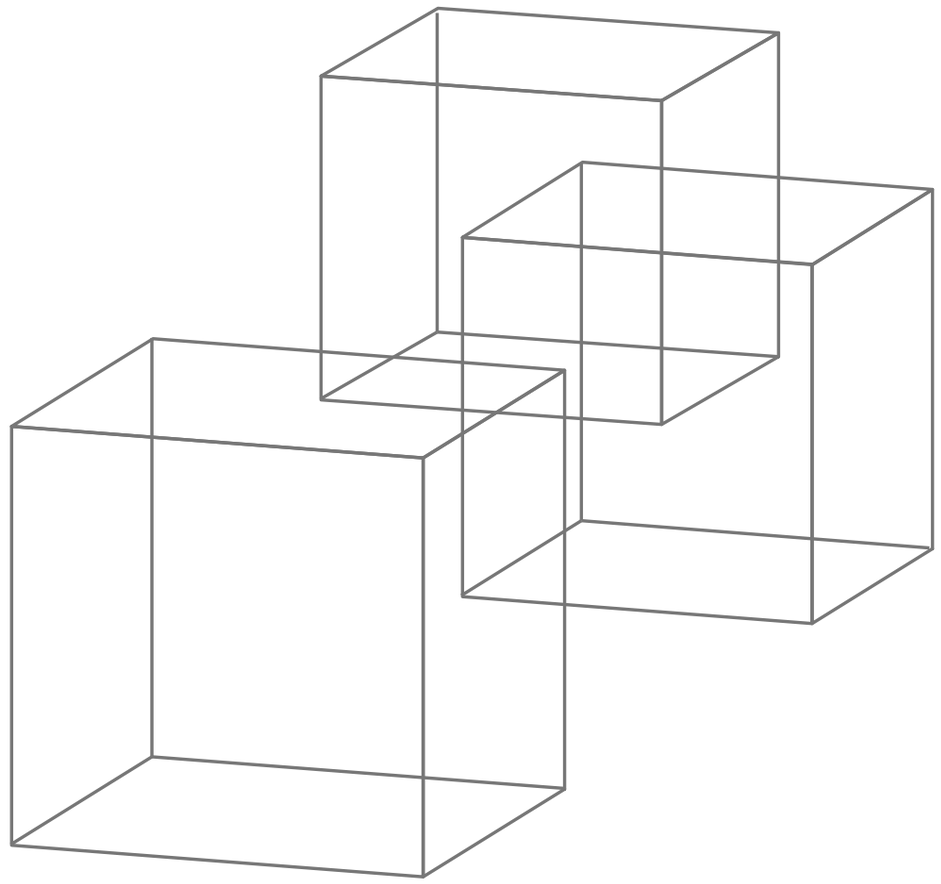
Hidden Line Hidden Surface Removal

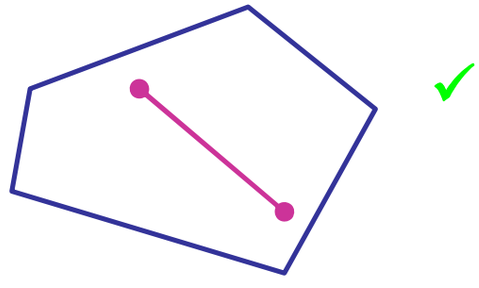
Necessidade de Algoritmos para Hidden-Line Hidden-Surface Removal*



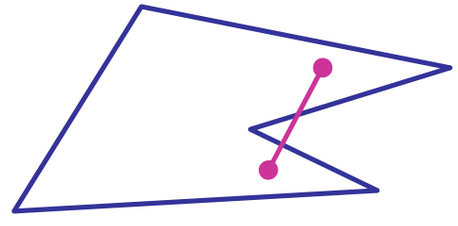
* Remoção de partes ocultas (linhas e/ou superfícies)

Considerações Preliminares (I)

POLÍGONO CONVEXO: **Aquele em que uma linha unindo dois quaisquer pontos interiores ao polígono esteja nele totalmente contida.**

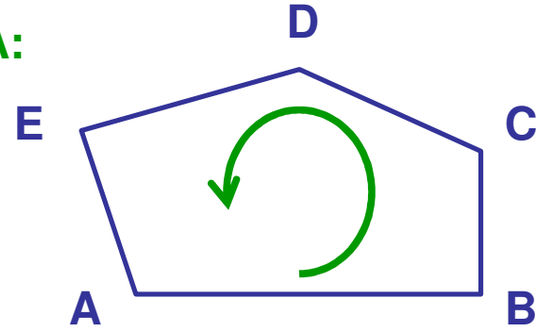


✓

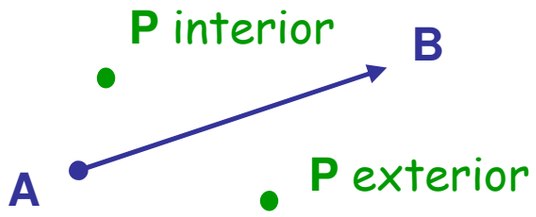


X

POLÍGONO (CONVEXO) COM ORIENTAÇÃO POSITIVA:



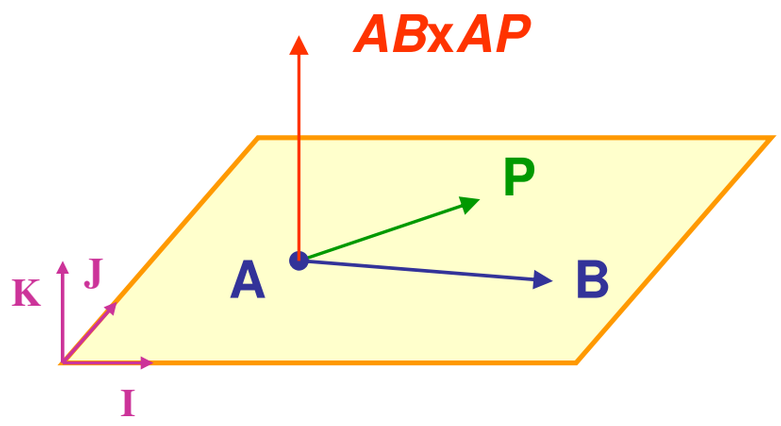
Um ponto interior a um polígono convexo com orientação positiva fica à esquerda de todas as arestas do mesmo.



M. Próspero

Considerações Preliminares (II)

Determinação da posição de um ponto P via produto externo de dois vetores:



$$AB \times AP = \begin{vmatrix} I & J & K \\ (x_B-x_A) & (y_B-y_A) & 0 \\ (x_P-x_A) & (y_P-y_A) & 0 \end{vmatrix} = ((x_B-x_A)(y_P-y_A)-(x_P-x_A)(y_B-y_A))\,K = k\,K$$

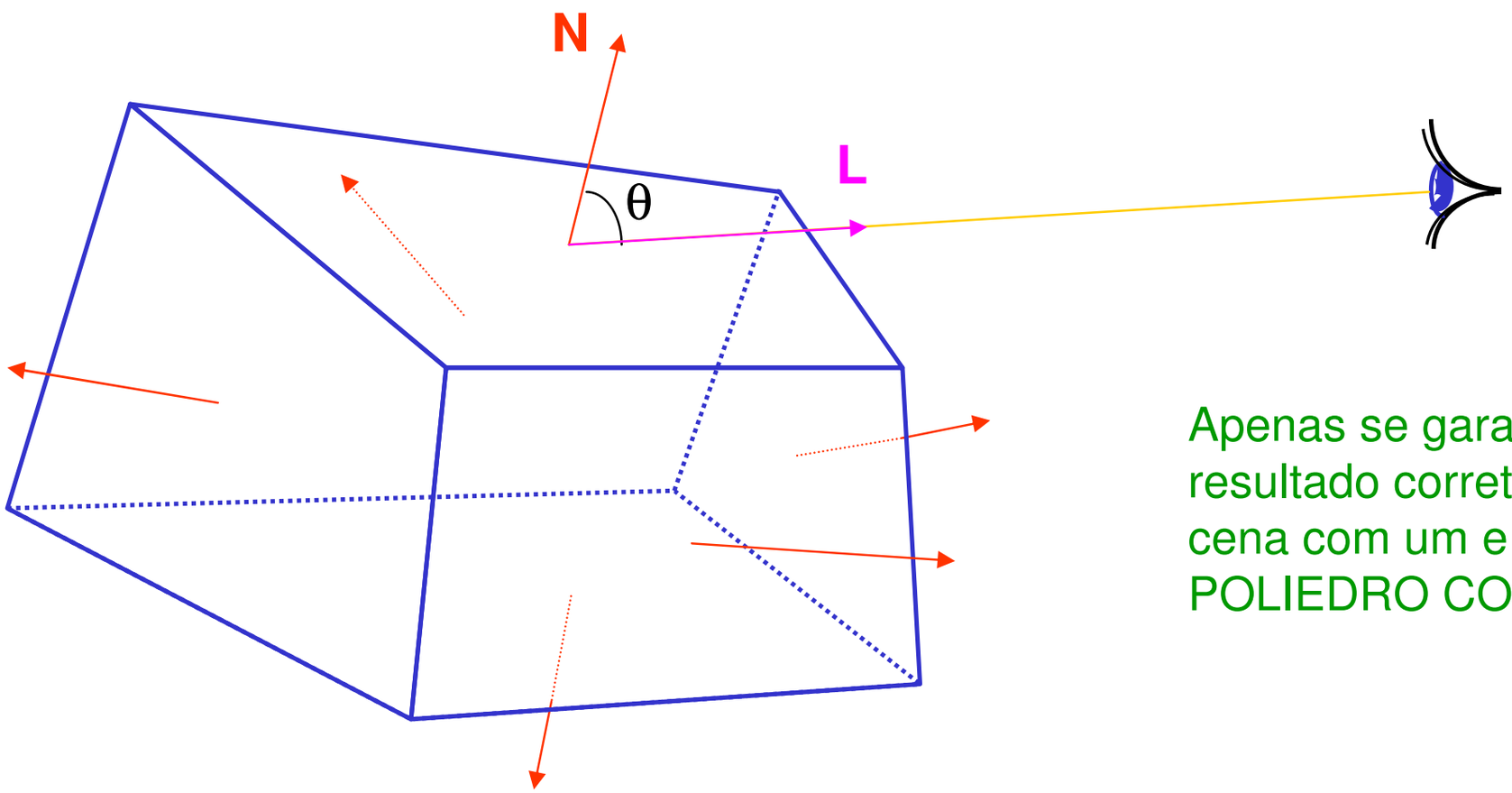
$k > 0 \Rightarrow$ **P à esquerda de AB**

$k < 0 \Rightarrow$ **P à direita de AB**

M. Próspero

Método do Produto Interno

Test for Culling Polygon Faces



Apenas se garante um resultado correto numa cena com um e um só POLIEDRO CONVEXO

A superfície não é visível ⟶ $90^o \leq \theta \leq 180^o$

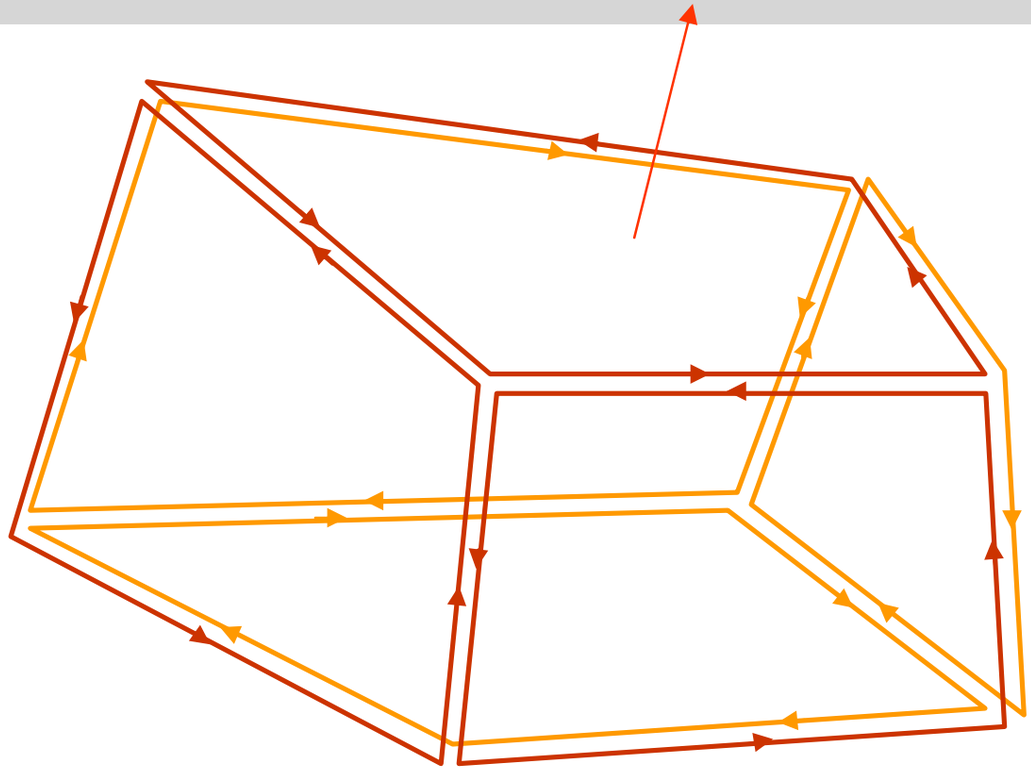
A superfície é visível ⟶ $0^o \leq \theta < 90^o$ ⟶ $0 < \cos\theta \leq 1$

$$\cos\theta = \frac{L \cdot N}{|L|\,|N|} \qquad \text{em que} \qquad L \cdot N = x_L x_N + y_L y_N + z_L z_N$$

M. Próspero

Método do Produto Interno

Cálculo dos vetores normais:



Polígonos com orientação positiva quando observados do exterior do poliedro

Tomando 3 vértices consecutivos:

$$N = (V_2 - V_1) \times (V_3 - V_2)$$

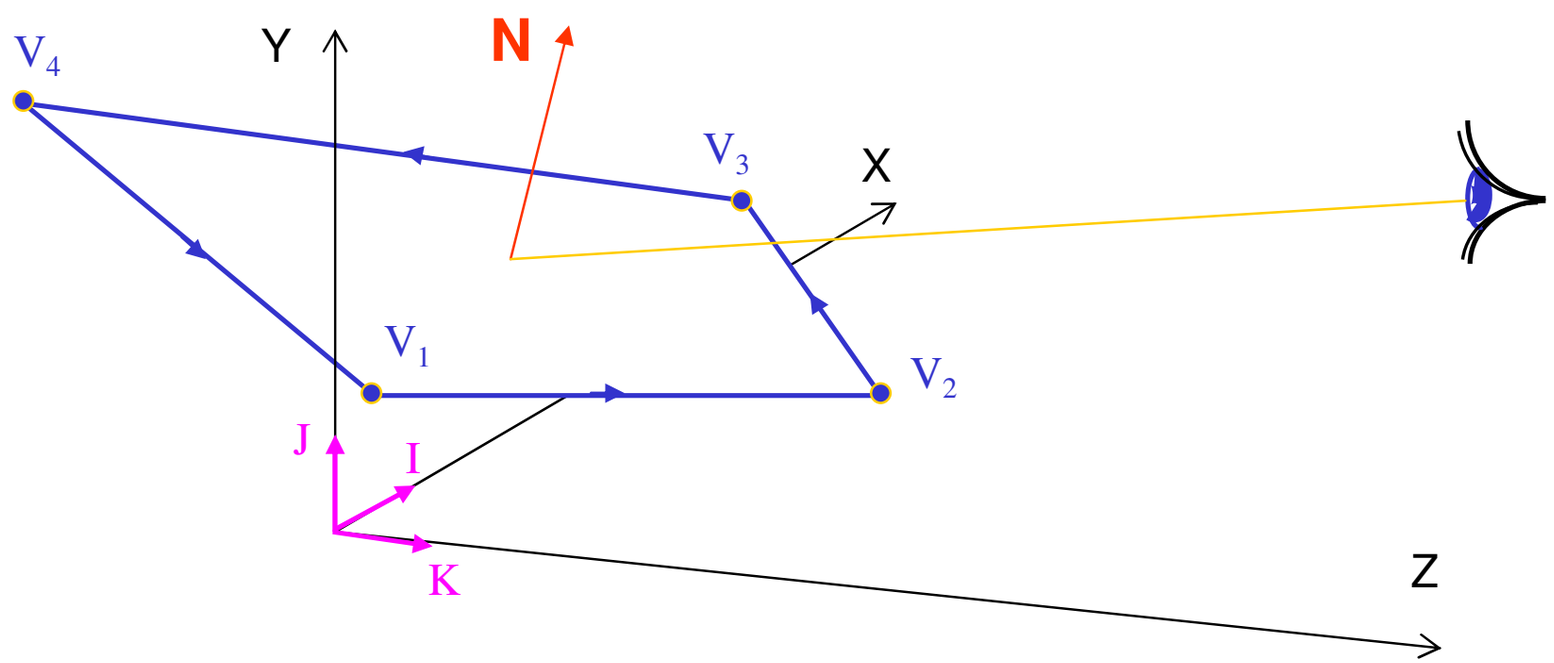
$$= \begin{vmatrix} I & J & K \\ x_{21} & y_{21} & z_{21} \\ x_{32} & y_{32} & z_{32} \end{vmatrix}$$

em que

$$x_{ji} = x_j - x_i$$

$$y_{ji} = y_j - y_i$$

$$z_{ji} = z_j - z_i$$



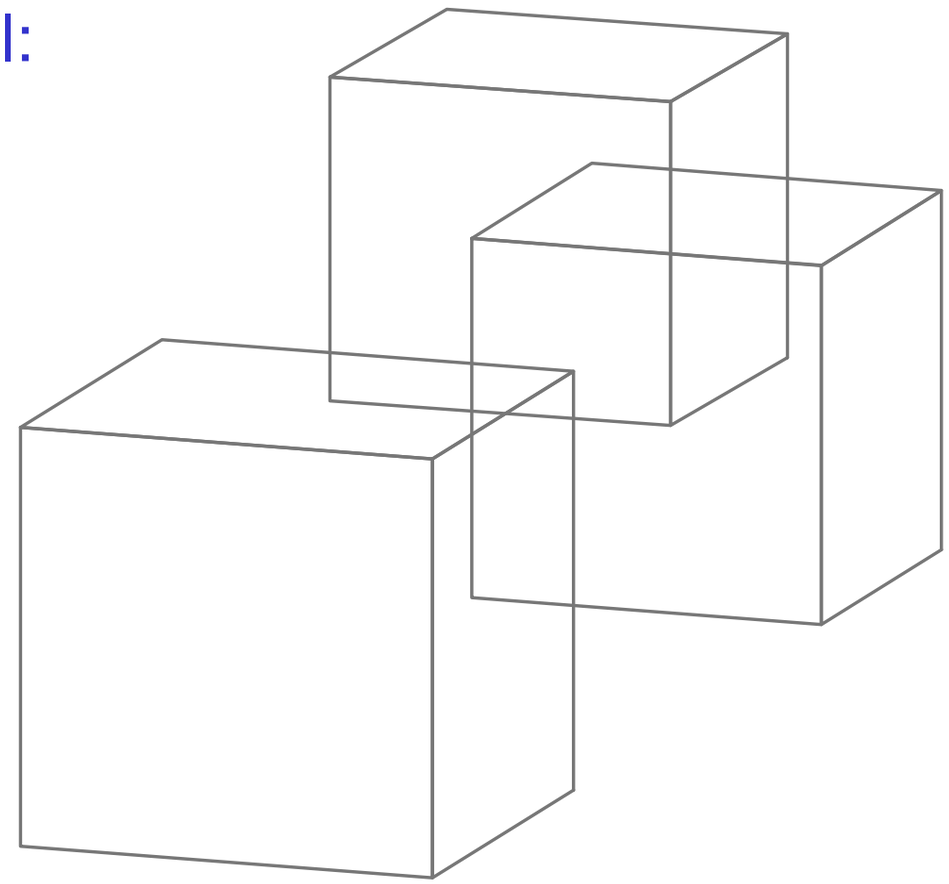
OBS.: Na **projeção ortogonal** bastará investigar o sinal de uma das componentes de N (ou seja: para a projeção em XY, se $N_Z > 0$ então o polígono será visível)

M. Próspero

Método do Produto Interno

Aplicação do método de *Culling* de faces para Hidden-Line Removal

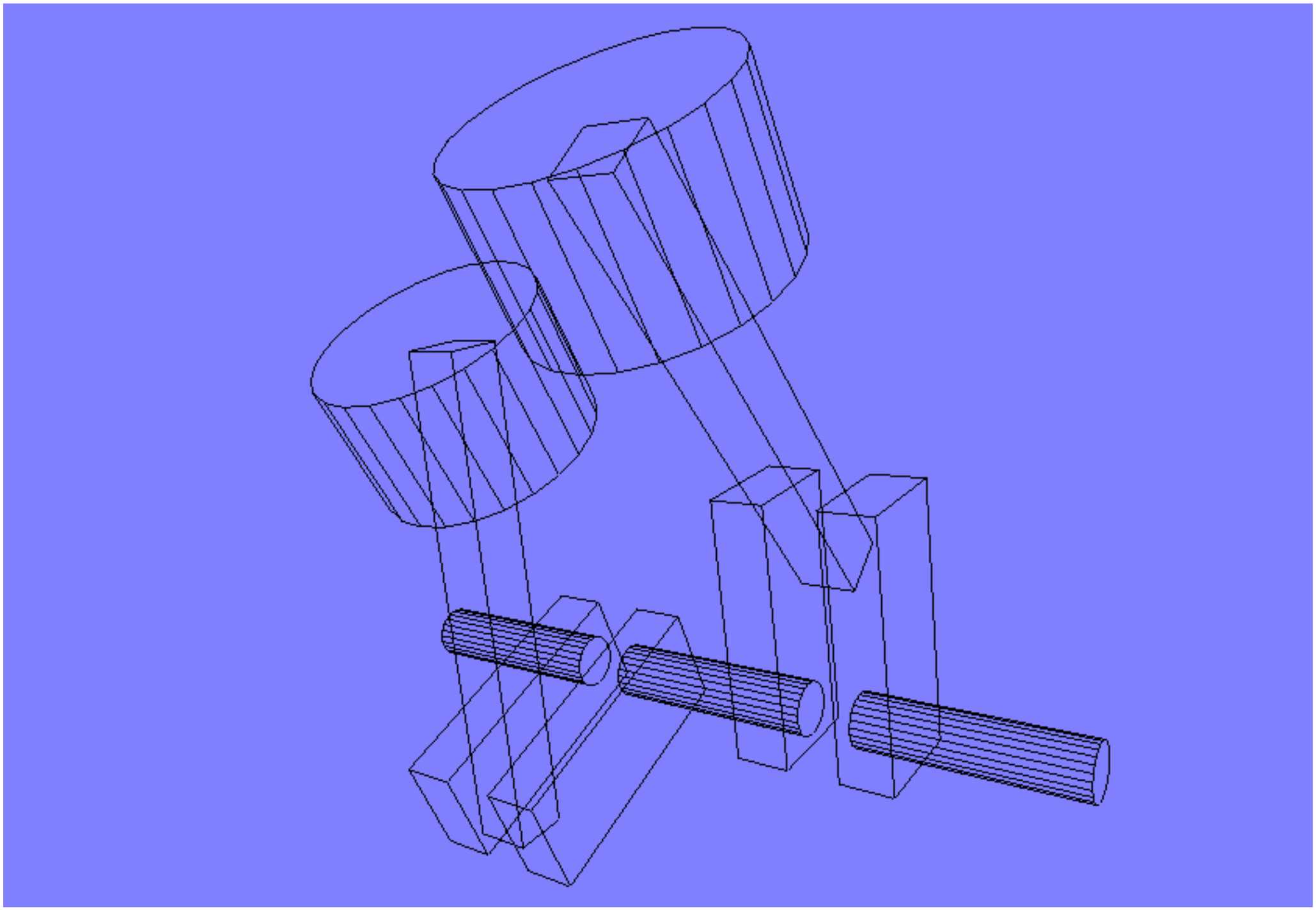
Resultado final:



Em WebGL, aplica-se o método usando `gl.enable(gl.CULL_FACE)`, podendo definir-se o tipo de faces a ocultar (ie front ou back) via `gl.cullFace()`

M. Próspero

Exemplo

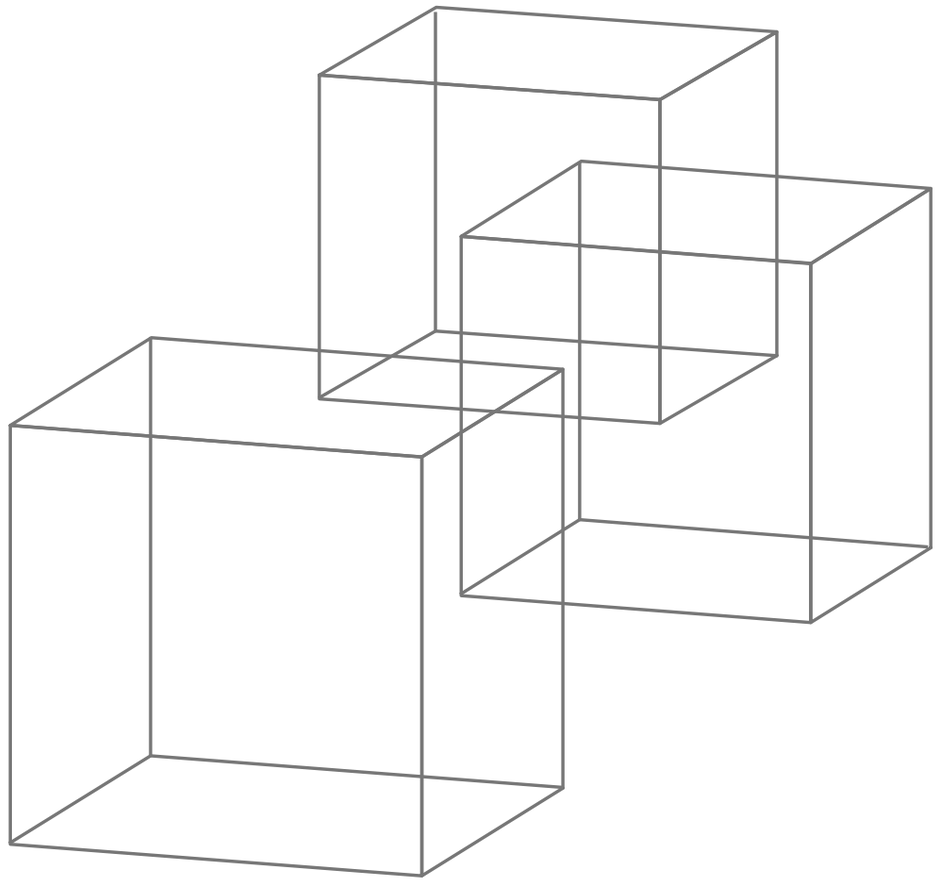


Objetos em VRML com *culling ON*

Algoritmo de Z-Buffer

Algoritmo mais geral e mais adequado a HSR

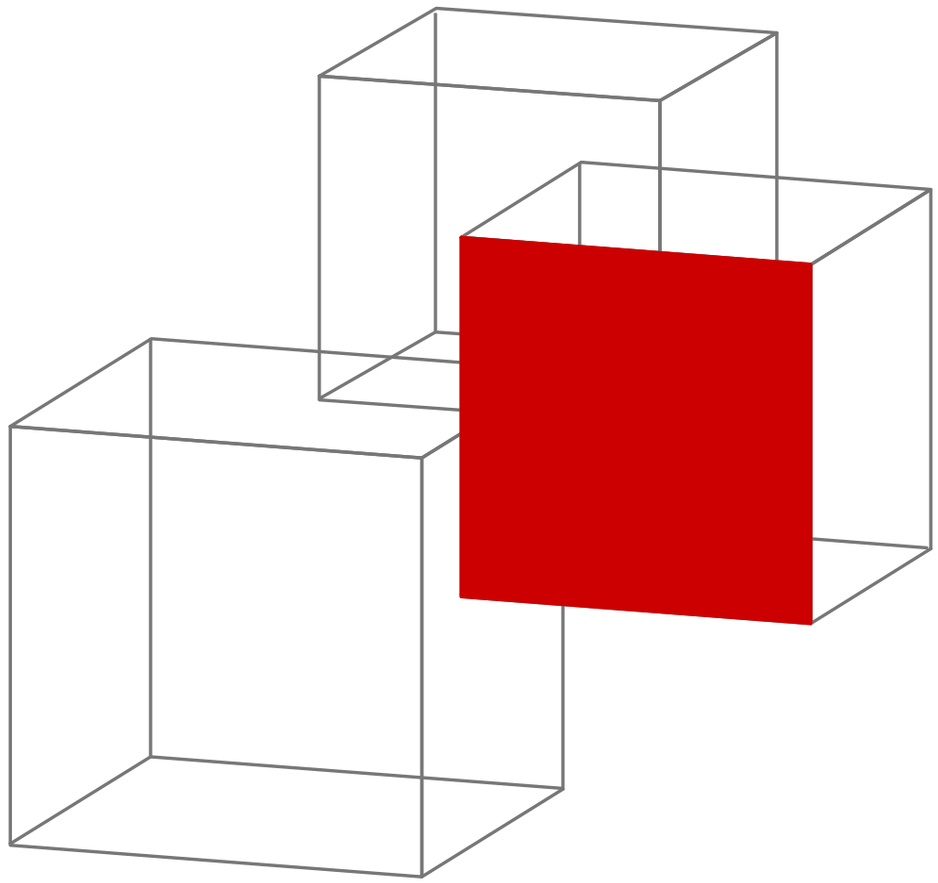
Situação inicial de um exemplo de aplicação:



M. Próspero

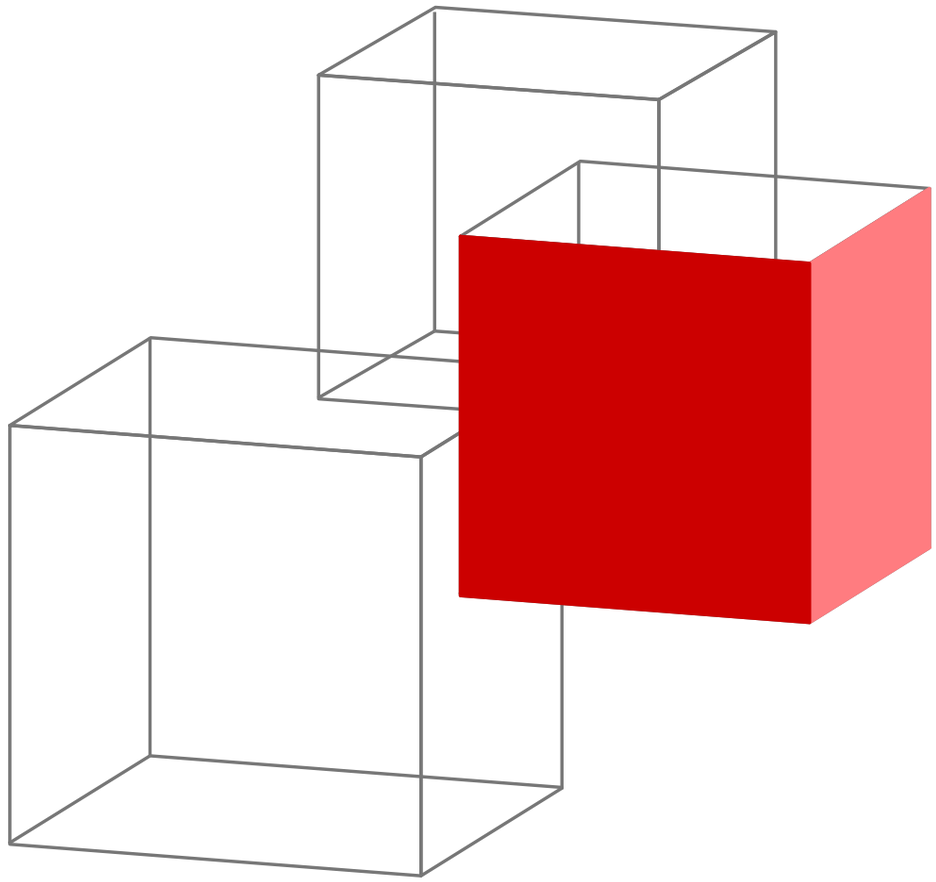
Aplicação do algoritmo de Z-Buffer

Embora os resultados intermédios possam ser diferentes, a ordem de processamento dos polígonos é irrelevante para o resultado final.



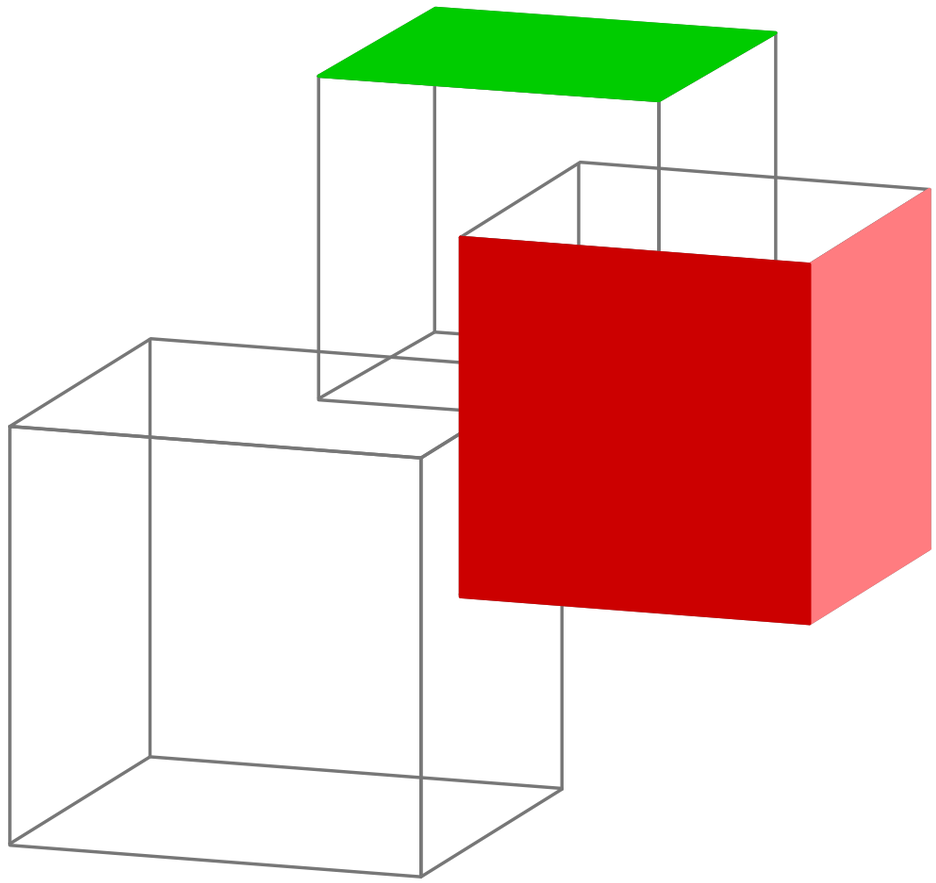
Aplicação do algoritmo de Z-Buffer

Embora os resultados intermédios possam ser diferentes, a ordem de processamento dos polígonos é irrelevante para o resultado final.



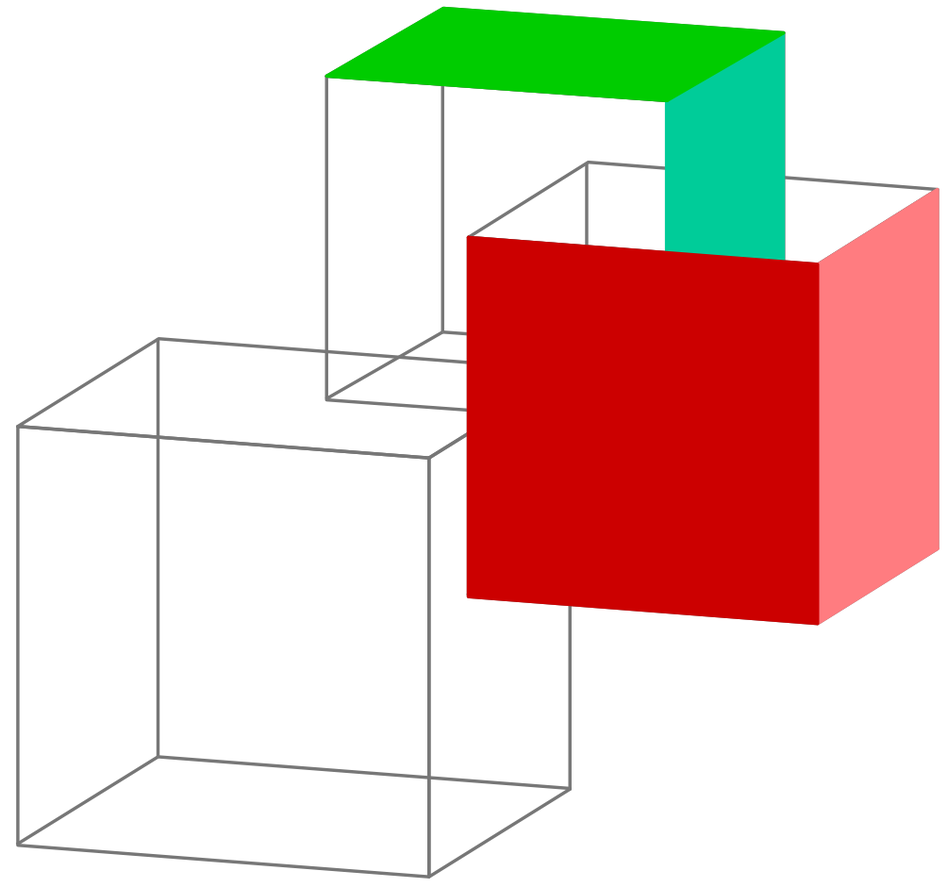
Aplicação do algoritmo de Z-Buffer

Embora os resultados intermédios possam ser diferentes, a ordem de processamento dos polígonos é irrelevante para o resultado final.



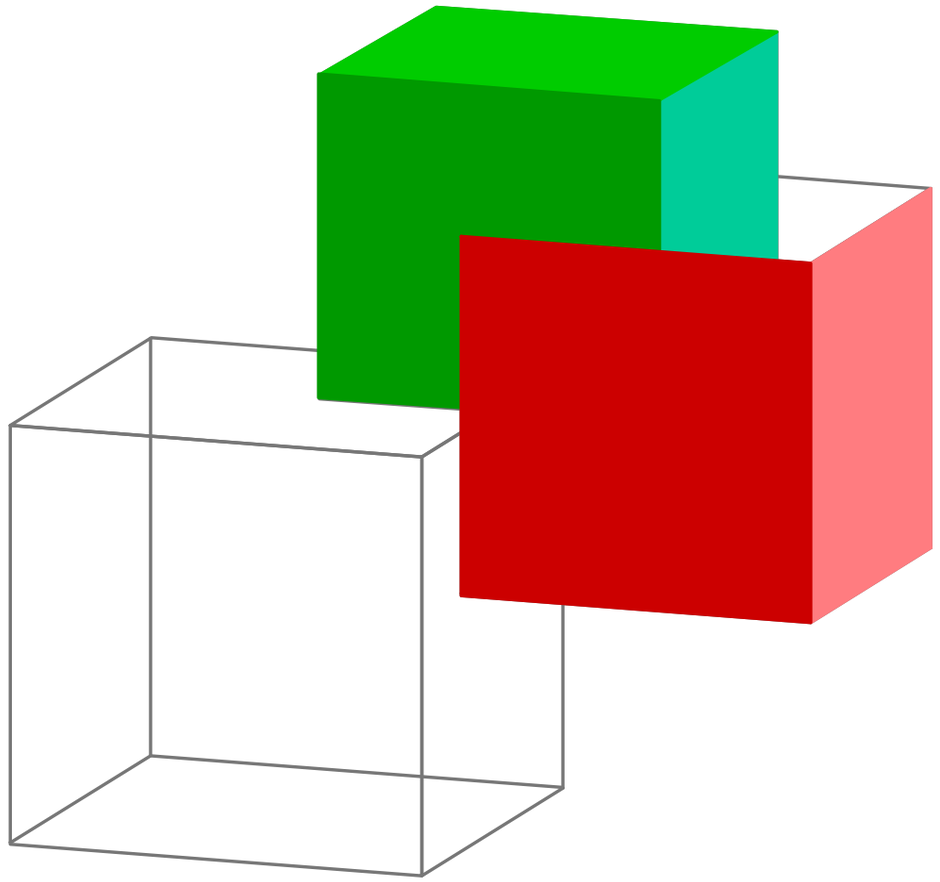
Aplicação do algoritmo de Z-Buffer

Cada pixel de um polígono só é escrito se não houver sobreposição com nenhum outro ou, caso contrário, se a sua distância ao observador for menor que a distância associada ao pixel, já escrito, pertencente a polígono tratado em fase anterior.



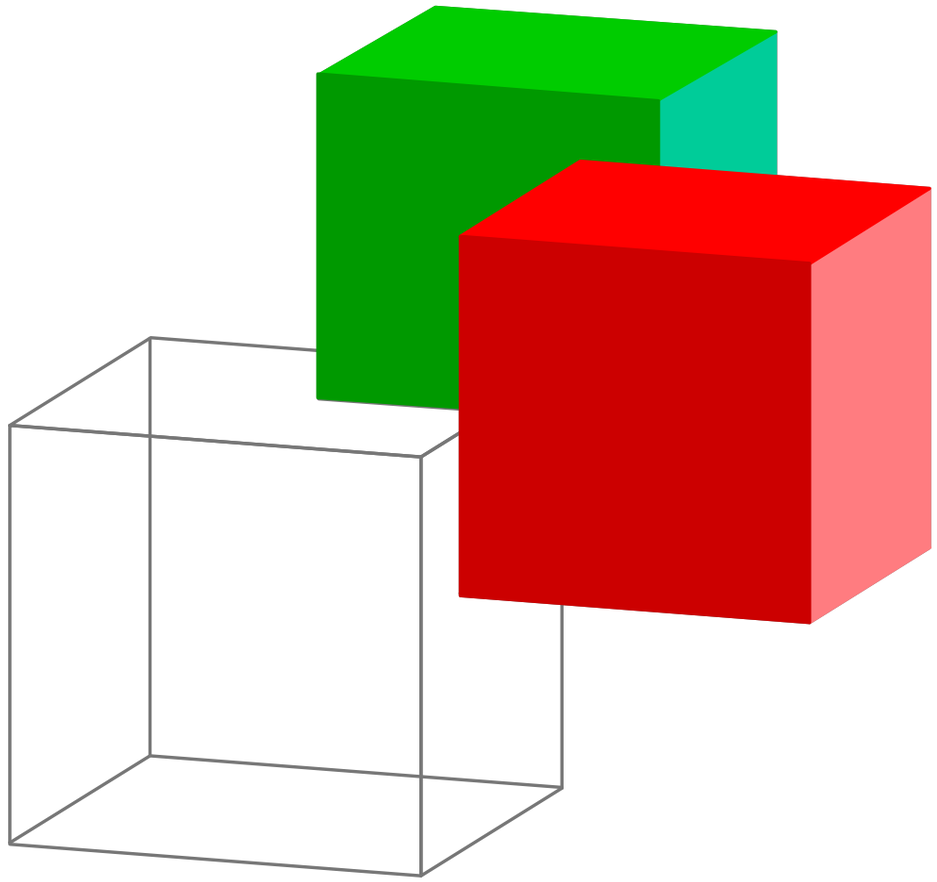
Aplicação do algoritmo de Z-Buffer

Cada pixel de um polígono só é escrito se não houver sobreposição com nenhum outro ou, caso contrário, se a sua distância ao observador for menor que a distância associada ao pixel, já escrito, pertencente a polígono tratado em fase anterior.



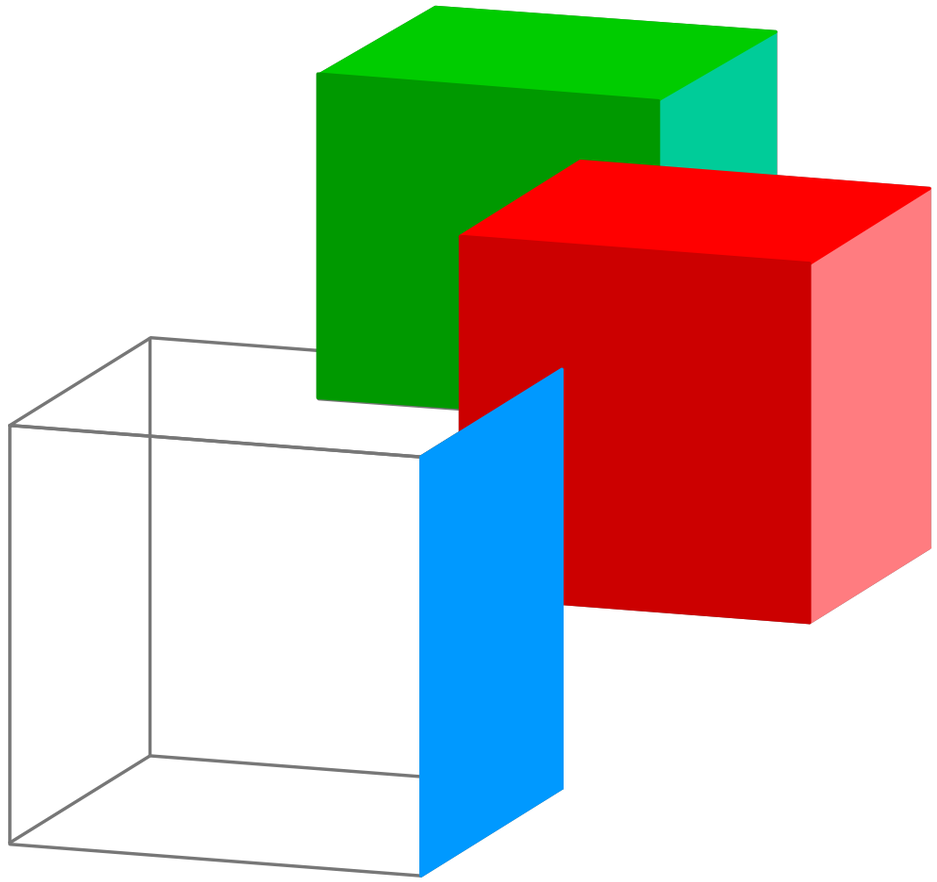
Aplicação do algoritmo de Z-Buffer

Cada pixel de um polígono só é escrito se não houver sobreposição com nenhum outro ou, caso contrário, se a sua distância ao observador for menor que a distância associada ao pixel, já escrito, pertencente a polígono tratado em fase anterior.



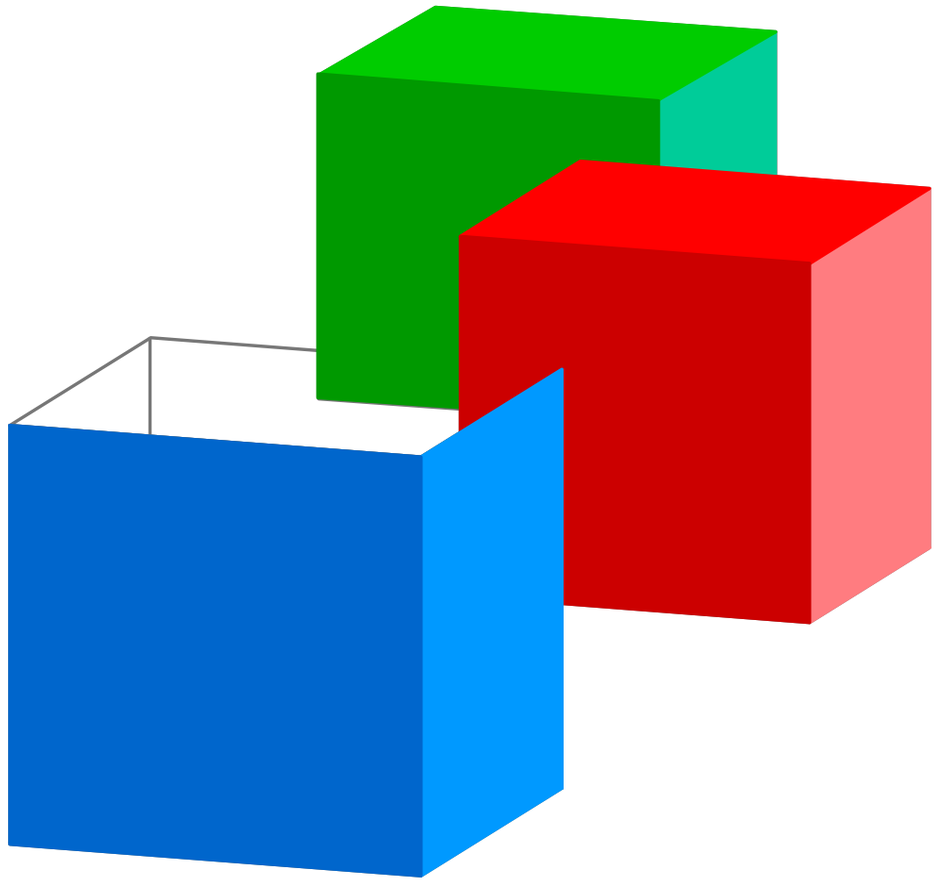
Aplicação do algoritmo de Z-Buffer

Cada pixel de um polígono só é escrito se não houver sobreposição com nenhum outro ou, caso contrário, se a sua distância ao observador for menor que a distância associada ao pixel, já escrito, pertencente a polígono tratado em fase anterior.



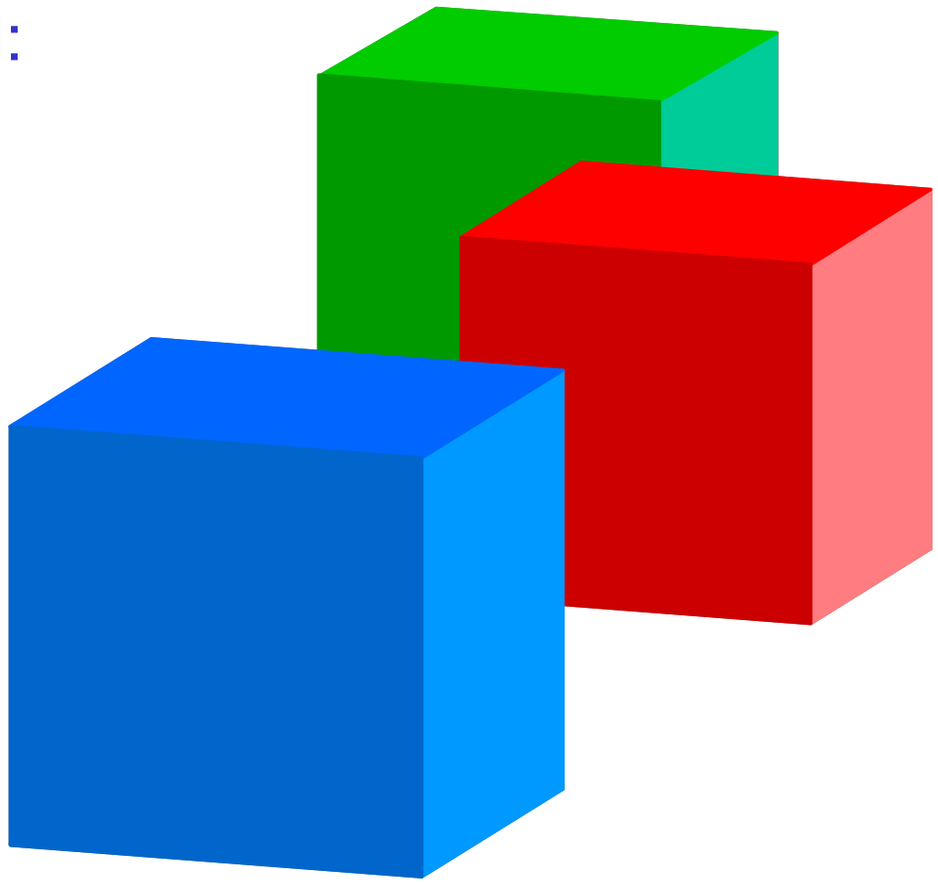
Aplicação do algoritmo de Z-Buffer

Cada pixel de um polígono só é escrito se não houver sobreposição com nenhum outro ou, caso contrário, se a sua distância ao observador for menor que a distância associada ao pixel, já escrito, pertencente a polígono tratado em fase anterior.



Aplicação do algoritmo de Z-Buffer

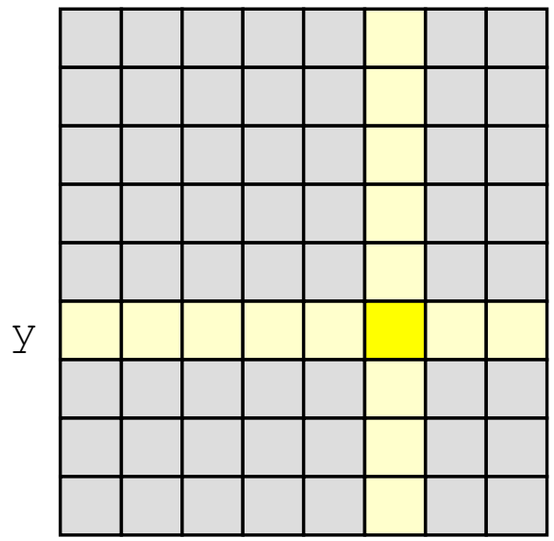
Resultado final:



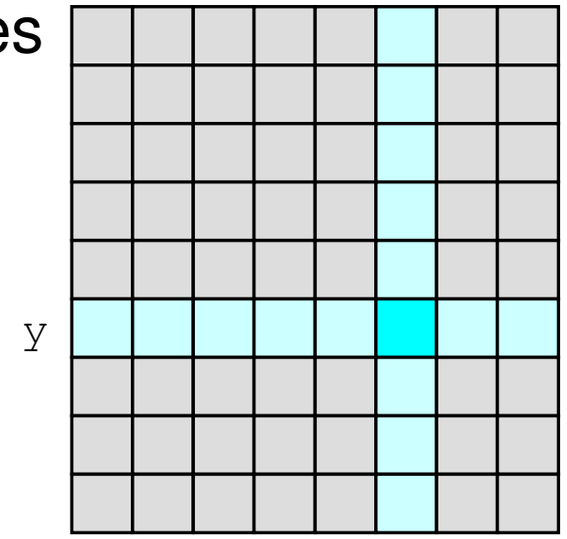
Algoritmo de Z-Buffer

Estruturas de Dados

Refresh Buffer
(RB)
nxm valores
de cor RGB

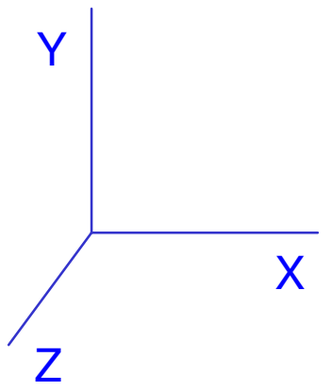


Z-Buffer
(ZB)
nxm valores
em z



Inicialização com a cor de fundo.

Inicialização com o menor valor possível.



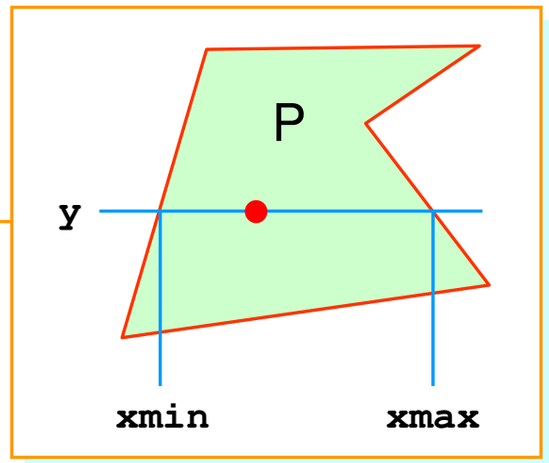
M. Próspero

Algoritmo de Z-Buffer

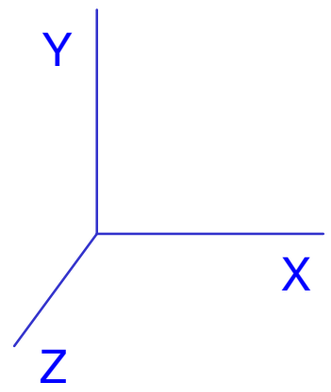
DADOS:

Polígonos planos, em projeção ortogonal, e conhecidos também os valores em **z** (profundidade) dos vértices.

Algoritmo de varrimento, para cada polígono P:




```
for ( y = ymin; y <= ymax; y++ ) {
    Calcular xmin e xmax ; // v. algoritmo de FILL AREA
    for ( x = xmin; x <= xmax; x++ ) {
        z = f(P,x,y); // cálculo via equação do plano de P
        if ( z > ZB[x,y] ) { // o pixel (x,y) passa o teste
            ZB[x,y] = z ;
            RB[x,y] = RGB(P,x,y) ;
        }
    }
}
```



MUITO IMPORTANTE:

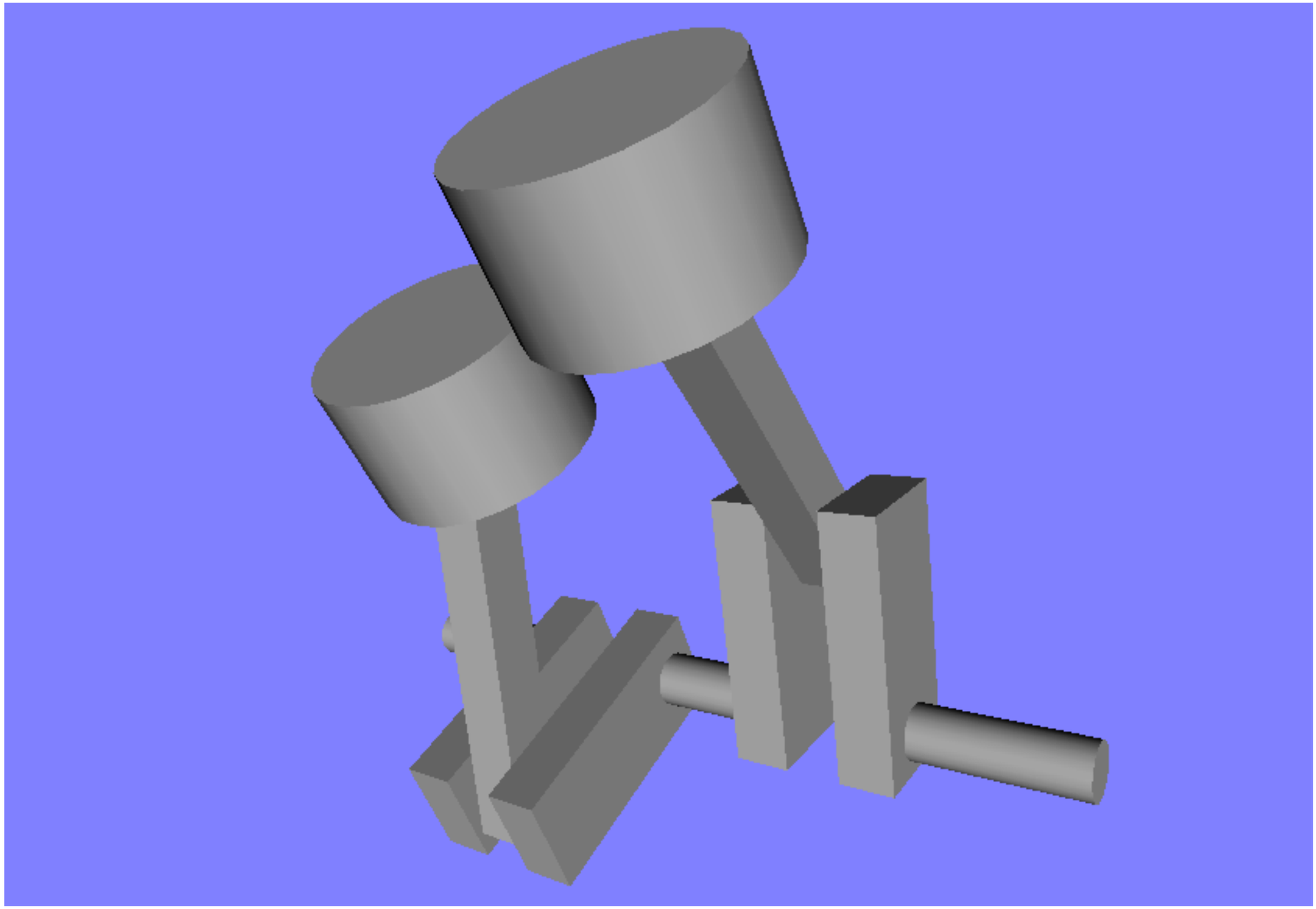
- **Como Z-buffer se aplica depois da projeção, então esta terá de preservar a coordenada z (substituindo-se 0 por 1 na correspondente matriz da projeção que foi anteriormente deduzida)!**
- **Na API de OpenGL, em vez de z usa-se a distância dz ao ponto de vista, pelo que o teste será `dz < ZB[x,y]`.**
- **Prova-se que qualquer projeção se pode transformar em ortogonal.**

default: `glDepthFunc(GL_LESS)`

M. Próspero

WebGL: gl.depthFunc(gl.LESS)

Exemplo



Aplicação de Z-buffer, associado a um modelo de iluminação

M. Próspero