INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ

ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO
COMPUTAÇÃO GRÁFICA

CAMPUS FORTALEZA

Joel Victor de Castro Galvão
Raynan Serafim de Souza

Professor: Ajalmar Rêgo da Rocha Neto

FORTALEZA
2021

0 - Sumário

1 - Introdução

Este trabalho aborda o tema de objetos de três dimensões e suas complexidades. Primeiramente será abordada a modelagem de objetos em seus respectivos sistema de coordenadas. Consequentemente será abordado sistemas de coordenadas do mundo o qual os objetos farão parte respeitando suas próprias coordenadas. Por fim, será criado um sistema de coordenadas oriundo de uma câmera a qual será criada para observar.

2 - Resultados

O desenvolvimento deste, foi realizado utilizando da linguagem de programação python com o apoio das ferramentas numpy e matplotlib. Foi buscado realizar a apresentação dos resultados de forma simples e clara, identificando cada objeto com uma cor específica para arestas e translúcida para suas faces.

2.1 - Questão 1

2.1.2 - Cubo

O cubo foi criado utilizando o centro de sua face inferior como ponto de origem. Portanto, a mesma fica localizada no ponto (0, 0, 0) de origem do sistema. Cada aresta presente no cubo possui 1.5 de comprimento.

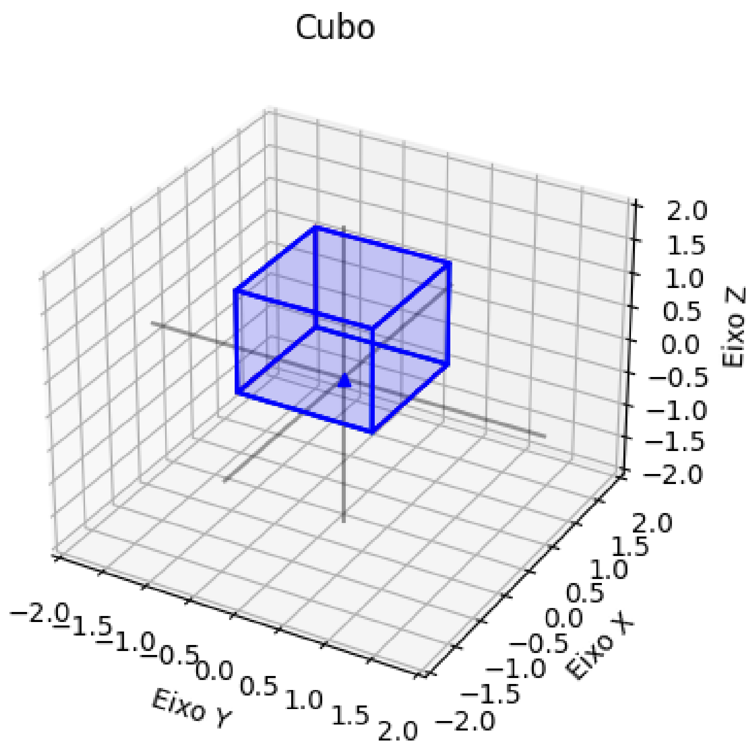

Figura 1: Cubo em seu sistema próprio

2.1.3 - Paralelepípedo

O paralelepípedo tem como sua origem o centro de uma aresta da sua face inferior sendo esta aresta paralela ao eixo y, o ponto de origem foi centralizado no ponto (0,0,0) do sistema como no item anterior. Possuindo medidas de 2.5 para altura, 5 para profundidade e 1.5 para largura.

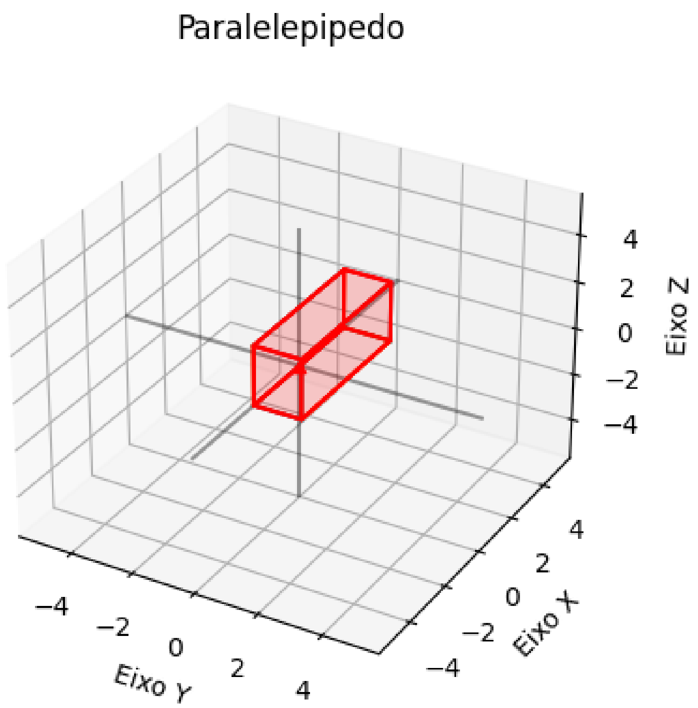

Figura 2: Paralelepípedo em seu sistema próprio

2.1.3 - Pirâmide

Na criação da pirâmide, foi usado o centro de sua base como origem do objeto e do sistema. Na base foi utilizada arestas de tamanho 2 e para altura foi usado 3.

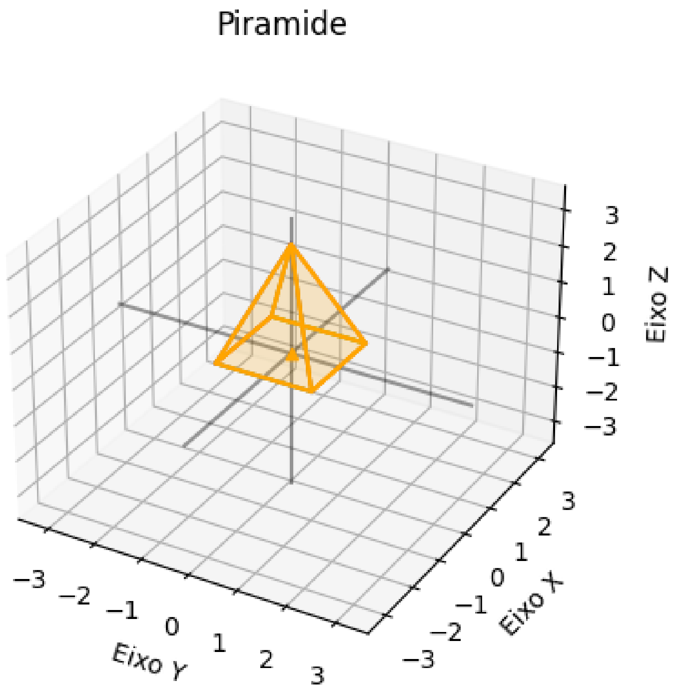

Figura 3: Pirâmide em seu sistema próprio

Após a criação, foi realizada a rotação de 45º no eixo *Z* do sistema de coordenadas para que os pontos da base façam um ângulo de 45 graus com o eixo *X*. Com esta transformação, fazemos com que todos os pontos pertencentes aos eixos *X* e *Y*, sejam deslocados em meio quadrante, resultando com que os pontos da base fiquem alinhados com a abscissa e ordenada do sistema.

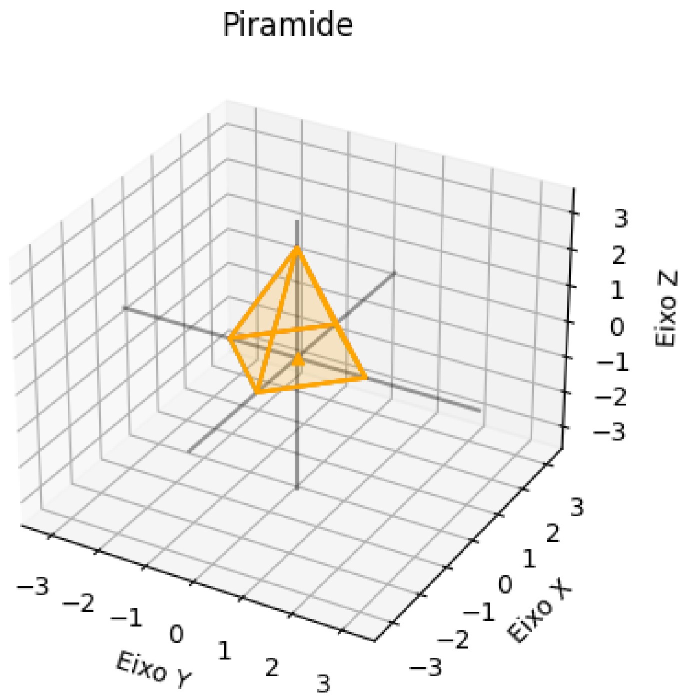

Figura 4: Pirâmide rotacionada

2.1.2 - Tronco de pirâmide

Para o tronco de pirâmide, assim como no cubo e pirâmide, foi usado o centro da face inferior como origem do objeto e sistema. Na face inferior às arestas possuem 3 de comprimento, para a face superior às arestas possuem 1.3 de comprimento e para altura foi utilizado 2.5.

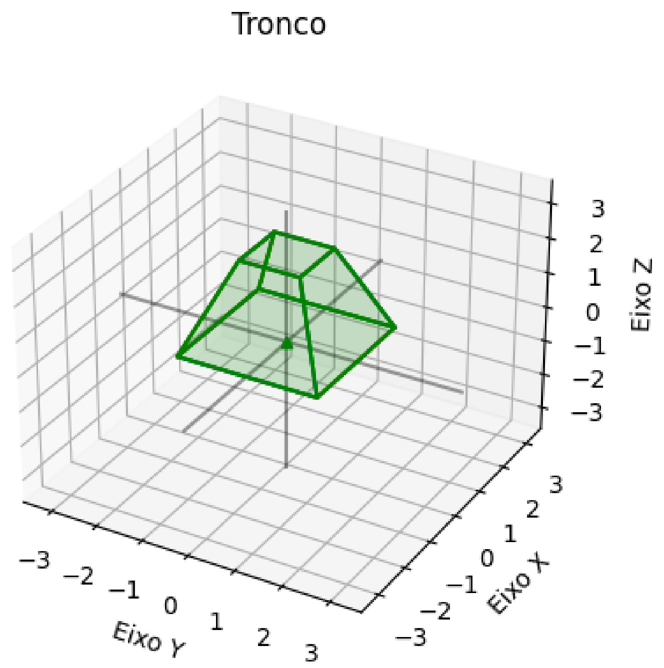

Figura 5: Tronco de pirâmide em seu sistema próprio

2.2 - Questão 2

Neste item, foi primeiramente inserido todos os quatro objetos, criados no tópico 2.1, no mesmo sistema cartesiano tridimensional resultando na seguinte disposição. A área desse sistema foi limitada ao valor de 6 em cada direção.

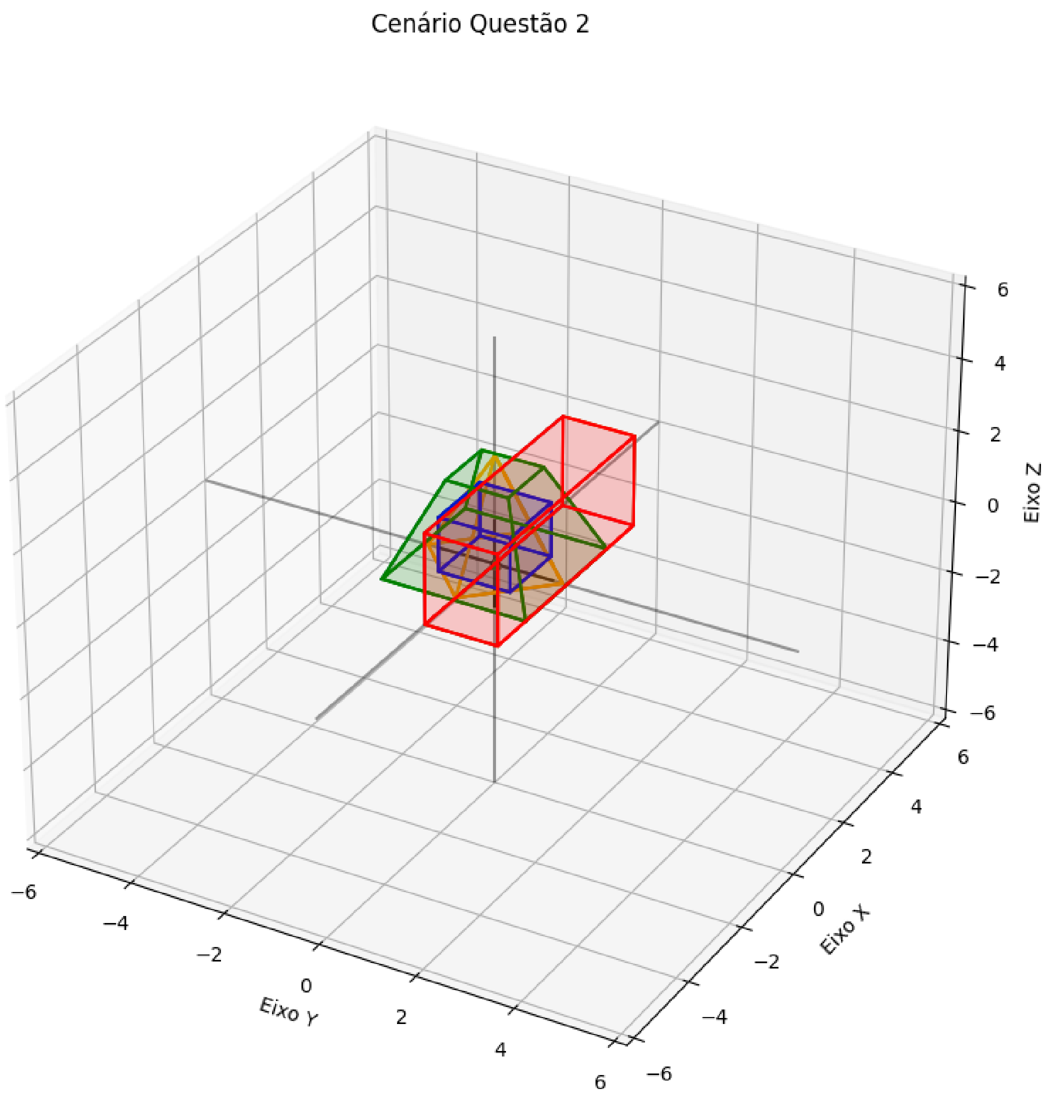

Figura 6: Objetos no sistema de coordenadas do mundo

Para o cubo e pirâmide, realizamos a translação utilizando de suas origens para as coordenadas (1.5, 1.5, 0) e (3.5, 3.5, 0) respectivamente, fazendo assim com que os dois objetos façam parte do segundo octante do espaço.

Já para o paralelepípedo e tronco, os dois foram submetidos a translação para o ponto (-2, -3, 0) e (-4, -3, 3) respectivamente situando ambos no quarto octante.

Após a translação dos quatro objetos, obtemos a seguinte projeção, com cada grupo de objetos separados por octantes.

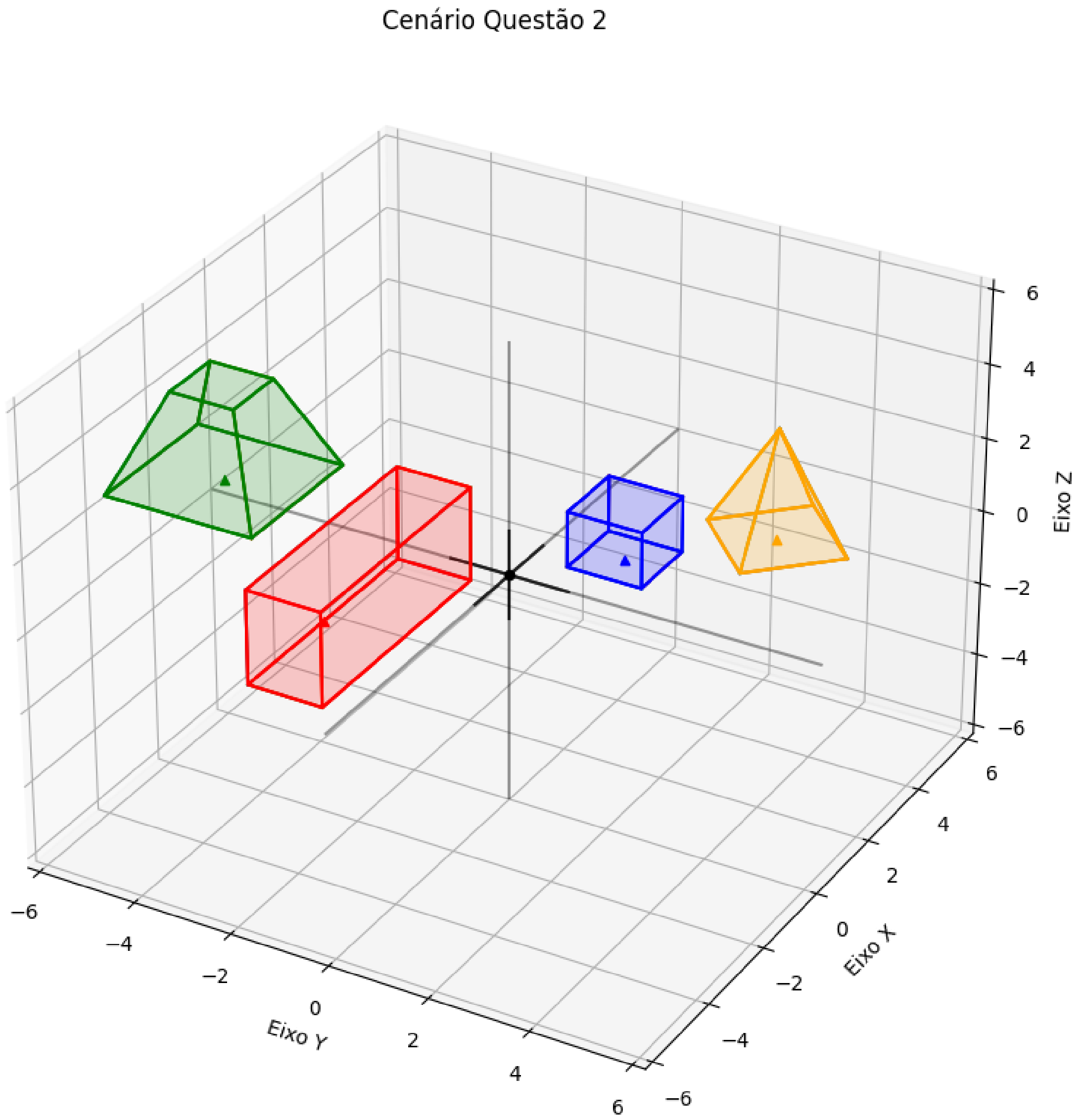

Figura 7: Objetos e seus respectivos octantes

2.3 - Questão 3

Para a realização da configuração dos objetos no sistema de coordenadas da câmera, foi primeiramente escolhido o terceiro octante do sistema do mundo e o ponto de origem situado na coordenada (-2, 2, 2) para representar a posição de nossa câmera virtual. A câmera irá observar o octante dois, o qual o cubo e a pirâmide estão localizados, com posição de observação sendo o ponto médio do centro de massa dos objetos, logo a configuração que se pretende obter após realizadas as transformações é a seguinte.

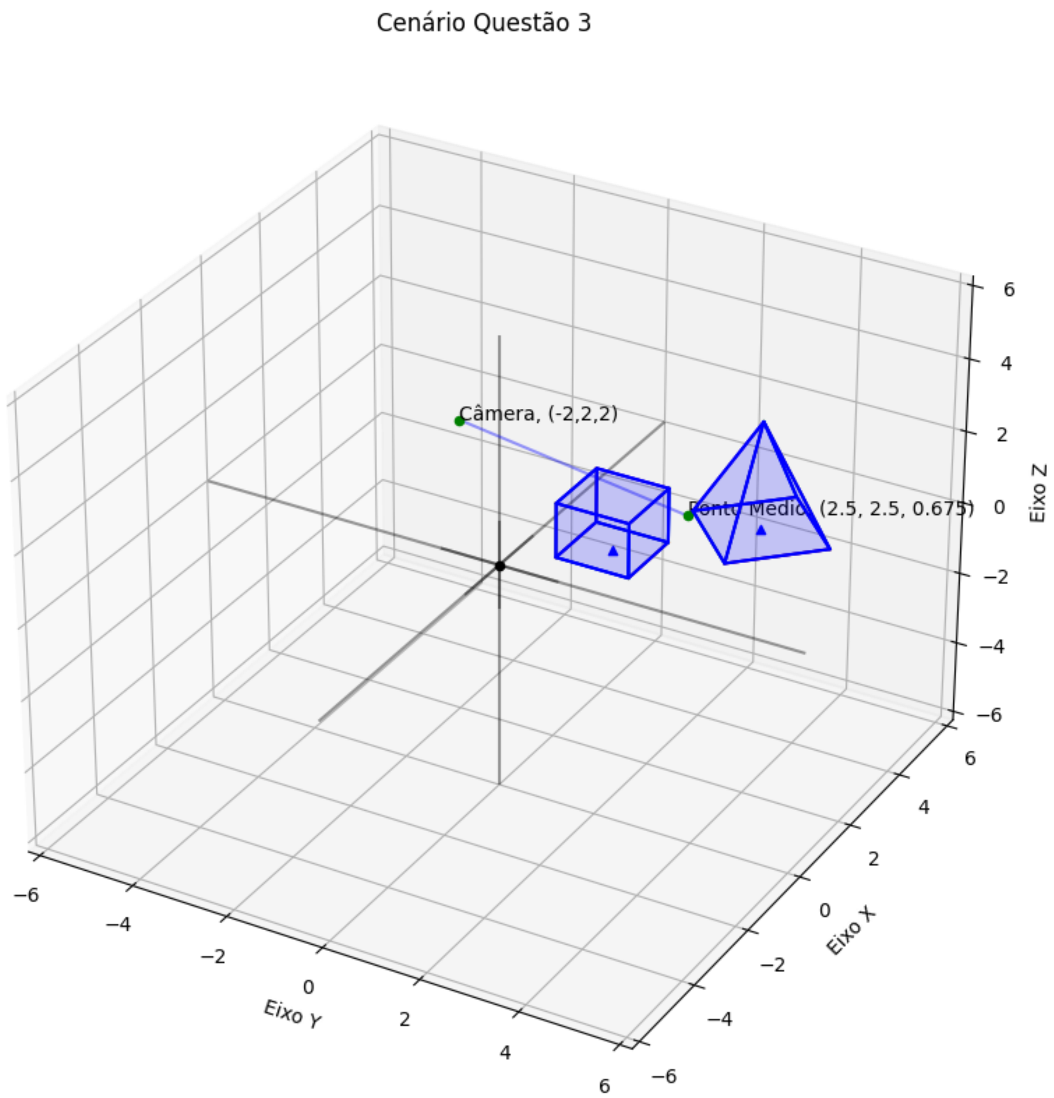

Figura 8: Câmera e ponto médio

Durante a transformação, foi utilizado a seguinte regra de formação para os vetores de translação e rotação.

O sistema nas coordenadas da câmera é obtido por *p'=RTp*, sendo *p* os vértices do objeto, *R* o vetor de rotação e *T* o vetor de translação, dados por:

$$T=\begin{bmatrix}1 & 0 & 0 & -x_c \\ 0 & 1 & 0 & -y_c \\ 0 & 0 & 1 & -z_c \\ 0 & 0 & 0 & 1\end{bmatrix} \quad R=\begin{bmatrix}x_u & y_u & z_u & 0 \\ x_v & y_v & z_v & 0 \\ x_n & y_n & z_n & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1\end{bmatrix}$$

Figura 9: Matrizes de operação

Ao ser realizado as devidas transformações, tivemos como resultado a seguinte representação, que possui a origem do sistema como a posição da câmera virtual.

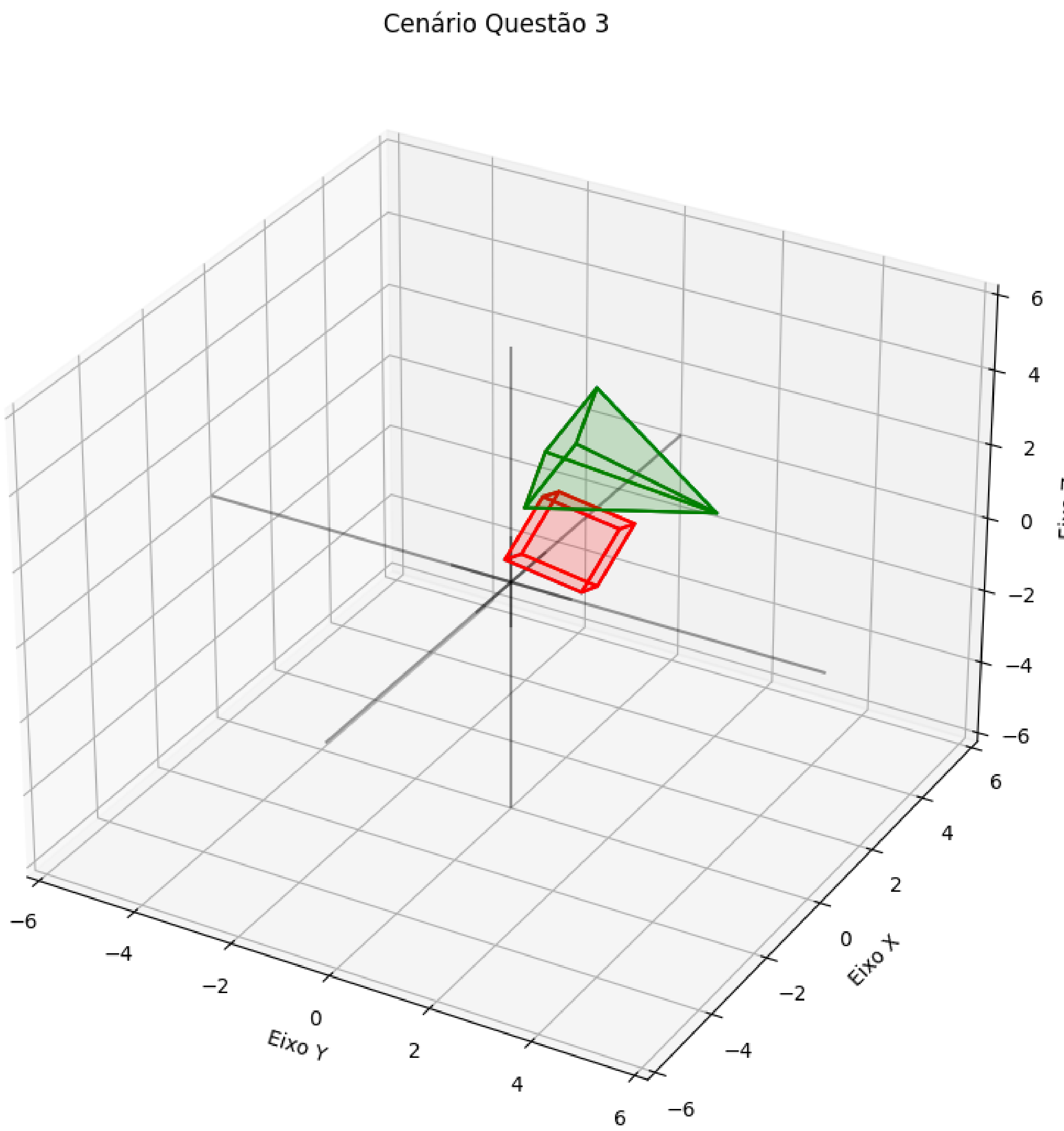

Figura 10: Objetos no sistema de coordenadas da câmera

2.4 - Questão 4

No último item, foi realizado a projeção paralela ortogonal dos sólidos da questão anterior em duas dimensões, com isso foi obtido a perspectiva do observador aos objetos contidos no volume de visão da câmera.

Para esta transformação deve ser removida as coordenadas referentes ao eixo *Z* do sistema e realizamos a plotagem das arestas restantes em um plano, essa ação é realizada pelo produto dos pontos *p* pela matriz *P,* portanto p'=pP.

$$P = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Figura 11: Matriz de transformação P

Como resposta dessa operação se obtém objetos que assumem uma forma achatada se visto em 3d.

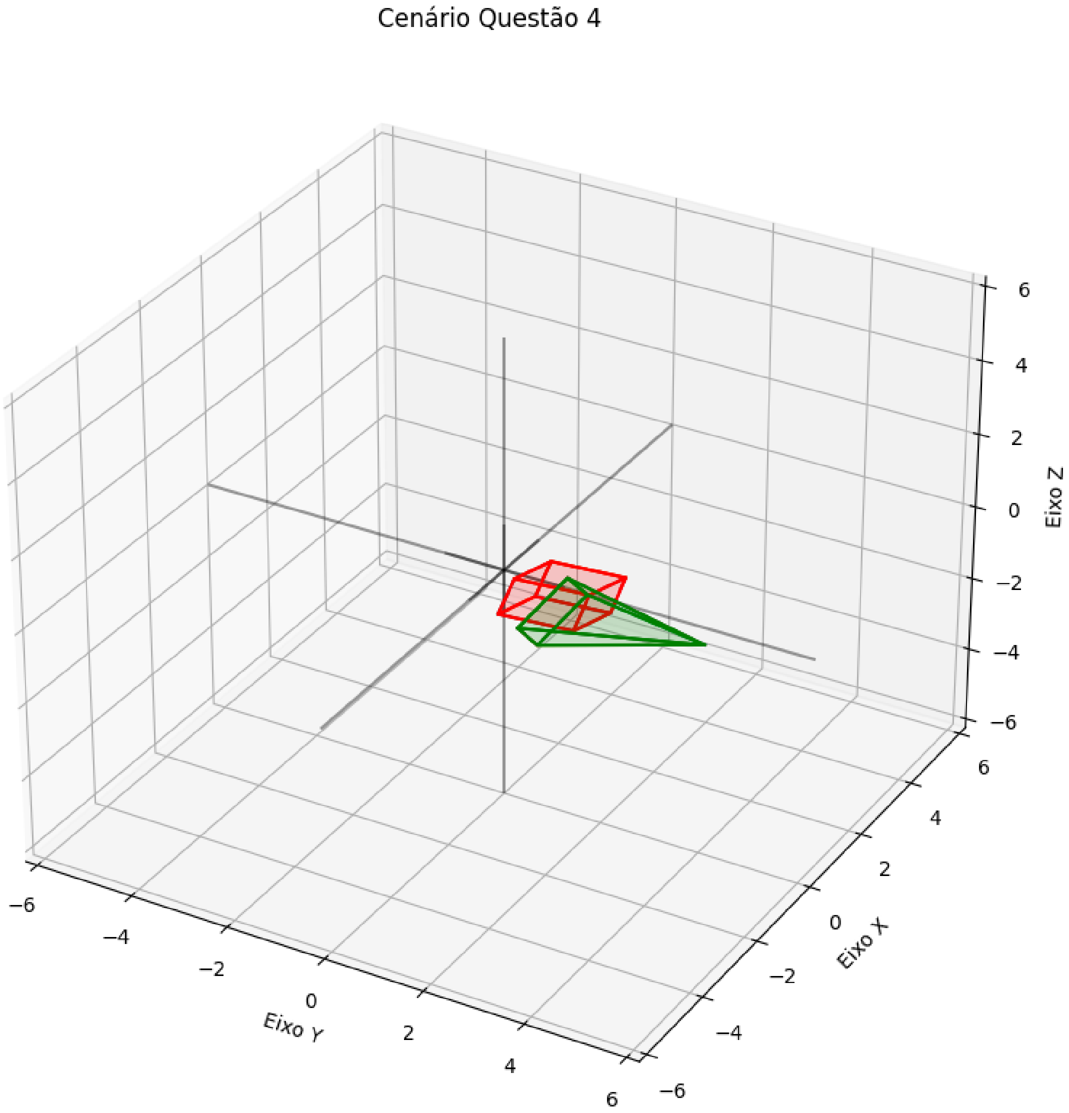

Figura 12: Objetos após transformação com matriz P 3d

Por fim ao realizar uma visualização em 2d é possivel ver os objetos como esperado.

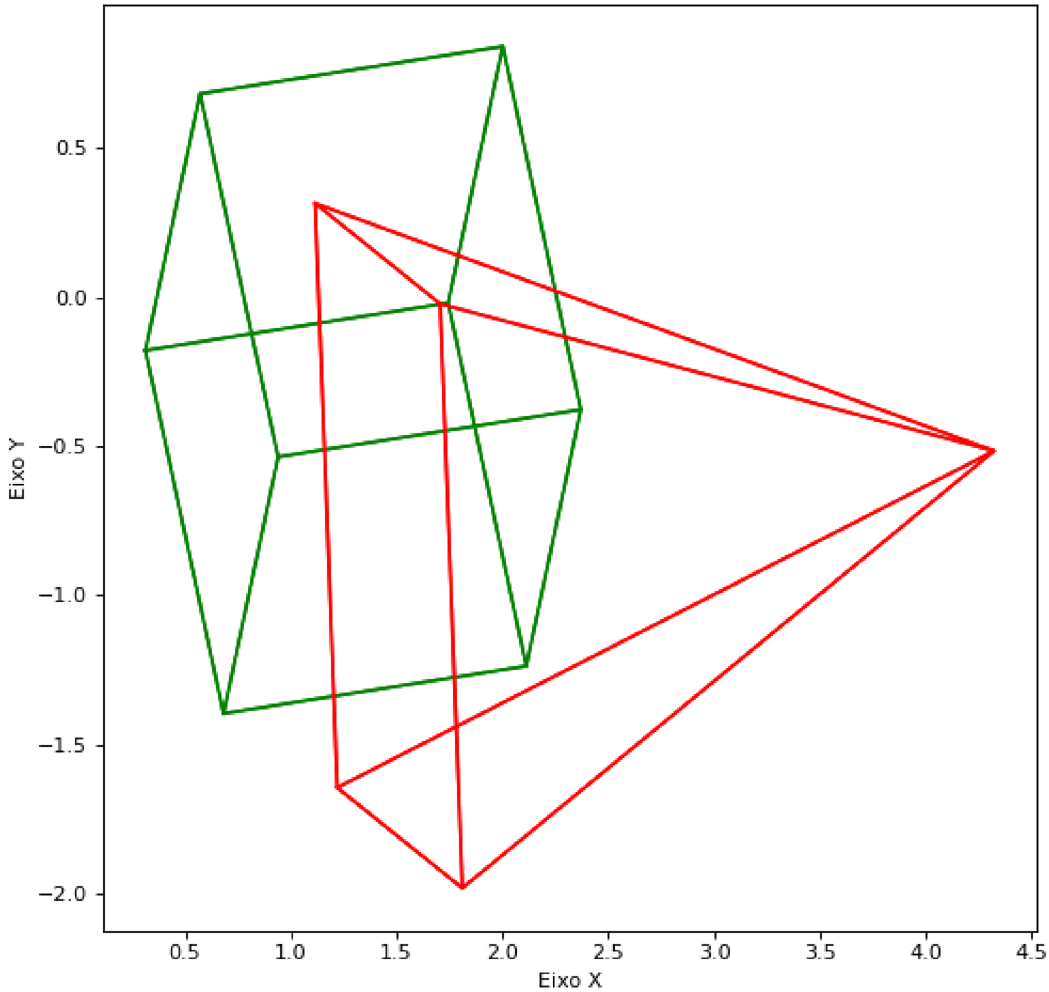

Figura 13: Objetos após transformação com matriz P 2d

3 - Conclusão

Ao término deste trabalho, foi possível concluir que operações aplicadas sobre os objetos podem corresponder a modificações de suas representações em um sistema global, mesmo que essa seja realizada diretamente sobre sua estrutura enquanto o objeto está presente no sistema global.

Durante o desenvolvimento do relatório, foi notável a grande importância das diversas estruturas para a representação do objeto. Para realizarmos uma transformação em suas coordenadas, foi fácil utilizar da representação em vetores para obter o objeto resultante, assim como foi de grande utilidade a representação em arestas e faces para realizar a renderização do objeto com as bibliotecas de computação gráfica.

4 - Referências

- Figura 1, Figura 2, Figura 3, Figura 4, Figura 5, Figura 6, Figura 7, Figura 8, Figura 10, Figura 12, Figura 13: Imagens de autoria própria utilizando a biblioteca pyplot
- Figura 9, Figura 11: Computação Gráfica Teoria e Prática; Eduardo Azevedo, Aura Conci, Cristina Vasconcelos
- Computação Gráfica Teoria e Prática; Eduardo Azevedo, Aura Conci, Cristina Vasconcelos
- Aulas Computação gráfica 2021; Rocha Neto, Ajalmar R., IFCE.
- https://matplotlib.org/stable/contents.html
- https://numpy.org/doc/stable/
- https://medium.com/analytics-vidhya/simple-camera-models-with-numpy-and-matplotlib-92281f15f9b2
- http://www.ic.uff.br/~anselmo/cursos/CGI/slidesGrad/CG_aula11(projecoesecameras).pdf