

## 1.5 Sistemas de Coordenadas

Na CG é necessário definir sistemas de coordenadas para quantificar os dados que estão

sendo manipulados. Já vimos que os dispositivos de visualização gráfica matriciais consistem de uma matriz de pixels endereçáveis, e um gráfico é formado “acendendo” ou “apagando” um pixel. Os pixels são endereçados por dois números inteiros que dão suas coordenadas horizontal e vertical,  $dcx$ , e  $dcy$ , respectivamente, onde:

$$0 \leq dcx \leq ndhm1 \equiv ndh - 1 \quad (1.1)$$

$$0 \leq dcy \leq ndvm1 \equiv ndv - 1 \quad (1.2)$$

Na matriz de pixels, o valor  $dcx + 1$  dá o número da coluna, e  $dcy + 1$  dá o número da linha do pixel endereçado. O pixel endereçado como  $(0,0)$  está geralmente no canto inferior esquerdo do retângulo de visualização. As coordenadas  $(dcx, dcy)$  são chamadas de coordenadas do dispositivo, e podem assumir apenas valores inteiros. Coordenadas do dispositivo podem variar bastante para diferentes equipamentos, o que levou à utilização de coordenadas normalizadas do dispositivo (*NDC - normalized device coordinates*), para efeito de padronização ( $ndcx, ndcy$ ). NDCs são variáveis reais, geralmente definidas no intervalo de 0 a 1:

$$0 \leq ndcx \leq 1 \quad (1.3)$$

$$0 \leq ndcy \leq 1 \quad (1.4)$$

A coordenada NDC (0,0) corresponde à origem (0,0) nas coordenadas do dispositivo, e a coordenada NDC (1,1) refere-se ao pixel no canto superior direito, que corresponde ao pixel (*ndhm1*, *ndvm1*) nas coordenadas do dispositivo. A vantagem da utilização de NDCs é que padrões gráficos podem ser discutidos usando um sistema de coordenadas independente de dispositivos gráficos específicos. Obviamente, os dados gráficos precisam ser transformados do sistema de coordenadas independente para o sistema de coordenadas do dispositivo no momento de visualização. O mapeamento de NDCs (reais) para coordenadas do dispositivo (inteiros) é “linear”, por exemplo:

$$dcx = round(ndcx.ndhm1) \quad (1.5)$$

$$dcy = round(ndcy.ndvm1) \quad (1.6)$$

Dois outros sistemas de coordenadas são úteis. O primeiro é o sistema de coordenadas físico, (*pcx*, *pcy*) onde *pcx* é a distância física ao longo do eixo *x* a partir do extremo esquerdo do retângulo de visualização, e *pcy* é a distância física ao longo do eixo *y* a partir do extremo inferior. As unidades de medida utilizadas são polegadas ou milímetros. A transformação de coordenadas físicas para coordenadas do dispositivo é dada por:

$$dcx = trunc(ndhm1 \frac{pcx}{width}) \quad (1.7)$$

$$dcy = trunc(ndvm1 \frac{pcy}{height}) \quad (1.8)$$

O segundo é o sistema de coordenadas do mundo, ou sistema de coordenadas do usuário, que consiste de coordenadas cartesianas (*x*, *y*), num intervalo qualquer definido pelo usuário:

$$xmin \leq x \leq xmax \quad (1.9)$$

$$ymin \leq y \leq ymax \quad (1.10)$$

Os parâmetros que definem o intervalo de valores de *x* e *y*, *xmin*, *ymin*, *xmax* e *ymax*, definem uma área retangular no espaço bidimensional, denominada de janela. A transformação de coordenadas do usuário (*x*, *y*) para NDCs (*ndcx*, *ndcy*), denominada transformação de visualização, é dada por:

$$ndcx = \frac{x - xmin}{xmax - xmin} \quad (1.11)$$

$$ndcy = \frac{y - ymin}{ymax - ymin} \quad (1.12)$$

Para visualizar dados num dispositivo gráfico qualquer, é necessário transformá-los das coordenadas do usuário para NDCs, e de NDCs para coordenadas do dispositivo. Da mesma forma, dados de entrada gráficos precisam ser transformados de coordenadas do dispositivo para NDCs, e depois para coordenadas do usuário (Figura 1.3).

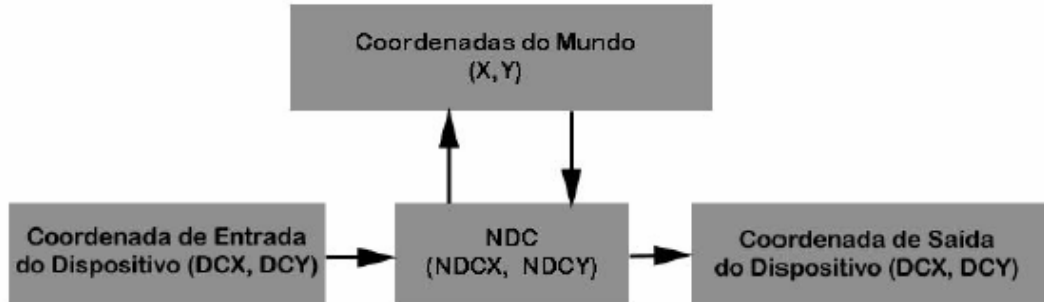


Figura 1.3: Sistemas de coordenadas e suas transformações.