

# Modelação e Visualização Tridimensional em Arquitectura



UNIVERSIDADE  
DE LISBOA

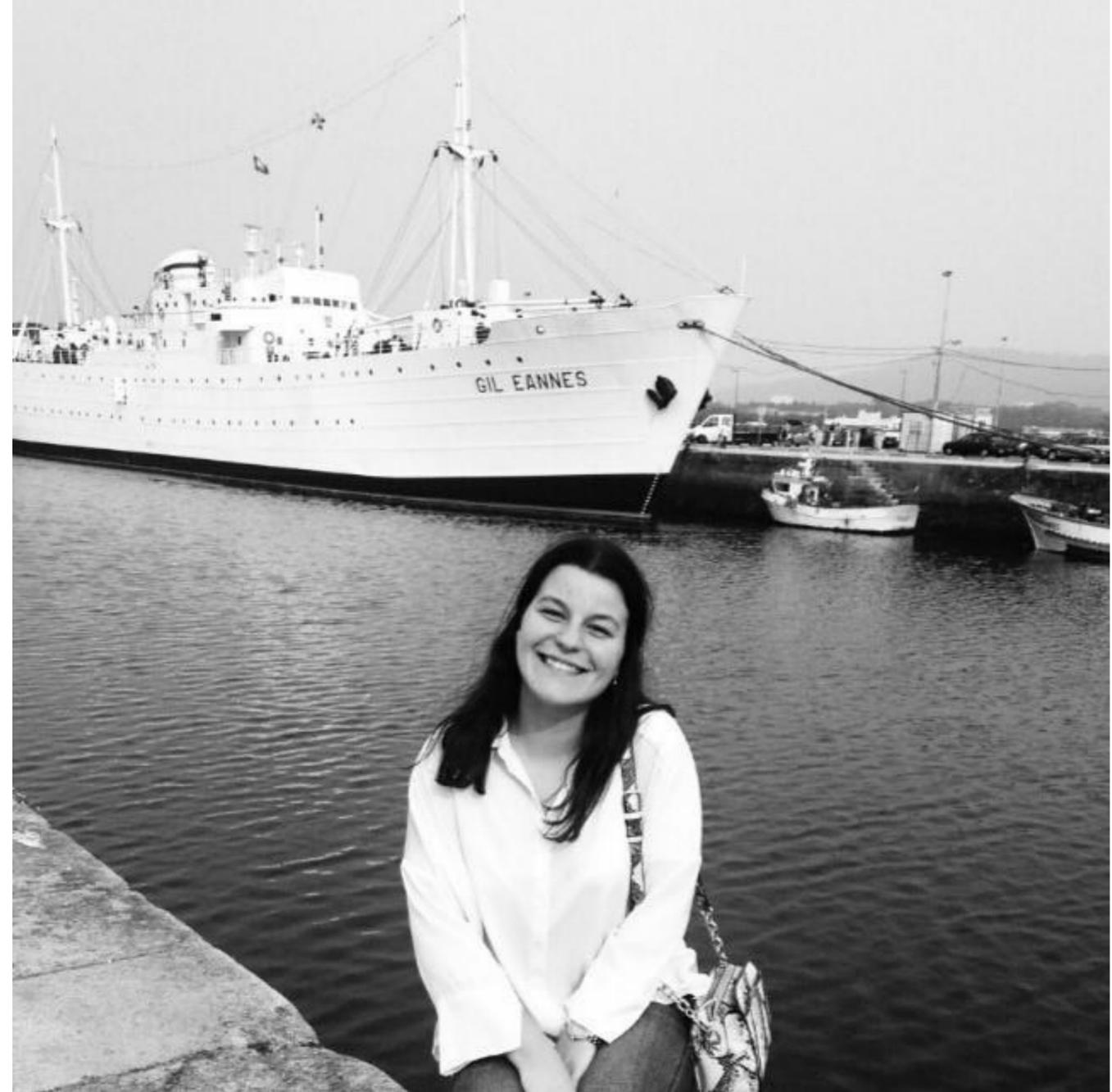


FACULDADE DE ARQUITETURA  
UNIVERSIDADE DE LISBOA

Mestrado Integrado em Arquitectura  
Ano Lectivo 2022-2023 2º Semestre  
Docente - Nuno Alão 3º Ano

20181490

MARTA CAPINHA



**U** LISBOA

UNIVERSIDADE  
DE LISBOA



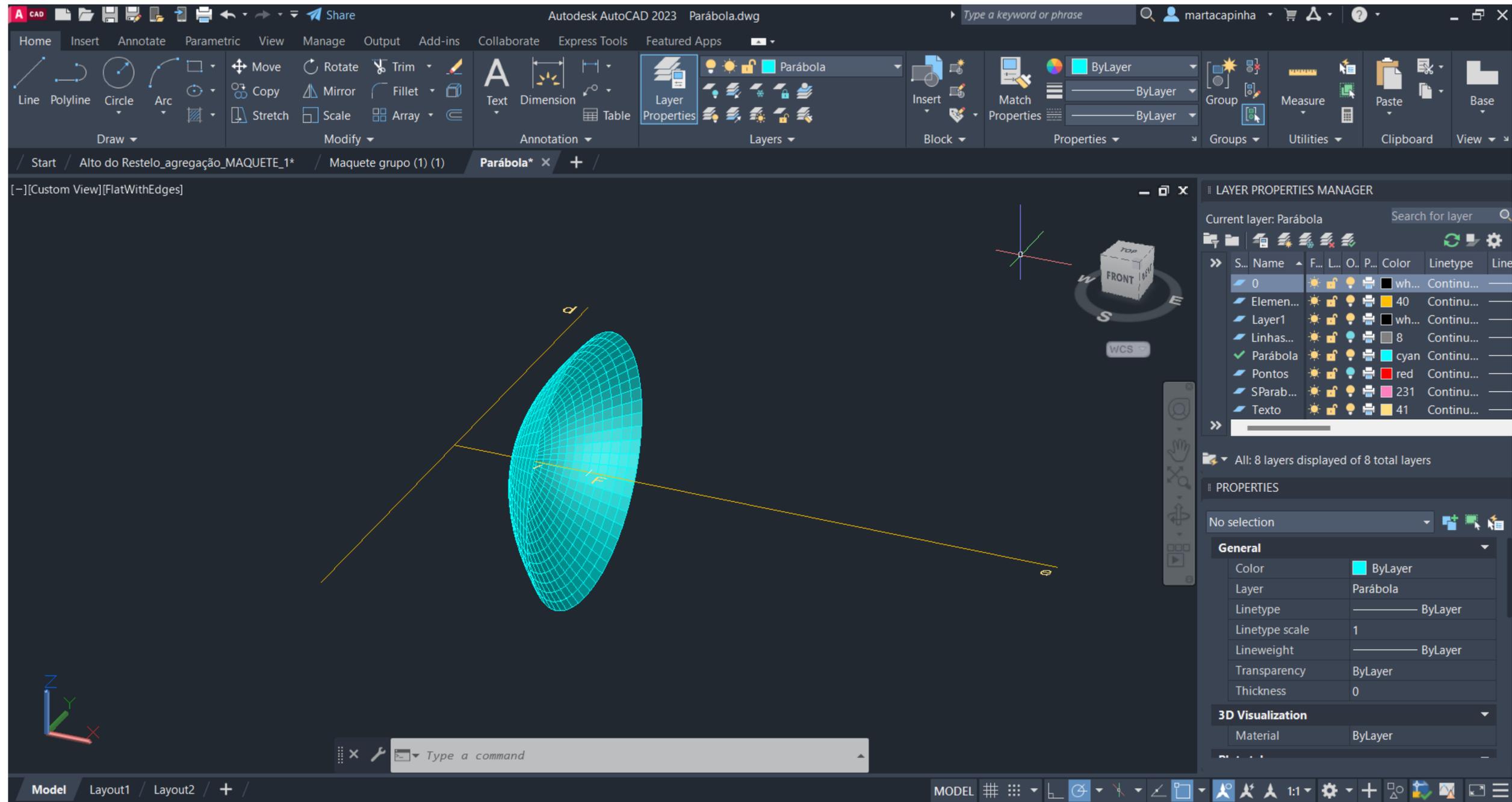
FACULDADE DE ARQUITETURA  
UNIVERSIDADE DE LISBOA

**MVTA**

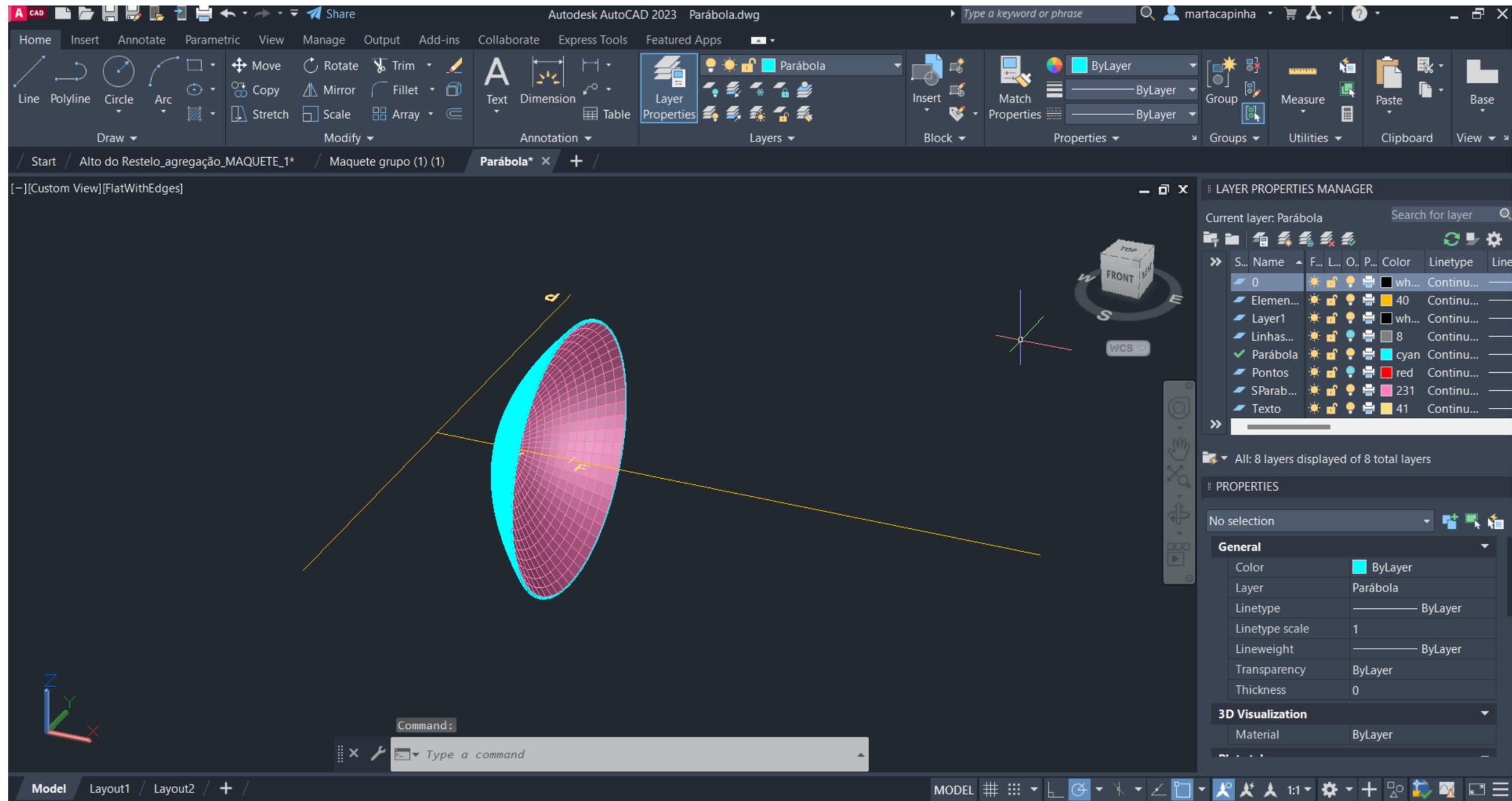
Mestrado Integrado em Arquitectura  
Ano Lectivo 2022-2023 2º Semestre  
Docente - Nuno Alão 3º Ano

## ÍNDICE

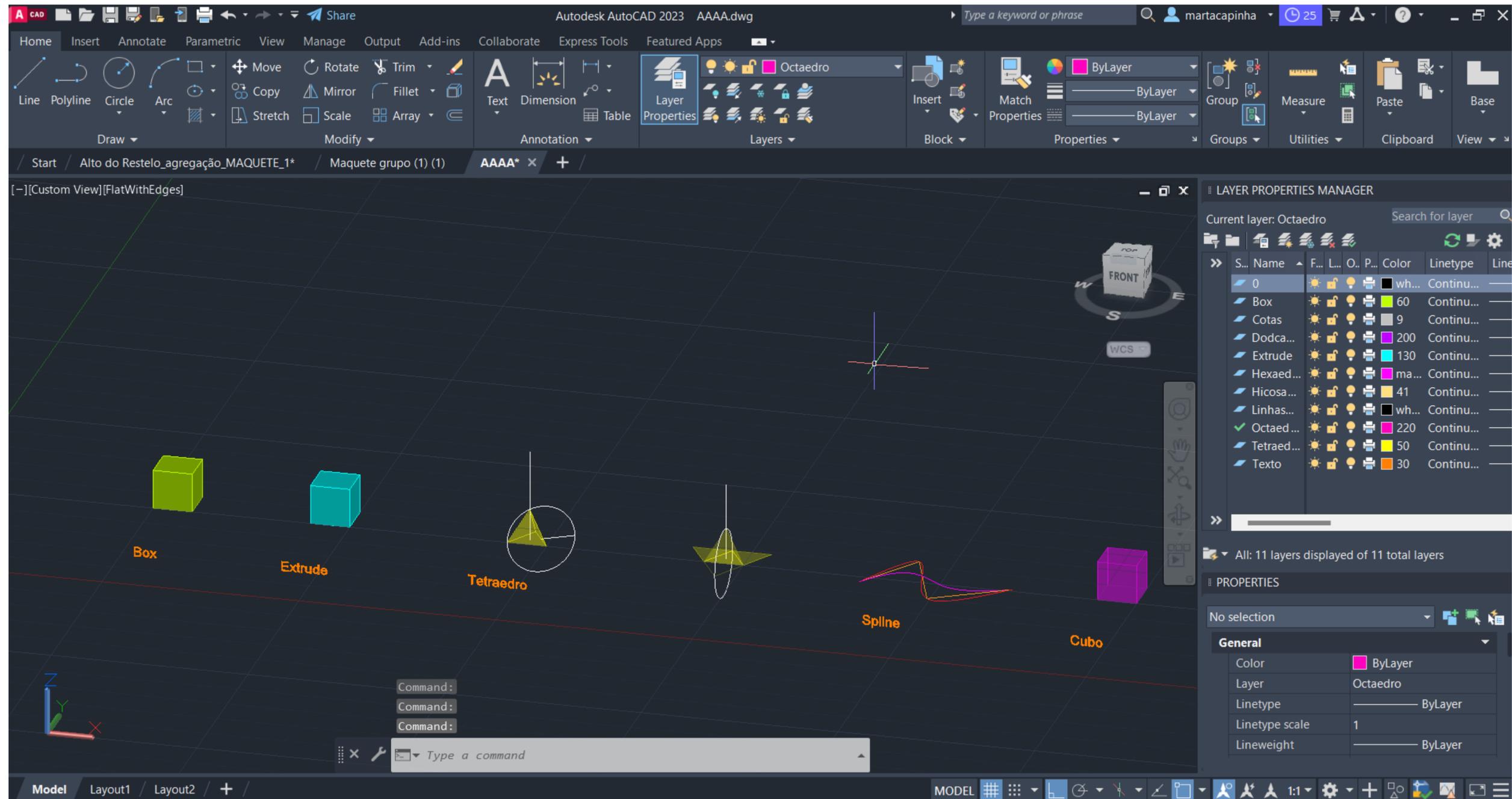
• Exercício 1.1 – Superfície Parabólica	Pág. 4-5
• Exercício 1.2 – Sólidos Platónicos	Pág. 6
• Exercício 1.2a – Octaedro	Pág. 7-10
• Exercício 1.3 – Relação de Dualidade	Pág. 11-13
• Exercício 1.4 – Planos e secções	Pág. 14-16
• Exercício 1.4a – Esfera	Pág. 17
• Exercício 1.4b – Elipsóide	Pág. 18-19
• Exercício 1.4c – Parabolóide	Pág. 20-22
• Exercício 1.4d – Hiperbolóide	Pág. 23-25
• Exercício 1.4e – Geratriz	Pág. 26-28
• Exercício 1.5 – Hiperbolóide de Revolução	Pág. 29-32
• Exercício 1.6 – Parabolóide Hiperbólica	Pág. 33-36
• Exercício 1.7 – Tabuleiro de Xadrez	Pág. 37
• Exercício 1.8 – Guggenheim New York	Pág. 38-41



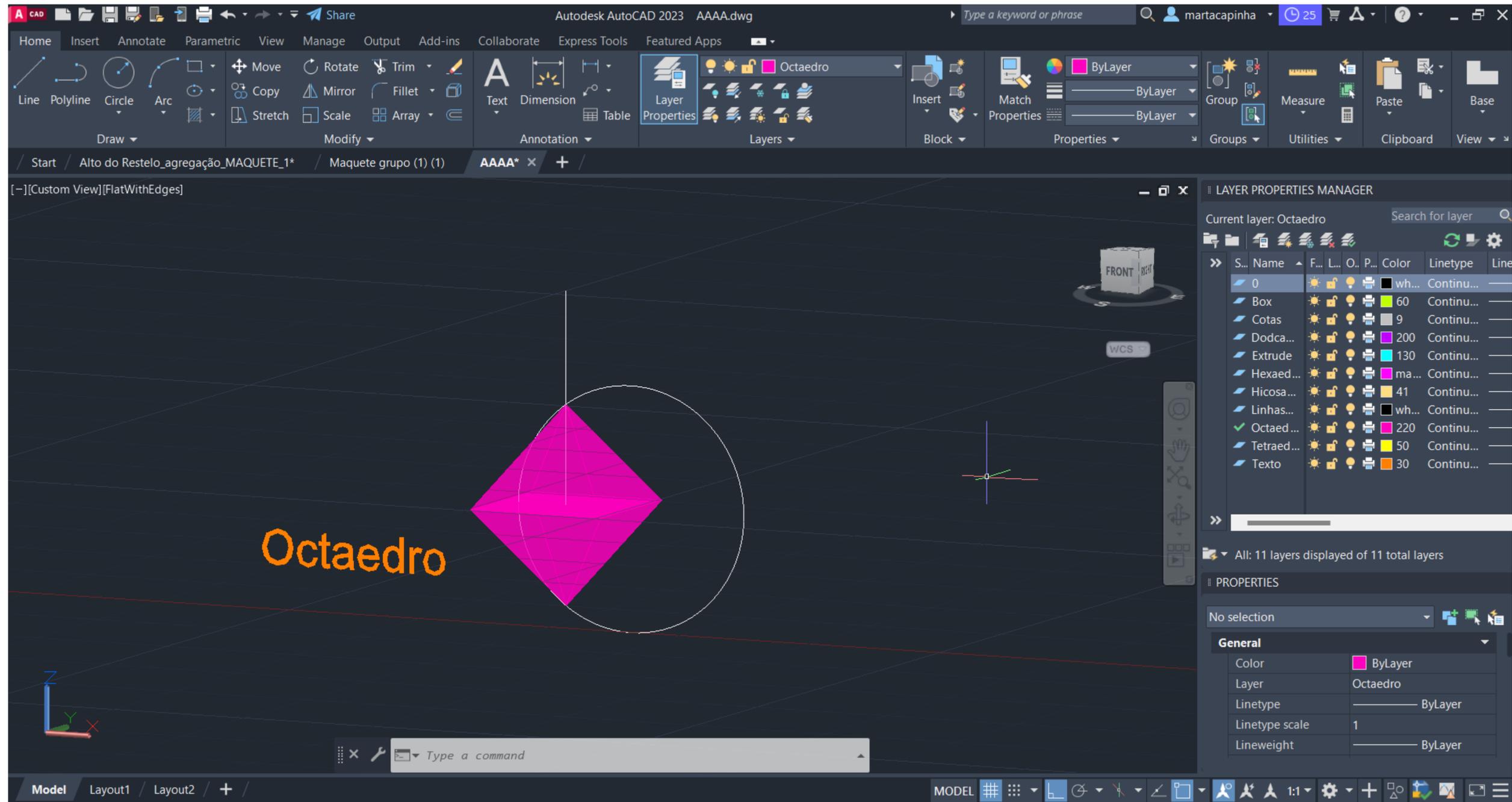
# Exerc. 1.1 - Superfície Parabólica



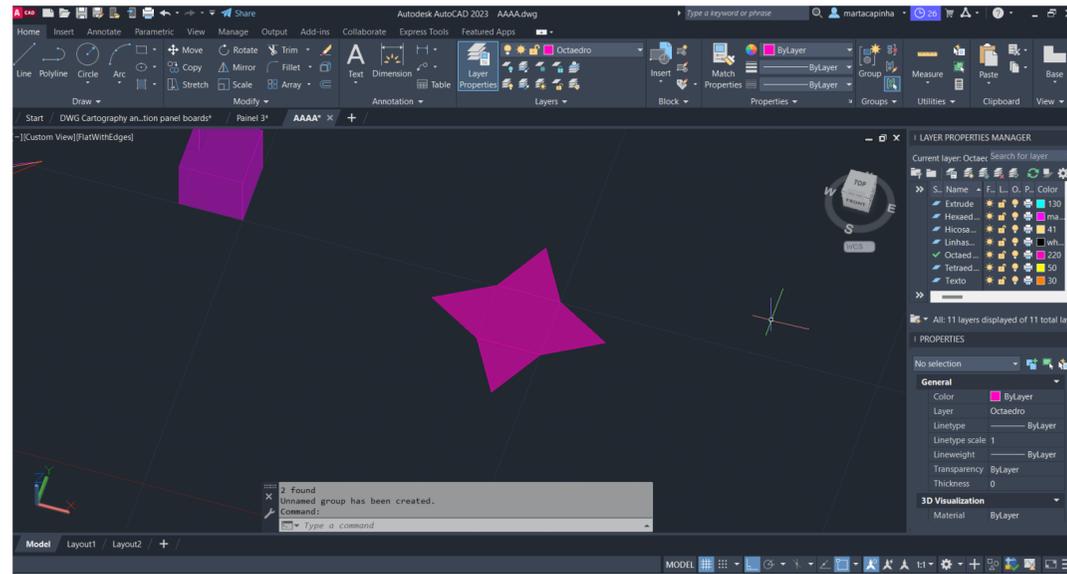
# Exerc. 1.1 - Superfície Parabólica



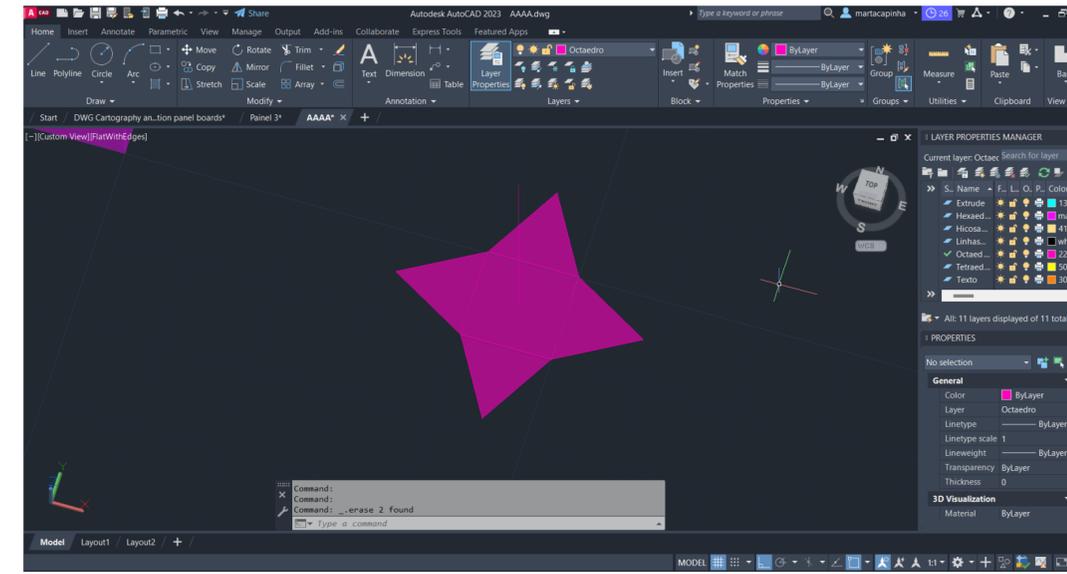
# Exerc. 1.2 – Sólidos Platônicos



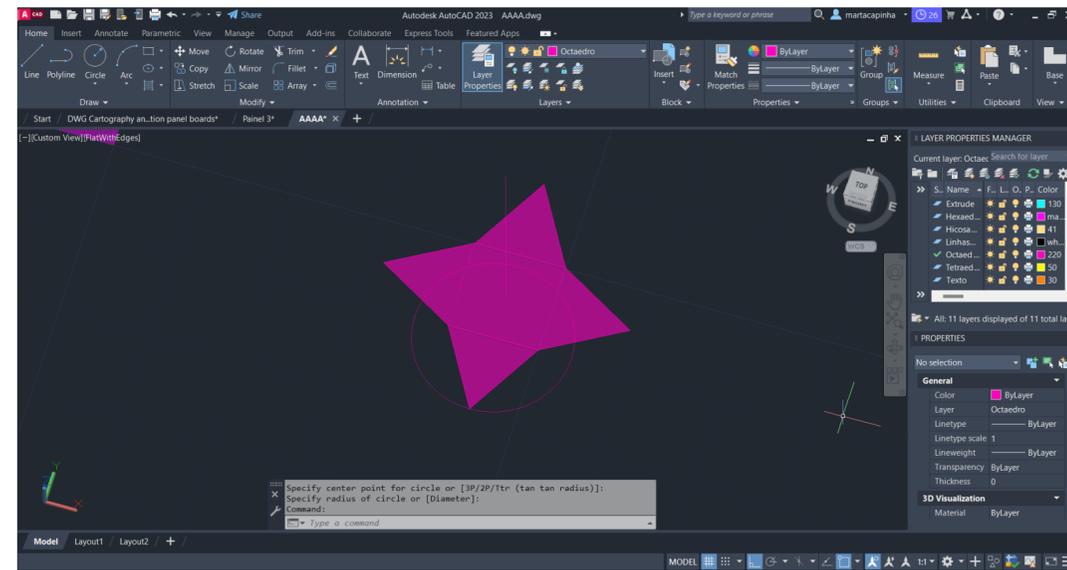
# Exerc. 1.2a – Octaedro



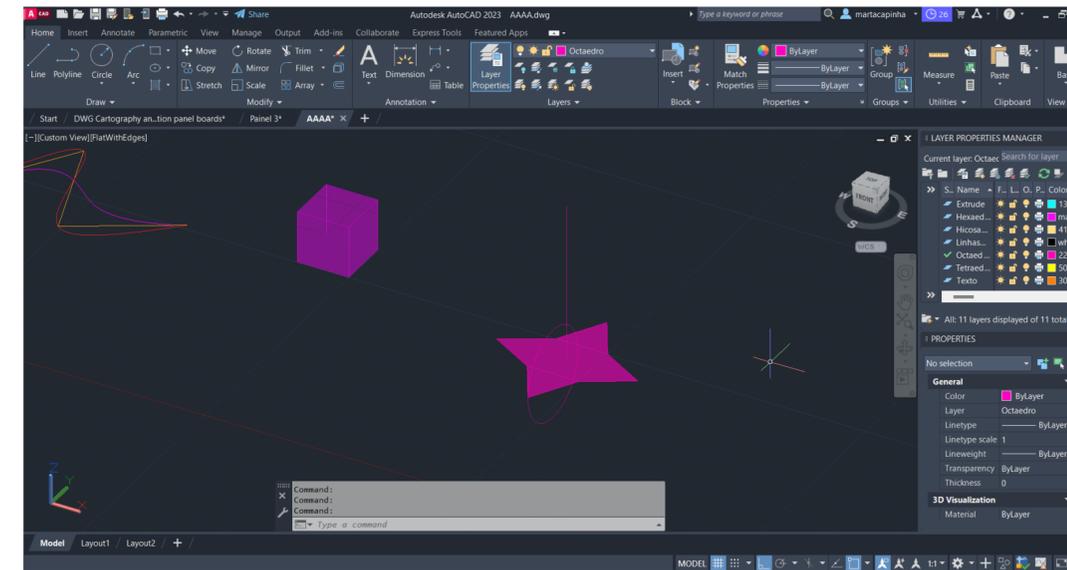
-Desenho de um quadrado e de um triângulo  
 -Comando *MIRROR* para os outros triângulos



-Desenho de uma linha reta a partir do centro do quadrado

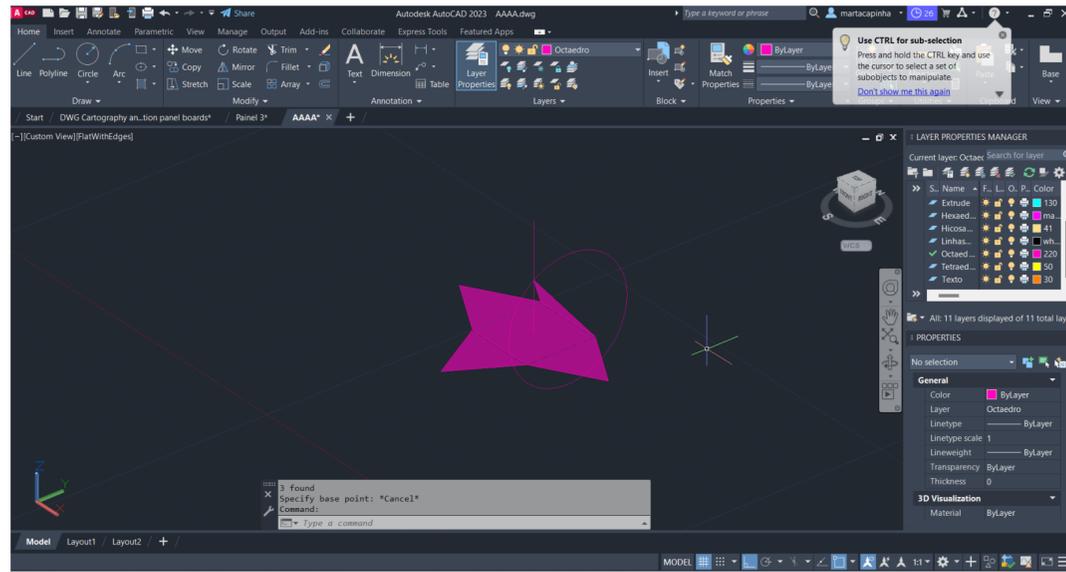


-Desenho de um círculo com centro no centro da base do triângulo, e raio igual á altura do triângulo

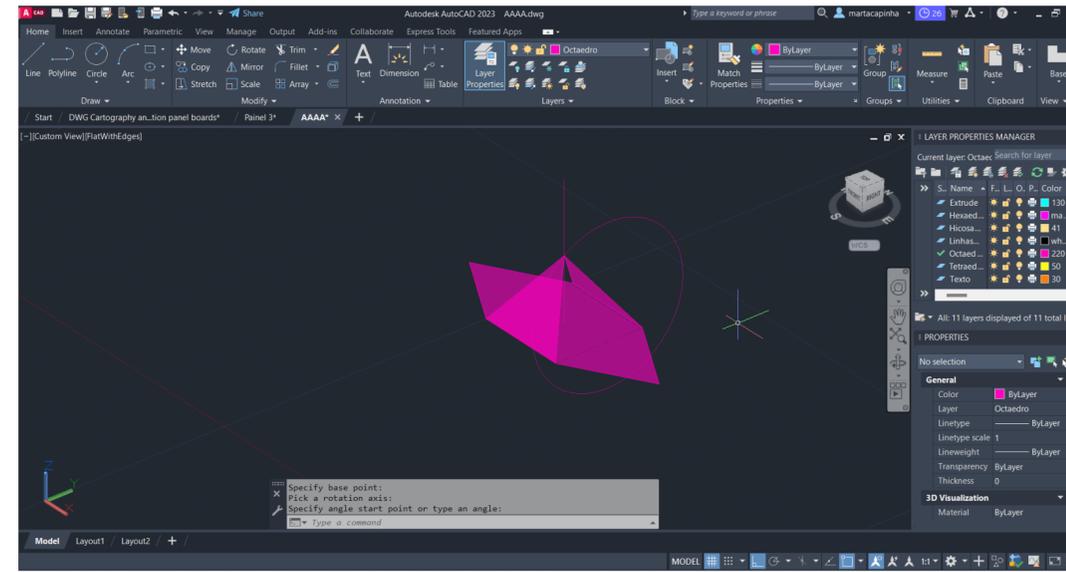


-Comando *3DROTATE* para alterar o eixo do círculo, por forma a ficar perpendicular aos triângulos

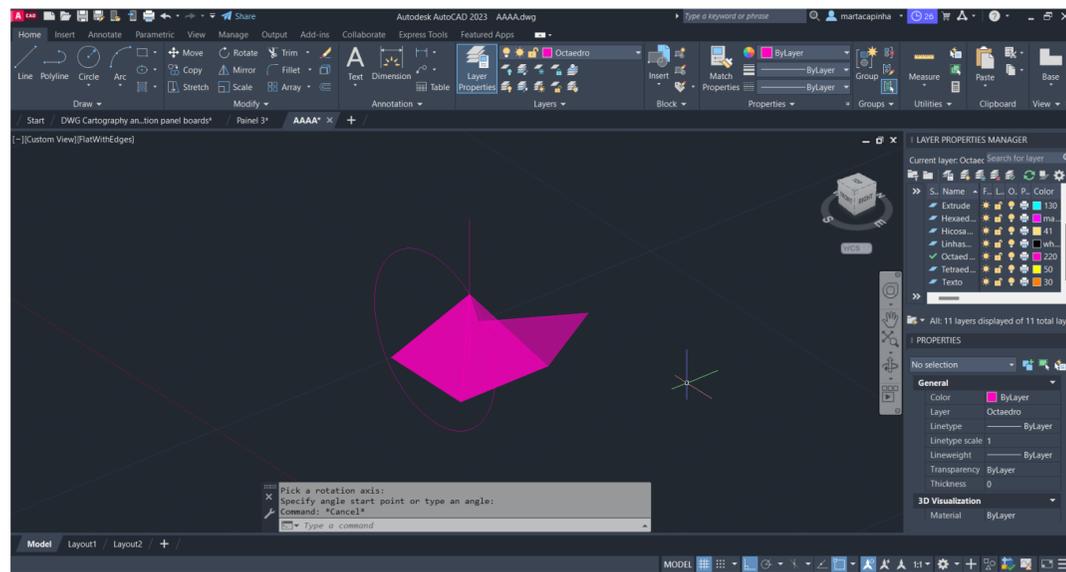
# Exerc. 1.2a – Octaedro



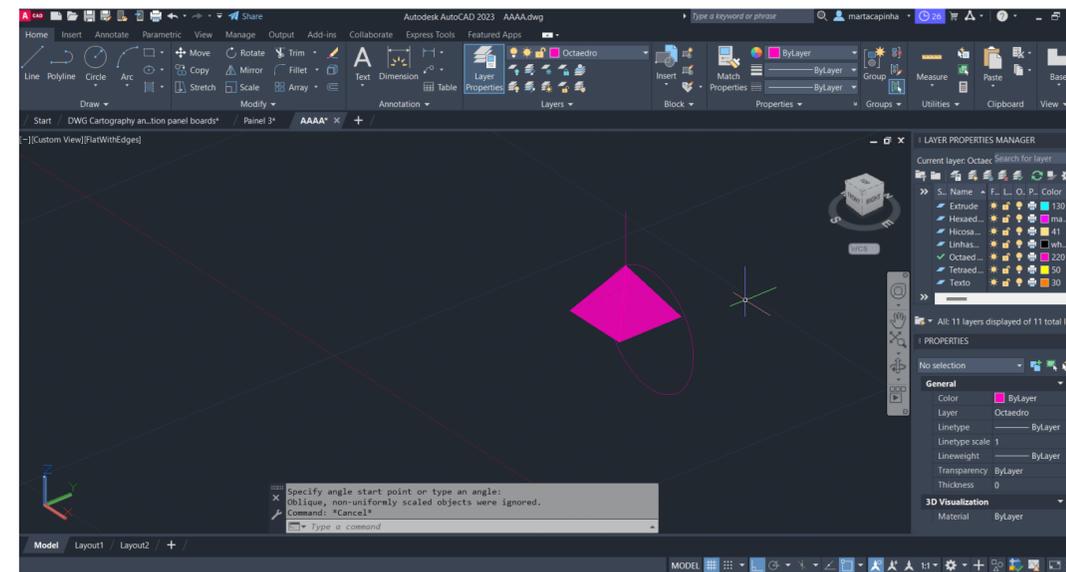
-Comando **3DROTATE**, segundo o eixo vermelho, para rodar o triângulo de forma a que o vértice interseste o circulo e a linha vertical



-Comando **ROTATE** para rodar a figura  
- Repetição do comando **3DROTATE** para o triângulo

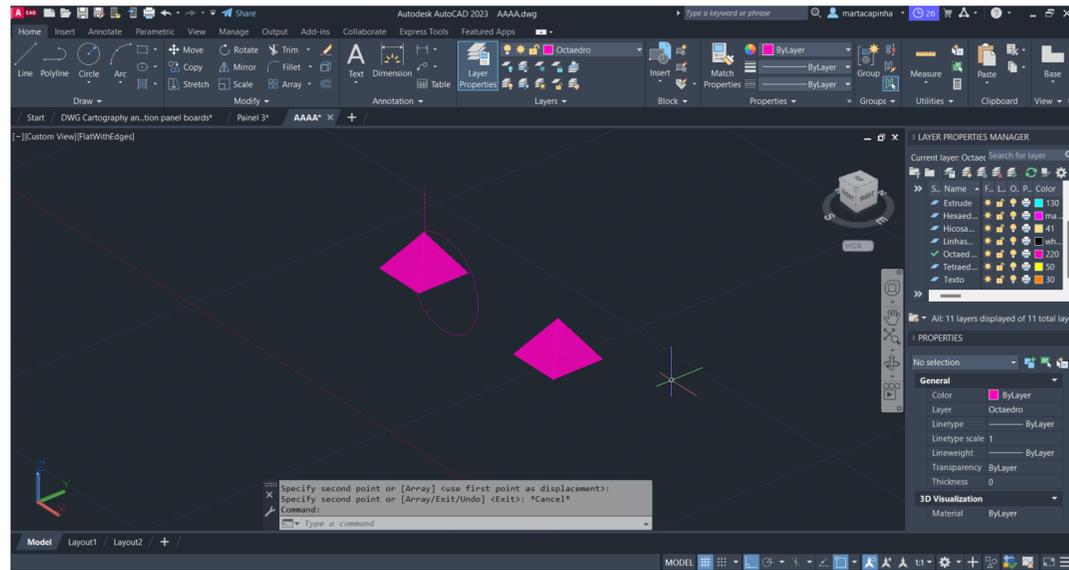


-Comando **ROTATE** para rodar a figura  
- Repetição do comando **3DROTATE** para o triângulo

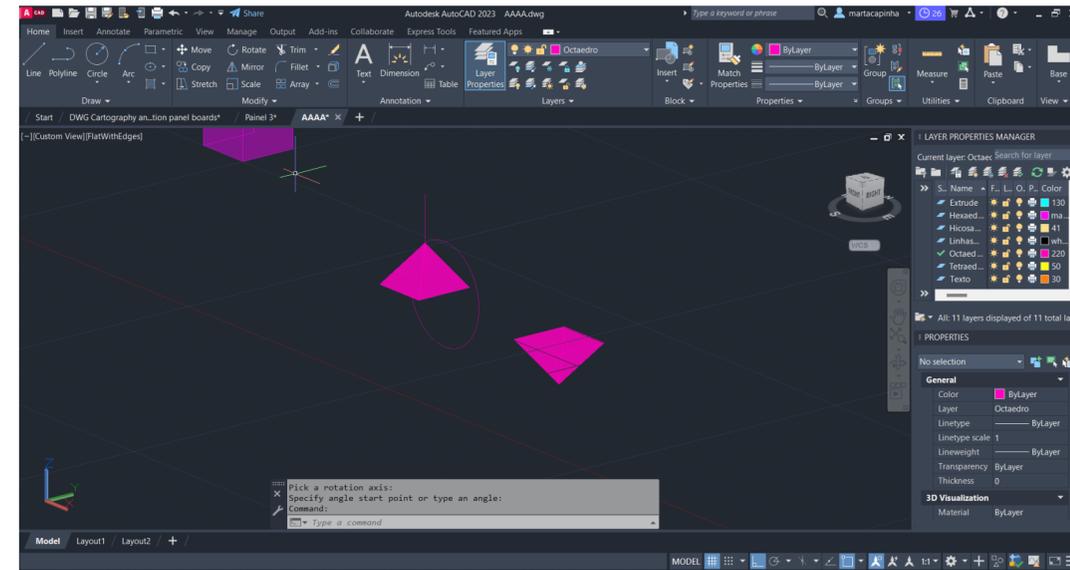


-Comando **ROTATE** para rodar a figura  
- Repetição do comando **3DROTATE** para o triângulo

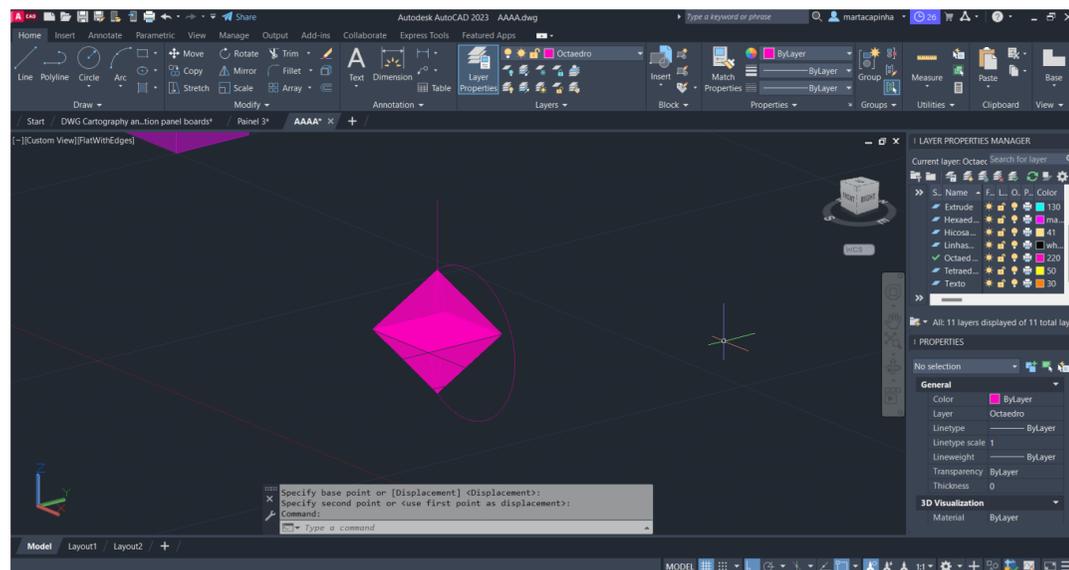
# Exerc. 1.2a – Octaedro



Comando *COPY*  
para duplicar a  
pirâmide  
quadrada

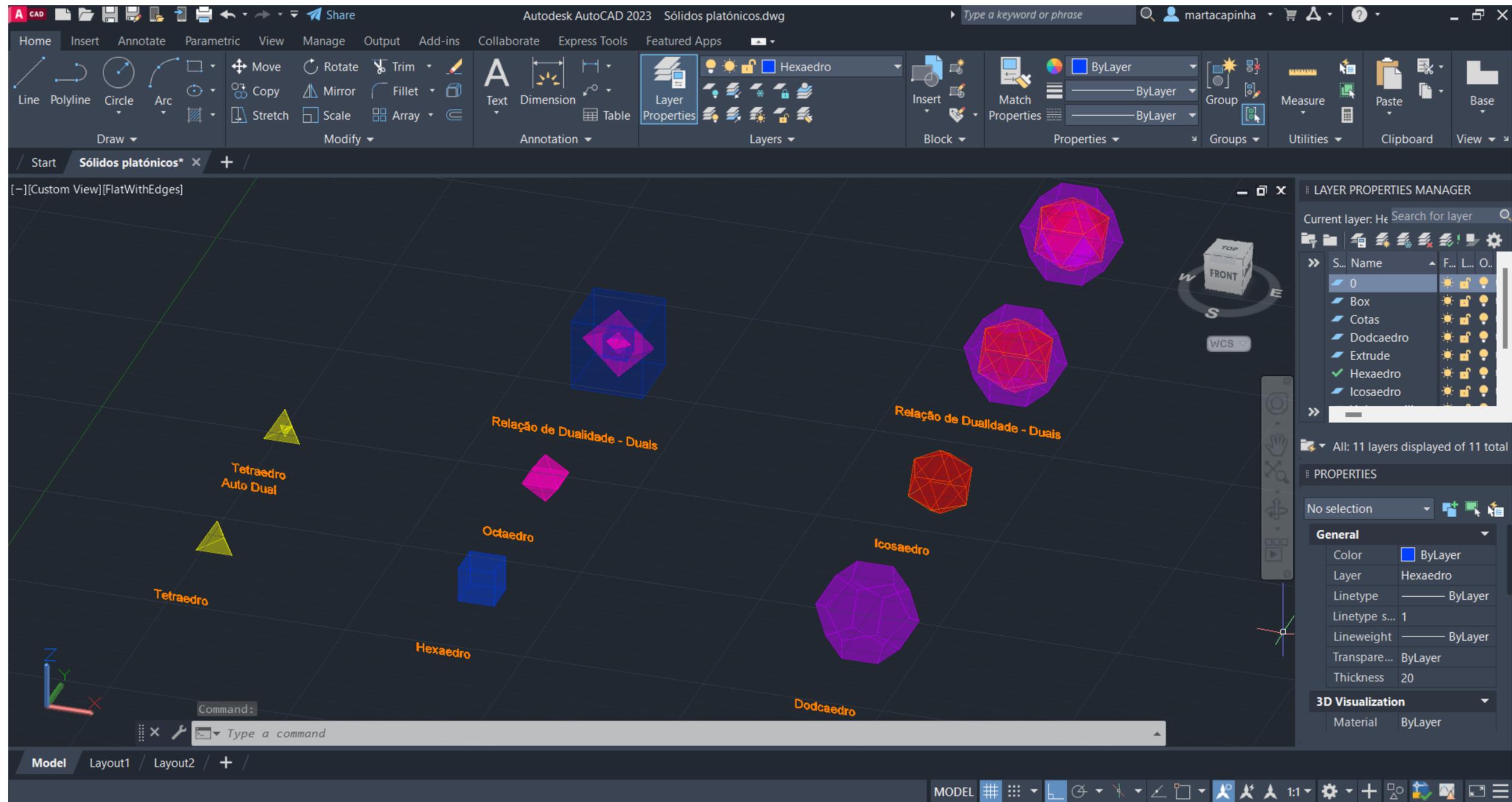


Comando  
*3DROTATE* para  
inverter a figura

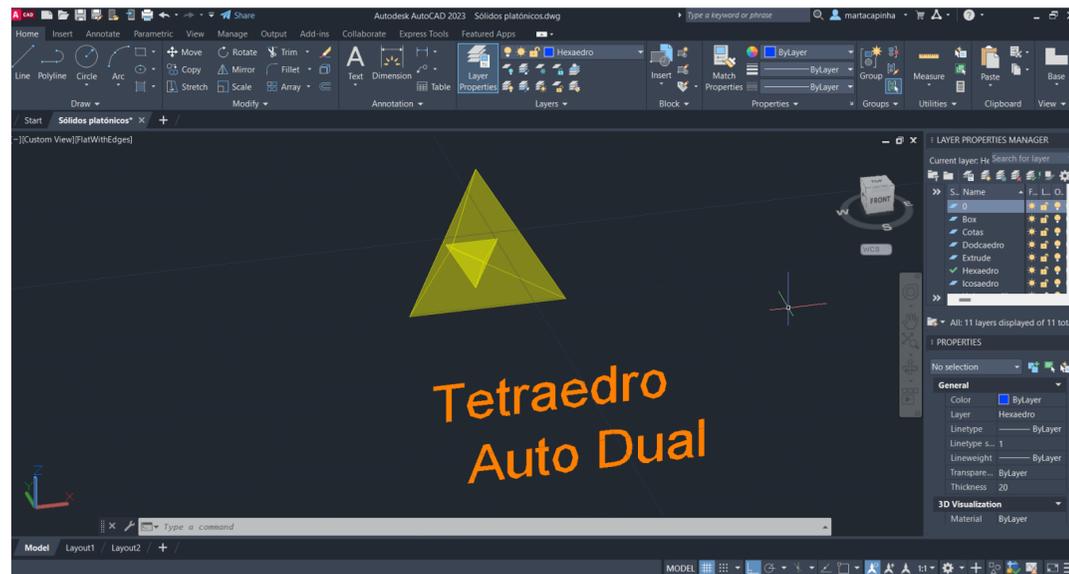


Comando *MOVE*  
para alinhar as  
pirâmides  
quadradas

# Exerc. 1.2a – Octaedro

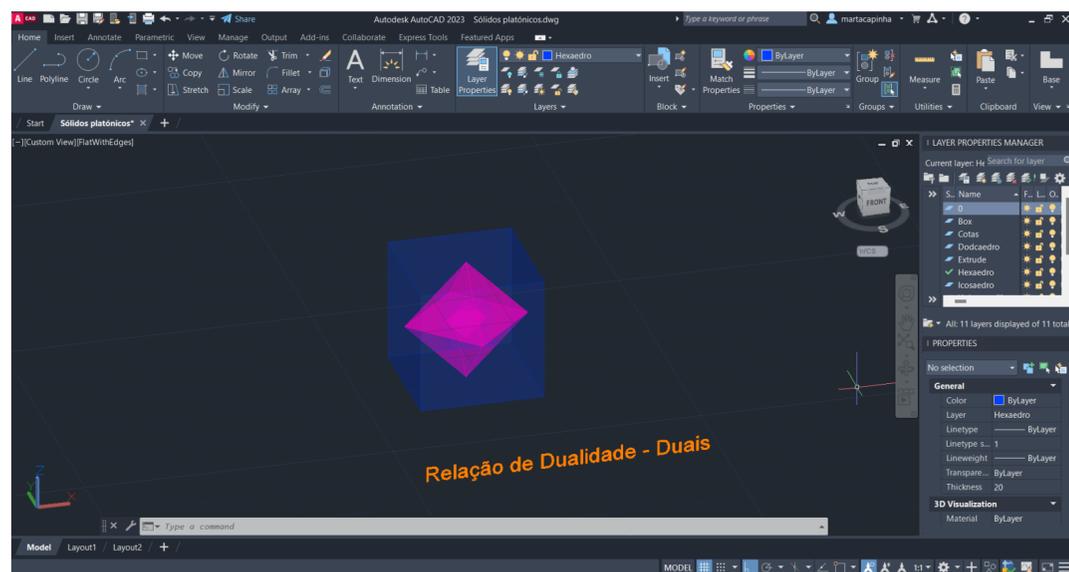


# Exerc. 1.3 – Relação de Dualidade



### Relação de Dualidade Tetraedro

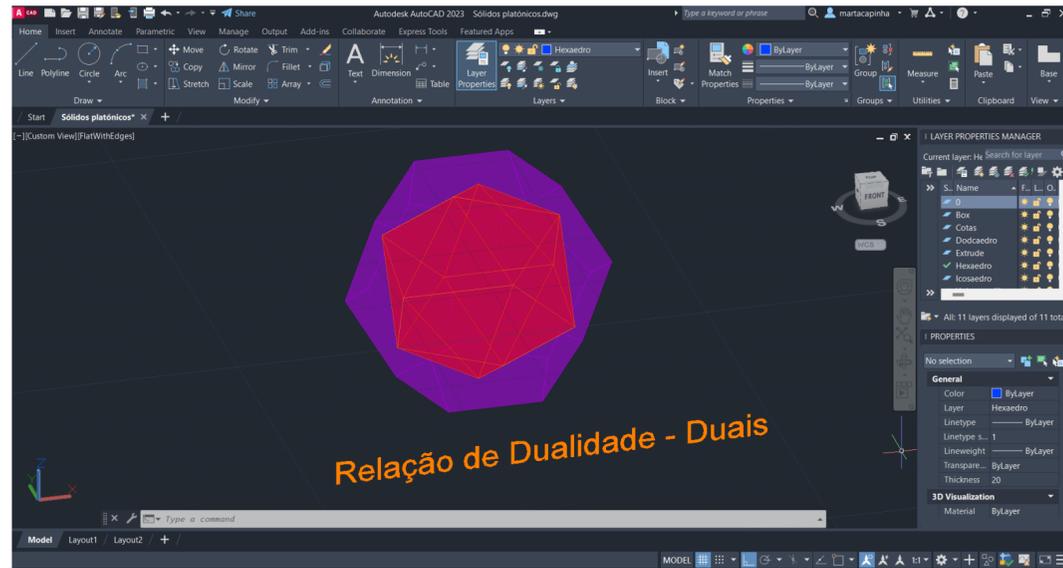
- Comando *3DROTATE* para rodar o tetraedro, que irá para o interior,  $90^\circ$  em relação ao eixo Y
- Comando *ALIGN*
- Selecionar o objeto que queremos mover para o interior, selecionar um vértice e, seguidamente, o ponto geométrico da aresta do sólido exterior. No final *YES* para que o objeto seja escalado
- Repetir este procedimento duas vezes por cada objeto que queremos levar para o interior



### Relação de Dualidade Hexaedro com Octaedro

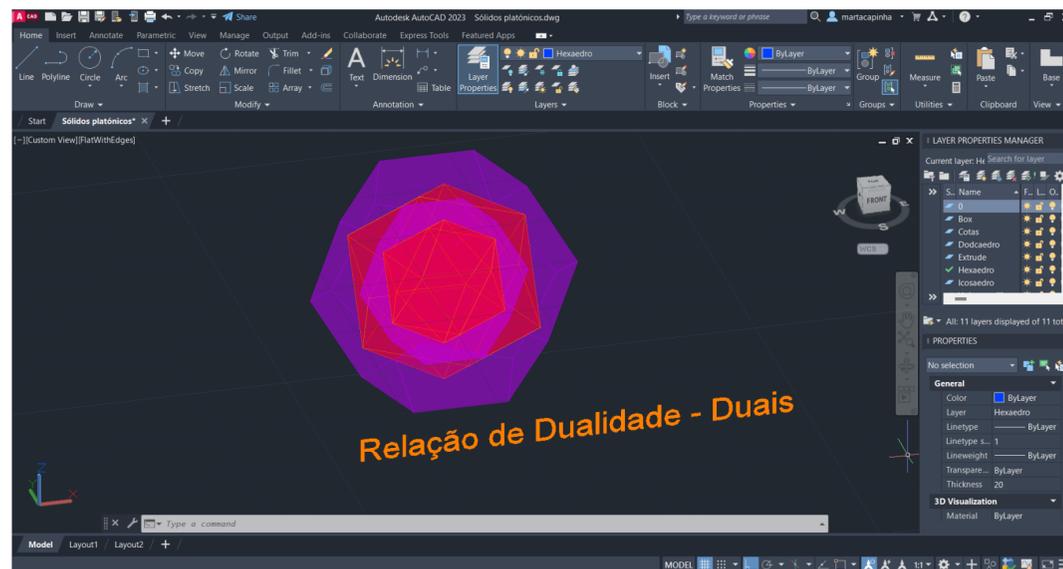
- Comando *ALIGN*
- Selecionar o objeto que queremos mover para o interior, selecionar um vértice e, seguidamente, o ponto geométrico da aresta do sólido exterior. No final *YES* para que o objeto seja escalado
- Repetir este procedimento duas vezes por cada objeto que queremos levar para o interior

# Exerc. 1.3 – Relação de Dualidade

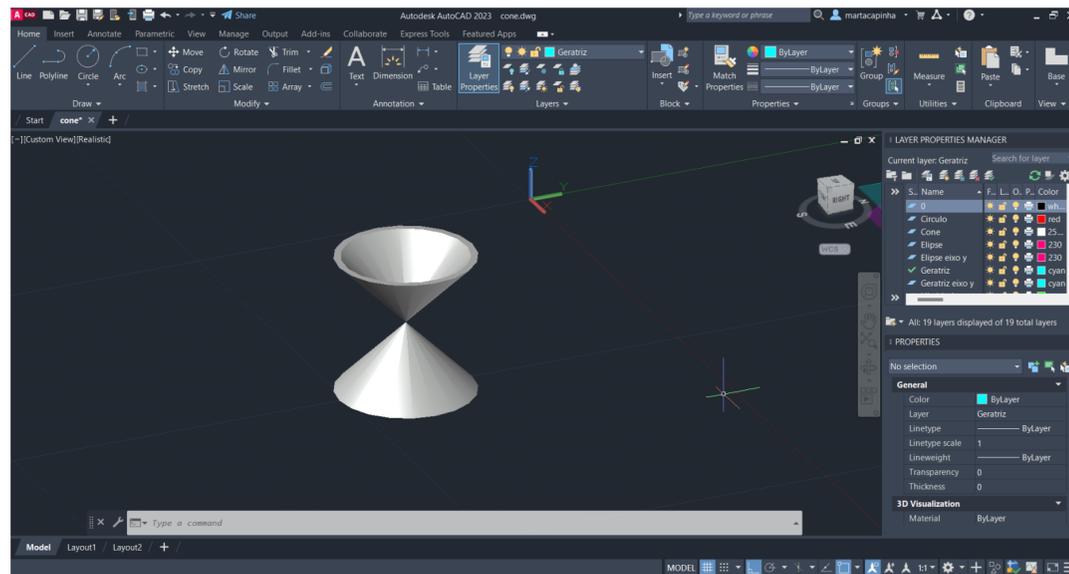


## Relação de Dualidade Dodcaedro com Icosaedro

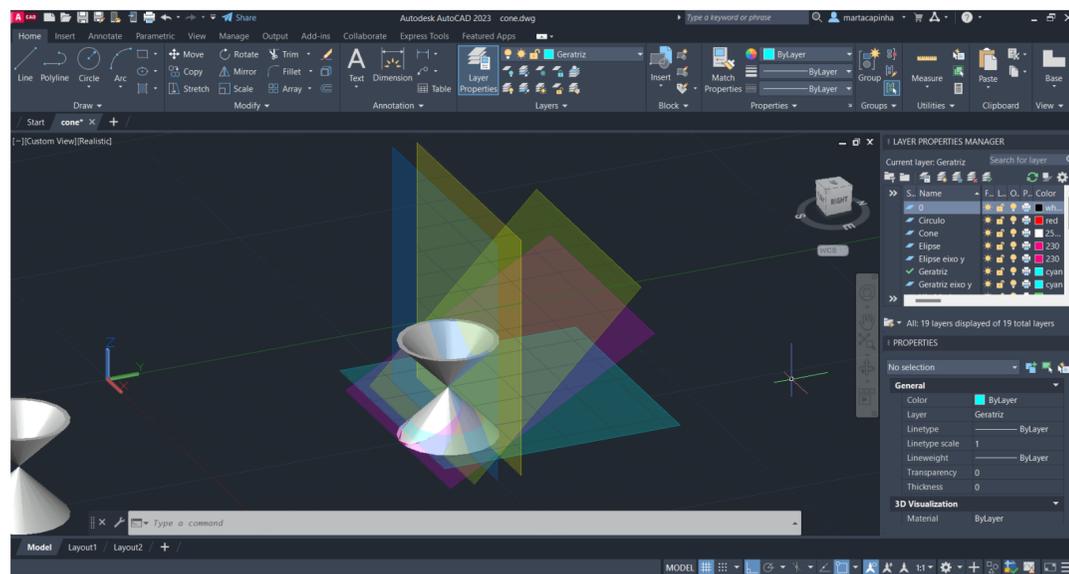
- Comando *ALIGN*
- Selecionar o objeto que queremos mover para o interior, selecionar um vértice e, seguidamente, o ponto geométrico da aresta do sólido exterior. No final *YES* para que o objeto seja escalado
- Repetir este procedimento duas vezes por cada objeto que queremos levar para o interior



# Exerc. 1.3 – Relação de Dualidade

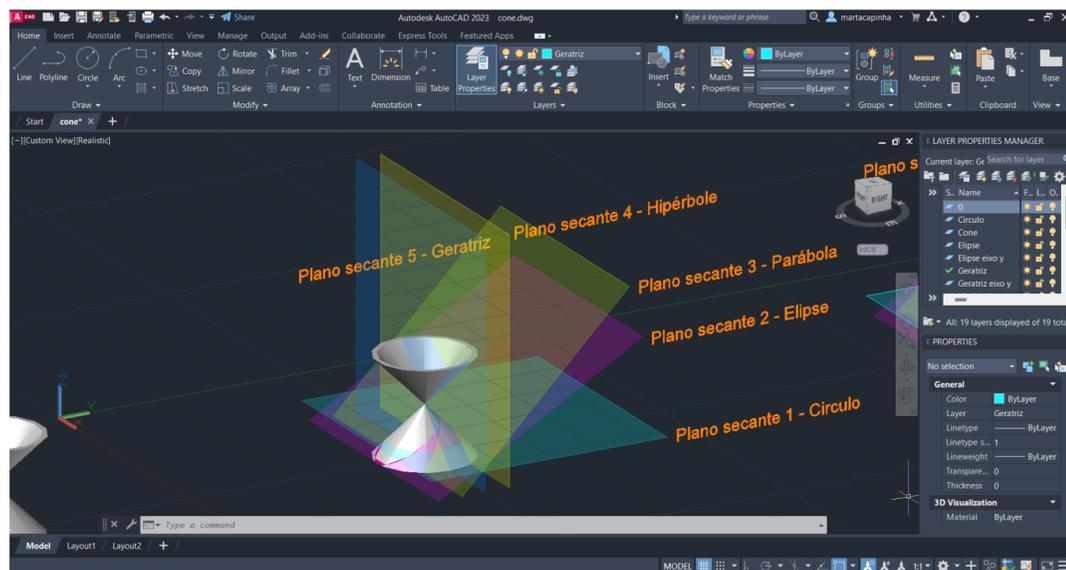


- Construção de um cone através do comando *CONE* com 10m de diâmetro e 10m de altura
- Comando *SHADE* para preencher a forma
- Comando *COPY* para duplicar a forma e comando *3DMIRROR* para inverter a forma
- Comando *ALIGN*, primeiro ponto no vértice do primeiro cone e segundo ponto no vértice do segundo cone

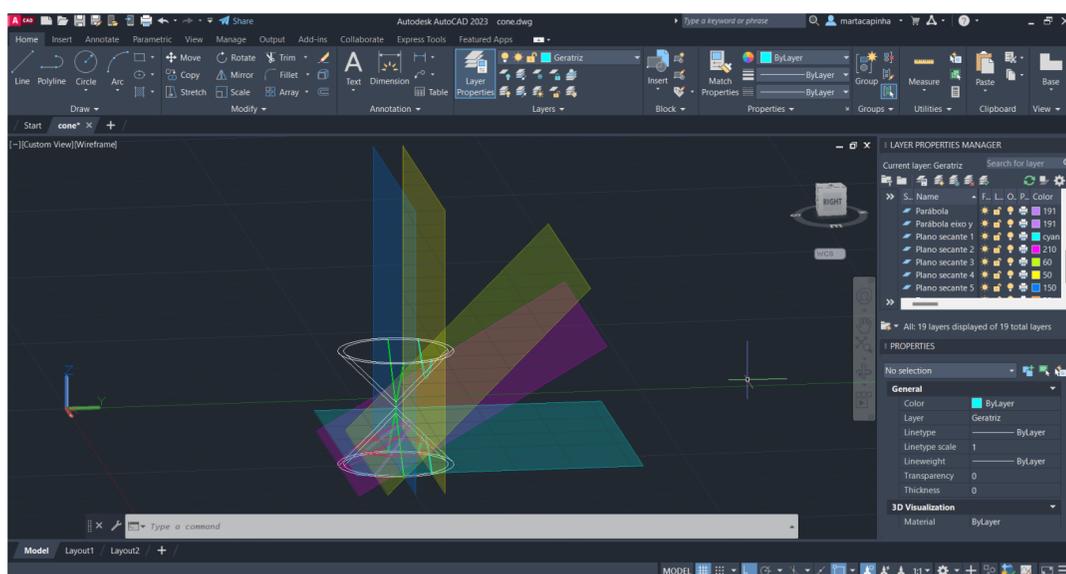


- Construção de um quadrado (plano secante 1) e comando *COPY* para criar 4 planos iguais
- Comando *MOVE* para mover o centro da aresta do plano horizontal para o centro da superfície do cone
- Plano secante 2: comando *3DROTATE*, com centro na interseção do cone com o plano horizontal, eixo vermelho,  $30^\circ$
- Plano secante 3: comando *3DROTATE*, com centro na interseção do cone com o plano horizontal, eixo vermelho,  $45^\circ$
- Plano secante 4: comando *3DROTATE*, com centro na interseção do cone com o plano horizontal, eixo vermelho,  $90^\circ$
- Plano secante 5: comando *3DROTATE*, com centro na interseção do cone com o plano horizontal, eixo vermelho,  $90^\circ$

# Exerc. 1.4 – Planos e Secções

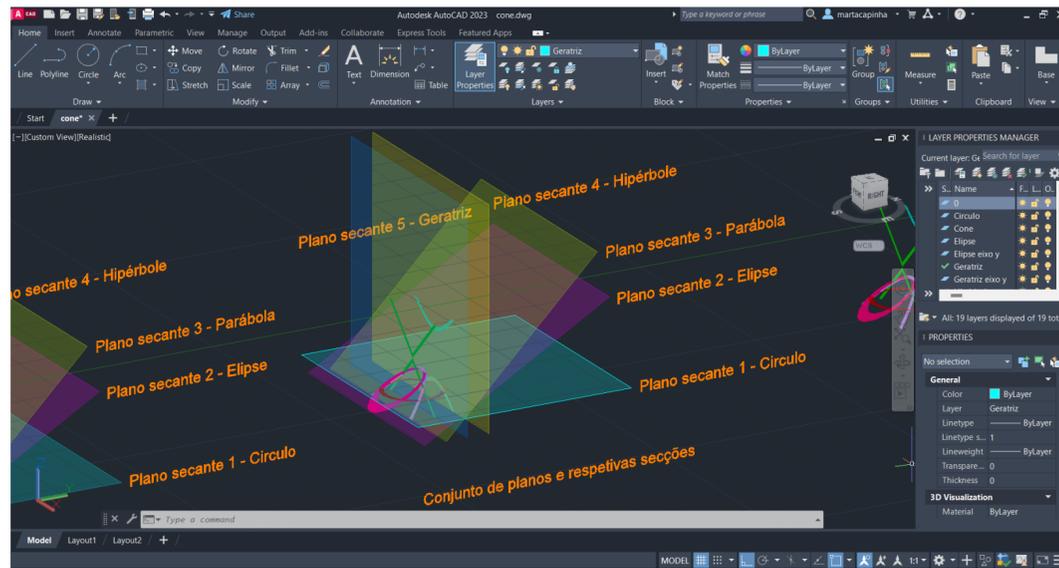


- Comando *MOVE* para subir 3m o plano secante 1
- Comando *MOVE* para avançar, em relação ao ponto inicial 15m o plano secante 3
- Comando *MOVE* para avançar para o centro do cone o plano secante 4
- Comando *MOVE* para avançar 5m o plano secante 5

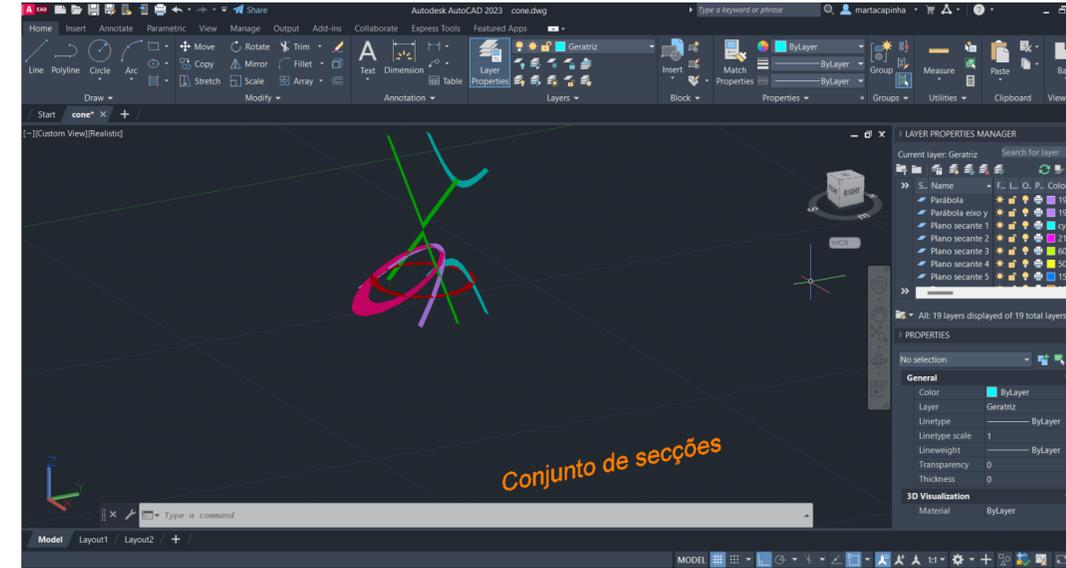


- Comando *SECTION*, selecionar o hiperbolóide, 3 pontos do plano secante 1, para a secção círculo
- Comando *SECTION*, selecionar o hiperbolóide, 3 pontos do plano secante 2, para a secção elipse
- Comando *SECTION*, selecionar o hiperbolóide, 3 pontos do plano secante 3, para a secção parábola
- Comando *SECTION*, selecionar o hiperbolóide, 3 pontos do plano secante 5, para a secção hipérbole
- Comando *SECTION*, selecionar o hiperbolóide, 3 pontos do plano secante 5, para a secção geratriz

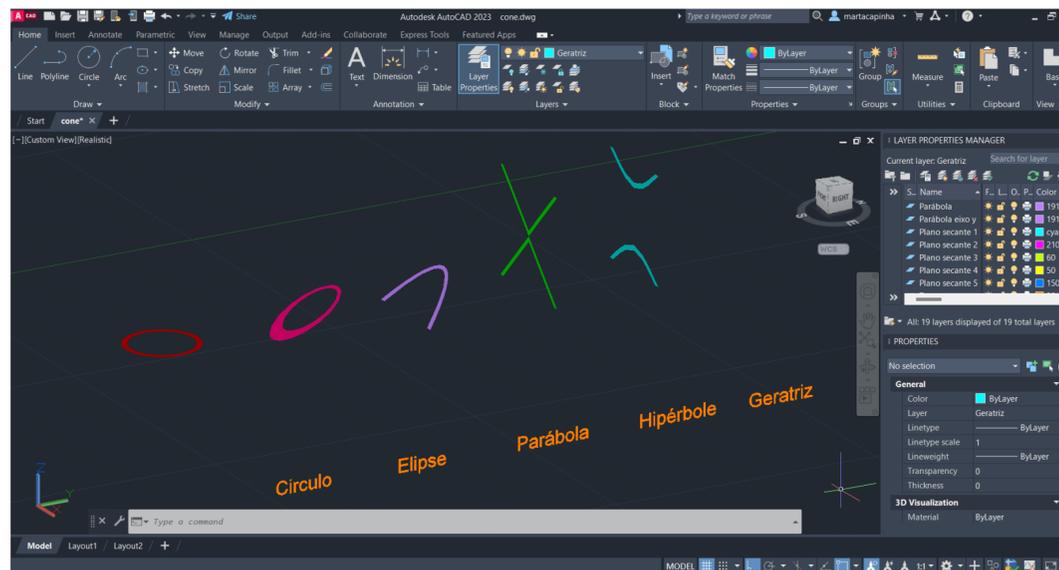
# Exerc. 1.4 – Planos e Secções



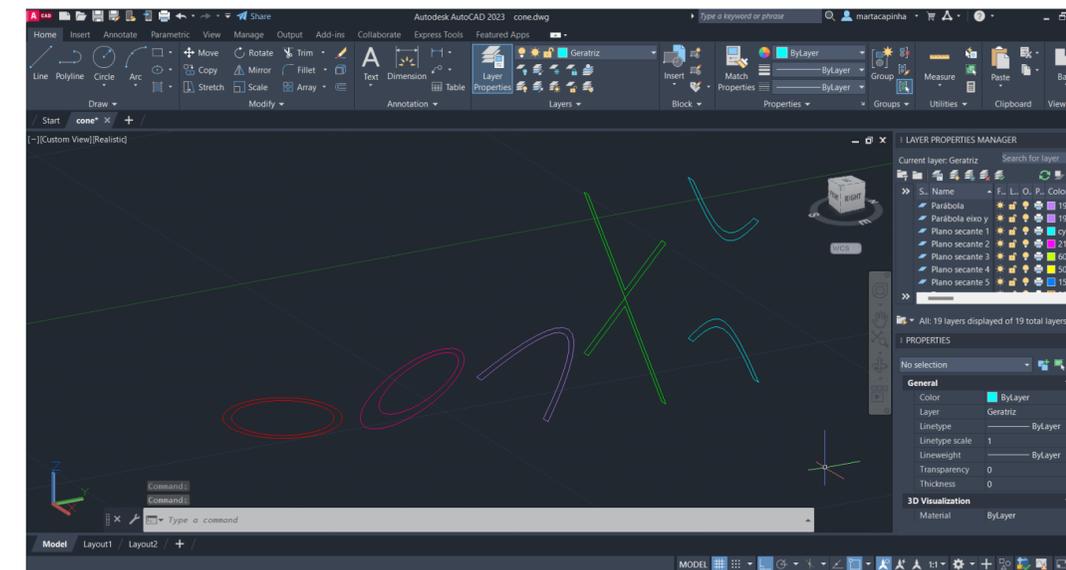
- Comando *COPY* para copiar apenas os planos e as secções



-Comando *COPY* para copiar apenas as secções

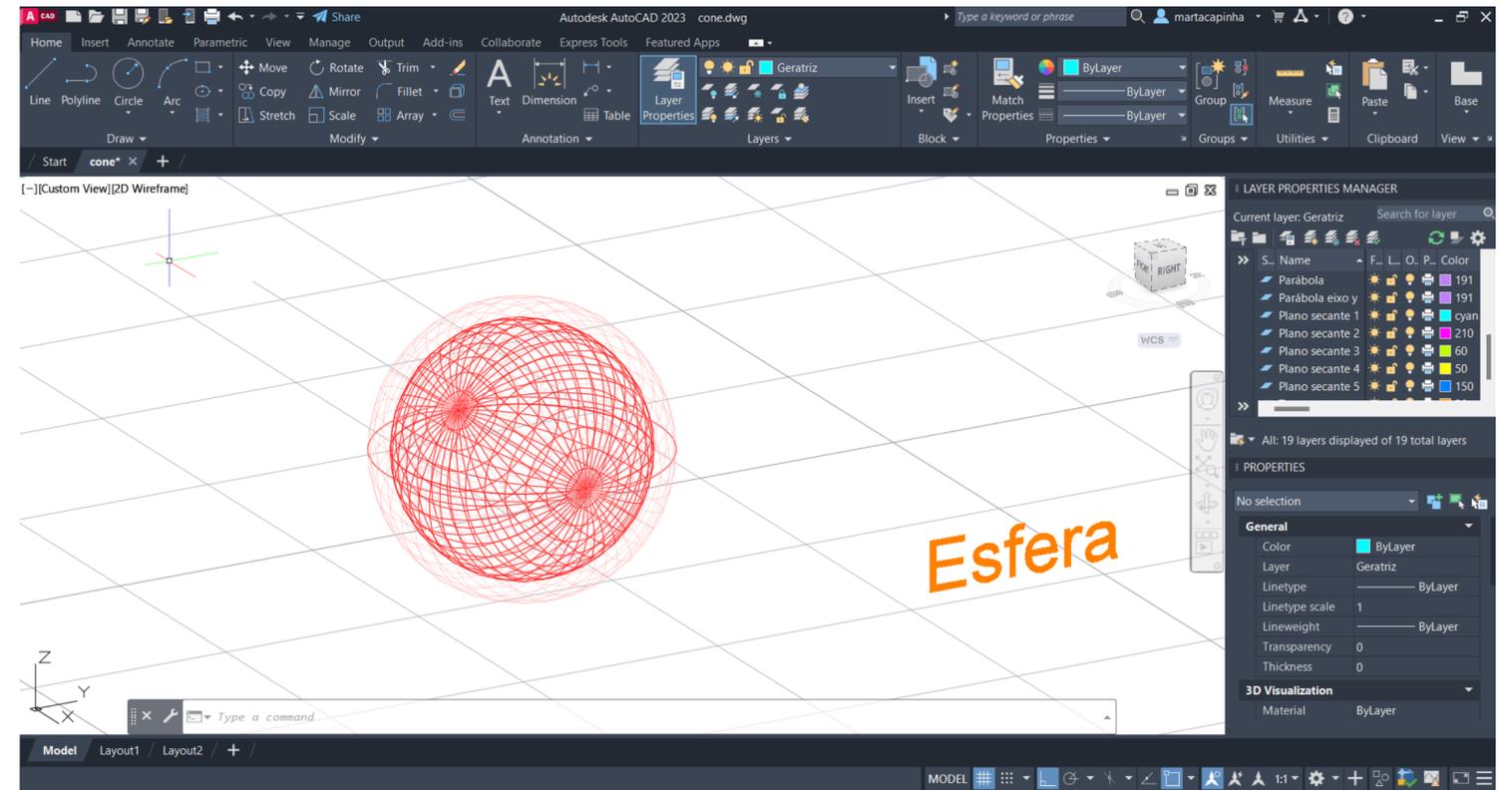
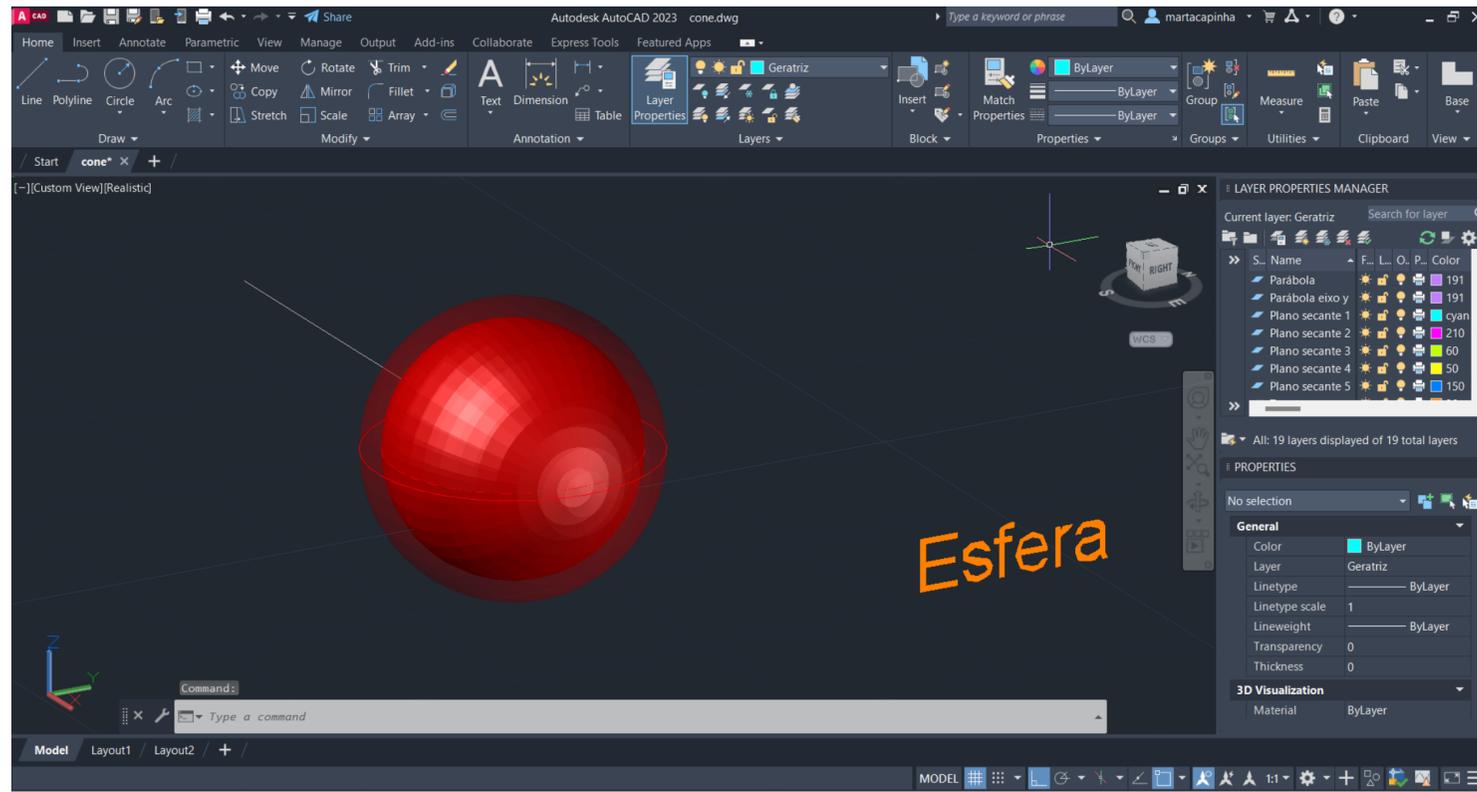


-Comando *COPY* para separar as secções



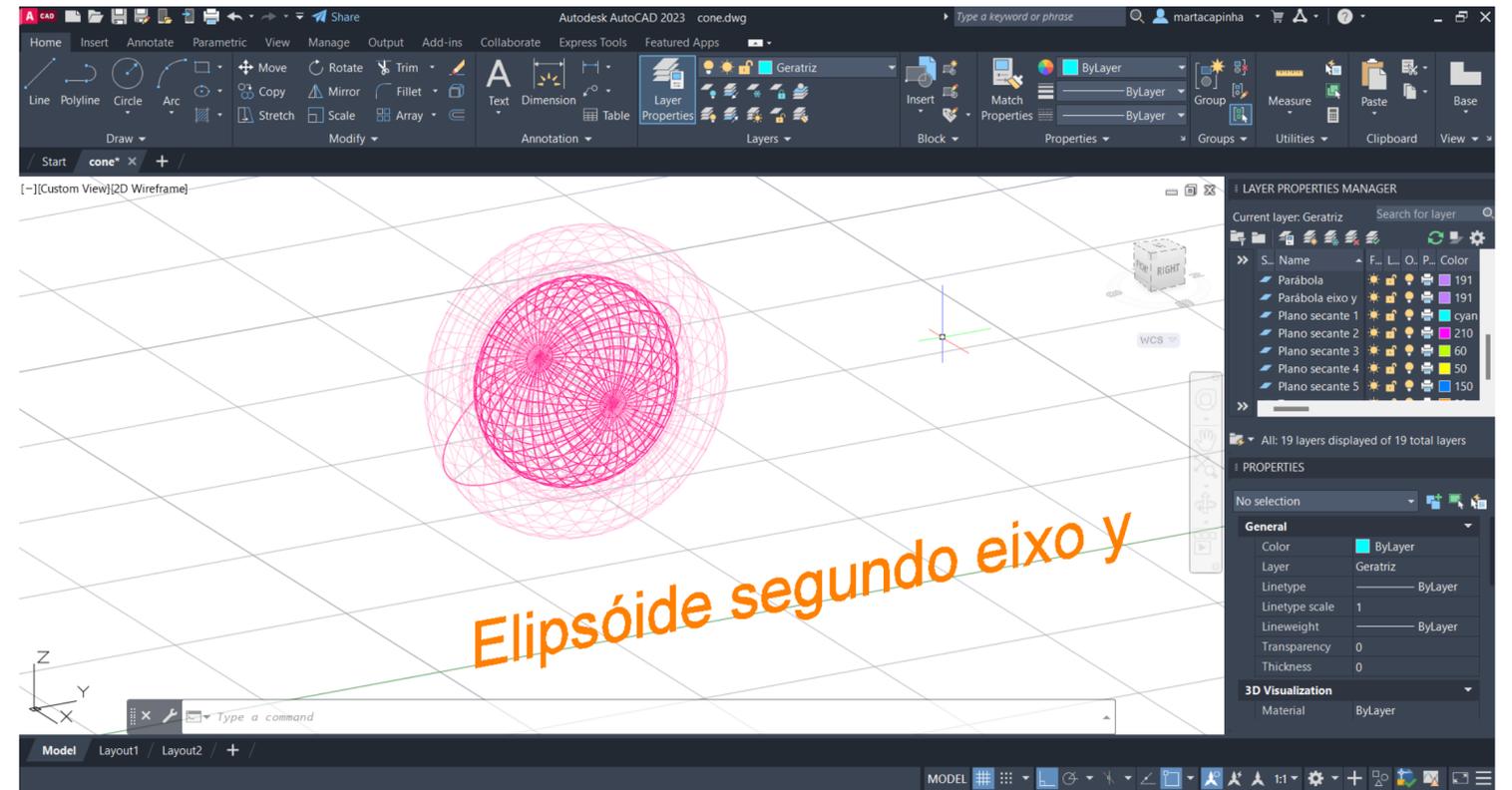
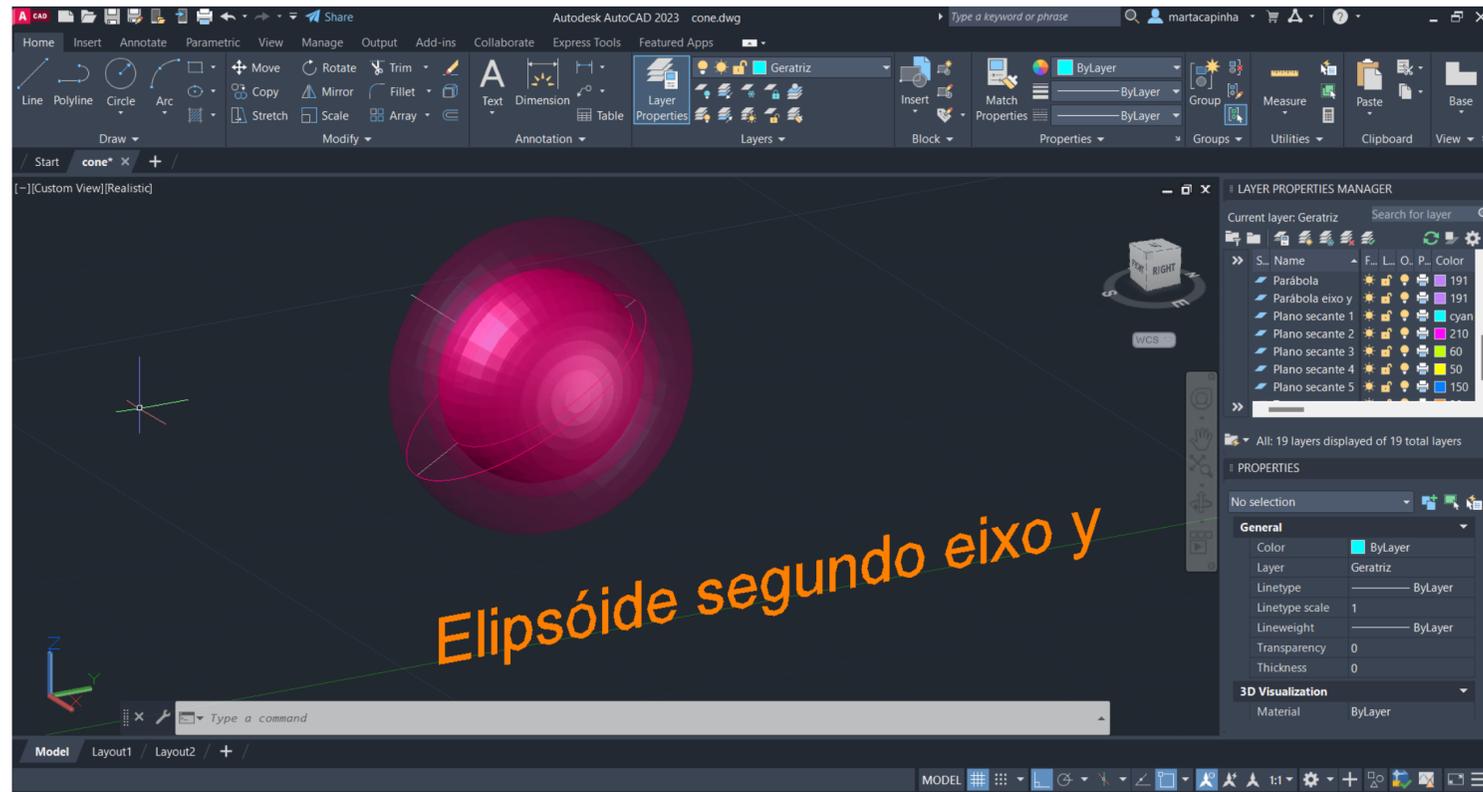
-Comando *EXPLODE* para retirar o hatch das secções

# Exerc. 1.4 – Planos e Secções



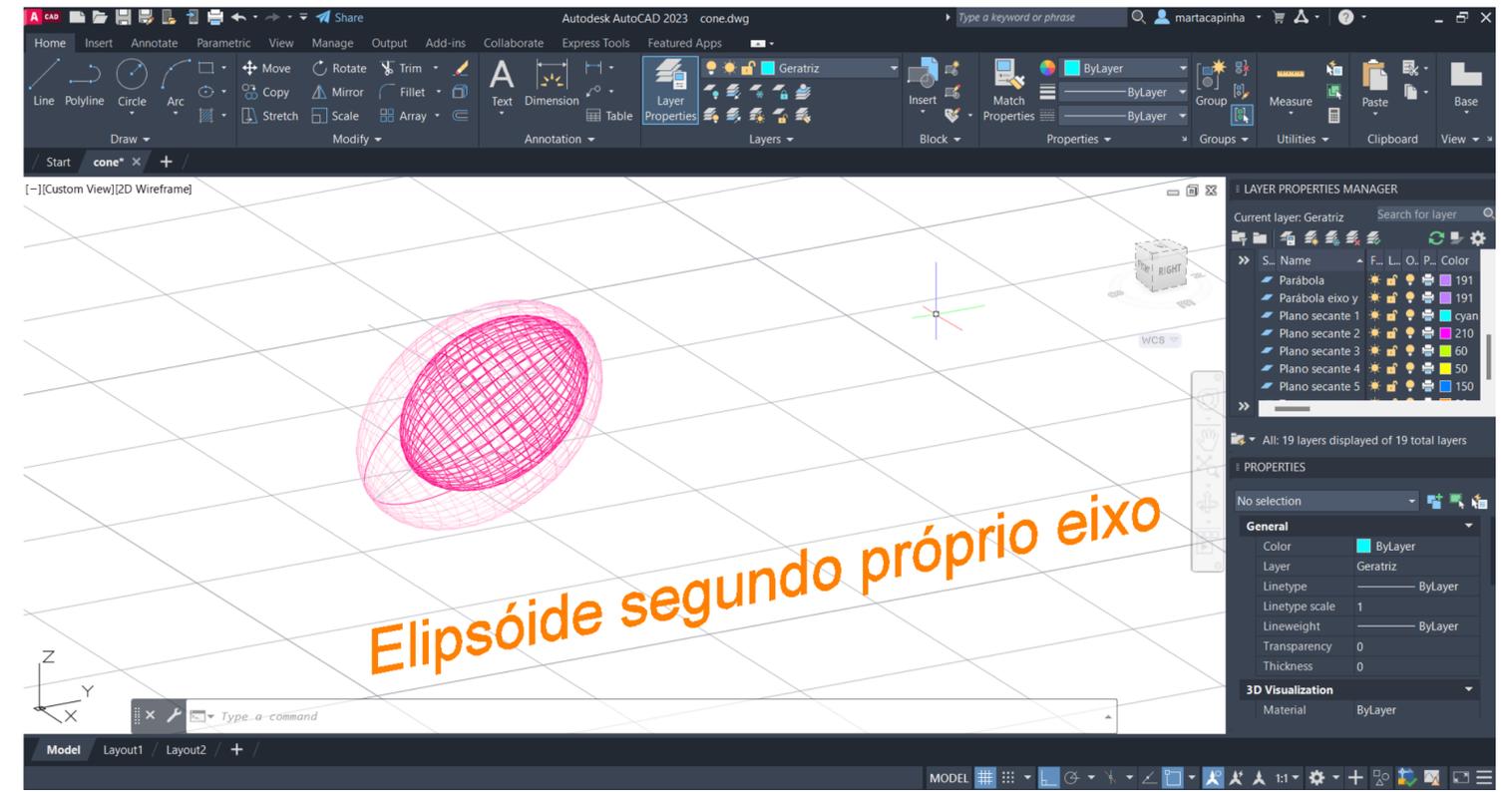
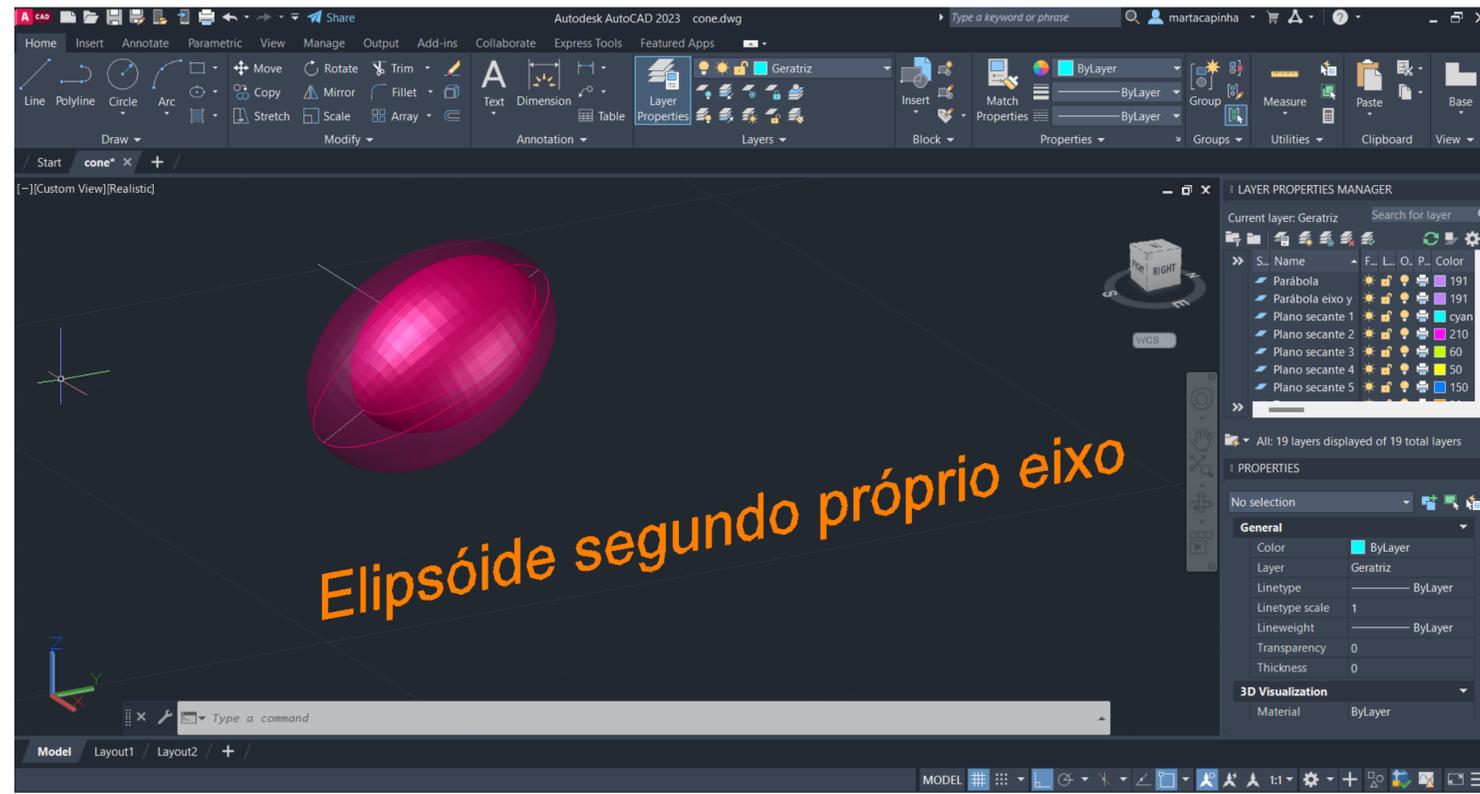
- Comando *SURFTAB1* e *SURFTAB2* igual a <40>
- Comando *LINE* para criar uma linha segundo o eixo *Y*, a partir do centro geométrico da secção
- Comando *REVSURF*, seleccionar o círculo interior e o eixo criado anteriormente, *START ANGLE* <0> e rotação 360° segundo o eixo *Y*

# Exerc. 1.4a – Esfera



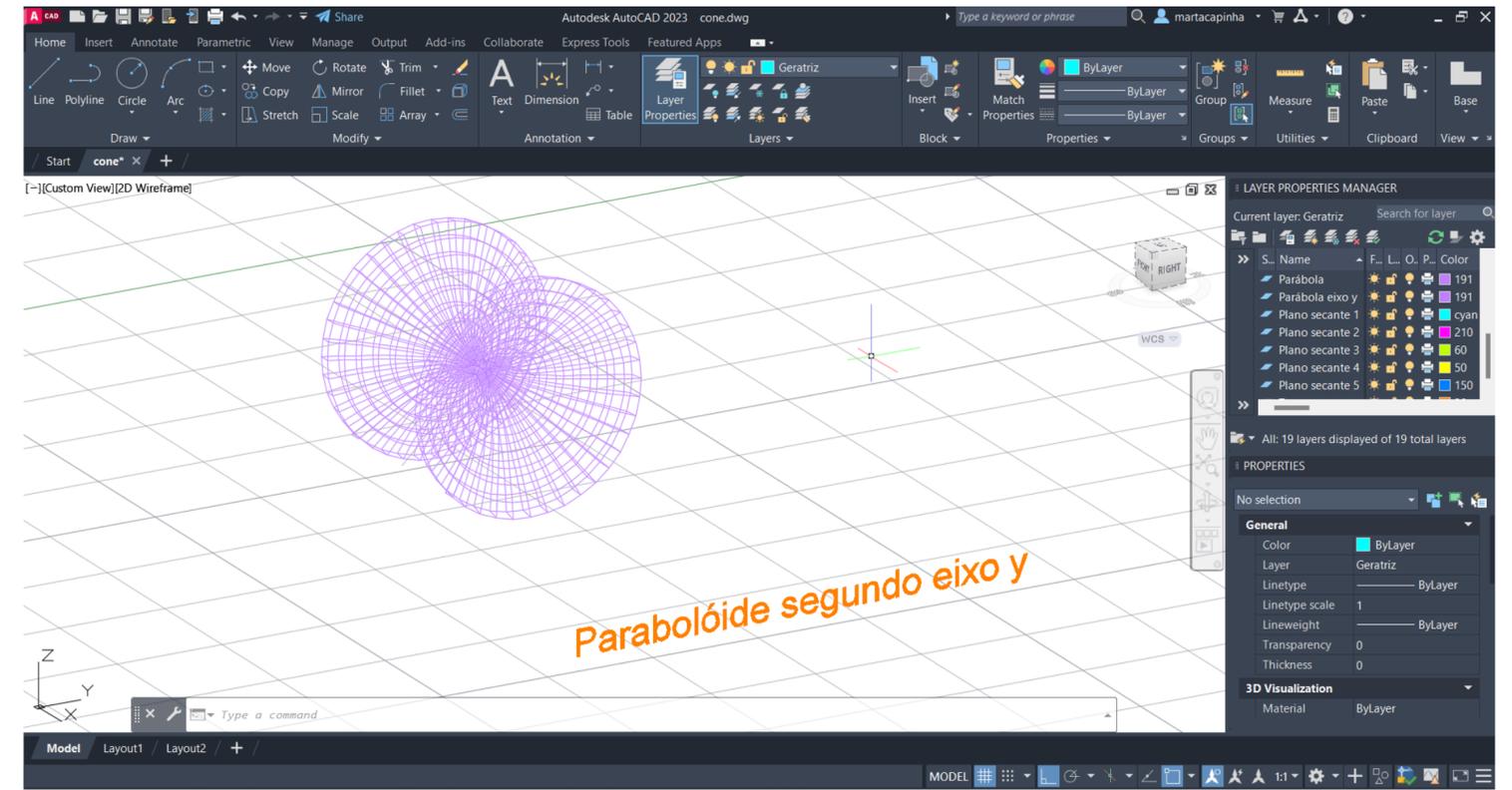
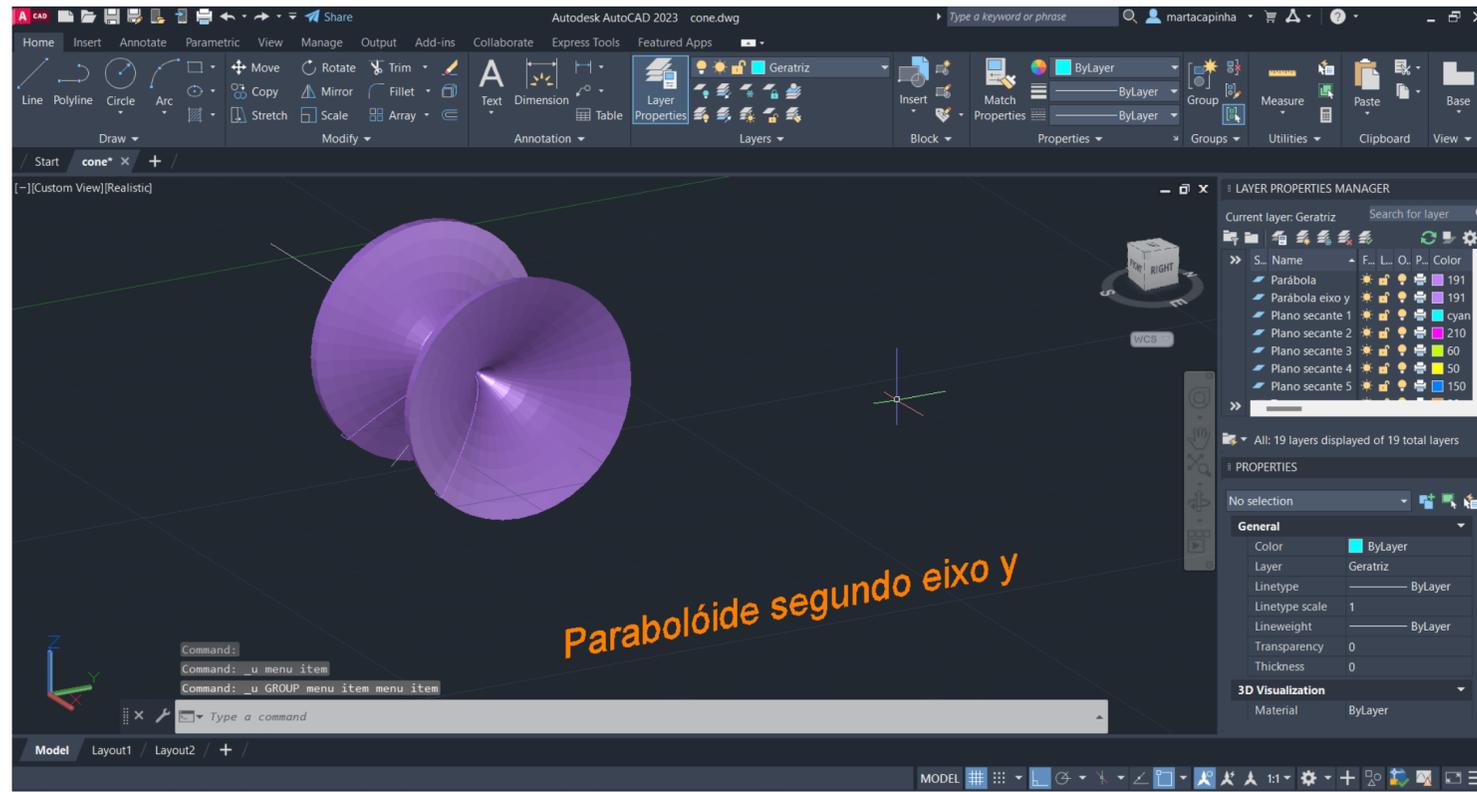
- Comando *SURFTAB1* e *SURFTAB2* igual a <40>
- Comando *LINE* para criar uma linha segundo o eixo Y, a partir do centro geométrico da secção
- Comando *REVSURF*, selecionar a ellipse interior e o eixo criado anteriormente, *START ANGLE* <0> e rotação 360° segundo o eixo Y

# Exerc. 1.4b – Elipsóide



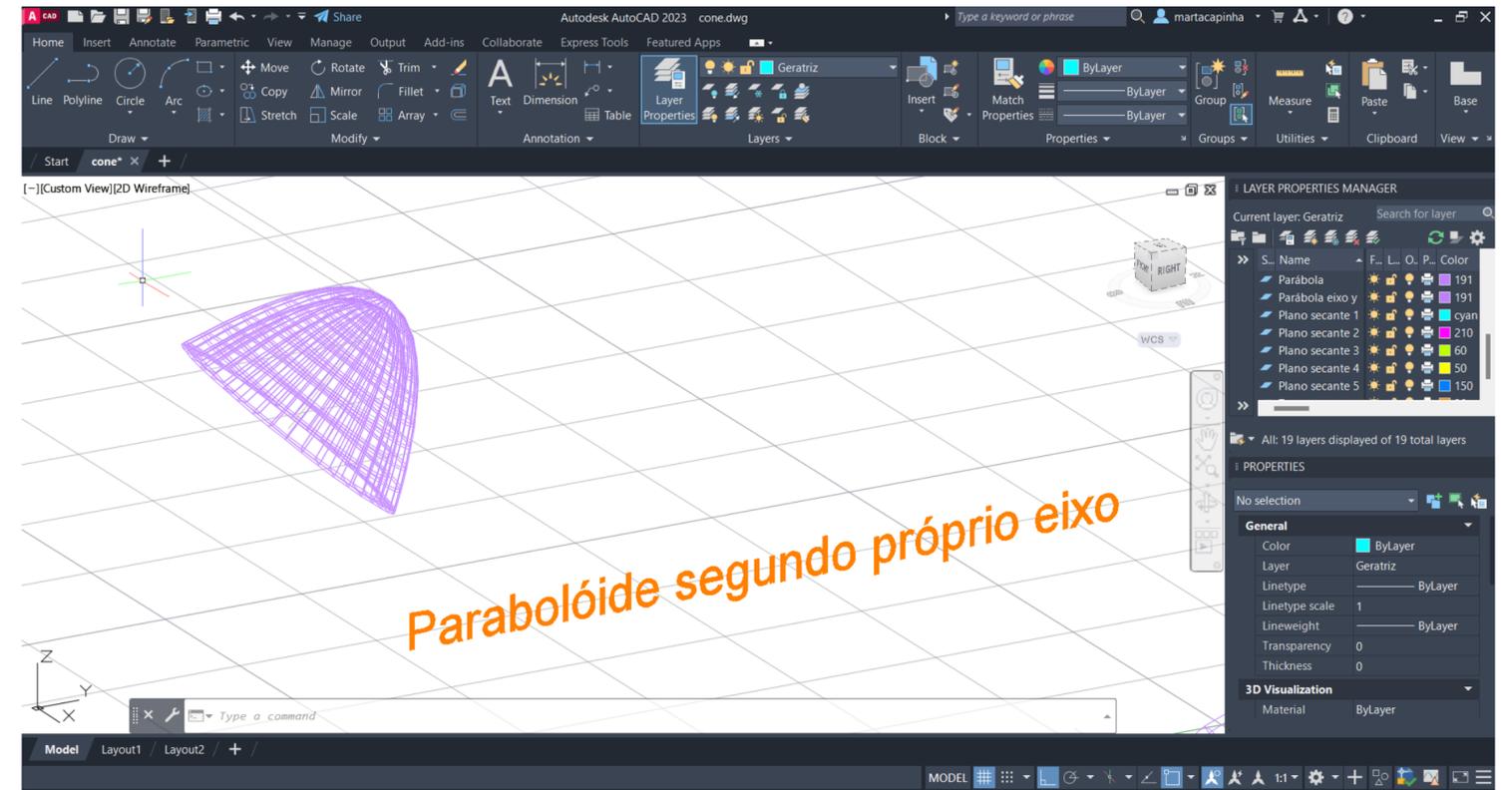
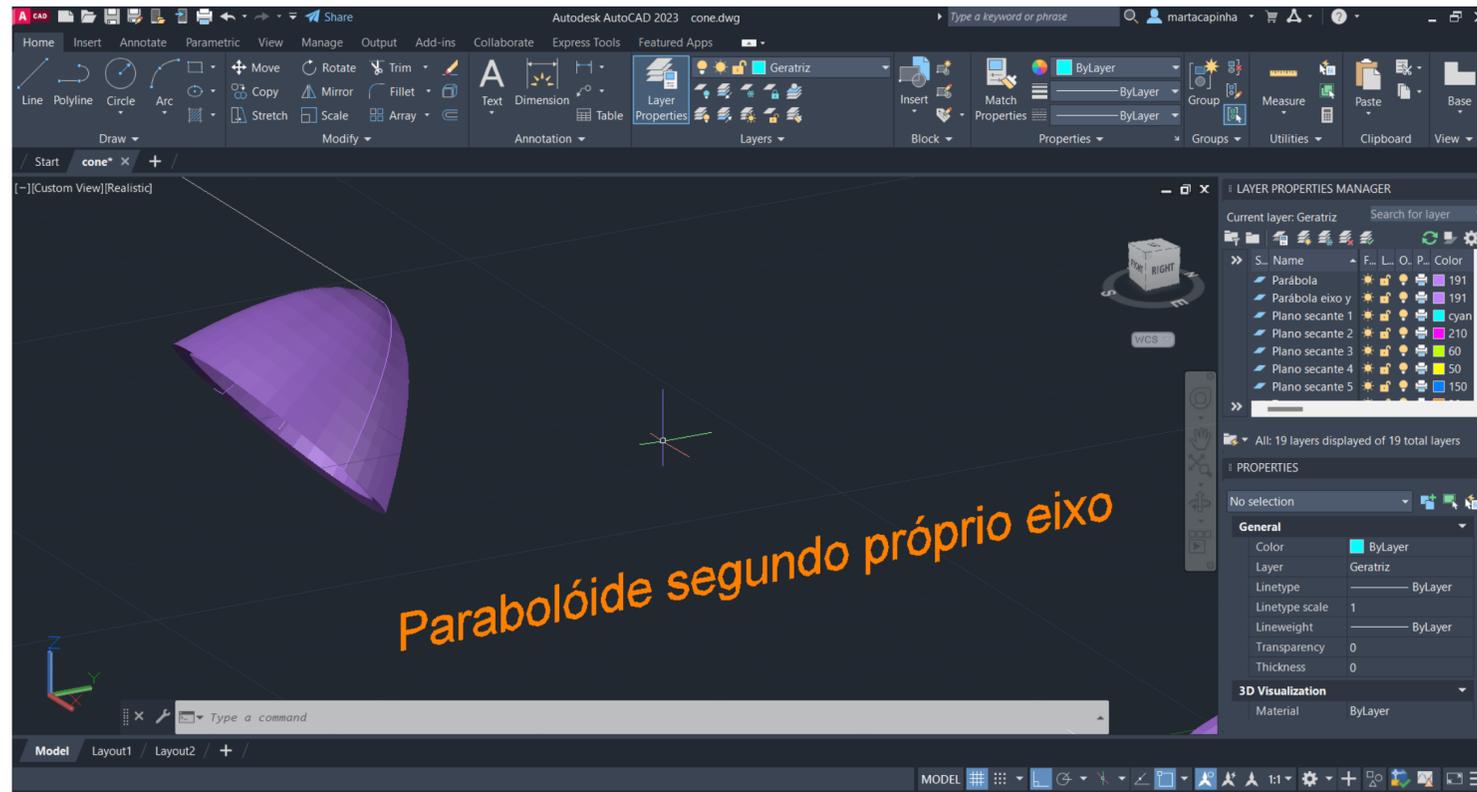
- Comando *SURFTAB1* e *SURFTAB2* igual a <40>
- Comando *LINE* para criar uma linha segundo o eixo Y, a partir do centro geométrico da secção
- Comando *REVSURF*, selecionar a ellipse interior e o eixo de simetria da própria figura, *START ANGLE* <0> e rotação 360° segundo o próprio eixo

# Exerc. 1.4b – Elipsóide



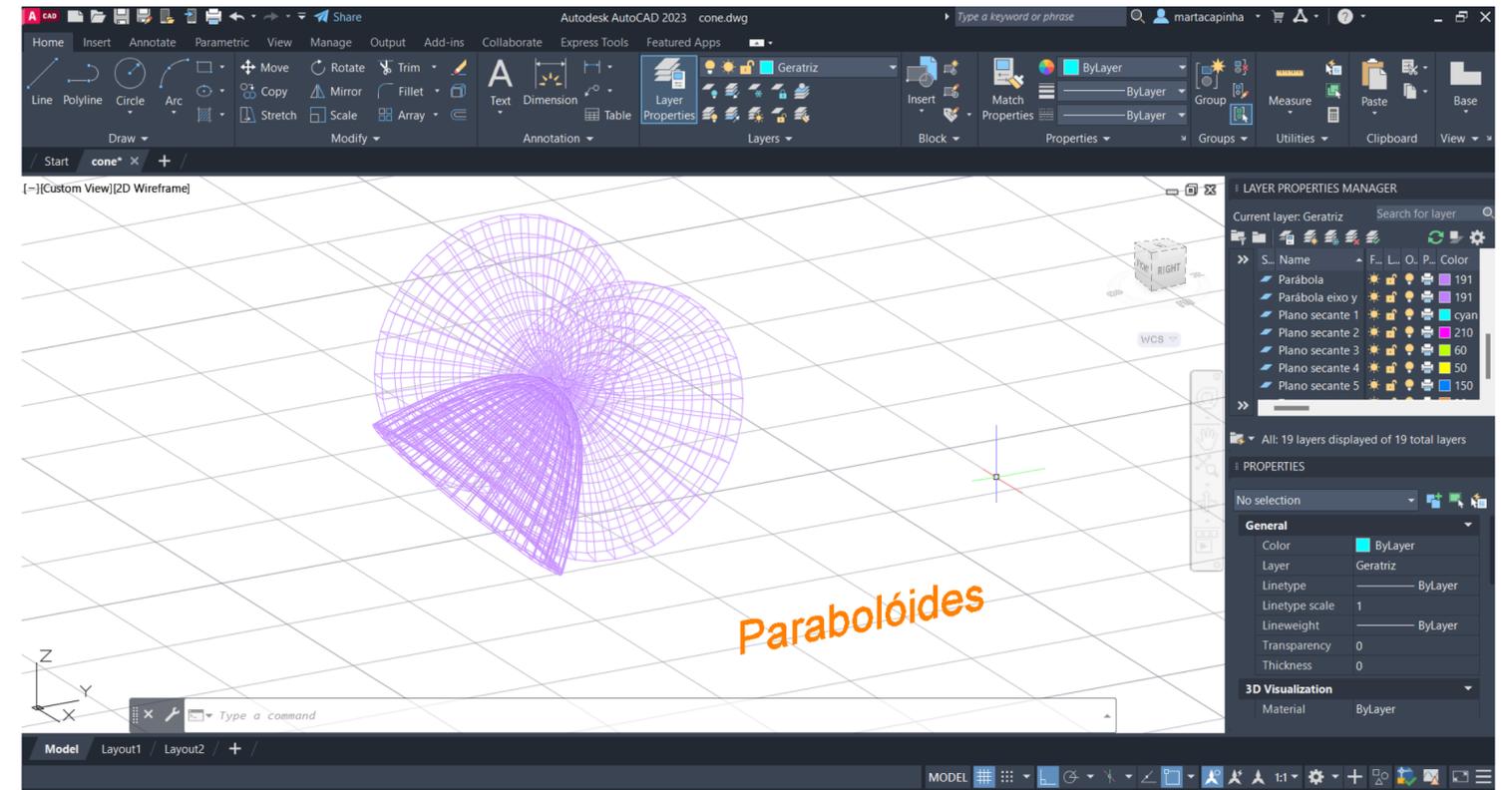
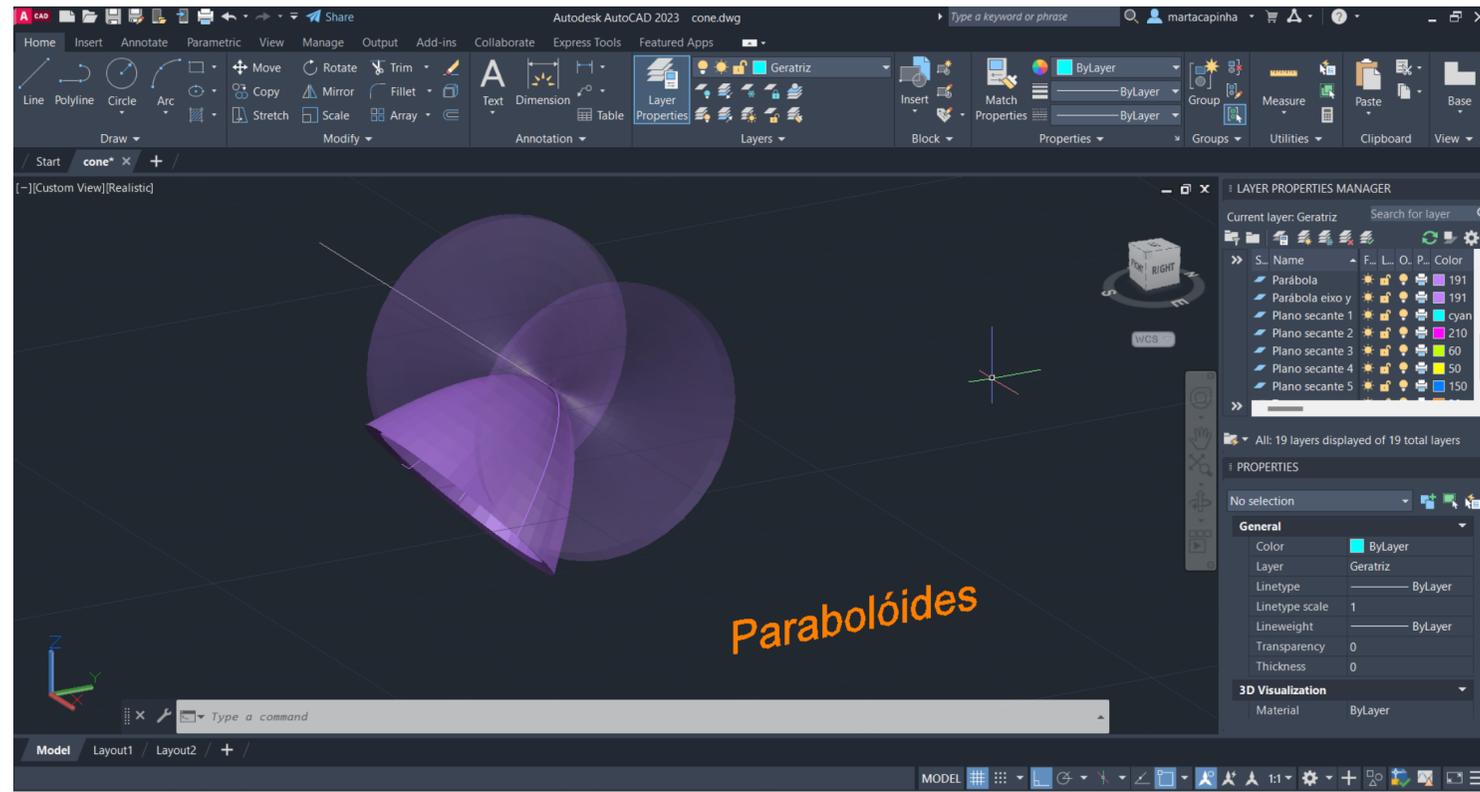
- Comando *SURFTAB1* e *SURFTAB2* igual a <40>
- Comando *LINE* para criar uma linha segundo o eixo Y, a partir do centro geométrico da secção
- Comando *REVSURF*, seleccionar a parábola interior e o eixo criado anteriormente, *START ANGLE* <0> e rotação 360° segundo o eixo Y

# Exerc. 1.4c – Parabolóide



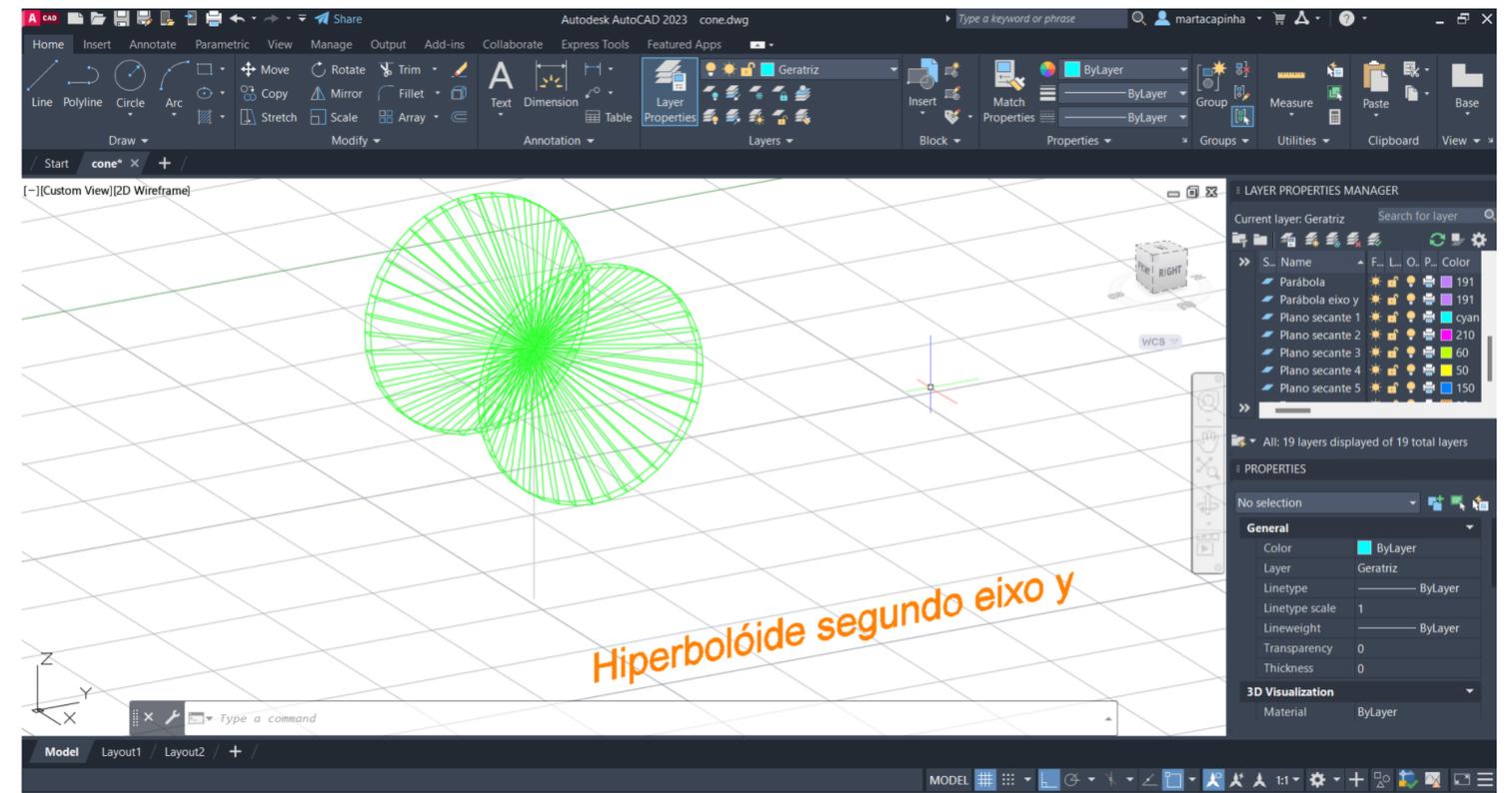
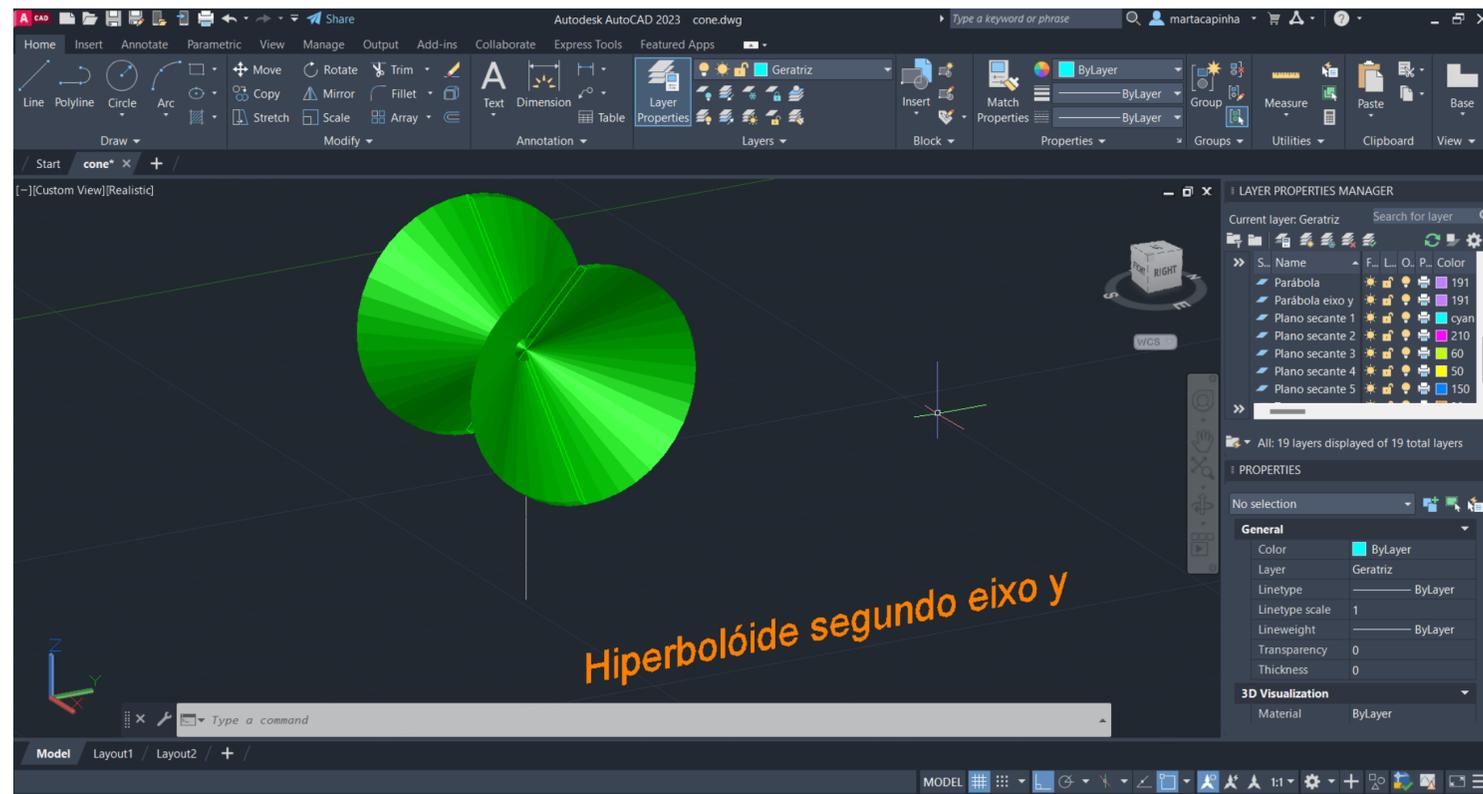
- Comando *SURFTAB1* e *SURFTAB2* igual a <40>
- Comando *LINE* para criar uma linha segundo o eixo Y, a partir do centro geométrico da secção
- Comando *REVSURF*, seleccionar a parábola interior e o eixo de simetria da própria figura, *START ANGLE* <0> e rotação 360° segundo o próprio eixo

# Exerc. 1.4c – Parabolóide



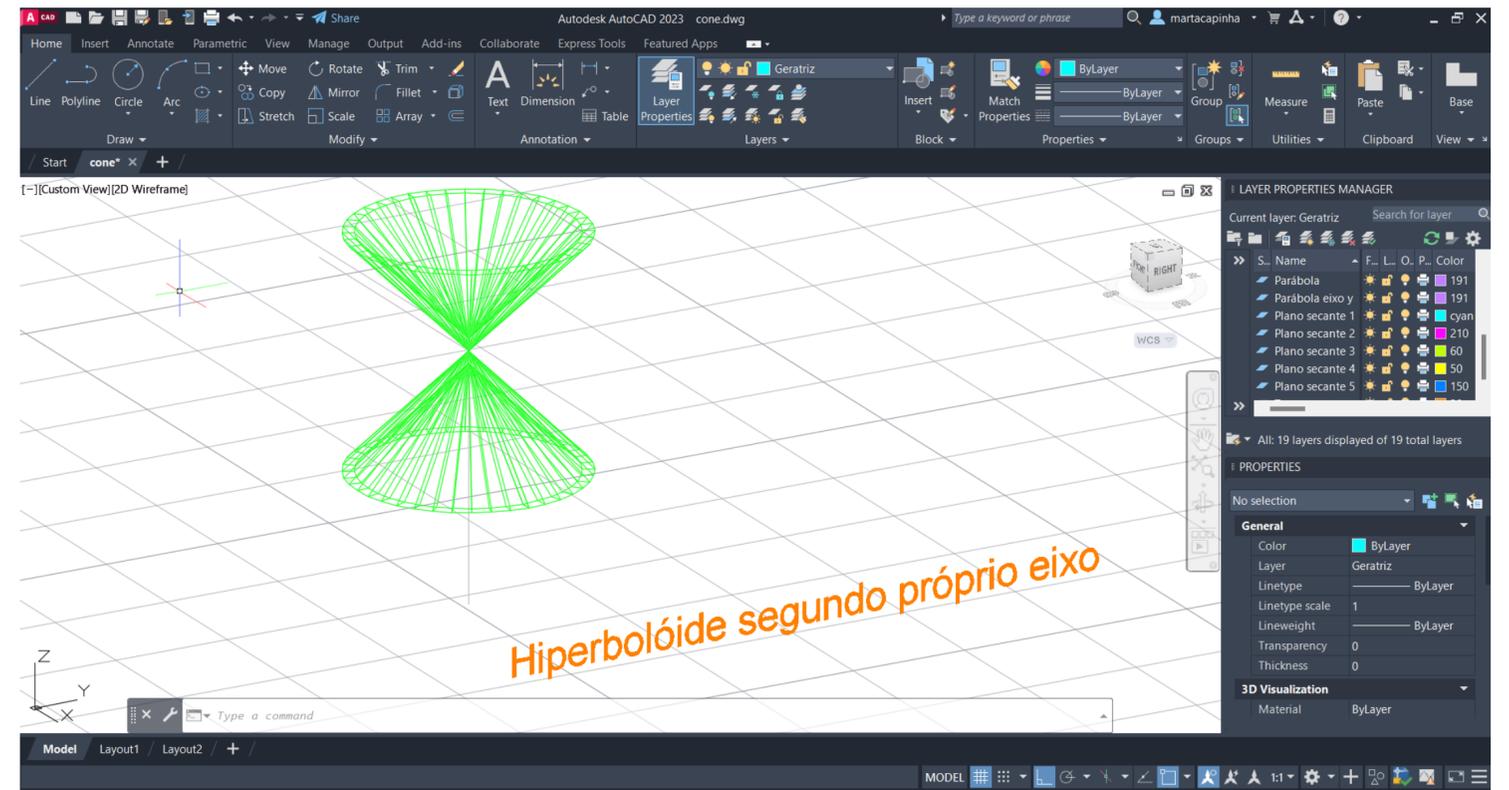
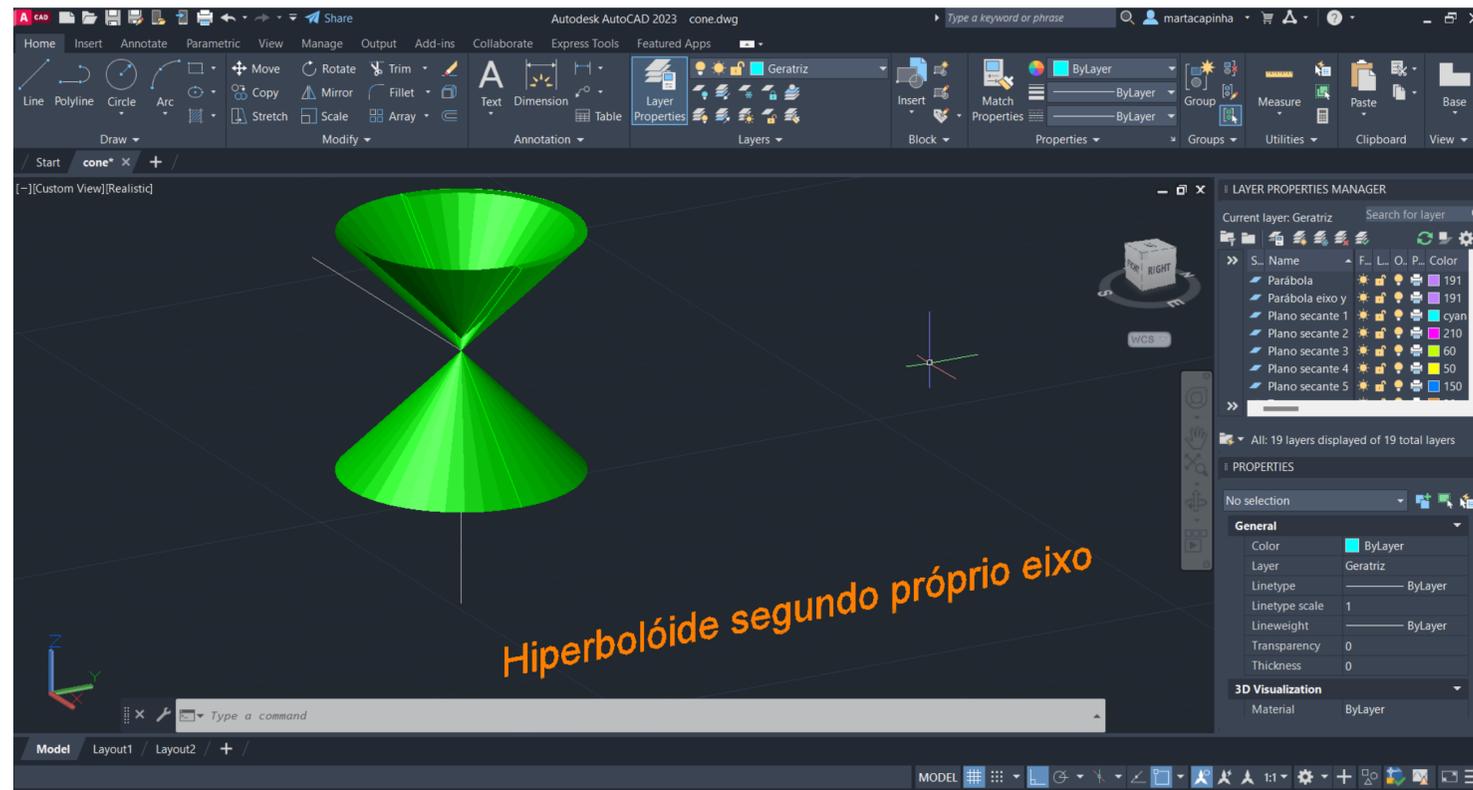
- Figuras geométricas anteriores sobrepostas

# Exerc. 1.4c – Parabolóide



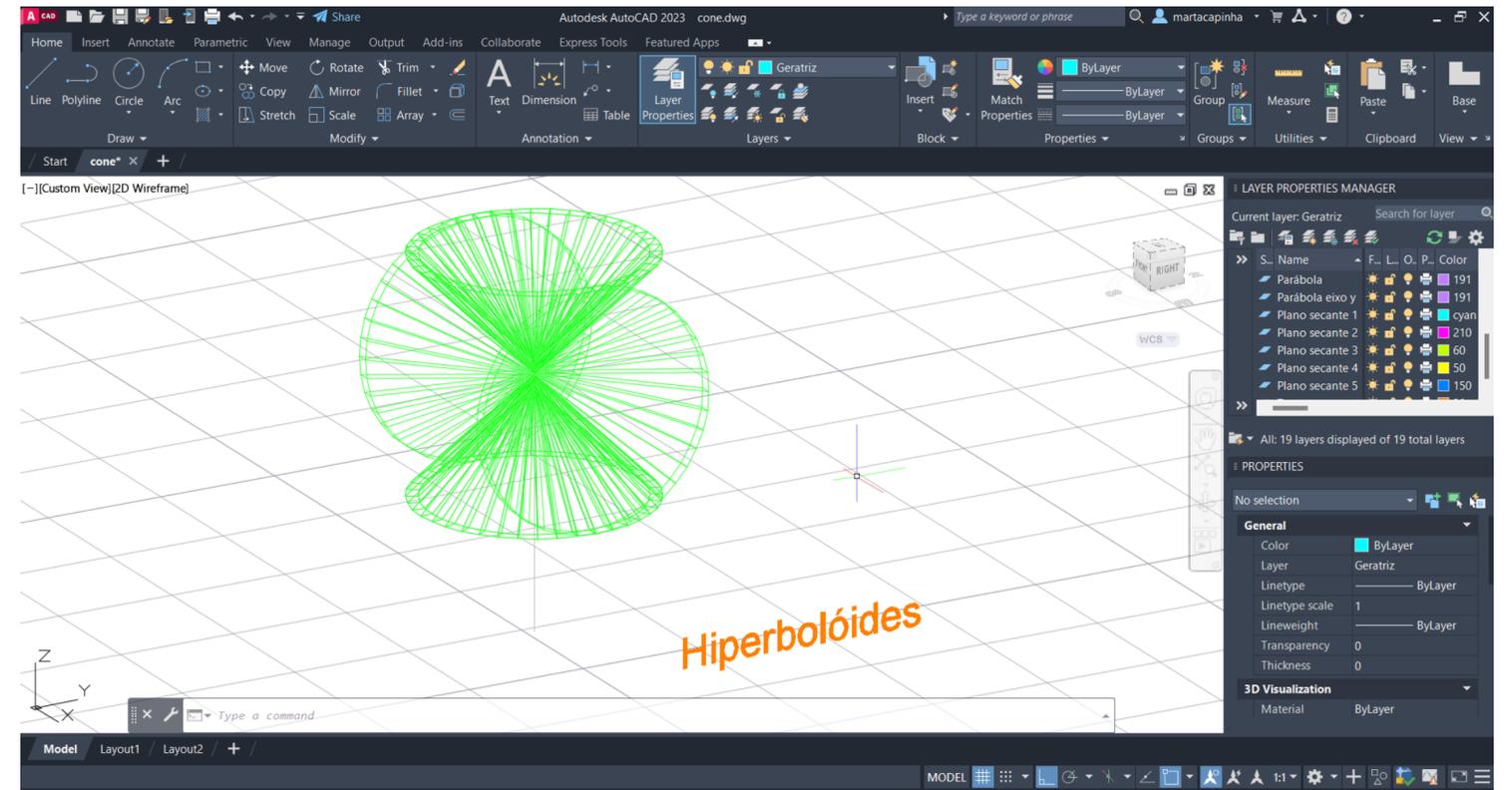
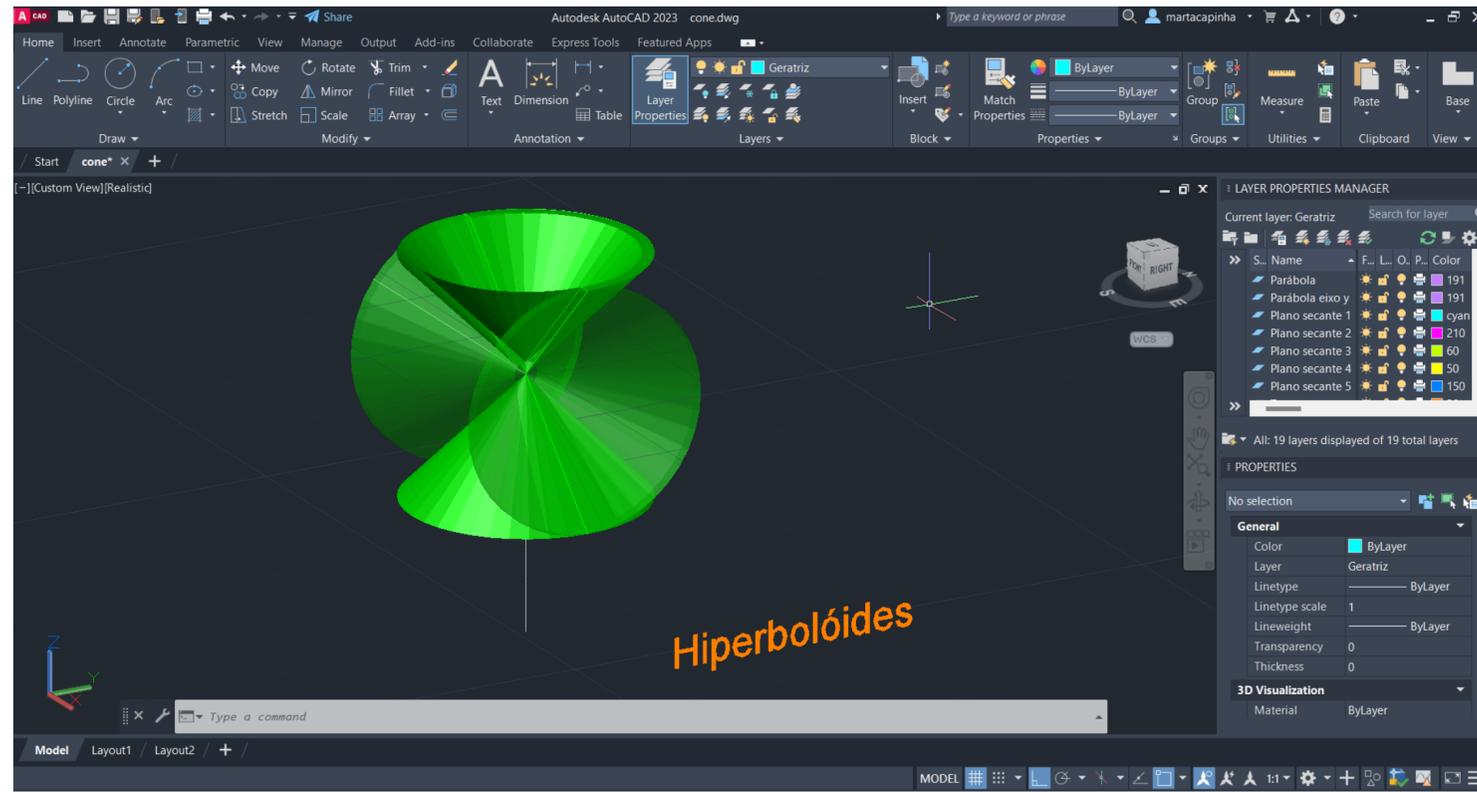
- Comando *SURFTAB1* e *SURFTAB2* igual a <40>
- Comando *LINE* para criar uma linha segundo o eixo Y, a partir do centro geométrico da secção
- Comando *REVSURF*, seleccionar a hipérbole interior e o eixo criado anteriormente, *START ANGLE* <0> e rotação 360° segundo o eixo Y

# Exerc. 1.4d – Hiperbolóide



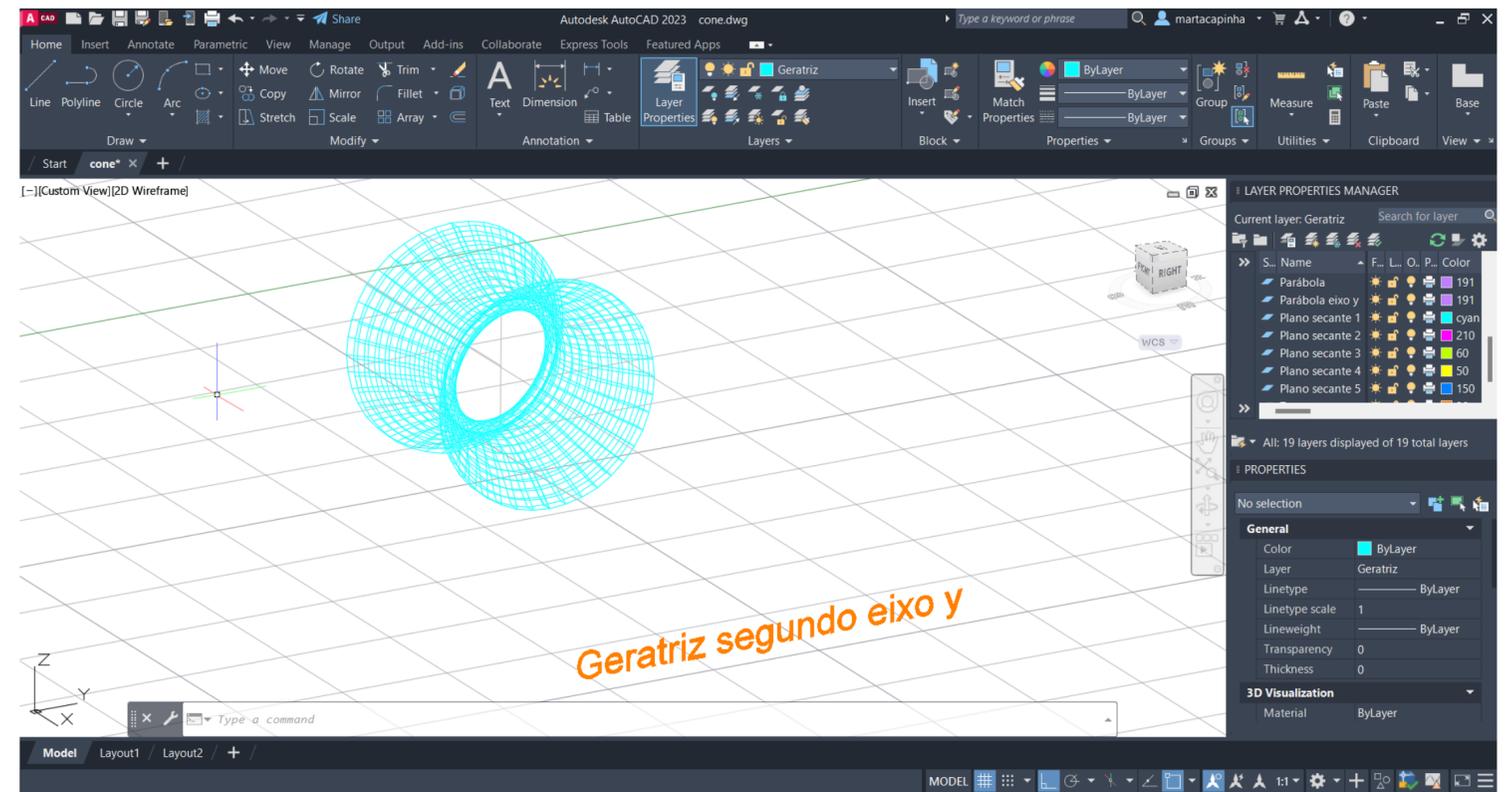
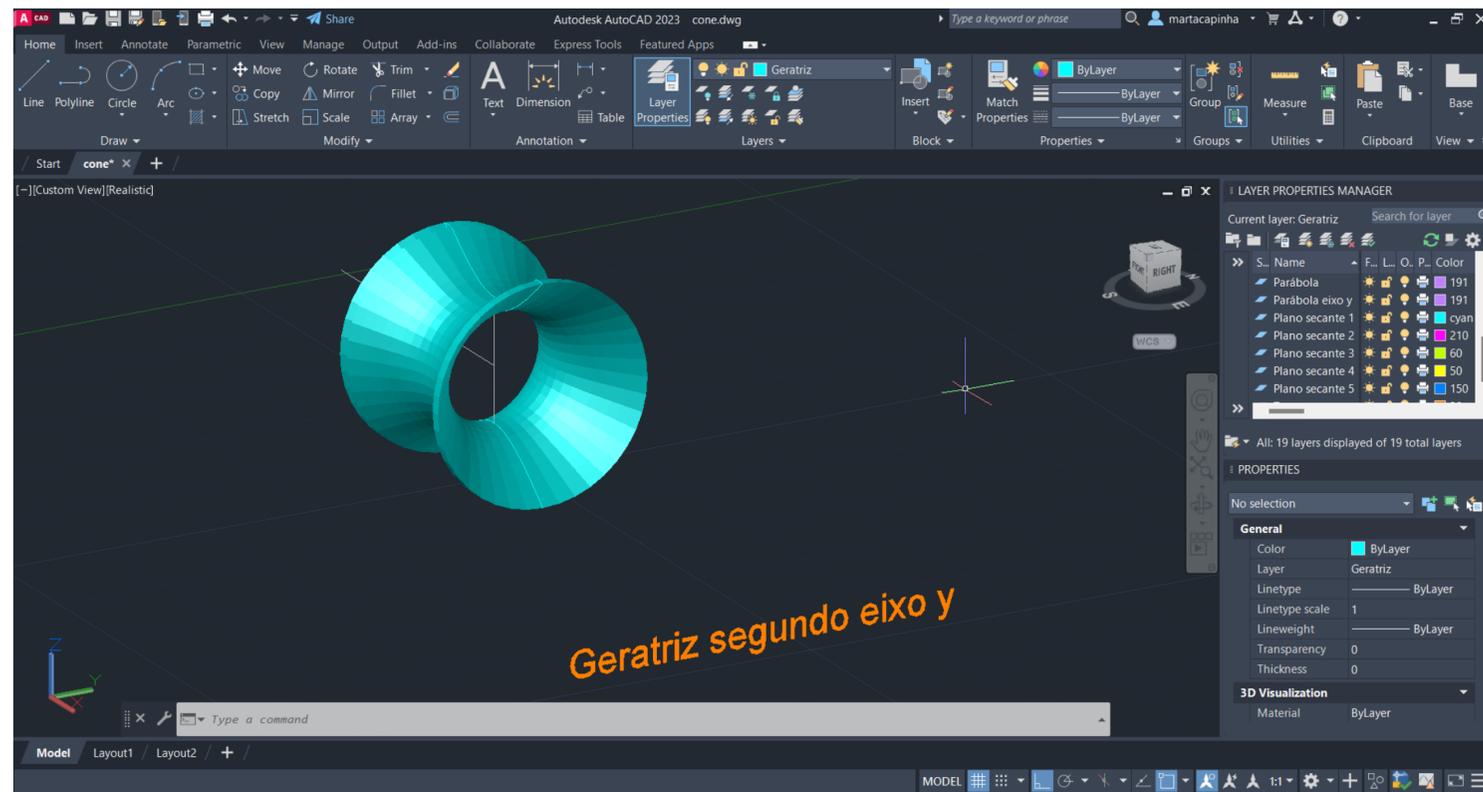
- Comando *SURFTAB1* e *SURFTAB2* igual a <40>
- Comando *LINE* para criar uma linha segundo o eixo Y, a partir do centro geométrico da secção
- Comando *REVSURF*, seleccionar a hipérbole interior e o eixo de simetria da própria figura, *START ANGLE* <0> e rotação 360° segundo o próprio eixo

# Exerc. 1.4d – Hiperbolóide



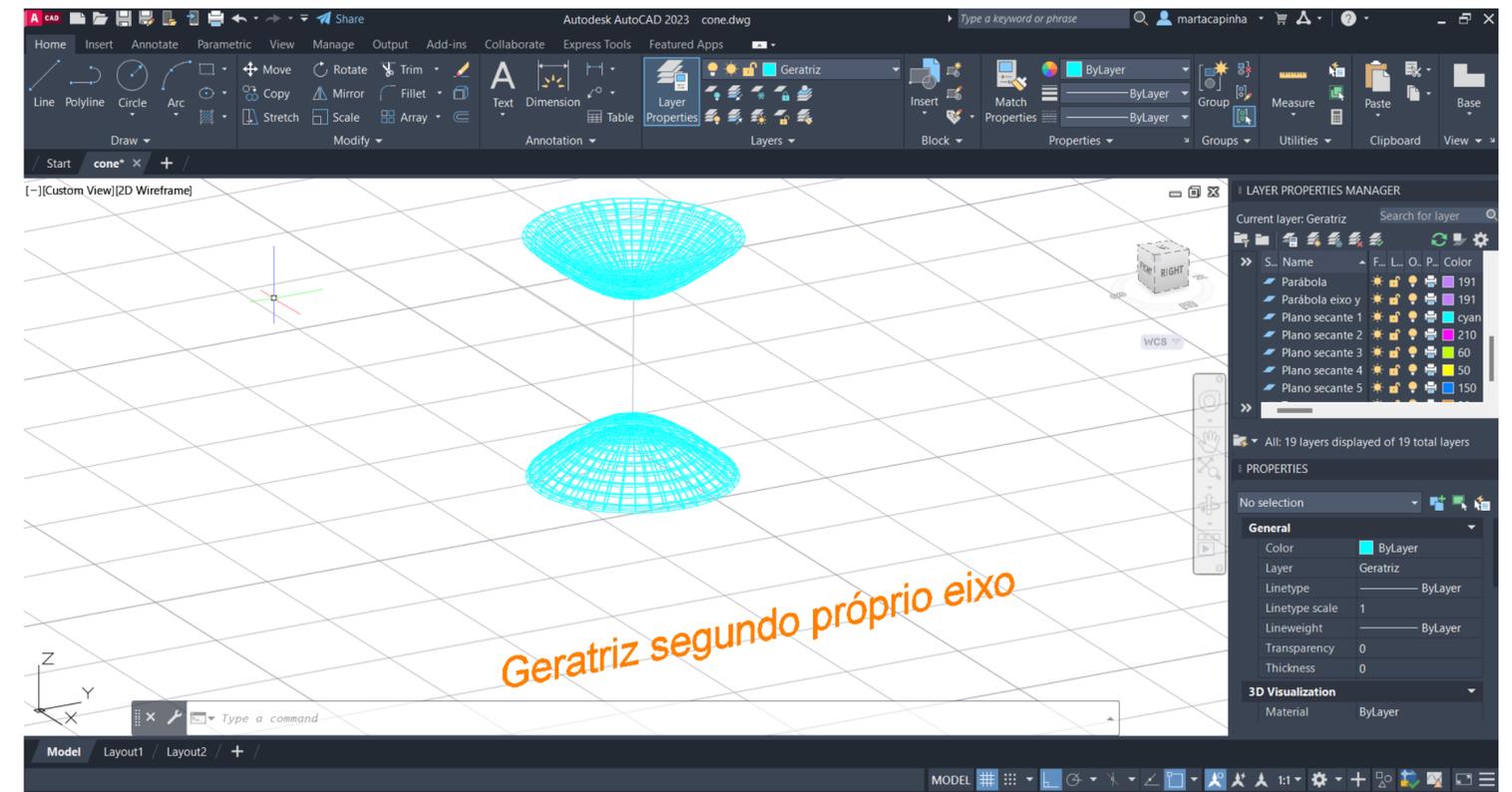
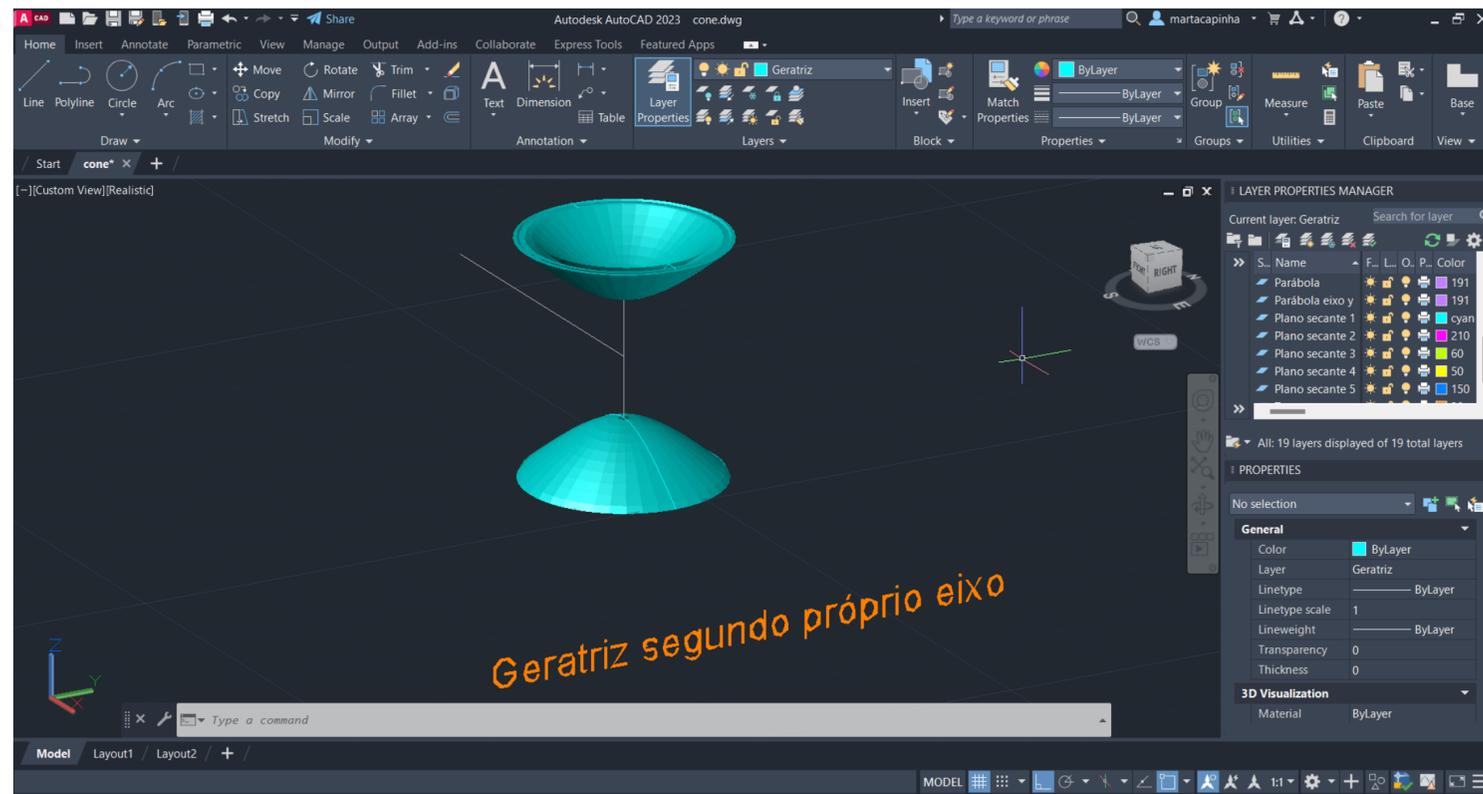
- Figuras geométricas anteriores sobrepostas

# Exerc. 1.4d – Hiperbolóide



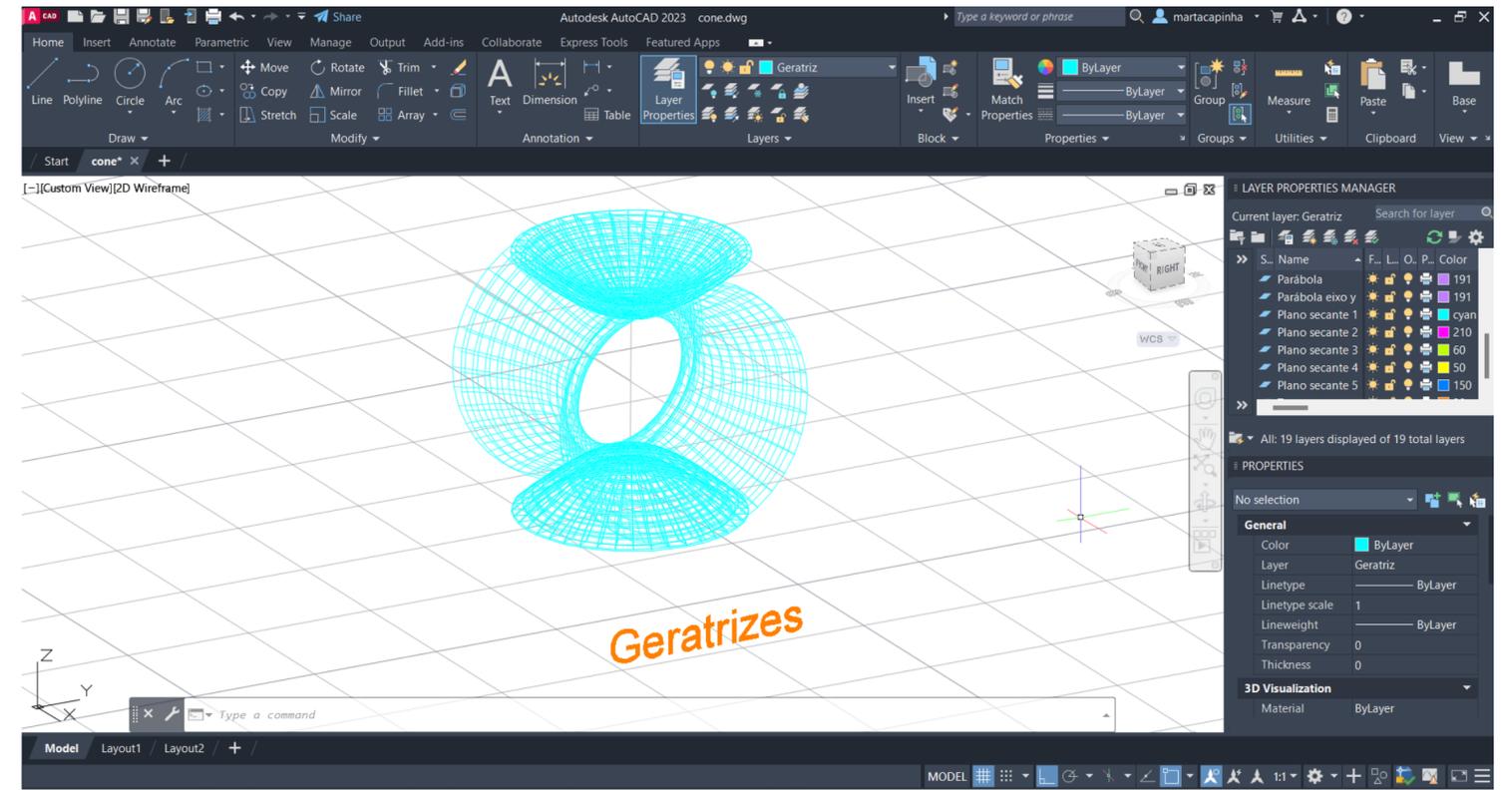
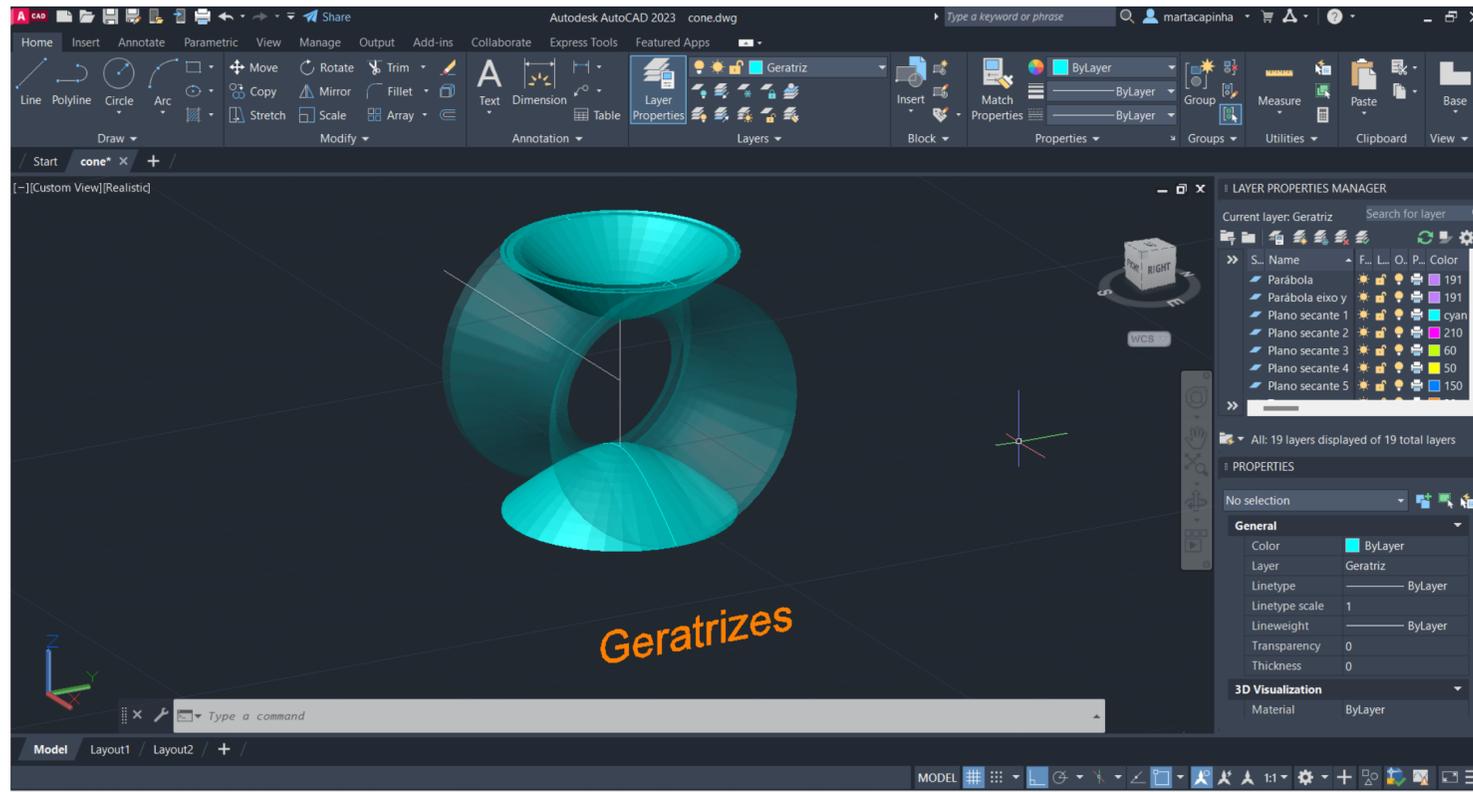
- Comando *SURFTAB1* e *SURFTAB2* igual a <40>
- Comando *LINE* para criar uma linha segundo o eixo Y, a partir do centro geométrico da secção
- Comando *REVSURF*, seleccionar a geratriz interior e o eixo criado anteriormente, *START ANGLE* <0> e rotação 360° segundo o eixo Y

# Exerc. 1.4e – Geratriz



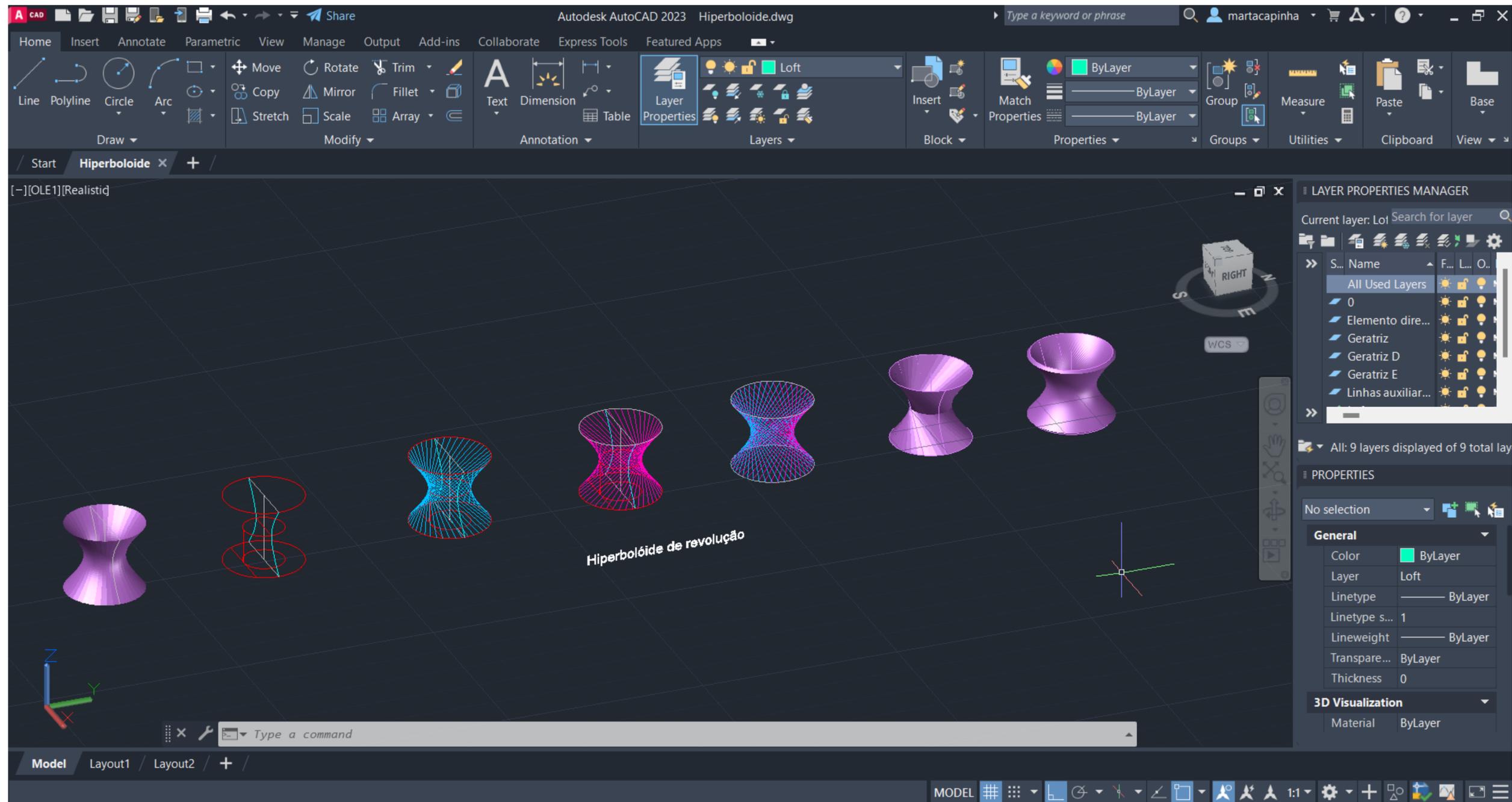
- Comando *SURFTAB1* e *SURFTAB2* igual a <40>
- Comando *LINE* para criar uma linha segundo o eixo Y, a partir do centro geométrico da secção
- Comando *REVSURF*, seleccionar a geratriz interior e o eixo de simetria da própria figura, *START ANGLE* <0> e rotação 360° segundo o próprio eixo

# Exerc. 1.4e – Geratriz

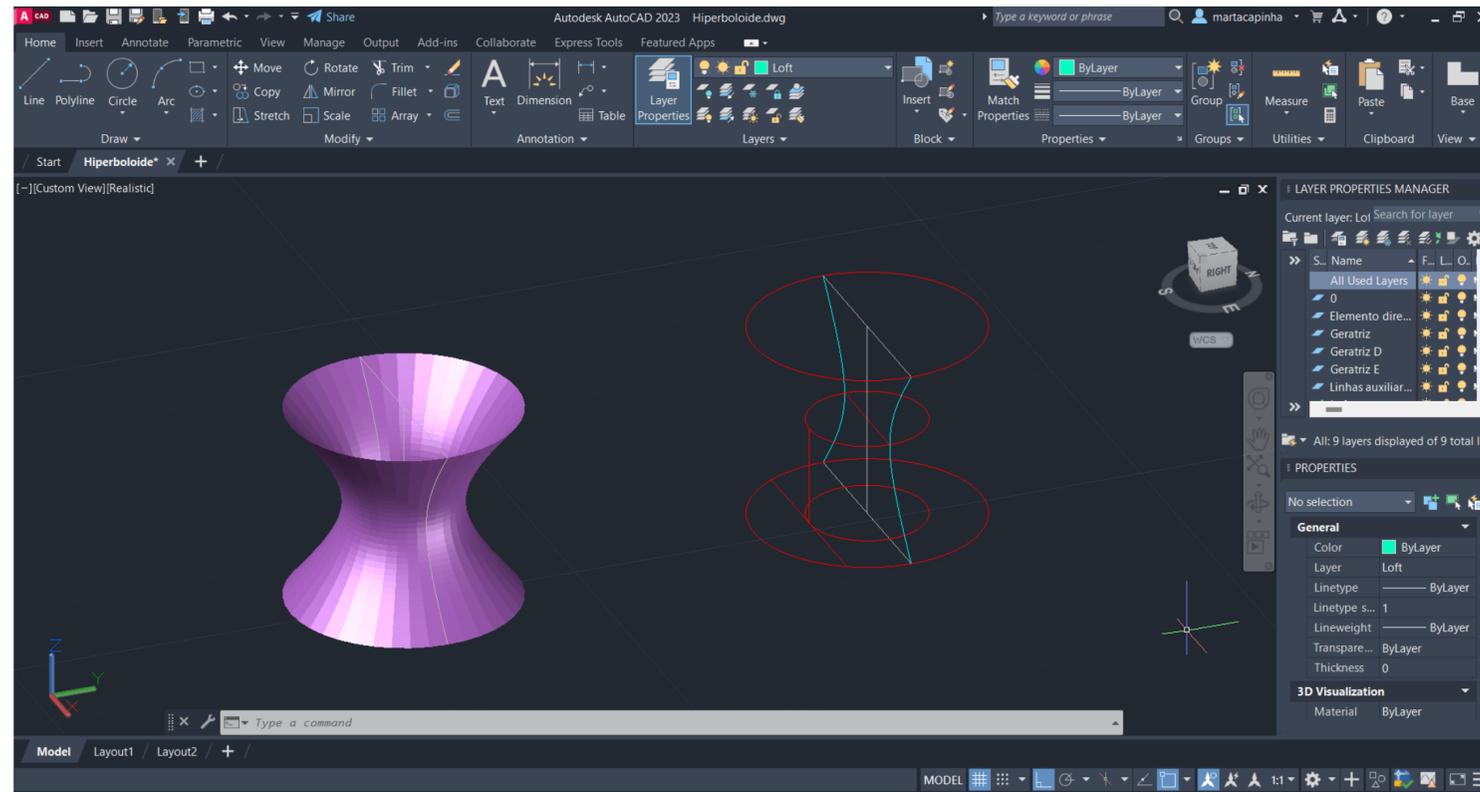


- Figuras geométricas anteriores sobrepostas

# Exerc. 1.4e – Geratriz

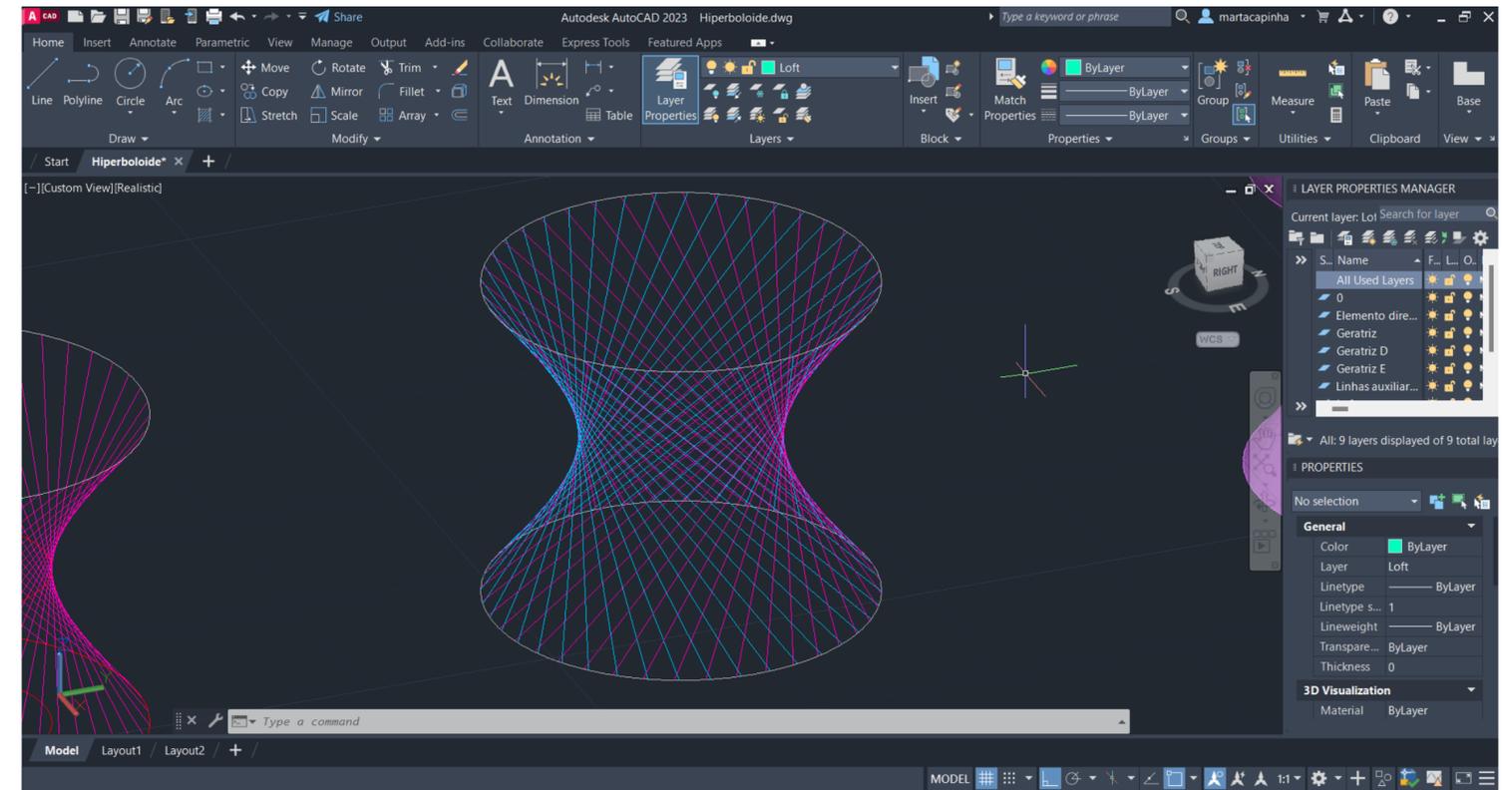
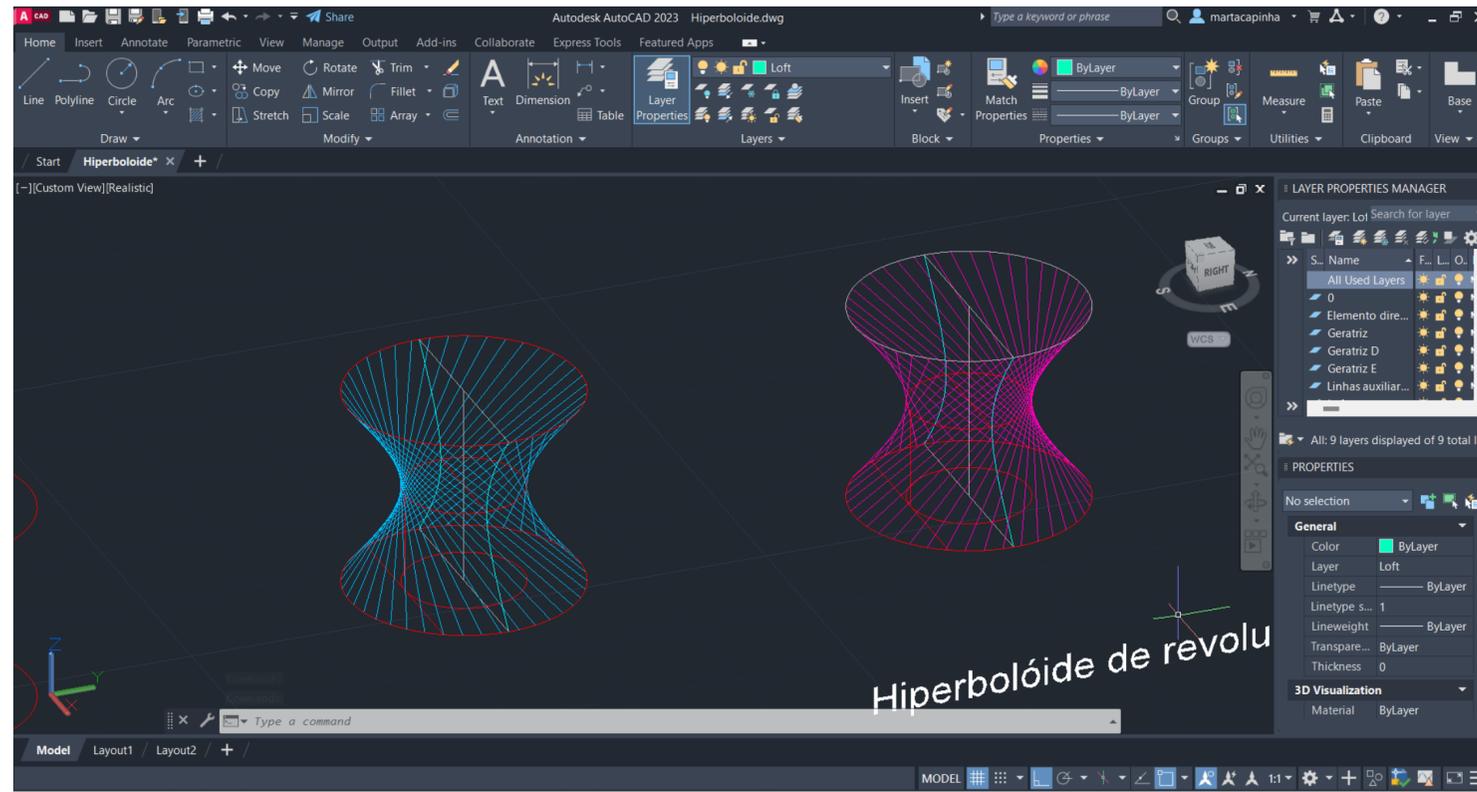


# Exerc. 1.5 – Hiperbolóide de Revolução



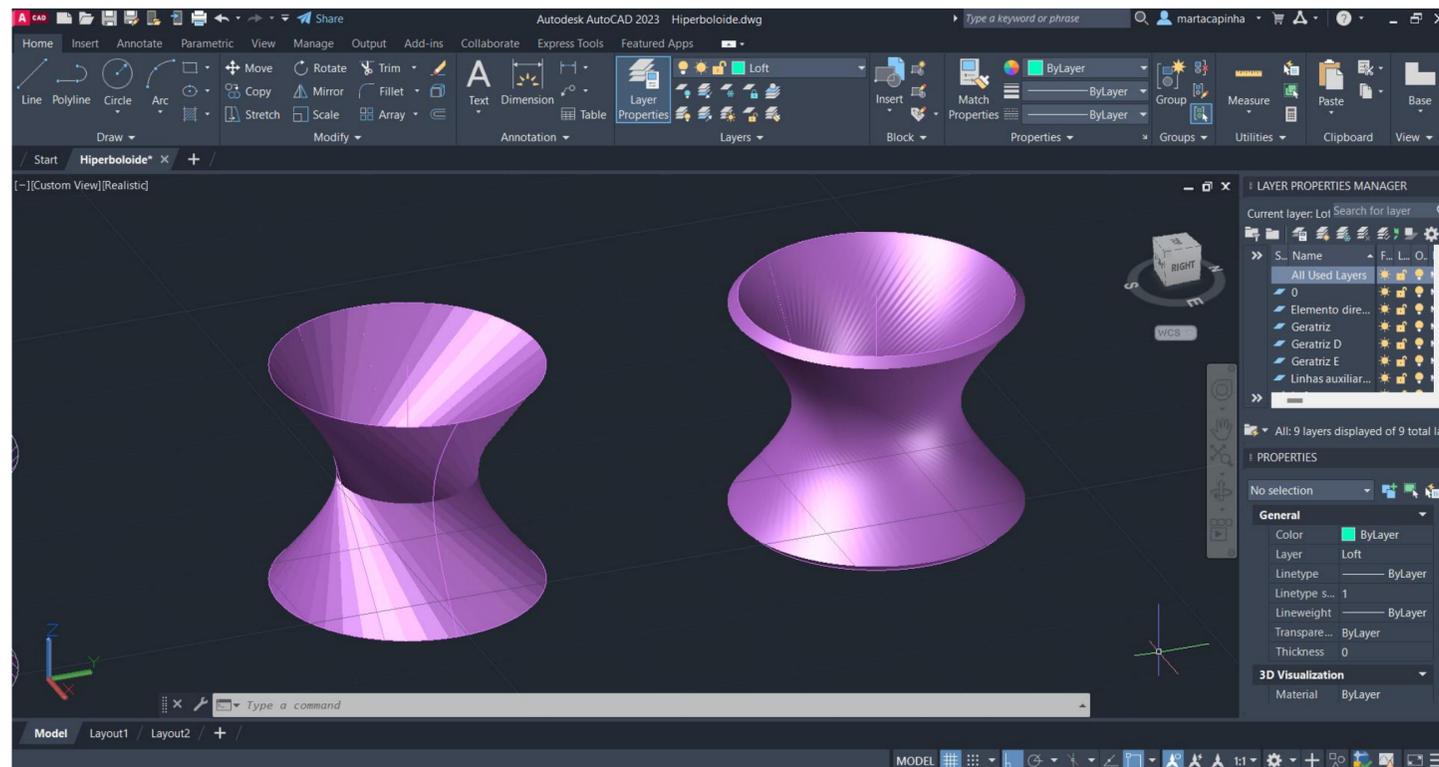
- A partir da geratriz feita no exercício anterior, comando *COPY* para copiar os eixos de composição da geratriz
- Comando *3DROTATE* com *basepoint* no vértice inferior e rodamos  $90^\circ$  sobre o eixo vermelho. *SURFTABE1* – 40 e *SURFTABE2* - 40
- Comando *CIRCLE* para fazer um círculo na base da geratriz, com diâmetro igual ao diâmetro da geratriz, e outro no centro da geratriz, com diâmetro igual ao diâmetro da mesma
- Comando *COPY* para copiar o círculo mais pequeno para a base da geratriz
- Comando *LINE* para fazer uma linha vertical que começa na extremidade de uma das circunferências mais pequenas e vai até á extremidade da outra mais pequena
- Comando *LINE* para fazer uma linha perpendicular, pela base da geratriz, á ultima

# Exerc. 1.5 – Hiperbolóide de Revolução



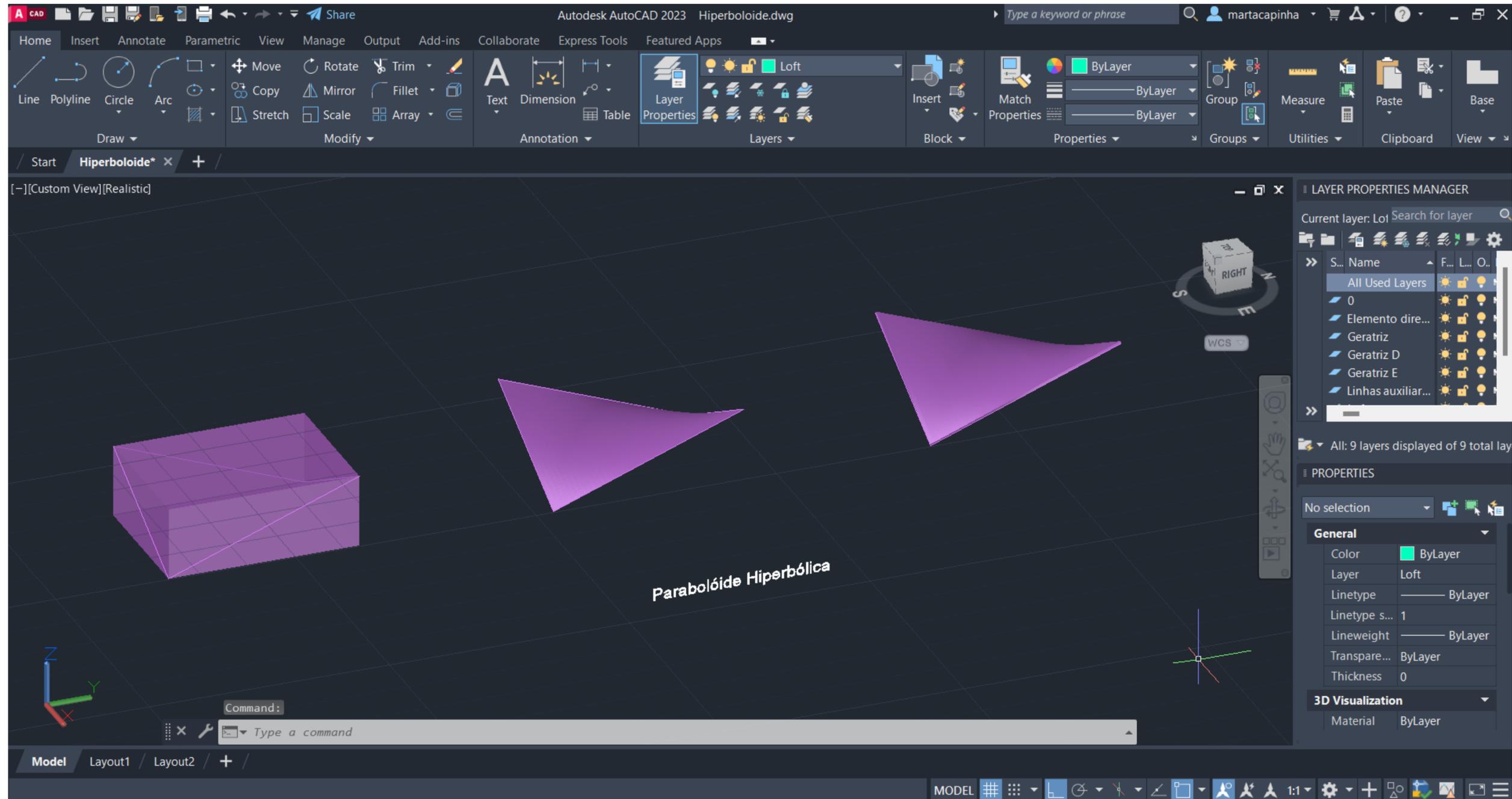
- Comando *ARRAY* – *PO*, selecionar a geratriz, *basepoint* o centro da circunferência,  $I=40$
- Repetimos o comando anterior, mas no sentido contrário
- Sobrepor as duas figuras geradas anteriormente

# Exerc. 1.5 – Hiperbolóide de Revolução



- Comando *COPY* para duplicar os eixos iniciais, comando *TRIM* para apagar as linhas curvas, e comando *REVSURF* para preencher a forma
- Comando *THICKEN* – 0,5, para dar espessura á figura

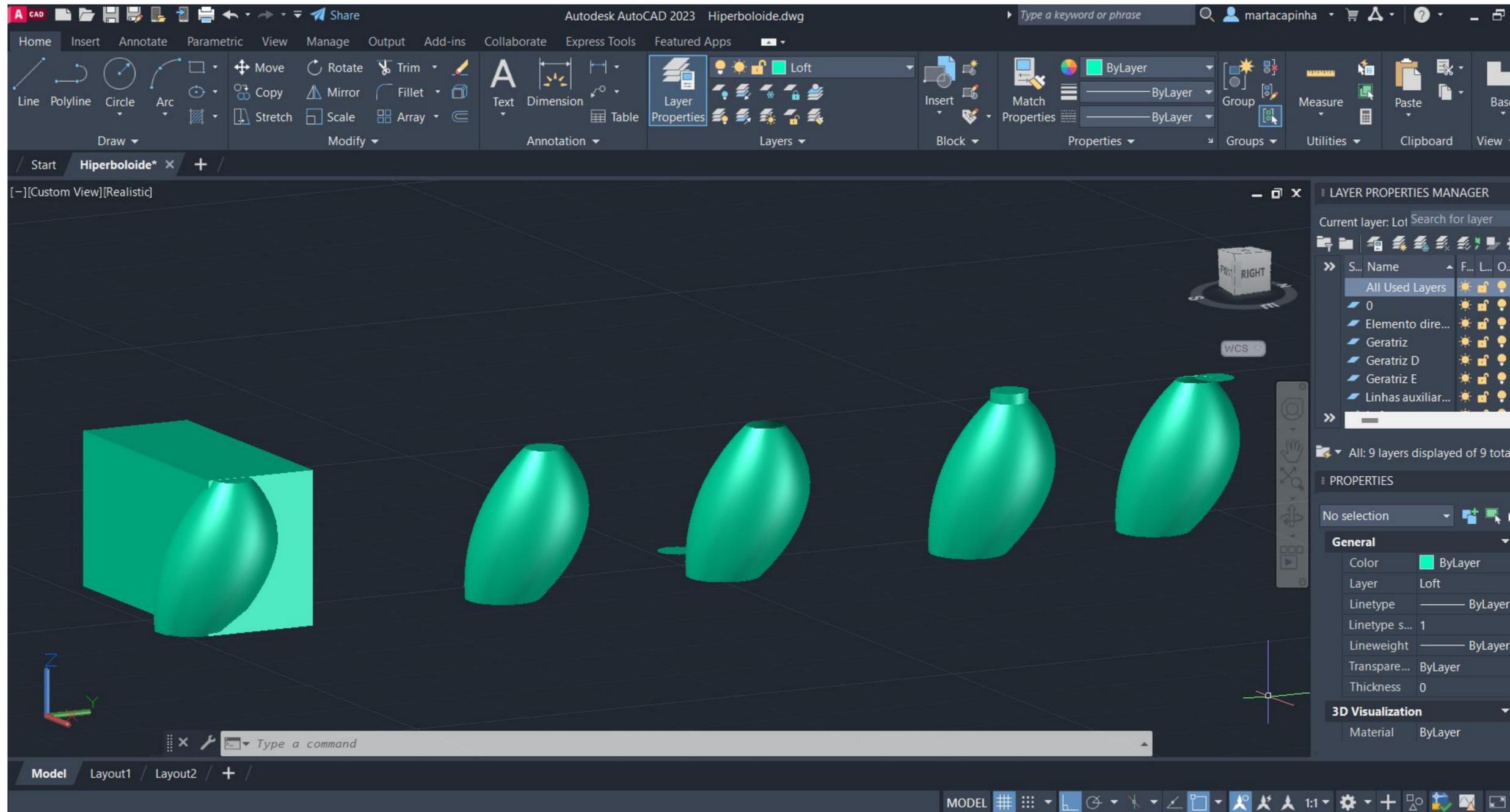
# Exerc. 1.5 – Hiperbolóide de Revolução



# Exerc. 1.6 – Parabolóide Hiperbólica

- Comando *BOX* para a construção da caixa
- Traçar uma diagonal em cada face lateral da caixa e comando *JOIN* para a tornar numa linha fechada
- Comando *COPY* para copiar o polígono fechado
- Comando *EDGSURF* para preencher a forma
- Comando *COPY* para duplicar a figura
- Comando *THICKEN*, selecionar a forma, opção de *CONVERT SELECTED OBJECTS*, com uma medida de 0.5, para dar espessura á forma

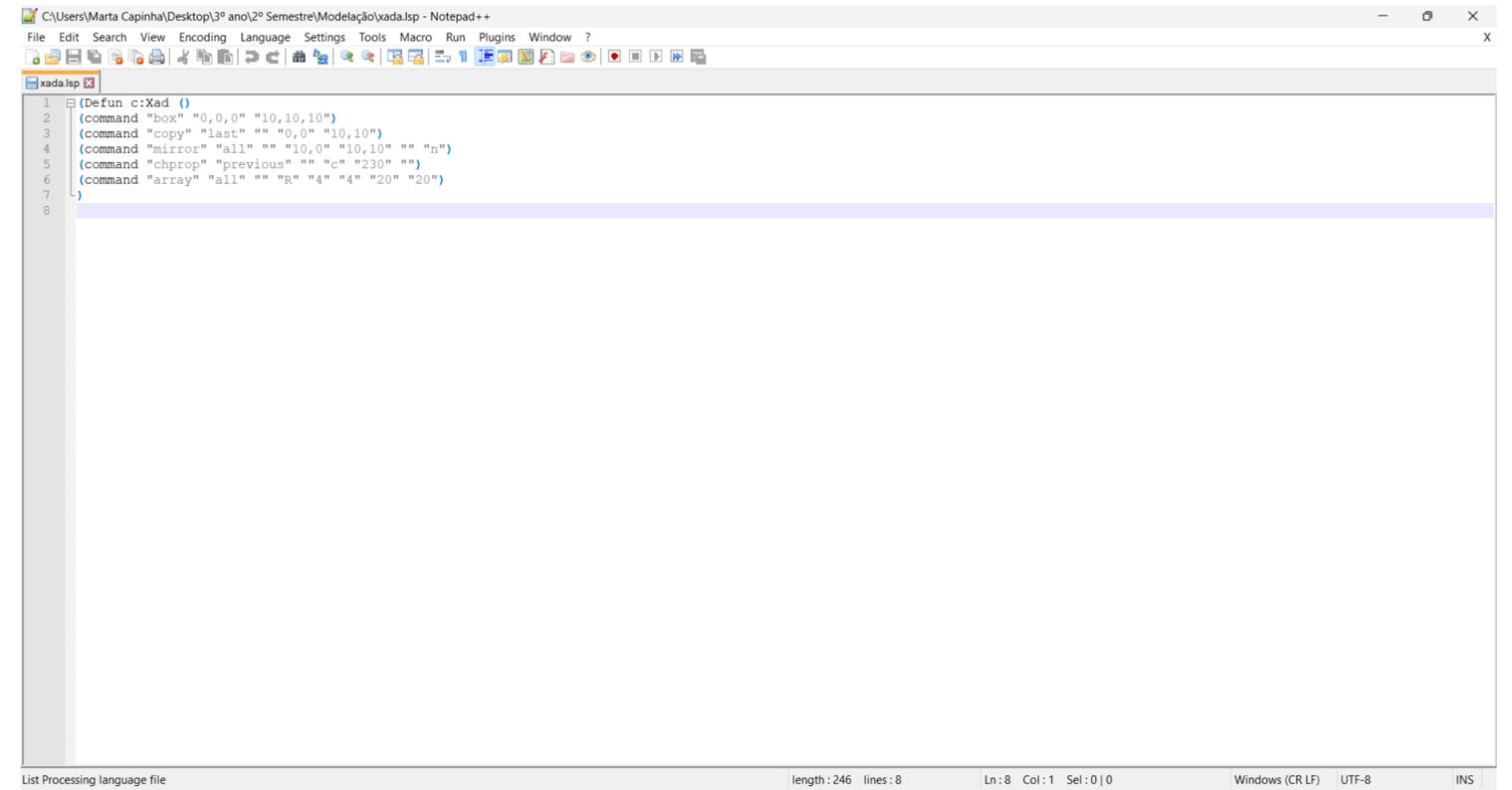
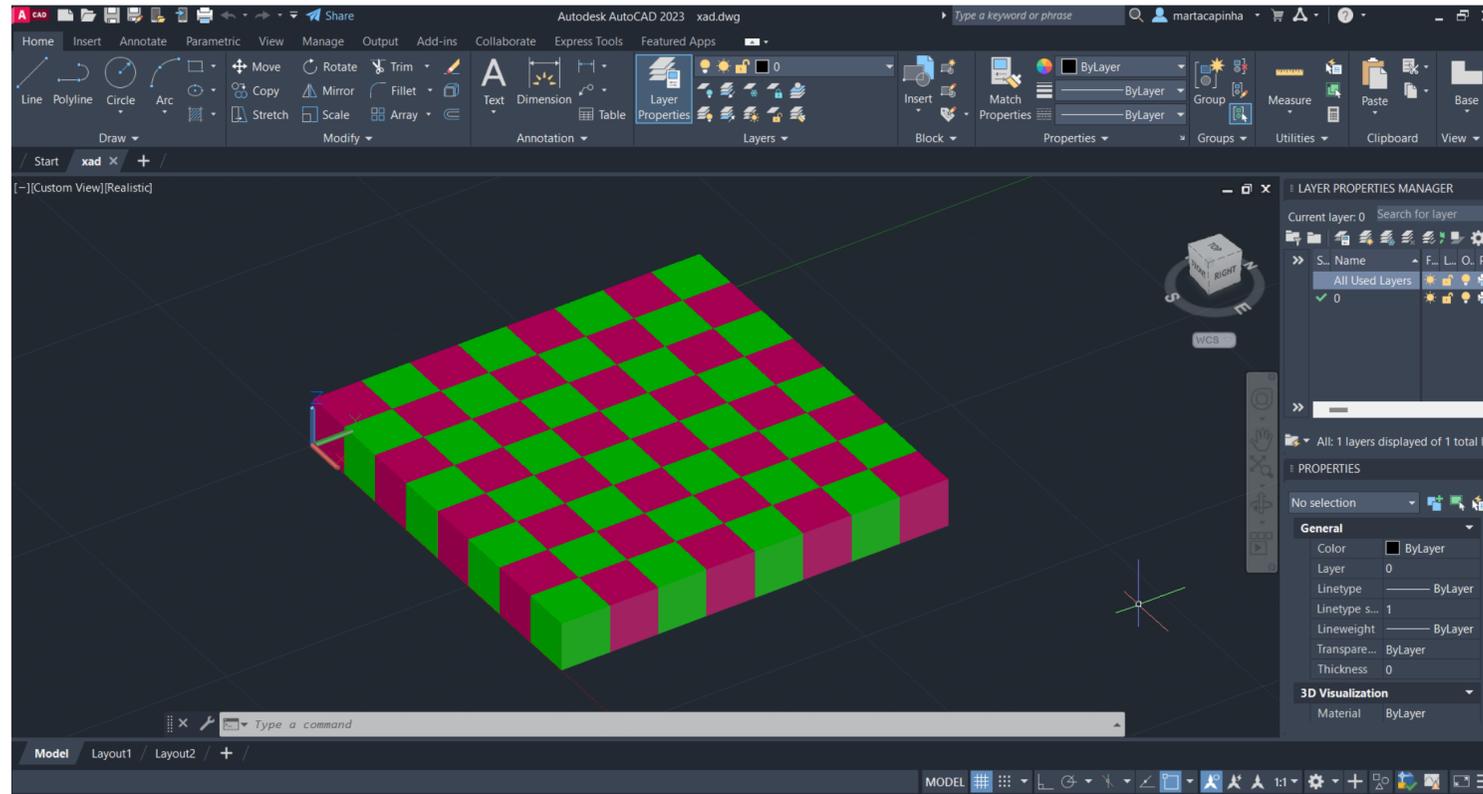
## Exerc. 1.6 – Parabolóide Hiperbólica



# Exerc. 1.6 – Parabolóide Hiperbólica

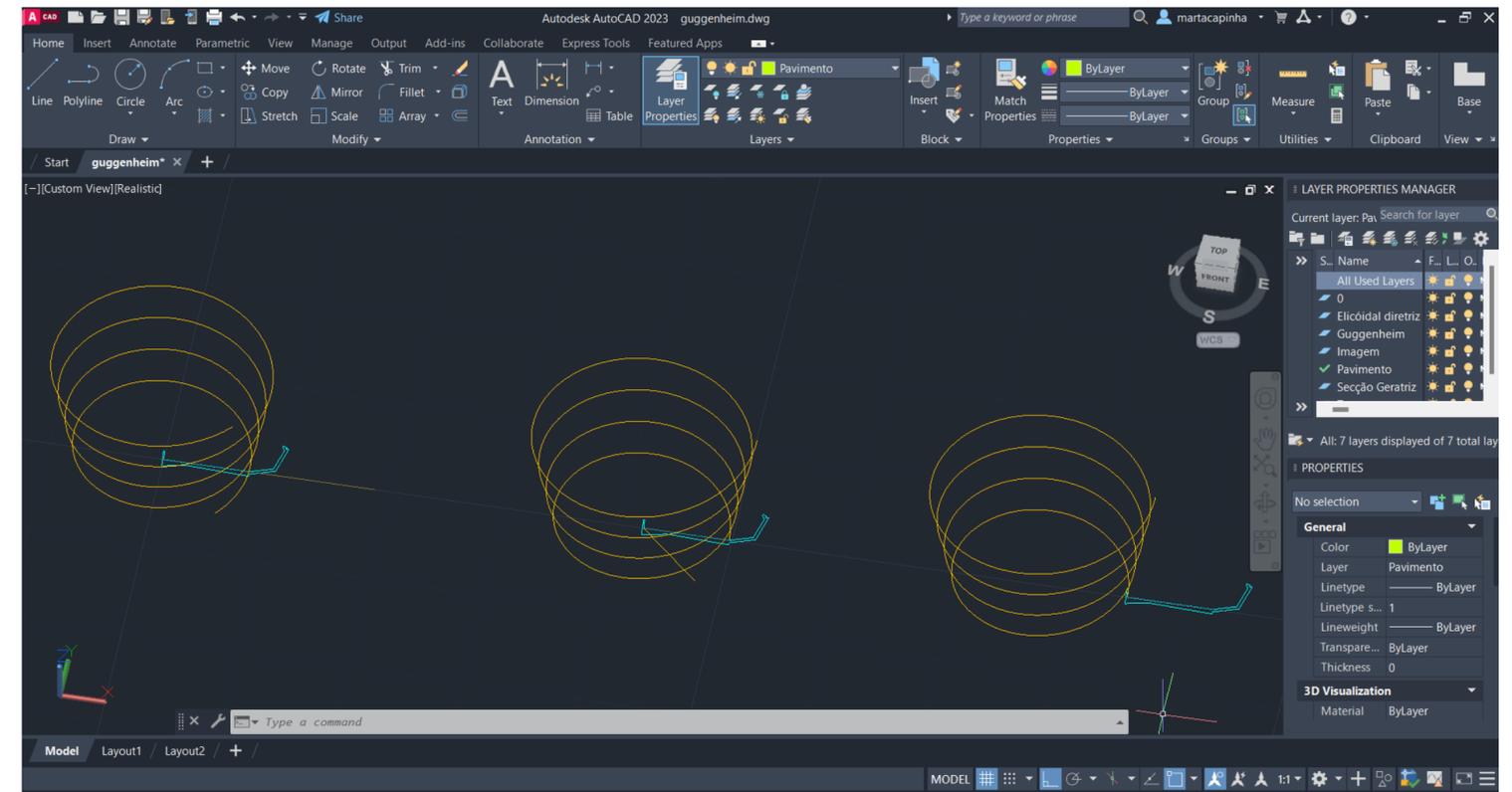
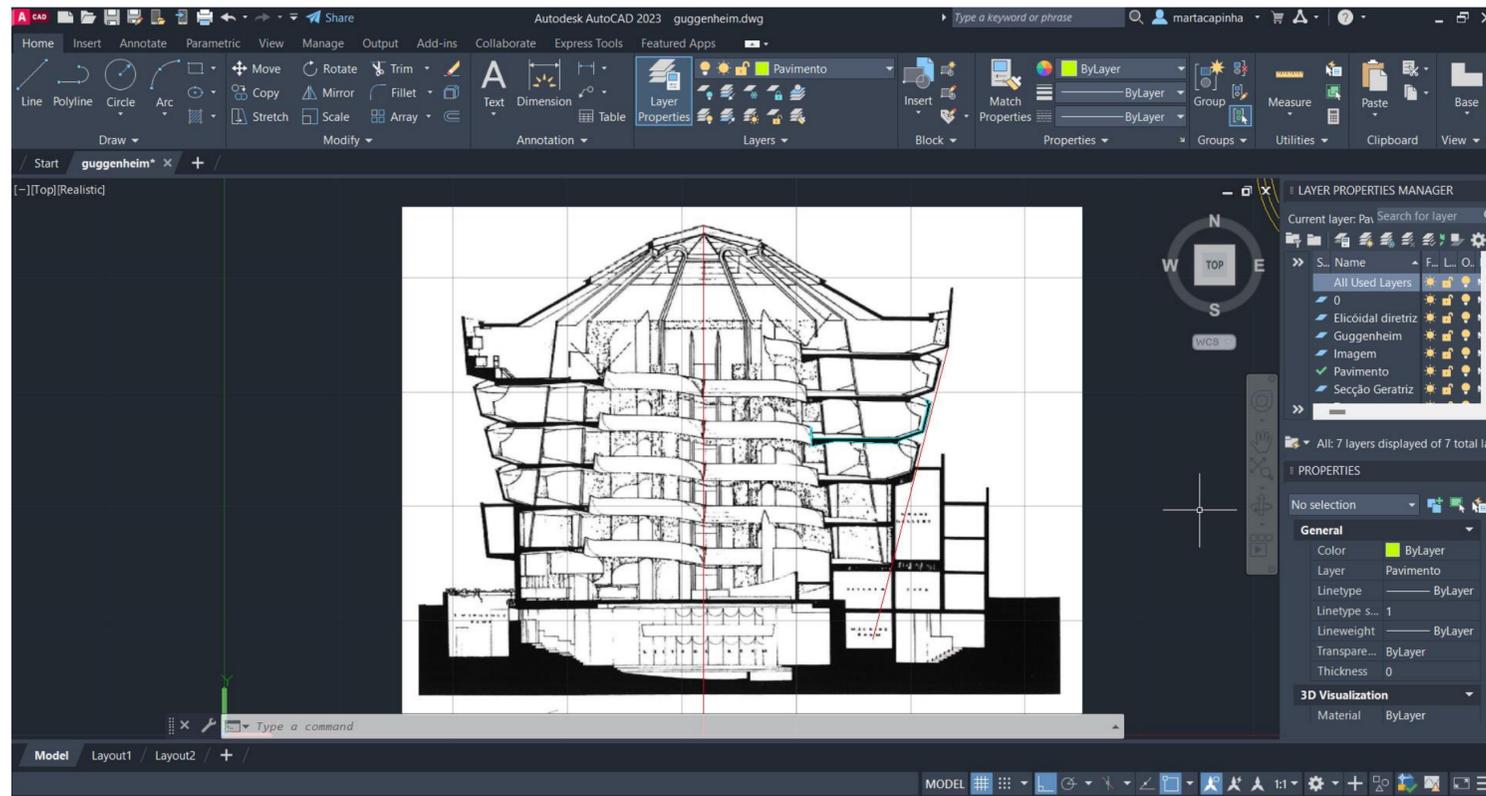
- Comando *CIRCLE* para desenhar três circunferências sobrepostas mas não concêntricas
- Comando *MOVE* para mover, separadamente, o círculo intermédio e o mais pequeno, perpendicularmente para cima
- Comando *LOFT*, selecionamos do círculo da base até ao círculo do topo, e obtemos o preenchimento da figura (volumetria)
- Comando *BOX*, passando pela figura original
- Comando *SUBTRACT*, para extrair a figura preenchida
- Comando *EXPLODE* para ficarmos apenas com a figura preenchida pelo exterior e oca pelo interior
- Comando *THICKEN-0,5*: se fizermos esta medida para cima a “tampa” sai para fora da figura (fig 5), e se fizermos esta medida para baixo a “tampa” desce para dentro da figura (fig 6)

## Exerc. 1.6 – Parabolóide Hiperbólica



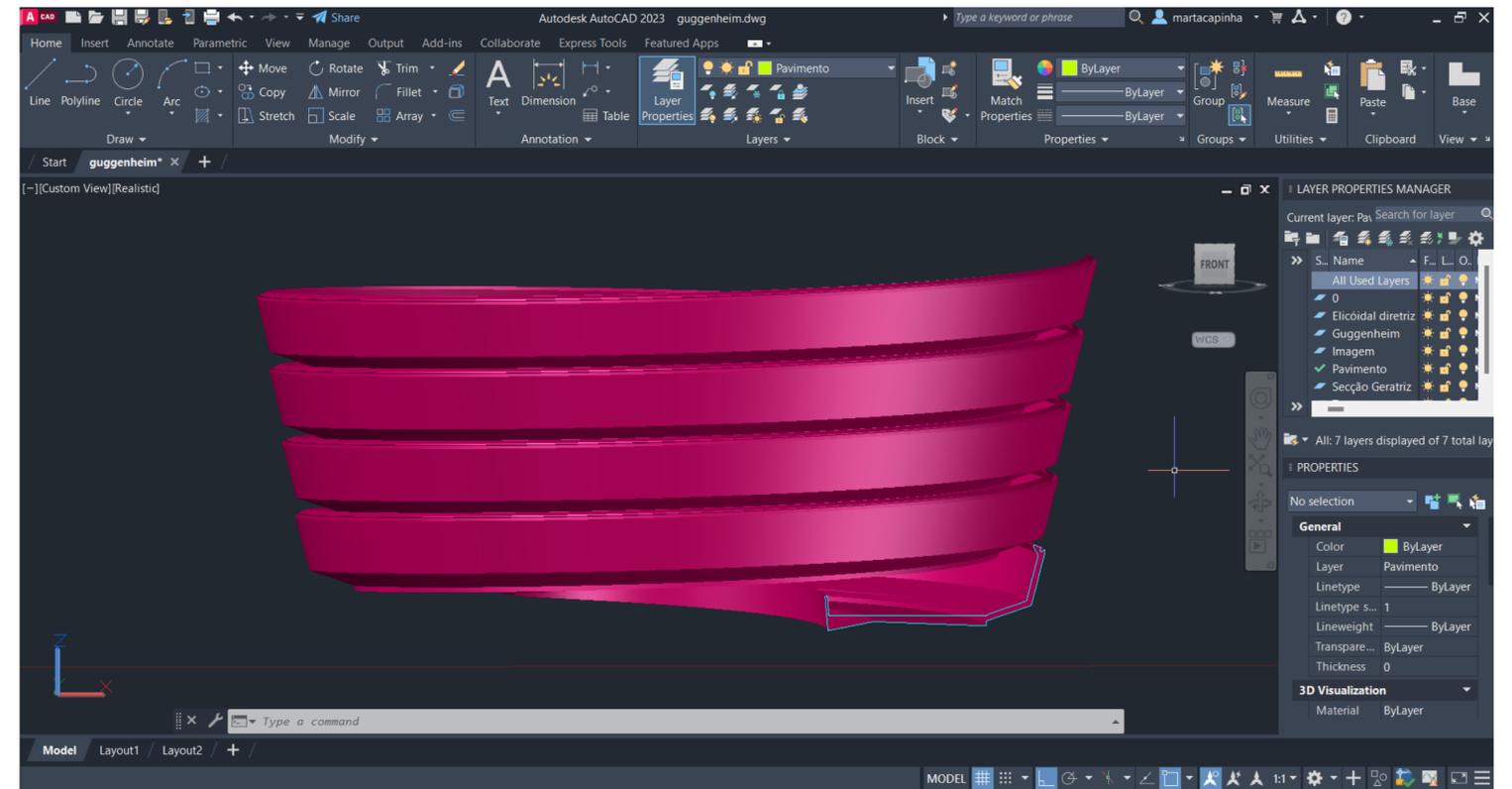
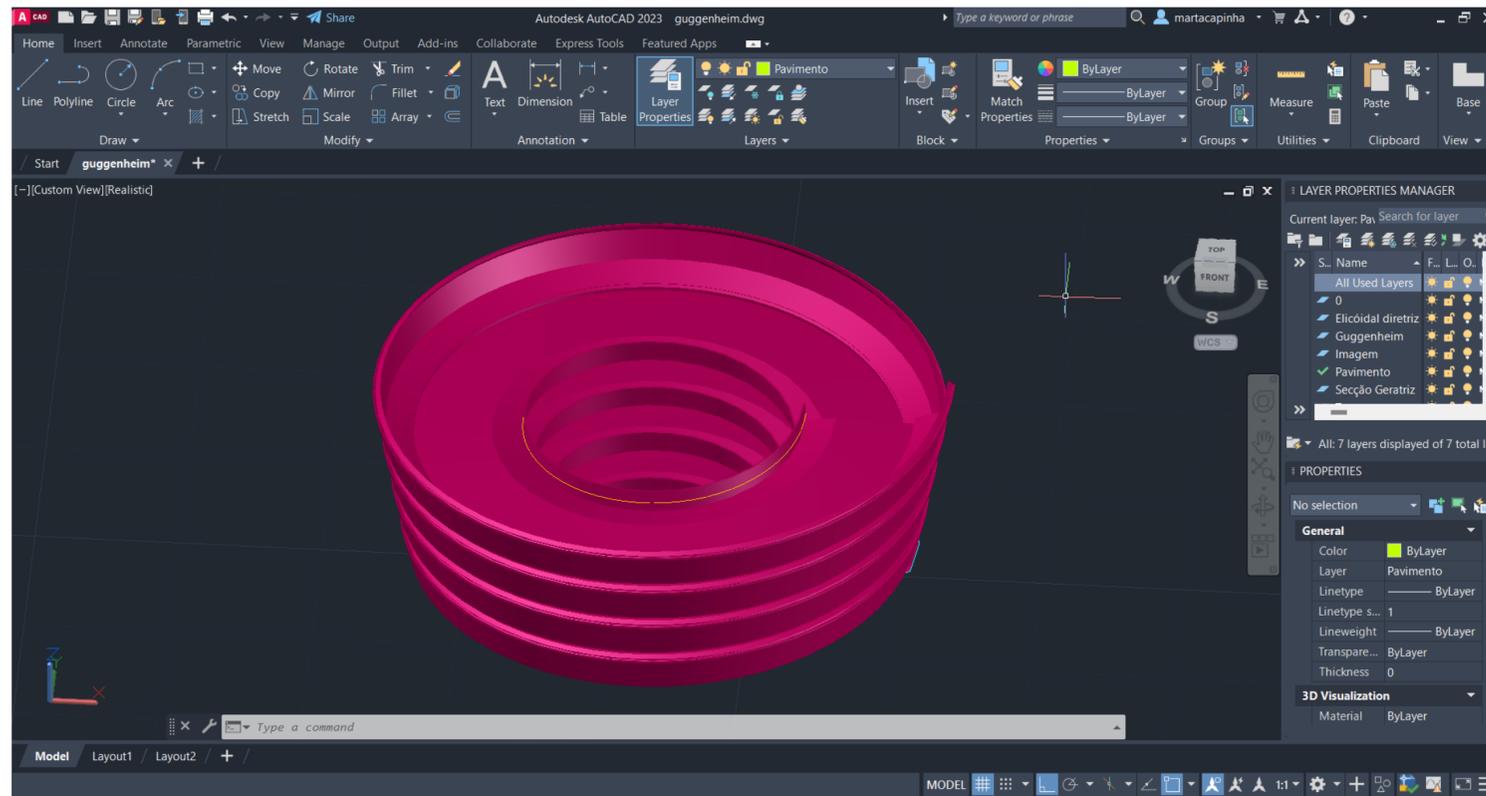
- Elaboração de um tabuleiro de xadrez a partir de um código html
  - 1- criar box com inicio em (0,0,0) e com medida (10,10,10)
  - 2- copiar box (0,0 9- (10,10), aparecendo dois cubos lado a lado
  - 3- mirror all com eixo 10m - 180,10), aparecendo quatro cubos
  - 4- chprop last color
  - 5- array 4x, para criar 4 cópias do bloco anterior
- Documento guardado com extensão .lps, e comando APPLOAD no Autocad para visualização do tabuleiro completo

# Exerc. 1.7 – Tabuleiro de Xadrez



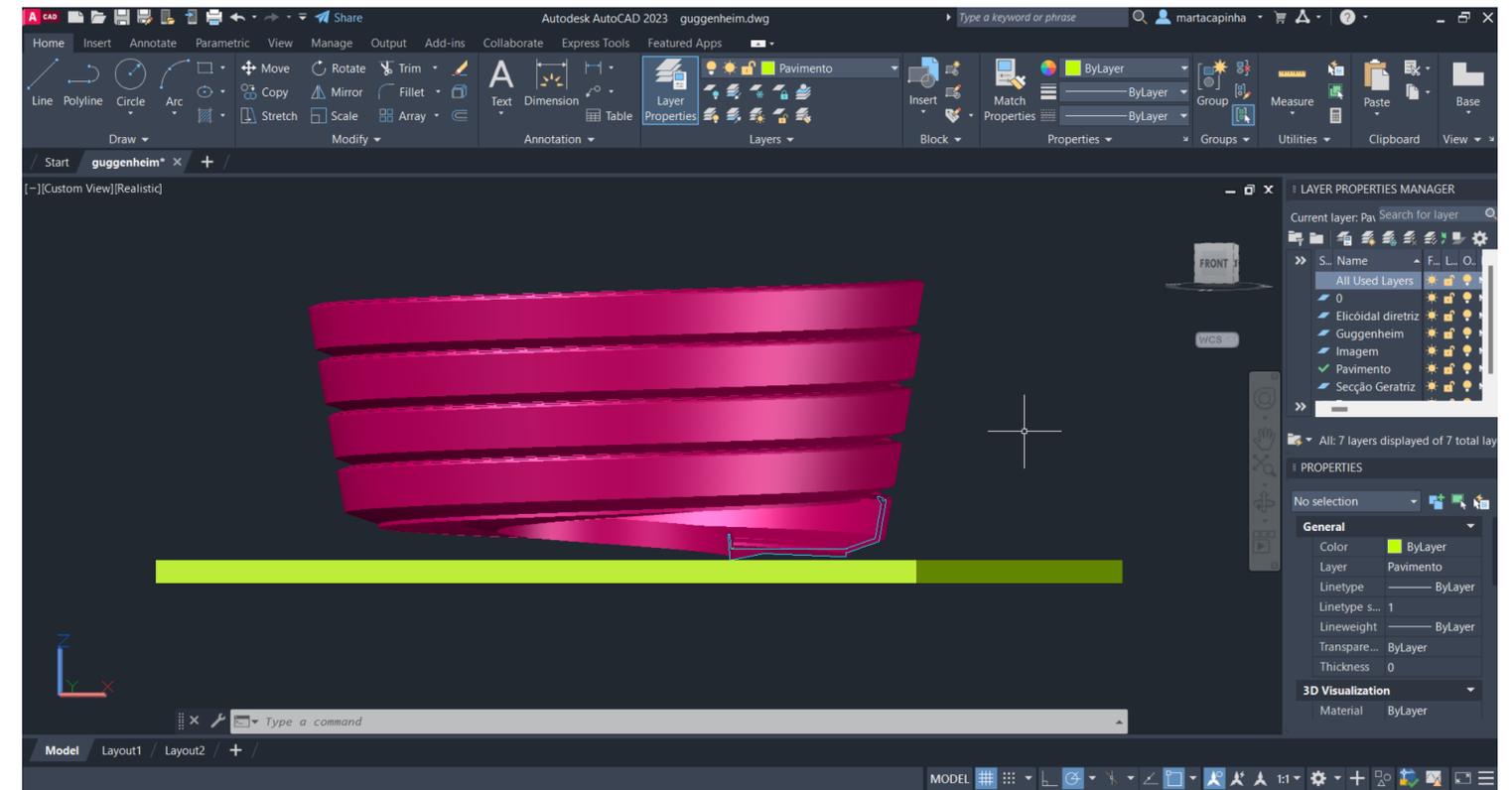
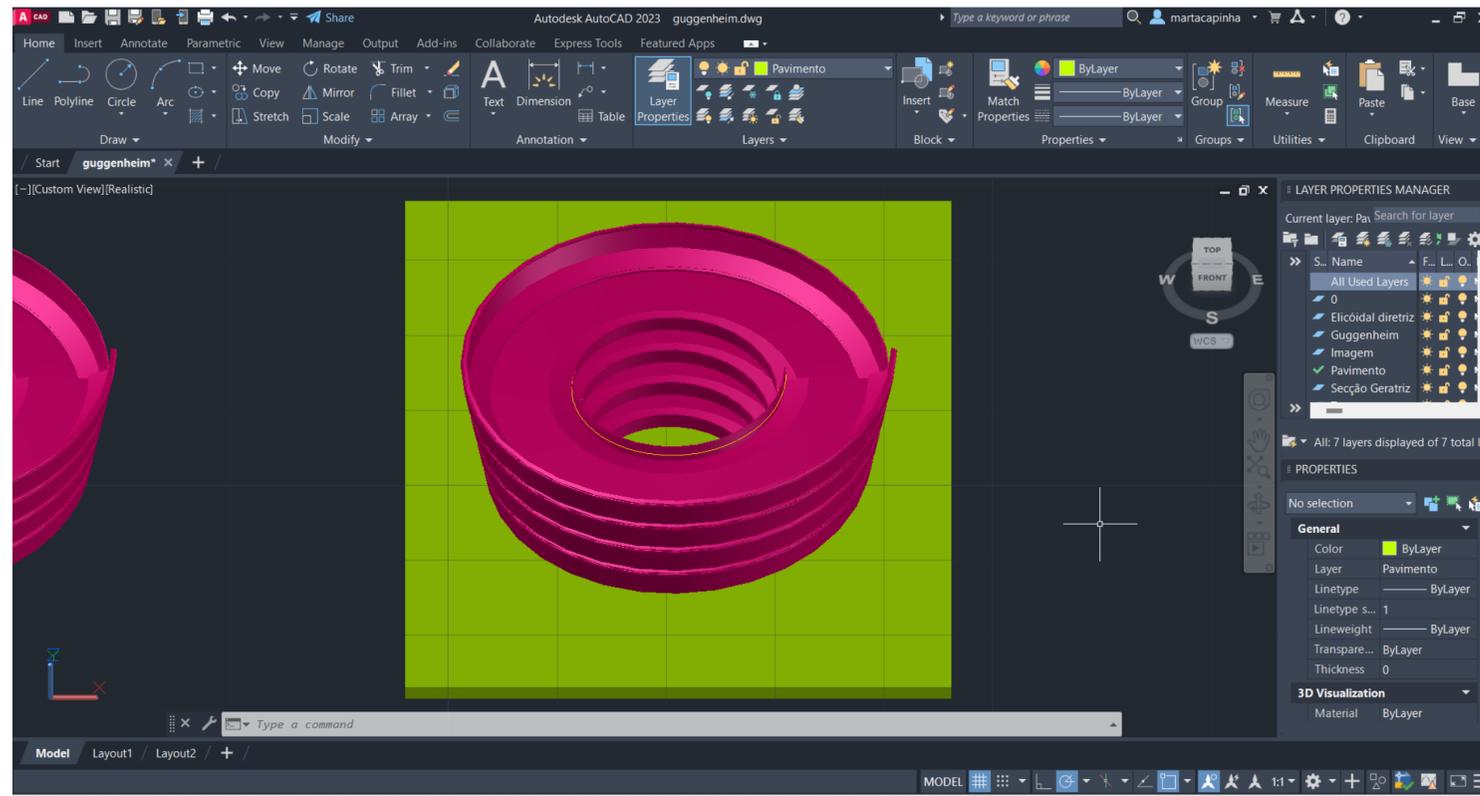
- Comando *ATTACHE* da imagem do corte do Guggenheim e comando *SCALE* a partir da altura do espelho de um degraus, assumindo 18cm
- Comando *PLINE* para criar o contorno do penúltimo piso, da zona da rampa e comando *FILLET* da forma desenhada
- Comando *COPY* para duplicar a forma
- Comando *HELIX* com *basepoint* (#100,50), *raio* 7,5/*top raio* 10 – *turns* 4, *height* 14
- Comando *LINE* desde o centro da espiral até ao ponto inferior inicial da mesma. Comando *ALIGN*, para alinhar a espiral com a base
- Comando *MOVE* da figura azul com *basepoint* no centro e no ponto interno e interior da espiral. Comando *3DROTATE*, no centro, eixo vermelho, 90°

# Exerc. 1.8 – Guggenheim New York



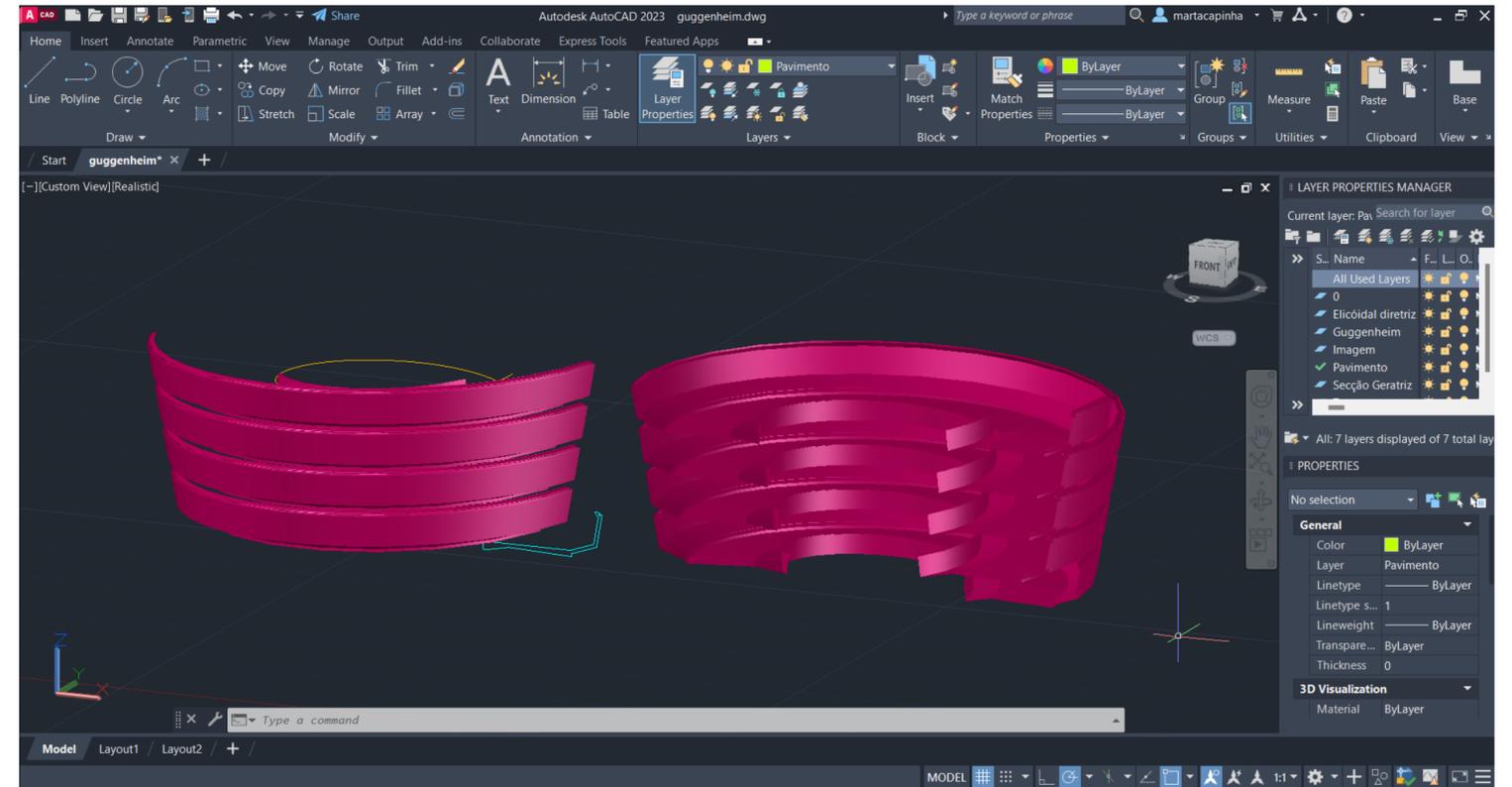
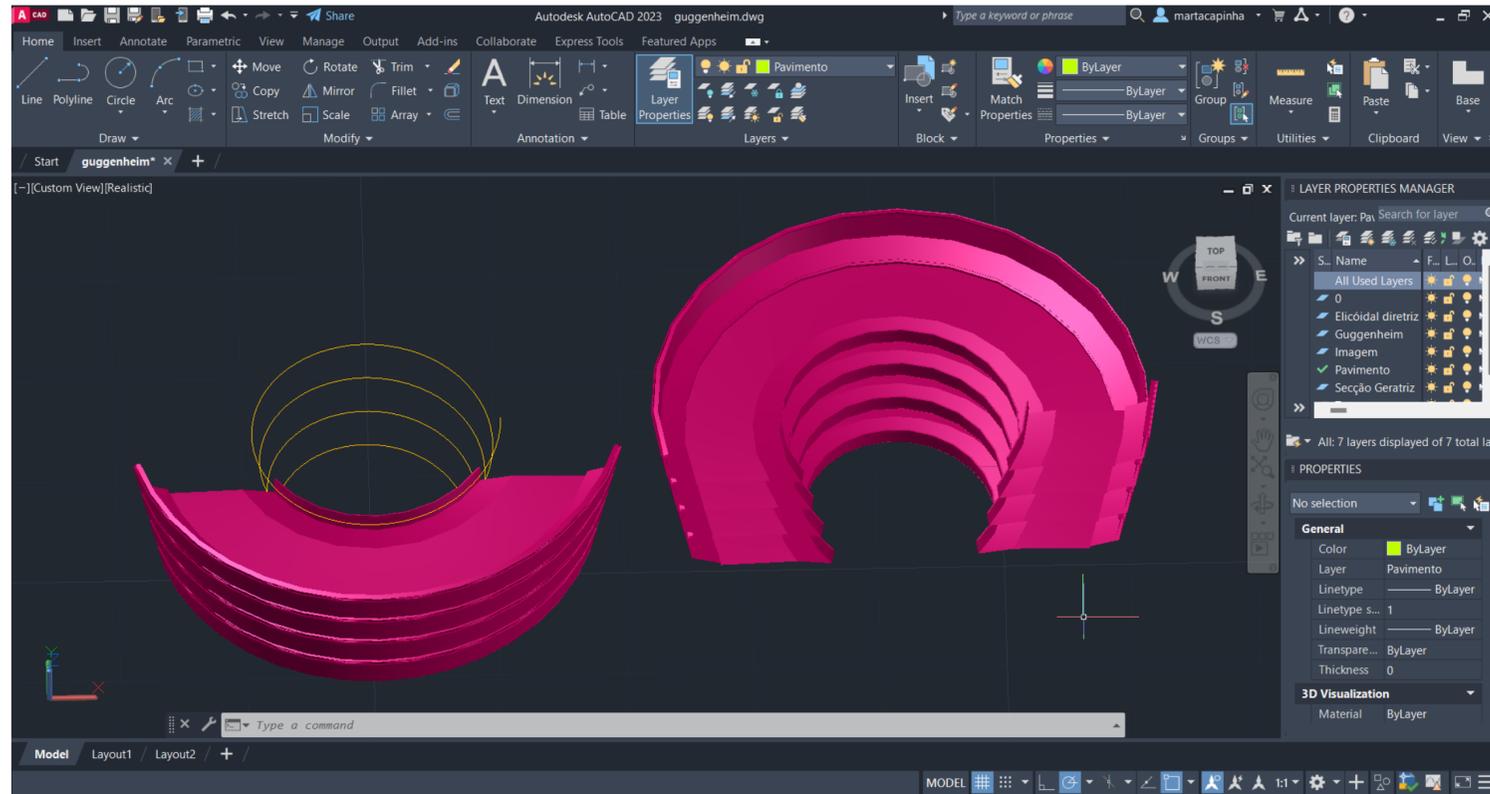
- Para obtermos a figura 3D da rampa em espiral, comando *EXTRUDE*, selecionar o desenho anterior, *path*, e selecionar a espiral
- Para que o ângulo ficasse correto: comando *COPY* para copiar a diagonal da imagem do corte original, e colocamos no ponto exterior inferior da guarda exterior.
- Comando *EXPLODE* na figura original e comando *ALIGN* para alinhar a guarda com a linha diagonal
- Novamente, comando *EXTRUDE*, selecionar o desenho, *path* e selecionar a espiral

# Exerc. 1.8 – Guggenheim New York



- Comando *BOX* para fazer o pavimento adjacente á rampa e comando *MOVE* para alinhar com o centro da rampa
- Comando *SUBTRACT*, selecionar a rampa, selecionar a box e obtemos apenas metade da rampa

# Exerc. 1.8 – Guggenheim New York



Experiência com o comando *SLICE*

Exerc. 1.8 – Guggenheim New York