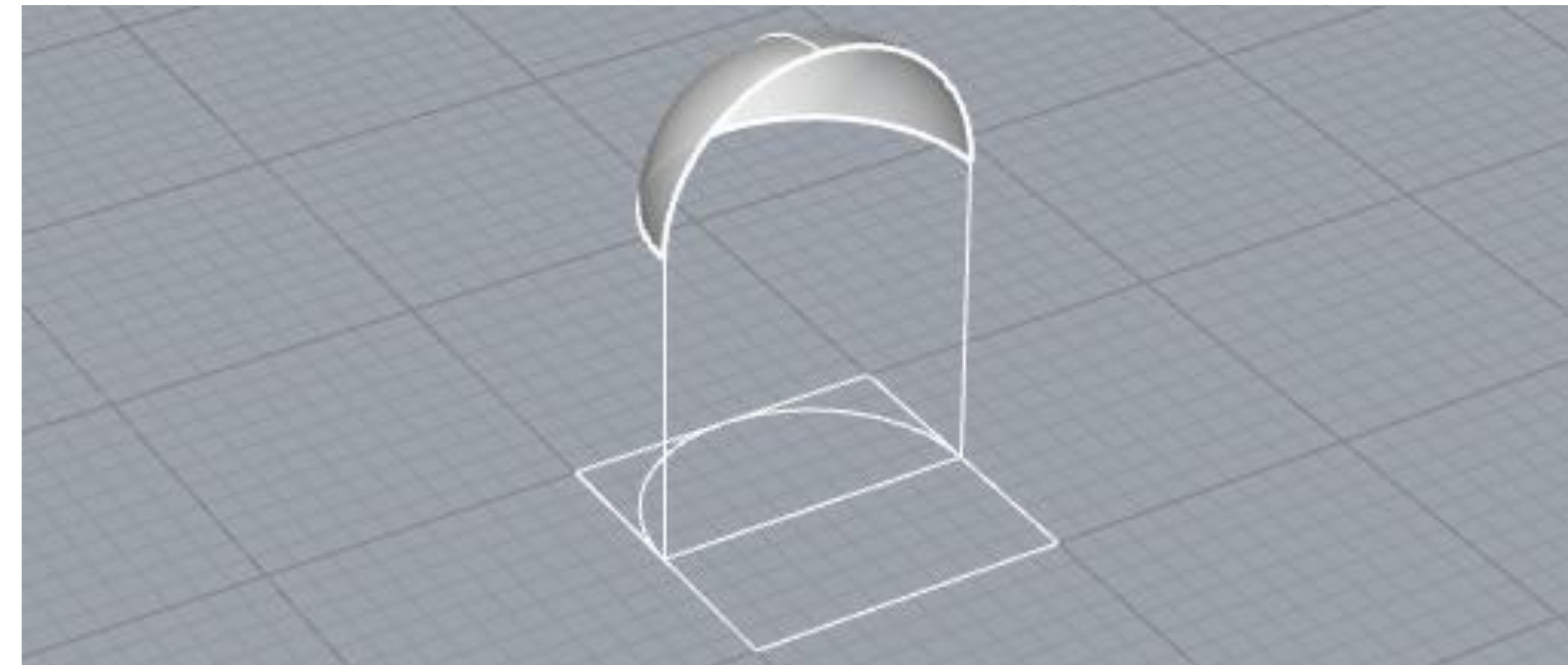
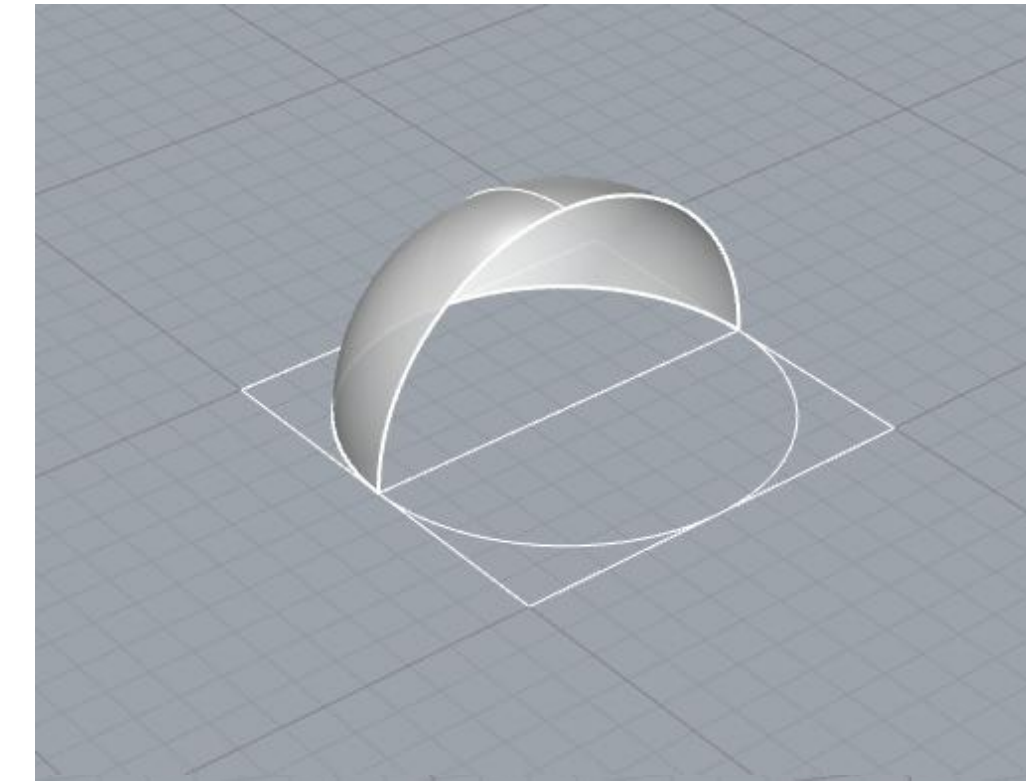
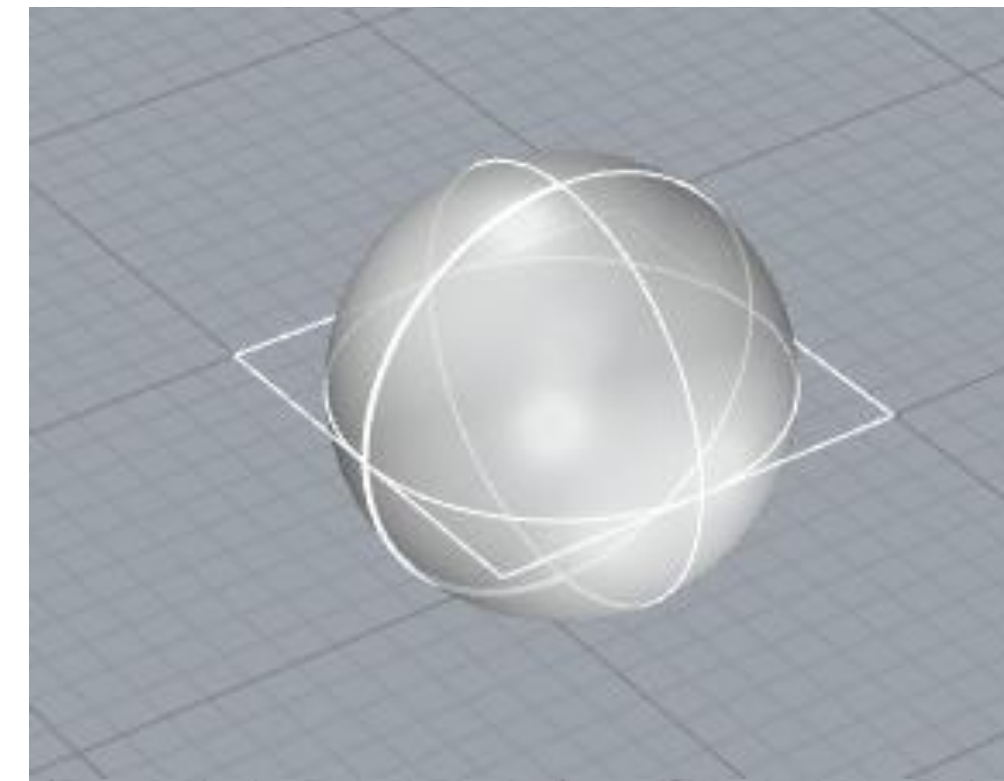
Alçado Lateral Esc.1:2



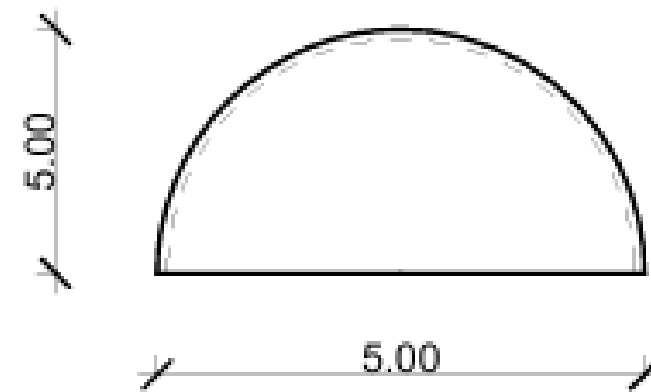
Perspectiva

• 2.12 Abóbada de Forno

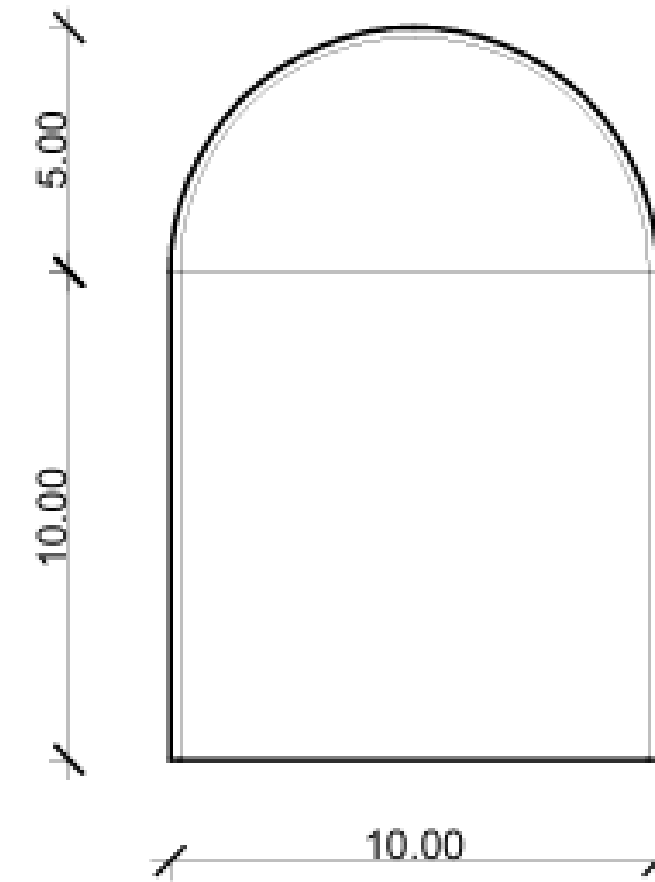
- Utilizar como base o quadrado de 10×10 cm e a circunferência inscrita já criada anteriormente
- Desenhar uma linha a dividir o quadrado ao meio
- Aplicar Trim na circunferência para manter apenas 1/4 da circunferência
- Criar duas linhas verticais com 10 cm de altura
- Utilizar Move para deslocar o 1/4 da circunferência até ao endpoint dessas linhas de 10 cm
- Aplicar o comando Loft, selecionando o 1/4 da circunferência (gomo) e a semicircunferência inferior, criando assim a abóbada completa.



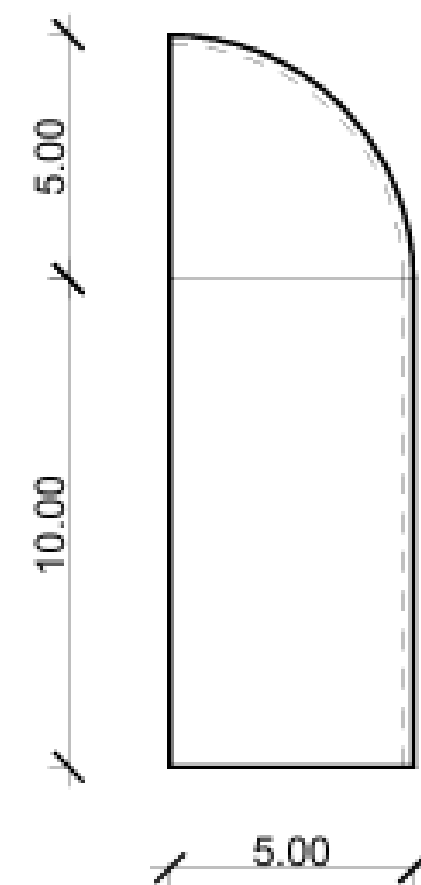
Abóbada de Forno



Planta de Cobertura Esc.1:2



Alçado Frontal Esc.1:2



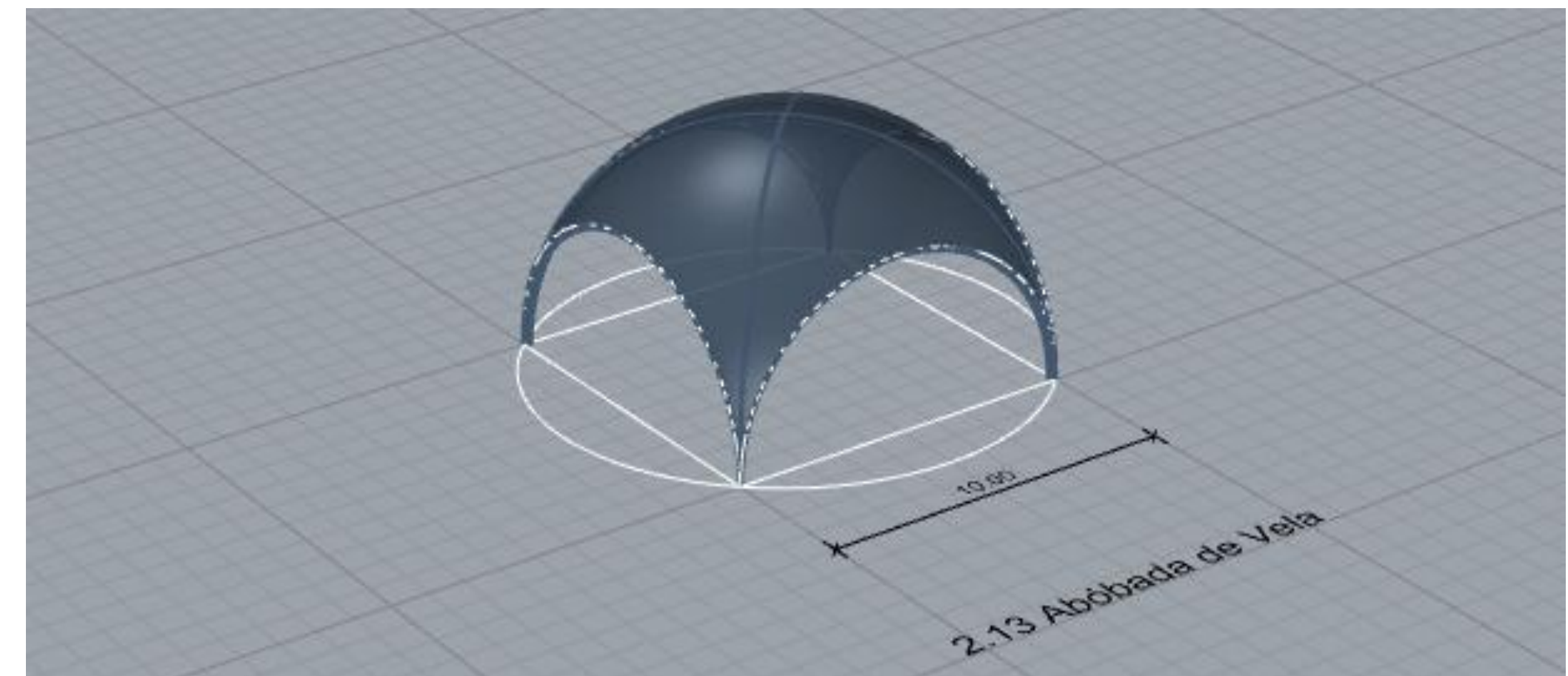
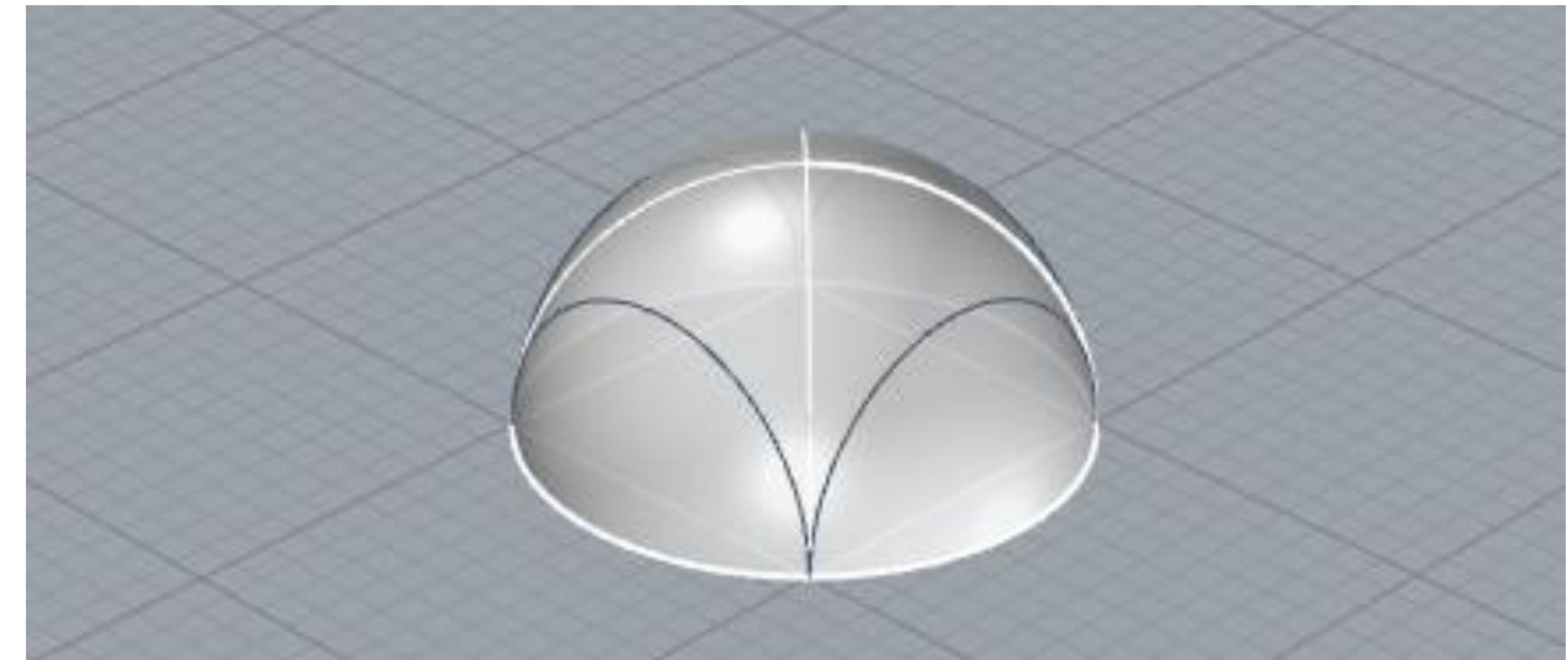
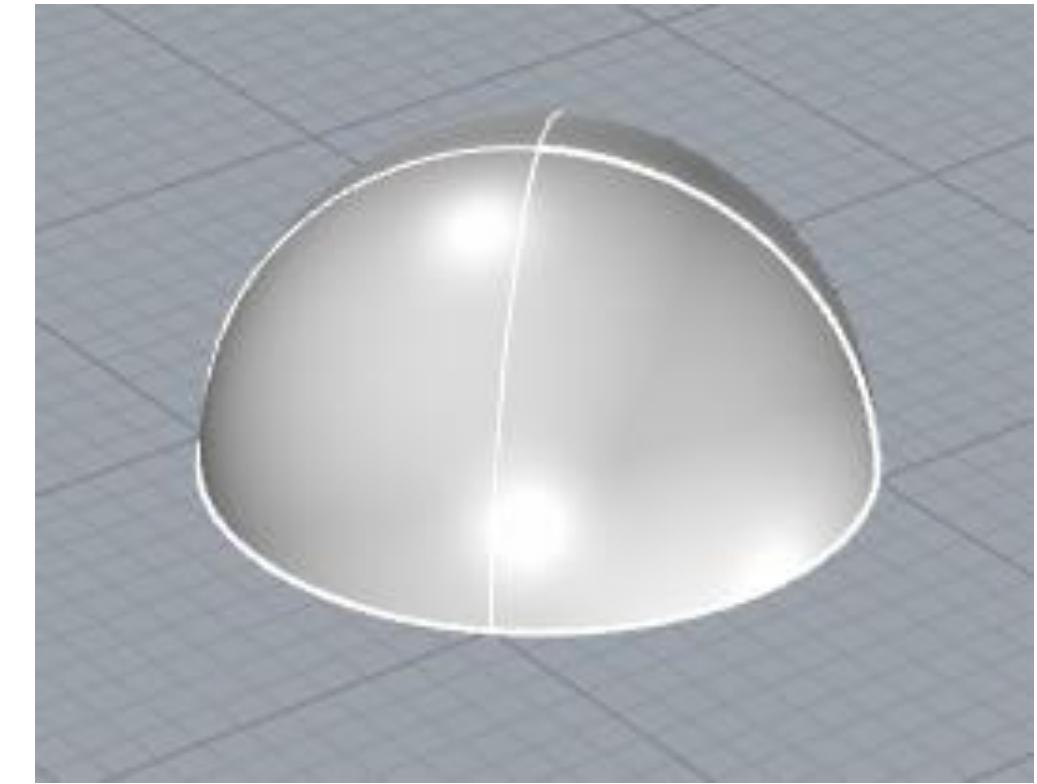
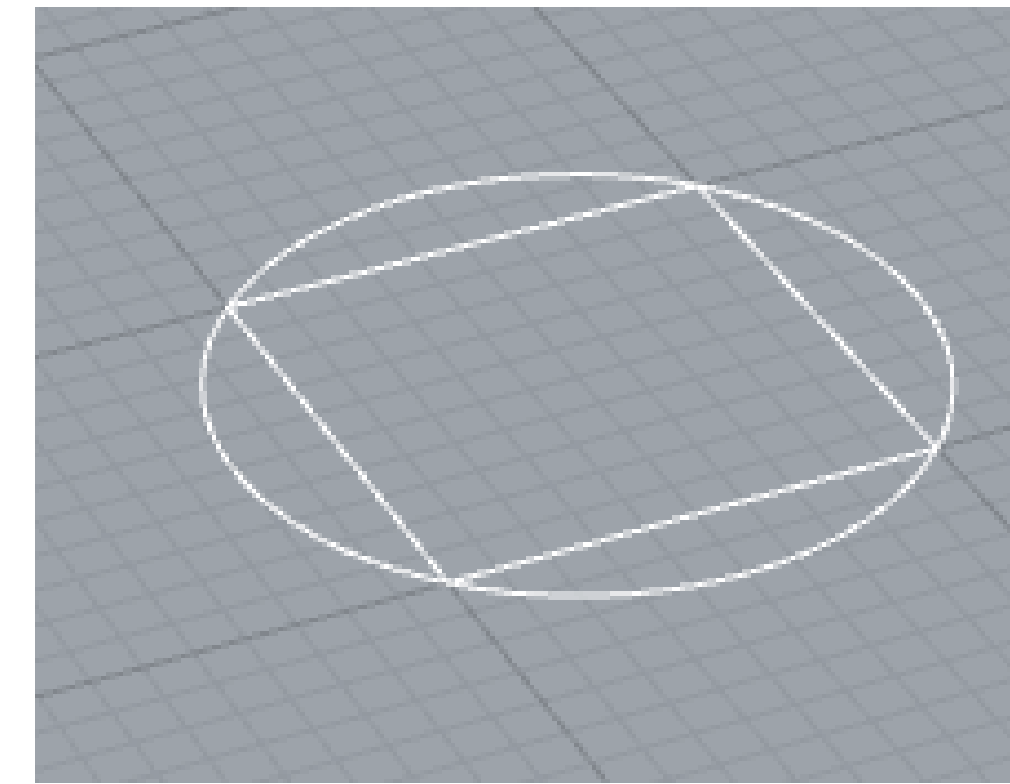
Alçado Lateral Esc.1:2



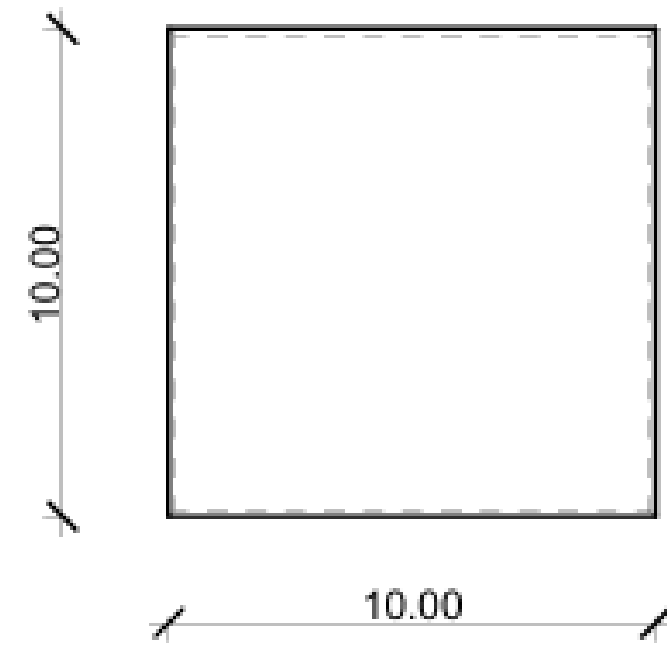
Perspectiva

• 2.13 Abóbada de Vela

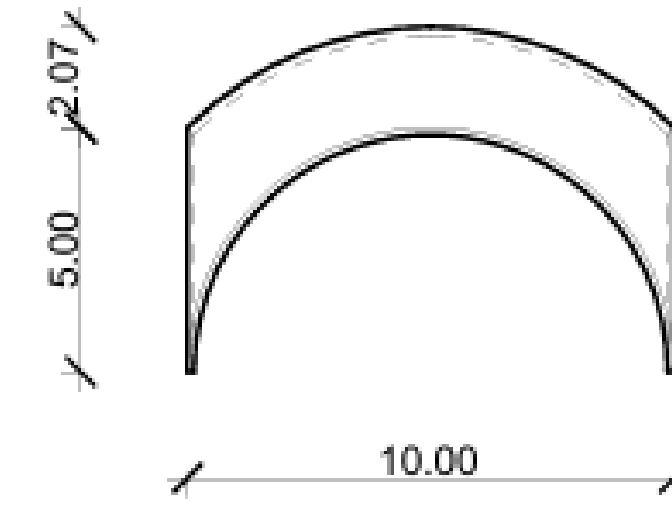
- Começar com um quadrado de 10×10 cm
- Desenhar uma circunferência horizontal tangente ao quadrado
- Criar uma esfera e aplicar Trim para remover a metade inferior, obtendo uma meia esfera
- Utilizar o comando `_Project`, selecionando primeiro o quadrado e depois a meia esfera, obtendo assim a abóbada de vela.



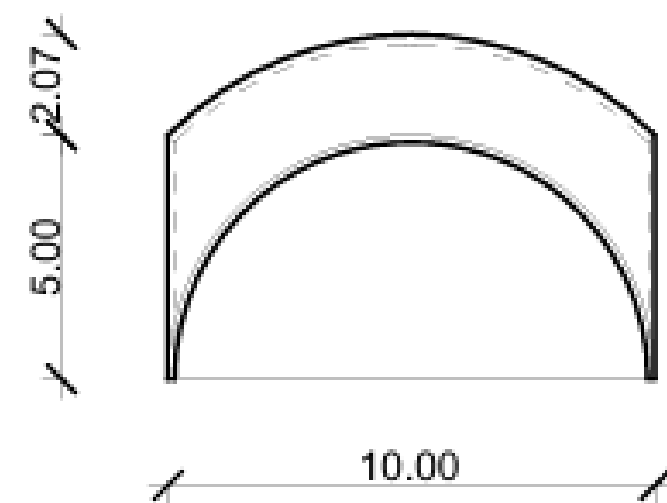
Abóbada de Vela



Planta de Cobertura Esc.1:2



Alçado Frontal Esc.1:2



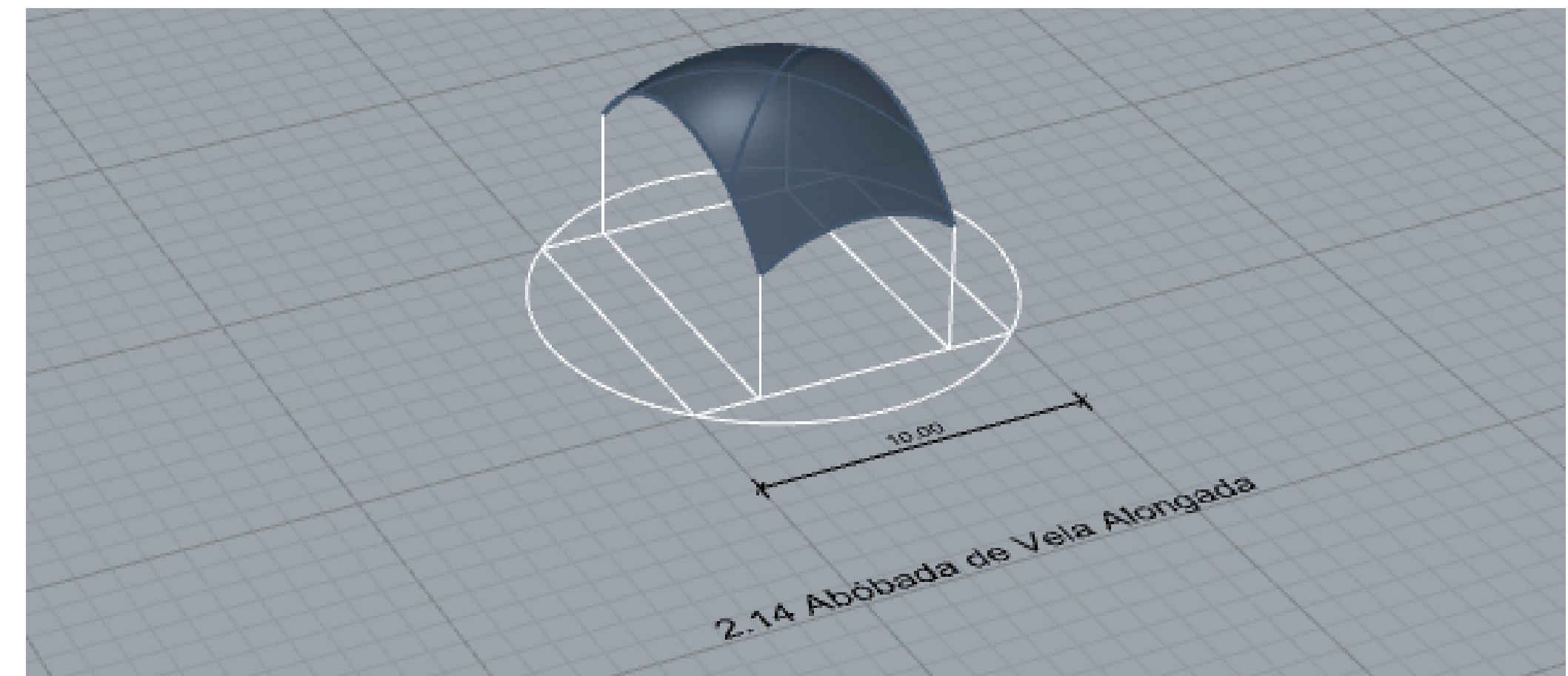
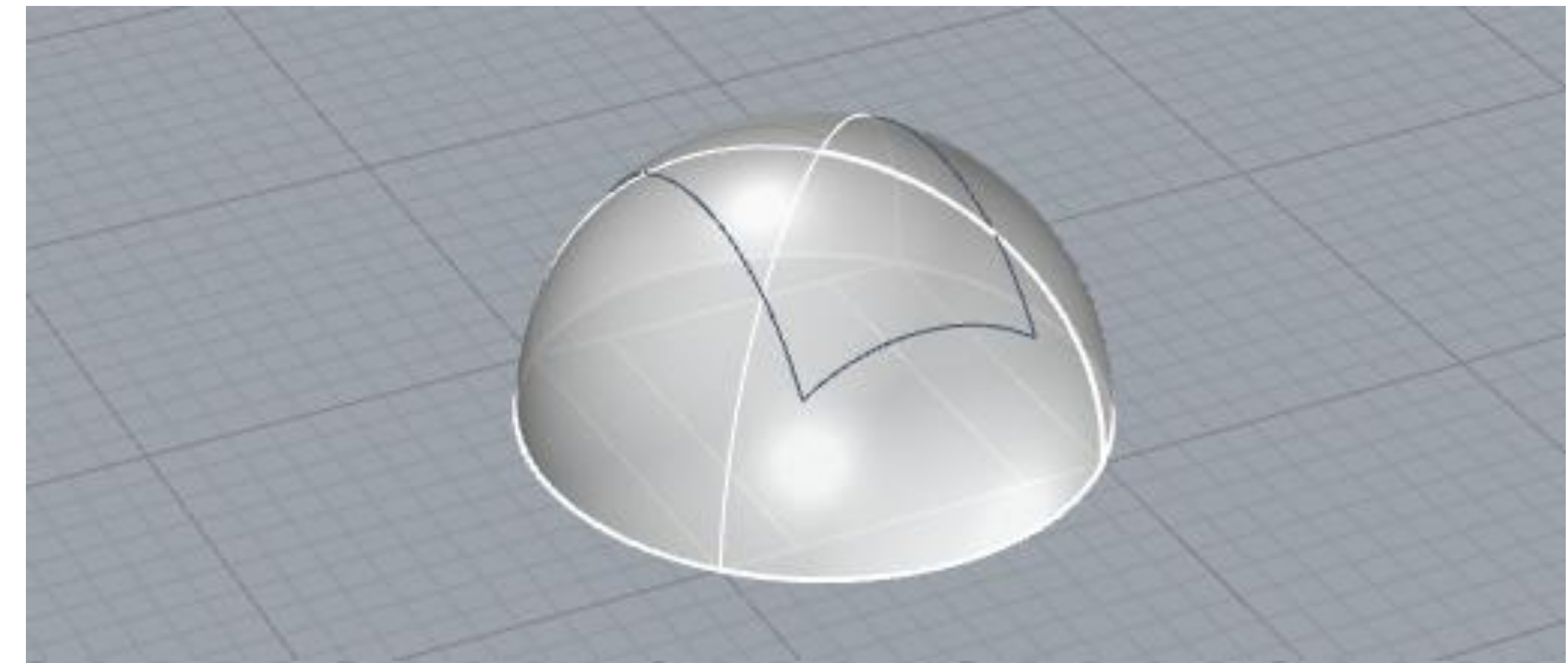
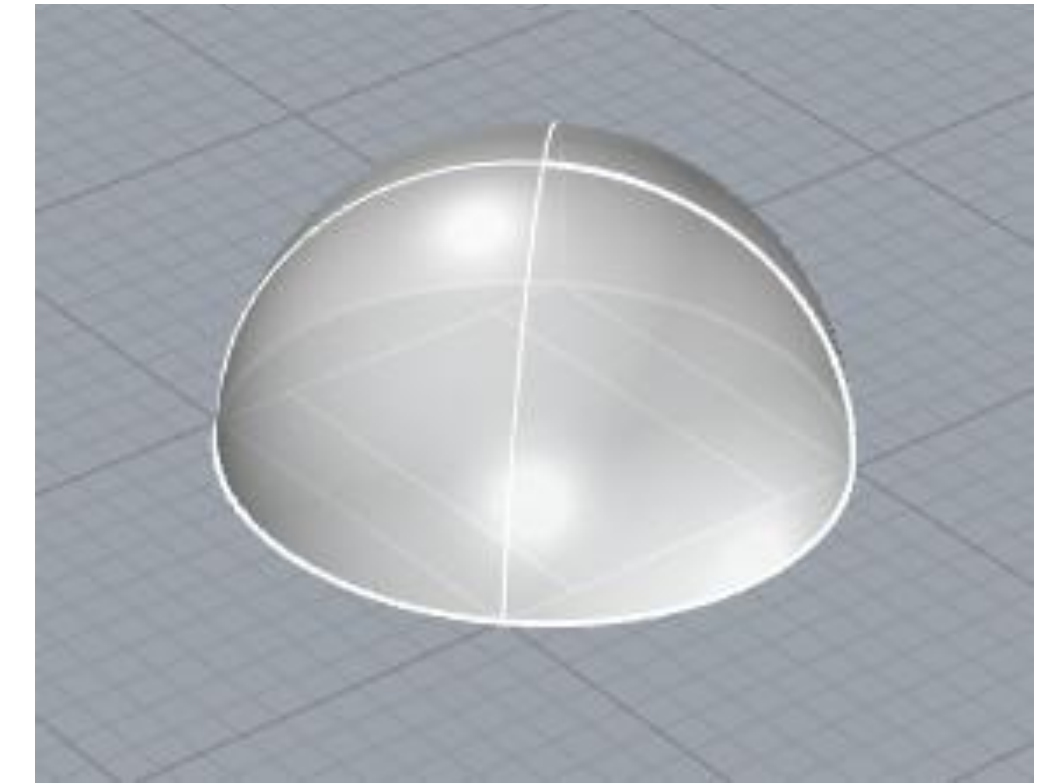
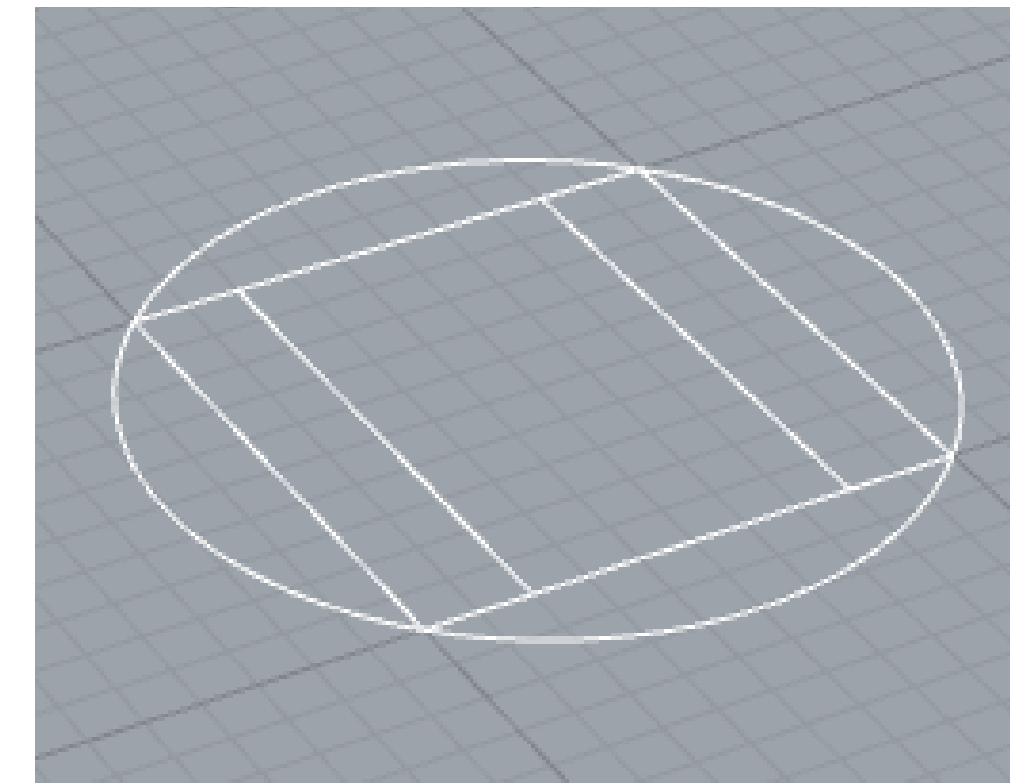
Alçado Lateral Esc.1:2



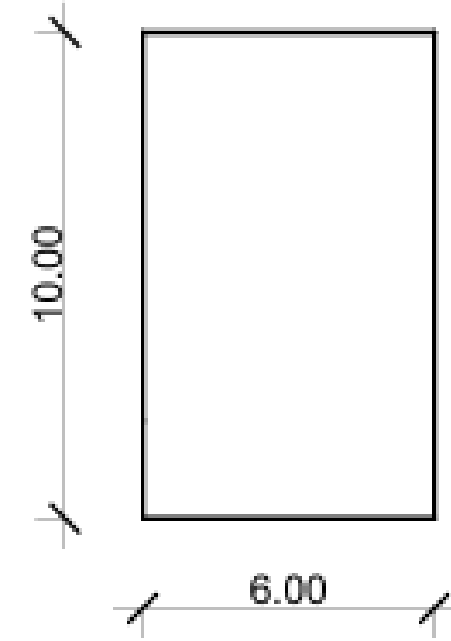
Perspectiva

• 2.14 Abóbada de Vela Alongada

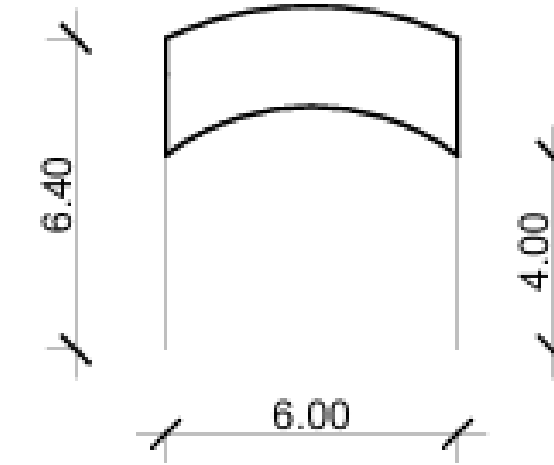
- Começar com o quadrado de 10×10 cm e a circunferência tangente ao quadrado
- Desenhar um retângulo de 6×10 cm no interior do quadrado
- Criar novamente uma meia esfera
- Utilizar o comando `_Project`, selecionando o retângulo e depois a meia esfera, obtendo a forma da abóbada
- Ligar os cantos da abóbada ao plano horizontal através de linhas verticais.



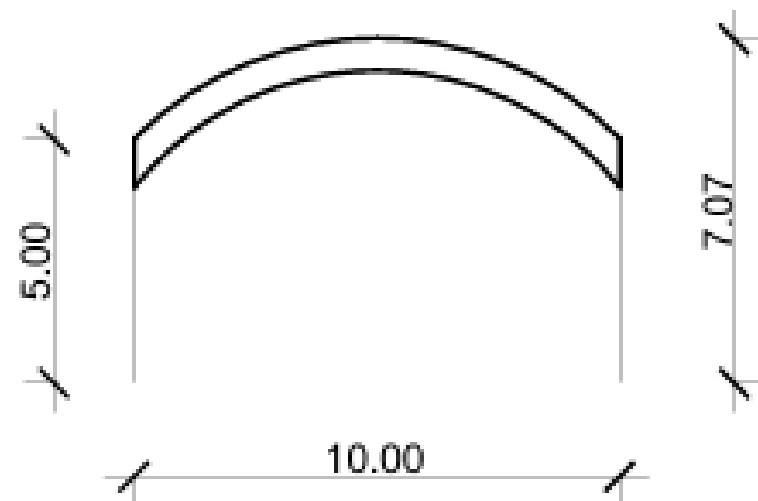
Abóbada de Vela Alongada



Planta de Cobertura Esc.1:2



Alçado Frontal Esc.1:2



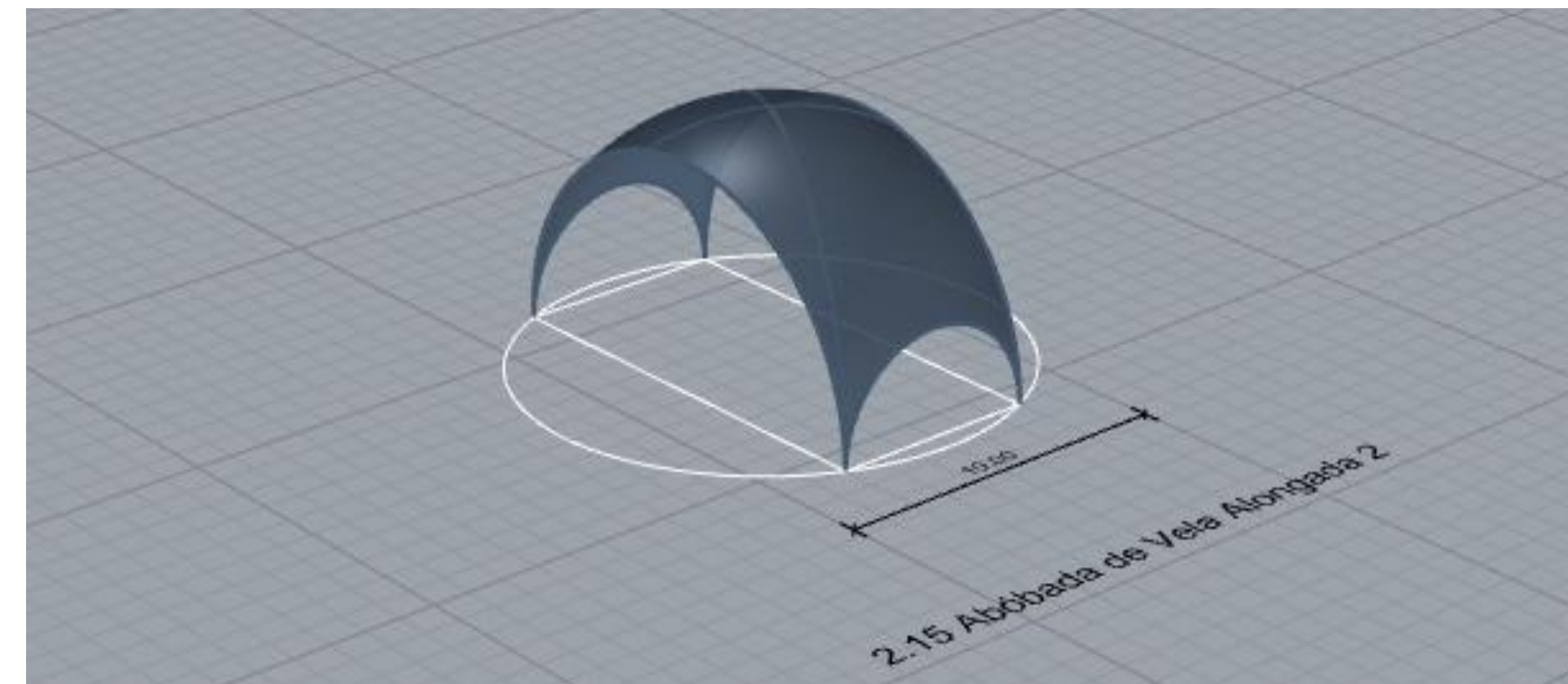
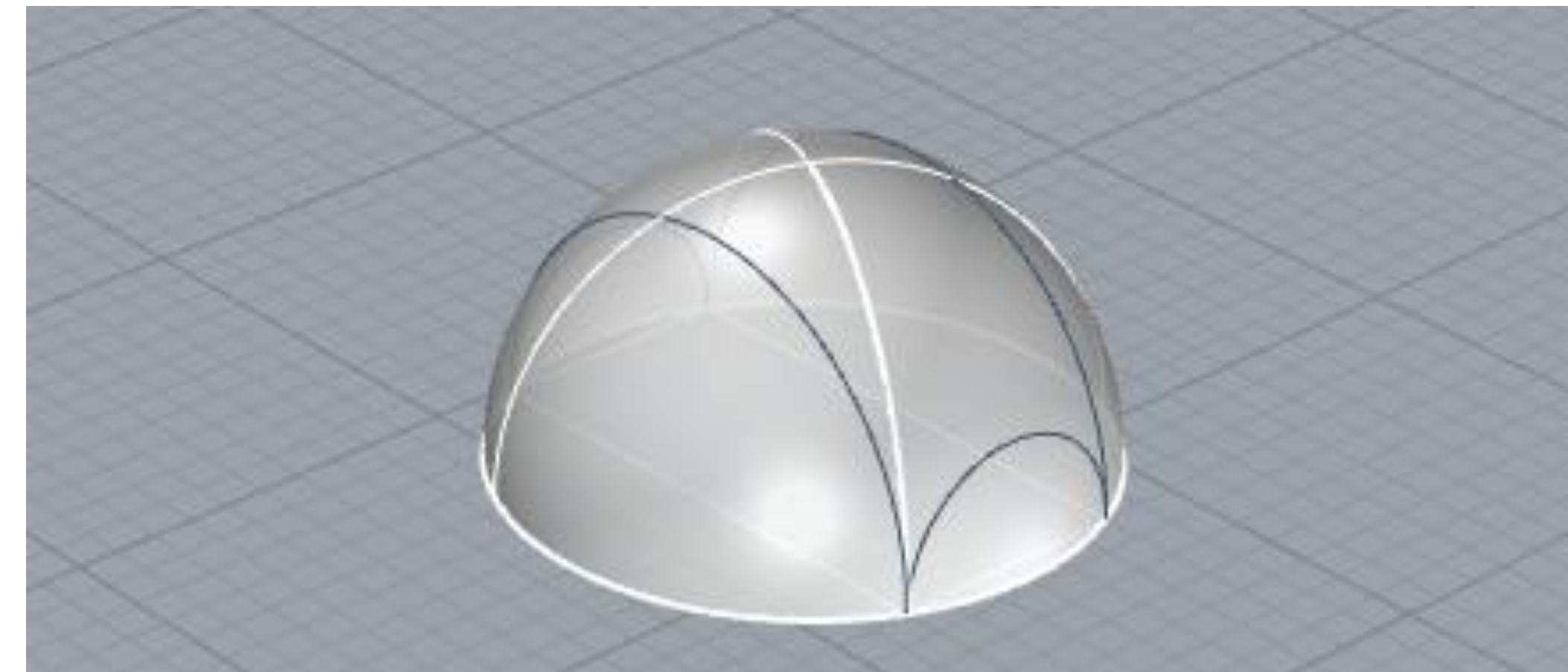
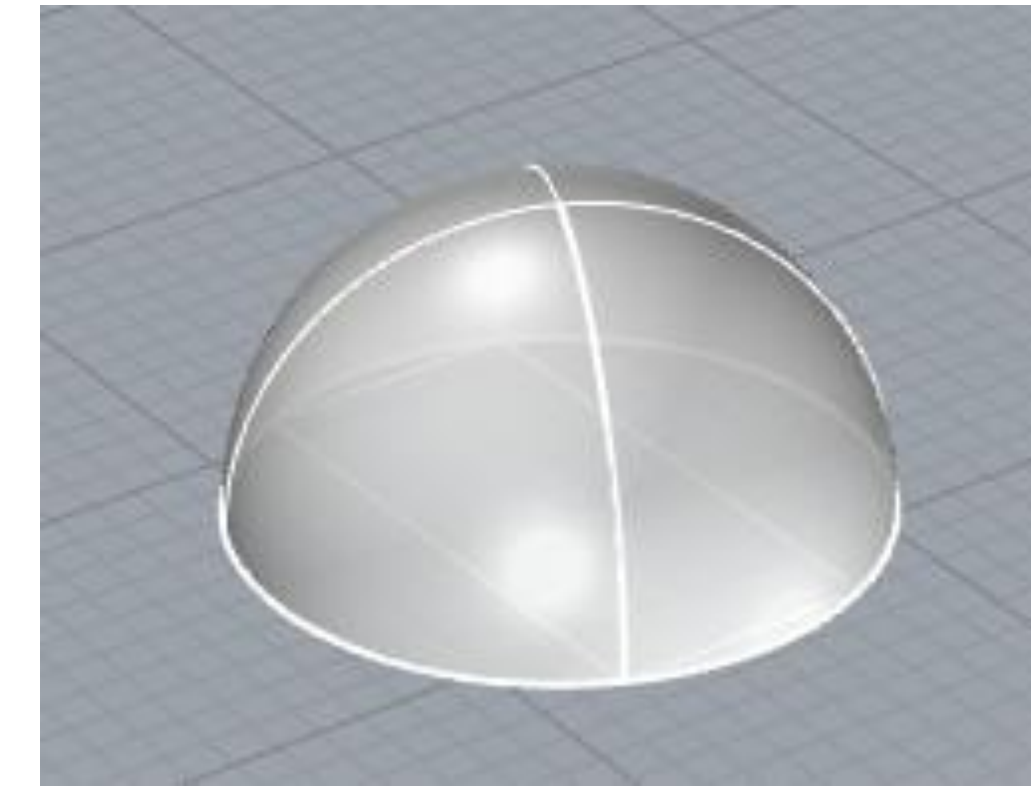
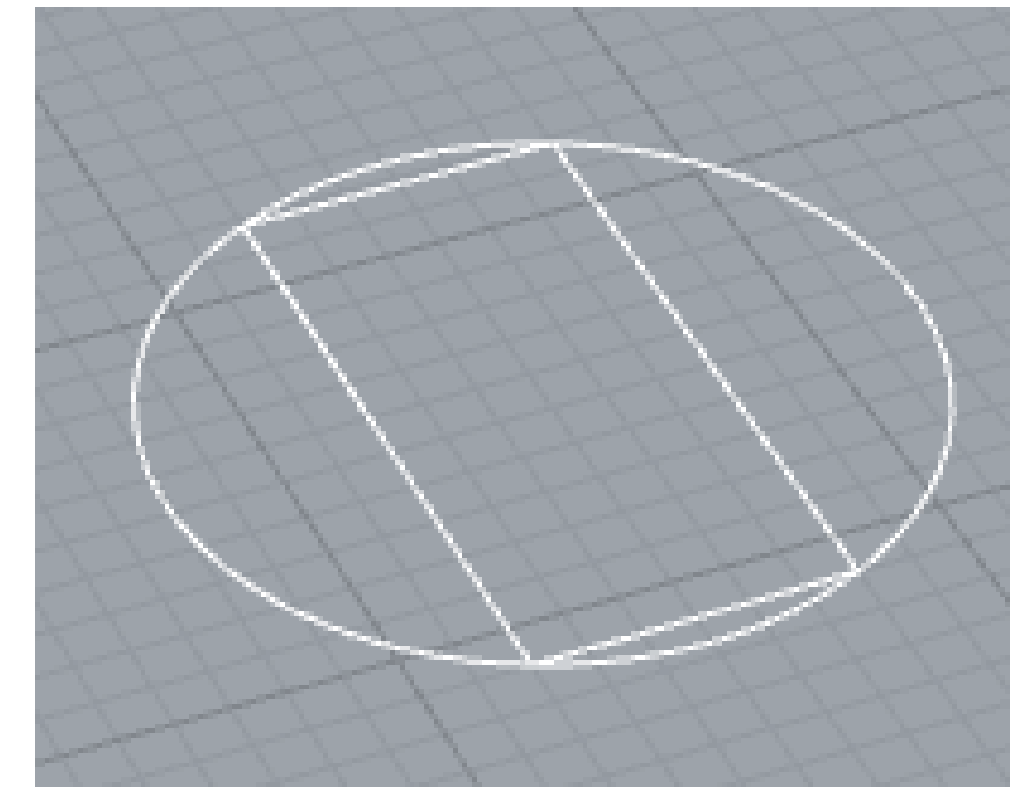
Alçado Lateral Esc.1:2



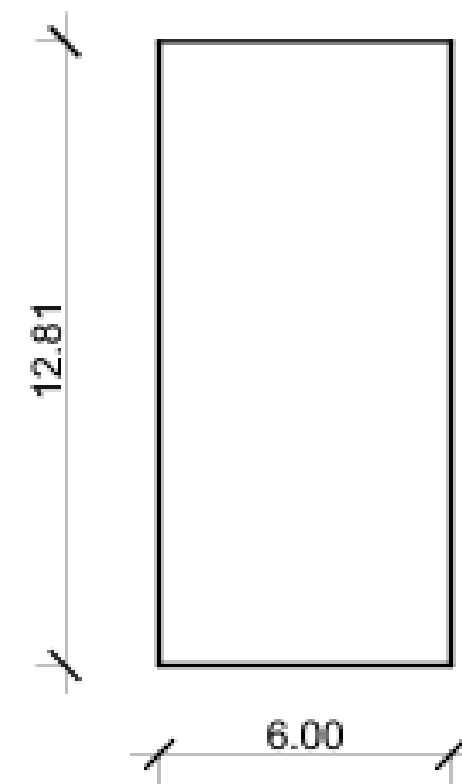
Perspectiva

• 2.15 Abóbada de Vela Alongada 2

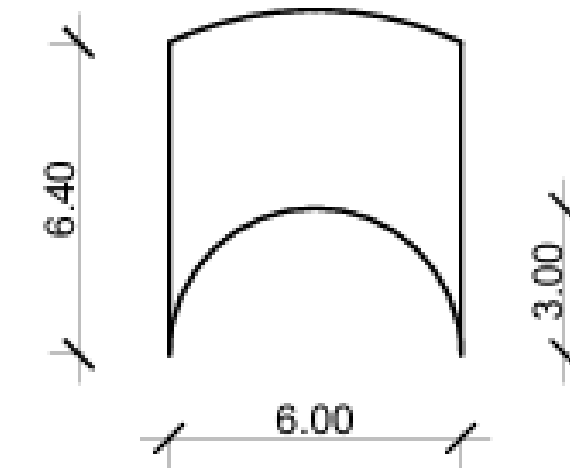
- A partir do retângulo de 6×10 cm, aplicar Extend nas linhas maiores até estas encontrarem o círculo
- Criar novamente uma meia esfera
- Utilizar o comando _Project, selecionando o novo retângulo e depois a meia esfera
- O resultado corresponde à abóbada de vela alongada.



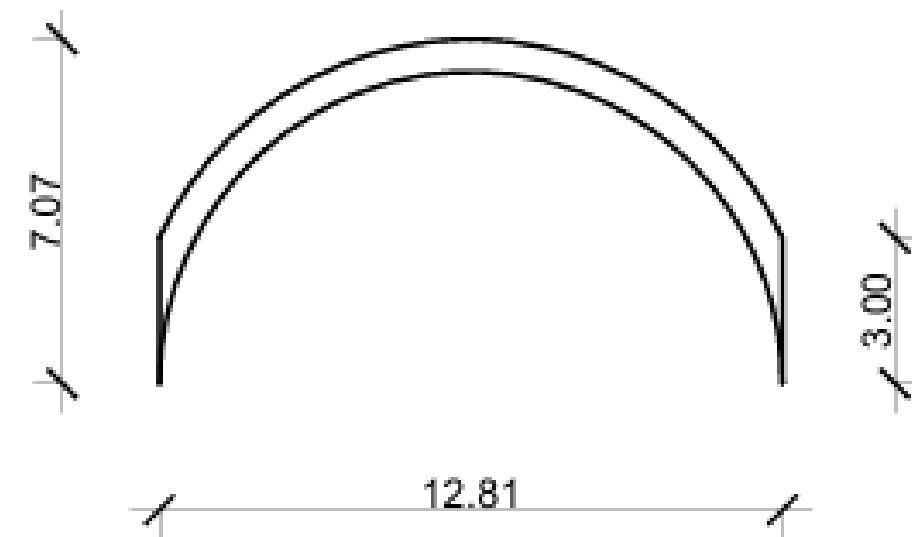
Abóbada de Vela Alongada 2



Planta de Cobertura Esc. 1:2



Alçado Frontal Esc. 1:2



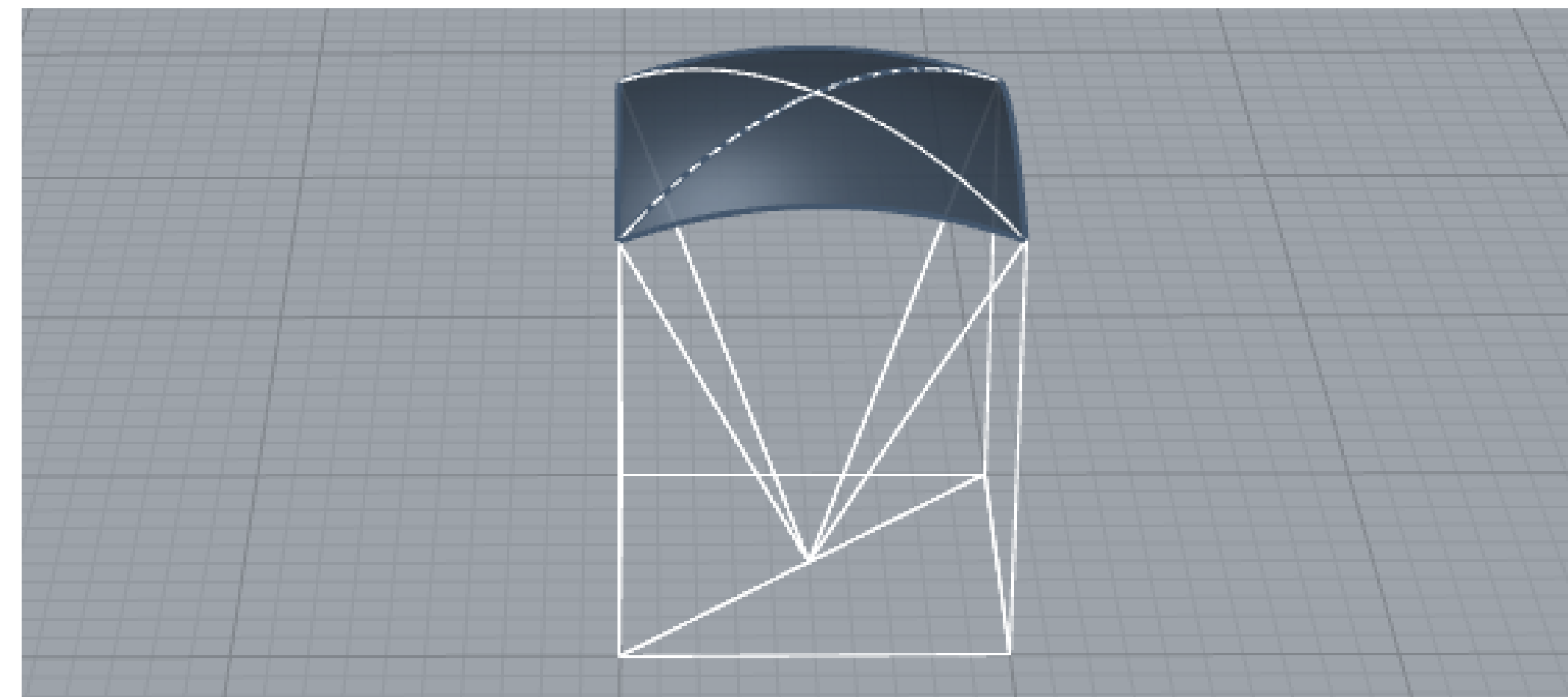
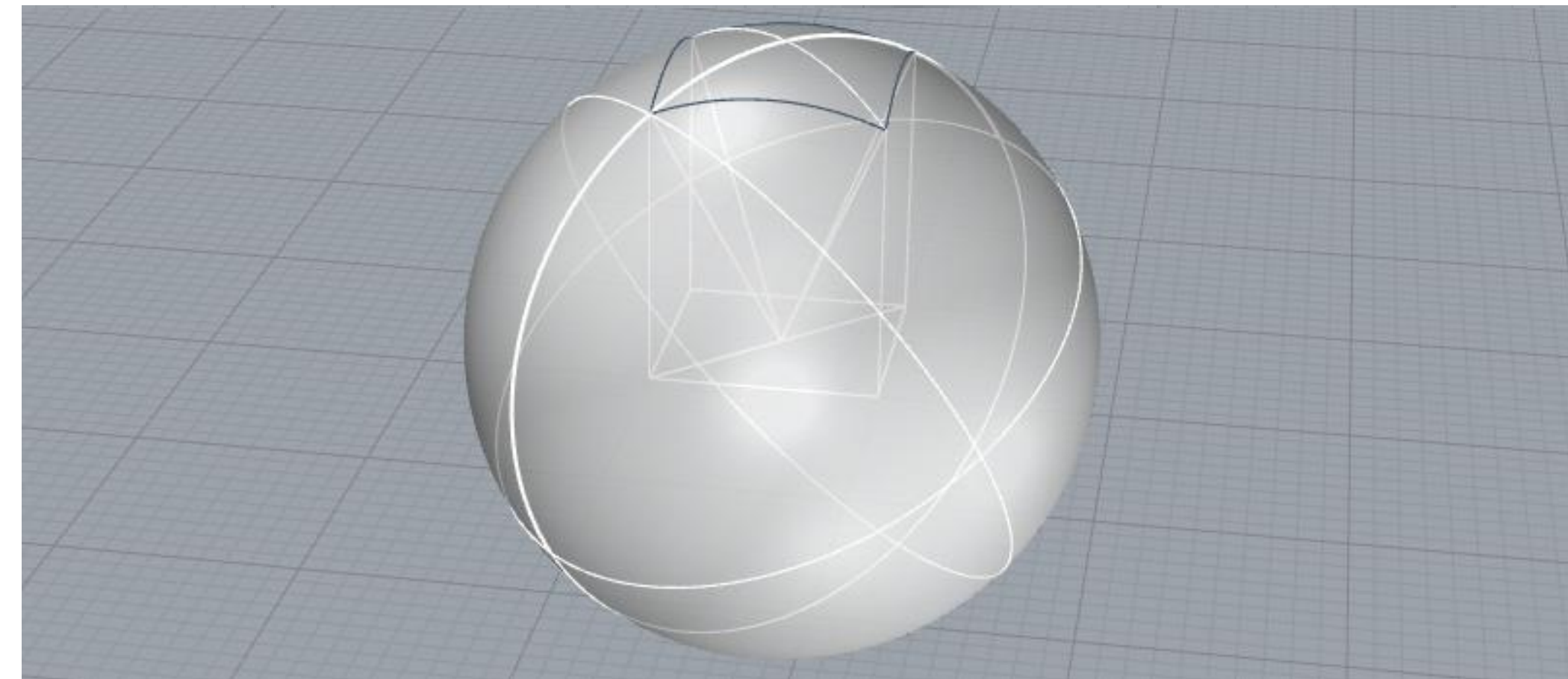
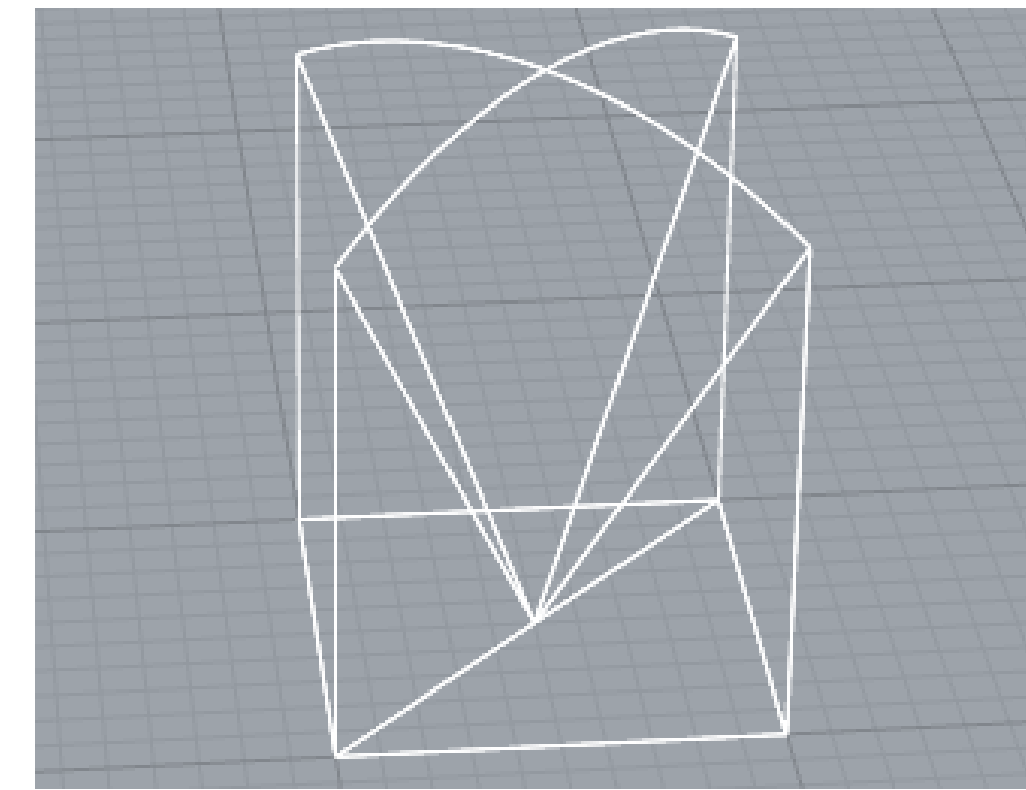
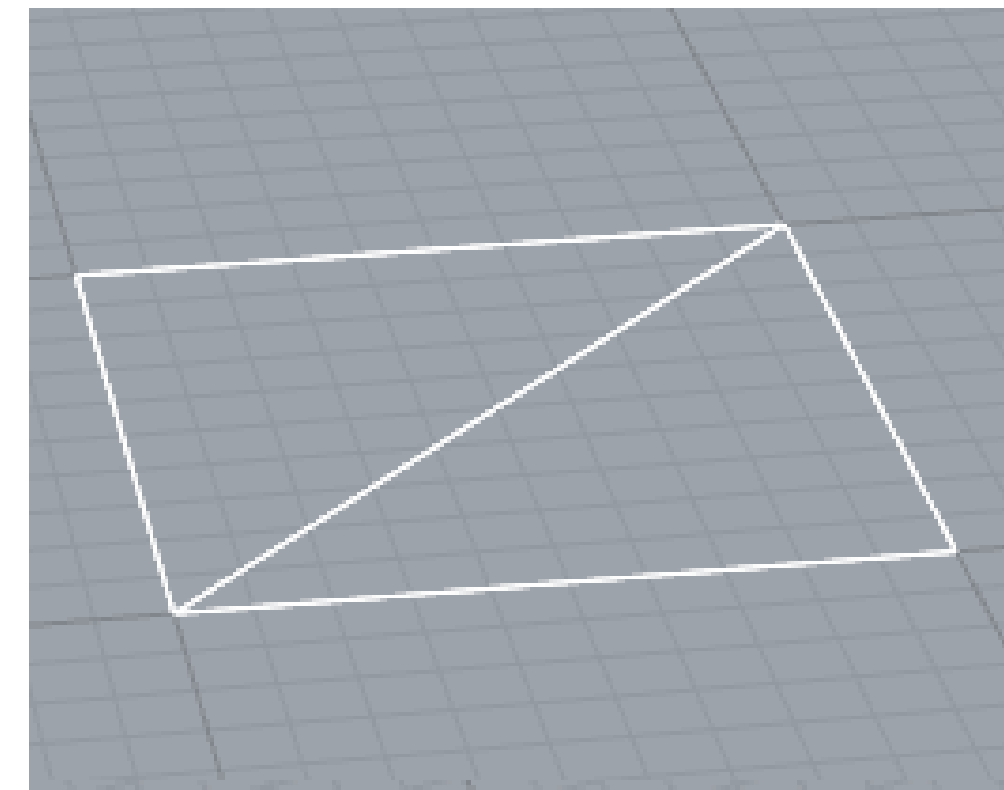
Alçado Lateral Esc. 1:2



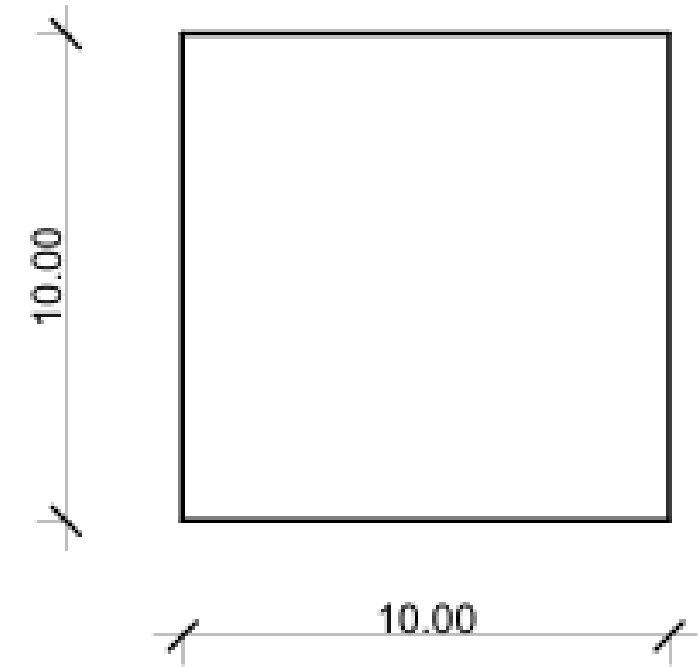
Perspectiva

• 2.15 Abóbada Catalã

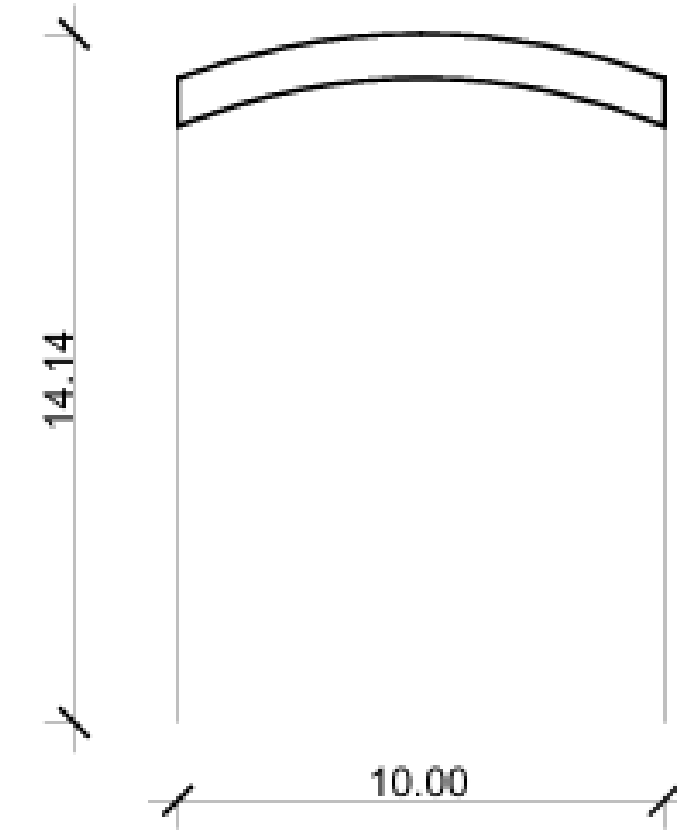
- Fazer um quadrado de base com uma diagonal
- Traçar a segunda diagonal a partir do ponto médio dessa diagonal (@10<45<60)
- Aplicar Mirror dessa segunda diagonal
- Criar duas linhas verticais nos pontos da primeira diagonal
- Fazer Fillet das segundas diagonais com as linhas verticais
- Aplicar Mirror dessa estrutura a partir do ponto médio da diagonal do quadrado
- Criar uma box esférica com centro no ponto médio da diagonal do quadrado até ao ponto de interseção entre as segundas diagonais e as linhas verticais
- Utilizar o comando _Project do quadrado de base na circunferência
- Fazer Trim da parte exterior ao quadrado projetado
- O resultado corresponde à abóbada.



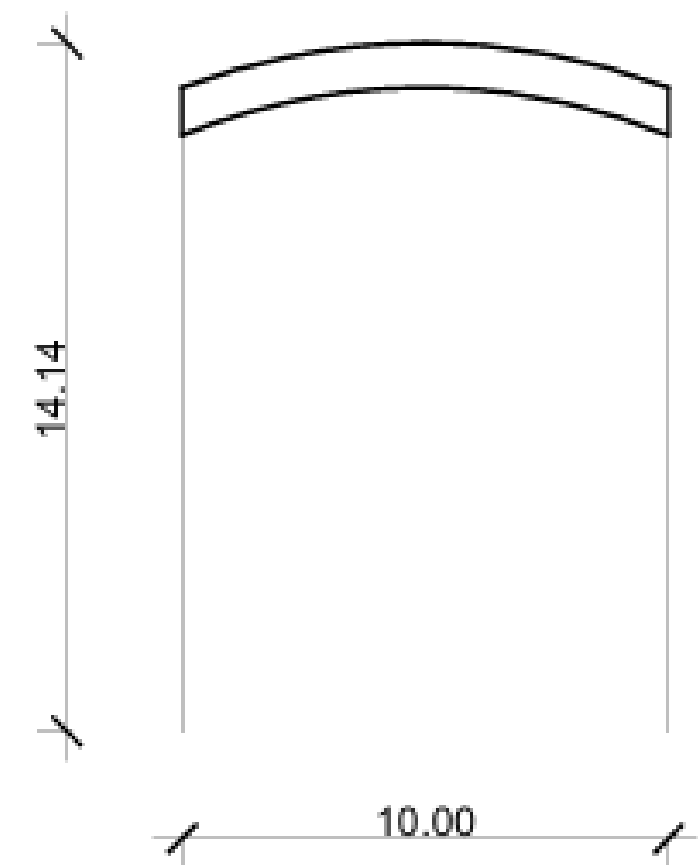
Abóbada Catalã



Planta de Cobertura Esc. 1:2



Alçado Frontal Esc. 1:2



Alçado Lateral Esc. 1:2

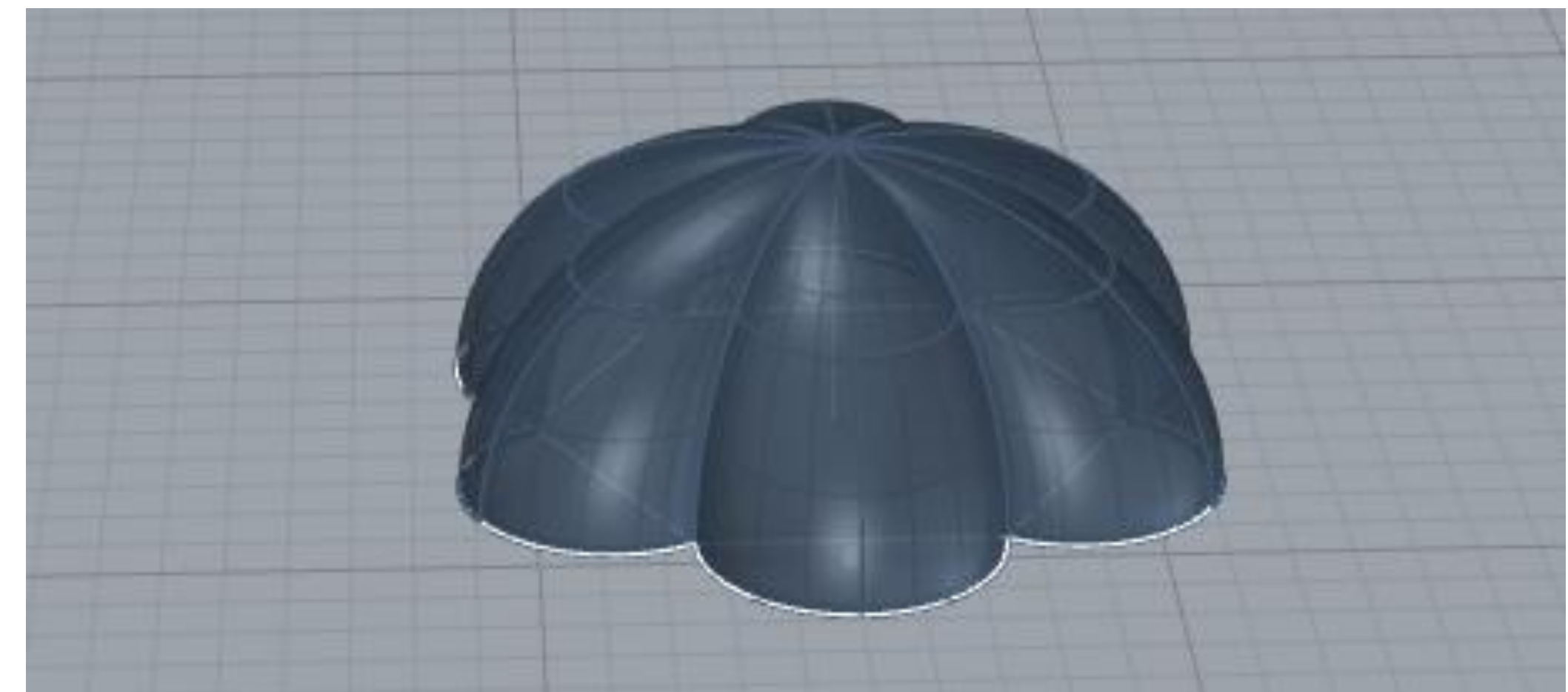
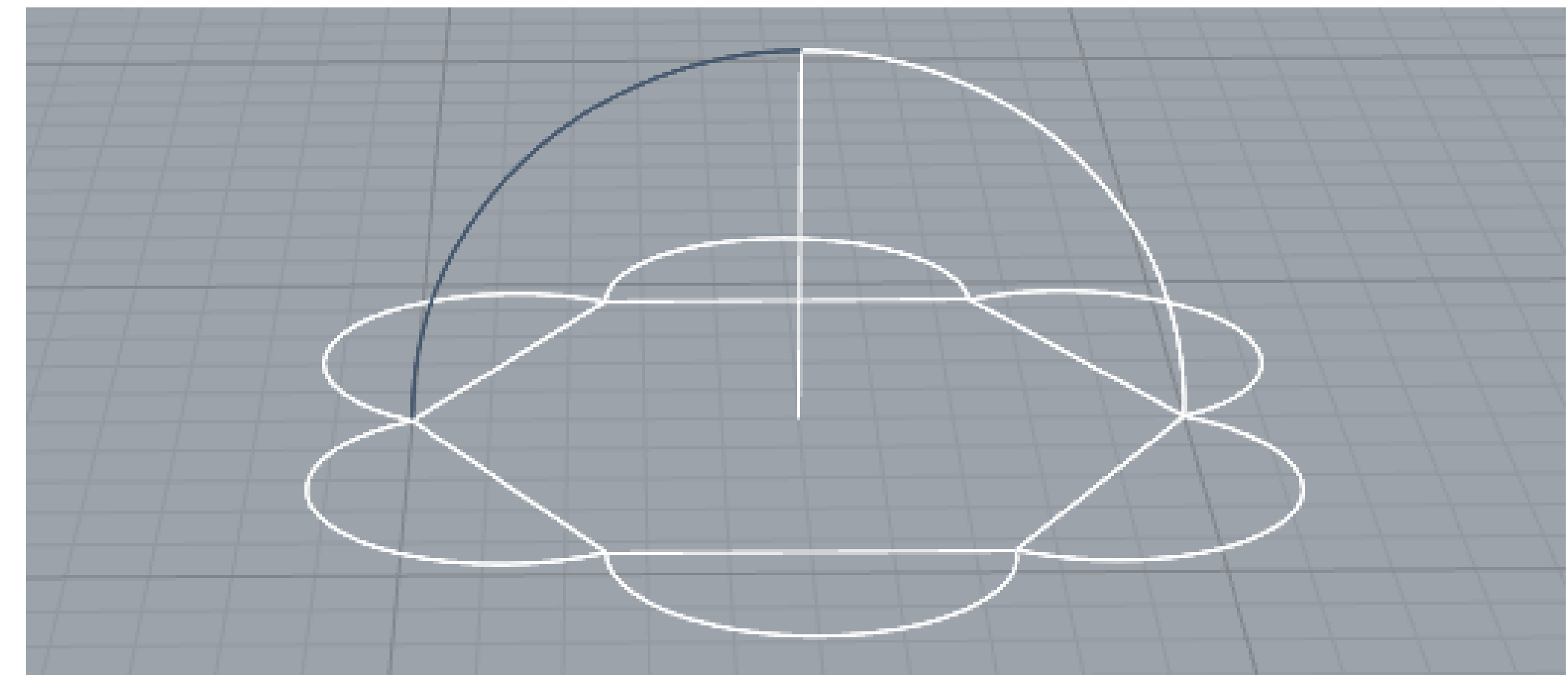
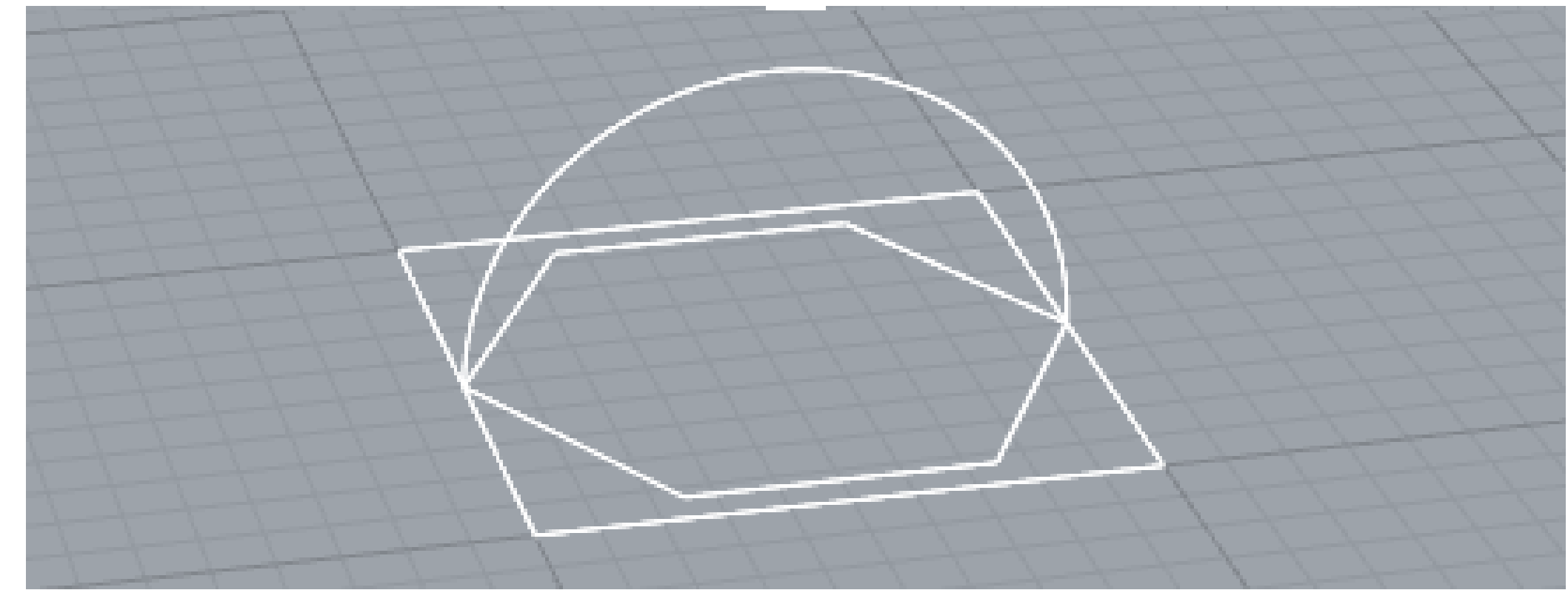


Perspectiva

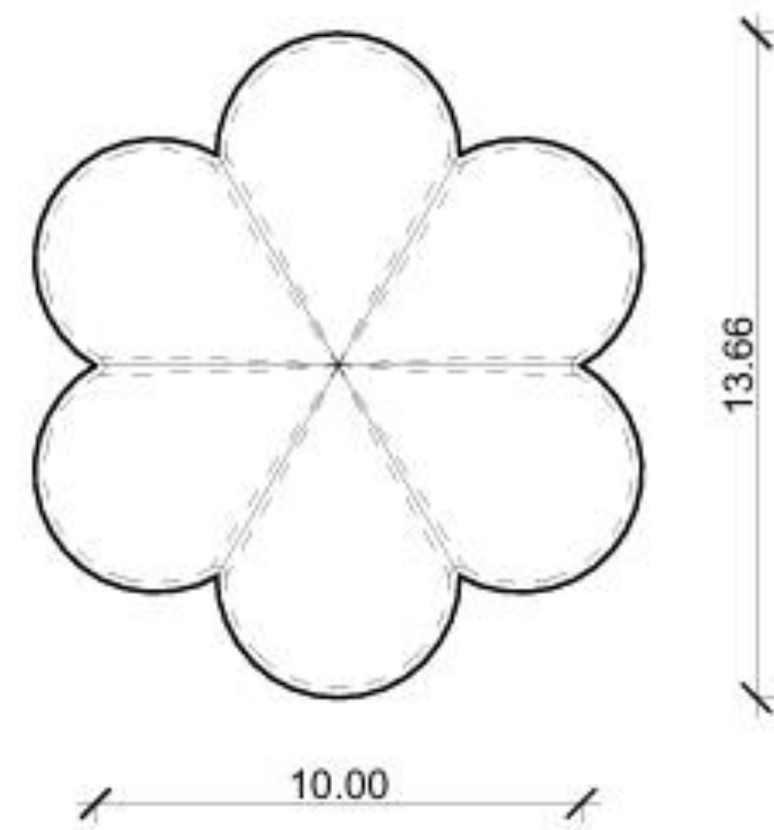
Aula 7 – Abóbadas 3 e Grasshopper

• 2.17 Abóbada Alveolada

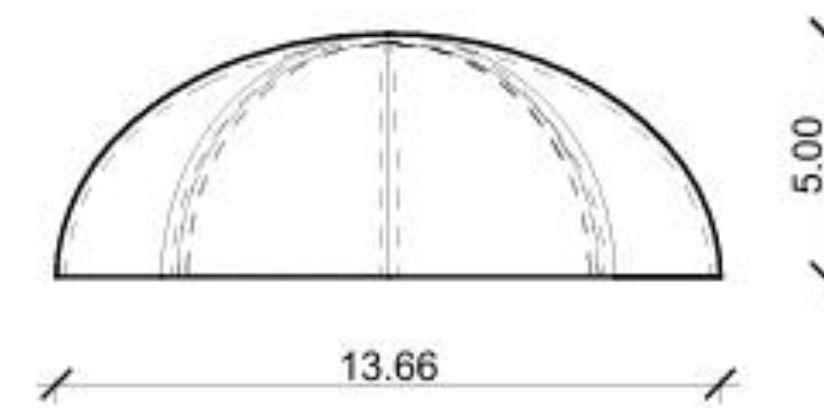
- Fazer um quadrado com um hexágono inscrito
- Traçar uma circunferência vertical do ponto esquerdo ao ponto direito do hexágono
- Fazer Trim da parte inferior
- Criar uma circunferência vertical com centro no ponto médio de uma aresta até à sua extremidade
- Fazer Trim da parte interior ao hexágono
- Aplicar Array Polar às restantes arestas do hexágono
- Fazer Join
- Traçar uma linha vertical do centro do hexágono até à circunferência
- Utilizar Split na semicircunferência vertical, separando a parte esquerda da direita
- Utilizar o comando RailRevolve, seleccionando a parte esquerda da semicircunferência vertical como profile curve, as semicircunferências em volta do hexágono como rail curves, e a linha vertical como eixo
- O resultado corresponde à abóbada alveolada.



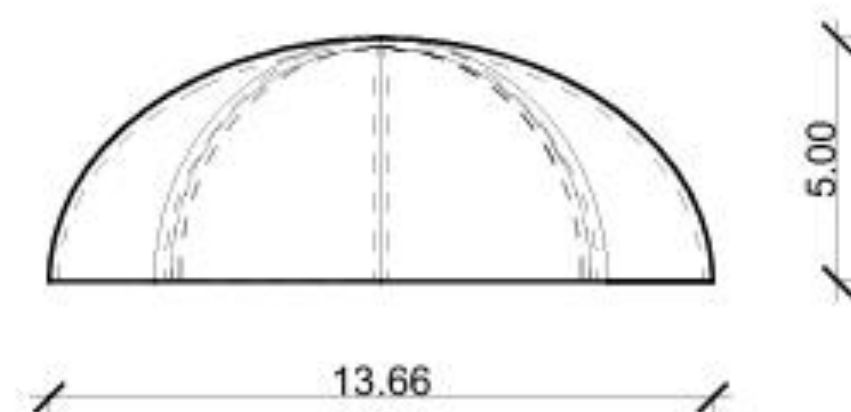
Abóbada Alveolada



Planta de Cobertura Esc.1:2



Alçado Frontal Esc.1:2

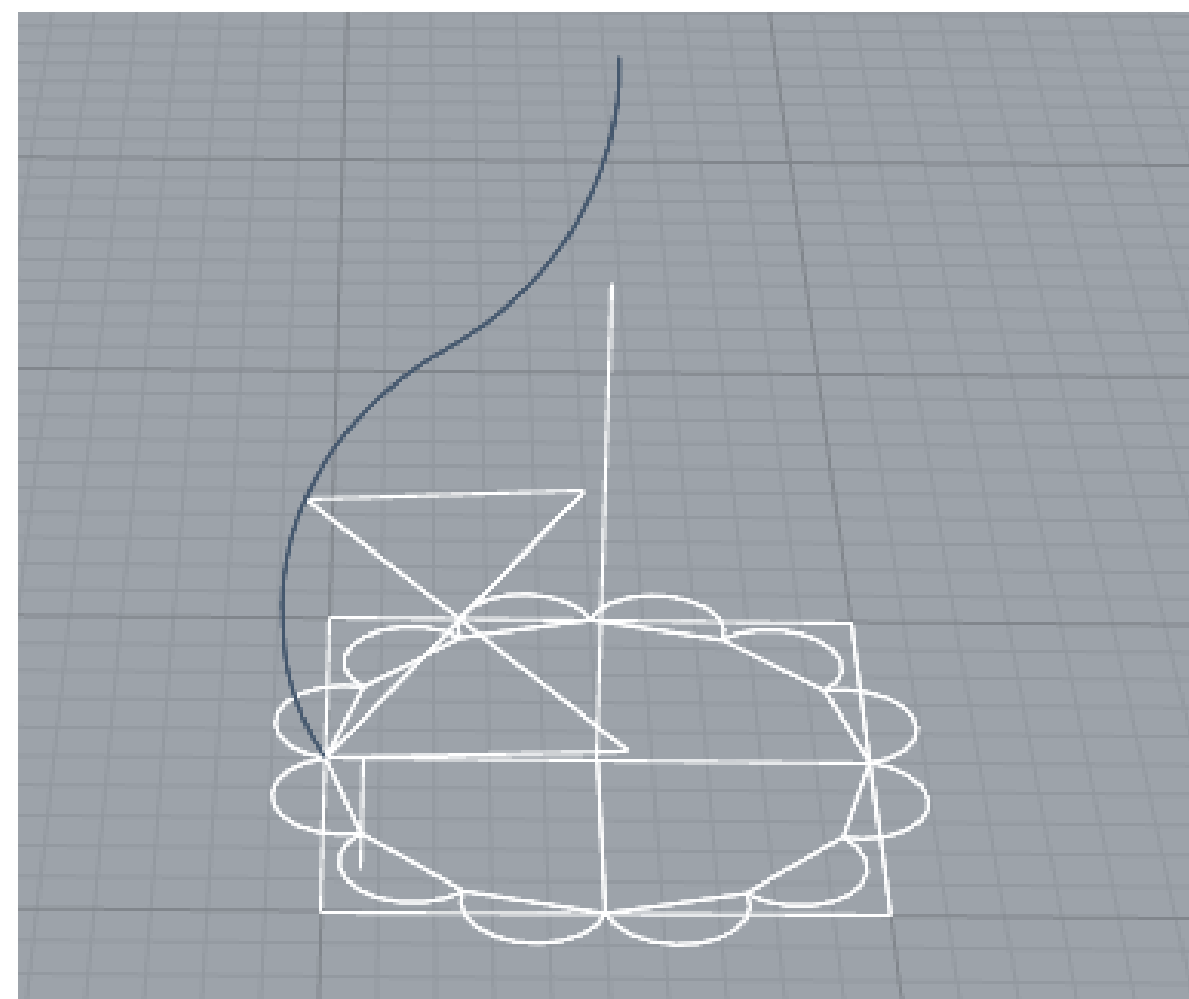
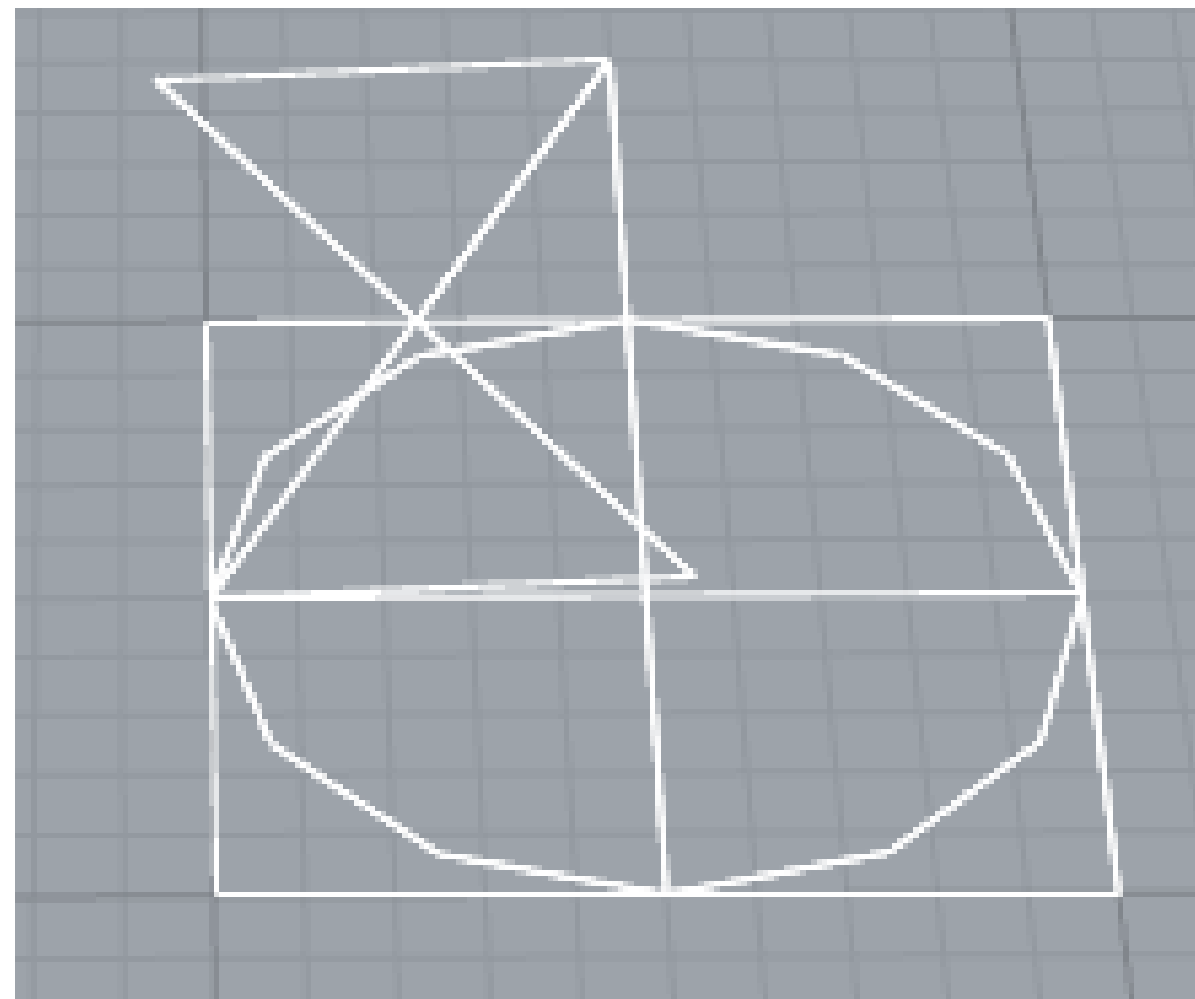
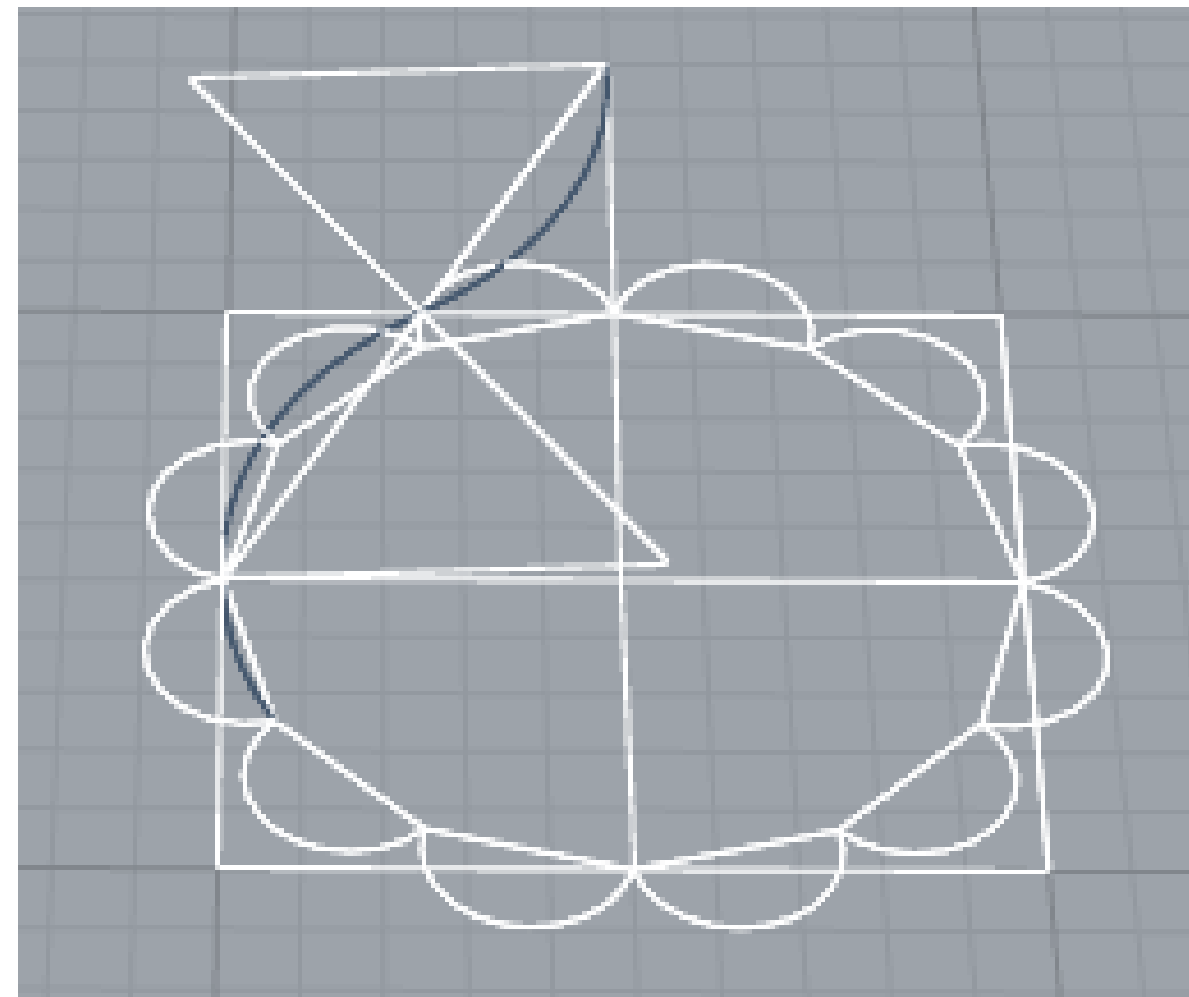
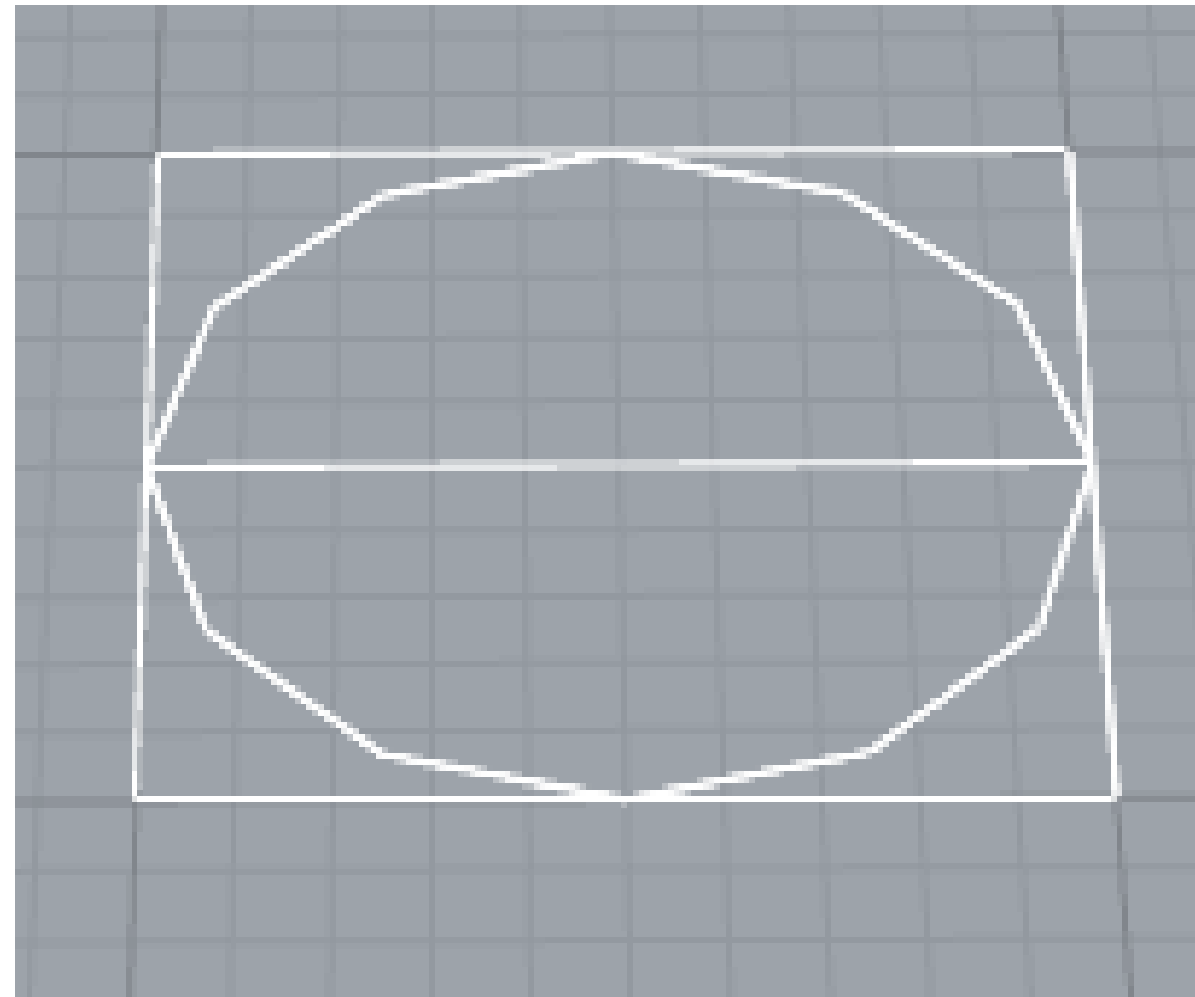


Alçado Lateral Esc.1:2



Perspectiva

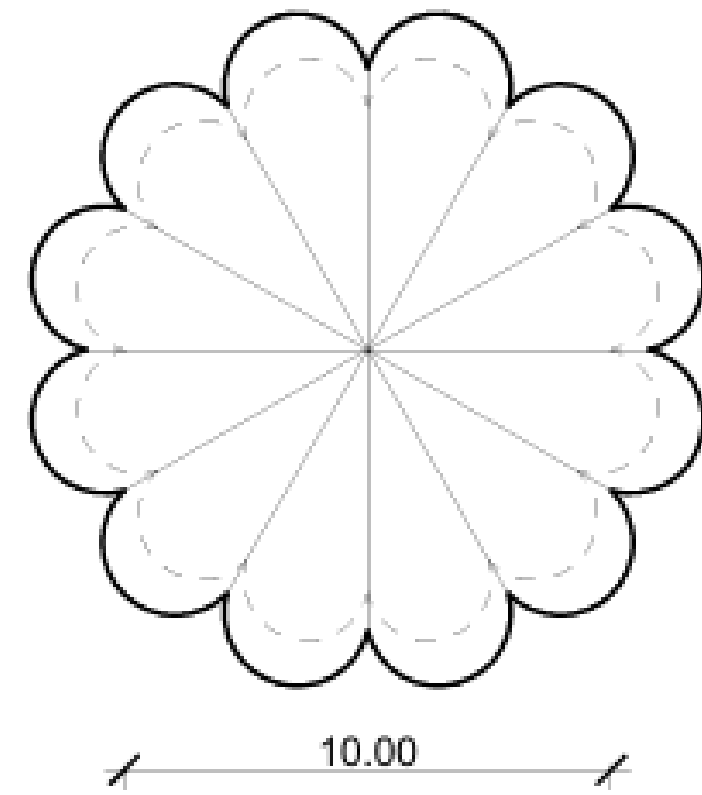
- 2.18 Abóbada Alveolada de Bolbo



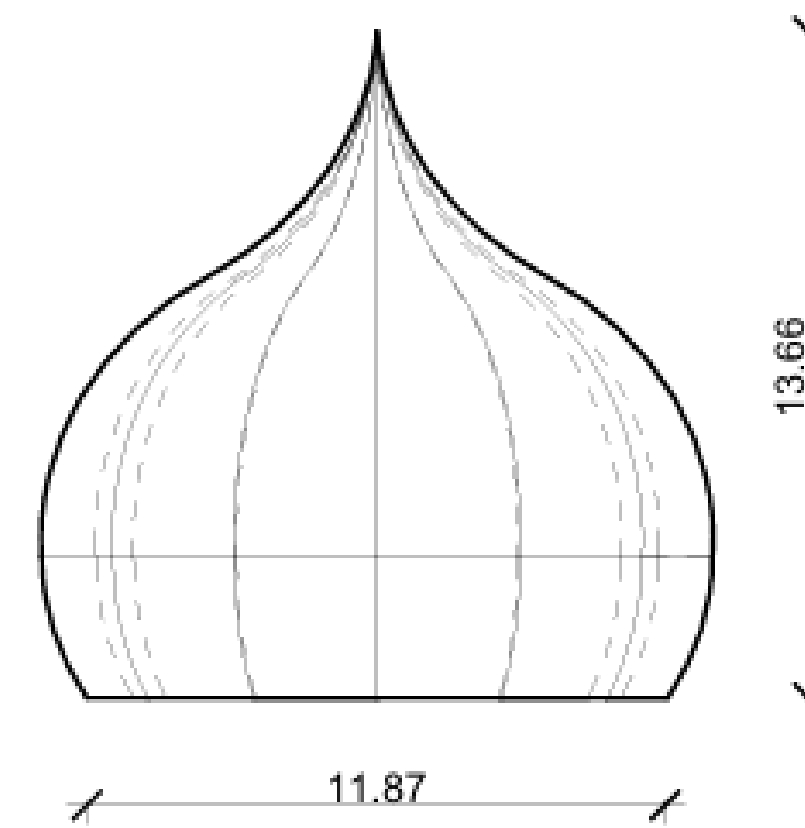
• 2.18 Abóbada Alveolada de Bolbo

- Fazer um quadrado com um dodecágono inscrito
- Traçar uma linha horizontal do vértice esquerdo ao vértice direito do dodecágono
- A partir do ponto médio dessa linha, criar uma linha perpendicular com o comprimento do diâmetro do dodecágono
- Unir o ponto mais à esquerda do dodecágono ao endpoint dessa perpendicular
- Desde a interseção do quadrado com essa linha oblíqua, obter a primeira aresta do triângulo
- Copiar essa aresta e aplicar Rotate com centro no ponto de interseção entre a linha e o quadrado, rodando 60° até ao endpoint
- Unir as duas arestas, formando o triângulo, e fazer Mirror para baixo
- Criar uma circunferência numa das arestas do dodecágono
- Fazer Trim da parte interior ao dodecágono
- Aplicar Array Polar dessa semicircunferência às restantes arestas do dodecágono
- Fazer Join
- Utilizar o comando Arc com centro no centro do dodecágono, do start point da aresta doze ao ponto mais à esquerda
- Fazer o segundo Arc com centro no ponto mais à direita do triângulo inferior, entre os pontos esquerdo e superior
- Fazer o terceiro Arc com centro no ponto mais à esquerda, entre os pontos inferior e direito, obtendo o perfil de curvatura
- Aplicar Rotate de 90° ao perfil e à linha perpendicular inicial
- Mover o perfil para z=0
- Aplicar Scale com base point no centro do dodecágono até ao perfil, e depois até ao ponto mais à esquerda
- Utilizar RailRevolve, seleccionando o perfil como profile curve, as doze semicircunferências como rail curves, e a linha rotacionada como eixo
- O resultado corresponde à abóbada alveolada de bolbo.

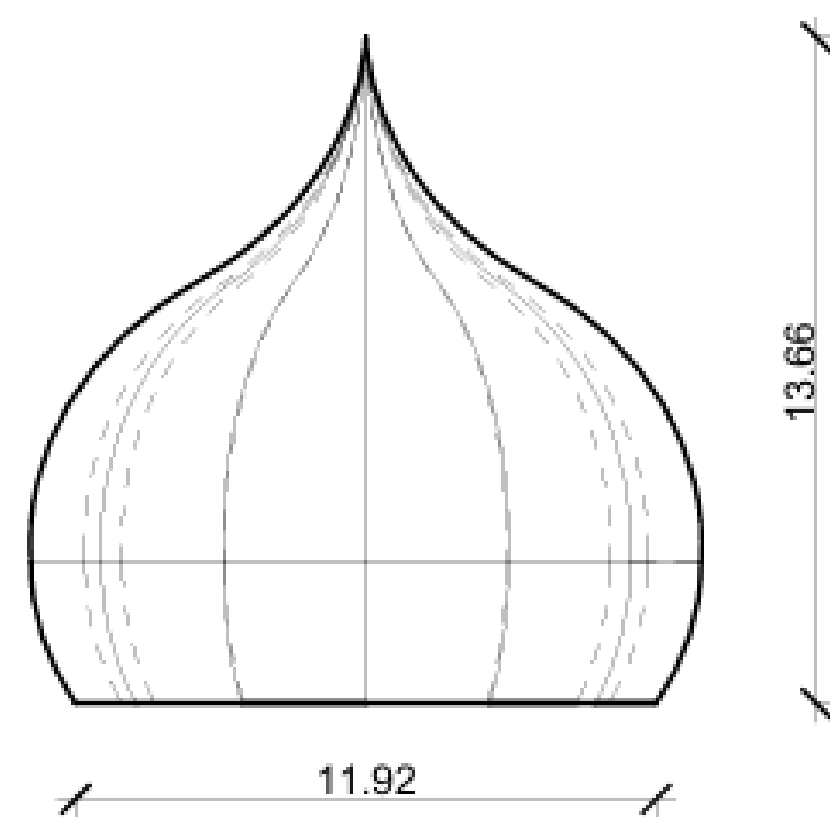
Abóbada Alveolada de Bolbo



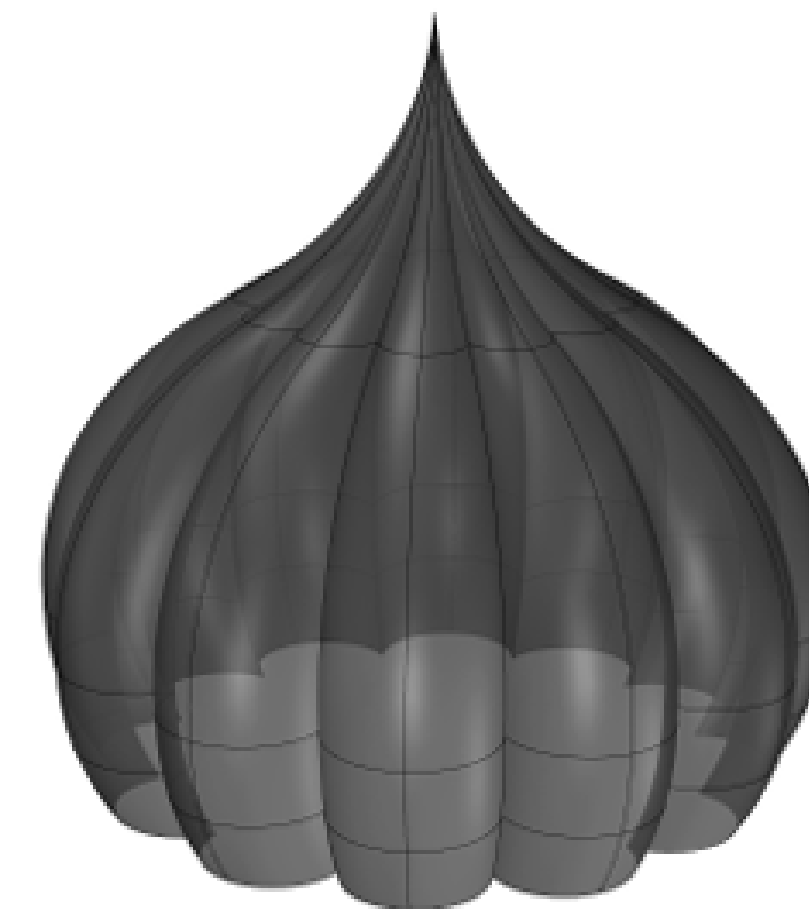
Planta de Cobertura Esc.1:2



Alçado Frontal Esc.1:2

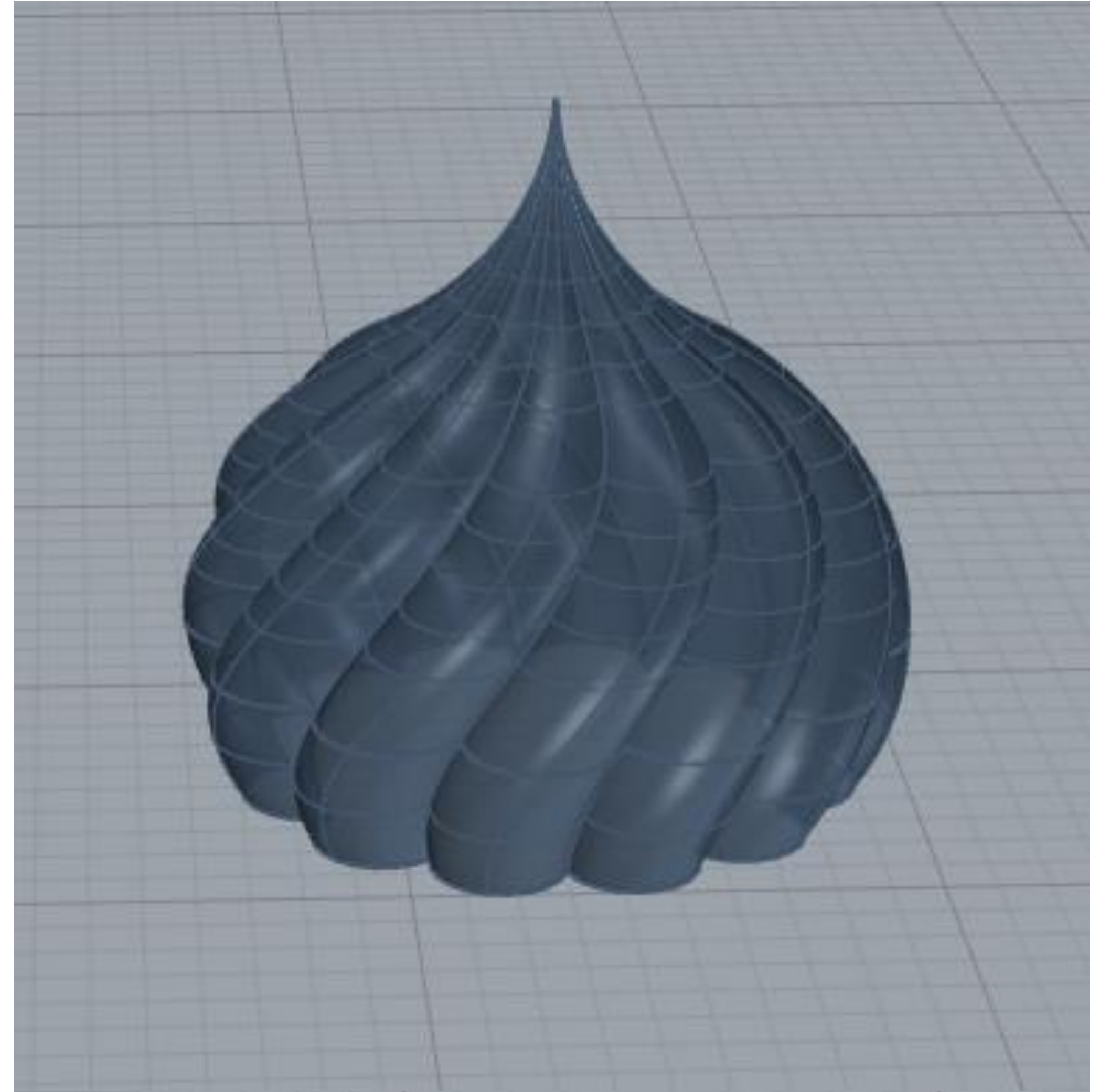
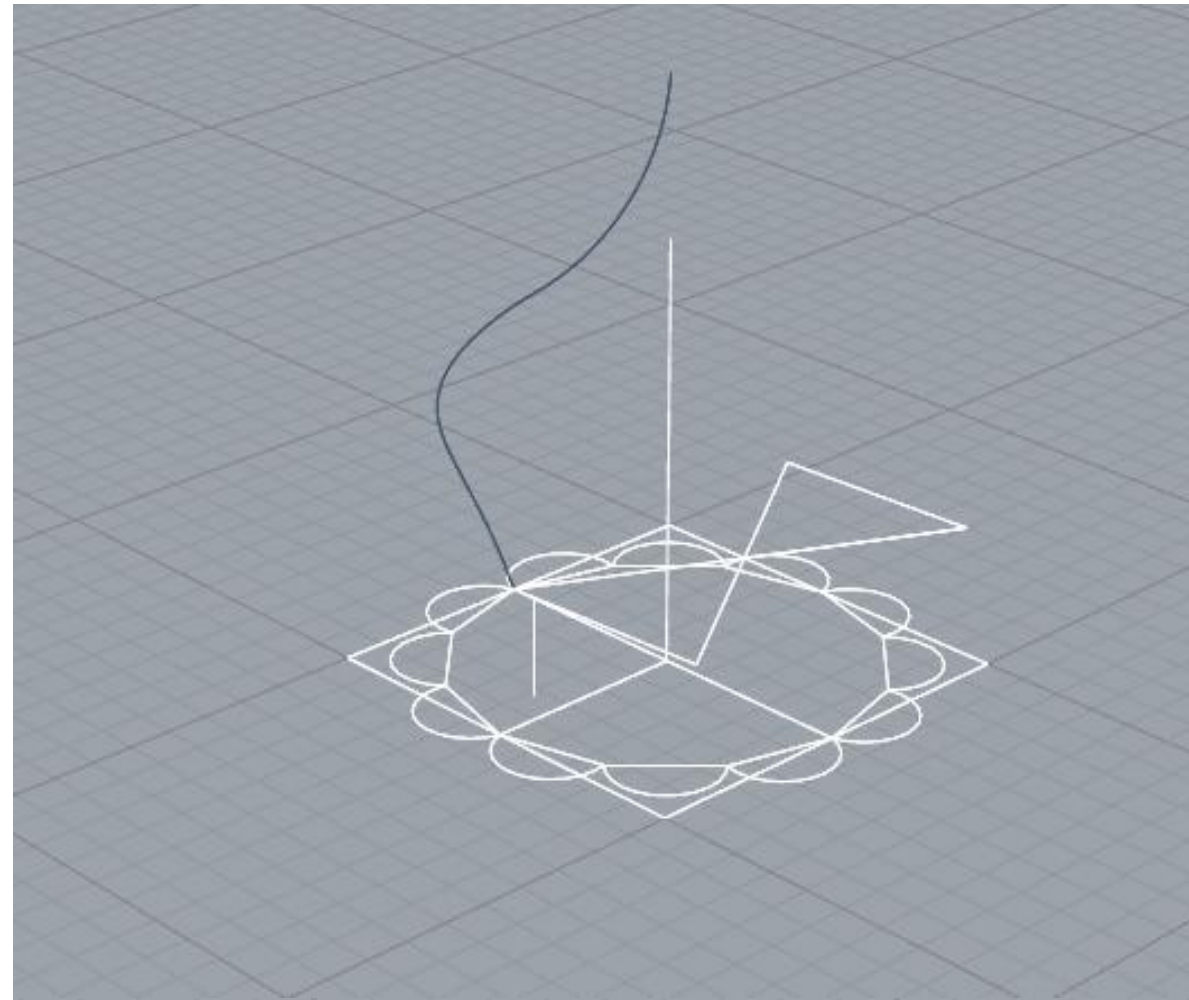
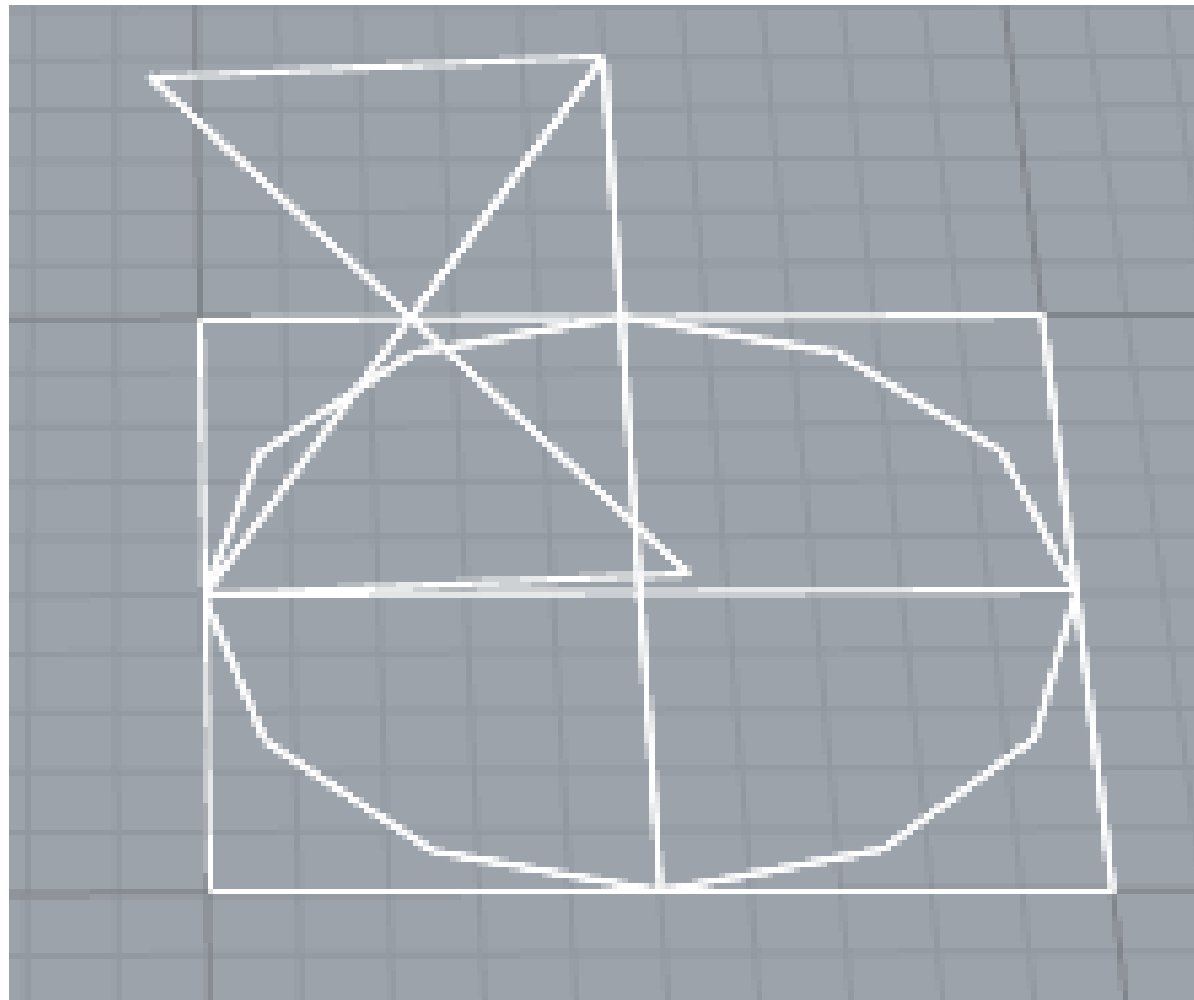
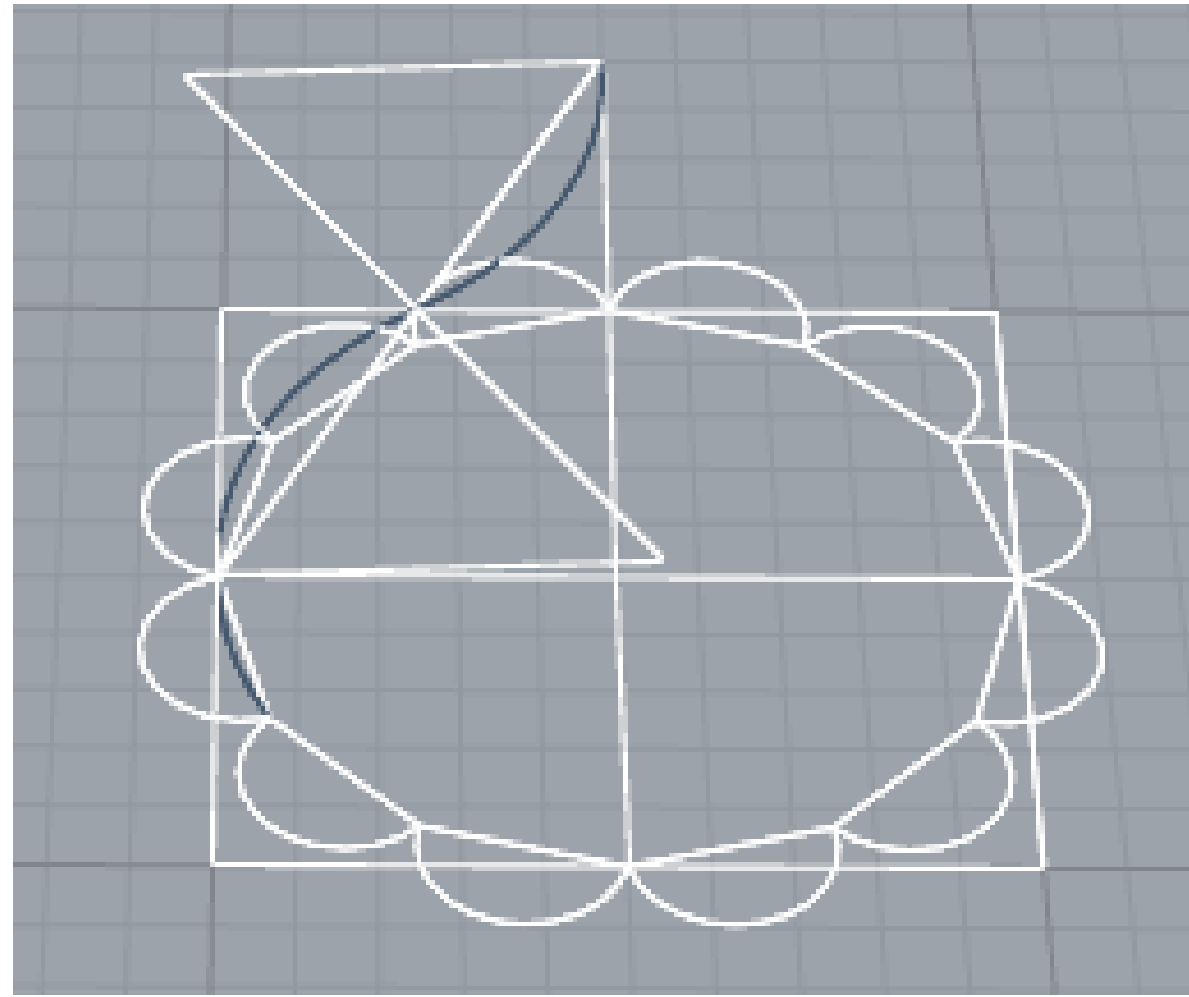
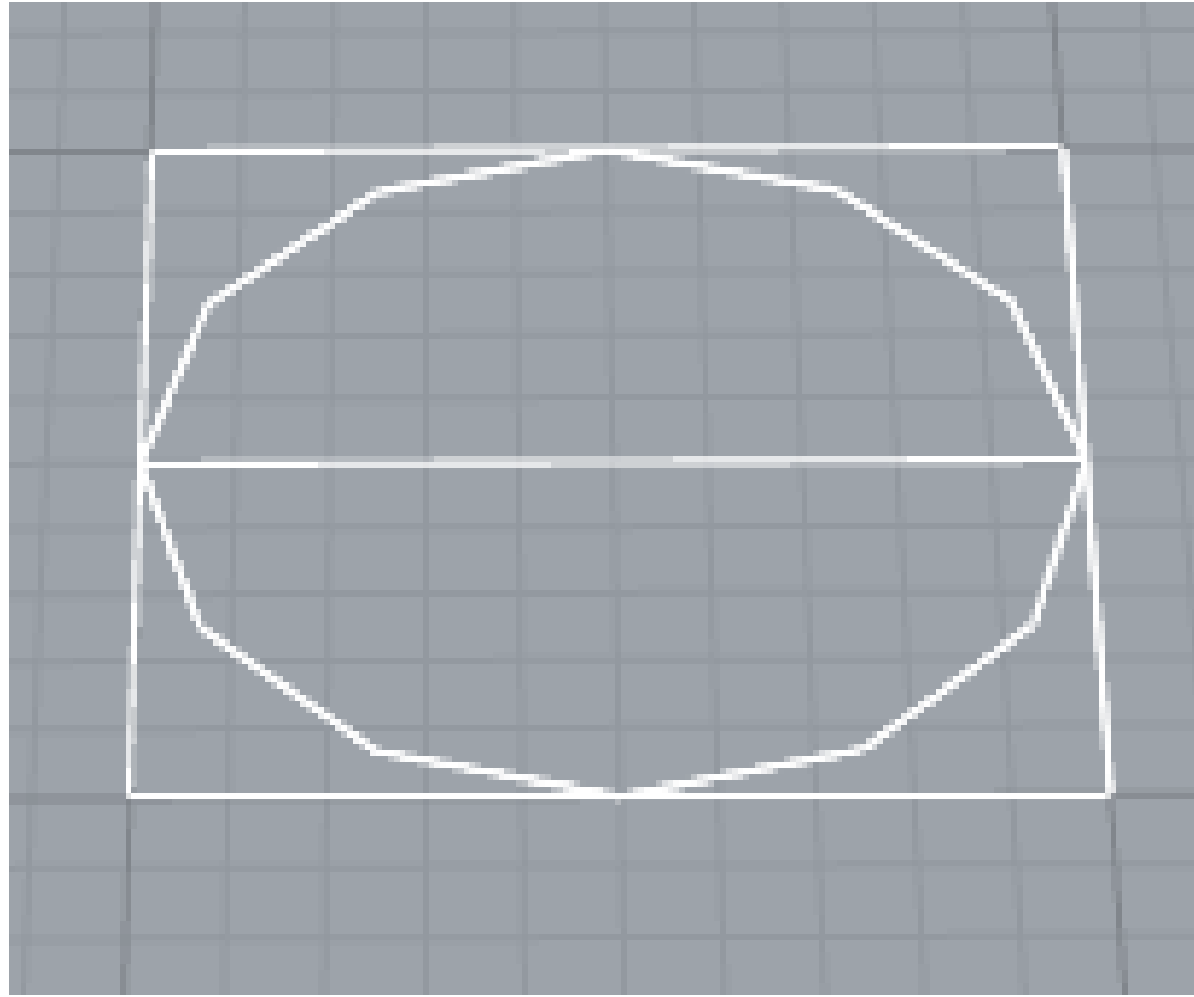


Alçado Lateral Esc.1:2



Perspectiva

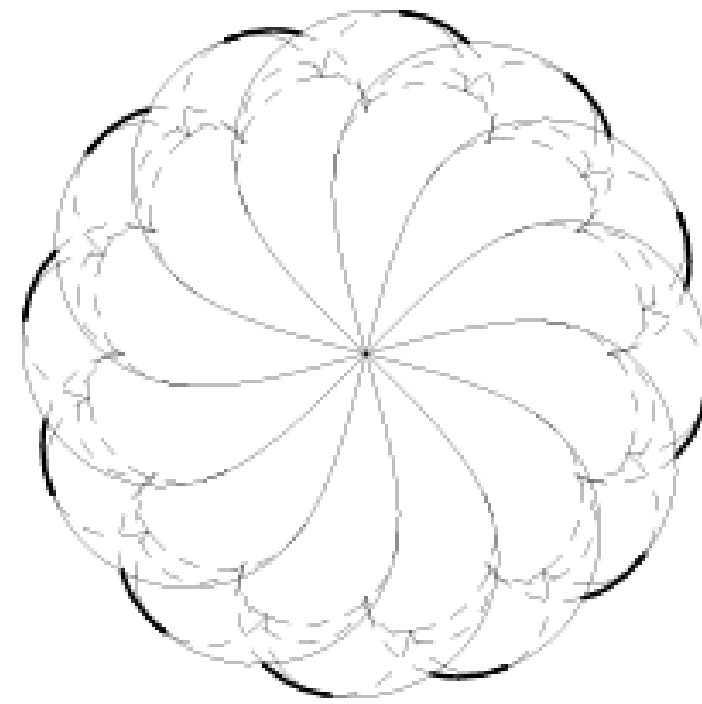
- 2.18 Abóbada Alveolada de Bolbo Rodada



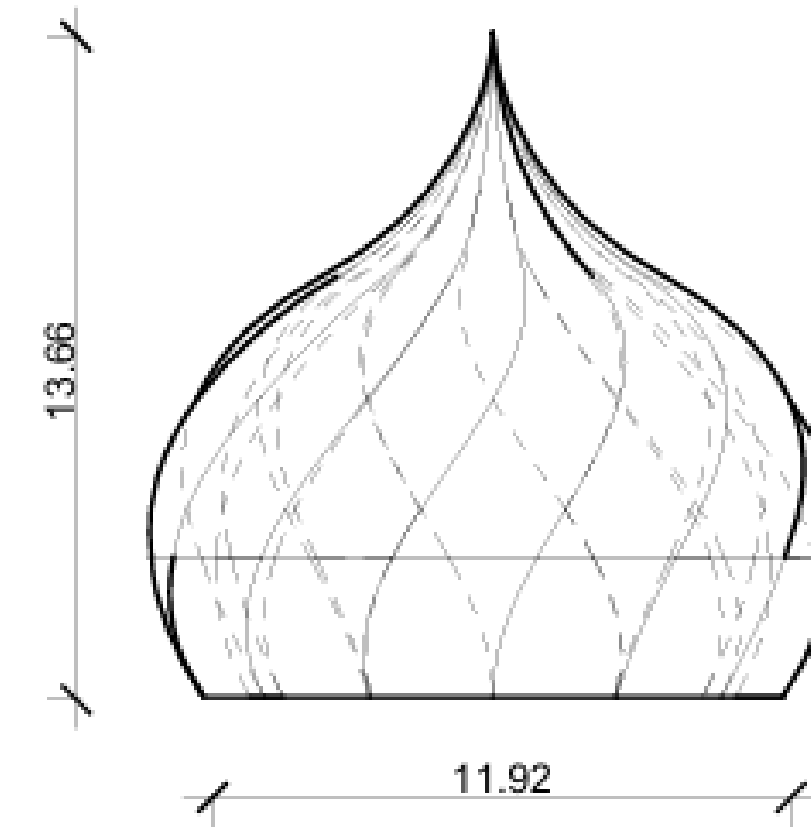
• 2.18 Abóbada Alveolada de Bolbo Rodada

- Fazer um quadrado com um dodecágono inscrito
- Traçar uma linha horizontal do vértice esquerdo ao vértice direito do dodecágono
- A partir do ponto médio dessa linha, criar uma linha perpendicular com o comprimento do diâmetro do dodecágono
- Unir o ponto mais à esquerda do dodecágono ao endpoint dessa perpendicular
- Desde a interseção do quadrado com essa linha oblíqua, obter a primeira aresta do triângulo
- Copiar essa aresta e aplicar Rotate com centro no ponto de interseção entre a linha e o quadrado, rodando 60° até ao endpoint
- Unir as duas arestas, formando o triângulo, e fazer Mirror para baixo
- Criar uma circunferência numa das arestas do dodecágono
- Fazer Trim da parte interior ao dodecágono
- Aplicar Array Polar dessa semicircunferência às restantes arestas do dodecágono
- Fazer Join
- Utilizar o comando Arc com centro no centro do dodecágono, do start point da aresta doze ao ponto mais à esquerda
- Fazer o segundo Arc com centro no ponto mais à direita do triângulo inferior, entre os pontos esquerdo e superior
- Fazer o terceiro Arc com centro no ponto mais à esquerda, entre os pontos inferior e direito, obtendo o perfil de curvatura
- Aplicar Rotate de 90° ao perfil e à linha perpendicular inicial
- Mover o perfil para z=0
- Aplicar Scale com base point no centro do dodecágono até ao perfil, e depois até ao ponto mais à esquerda
- Usar o Comando twist escolhendo o perfil como curve, o ponto de baixo até ao end point da linha vertical como eixo e adicionar 45 graus
- Utilizar RailRevolve, seleccionando o perfil como profile curve, as doze semicircunferências como rail curves, e a linha rotacionada como eixo
- O resultado corresponde à abóbada alveolada de bolbo.

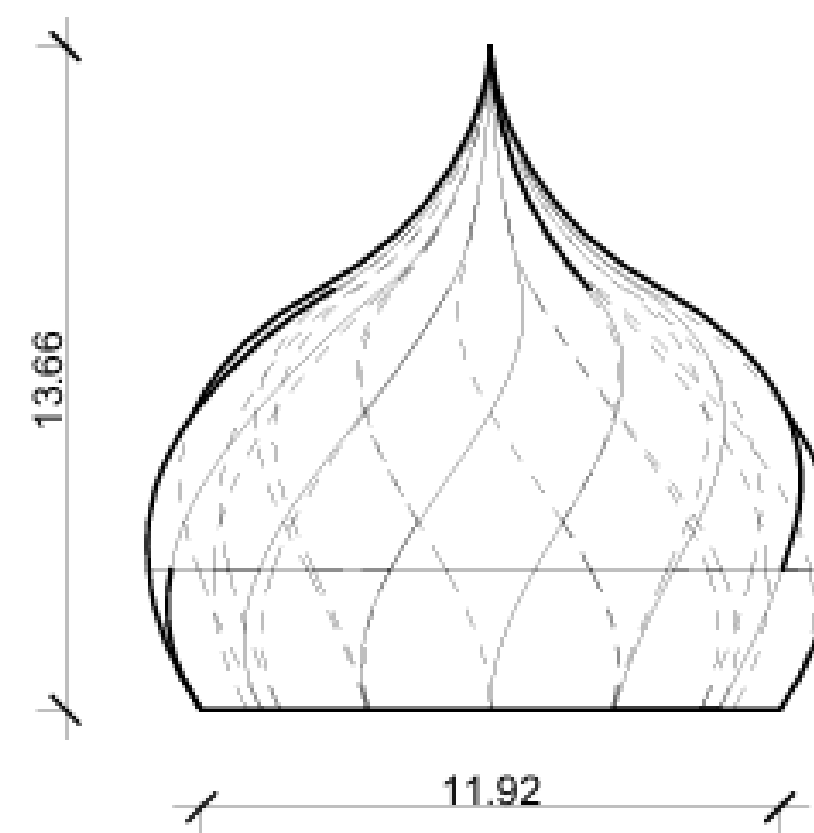
Abóbada de Bolbo Rodada



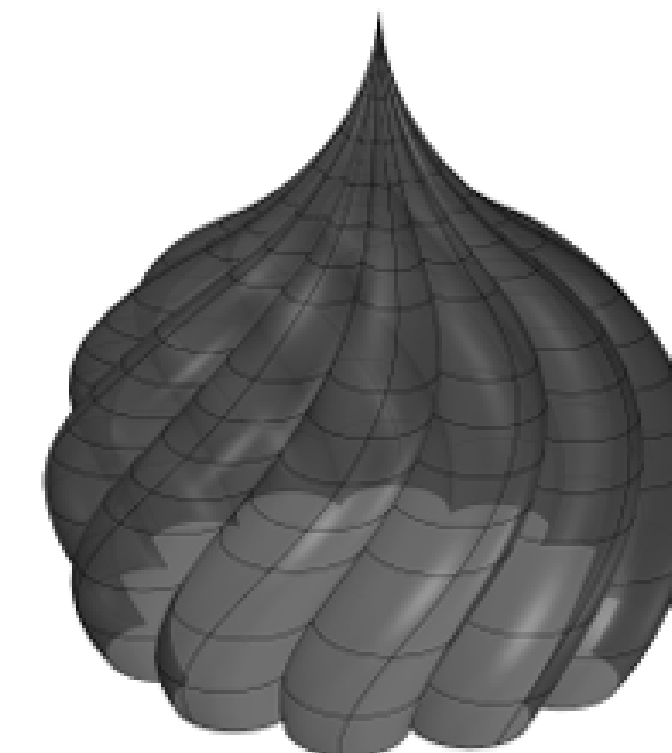
Planta de Cobertura Esc.1:2



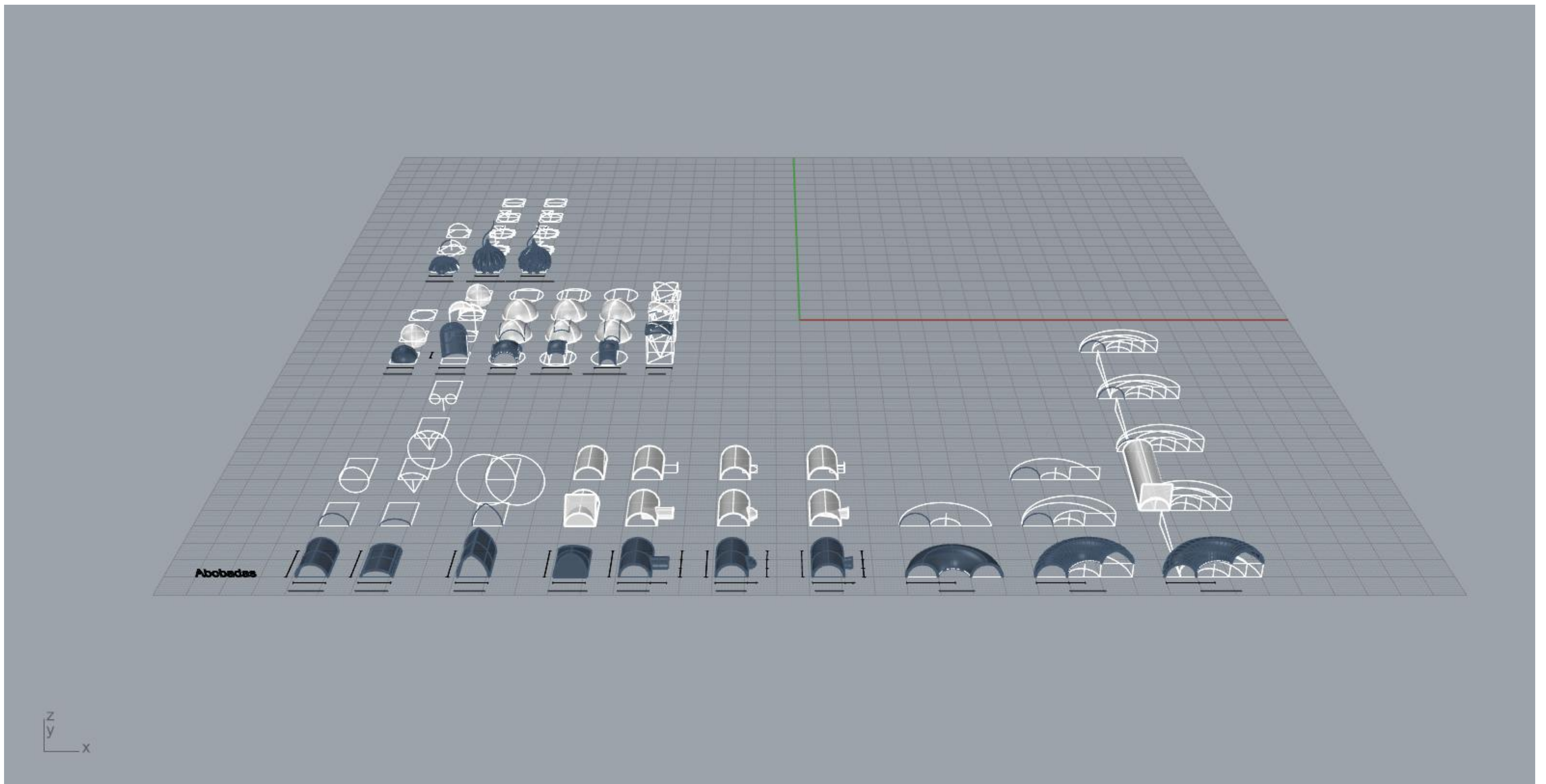
Alçado Frontal Esc.1:2



Alçado Lateral Esc.1:2



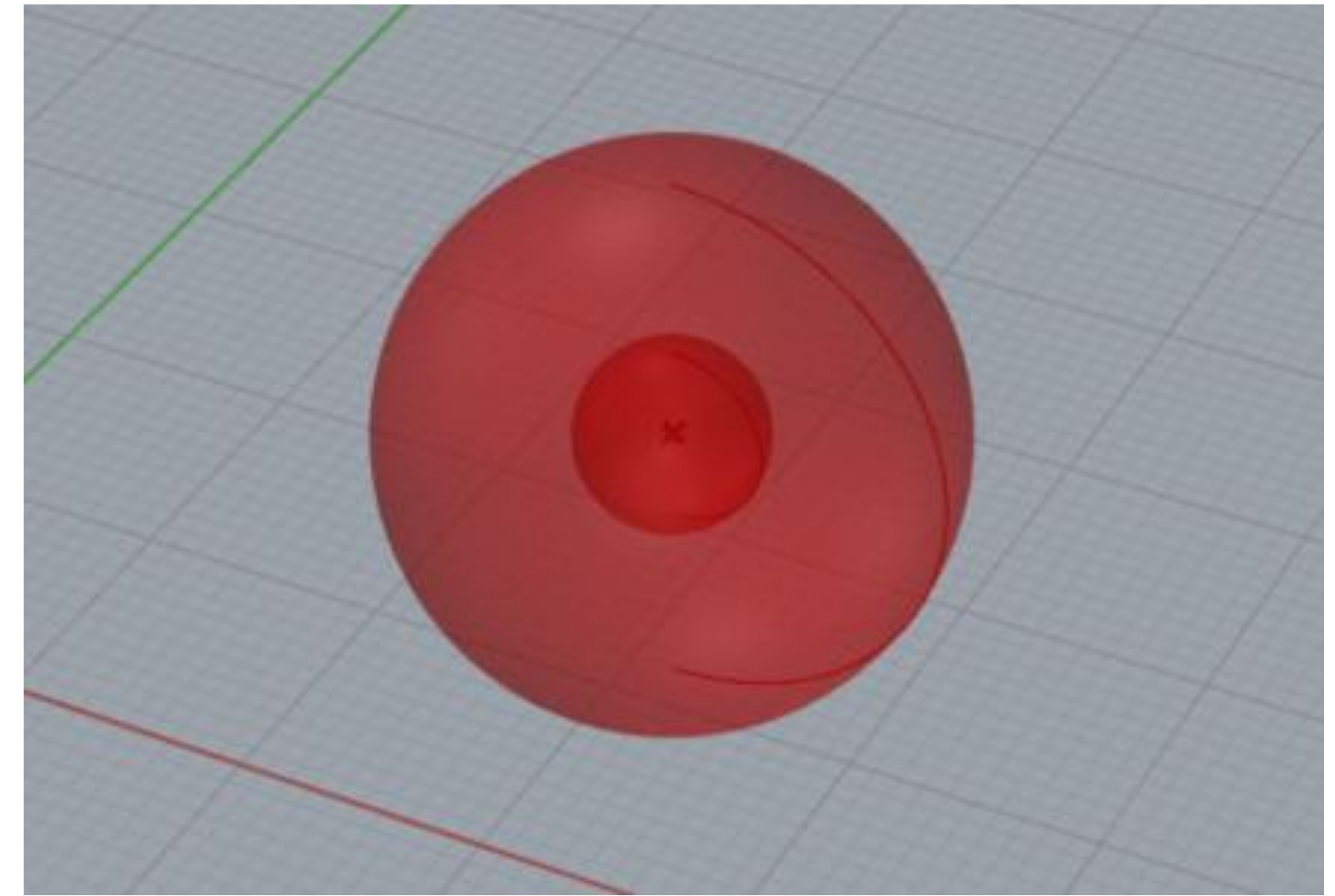
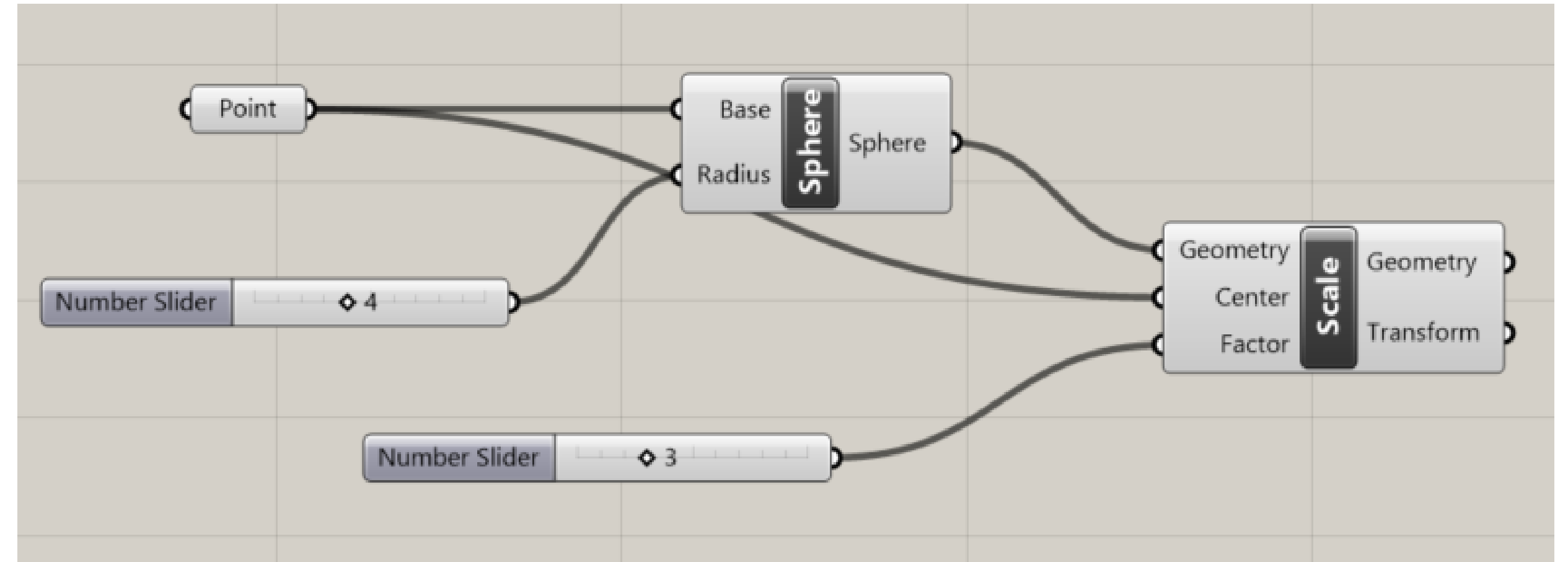
Prespectiva



Aula 7 – Abóbadas Final

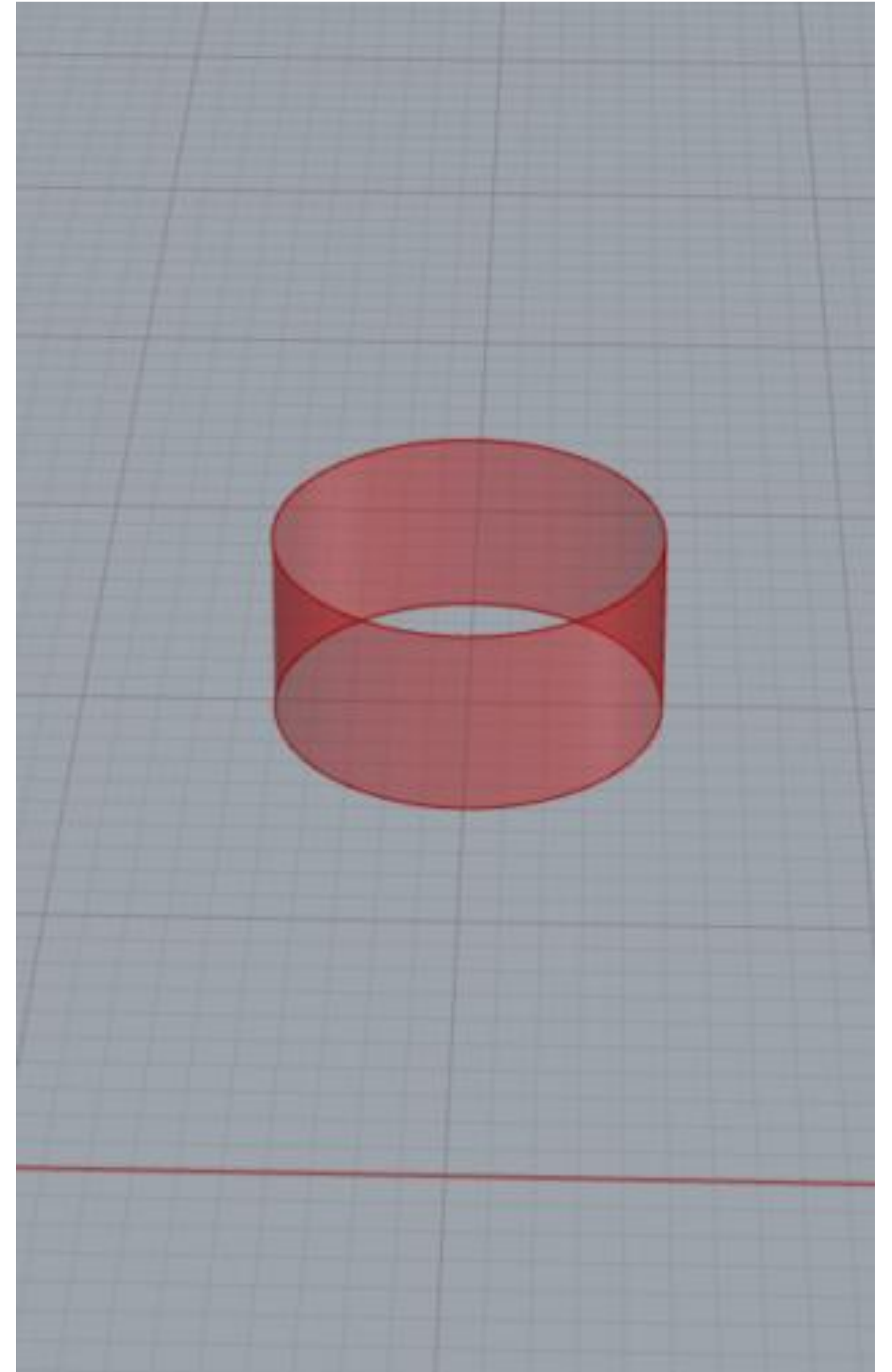
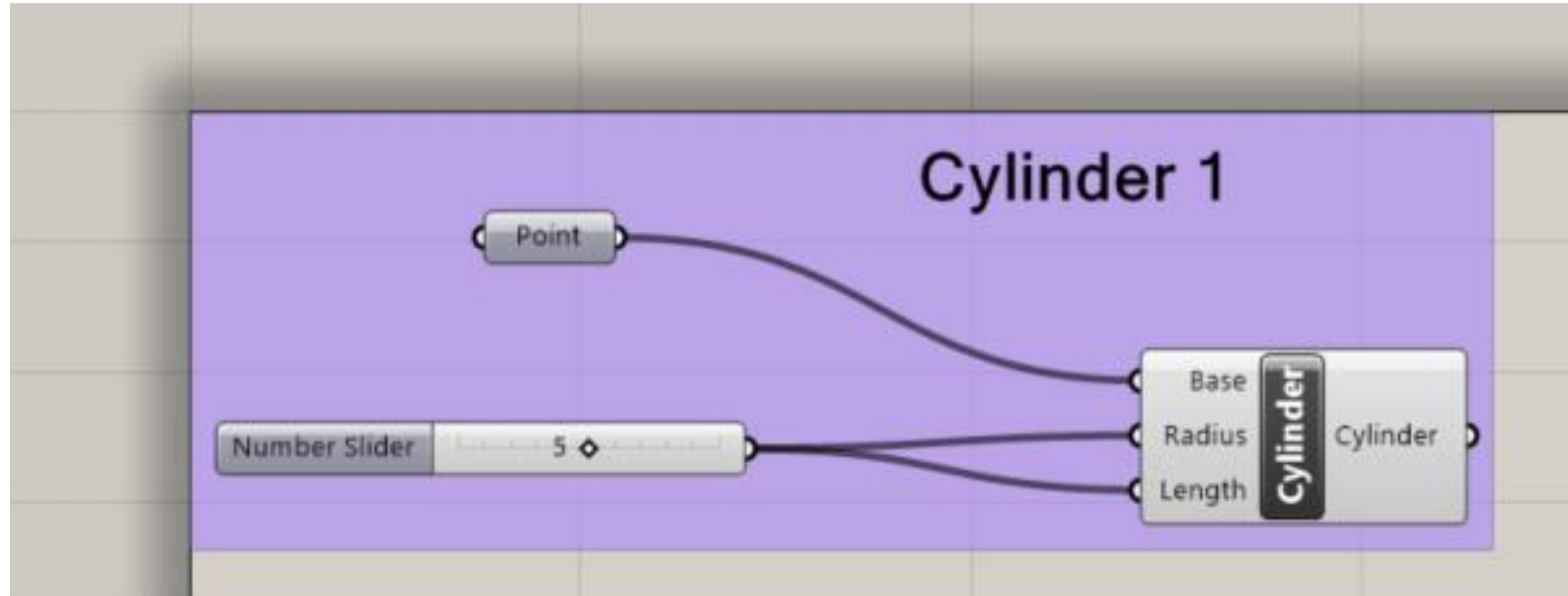
• Esfera no Grasshopper

- Criar um Point e usar “Set one Point” para escolher o ponto que queremos
- Usar o comando “Sphere” e criar um “number slider” com o raio que queremos e ligamos os dois
- Para dar Scale da esfera criamos um componente “Scale” e ligamos à entrada “Geometry” a geometria que queremos que neste caso é a Esfera, o “Center” é o mesmo centro que a esfera inicial e o “Factor” é a escala que queremos que a nossa nova esfera tenha, por isso criamos um number slider com o valor da escala que queremos



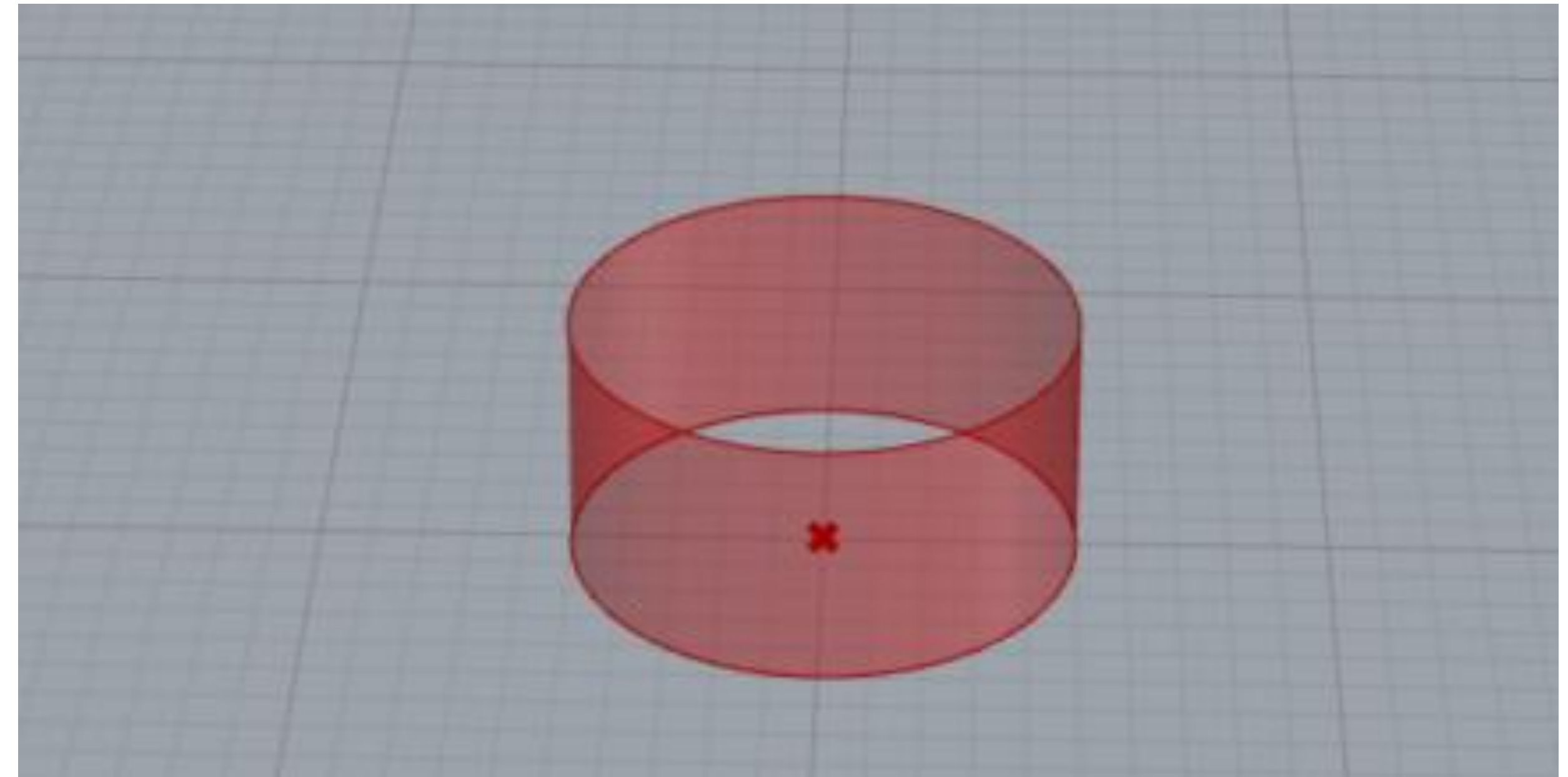
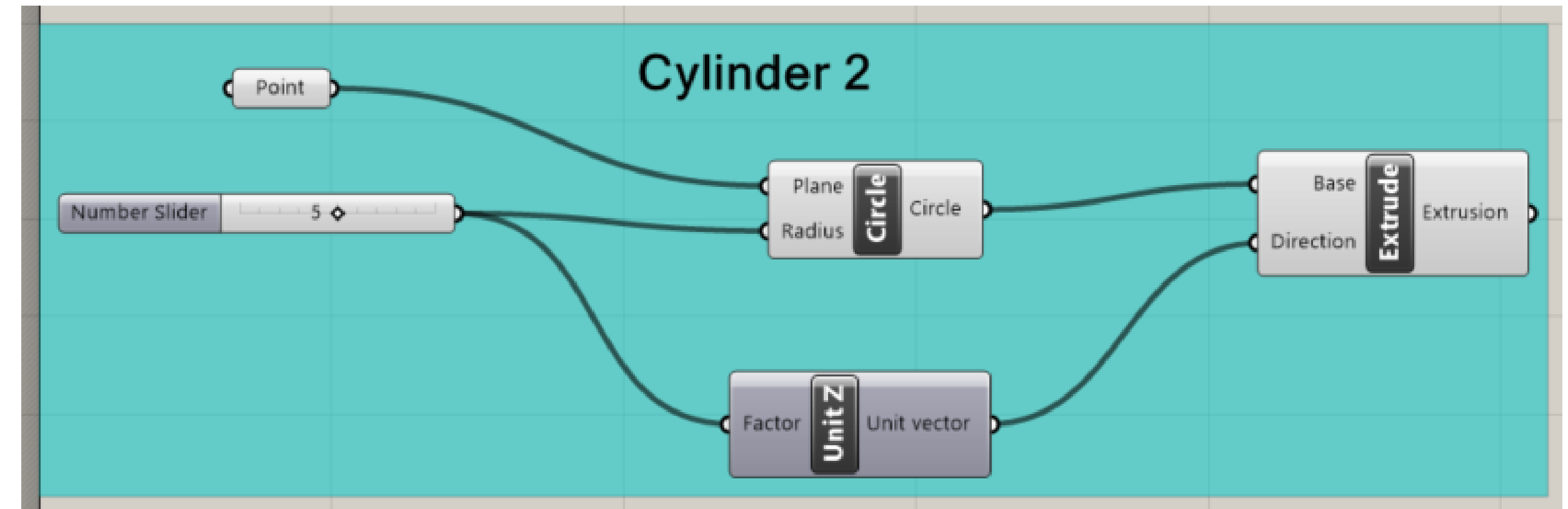
• Cylinder 1 no Grasshopper

- Para o Primeiro Cilindro podemos usar apenas o comando Cylinder e escolher um ponto, Raio e Length de acordo com as medidas que queremos



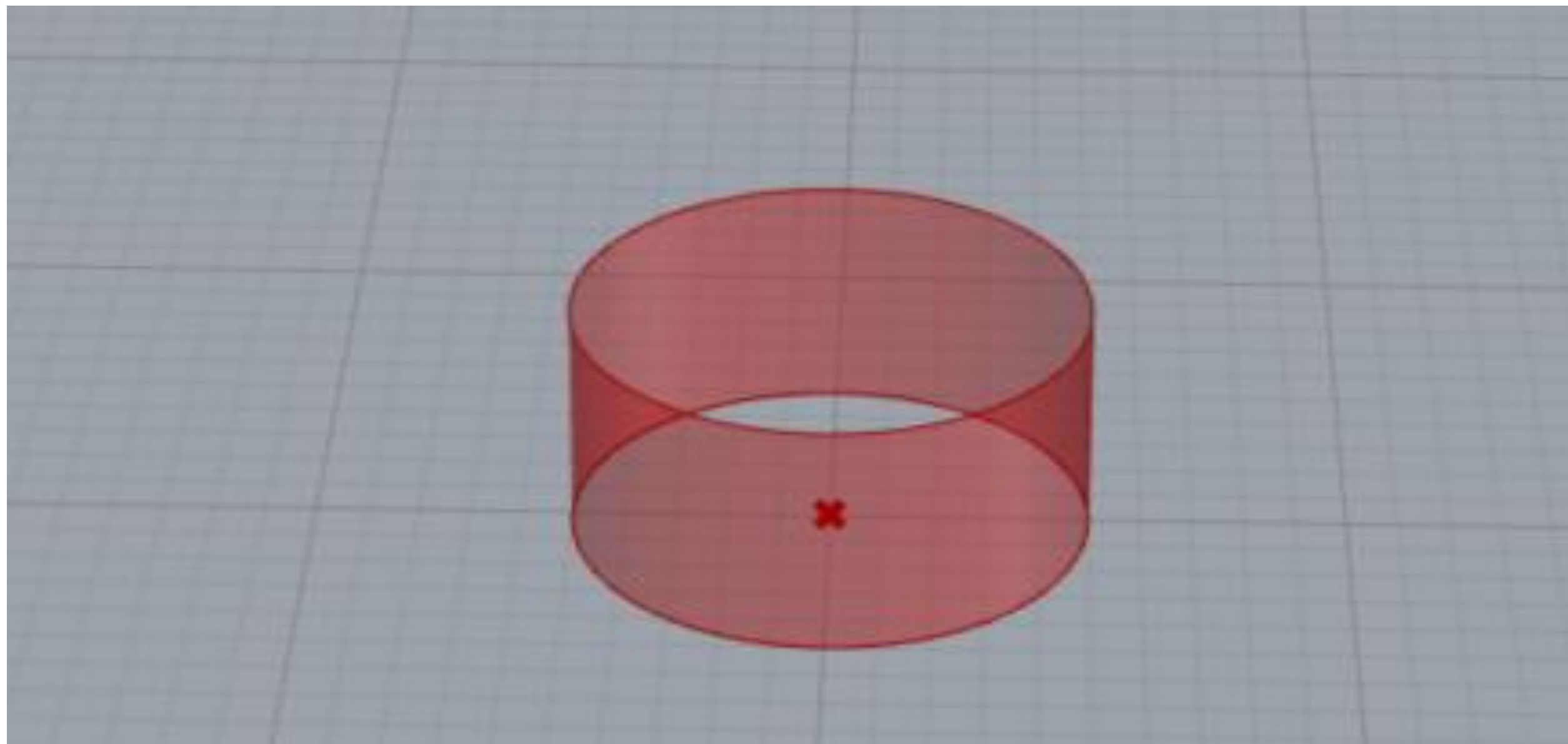
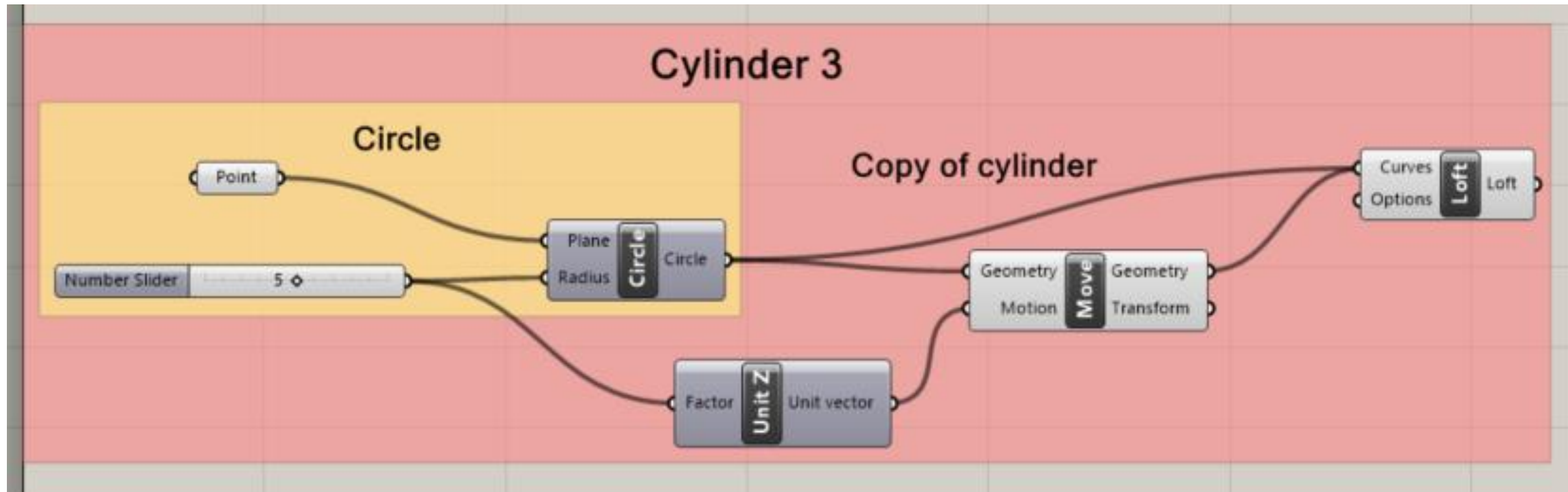
• Cylinder 2 no Grasshopper

- Para o Segundo Cilindro vamos usar um circulo e dar Extrude:
- Criamos um comando “Circle” com centro no Ponto que escolhemos
- Criamos um number slider com o Raio que queremos para a nossa circunferência
- Fazemos o comando “Extrude” e adicionamos a direção que queremos a partir de um vetor
- Neste caso vamos usar o vetor “Unit Z” porque queremos que seja um cilindro para cima
- Podemos usar o mesmo number slider para o “factor” do Unit Z que usamos para o raio do Circulo



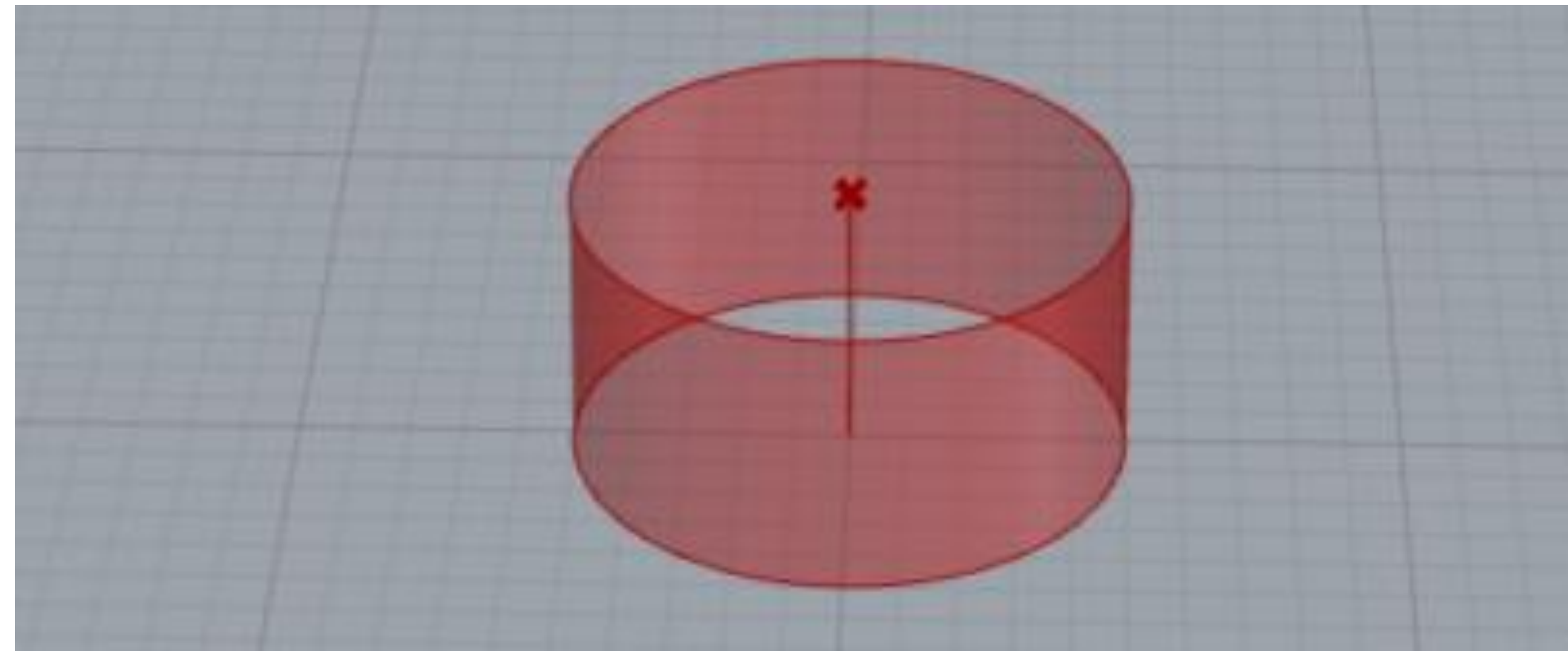
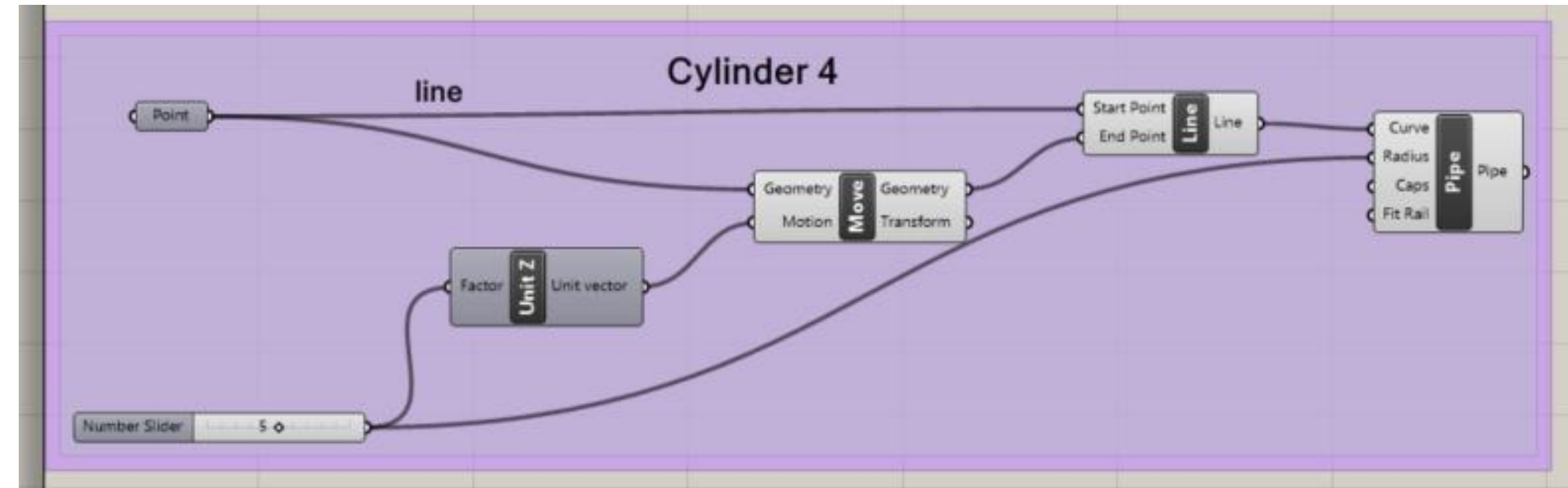
- Cylinder 3 no Grasshopper

- Para o Terceiro Cilindro vamos usar duas Circunferencias e dar Loft:
- Escolhemos um ponto e fazemos a primeira circunferência “Circle” com x de raio num “number slider”
- Para a segunda circunferência usamos o “Move” ligando a circunferência à entrada “Geometry” do “Move” e usamos um vetor “Unit Z” ligado ao mesmo number slider que o raio da circunferência
- Aplicamos agora o comando “Loft” unindo a primeira circunferência (Saída “circle” do “Circle”), e usando “Shift” a segunda circunferência (Saída “Geometry” do “move”)



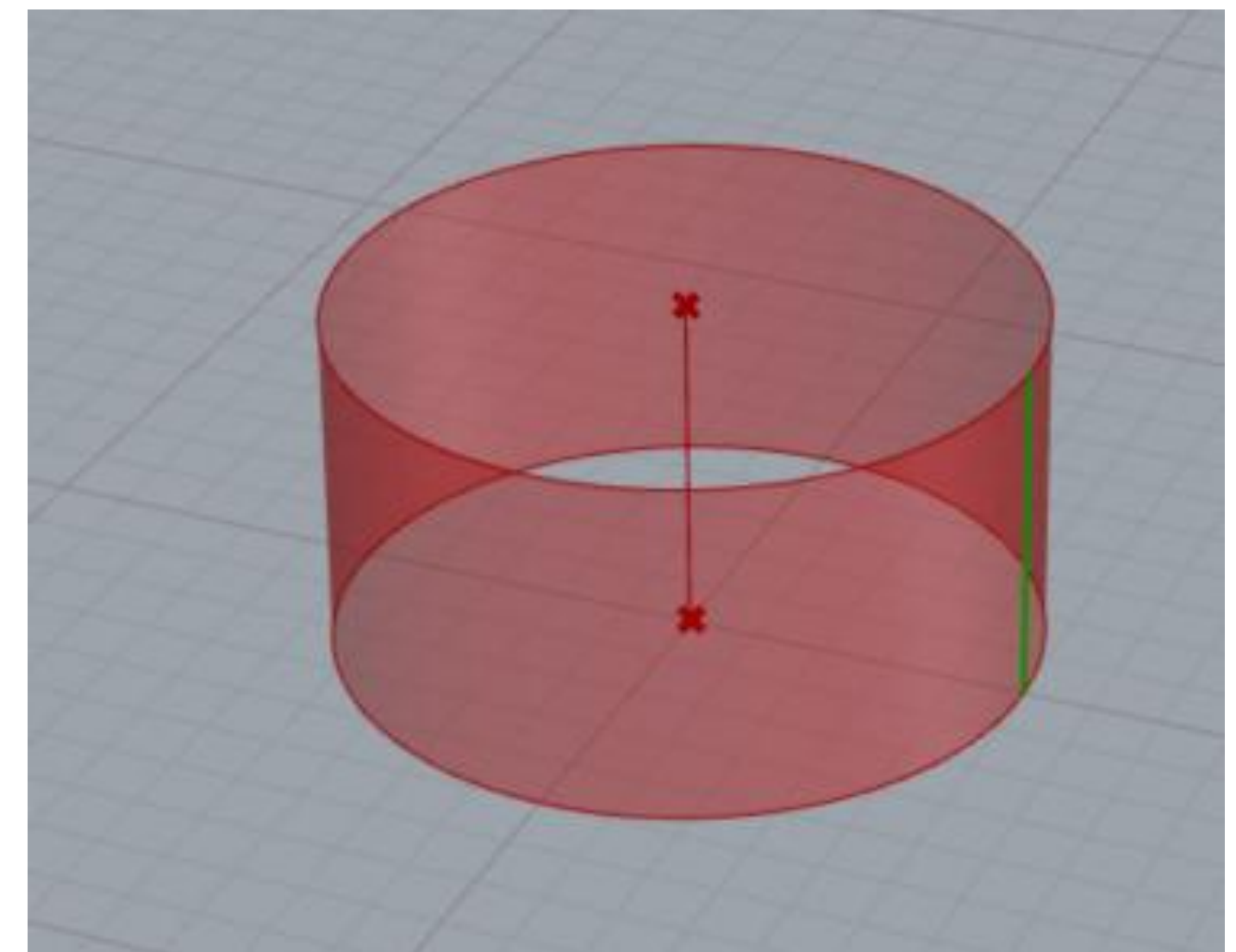
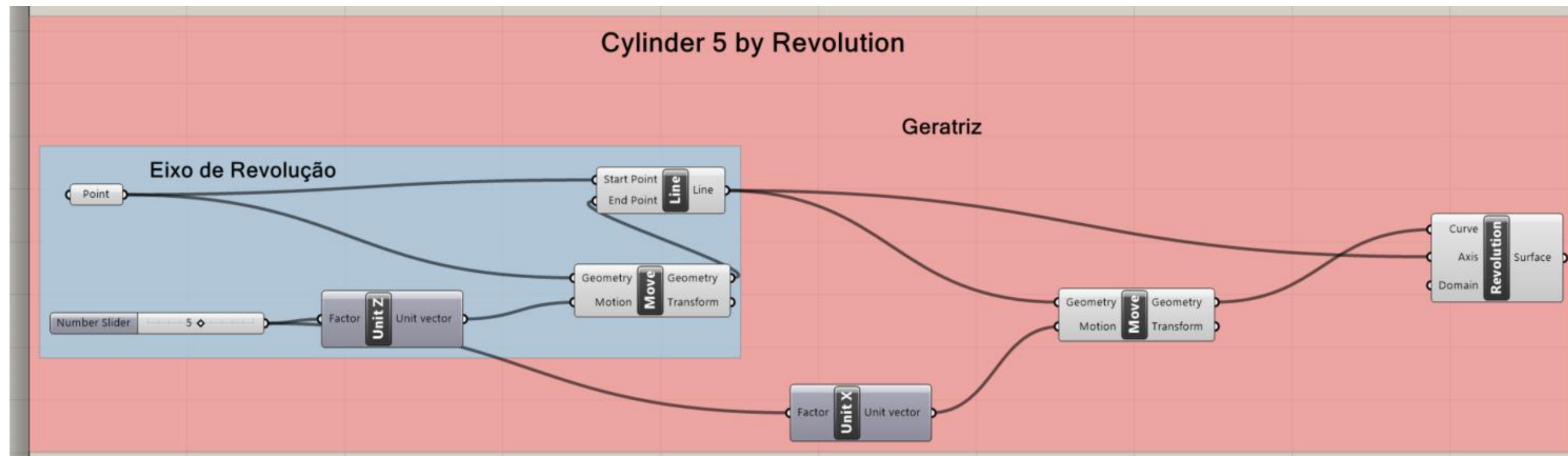
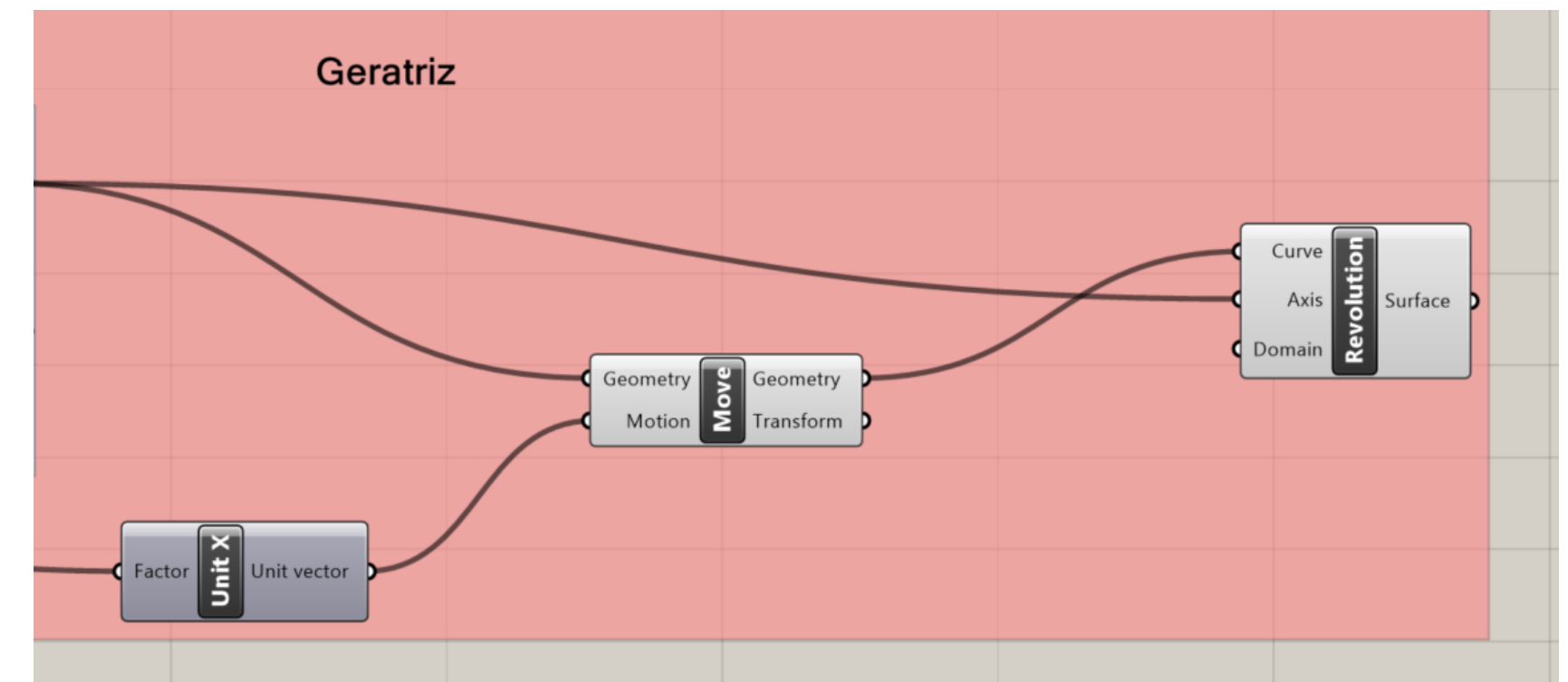
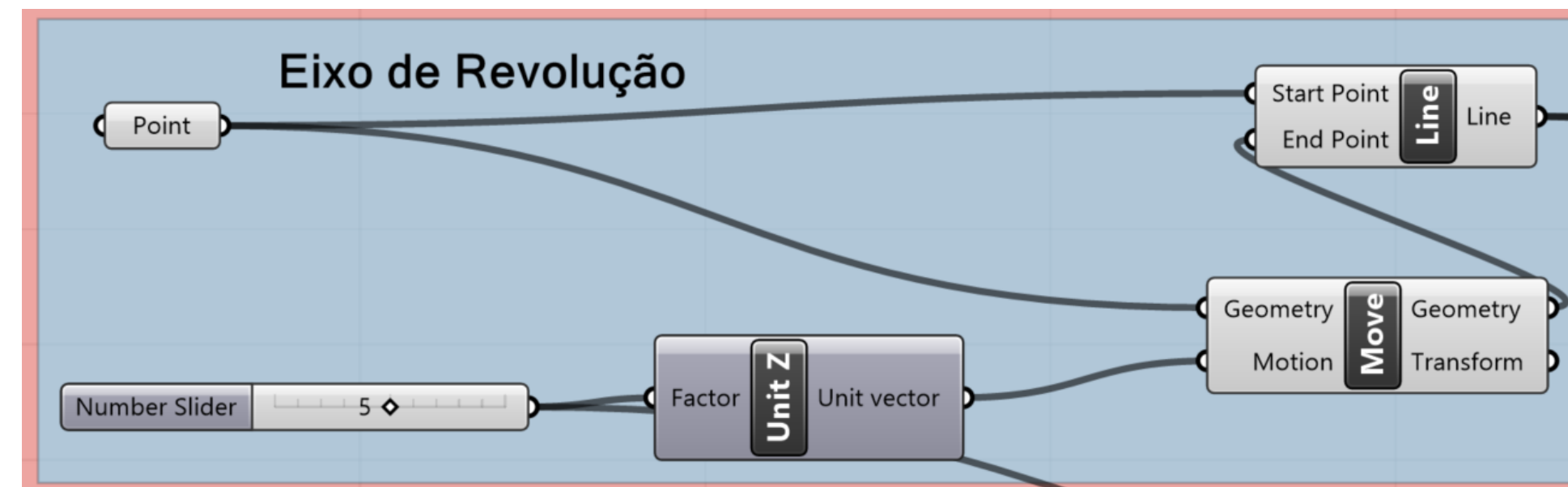
• Cylinder 4 no Grasshopper

- Para o Quarto Cilindro vamos usar o “Pipe”:
- Escolhemos um ponto e usamos o “Move” para mover esse ponto para a altura que queremos que o nosso cilindro tenha
- Com esses dois pontos fazemos uma “line” (Ligamos o ponto inicial à entrada “Start Point” e o ponto do “Move” à entrada “End Point”
- Por último criamos o comando “Pipe” e ligamos essa linha à entrada “Curve” e ligamos o number slider do vetor do “move” à entrada “Radius”



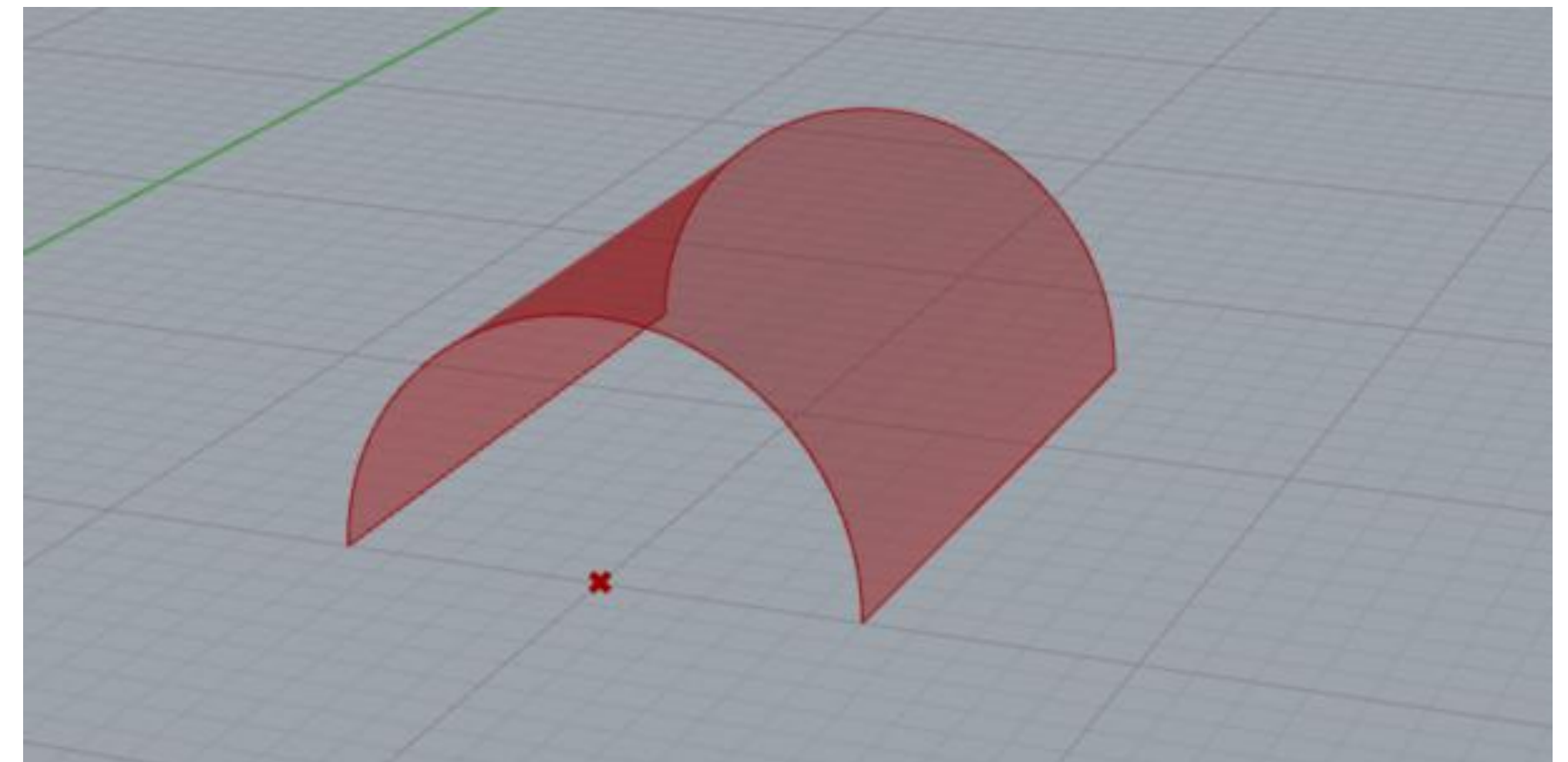
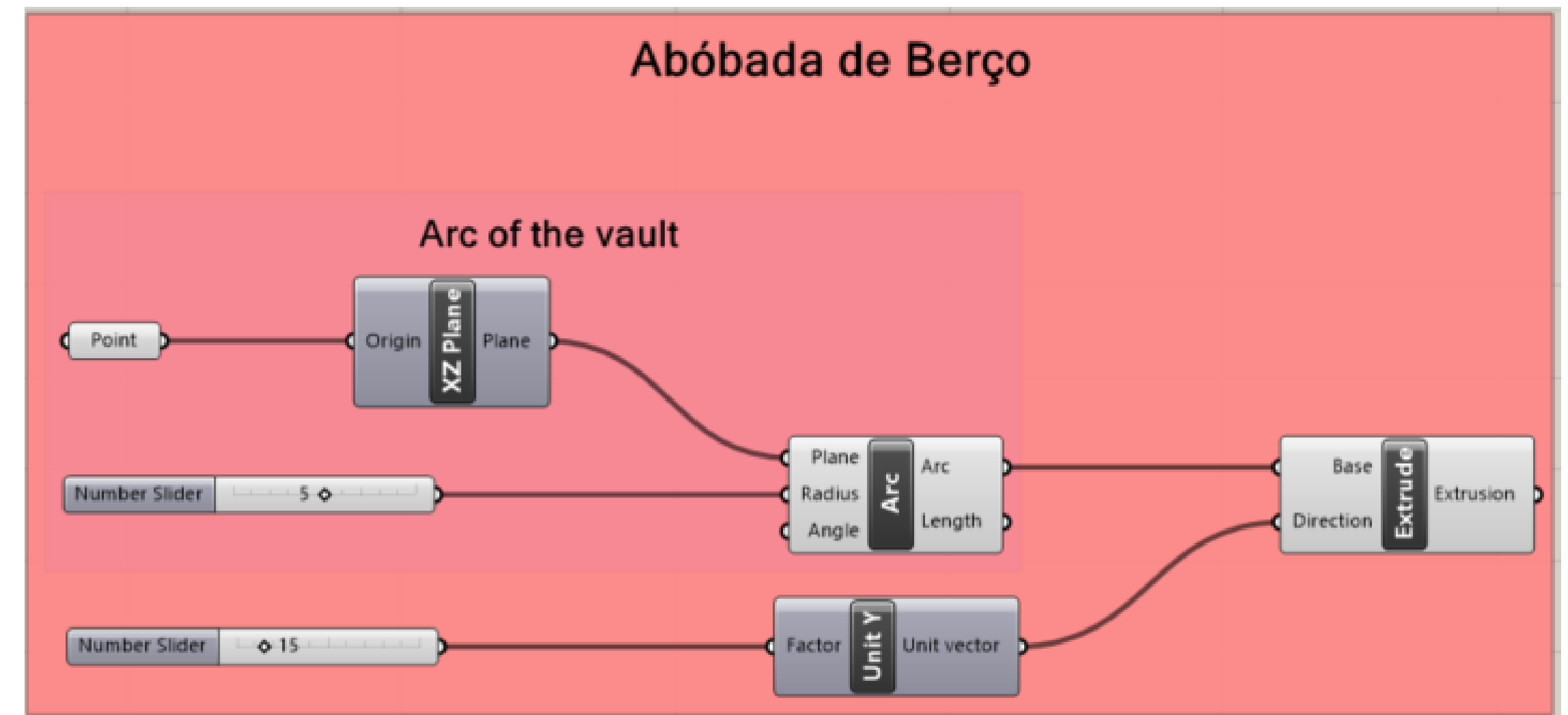
• Cylinder 5 no Grasshopper

- Para o Quinto Cilindro vamos fazer um cilindro por Revolução:
- Fazemos primeiro um eixo de Revolução usando o mesmo esquema que usamos no Cilindro 4 para fazer os dois ponto verticais e a linha
- Fazemos “Move” dessa linhas com um Vetor “Unit x” com a mesma medida da altura do segundo ponto (“number slider”)
- E usamos o comando “Revolution” ligando a curva do “Move” à entrada “Curve” e a Linha vertical inicial à entrada “Axis”

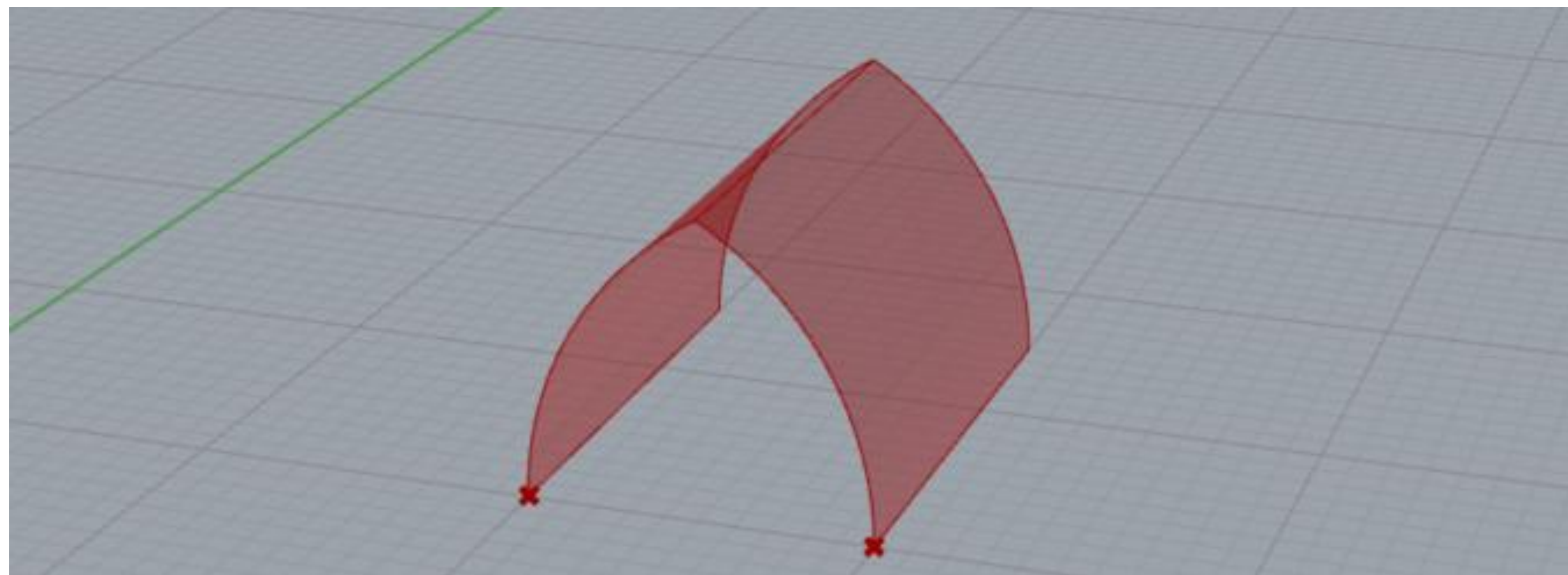
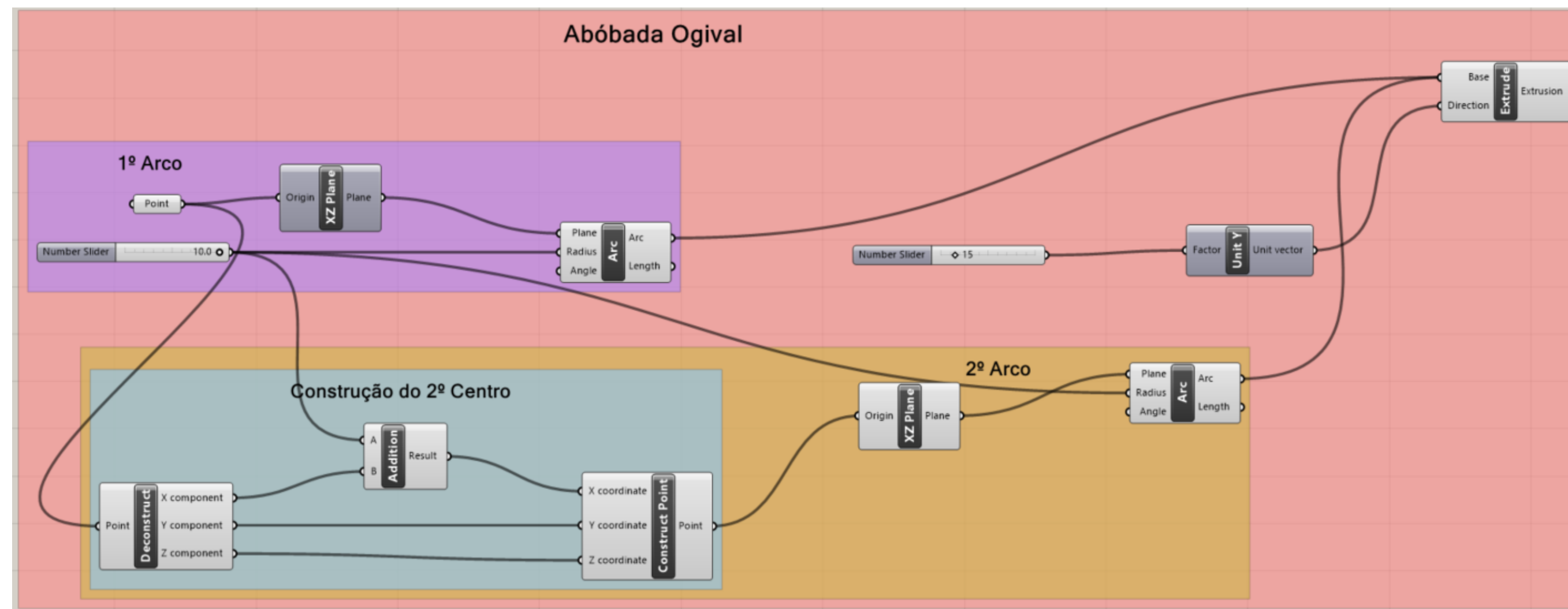


• Abóbada de Berço no Grasshopper

- Seleccionamos um ponto e fazemos um Plano Vertical “XZ Plane” com “Origin” no “Point”
- Criamos um “Arc” com a entrada “Plane” ligada ao Plano XZ e criamos um “Number Slider” com o Raio que queremos para o nosso arco e ligamos a entrada “Radius” do “Arc”
- Adicionamos um comando “Extrude” e damos a direção com um vetor em Y “Unit Y” ligado a um number slider com o comprimento que queremos a nossa abobada
- Por ultimo ligamos esse vetor à entrada “Direction” do “Extrude” e temos a nossa abobada



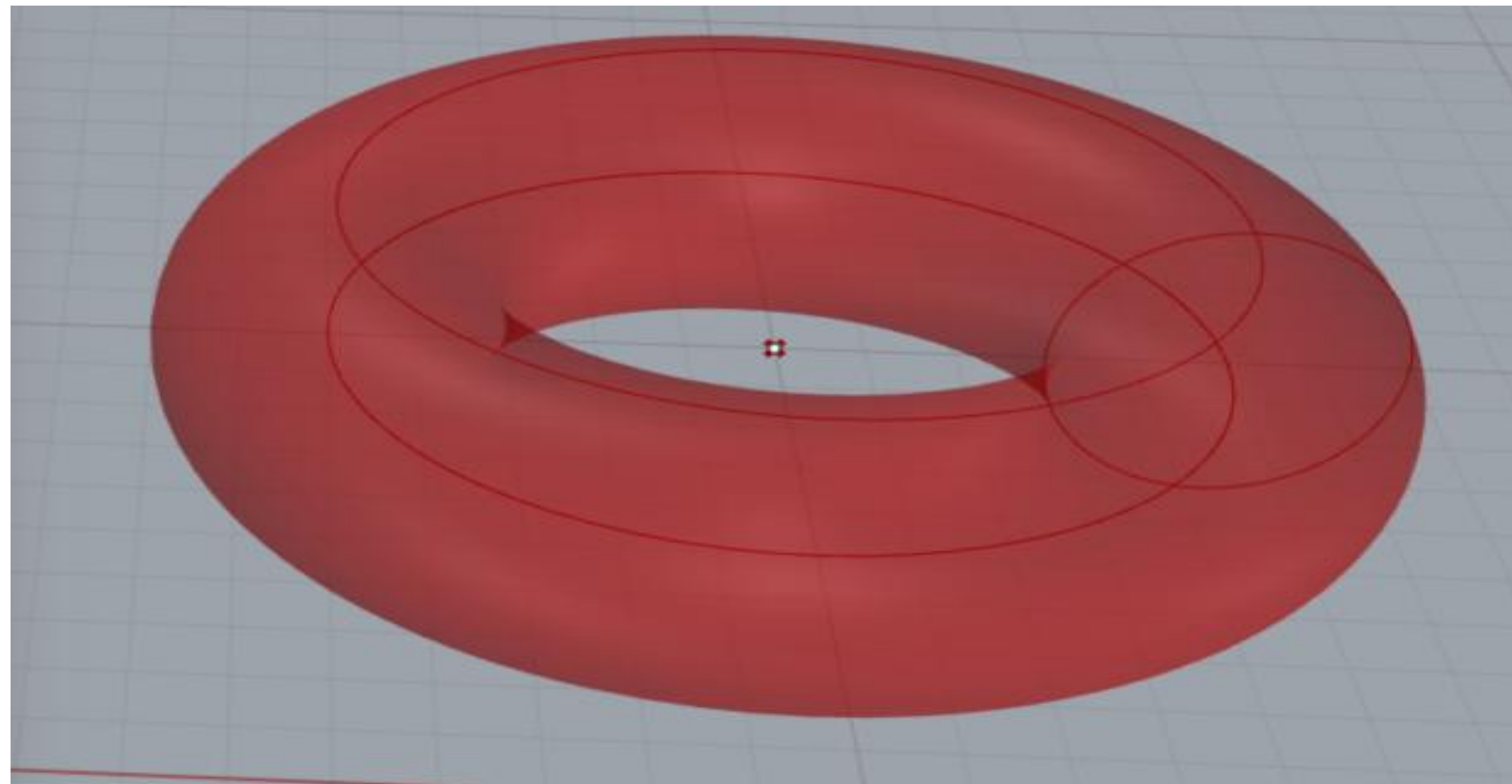
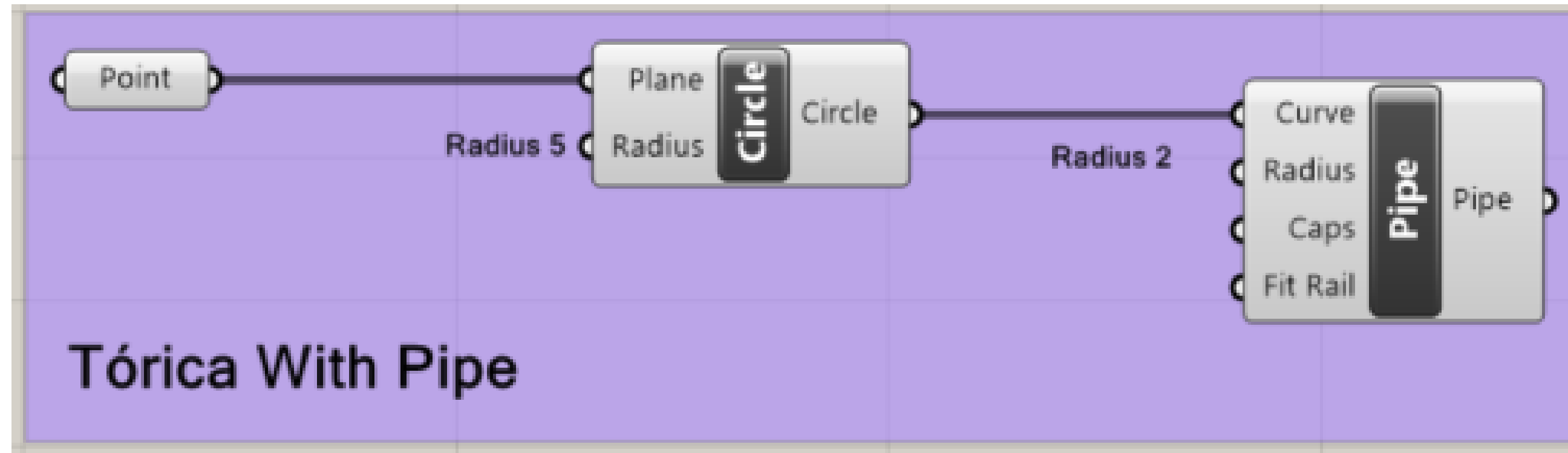
• Abóbada de Ogival no Grasshopper



Aula 8 – Cilindros no Grasshopper

- Seleccionamos um ponto e fazemos um Plano Vertical “XZ Plane” com “Origin” no “Point”
- Criamos um “Arc” com a entrada “Plane” ligada ao Plano XZ e criamos um “Number Slider” com o Raio que queremos para o nosso arco (neste caso 10) e ligamos à entrada “Radius” do “Arc”
- Fazemos o comando “Deconstruct” e ligamos o ponto inicial à entrada “Point” do “Deconstruct” para fazermos o centro do segundo arco
 - Fazemos o comando “Addition” e ligamos o “X” do “Deconstruct” à entrada B e os 10 de raio à entrada “A”
- Criamos o comando “Construct Point” e ligamos à entrada “X” o “Result” do “Addition”, ao “Y” o “Y” do “Deconstruct” e ao “Z” o “Z” do “Deconstruct”
- Para agora criar o segundo arco fazemos um plano em XZ “XZ Plane” com “Origin” no “Point” do “Construct Point” e fazemos o “Arc” ligando o Plano XZ ao “Plane” e o “Radius” ligamos ao number slider do raio do primeiro arco
- Para fazermos a abóbada utilizamos o Comando Extrude e ligamos à “Base” o primeiro “Arc” e ligamos o segundo “Arc” enquanto clicamos no shift
- Por último criamos um vetor Y “Unit Y” e ligamos o “Factor” a um number slider com o comprimento da abóbada
 - Ligamos o Vetor ao Extrude e temos a abóbada feita

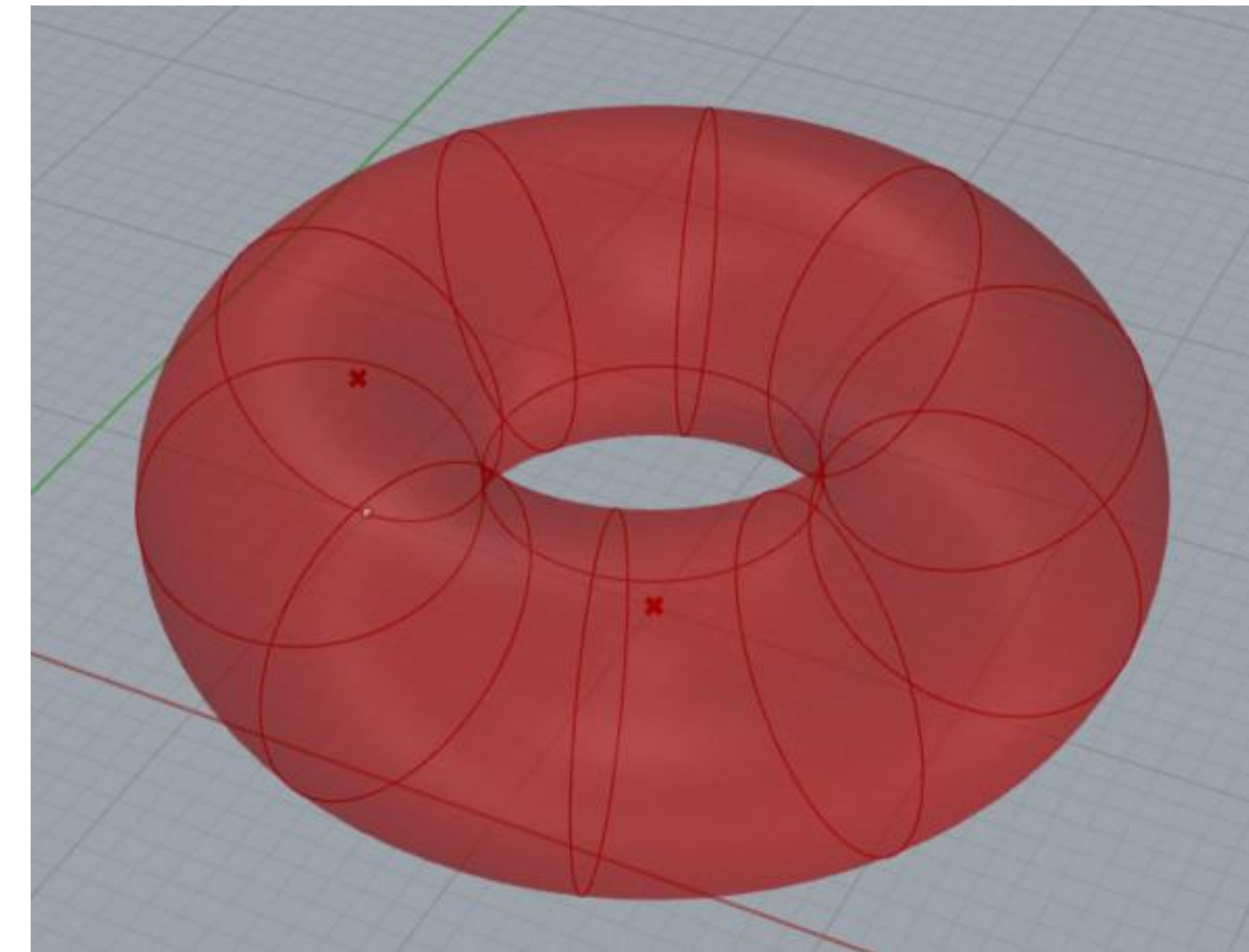
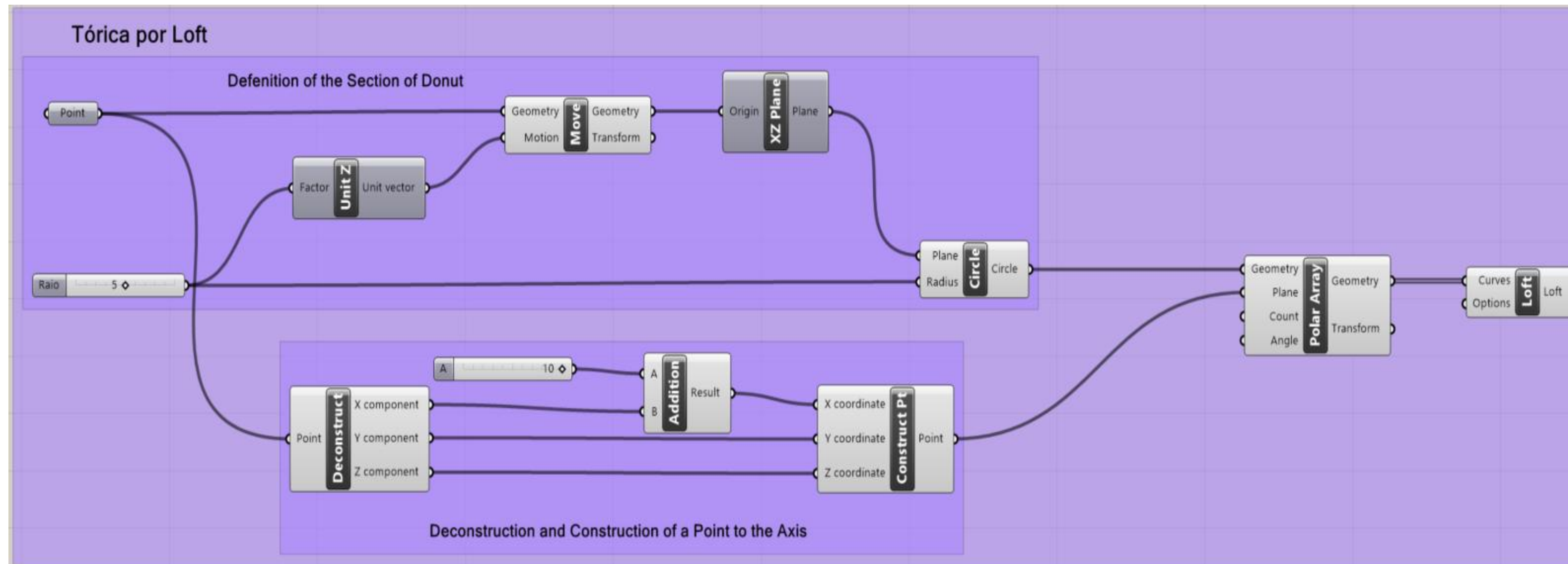
• Tórica no Grasshopper por Pipe



- Fazemos “Set One Point” no “Point” que queremos como centro
- Adicionamos um circle ligado ao ponto e clicamos com o botão direito do rato em “radius” no “Circle” e em “Set Number” escrevemos o raio que queremos (5 neste caso)
- Criamos um Comando “Pipe” ligado ao “Circle” pela entrada “Curve” e com o botão direito do rato em “Radius” escrevemos o raio que queremos em “Set Number”

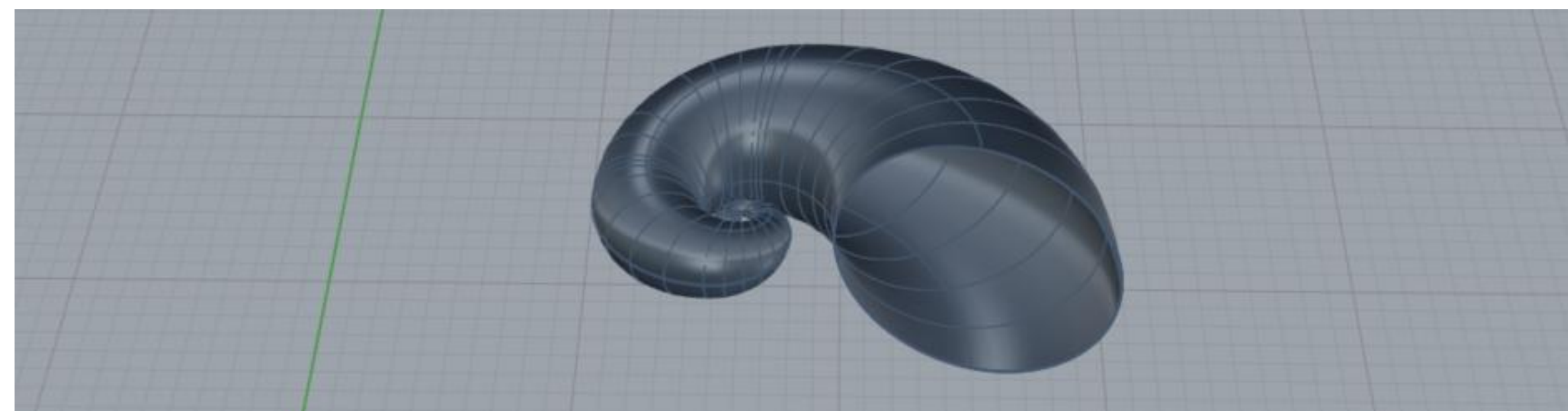
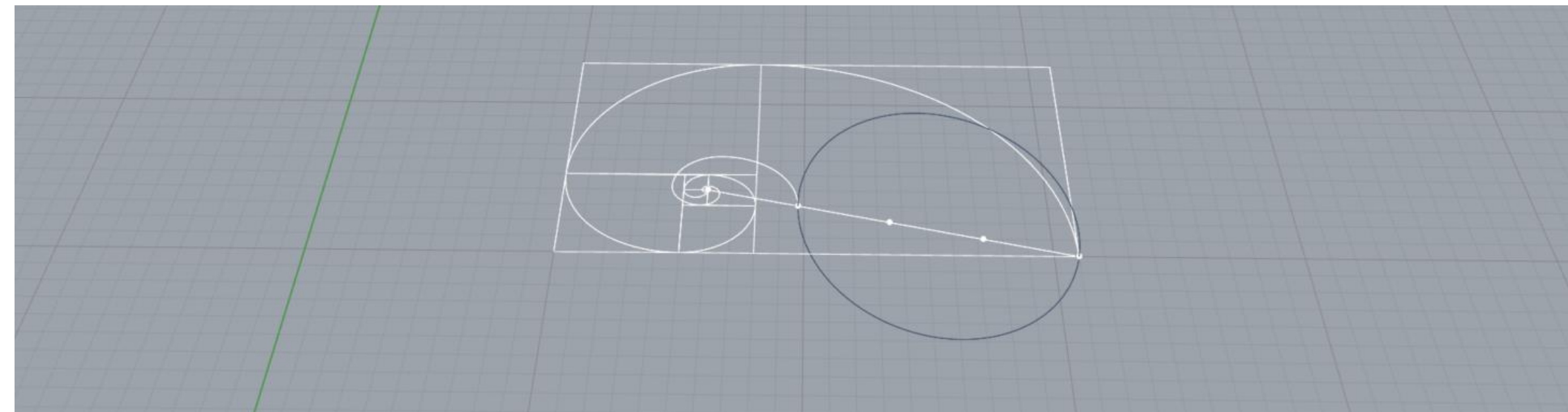
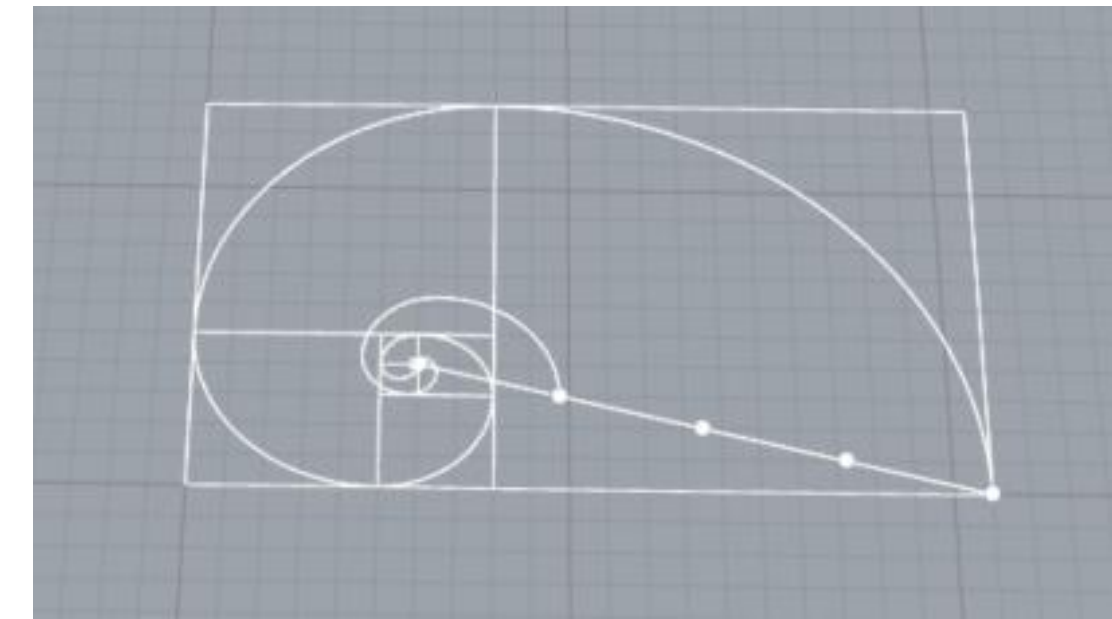
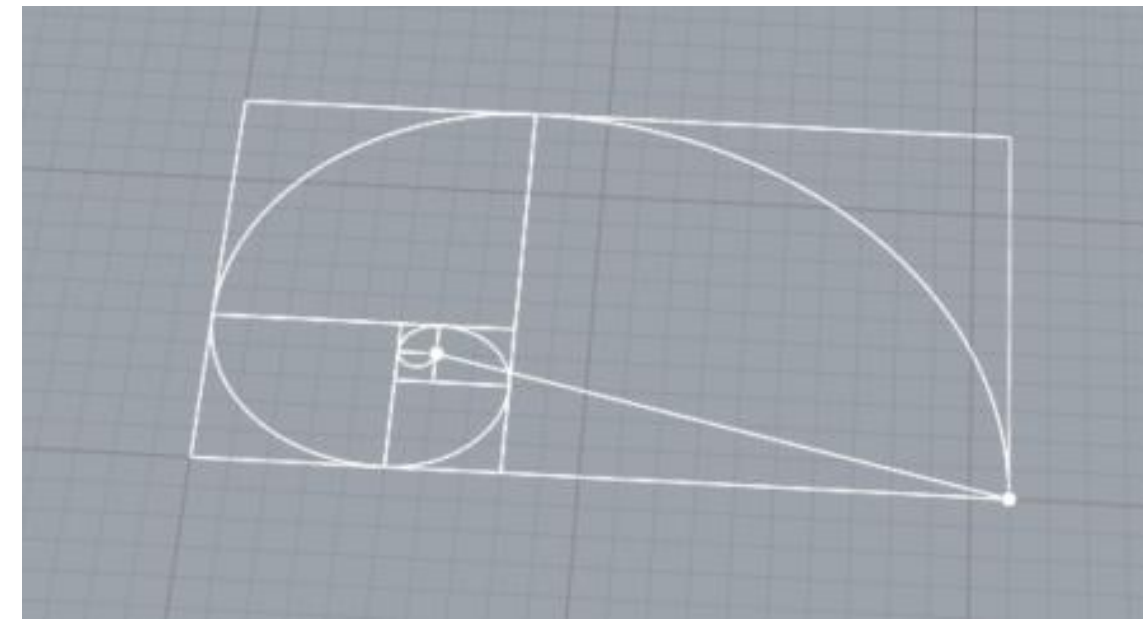
• Tórica no Grasshopper por Loft

- Fazemos “Set One Point” num ponto e fazemos “Move” desse ponto ligado a um vetor Z “Unit Z” com 5 unidades
- Fazemos o primeiro “Circle” ligado a um plano XZ “XZ Plane” com “Origin” no ponto do “Move” com o “Radius” ligado ao number slider da distancia que movemos o ponto para cima
 - Para fazer o centro da Tórica fazemos “Deconstruct” do “Point” Inicial e adicionamos 10 unidades com um “number slider” com o “X” do “Deconstruct” ligado a um “Construct Point”
 - Fazemos “Polar Array” com a entrada “Geometry” ligado ao “Circle” e a entrada “Plane” ao “Construct Point”
- Por último criamos um “Loft” e ligamos a saída “Geometry” do “Polar Array” à entrada “Curves” do “Loft” e vamos a “Options” na esquerda do “Loft” e clicamos com o botão direito do rato e em “Loft Options” Selecionamos a caixinha “Closed Loft” e clicamos em “Commit Changes” e temos a Tórica feita



• Spirula

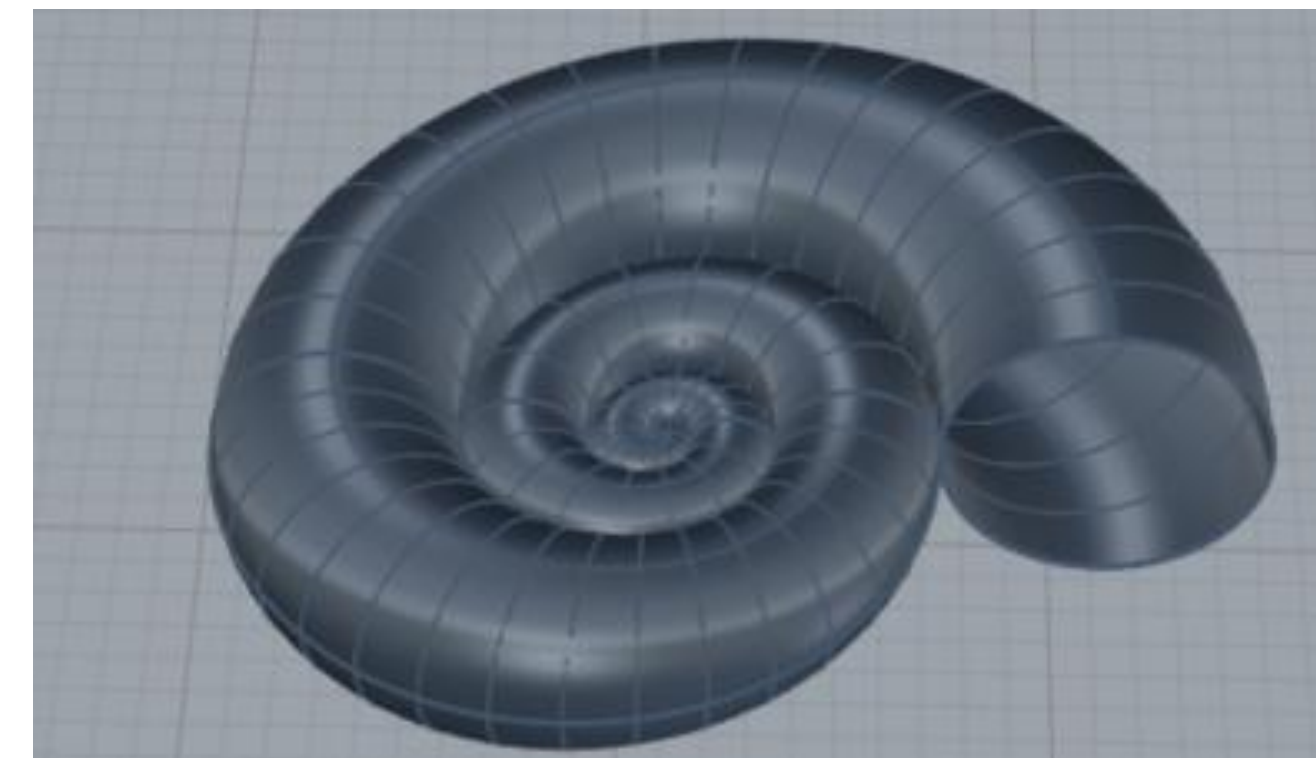
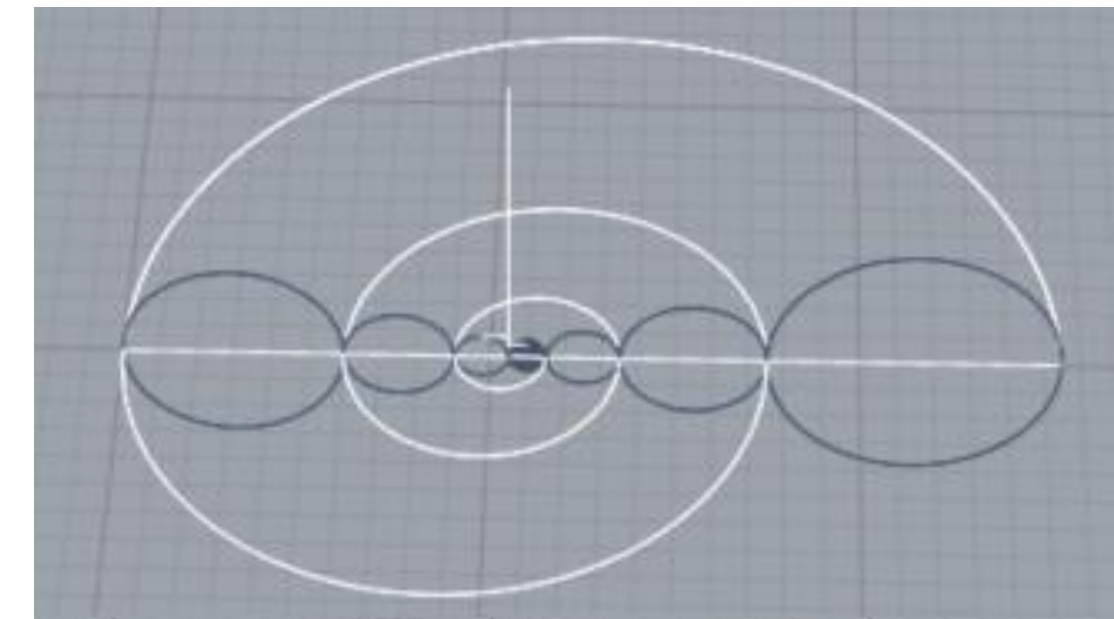
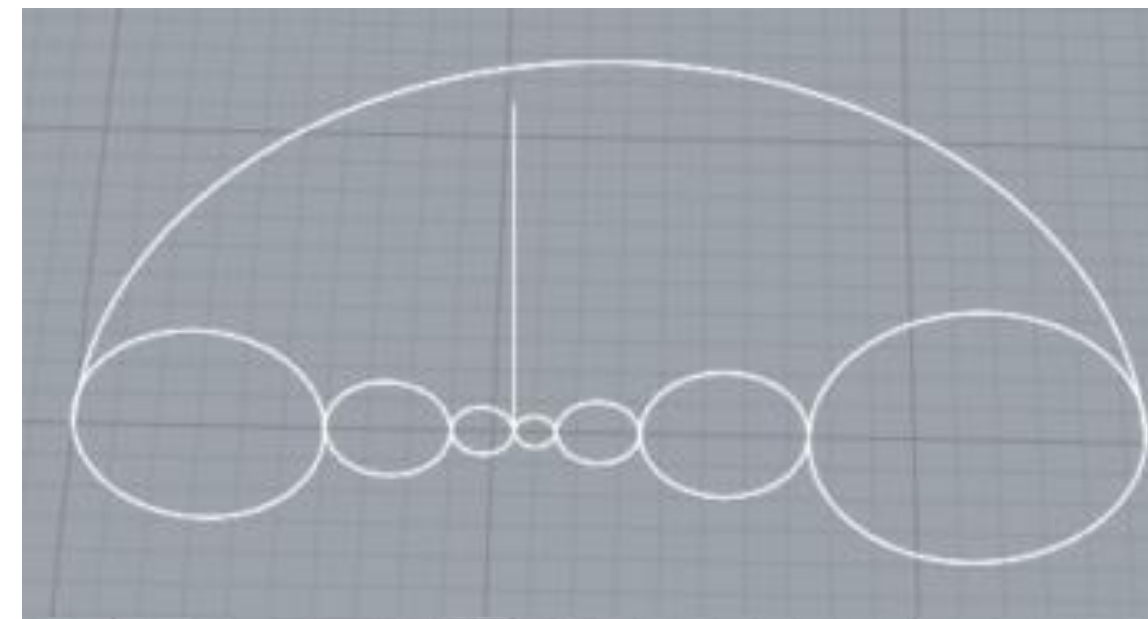
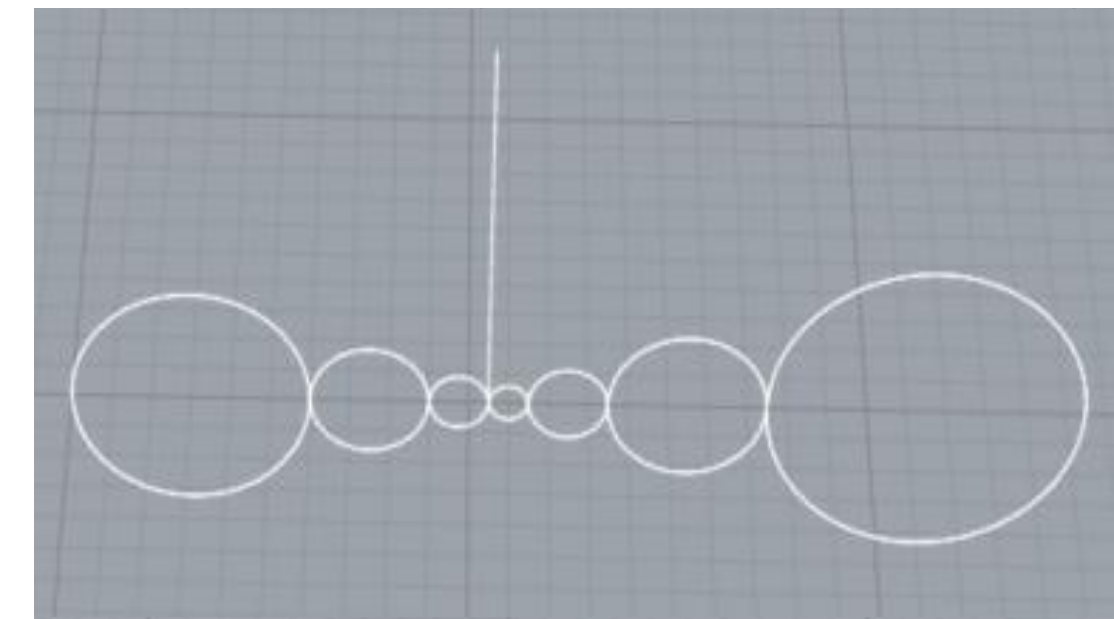
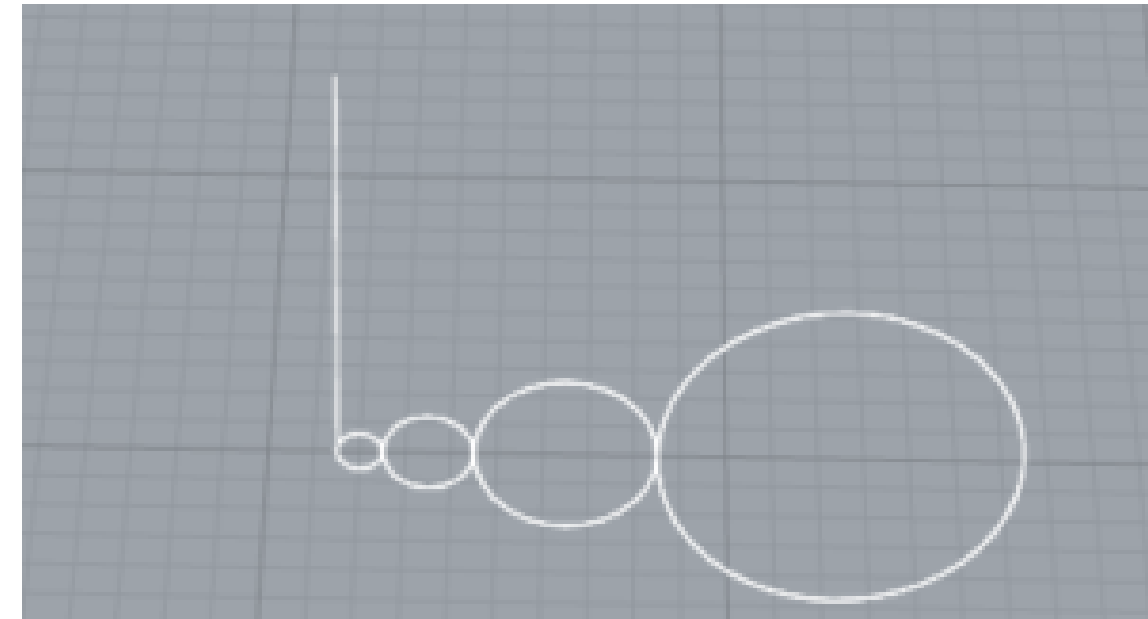
- Começamos por fazer a sequência de Fibonacci no Rhino e ligamos o centro ao canto da direita
- Damos divide dessa linha oblíqua com 5 segmentos
- Copiamos a forma da sequência e damos scale até ao primeiro dos 3 segmentos a dividir a linha
- Fazmos um arco com os 2 pontos da sequência pequena até à grande
- Usamos Sweep 2 escolhendo os rails e o shape e fazemos a nossa Spirula



Aula 10 – Conchas em Rhino

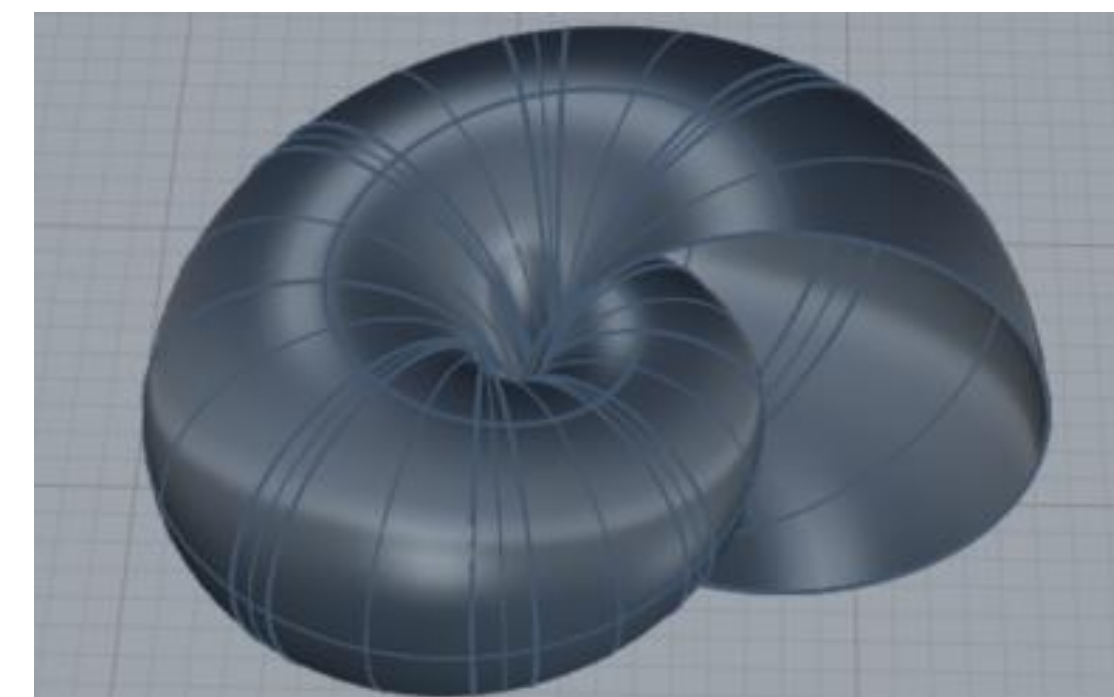
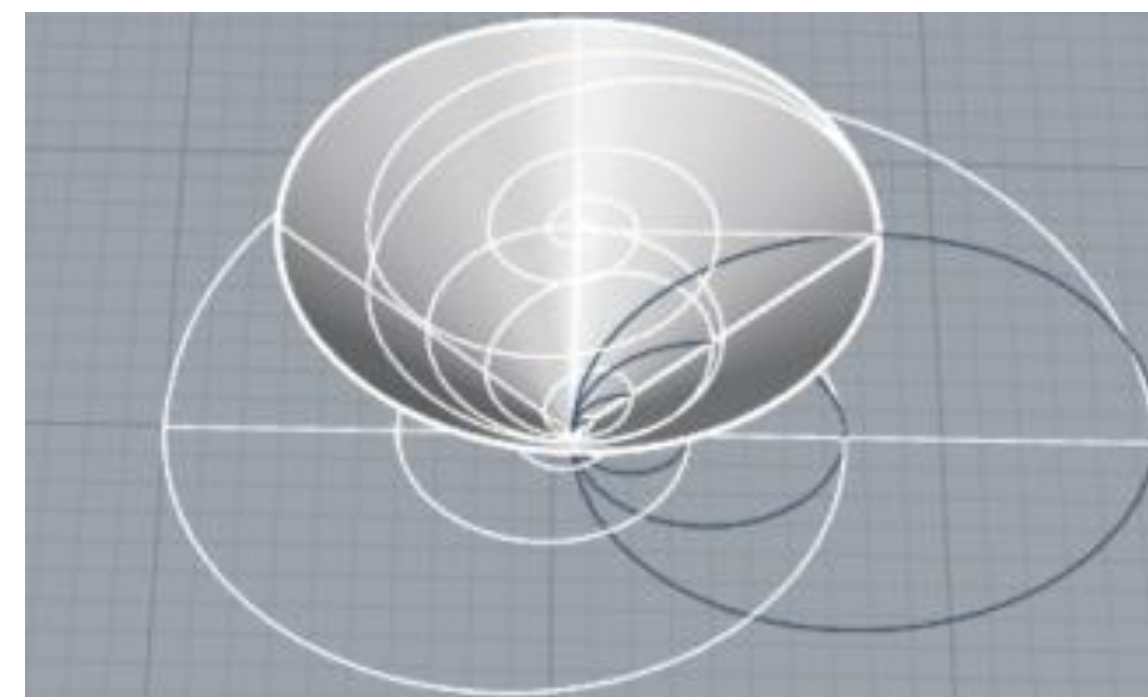
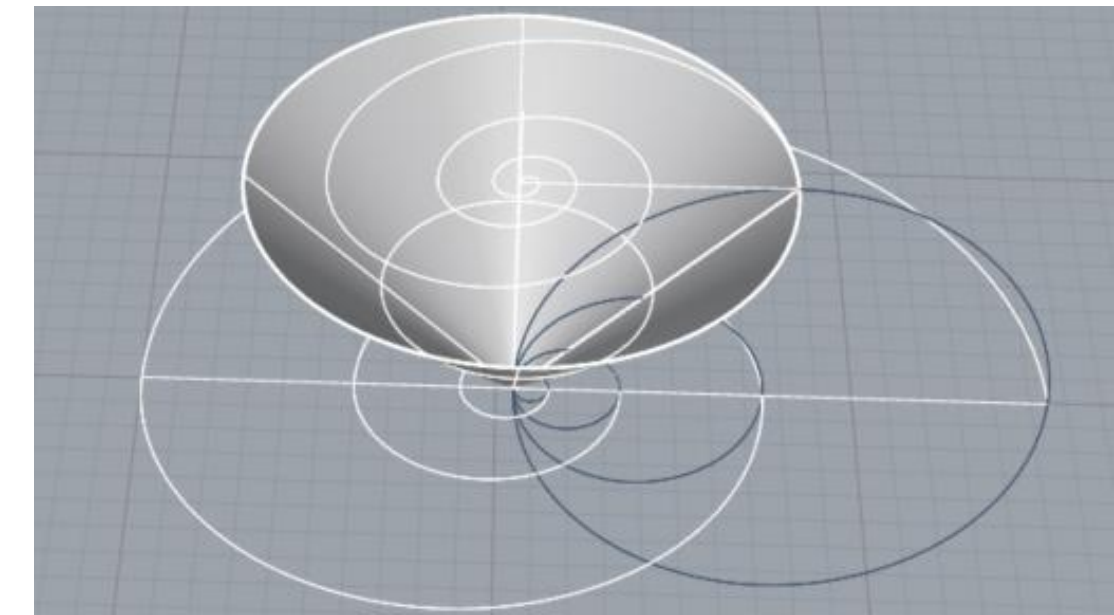
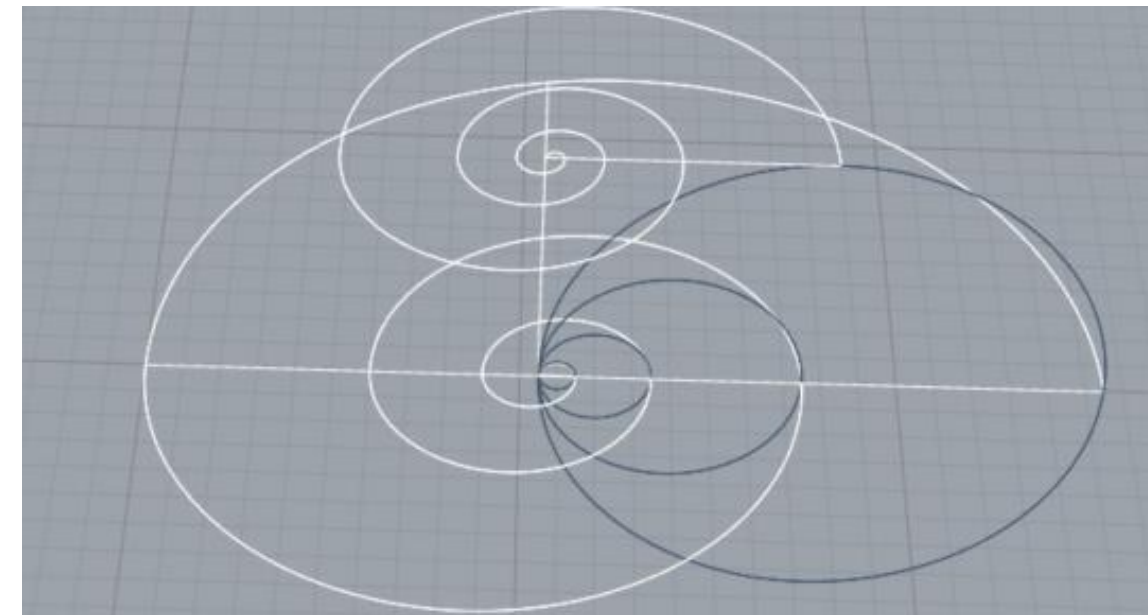
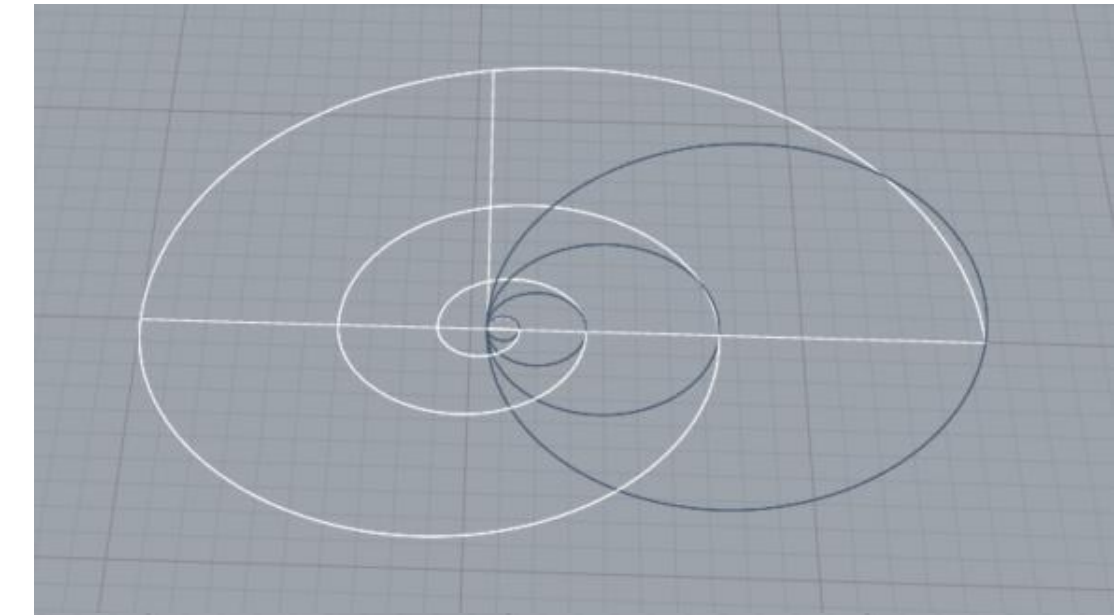
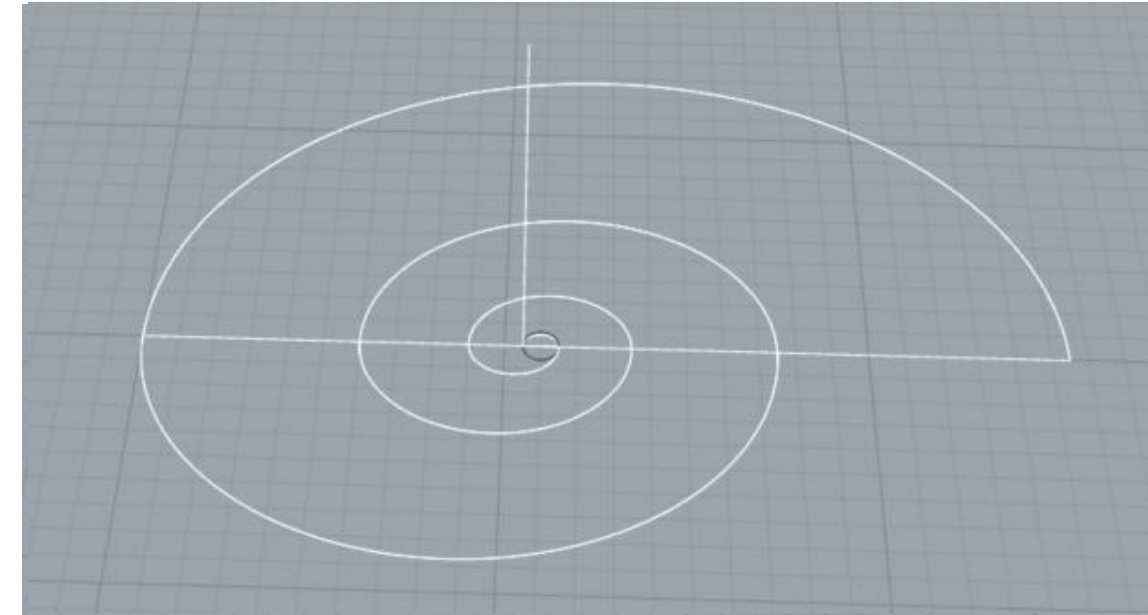
• Planorbis

- Começamos por fazer um eixo vertical de 10 unidades, fazemos 4 circunferências do lado direito com 1 unidade e vamos sempre duplicando o diâmetro, e no lado esquerdo fazemos a primeira circunferência com a seguinte formula (diâmetro da 1ª circ da direita + diâmetro da 2ª circ da direita / 2) e esse é o diâmetro da primeira da esquerda e vamos duplicando a medida
- Fazemos uma circunferência de 2 pts do lado esquerdo ao direito e damos trim
- E vamos fazendo circunferências de 2 pts unindo as extremidades das circ da esquerda com as da direita



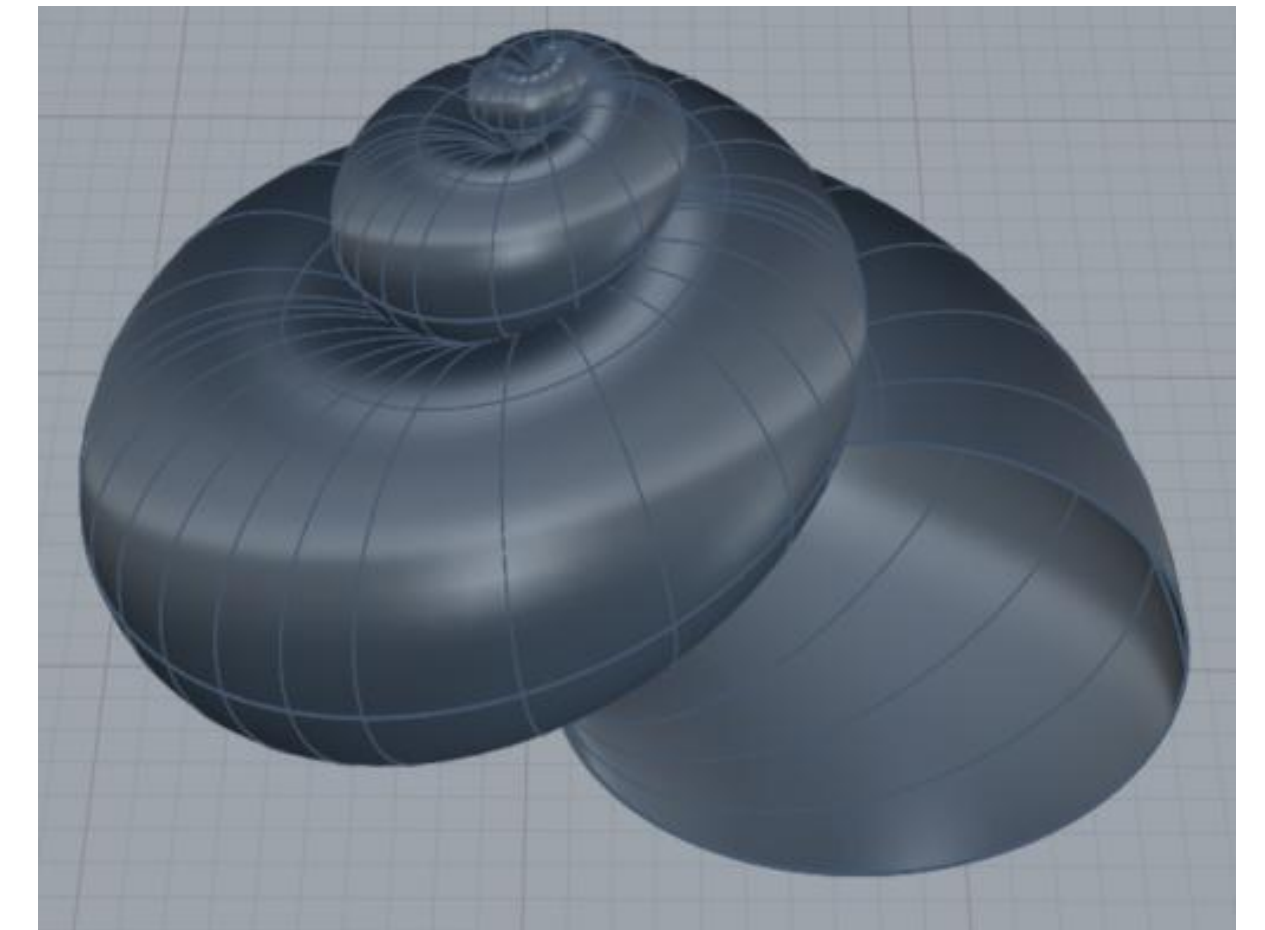
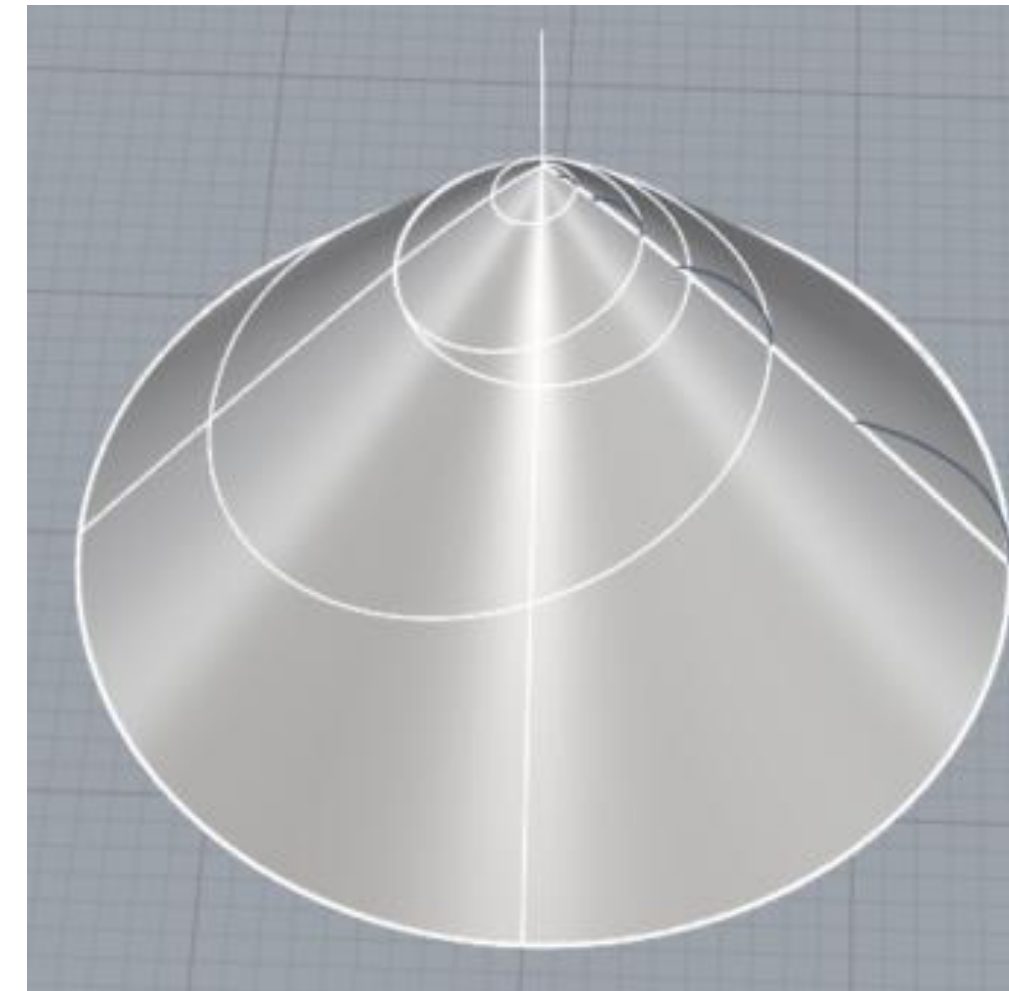
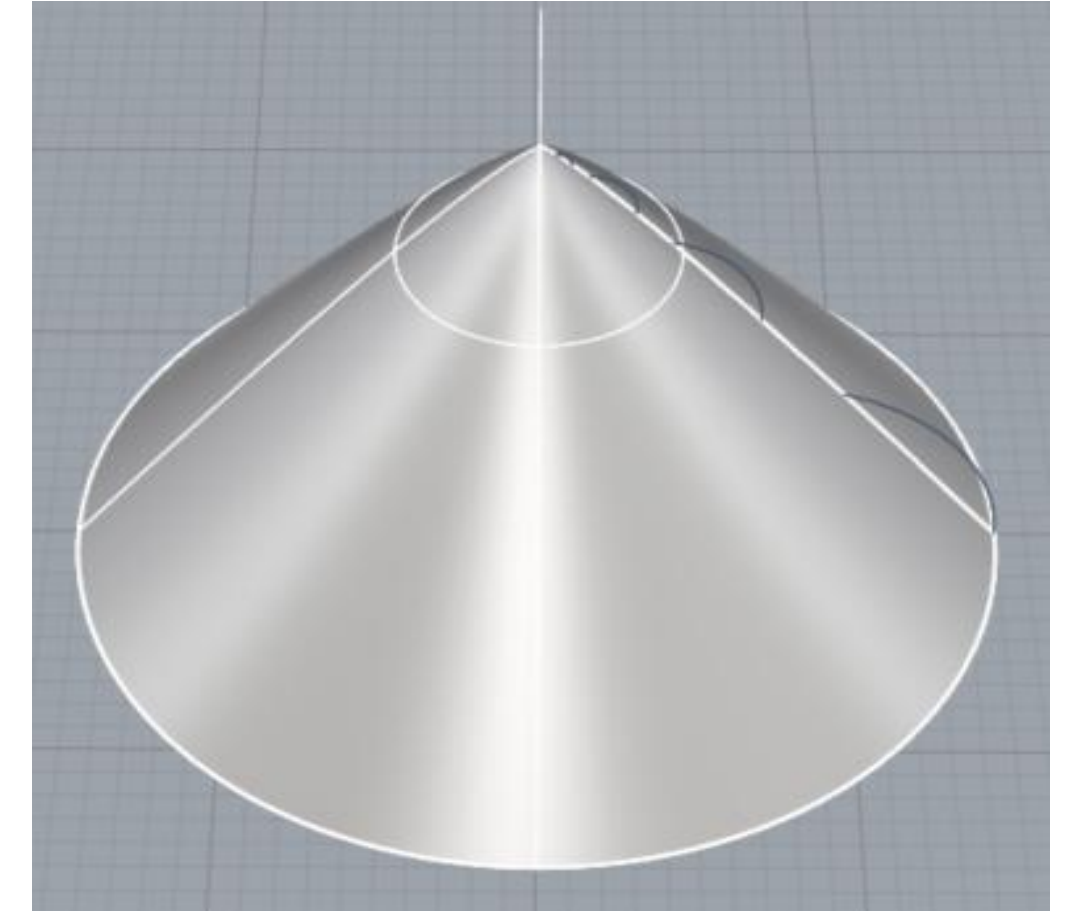
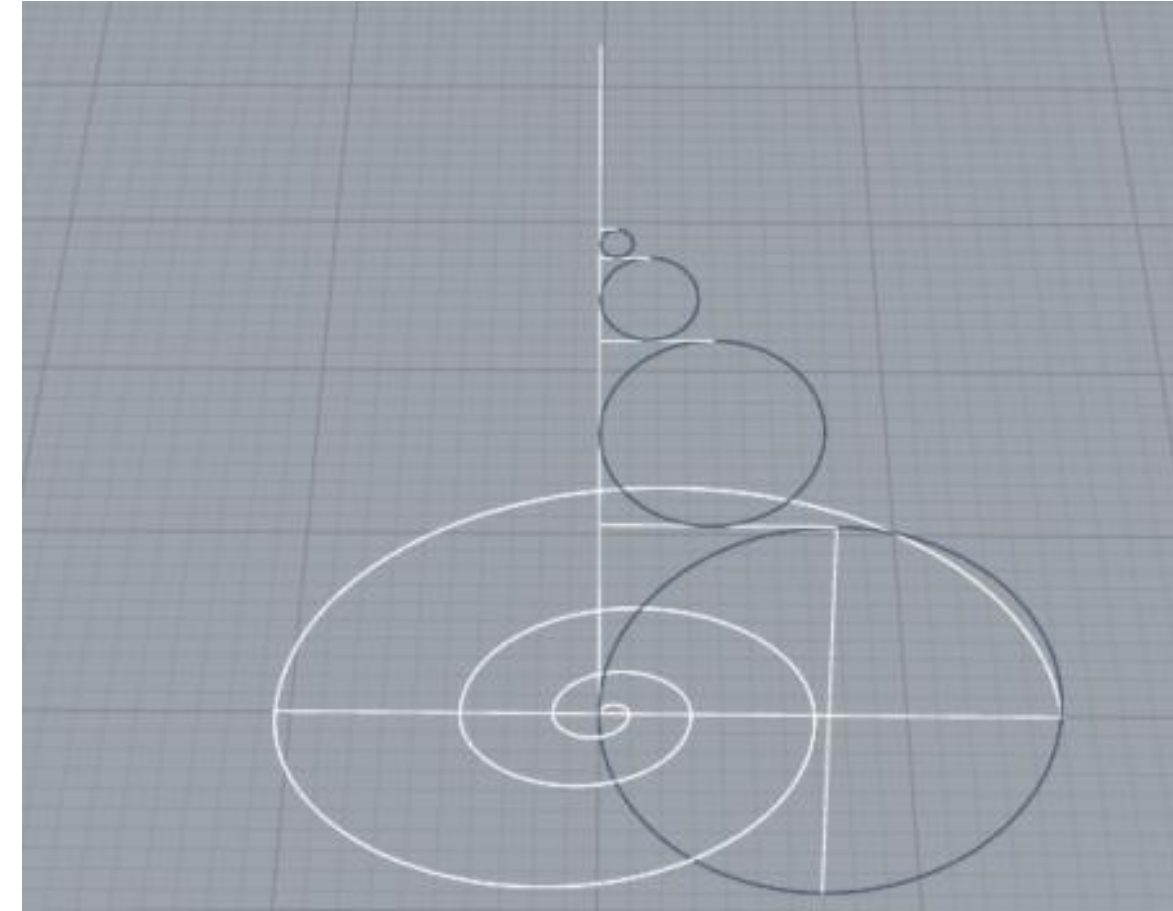
• Nautilus

- Copiamos a estrutura da Planobis e fazemos Circunferencias com 2 pts do centro ate a quando o arco interseta a parte direita da linha horizontal
- Fazemos uma linha horizontal ligando o end point (Quad) mais a cima da circunferência maior ao eixo vertical
- Copiamos a espiral e damos scale da mesma para acabar desse Quad a Circunferencia
- Usando o Comando Revolve fazemos um cone a partir de uma circunferência do centro da espiral de cima ate ao ponto do Quad da circunferência
- Fazemos Project da espiral no cone
- Usamos o Comando Sweep2 para fazer a Nautilus

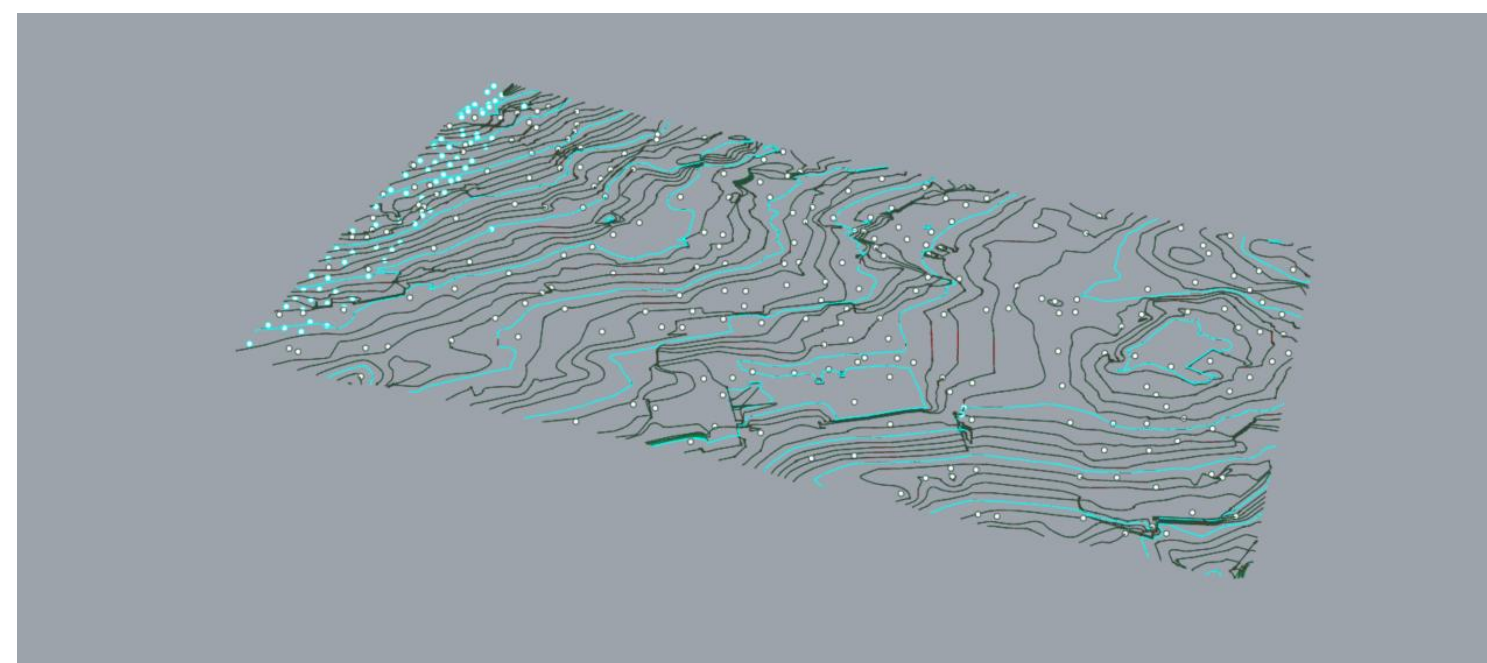
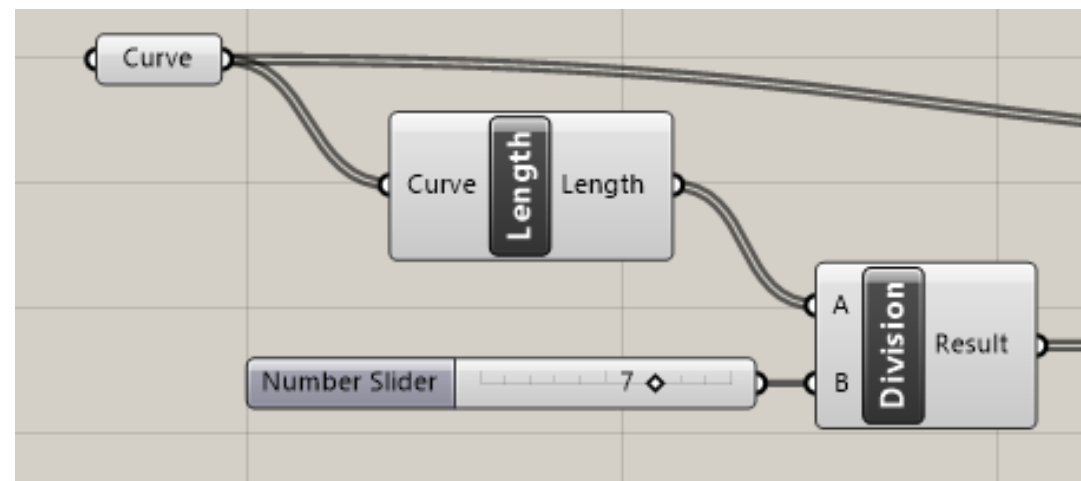


• Caramujo do Mar

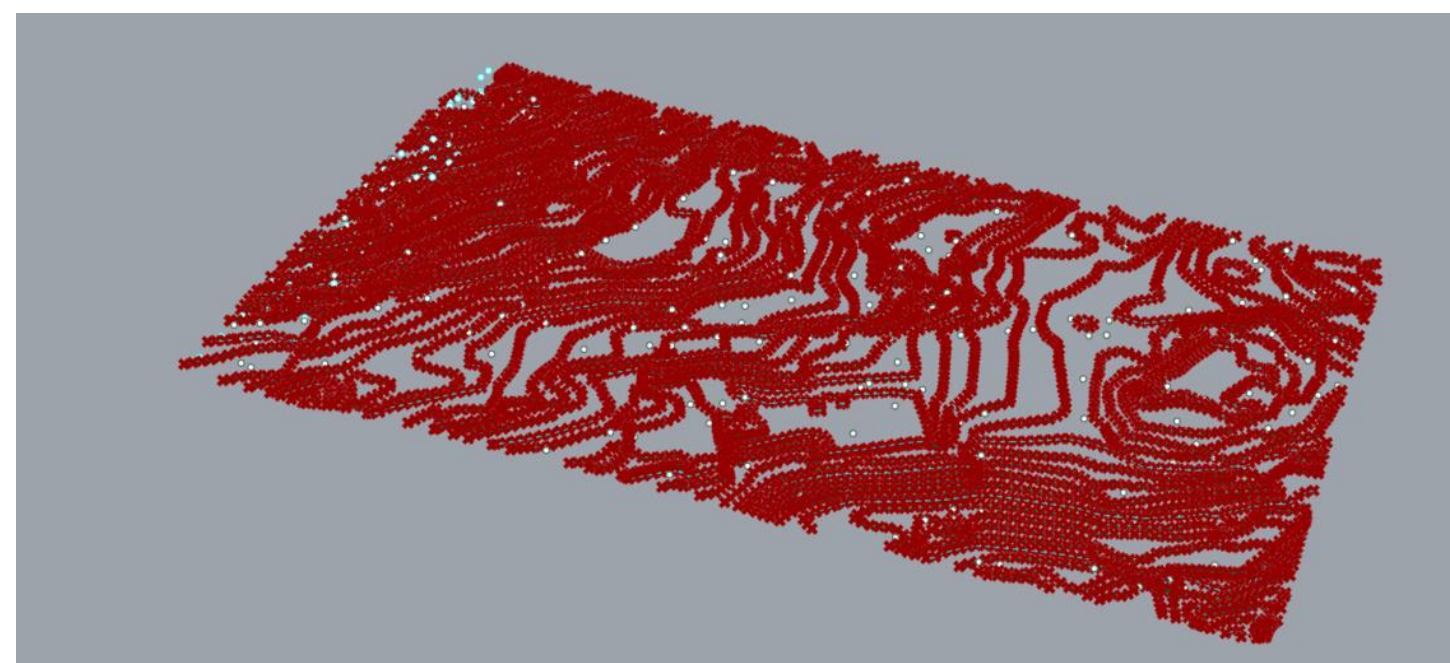
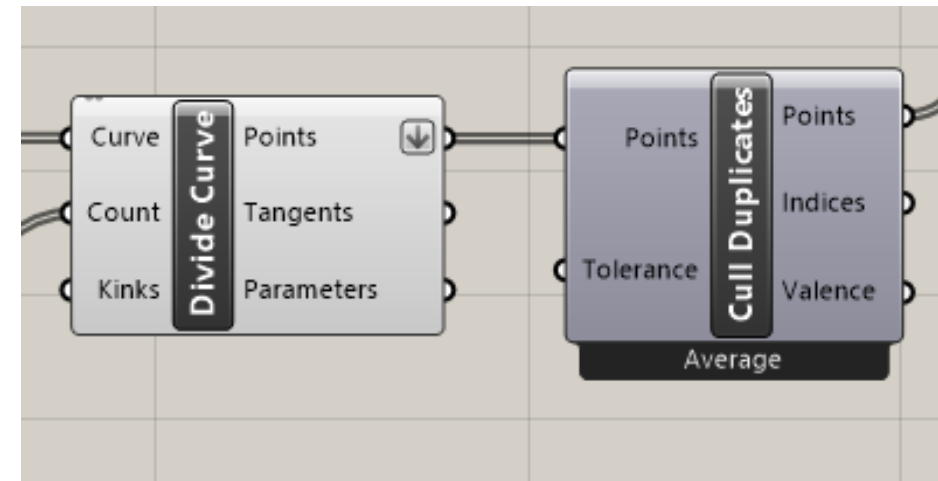
- Copiamos a espiral e as 4 circunferências e aumentamos os eixo vertical
- Unimos o Quad da esquerda de cada circunferência ao eixo vertical e fazemos por ordem crescente na vertical um espaço para cada uma para fazermos o eixo a subir com as circunferências
- Unimos os Quads do lado direito das circunferências com uma Curve
- Damos extend dessa Curve ate ao Eixo vertical
- Usamos o comando Revolve para fazer um cone como eixo a linha vertical e em torno da linha curva que fizemos agora
- Damos project da espiral de baixo no cone e usando o Sweep2 dando as duas directrizes, o eixo, e a circunferência como shape



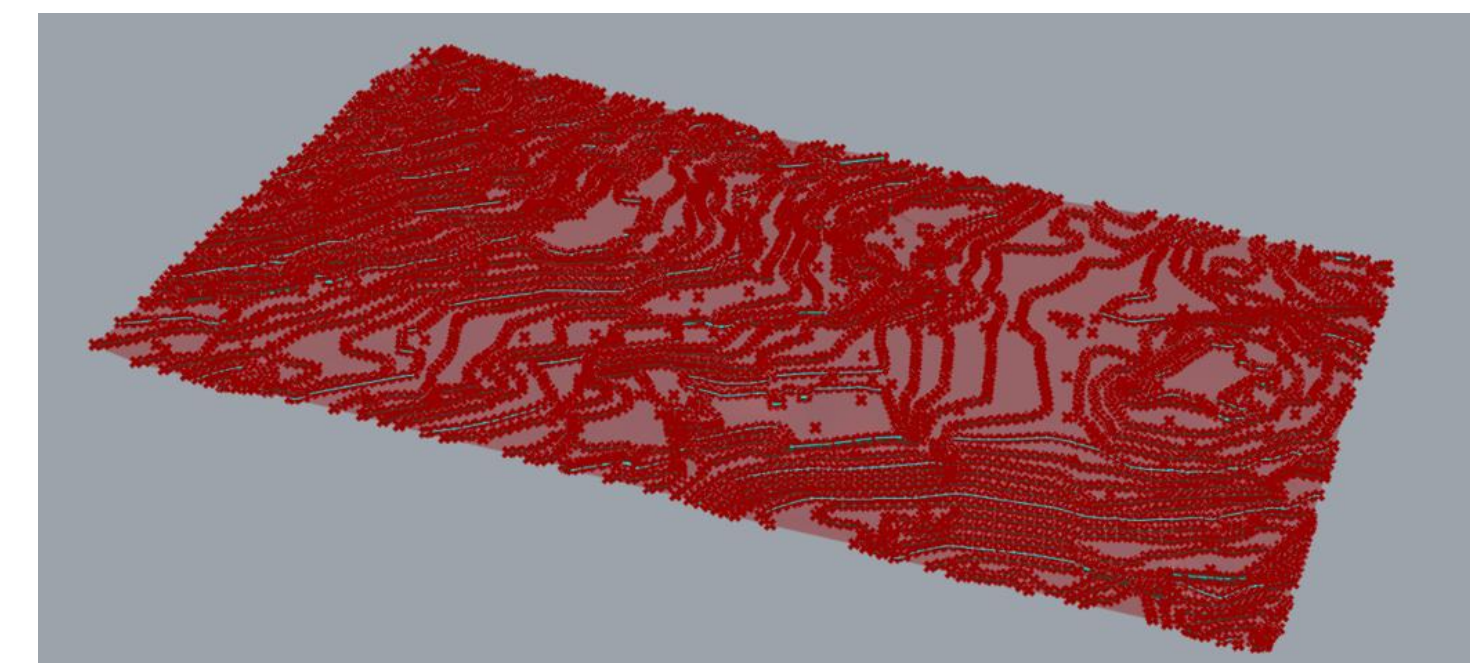
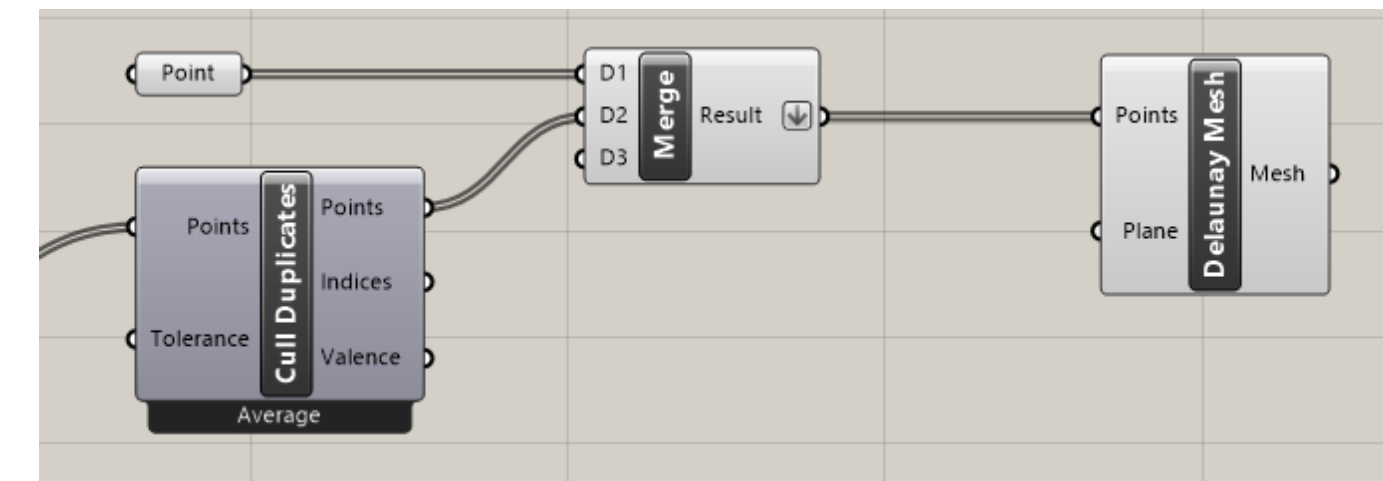
Aula 11 – Terrenos em Grasshopper



- Importamos as curvas de nível (Terreno) e escolhemos o Set multiple curves em Curve e selecionamos todas as curvas de nível
- Para dividir as curvas de nível por pontos fazemos division e ligamos a um number slider com o numero de pontos que queremos
- Usamos o Round para converter o resultado da Divisao em um Número inteiro



- Usamos um Divide Curves que divide a curva em segmentos iguais e gera pontos nessas divisões e cria exatamente a quantidade de pontos que escolhemos com o number slider.
- Usamos também o componente Cull Duplicates para remover pontos duplicados ou muito próximos uns dos outros



- Usamos um point para selecionar os pontos respetivos as cotas para termos elevação de terreno e usamos um Merge ligado ao Point das cotas e ligado ao Cull Duplicates que tem as curvas de nível e os pontos das curvas de nível
- Usamos por fim o Delaunay Mesh para unir e fazer o terreno todo com elevação

