

Experiência II

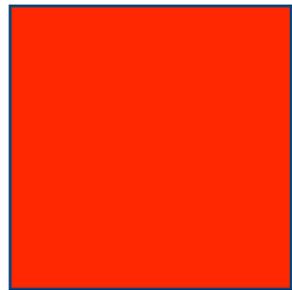
Óptica Geométrica e Física

- Objetivos – Estudar alguns fenômenos de óptica física e geométrica
 - Estudo de lentes simples, sistemas de lentes e construção de imagens
 - Interferência e difração
 - Computador óptico
 - Análise de Fourier bi-dimensional
 - Processamento de imagens

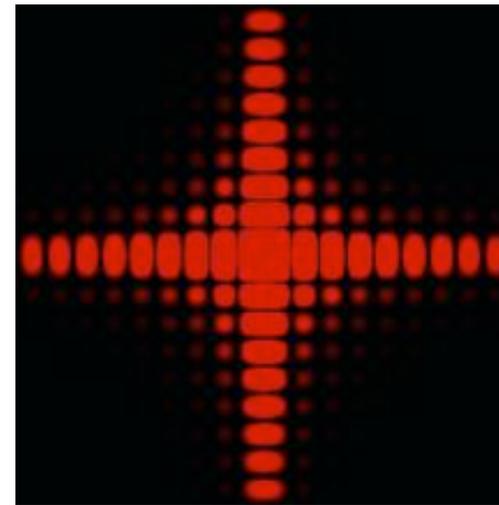
Difração e transformada de Fourier

- A figura de difração está relacionada à transformada de Fourier do objeto iluminado

$$\hat{E}(\vec{R}) = \frac{e^{jkR}}{R} \int E_0(x,y) e^{-j(k_x x + k_y y)} dx dy$$



Objeto



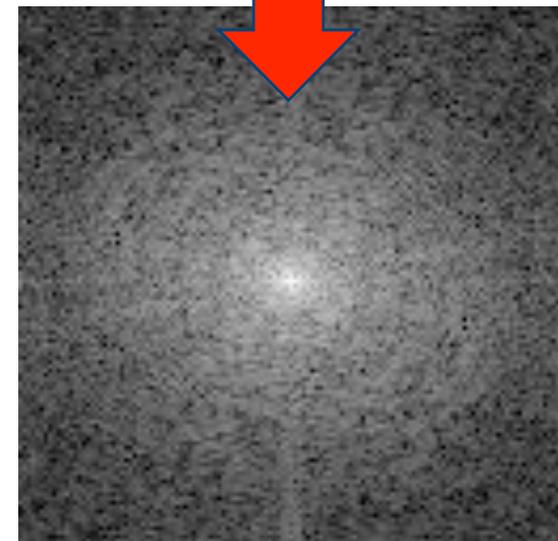
Difração

Transformada de Fourier (F.T.) de uma imagem

- No caso bi-dimensional, basta decompor em duas freqüências, uma para cada dimensão da imagem

$$c_{nm} = \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} I(x,y) e^{-j(nx+my)} dx dy$$

- Neste caso, ao invés de fazer um gráfico unidimensional, a transformada de Fourier corresponde a um gráfico bi-dimensional cujo valor no 3º eixo corresponde a y .

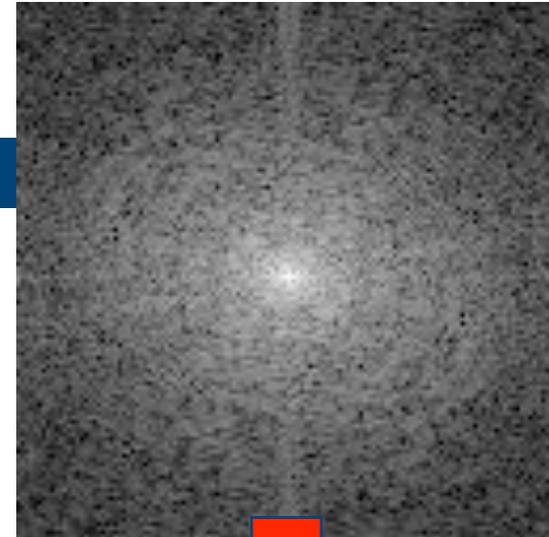


Transformada inversa

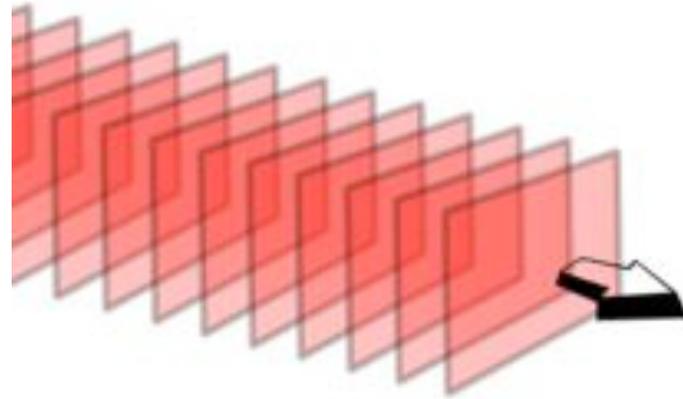
- Se eu conheço c_{nm} eu posso recuperar a informação de intensidade espacial através de

$$I(x, y) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} \sum_{m=-\infty}^{\infty} c_{nm} e^{j(nx+my)}$$

- Isto é chamado transformada inversa de Fourier e nada mais é que a transformada da transformada de Fourier (mas note o sinal trocado na exponencial).



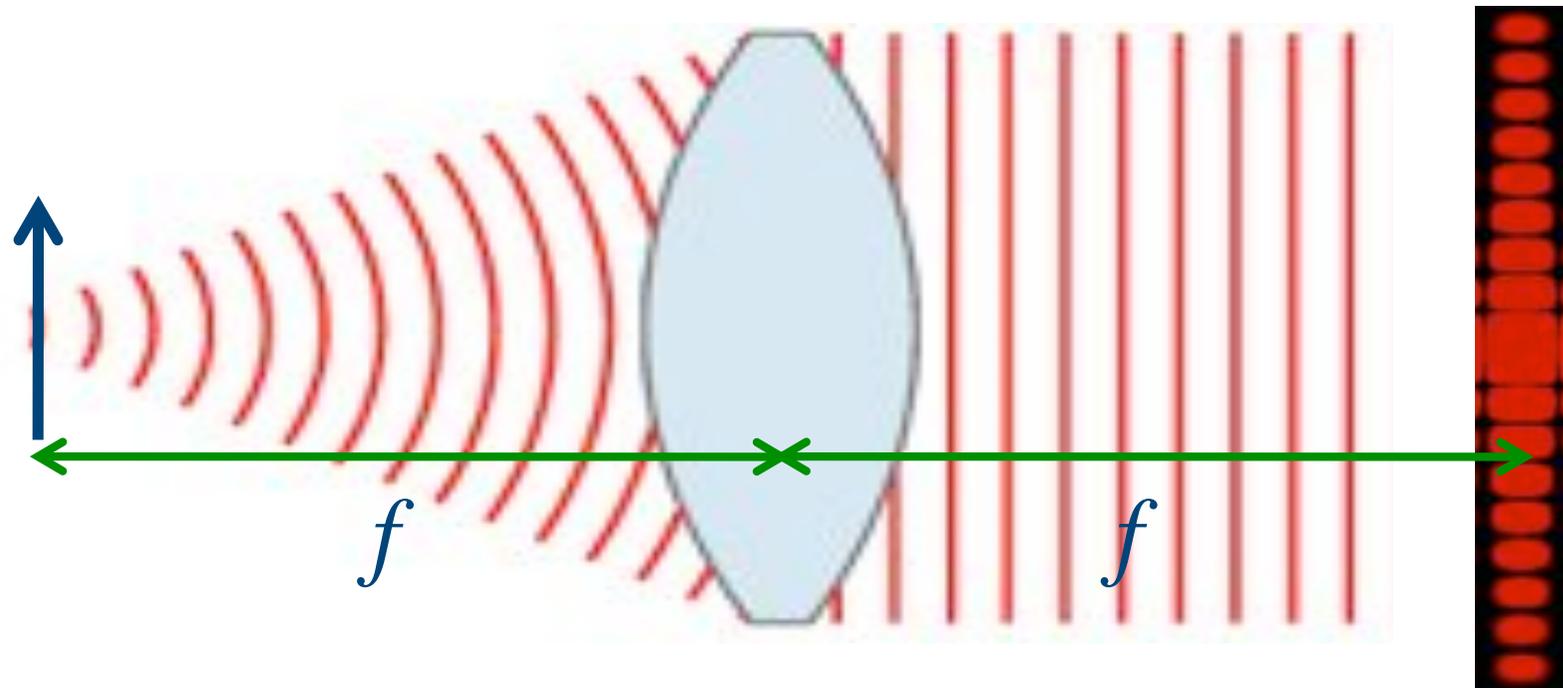
Óptica de Fourier



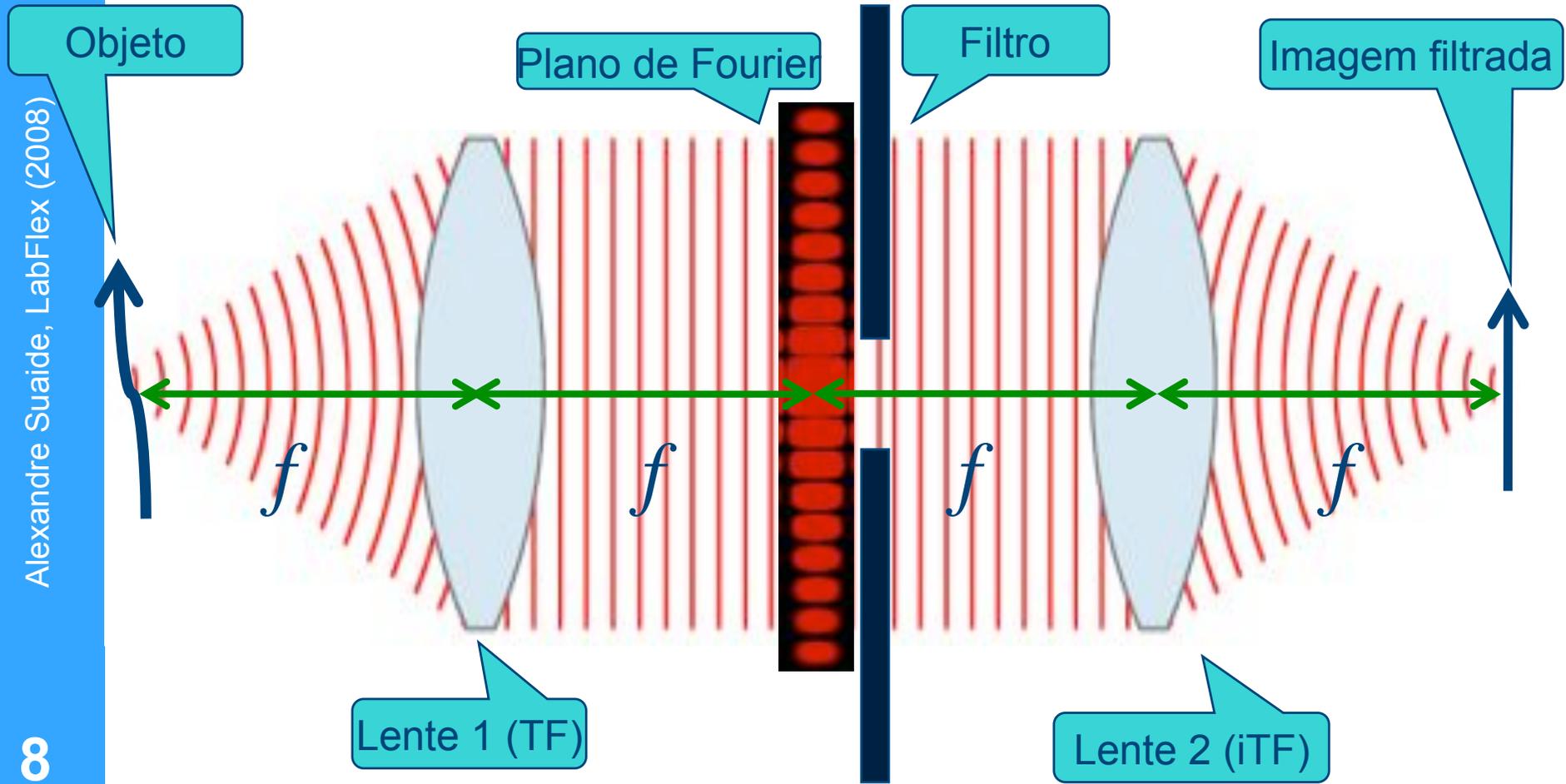
- Três formalismos para óptica
 - Óptica geométrica
 - Luz pode ser tratada como raios
 - Óptica física ou óptica difrativa
 - Podemos tratar cada frente de onda como uma superposição de ondas esféricas
 - Princípio de Huygens-Fresnel
 - Óptica de Fourier
 - Podemos tratar a propagação de luz como uma série de ondas planas. Para cada ponto de uma frente de onda há uma onda plana cuja propagação é normal àquele ponto.

Lente no formalismo de Fourier

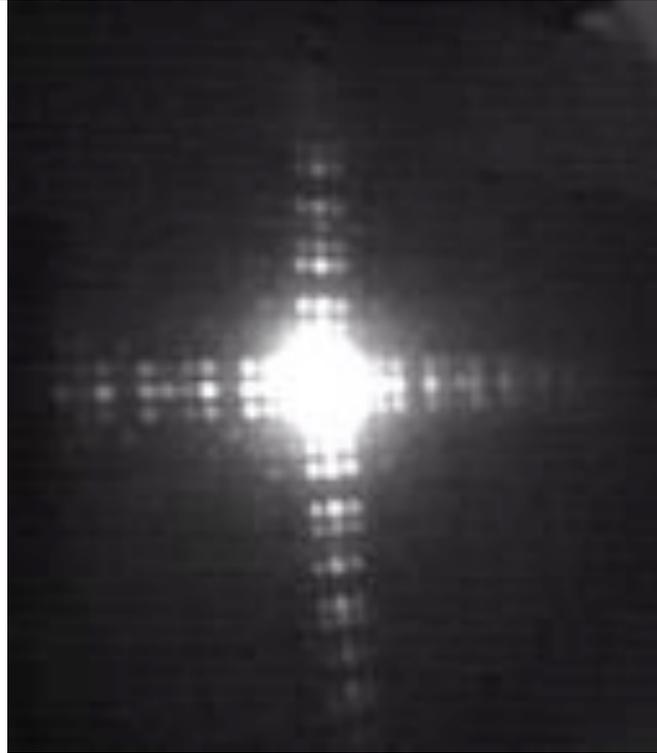
- No formalismo de Fourier, pode-se demonstrar (ver Hecht, cap. 10) que, colocando um objeto no plano focal de uma lente, a figura no plano focal corresponde à transformada de Fourier (figura de difração) do objeto.



Computador óptico

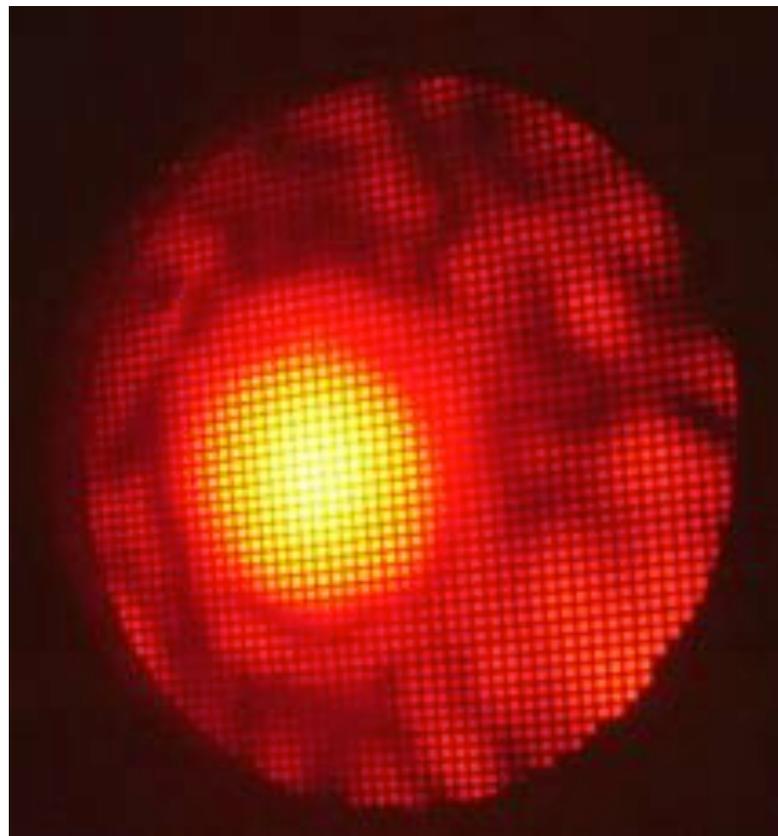
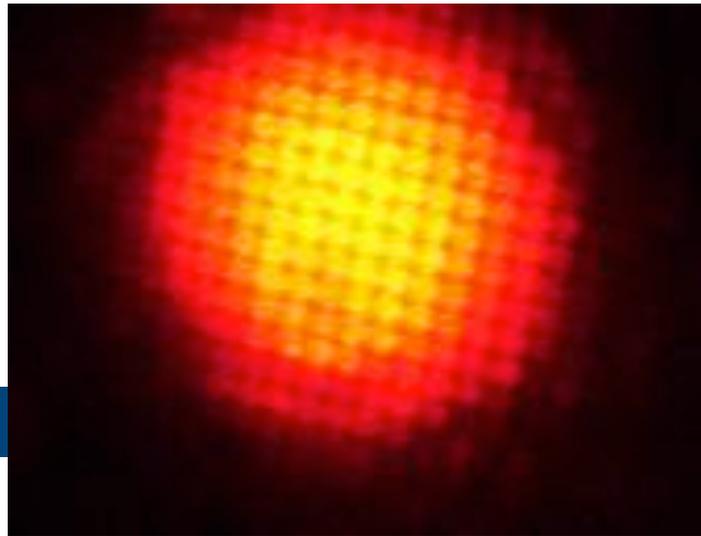


Alexandre Suaide, LabFlex (2008)

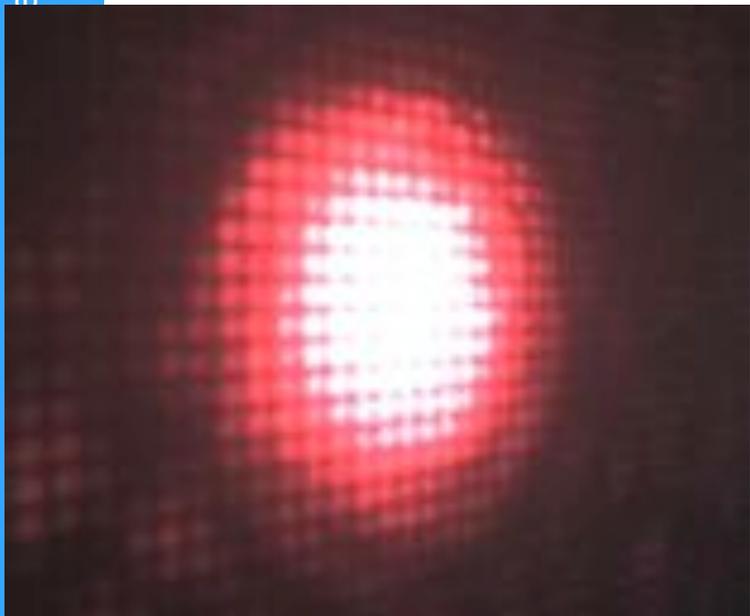


2

9



ex (2)



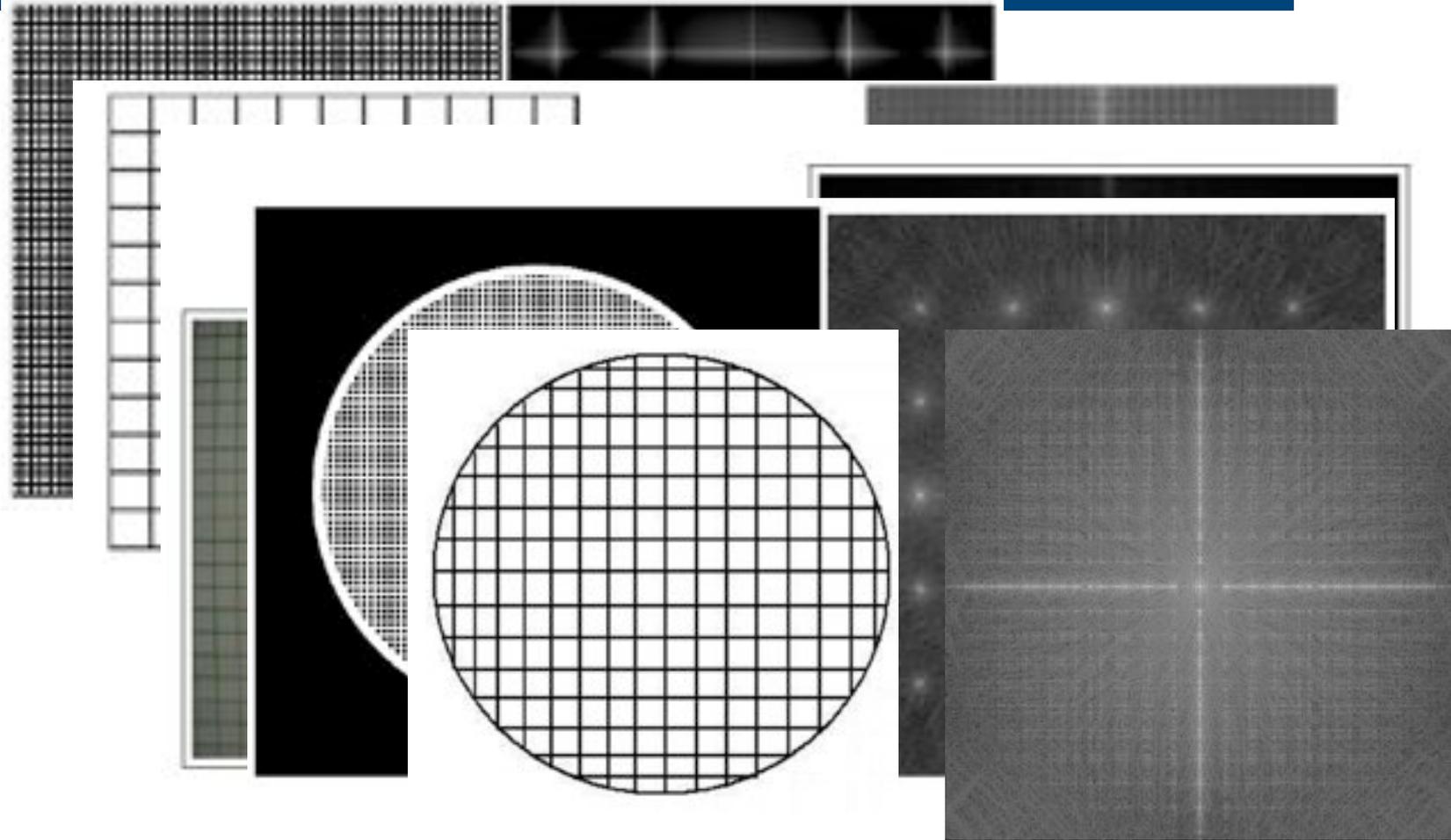


Algumas simulações:

Dados



Alexandre Suaide, LabFlex (2008)



Algumas simulações:

Dados



Alexandre Suaide, LabFlex (2008)

13

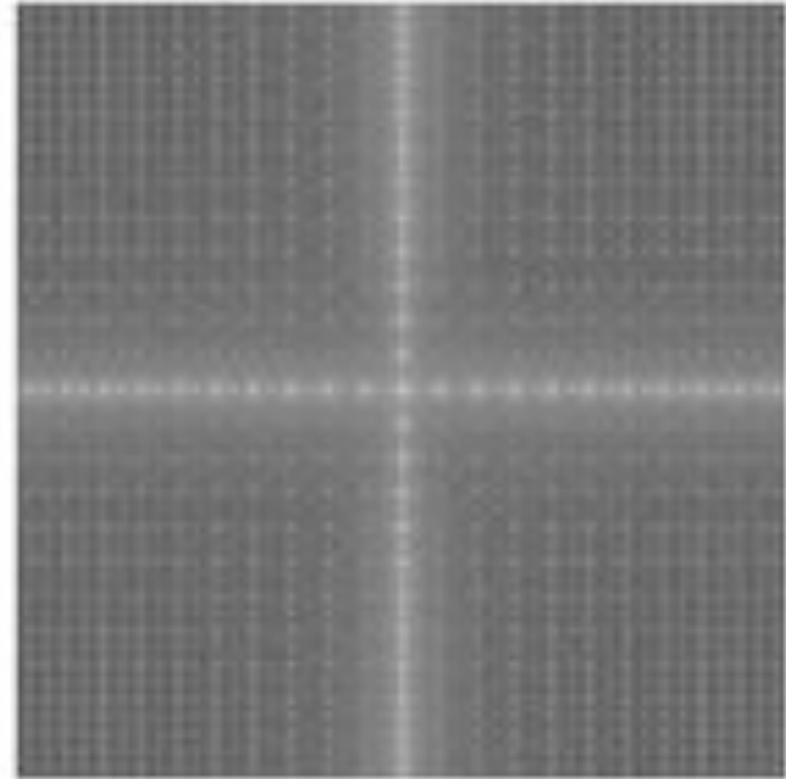
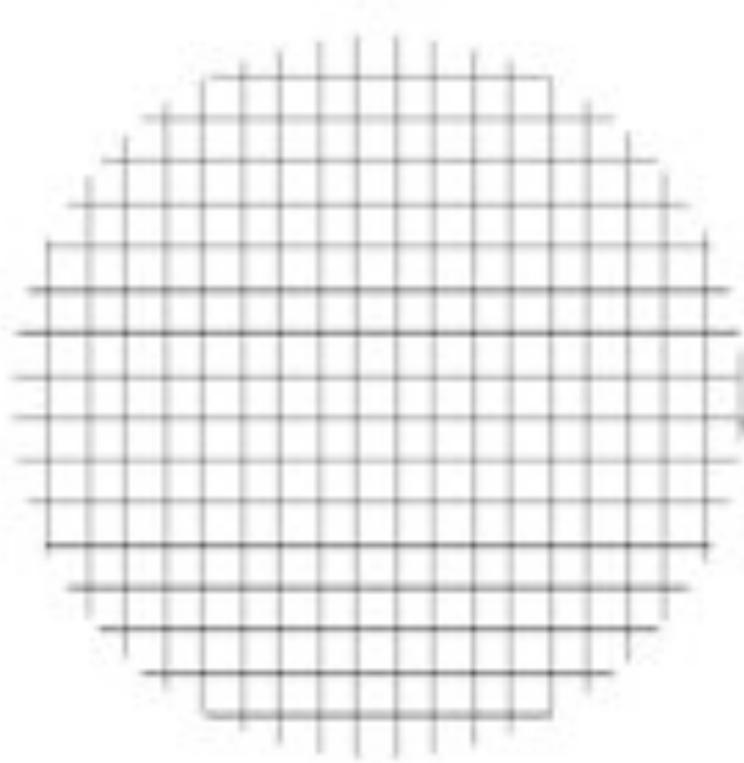
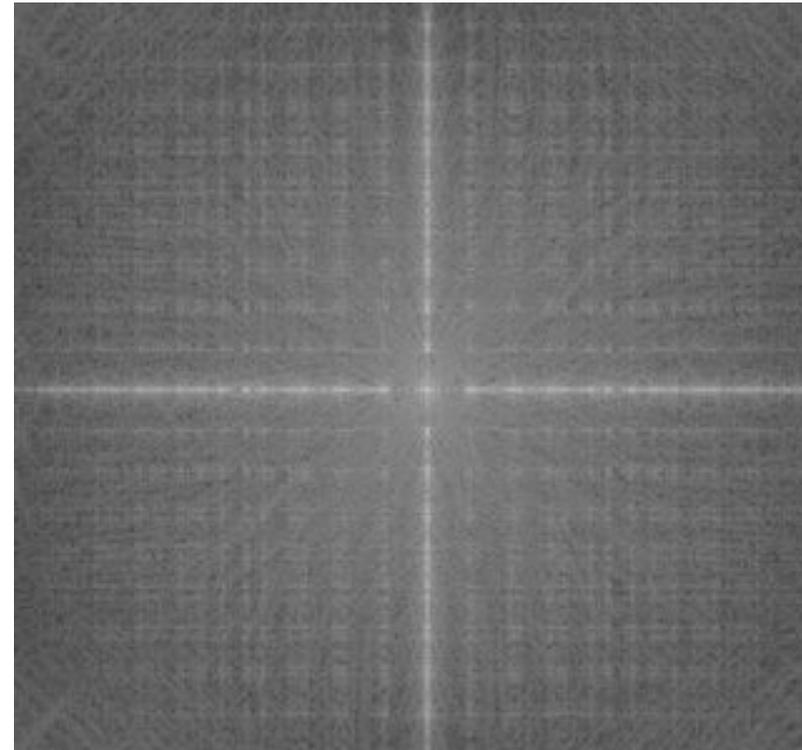
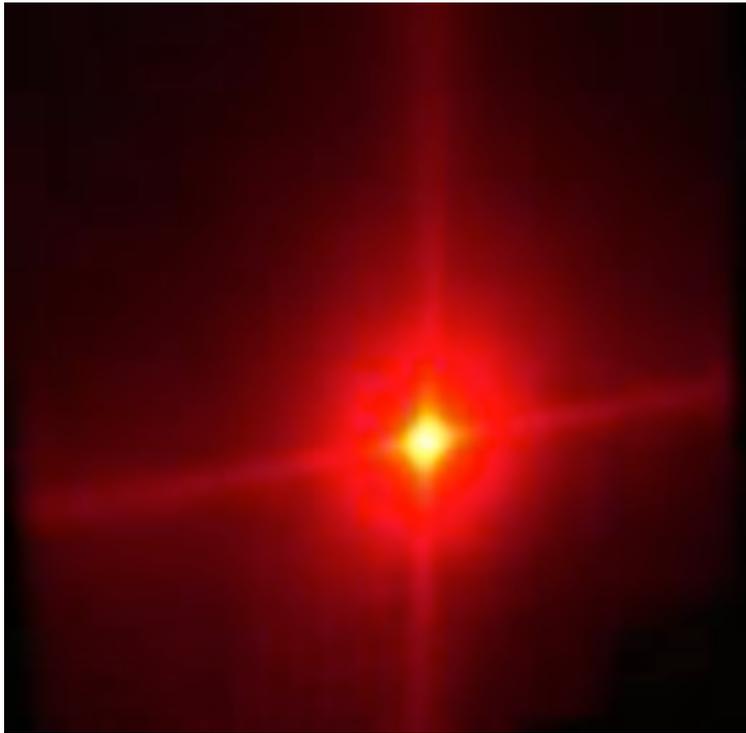


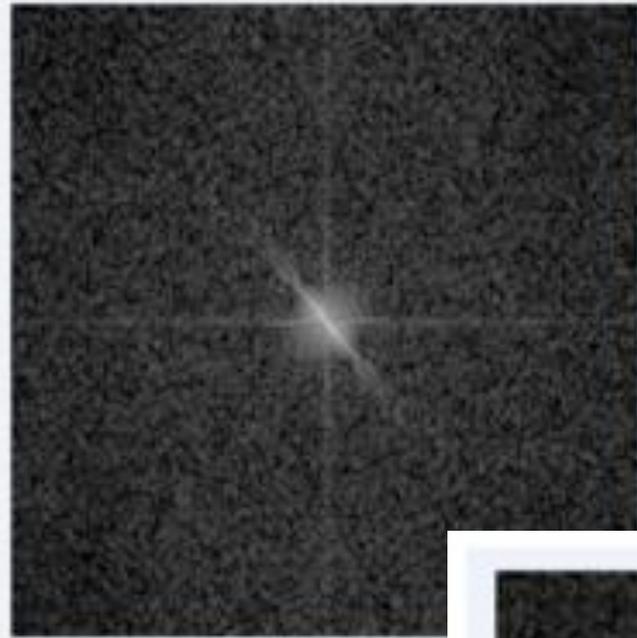
Figura de difração e a transformada de Fourier

quadriculadas mais fracas espalhadas pelo resto da imagem. A diferença principal entre as duas figuras é a intensidade do ponto central, bem maior para o caso do arranjo experimental, o que possivelmente é consequência da concentração do laser iluminado uma porção limitada do objeto (mesmo com o diâmetro do feixe sendo aumentado). Outro fator de influência pode ser que a

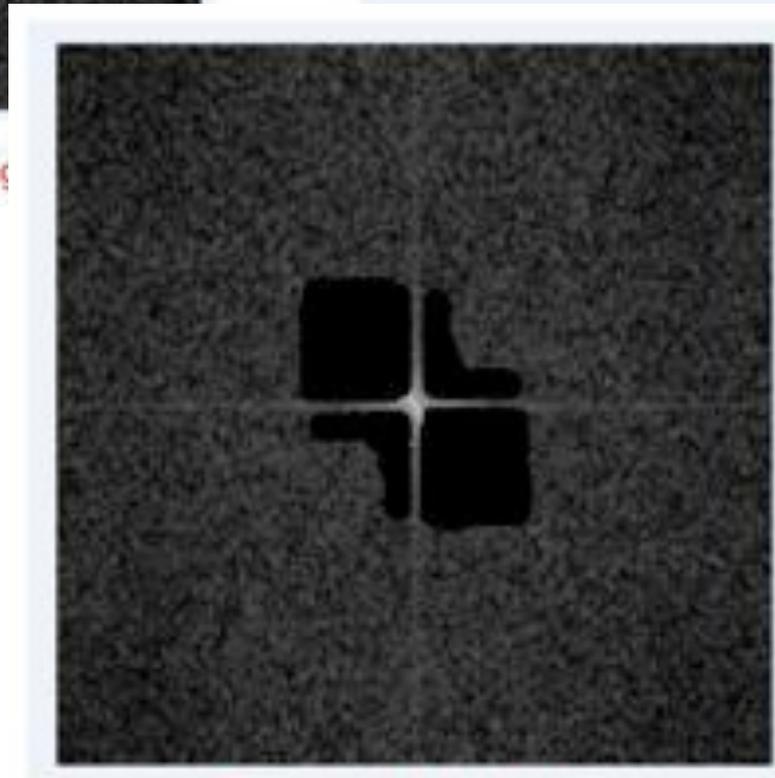
Alexandre Suaide, LabFlex (2008)



Filtragem de imagens:
Fotos



FFT original da imagem

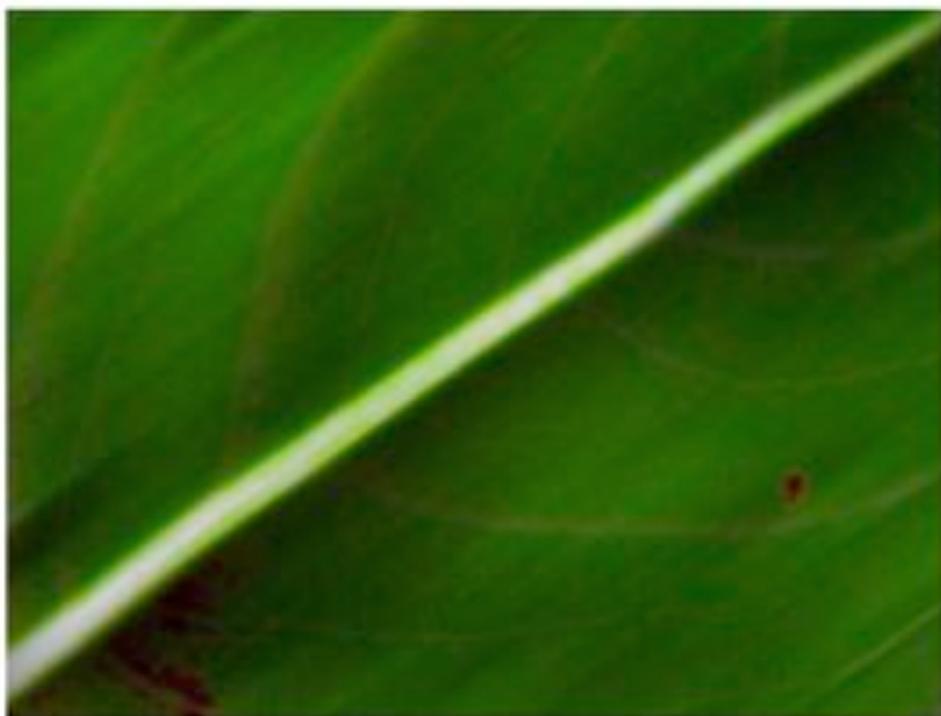
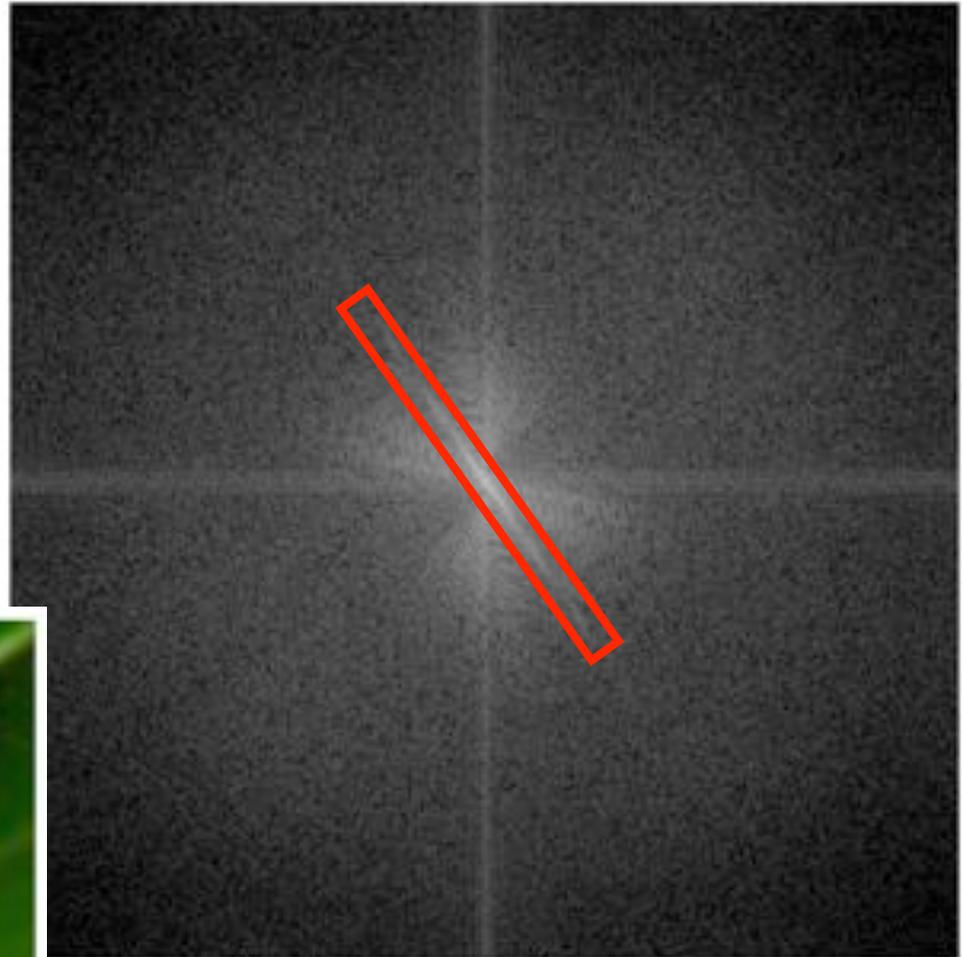


2ª alteração na FFT



2ª FFT inversa

Filtragem de imagens:
Fotos



x (2008

Filtragem de imagens:
Fotos

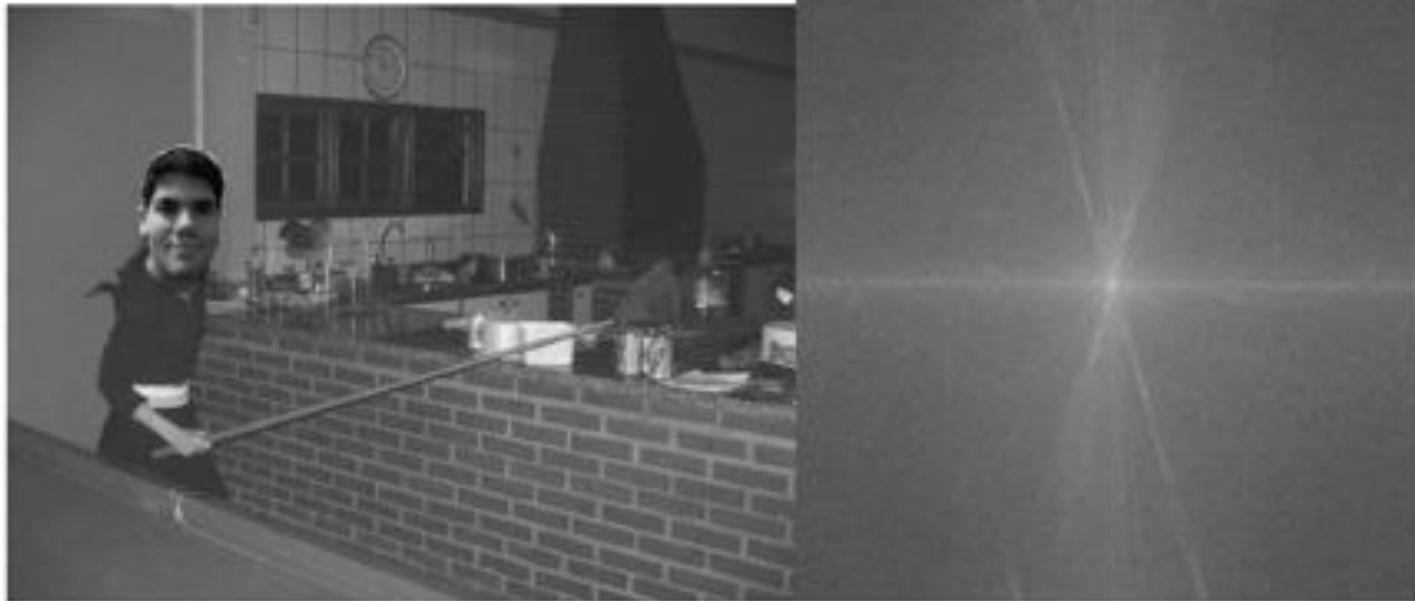
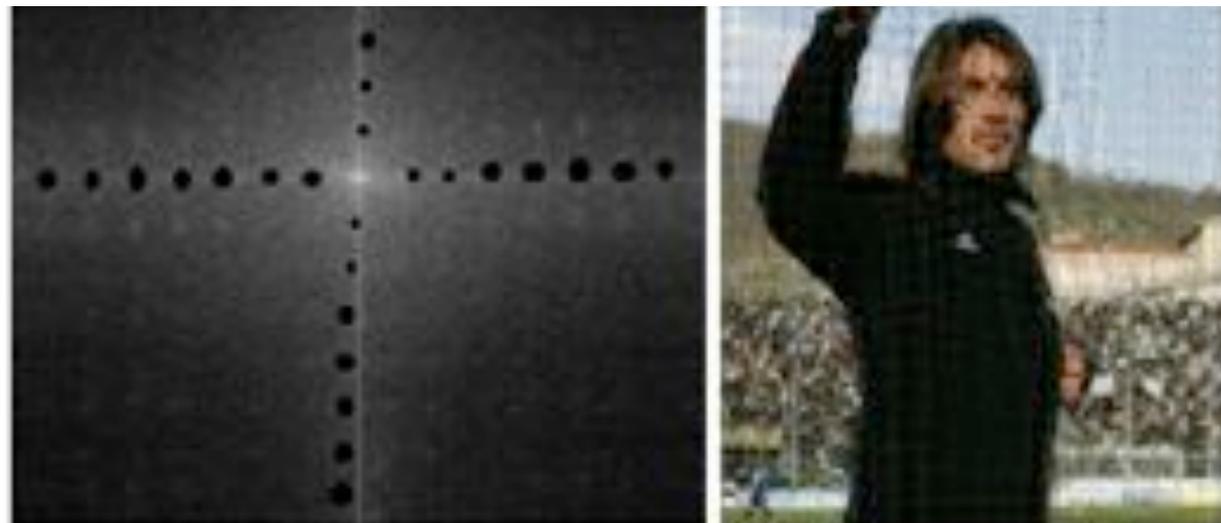


Figure 6: Filtro e o resultado: Thaenan não está mais jogando sinuca!

Filtragem de imagens: Fotos



da rede quadriculada presente na 3(a). É interessante observarmos também que os padrões na transformada não estão exatamente na vertical e na horizontal. Isso é devido à posição da rede na fotografia, que está ligeiramente inclinada em relação a essas direções. Assim, concluímos



(a) Trans. de Fourier

(b) Trans. Inversa

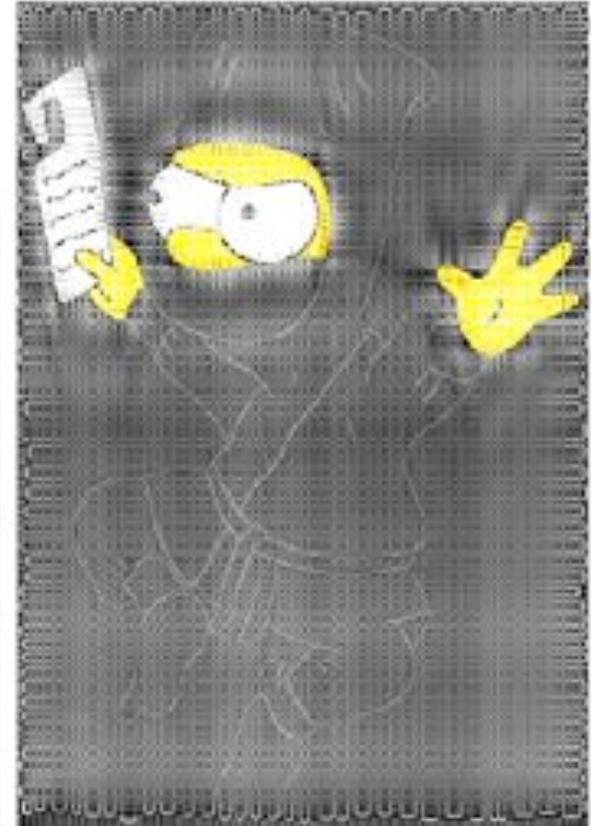
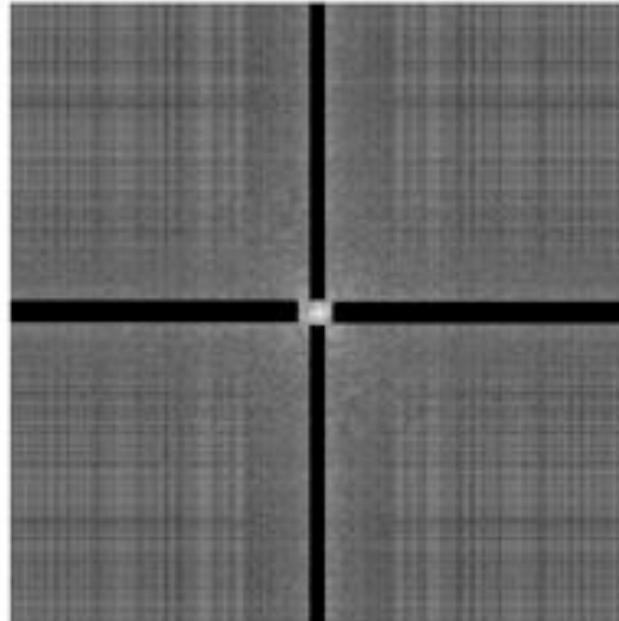
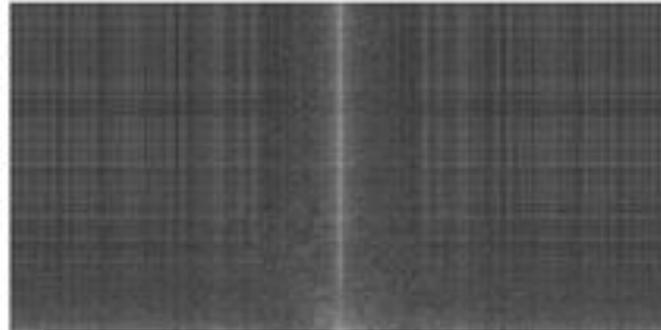
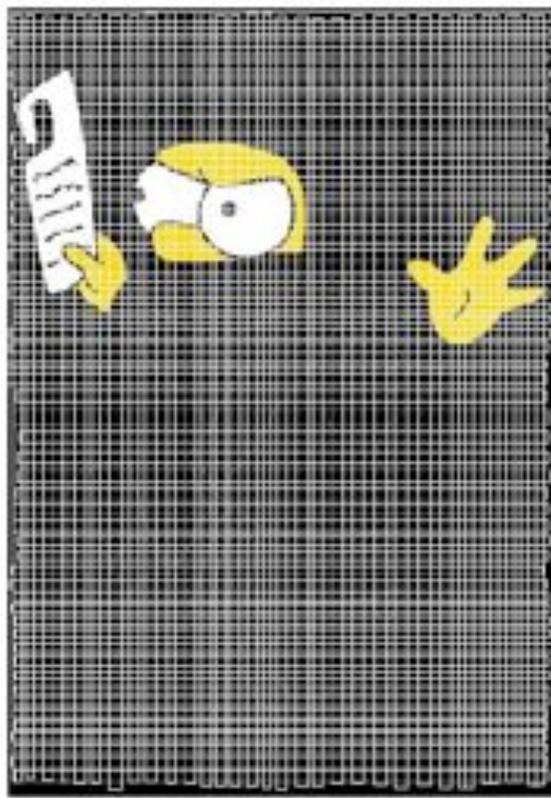


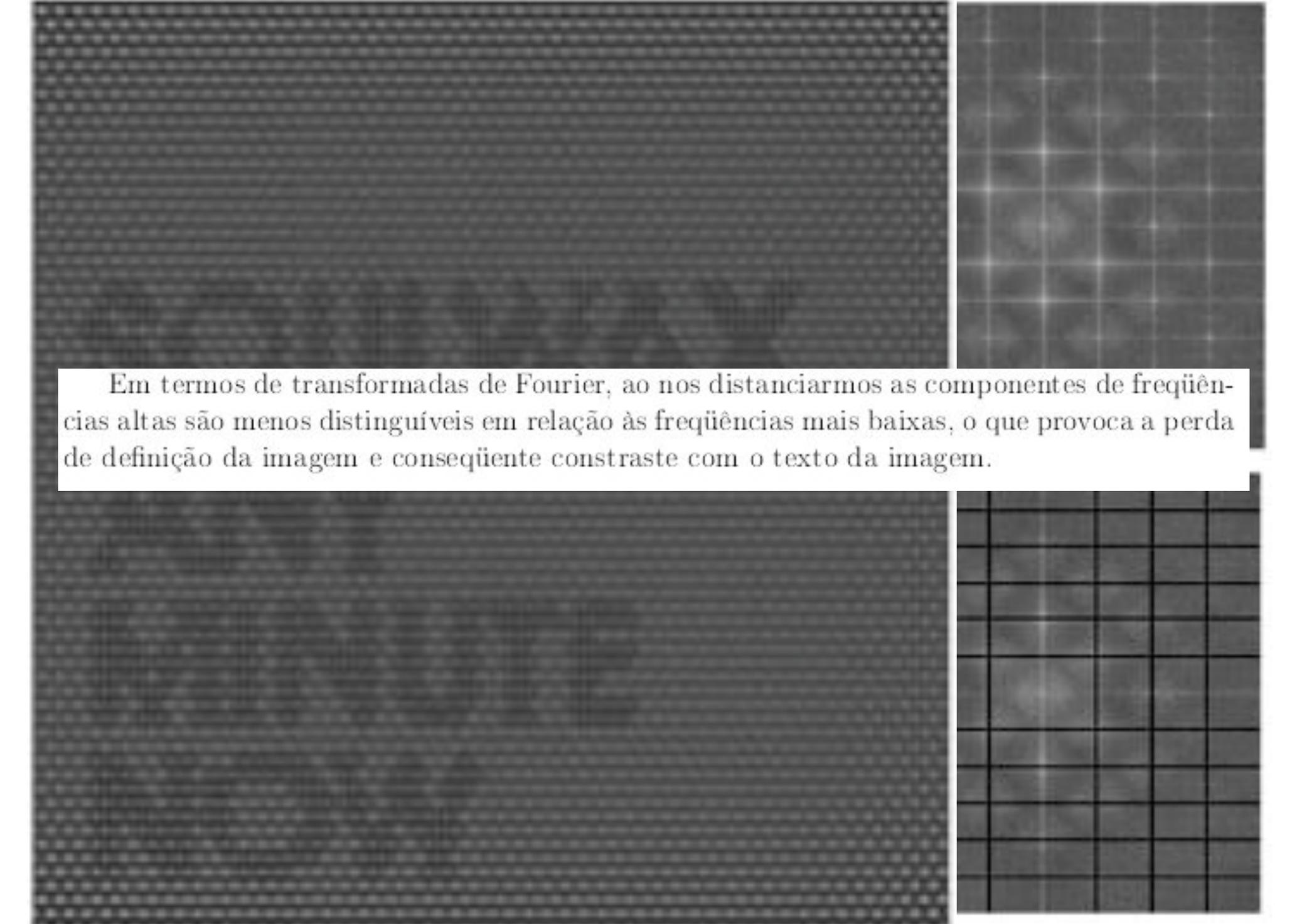
Fig. 7. Imagem da Hello Kitty e sua transformada de Fourier.



Fig. 8. Freqüências retiradas e transformada inversa.

Filtragem de imagens: Fotos





Em termos de transformadas de Fourier, ao nos distanciarmos as componentes de frequências altas são menos distinguíveis em relação às frequências mais baixas, o que provoca a perda de definição da imagem e conseqüente contraste com o texto da imagem.

Imagem no plano de Fourier

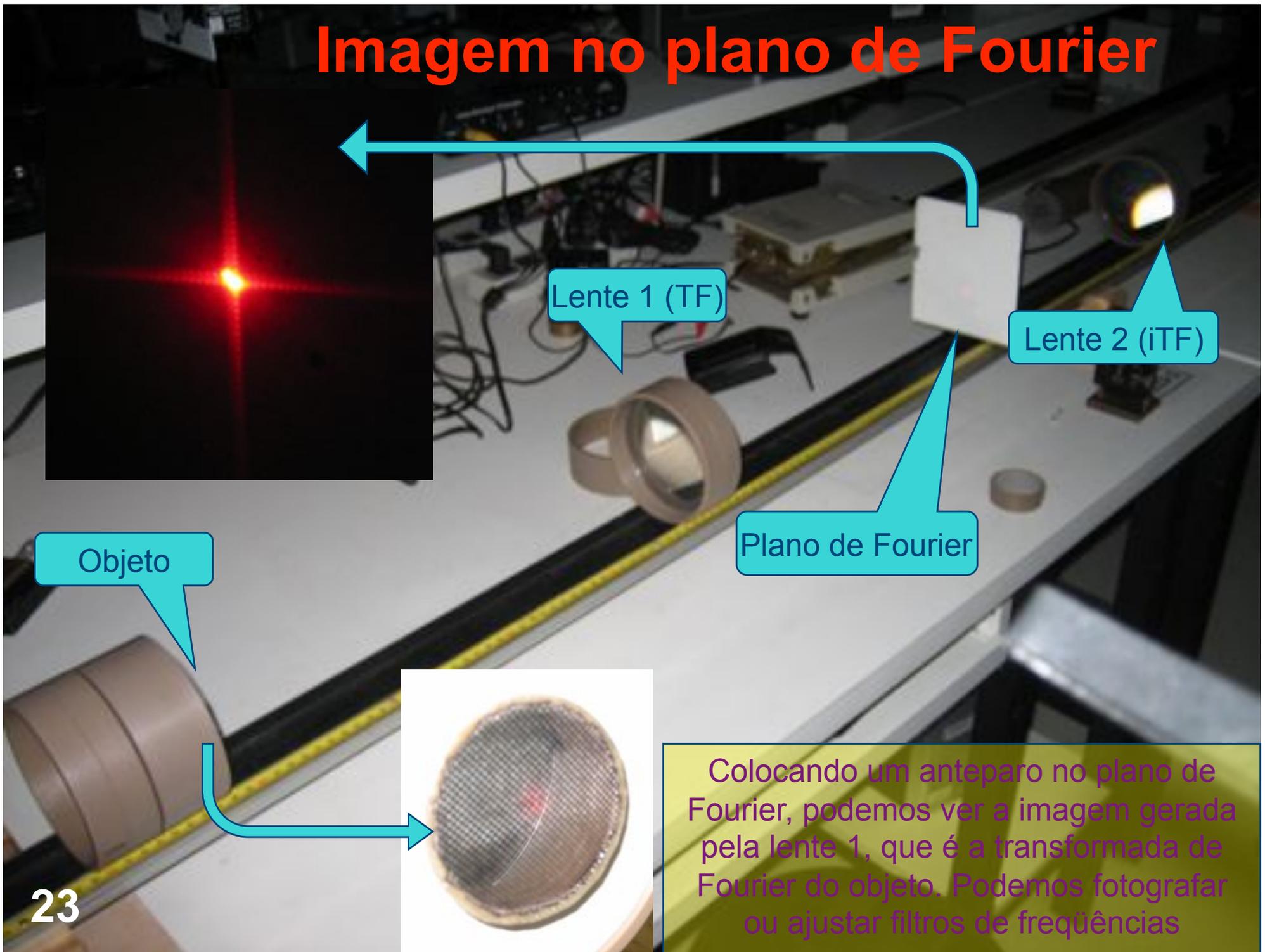
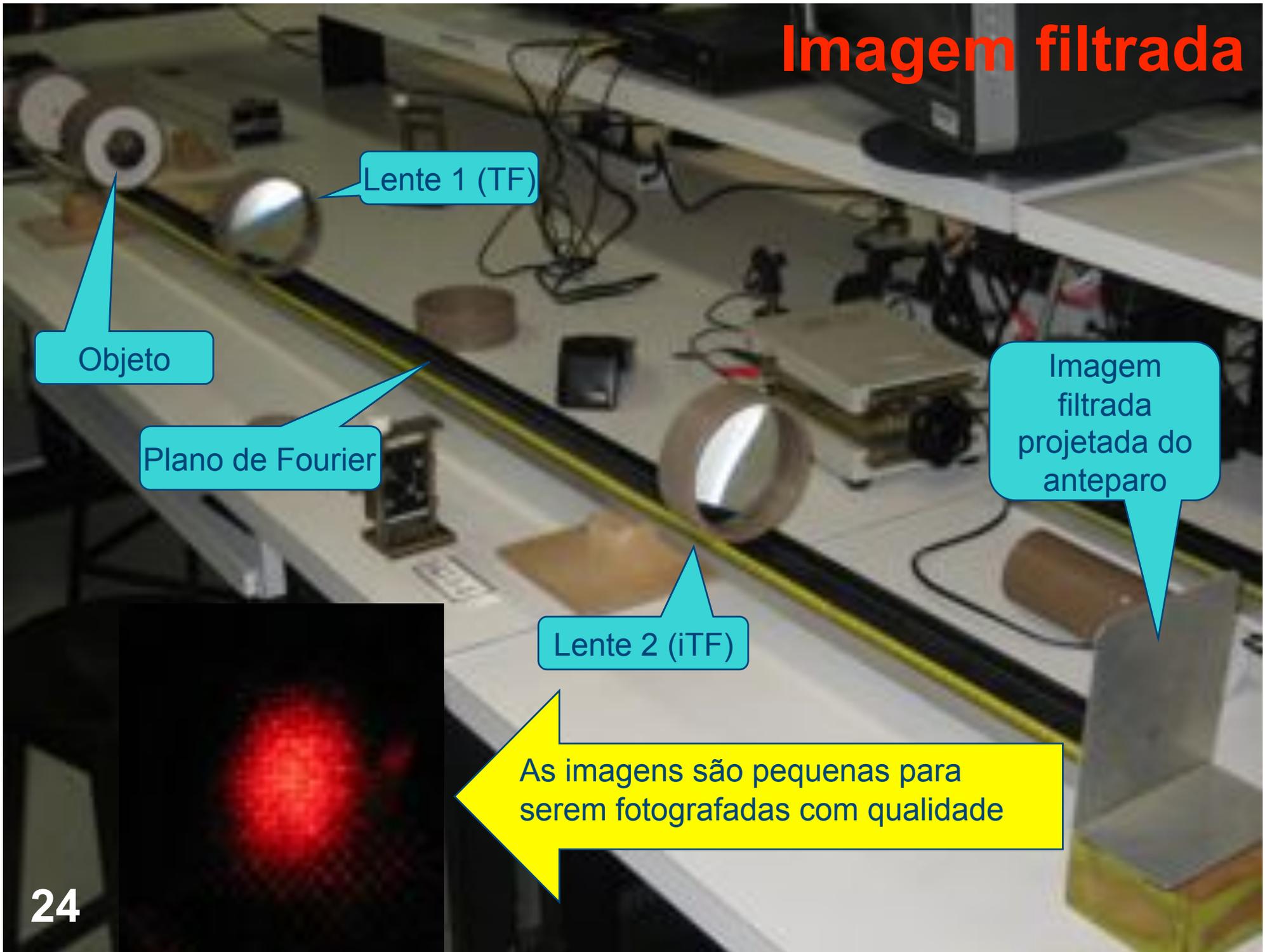


Imagem filtrada

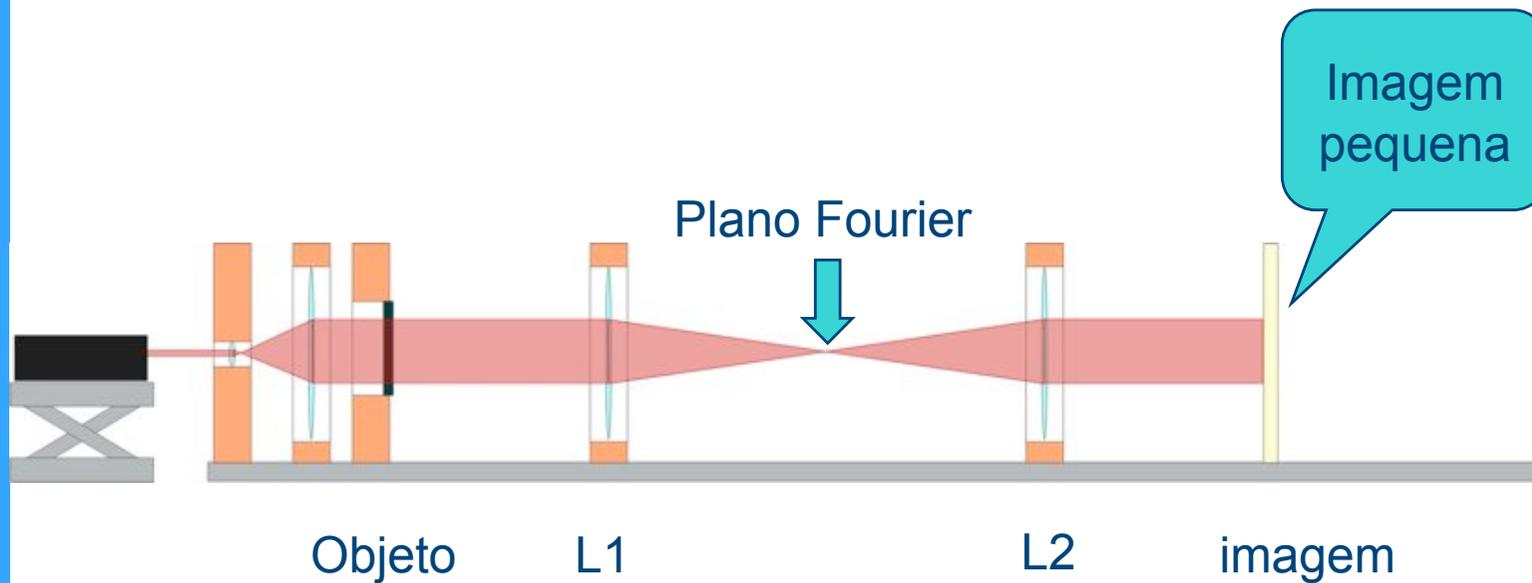


Qualidade do computador óptico

- Se queremos aplicar filtros no plano de Fourier, precisamos observar imagens com maior qualidade
- Como melhorar a qualidade da imagem?
 - Muito pequena para ser fotografada
 - Podemos ampliá-la. Como?

Aumentando a imagem

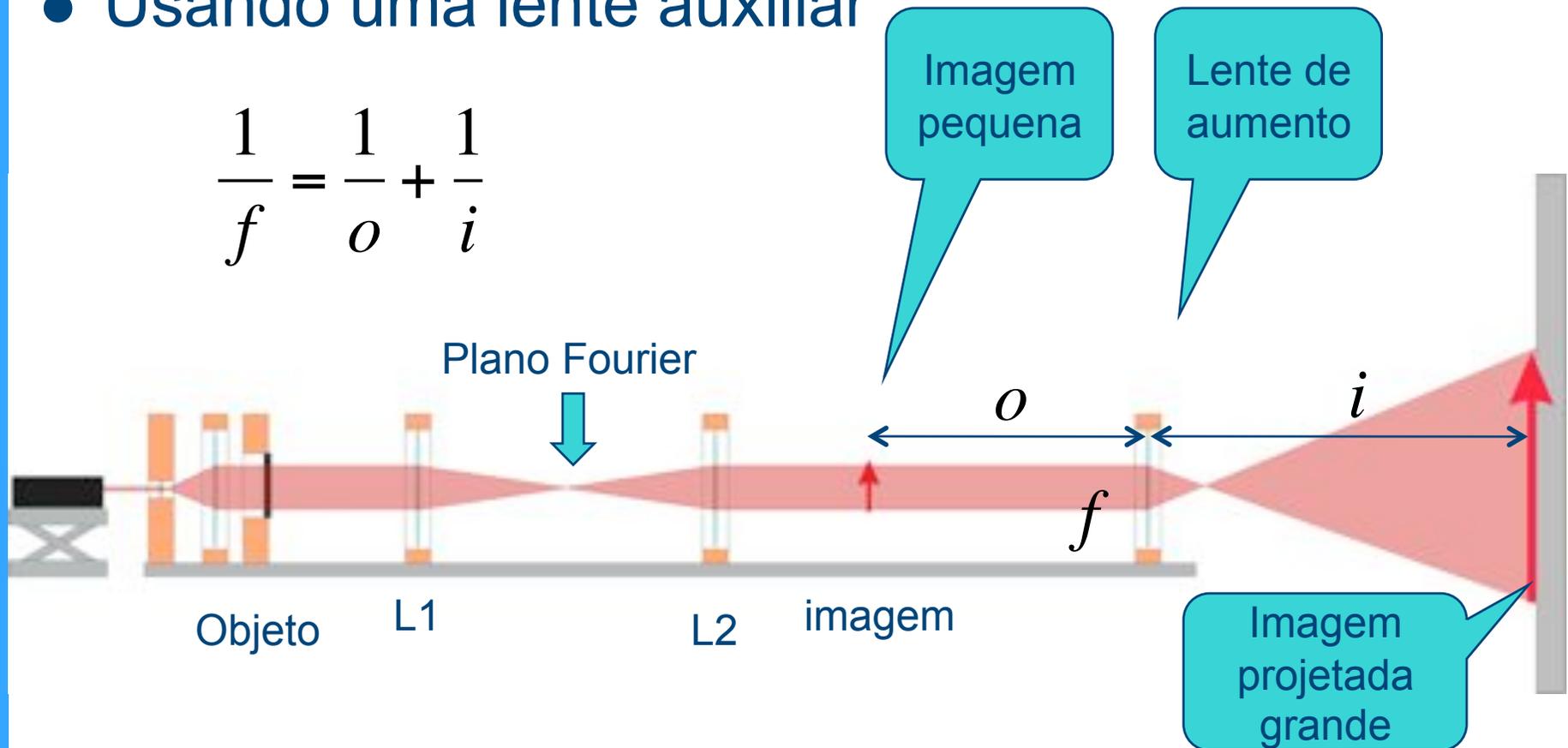
- Como aumentar a imagem observada?



Aumentando a imagem

- Usando uma lente auxiliar

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{o} + \frac{1}{i}$$



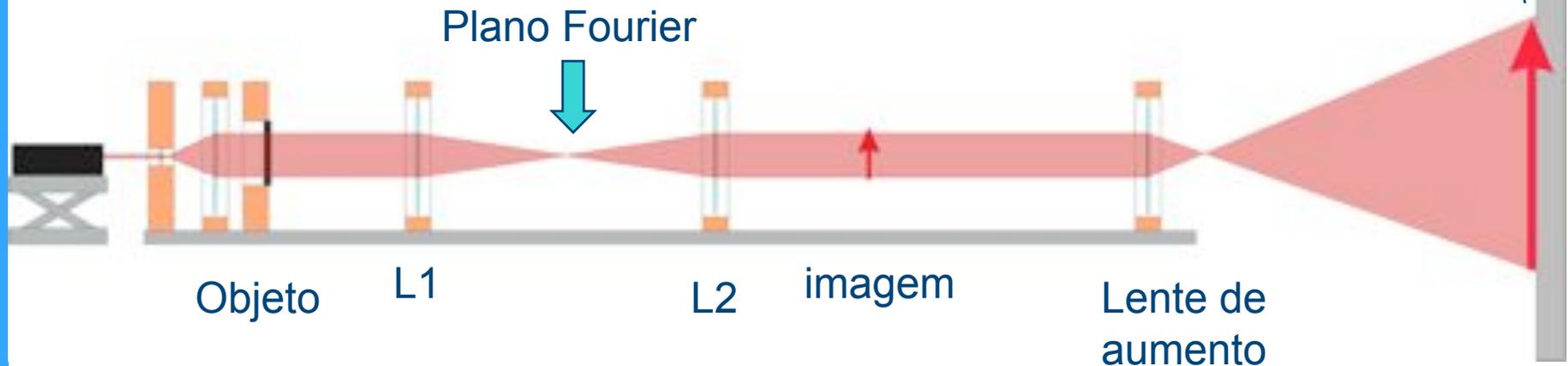
Objetivos da semana

- Semana light → Última semana do experimento
- Usando o computador óptico, aplicar filtros no plano da T.F. E verificar o que ocorre com a imagem
 - Bastante qualitativo
- Comparar com filtros equivalentes no imageJ

Arranjo experimental

Ooops!!!
Falha no desenho!
Deveria estar
invertida

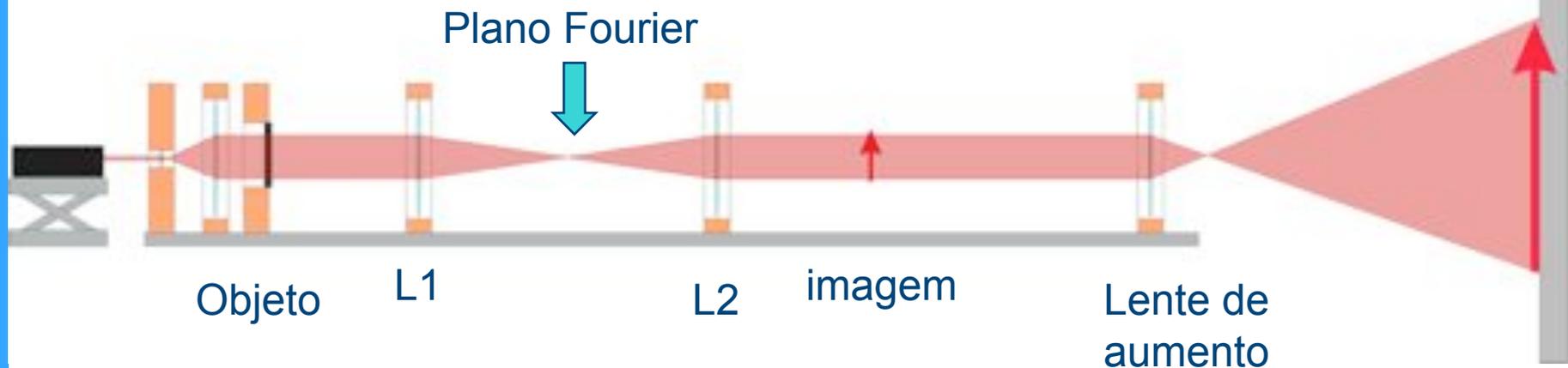
- Computador óptico + lente de aumento
 - Se o arranjo ficar muito grande, troque as lentes L1 e L2 por lentes de 20 cm ao invés de 40 cm
 - Tente ajustar a lente de aumento para projetar na parede da sala. Use lentes de comprimento focal pequeno.



Arranjo experimental

- Filtros de imagem

- Posicionar no Plano de Fourier
- Vários filtros: Fenda ajustável, fio de cobre, orifício
- Use vários destes filtros. Quais frequências estão sendo filtradas?



Atividades da semana

- Última semana para esta experiência
 - Aparar as arestas das semanas anteriores
- Aplicar filtros no computador óptico
 - Utilizar a mesma grade como objeto
 - Filtros
 - Fenda regulável, fio de cobre e orifício
 - Fotografar a imagem filtrada
 - Comparar, qualitativamente, com o mesmo procedimento de filtragem no ImageJ

Semana que vem

- Iniciaremos exp III – Espectrofotometria
 - Emissão de luz por corpo aquecido (corpo negro)
 - Percepção de cores – absorção de luz
- Algumas referências:
 - Feynman I, cáp. 35
 - Tipler 4, cáp. 35
 - Moysés 4, cáp 7