

# Quantização e Dithering

Claudio Esperança  
Paulo Roma Cavalcanti

# Quantização

- É o processo de exibir uma imagem com um número menor de cores.
- Implica em escolher os níveis (cores) e as células (mapa) de quantização.
- Os principais algoritmos são o de populosidade e do corte mediano (ideal para 8 bits).
- O processo é crítico na quantização para 1 bit, como na impressão em papel.

Imagem digital a cores com 24 bits.



Quantização uniforme com 8 e 4 bits.



Populosidade com 8 e 4 bits.



Corte Mediano com 8 e 4 bits.



# Luz acromática x colorida.

- A intensidade da luz produzida pelo fósforo está relacionada com o número de eletrons  $N$  no feixe por:

$$I = k N^\gamma.$$

- O valor de  $\gamma$  está no intervalo de 2.2 a 2.5 para a maioria dos monitores de vídeo.
- O número de eletrons é proporcional a voltagem da grade, que é proporcional ao valor  $V$  *do pixel*:

$$I = K V^\gamma.$$

- A compensação do valor do pixel através da *look-up table* é chamada de correção gama.

# Dithering

- Quando se quantiza para 1 bit, o erro é muito grande (xerox). Como expandir o intervalo de intensidades?
- Percepção de contorno praticamente não é detectada com 32 níveis, e desaparece com 64 níveis de intensidade.
- Para um monitor de vídeo, mais níveis são necessários devido a um intervalo dinâmico maior (razão entre a intensidade máxima e mínima).



# Aproximação de meio-tom.

- Na impressão em papel (jornal) esta técnica é usada para criar tons de cinza a partir de pontos cuja área varia de acordo com a negritude  $(1 - I)$  da fotografia original.
- Os padrões formam um ângulo de 45 graus com a horizontal (ângulo de tela).
- Em jornal, são usadas de 60 a 80 áreas, de tamanho e forma variadas, por polegada e em revistas e livros de 110 a 200 por polegada.

Padrão de meio-tom aumentado.



Fotografia original e reproduzida  
com 4 níveis de intensidade.



Fotografia reproduzida com 8 e 16 níveis de intensidade.



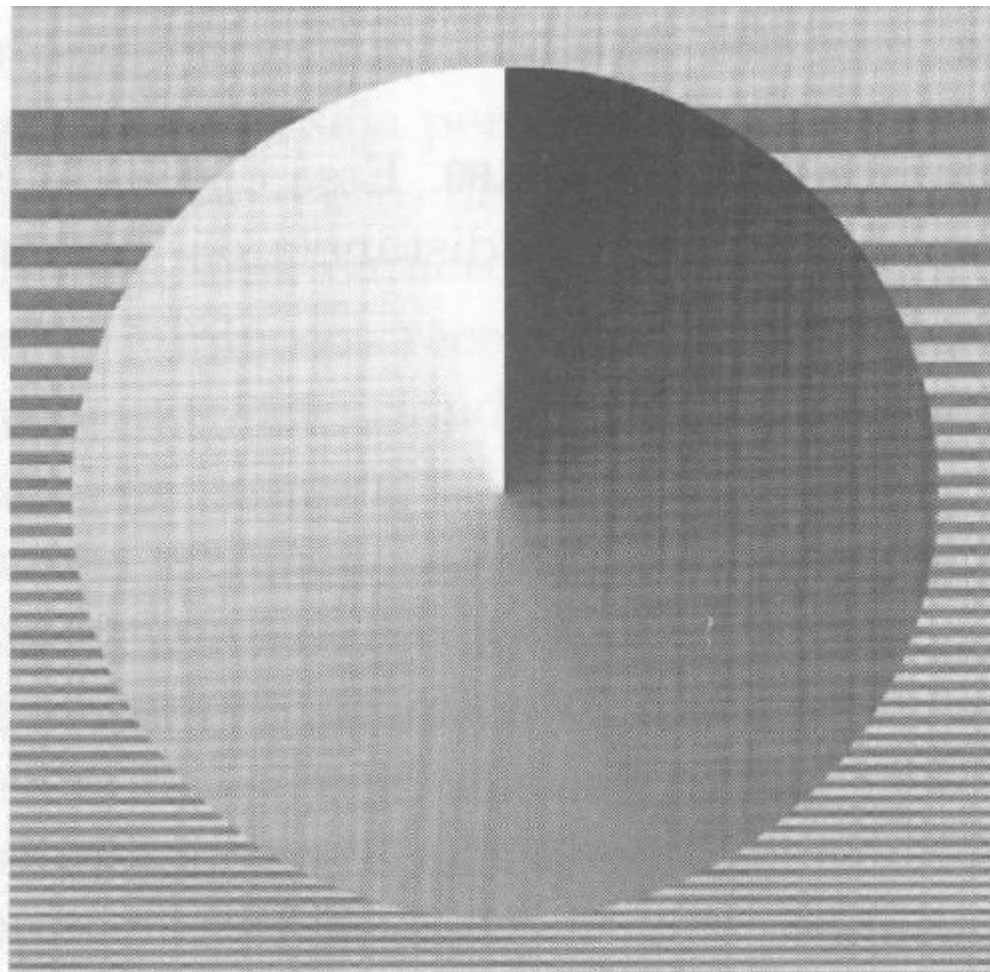
Fotografia reproduzida com 32 e 64 níveis de intensidade.



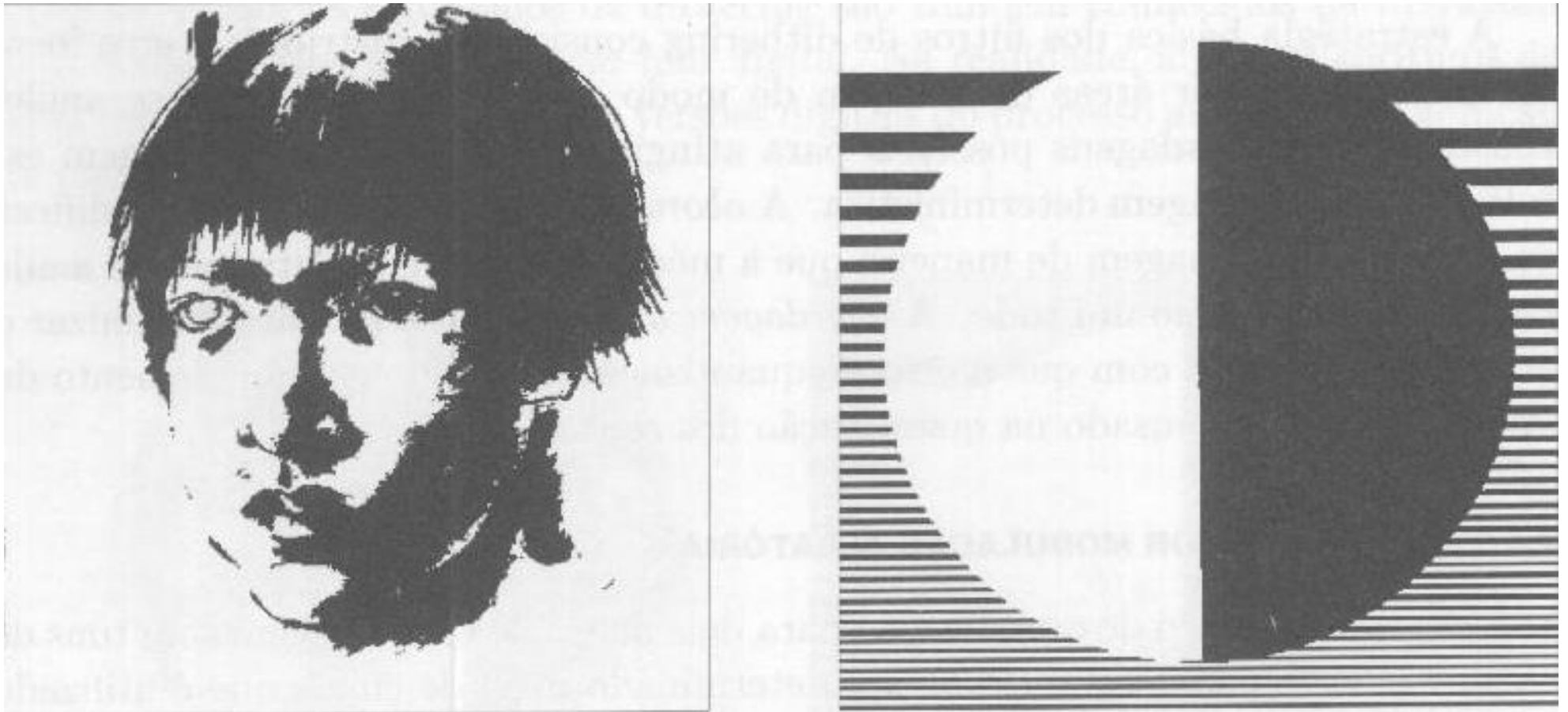
Fotografia digitalizada com 351 x 351 pixels e impressa com padrão de dither 2x2.



Imagem de meio-tom para  
comparação de dithering (Cândido  
Portinari: carvão - 2400dpi x 150 lpi).



# Quantização de 2 níveis com limiar de 50% (xerox).





# Pseudo-código para quantização uniforme.

```
color_intensity = f[x][y];
```

```
if (color_intensity < average_intensity )
```

```
    color_intensity = 0;
```

```
else
```

```
    color_intensity = 1;
```

# Modulação aleatória.

```
color_intensity = f[x][y] + random();
```

- A perturbação aleatória descorrelaciona a intensidade do pixel a do seu vizinho.
- O contorno de quantização passa a ser uma curva desconexa.
- A variável aleatória está uniformemente distribuída no intervalo de intensidades.
- Introduce ruído branco.

# Dithering por modulação aleatória.



# Dithering Periódico.

- Dithering ordenado usa perturbação determinística com média nula e coerência espacial.
- A imagem é particionada em blocos contíguos de ordem  $N$ . Cada bloco é associado a uma matriz de dither.
- Com aglomeração: indicado para dispositivos sem precisão absoluta na colocação do pixel.

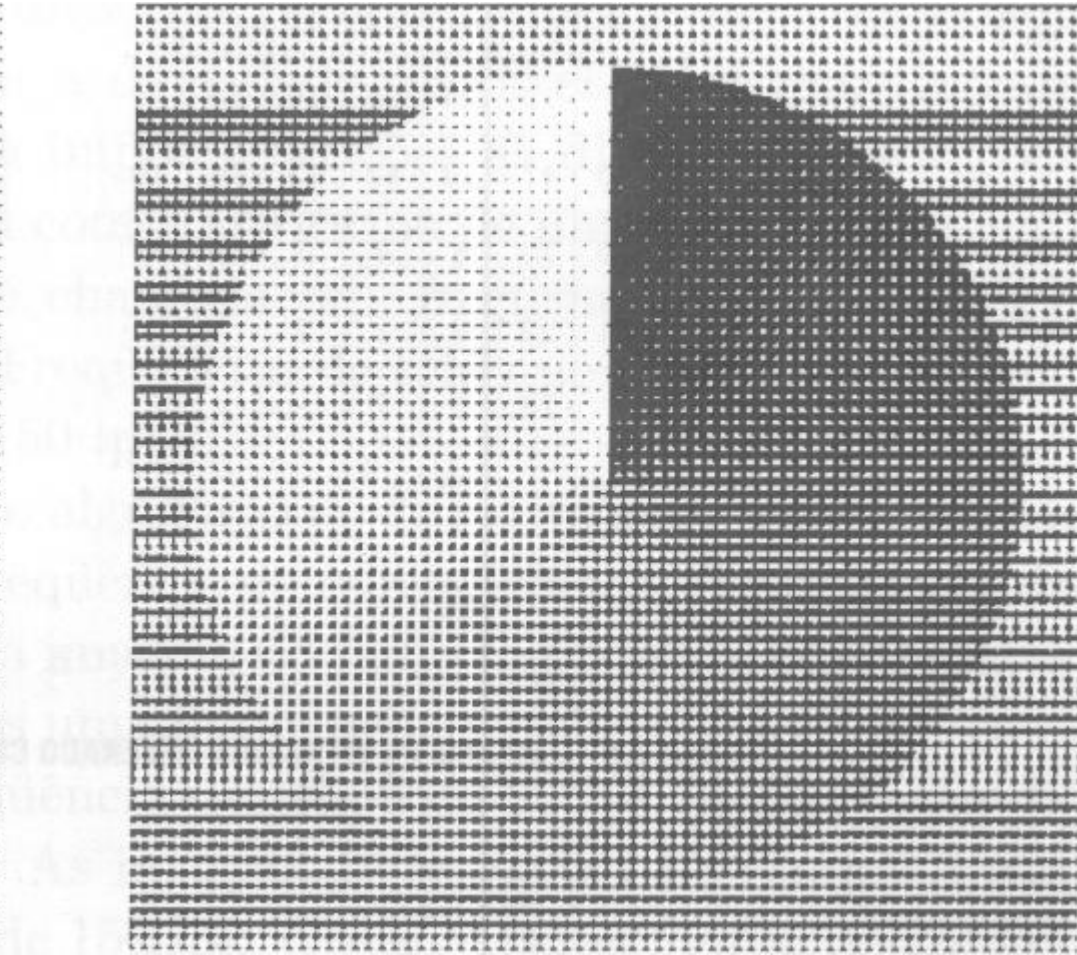
# Dithering ordenado.

```
i = k % N;  
j = 1 % N;  
if ( f[k][1] > D[i][j] )  
    P[k][1] = 1;  
else  
    P[k][1] = 0;
```

|    |    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|----|
| 35 | 30 | 18 | 22 | 31 | 36 | 35 |
| 29 | 15 | 10 | 17 | 21 | 32 | 29 |
| 14 | 9  | 5  | 6  | 16 | 20 | 14 |
| 13 | 4  | 1  | 2  | 11 | 19 | 13 |
| 28 | 8  | 3  | 7  | 24 | 25 | 28 |
| 34 | 27 | 12 | 23 | 26 | 33 | 34 |
| 35 | 30 | 18 | 22 | 31 | 36 | 35 |

- 37 níveis, média 18.5

# Dithering ordenado com aglomeração de pixels.



# Variaco da clula de dithering ordenado – 5, 10 e 20 lpi.



Freqncias de tela ideais variam de 120 a 150 lpi.

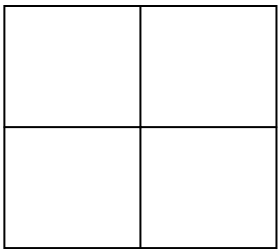
# Dithering ordenado com dispersão pontual (Bayer).

- Indicado para dispositivos com precisão absoluta no posicionamento dos pixels (monitores).
- Em geral, há uma troca de resolução espacial por resolução de intensidades de cor.
- Um pixel da imagem é substituído por uma matriz  $n \times n$ , produzindo  $n^2 + 1$  níveis de intensidade.

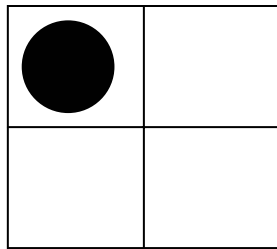


Exemplo com 5 níveis.

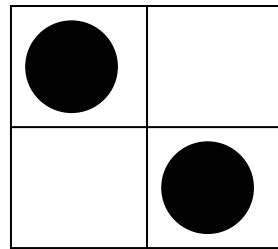
$$D^2 = \begin{bmatrix} 0 & 2 \\ 3 & 1 \end{bmatrix}$$



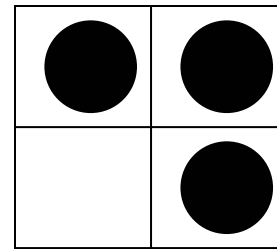
0



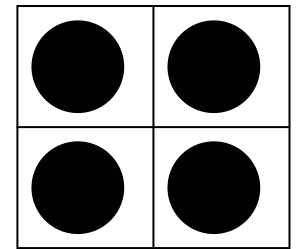
1



2

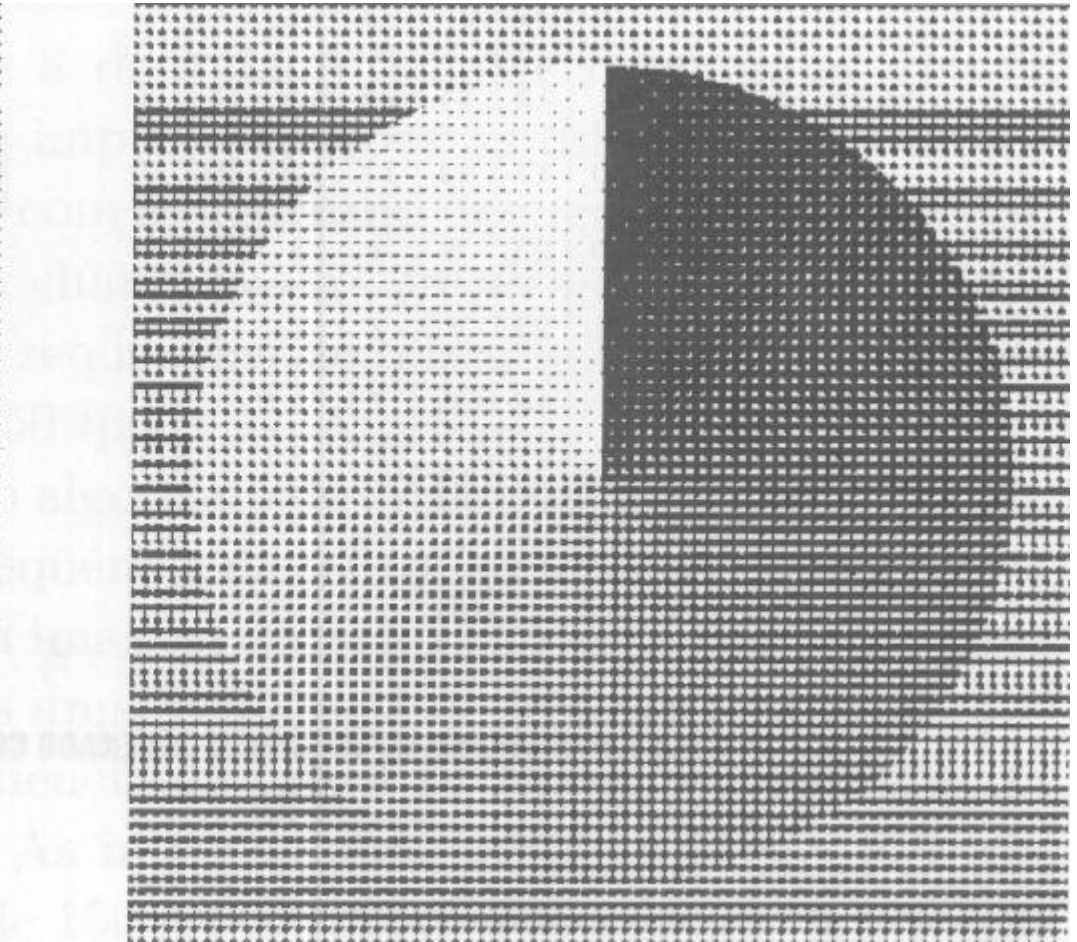


3



4

# Dithering de Bayer de ordem 4.



# Algoritmo de Floyd-Steinberg.

```
if ( I[x][y] < 0.5 )
```

```
    P[x][y] = 0;
```

```
else
```

```
    P[x][y] = 1;
```

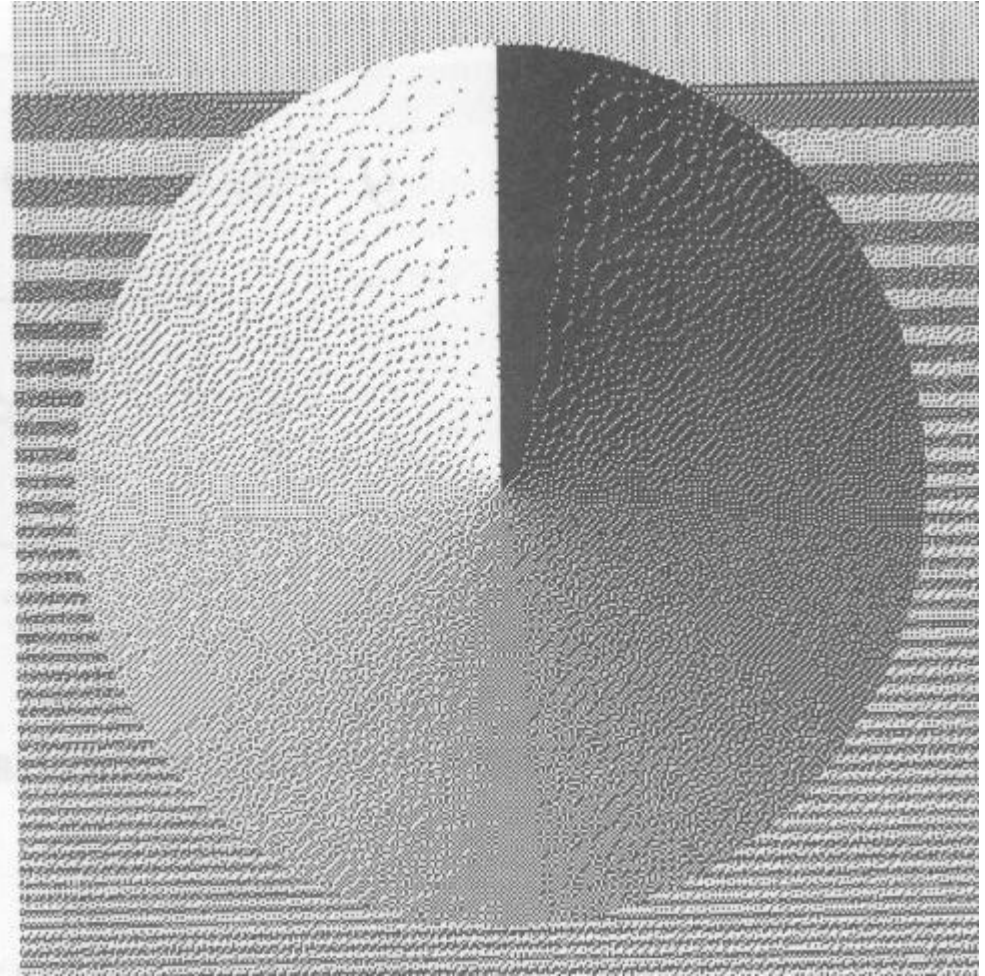
```
erro = P[x][y] - I[x][y]; // maior erro na diagonal
```

```
I[x+1][y] = I[x+1][y] + 3/8 * erro;
```

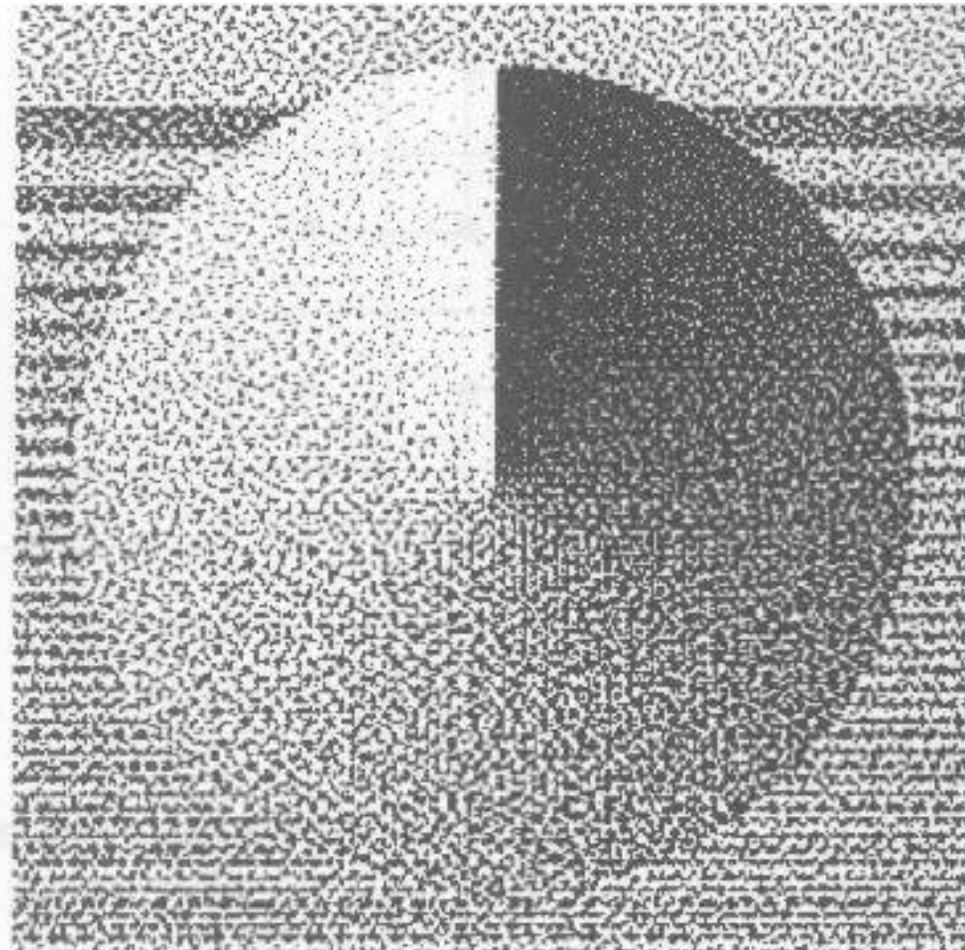
```
I[x][y+1] = I[x][y+1] + 3/8 * erro;
```

```
I[x+1][y+1] = I[x+1][y+1] + 2/8 * erro;
```

# Floyd-Steinberg.



# Dithering com curva de Peano e aglomerado de 7 pixels.



# Dithering com curva de Peano e aglomerado de 3 pixels.

