

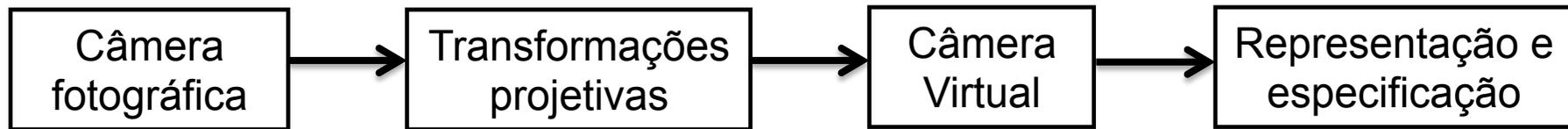


Universidade Federal de Alagoas
Instituto de Matemática

Câmara Virtual

Prof. Thales Vieira

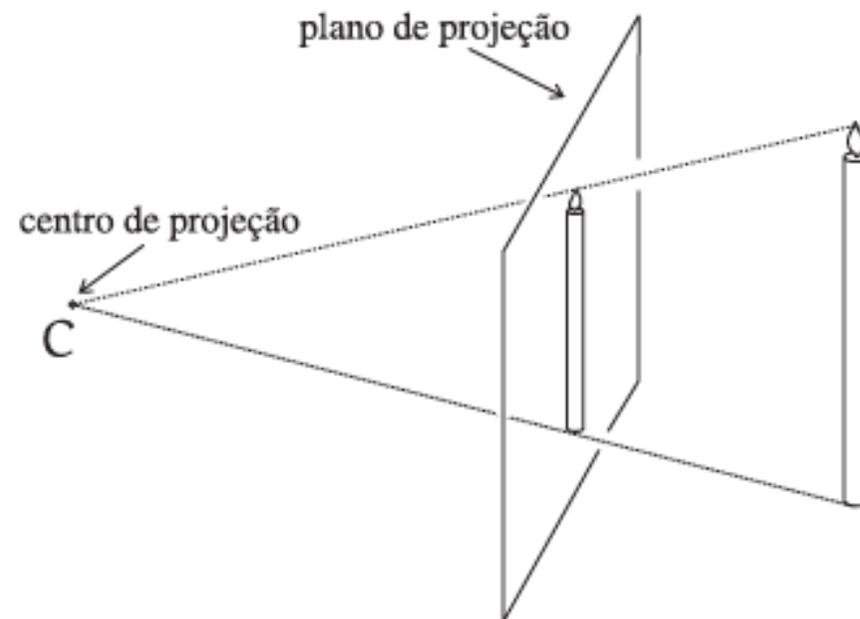
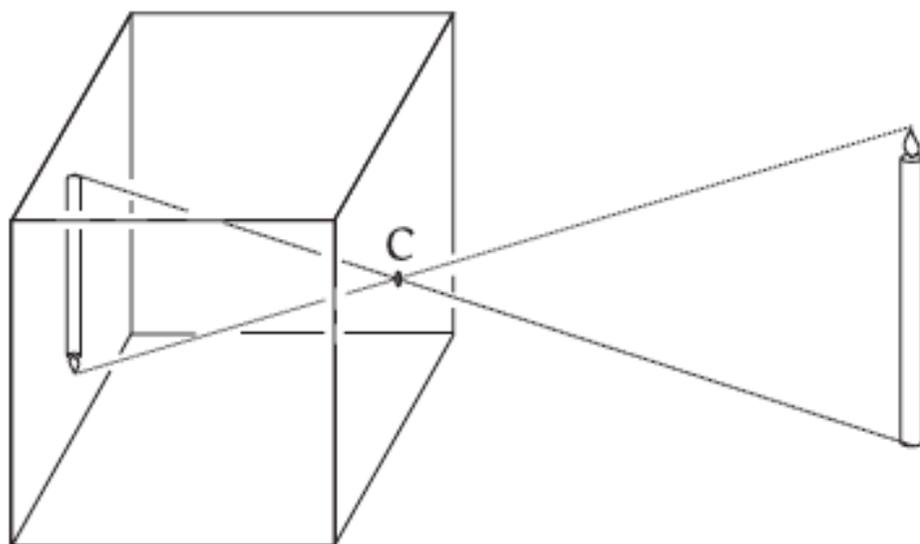
Coordenadas



Transformação projetiva:

$$\begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & a_{14} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & a_{24} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & a_{34} \\ a_{41} & a_{42} & a_{43} & a_{44} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \end{pmatrix}$$

Câmera de furo (*pinhole*)



Projeção cônica (projetiva)

Sistemas de coordenadas

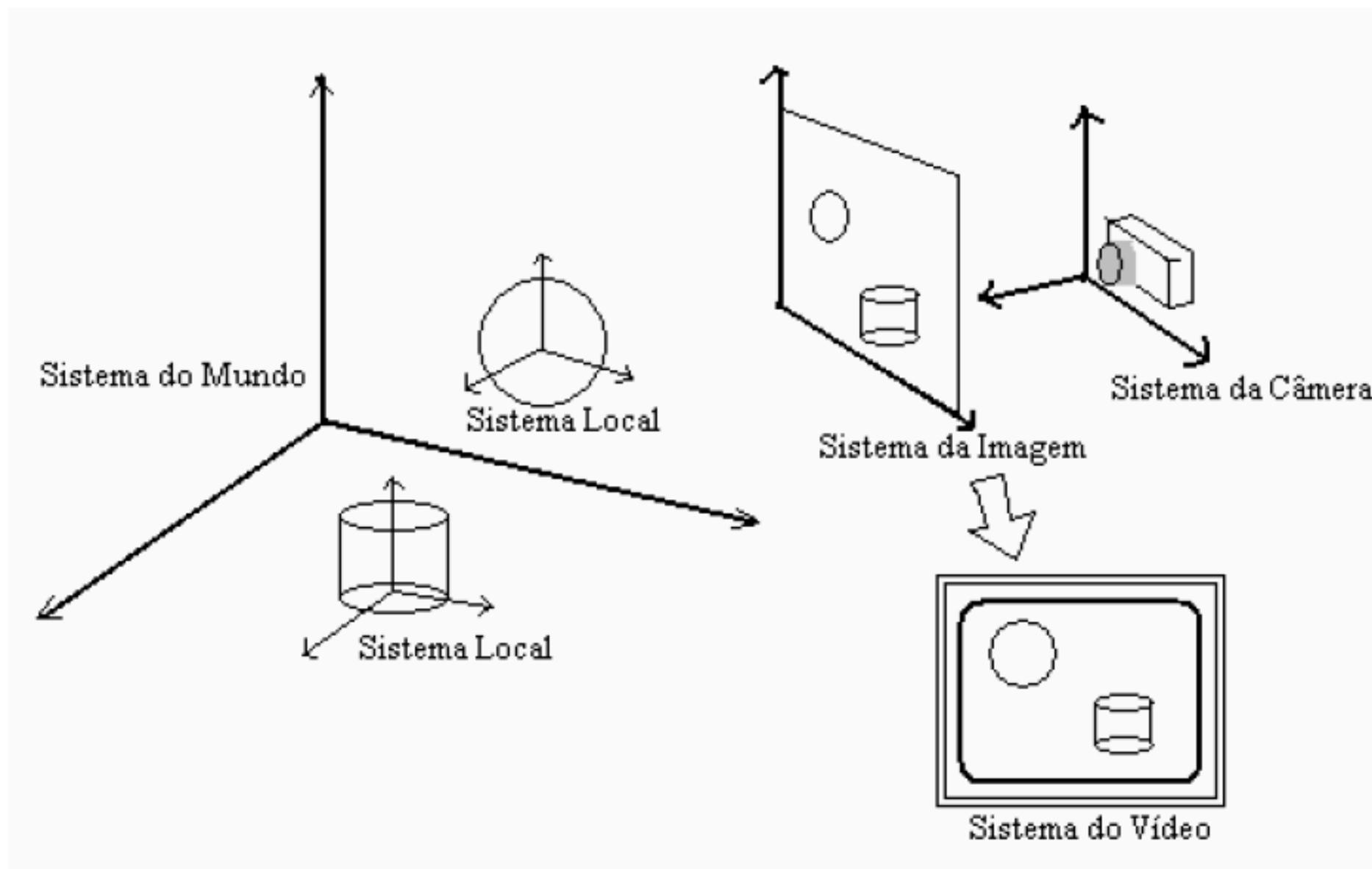
- **Espaço do Objeto:** Sistema de coordenadas local associado a cada objeto. Visa facilitar a modelagem de cada objeto.
- **Espaço da Cena ou do Mundo:** Sistema de coordenadas global. Nele estão incluídos todos os objetos da cena, inclusive a câmera virtual. Neste espaço é possível saber a relação espacial entre todos os objetos do cenário.



Sistemas de coordenadas

- **Espaço do Objeto:** Sistema de coordenadas local associado a cada objeto. Visa facilitar a modelagem de cada objeto.
- **Espaço da Cena ou do Mundo:** Sistema de coordenadas global. Nele estão incluídos todos os objetos da cena, inclusive a câmera virtual. Neste espaço é possível saber a relação espacial entre todos os objetos do cenário.
- **Espaço da Câmera:** Espaço definido por um sistema de coordenadas associado à câmera. Pode ser associado à uma projeção perspectiva ou a uma projeção paralela. Este sistema é utilizado para definir os parâmetros da câmera em relação ao mundo: posição, orientação, distância focal, etc.
- **Espaço normalizado:** Introduzido para realizar eficientemente o recorte da cena.
- **Espaço de ordenação:** Facilita a operação de visibilidade.
- **Espaço da Imagem:** Espaço definido por um sistema de coordenadas 2D no plano de projeção, onde se localiza a tela virtual.
- **Espaço do Dispositivo:** Espaço associado à superfície de exibição do dispositivo de saída gráfica (vídeo, monitor).

Sistemas de coordenadas



Espaço da câmera virtual

Especifica a posição e orientação da câmera em relação ao espaço da cena.

Parâmetros extrínsecos:

1. Posição da câmera: centro de projeção C
2. Orientação da câmera: eixo ótico \mathbf{N} e vetor de inclinação \mathbf{V} (*up vector*)

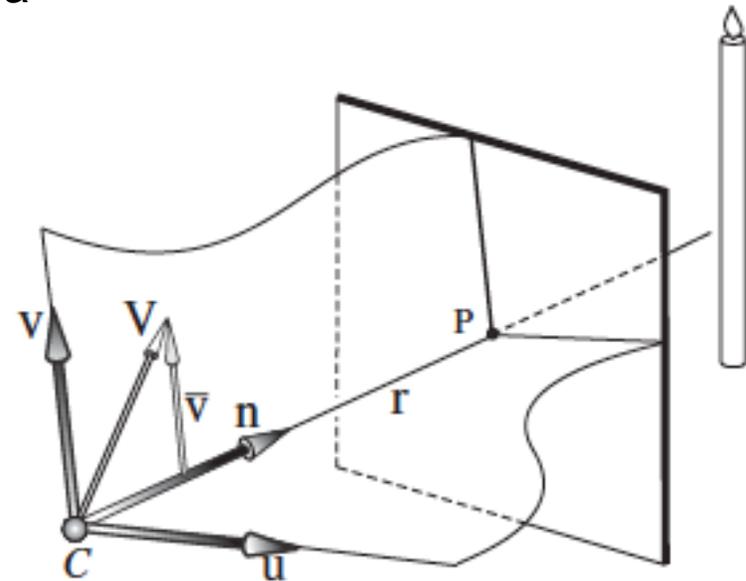
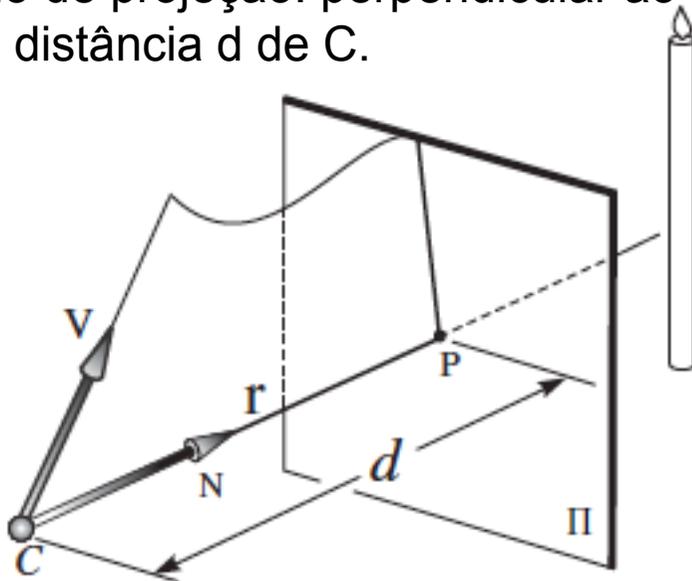
Parâmetro intrínseco: distância focal d

Plano de projeção: perpendicular ao eixo ótico a uma distância d de C .

$$n = \frac{N}{\|N\|}$$

$$v = \frac{V - \langle V, n \rangle n}{\|V - \langle V, n \rangle n\|}$$

$$u = n \times v$$

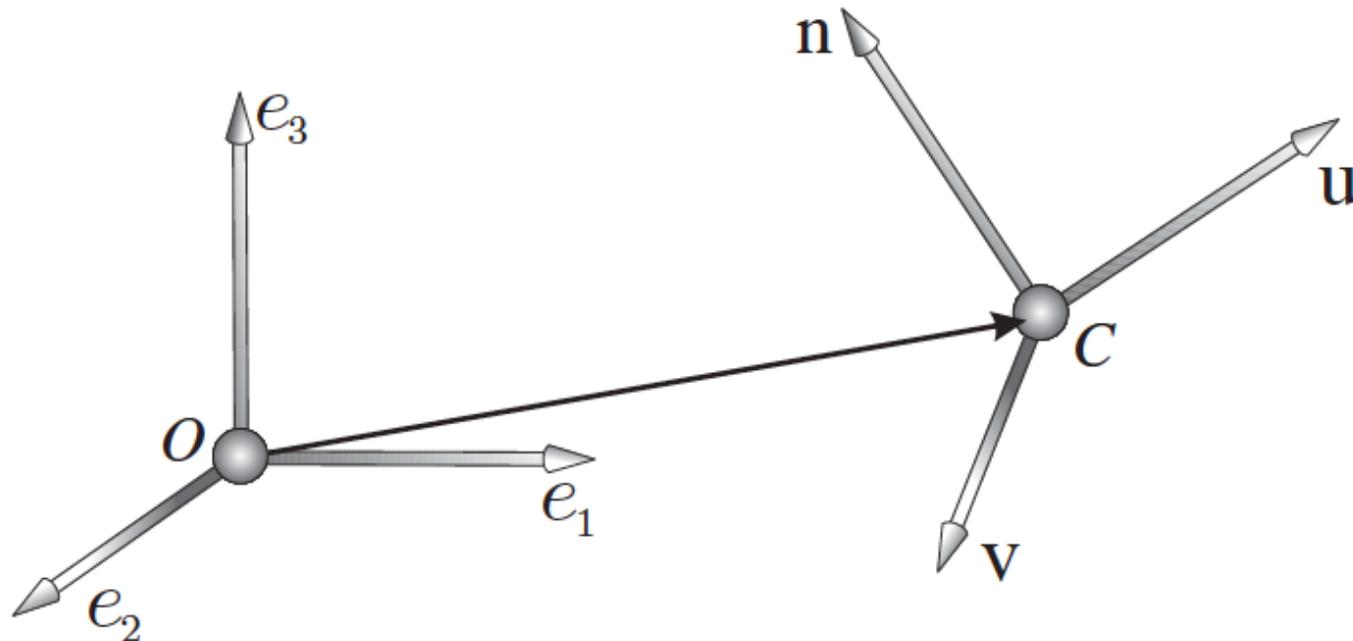


Mudança do espaço da cena para espaço da câmera

Objetivo: transformar coordenadas da cena para coordenadas da câmera

Vamos achar a transformação V que leva o referencial $(C, \{\mathbf{u}, \mathbf{v}, \mathbf{n}\})$ da câmera no referencial $(O, \{\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_2, \mathbf{e}_3\})$ da cena.

É mais fácil achar V^{-1} !



Espaço da imagem

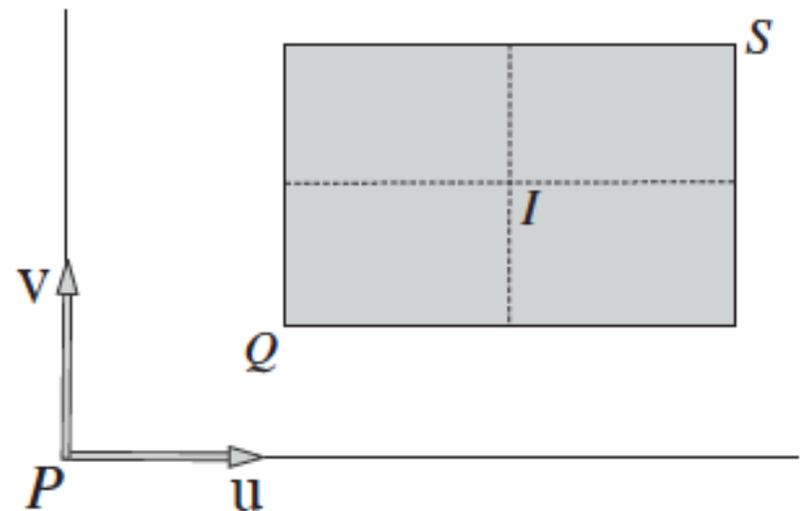
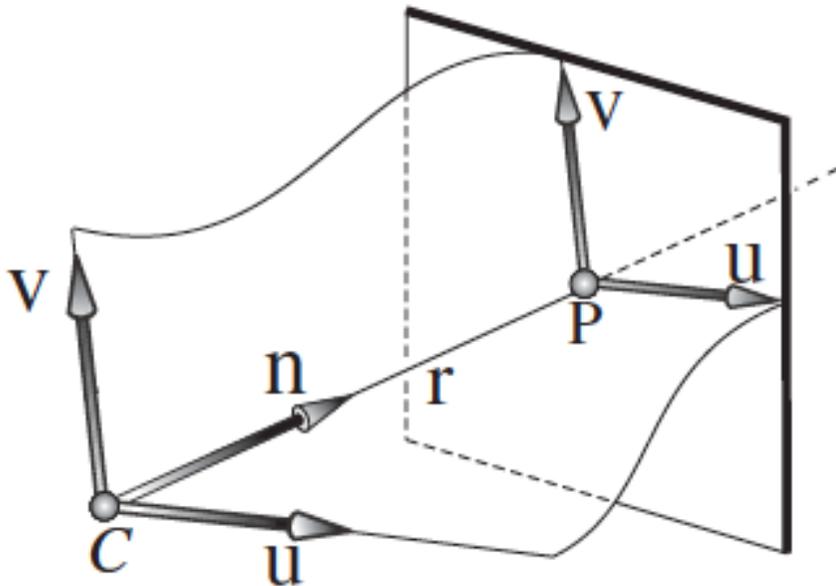
P: origem do referencial da imagem, intersecção de r com o plano de projeção.

Referencial ortonormal do espaço da imagem: $(P, \{\mathbf{u}, \mathbf{v}\})$

Tela virtual: Definida pelos vértices $Q = (u_{\min}, v_{\min})$ e $S = (u_{\max}, v_{\max})$.

Dimensões da tela virtual: $2s_u = u_{\max} - u_{\min}$ e $2s_v = v_{\max} - v_{\min}$

$$I_u = u_{\min} + s_u$$
$$I_v = v_{\min} + s_v$$

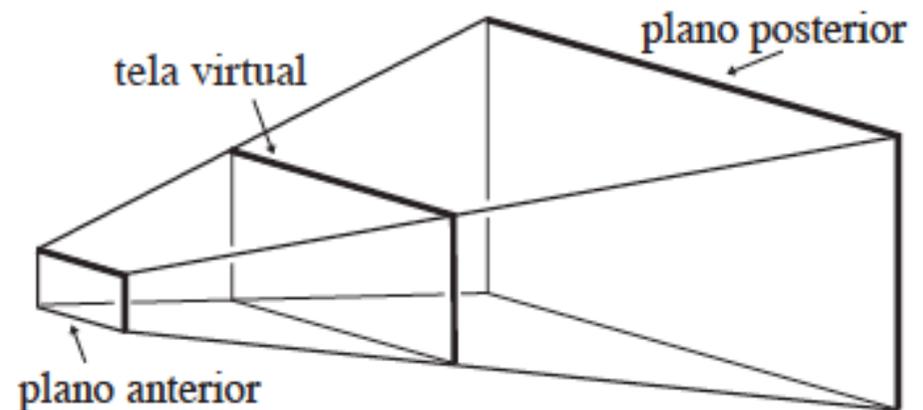
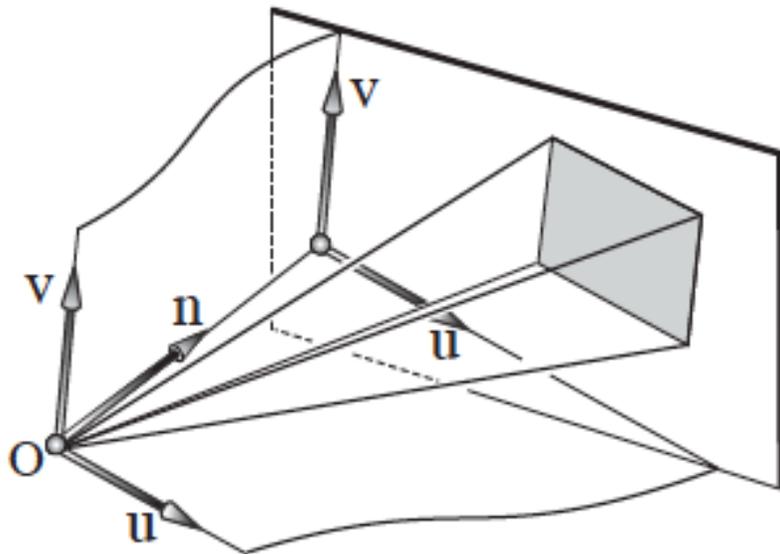


Volume de Visão

Pirâmide de visão: definida pelo centro de projeção e a tela virtual

Eixo de visão: semi-reta com origem no centro de projeção que aponta para o centro da tela virtual P

Volume de visão: Restrição da pirâmide de visão ao volume entre os planos anteriores e posteriores, paralelos ao plano de projeção, com distância de n e f , respectivamente.



Espaço normalizado

Motivação: objetos fora do volume de visão não devem ser projetados no plano de projeção: é necessário recortá-los.

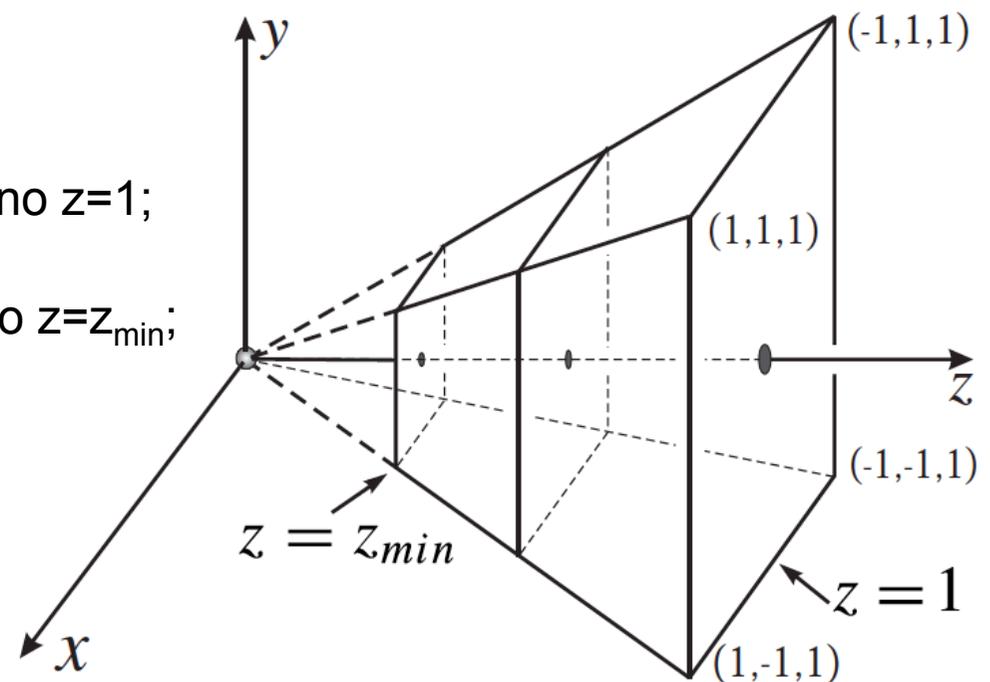
Recorte eficiente: transformamos o volume de visão em um volume normalizado:

$$-z \leq x \leq z$$

$$-z \leq y \leq z$$

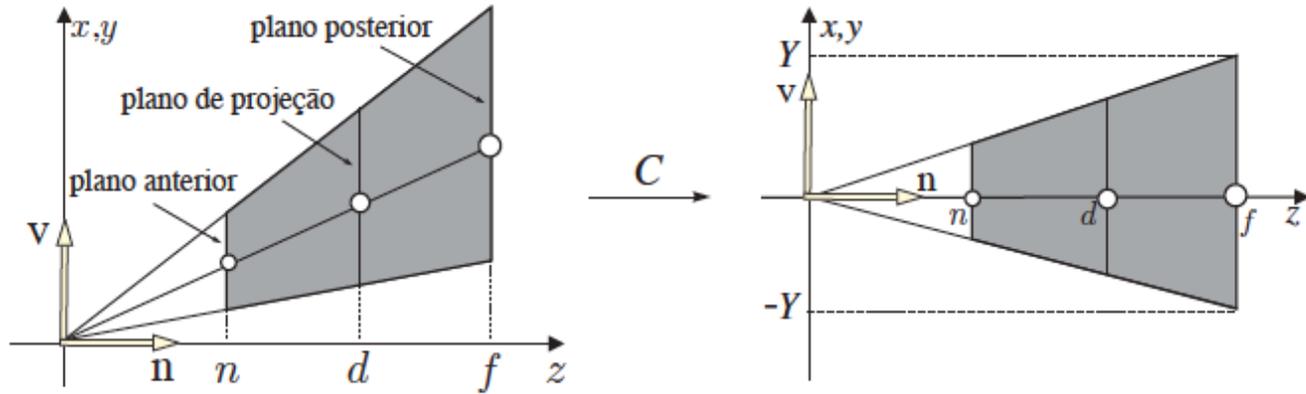
$$z_{min} \leq z \leq 1$$

- Eixo óptico se transforma no eixo z;
- Plano posterior se transforma no plano $z=1$;
- Plano anterior se transforma no plano $z=z_{min}$;

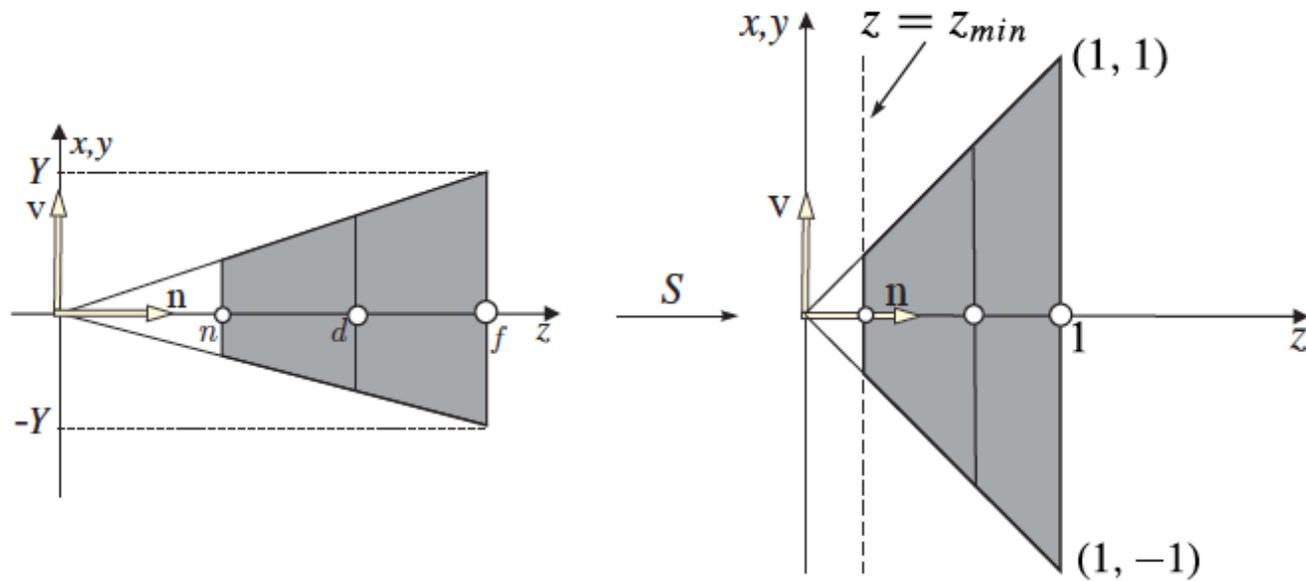


Normalização do volume de visão

Cisalhamento + escalonamento



(a)



Espaço de ordenação

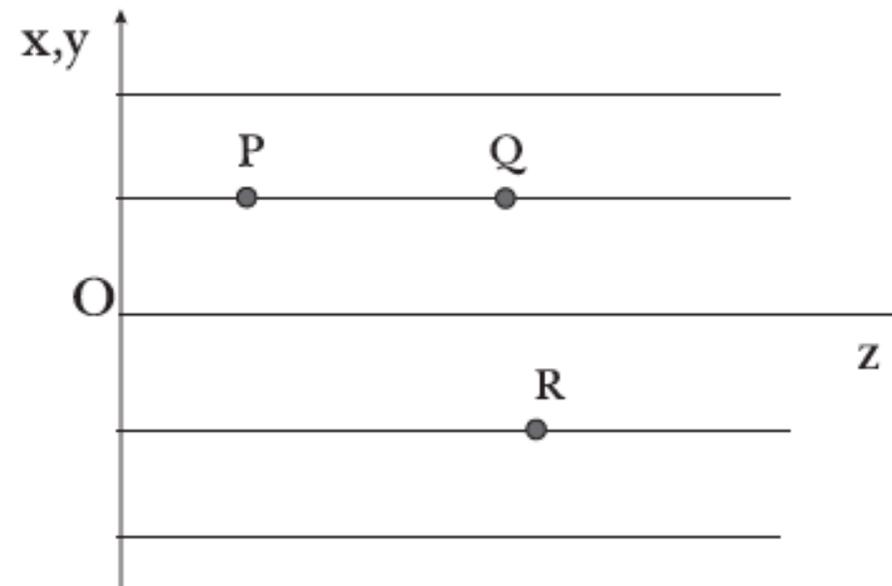
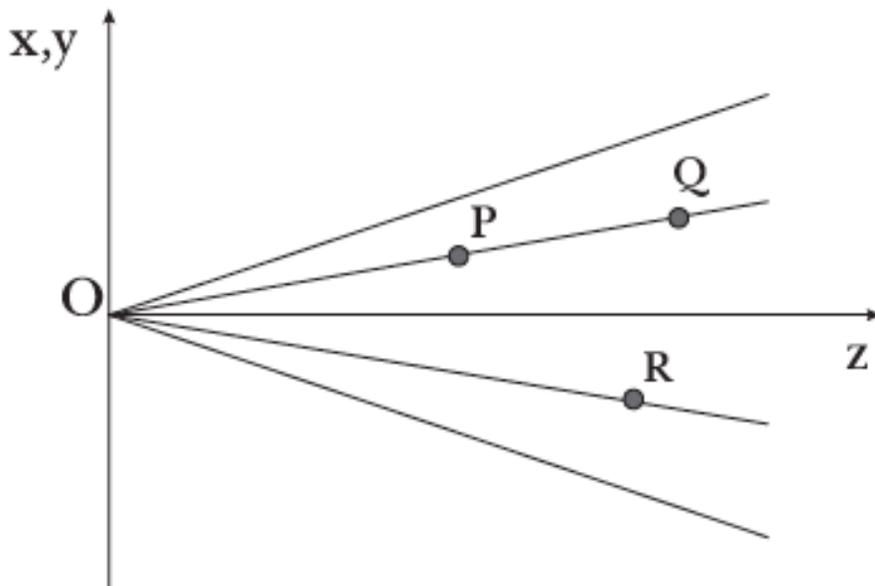
Motivação: resolver eficientemente o problema de visibilidade:

“Dados dois pontos P e Q da cena determinar qual deles está mais próximo do ponto de projeção da câmera”

Obs.: assumimos que P e Q estão sobre a mesma reta de projeção, ou seja:

$$\vec{OP} \parallel \vec{OQ}$$

O espaço de ordenação transforma retas de projeção em retas paralelas ortogonais ao plano de projeção (por quê?)

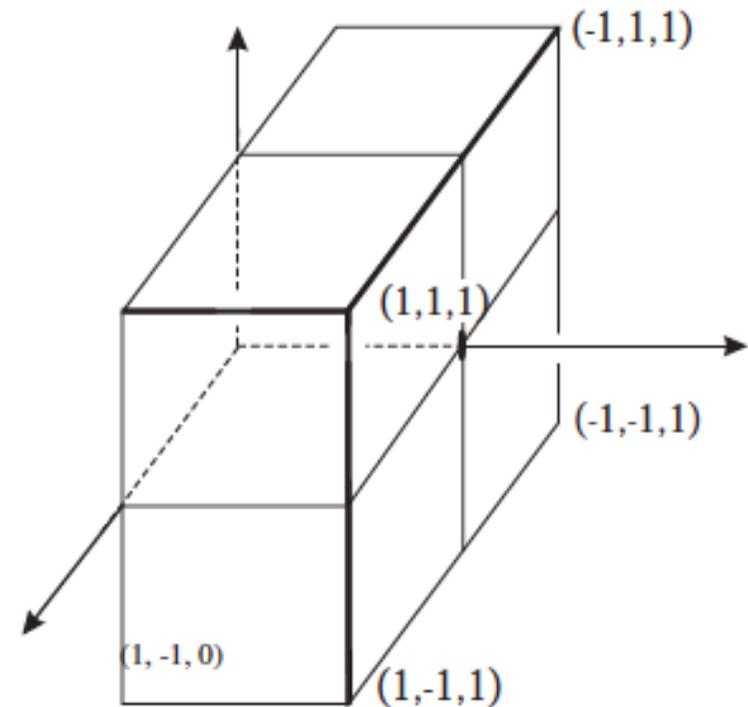
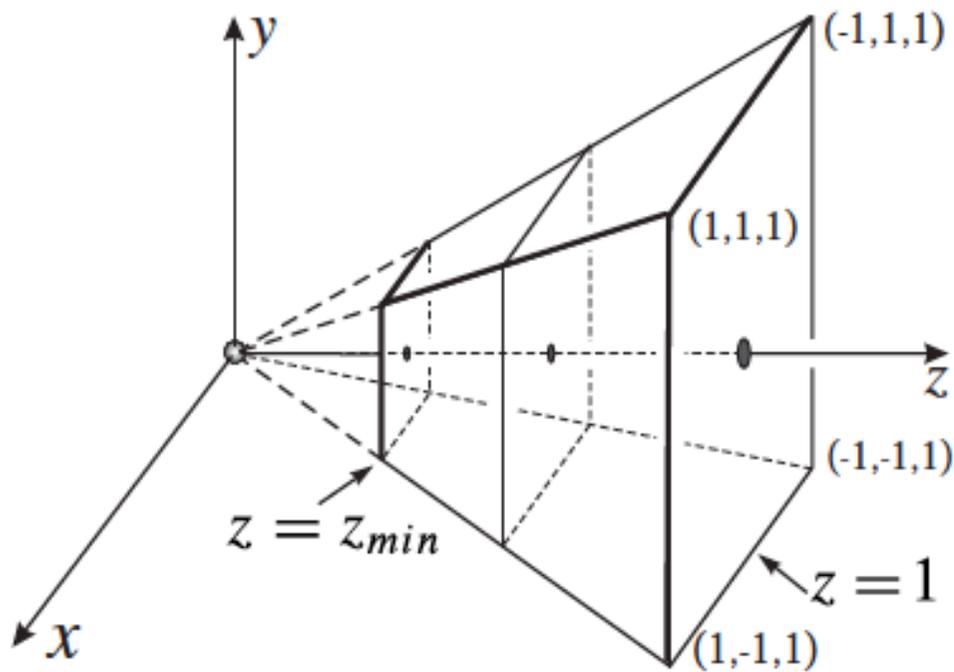


Mudança do espaço normalizado para espaço de ordenação

$$\begin{aligned} -z &\leq x \leq z \\ -z &\leq y \leq z \\ z_{min} &\leq z \leq 1 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} -1 &\leq x \leq 1 \\ -1 &\leq y \leq 1 \\ 0 &\leq z \leq 1 \end{aligned}$$

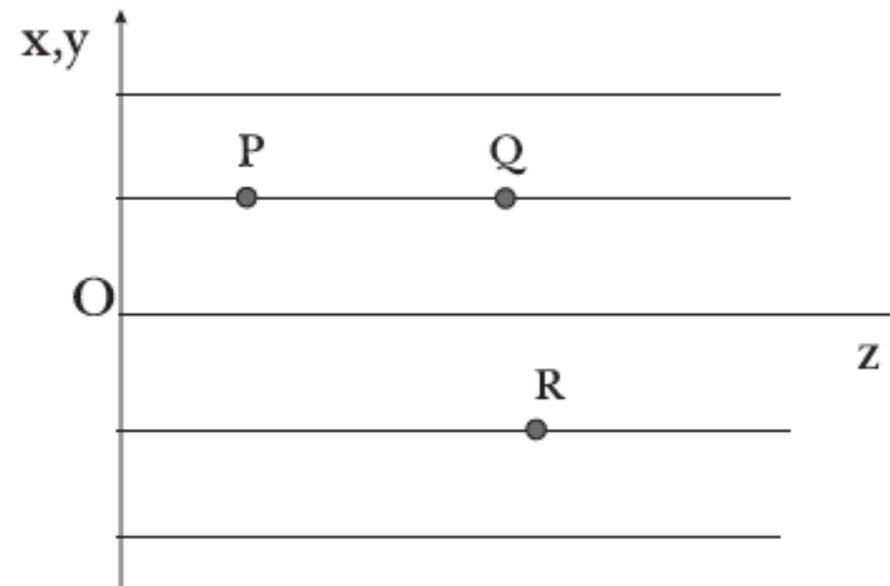
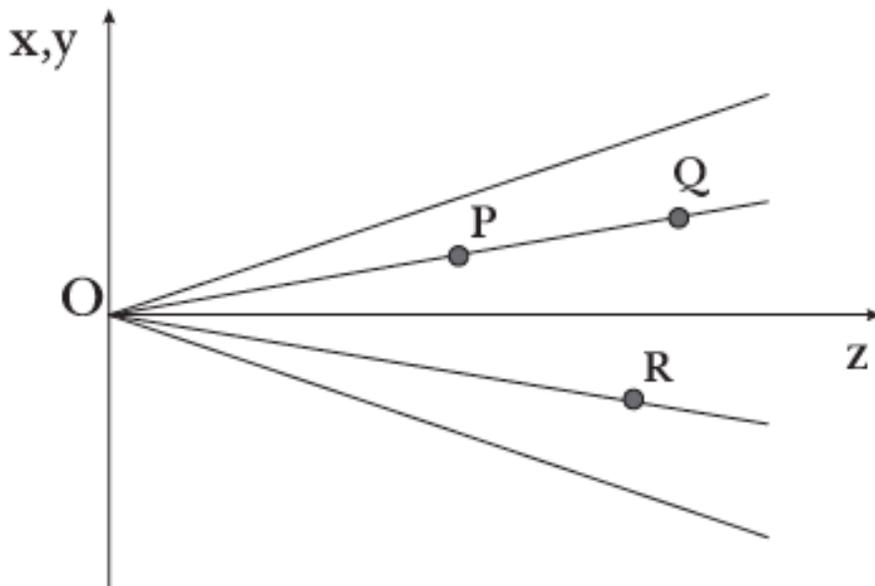


Mudança do espaço normalizado para espaço de ordenação

Estratégia: Obter uma transformação projetiva que:

1. Leva o centro de projeção O para ponto do infinito do eixo ótico
2. Plano anterior $z=z_{\min}$ é transformado no plano $z=0$
3. Plano posterior $z=1$ é fixado.

A imagem é obtida a partir de uma projeção ortogonal no plano da imagem.



Apresentação

Cálculo da normalização do volume de visão (páginas 354 à 359)

Cálculo do espaço de ordenação (páginas 359 à 362)

19/02