

Quantização e Dithering

Claudio Esperança
Paulo Roma Cavalcanti

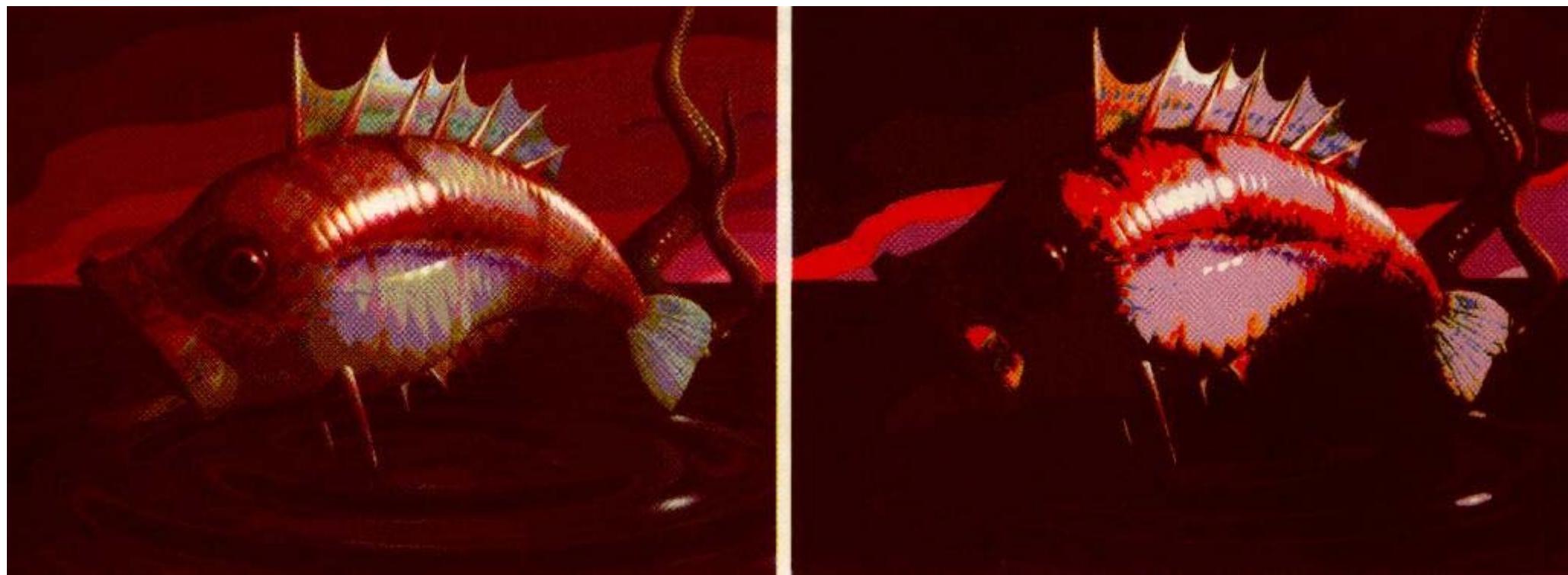
Quantização

- 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.

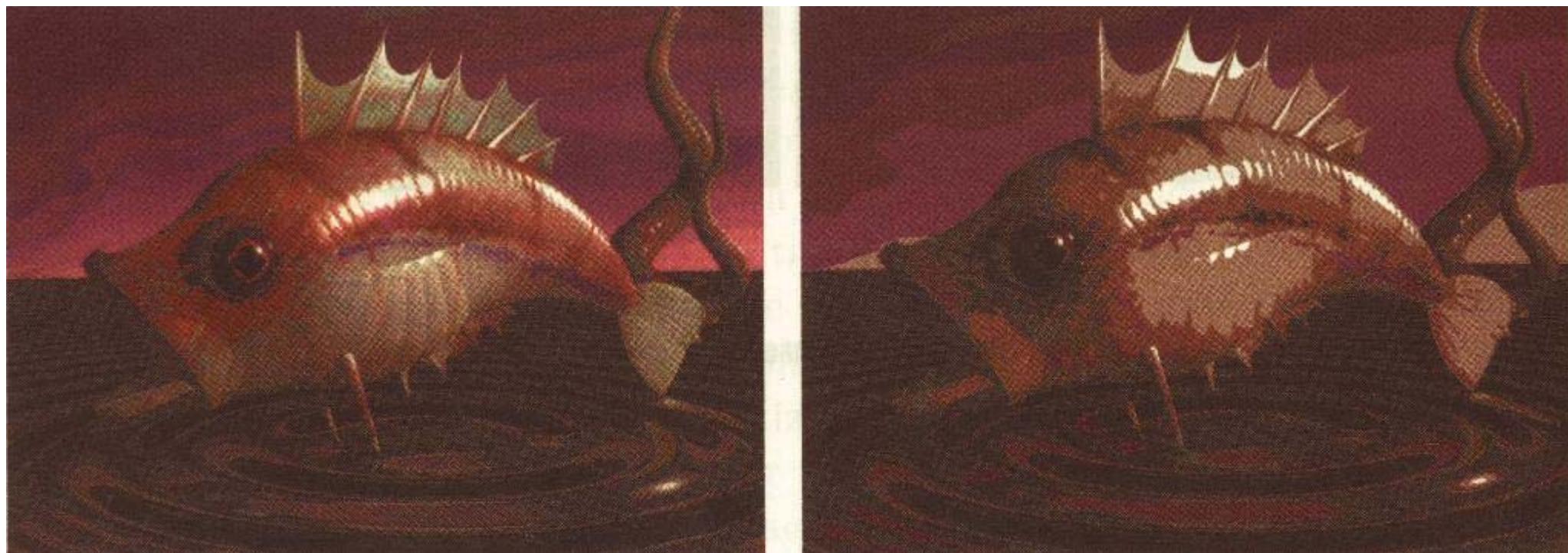
Imagen digital a cores com 24 bits.



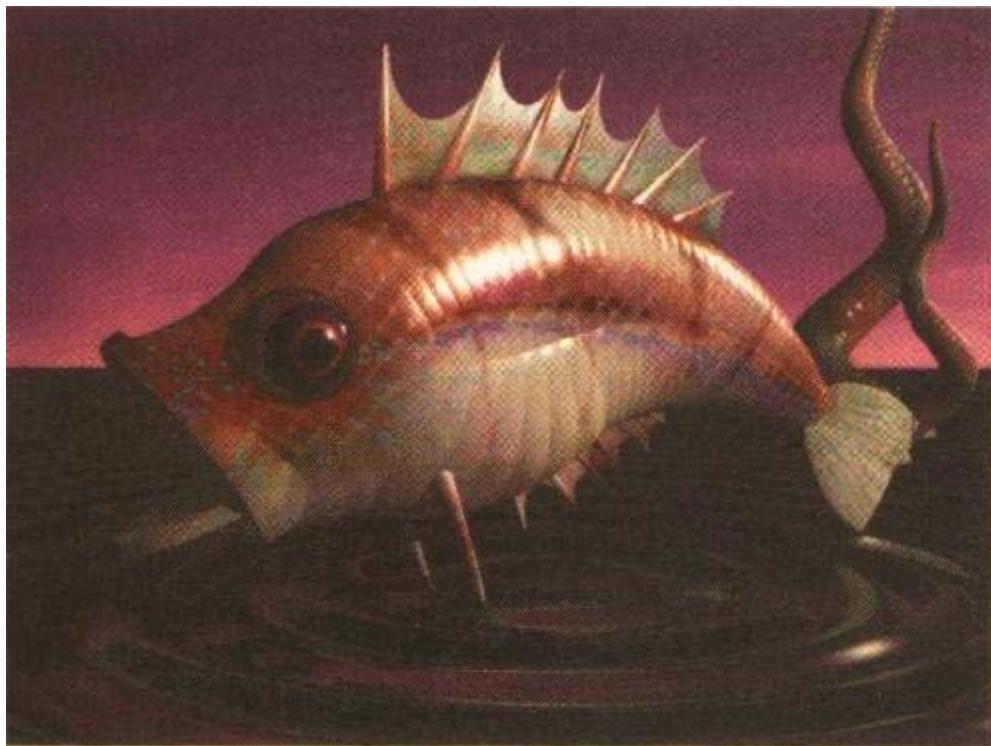
Quantização uniforme com 8 e 4 bits.



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 γ 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:

$$I = KV^\gamma.$$

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

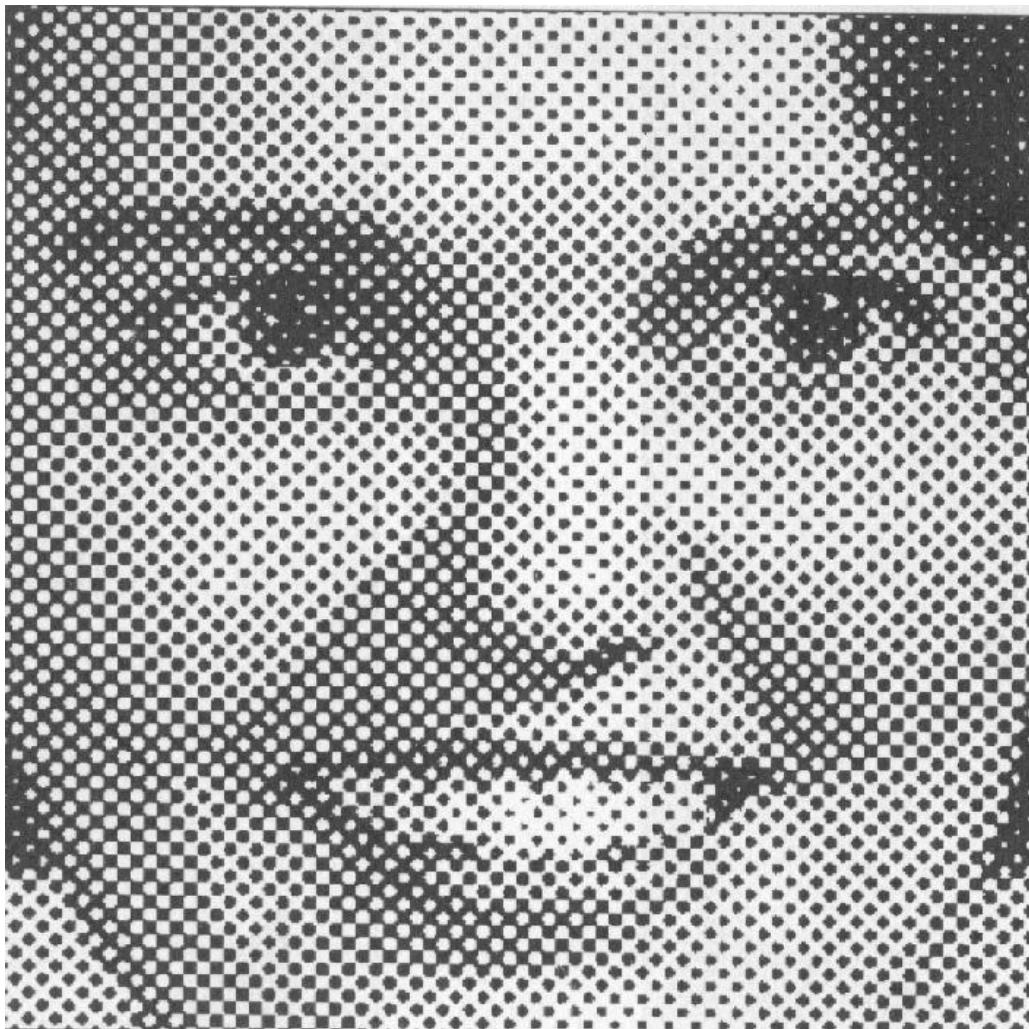
Dithering

- 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).

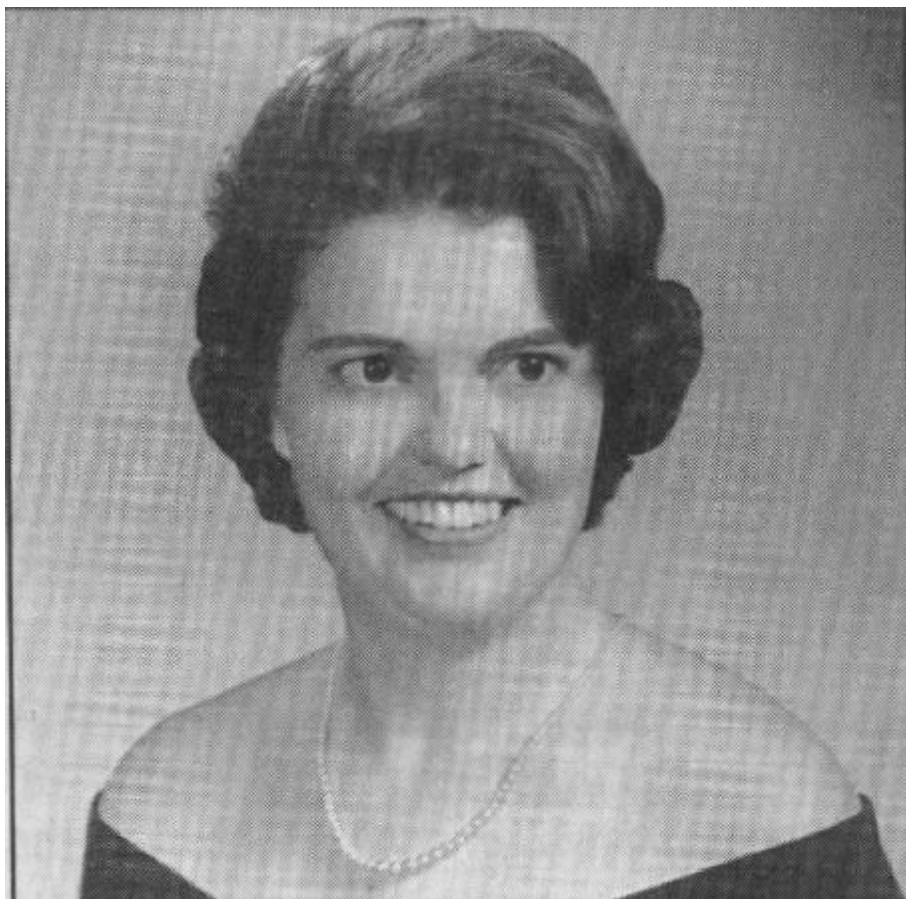
Aproximação de meio-tom.

- 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.

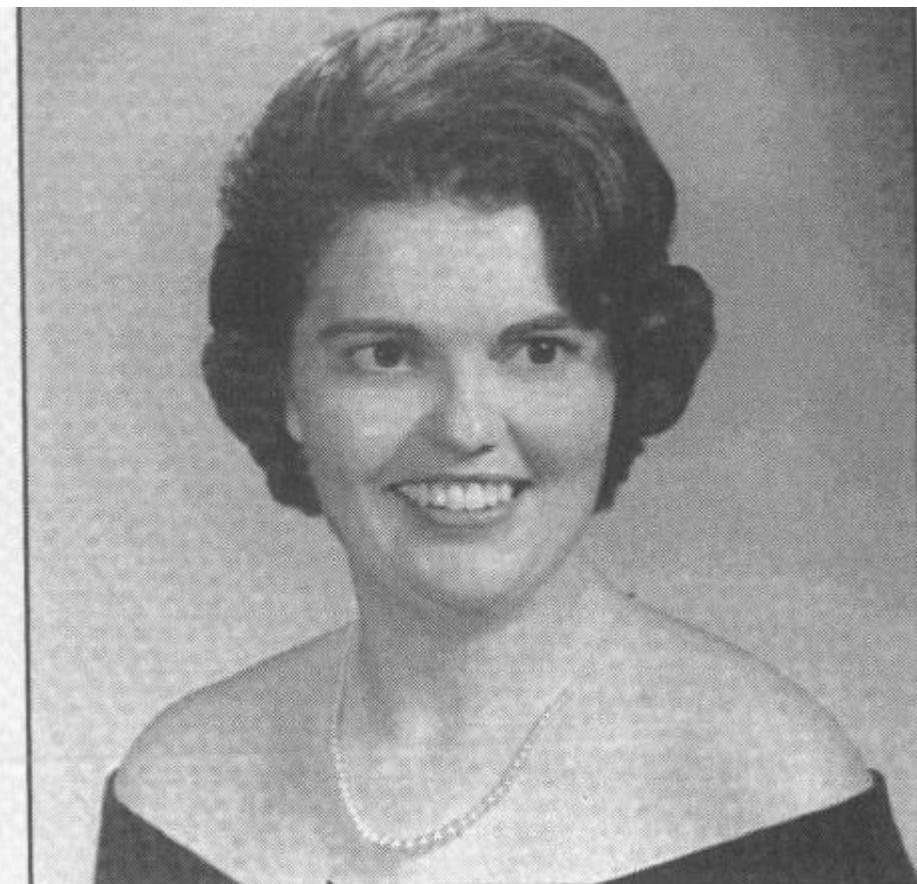
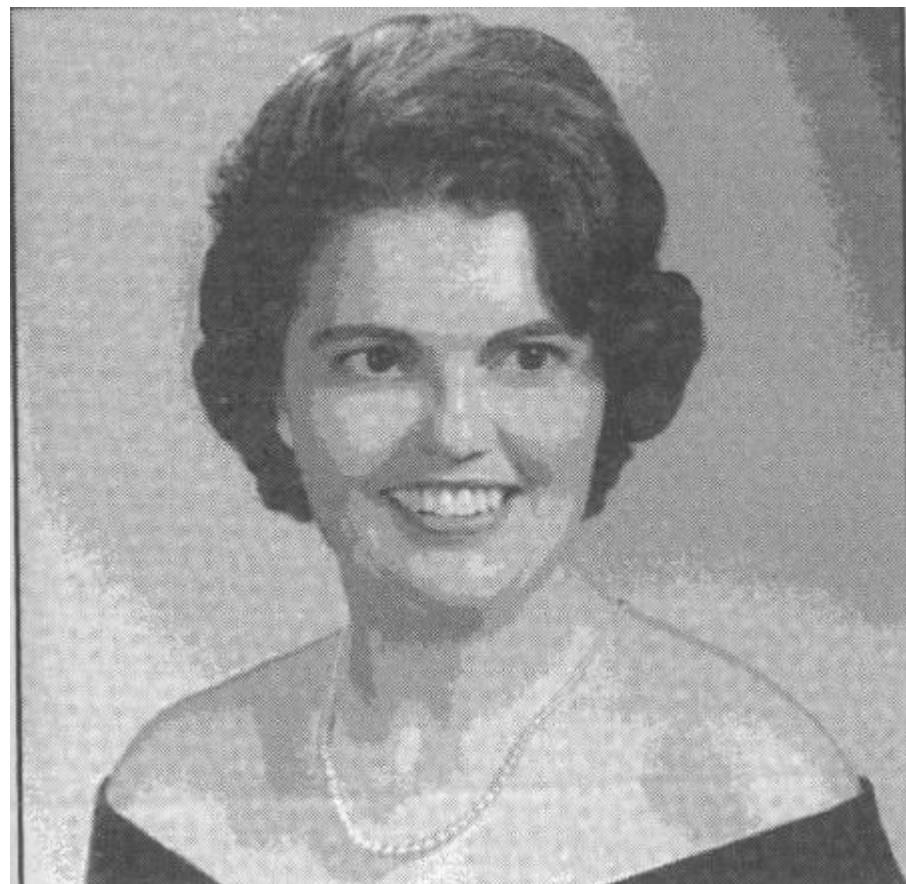
Padrão de meio-tom aumentado.



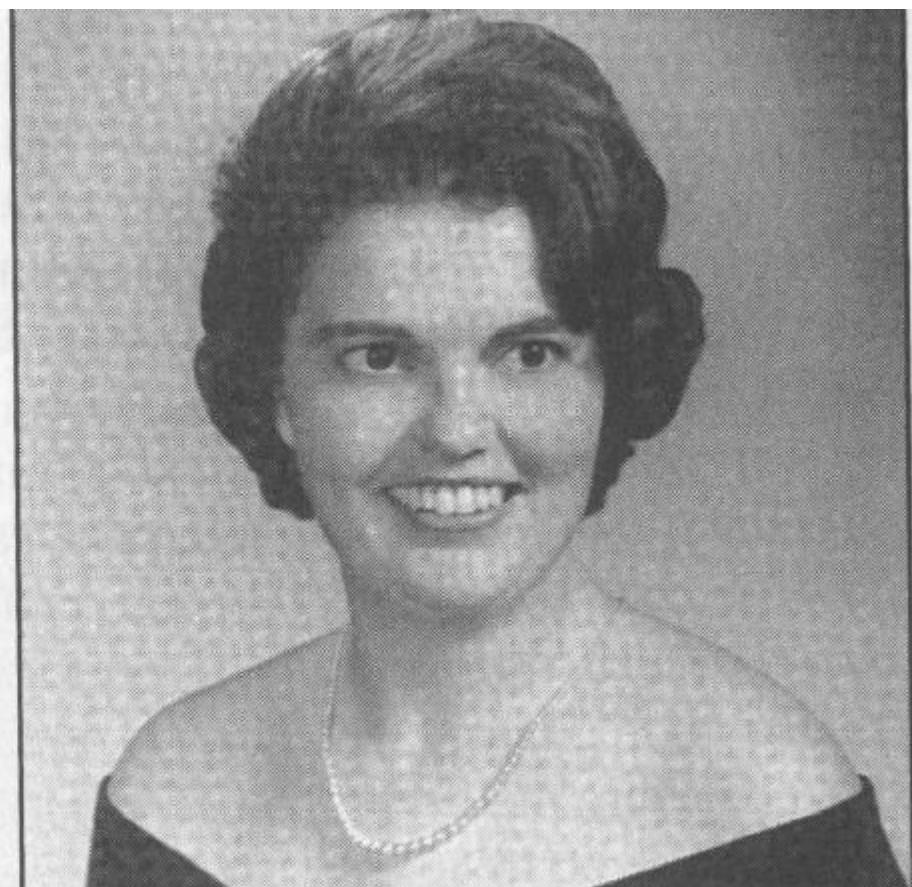
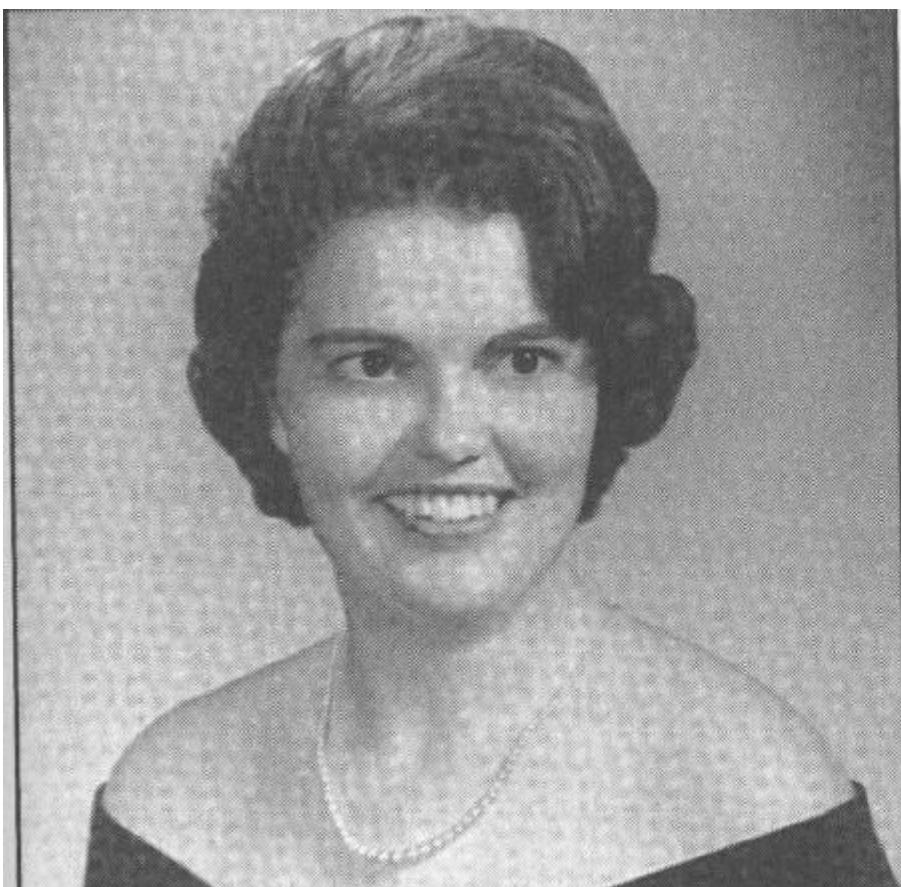
Fotografia original e reproduzida
com 4 níveis de intensidade.



Fotografia reproduzida com 8 e 16
níveis de intensidade.



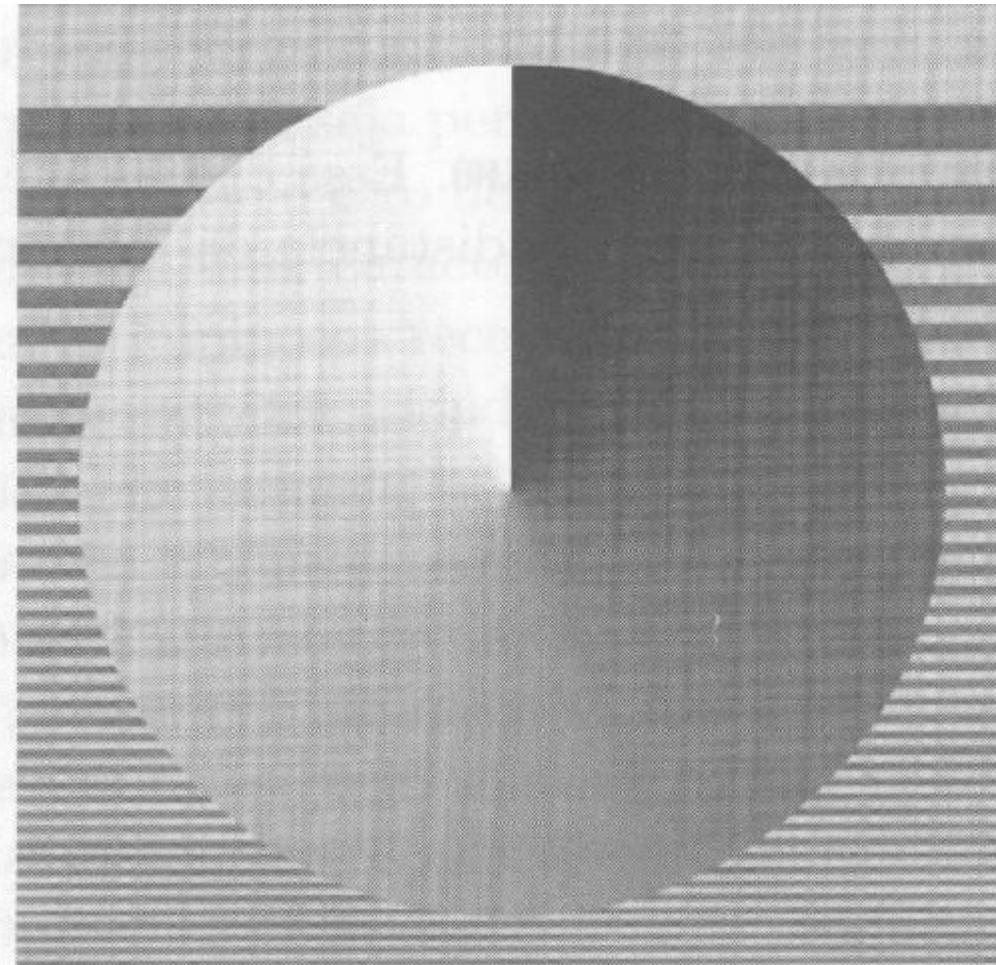
Fotografia reproduzida com 32 e 64
níveis de intensidade.



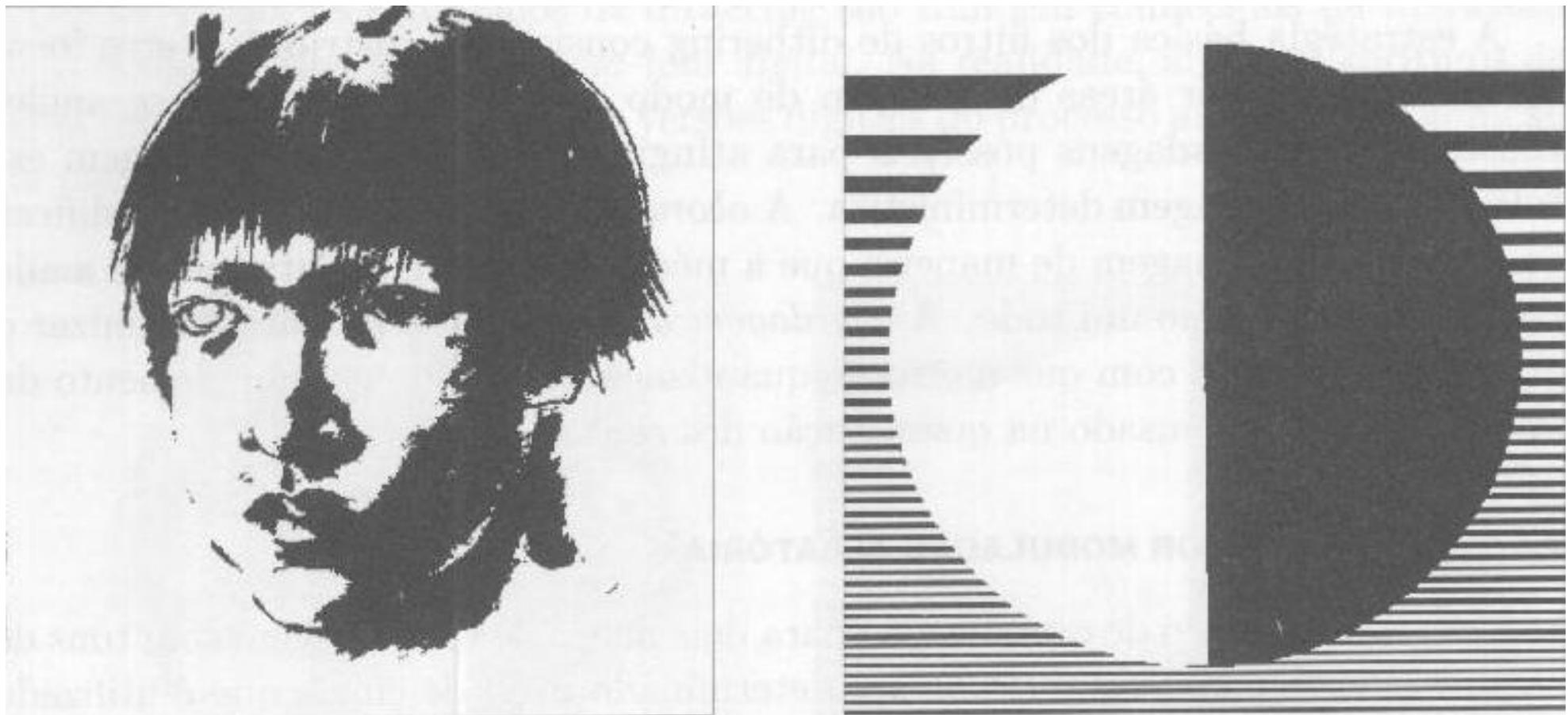
Fotografia digitalizada com 351 x 351 pixels e impressa com padrão de dither 2x2.



Imagen 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.

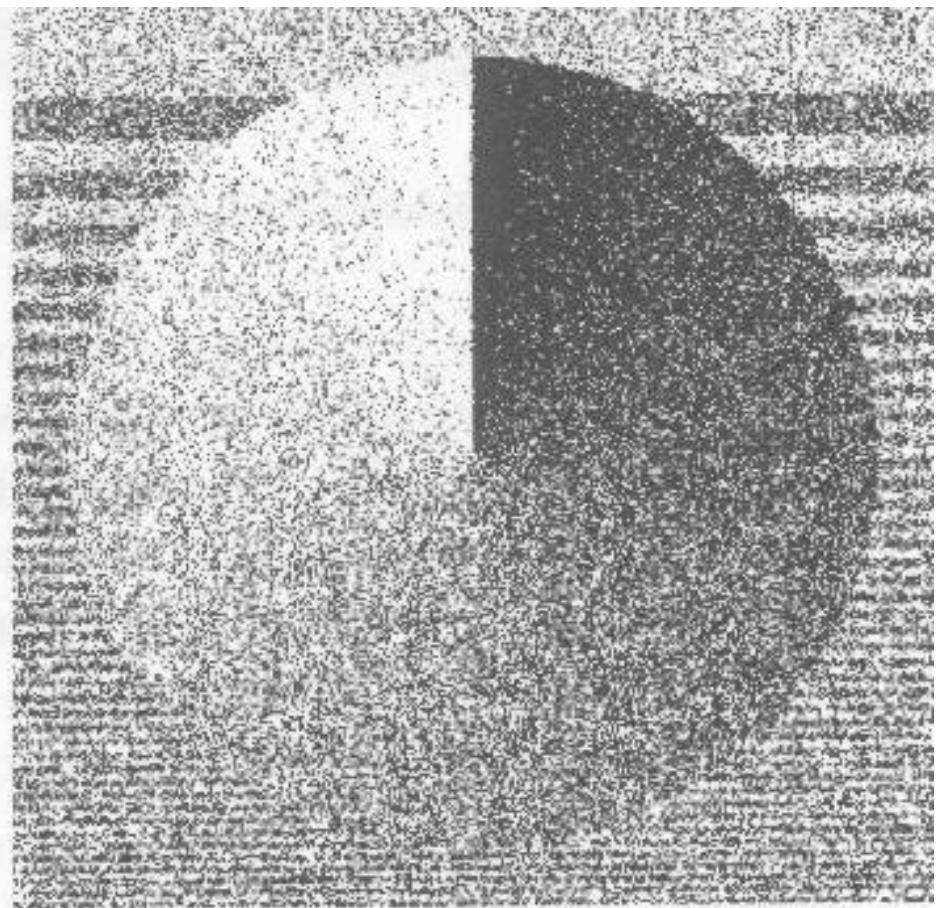
```
color_intensity = f[x][y];  
if (color_intensity < average_intensity )  
    color_intensity = 0;  
else  
    color_intensity = 1;
```

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.
- Introduz 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 ($f[k][l] > D[i][j]$)

$P[k][l] = 1;$

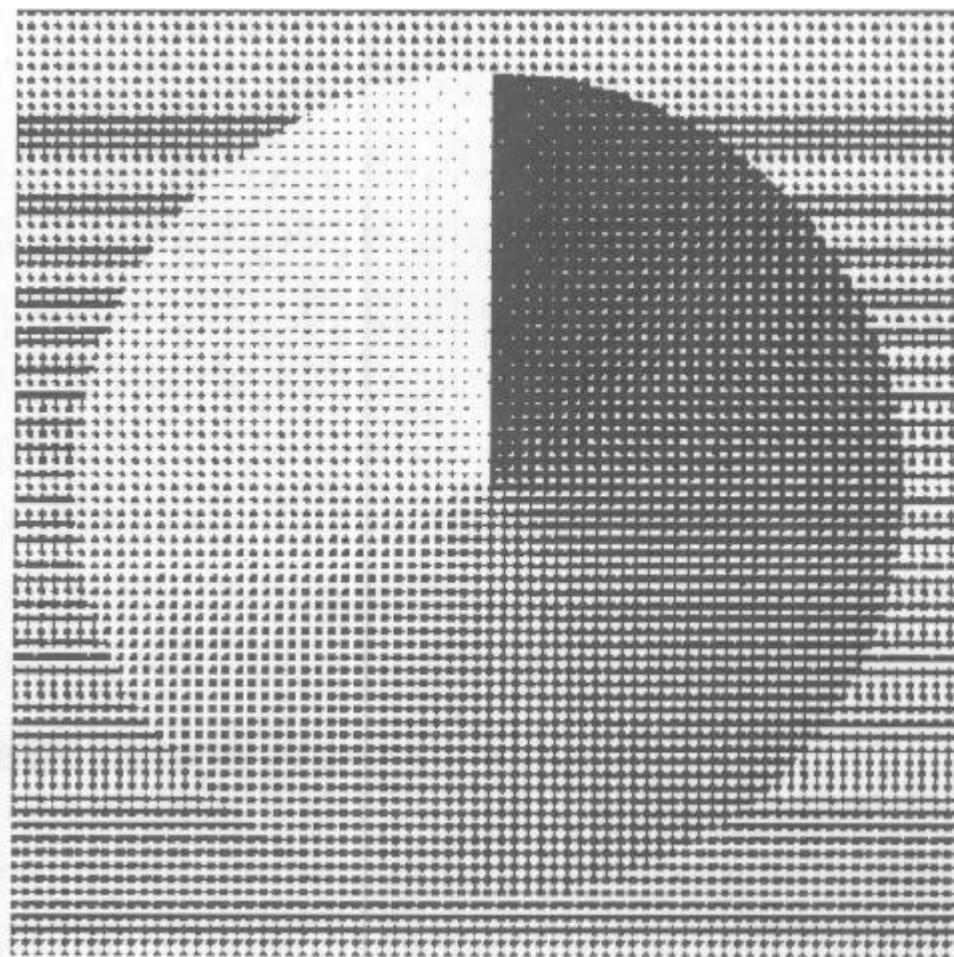
else

$P[k][l] = 0;$

- 37 níveis, média 18.5

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

Dithering ordenado com aglomeração de pixels.



Variação da célula de dithering ordenado – 5, 10 e 20 lpi.



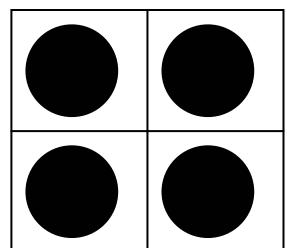
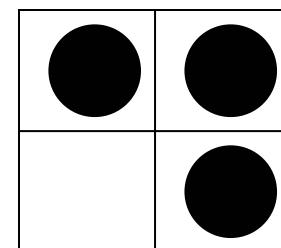
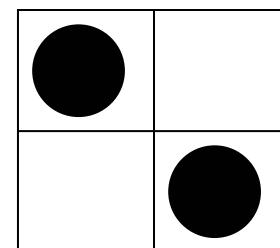
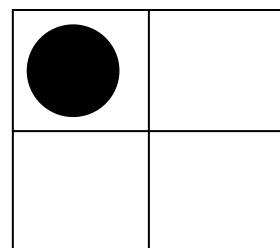
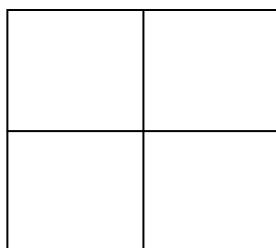
Freqüências de tela ideais variam de 120 a 150 lpi.

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

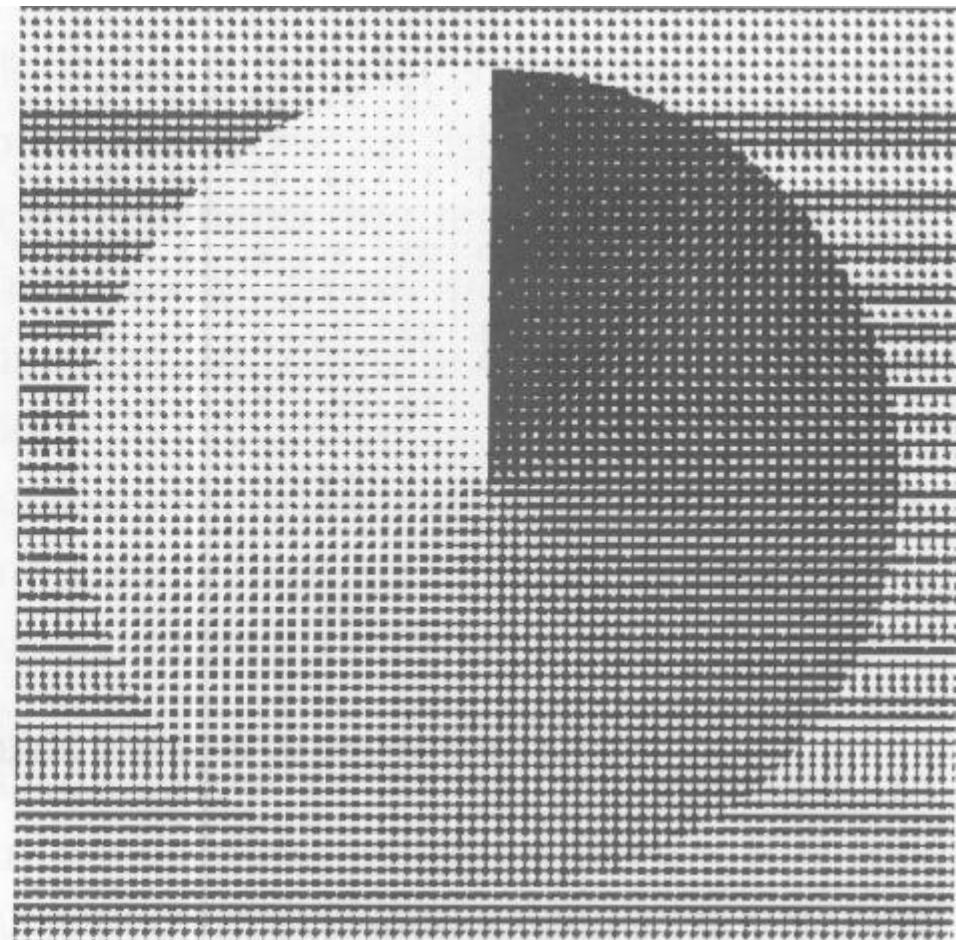
1

2

3

4

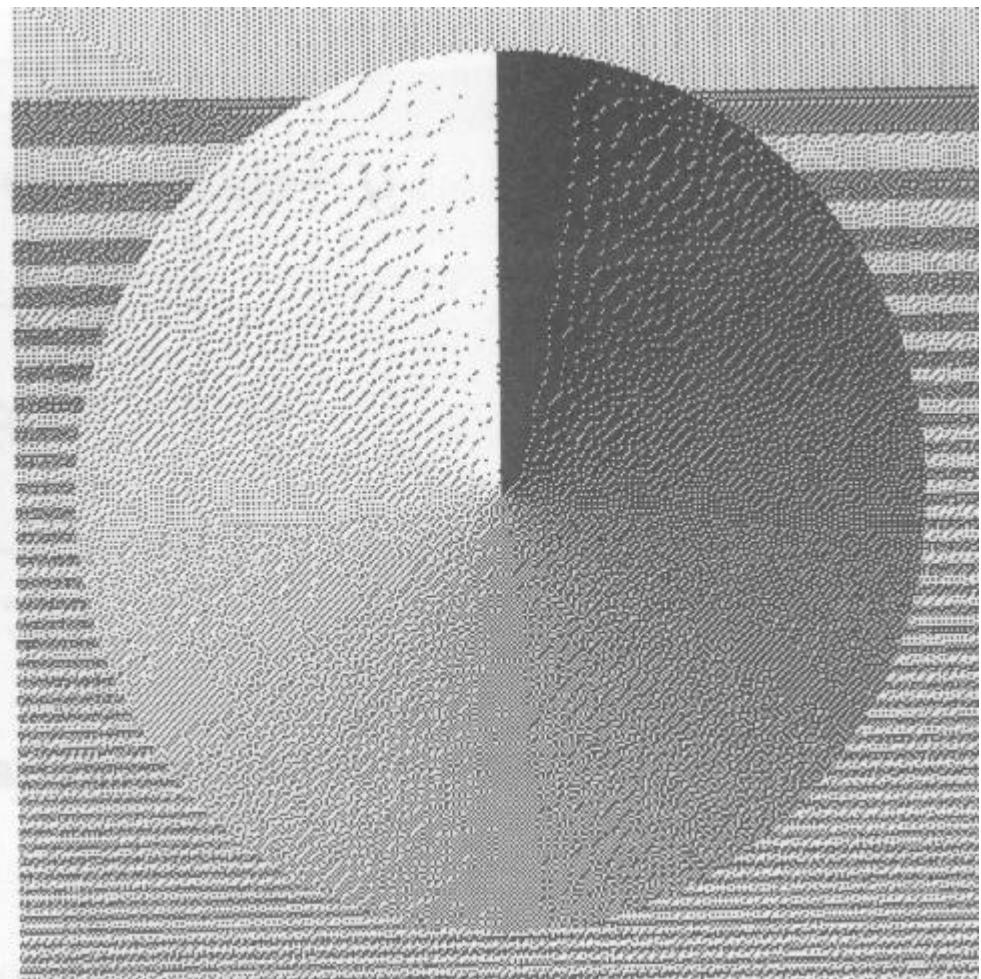
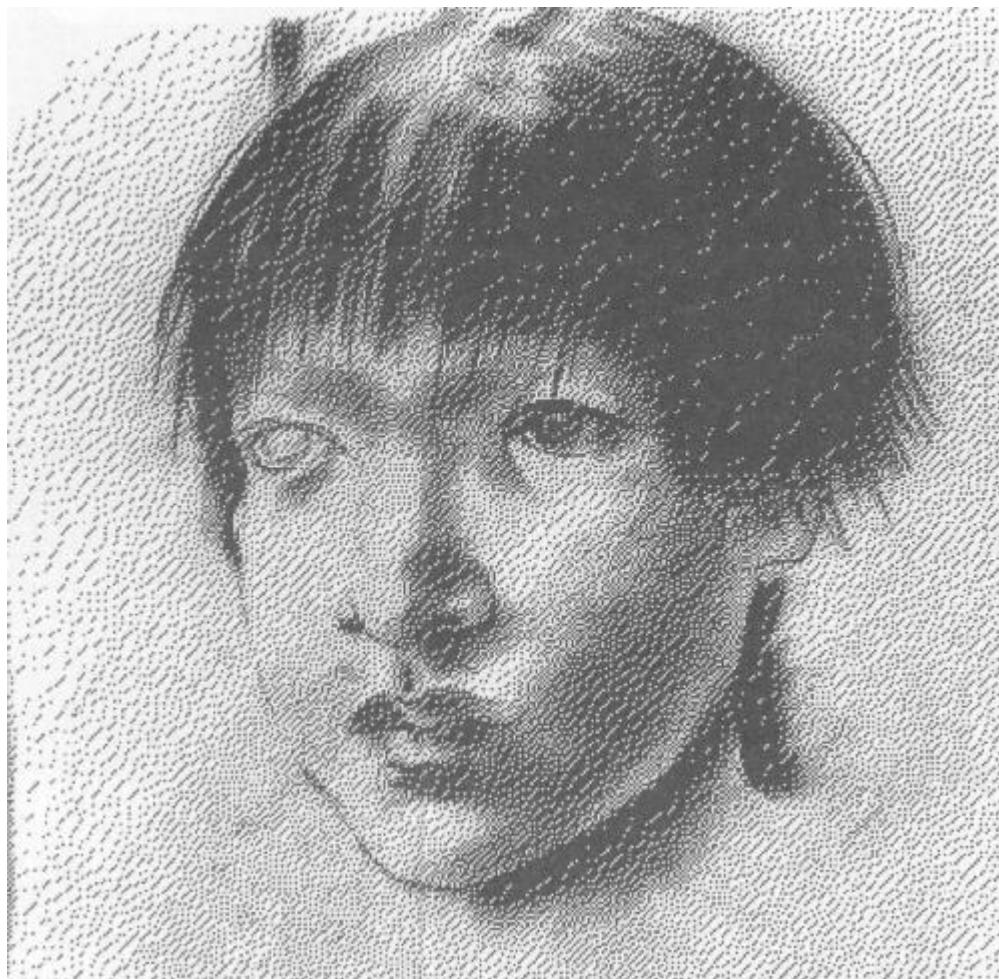
Dithering de Bayer de ordem 4.



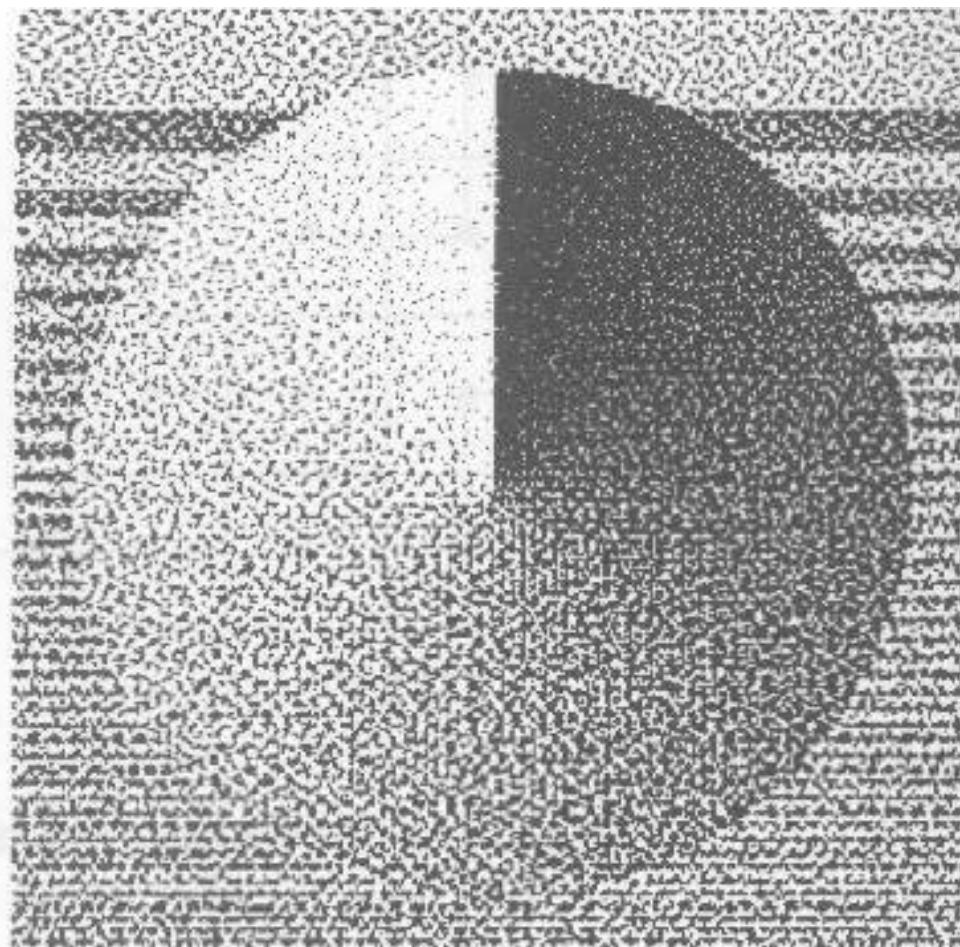
Algoritmo de Floyd-Steinberg.

```
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.

