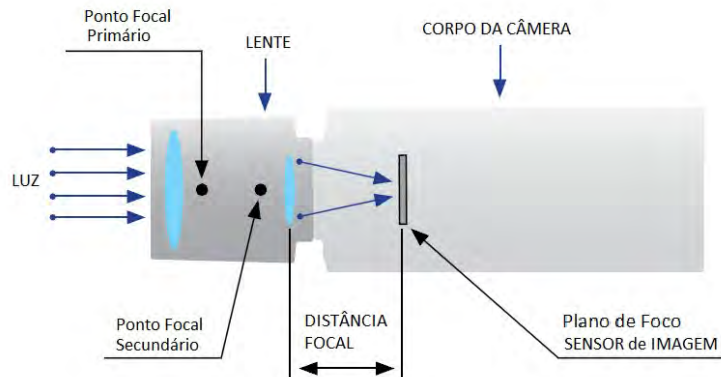
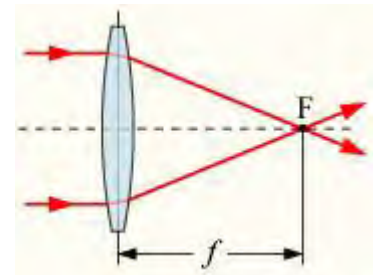


## 14 A captura da imagem

- 14.1 A imagem do objeto passa pela lente da câmera, atravessa a abertura da íris e se projeta no plano de onde está o sensor.



- 14.2 **Distância focal:** é a principal característica física da lente. É a distância entre o plano central da lente e o ponto de convergência dos raios paralelos coletados. Normalmente medida em “mm” e representada pela letra “ $f$ ”.



- 14.3 A equação abaixo relaciona os parâmetros indicados:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{d_i} + \frac{1}{d_o}$$

$f$  = distância focal

$d_i$  = distância da imagem até a lente

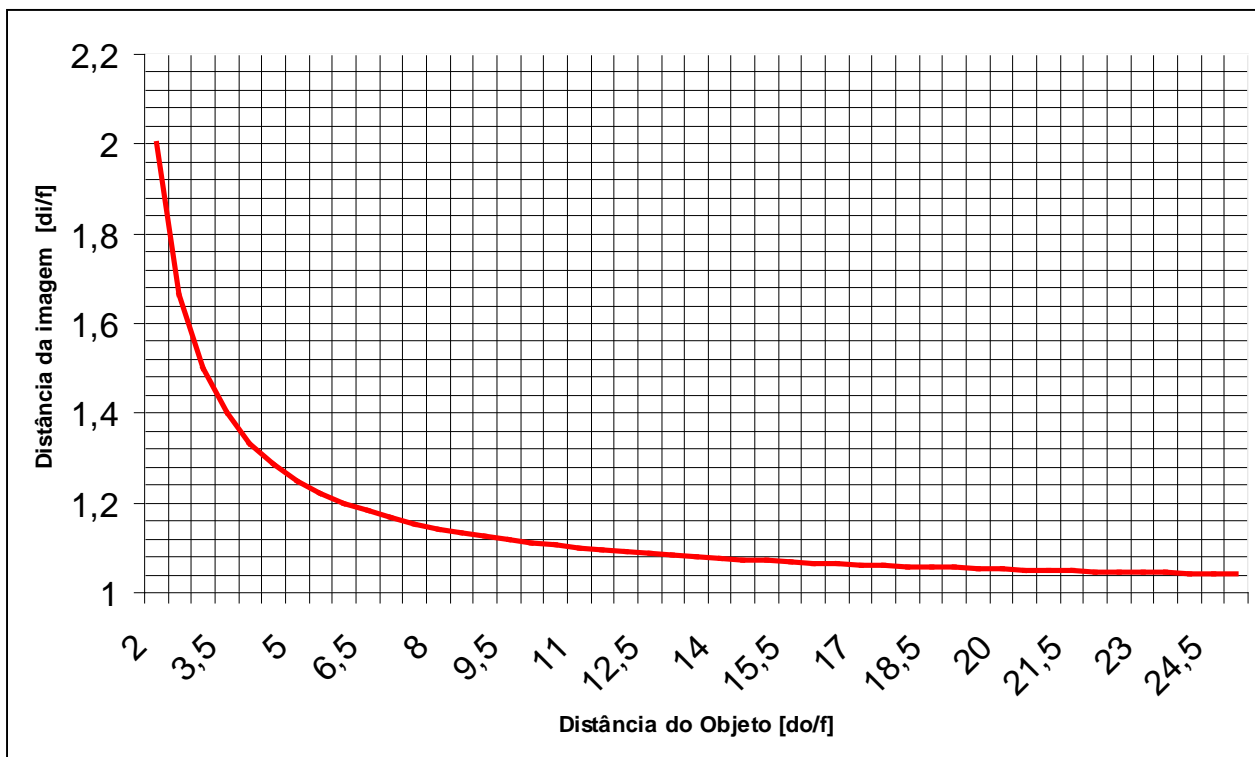
$d_o$  = distância do objeto até a lente

O gráfico a seguir mostra como varia a distância da imagem ao plano da lente ( $d_i$ ) em função da distância do objeto ( $d_o$ ), normalizado em relação à distância focal ( $f$ ).

Para que a imagem fique no foco é preciso ajustar a distância  $d_i$  (ajuste de foco da câmera).

Deve ser notado que quanto menor a distância focal da lente, mais fácil será o ajuste do foco, pois o gráfico mostra que se o objeto está a uma distância maior que 25 vezes a distância focal, tudo tende a ficar no foco ( $d_i/f = 1$ ).

Por exemplo, uma lente de 50mm atinge a marca de  $100f$  quando o objeto está a uma distância é de 5 metros. Já uma câmera com lente de 2,8mm atinge essa marca quando o objeto está apenas a 28 centímetros!



14.4 **O sensor de imagem - CCD:** Os CCDs são componentes planos compostos de vários pequenos sensores, organizados em linhas e colunas, que recebem os raios luminosos e os transformam em sinais elétricos, registrando assim as imagens.

14.4.1 A tabela abaixo mostra os formatos padronizados de sensores CCD, onde

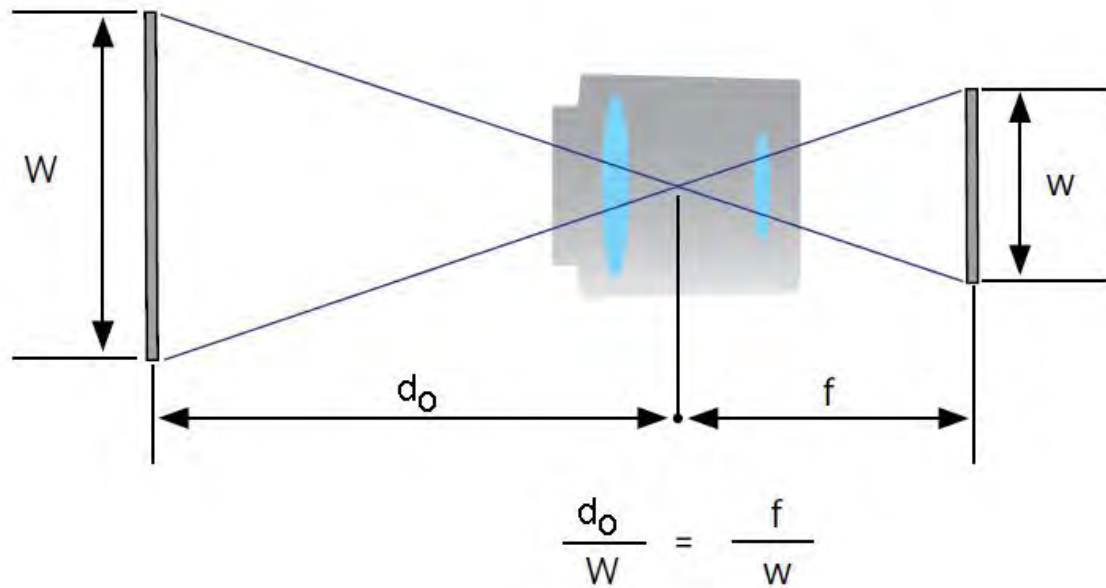
Tipo de Lente	Diâmetro da lente [mm]	Diagonal do sensor [mm]	h Altura do sensor [mm]	w Largura do sensor [mm]
1"	25,4	15,8	9,525	12,7
2/3"	16,9	11	6,6	8,8
1/2"	12,7	8	4,8	6,4
1/3"	8,4	6	3,6	4,8
1/4"	6,3	4	2,4	3,2
1/6"	4,2	3	1,8	2,4

Dimensões de sensores CCD

14.5 **Ângulo de captura:** é o ângulo de visão da câmera. Pode ser medido na horizontal, na vertical ou na diagonal. Na prática a medida na horizontal é a que mais interessa. A figura a seguir mostra as variáveis envolvidas:

$$f = \text{distância focal da lente}$$

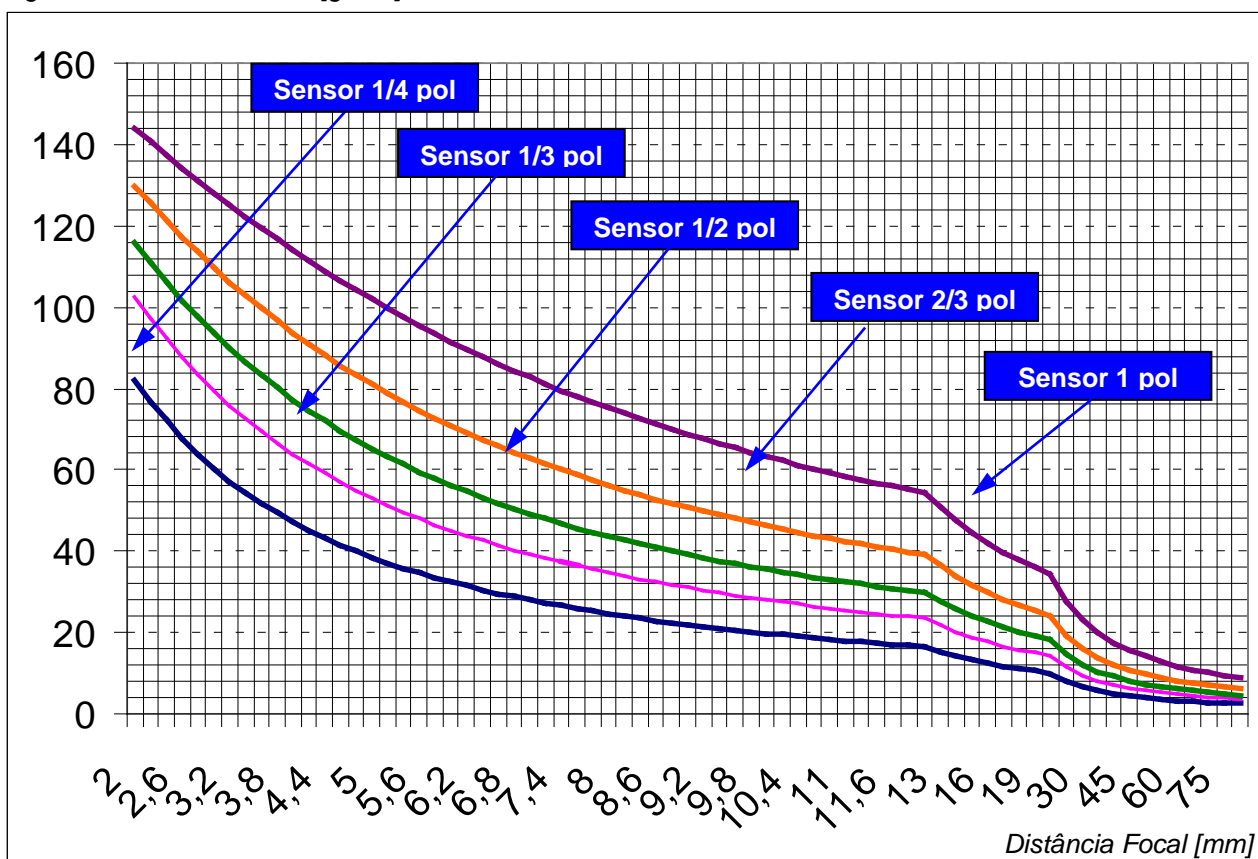
$d_o$  = distância do plano a ser capturado (distância do objeto)  
 $W$  = largura do objeto  
 $w$  = largura do CCD



- 14.6 A íris da câmera é como a íris do olho humano. A quantidade de luz que entra depende da área de abertura da íris. A figura abaixo mostra a íris em vermelho. A regulação da íris pode ser manual ou automática. Nas câmeras de CFTV essa regulação deve ser automática (auto-íris) para que a câmera possa se adaptar às mudanças de luminosidade do ambiente.

O próximo gráfico ilustra como varia o campo de visão em função do tipo de CCD e da distância focal da lente.

Ângulo de Visão Horizontal [graus]



14.7 Em fotografia, a abertura da íris é indicada pelo número “F”, conhecido como “F-stop” ou F-number”:

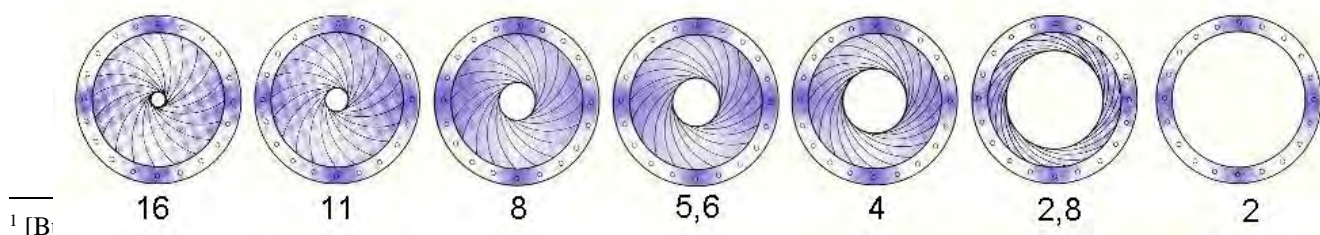
$$F = \frac{f}{\phi}$$

Onde:

$f$  = distância focal

$\phi$  = diâmetro da abertura

Quanto menor o “F-stop”, maior é o diâmetro da abertura e mais luz vai entrar na câmera. Os F-stops são definidos de tal forma que quando se muda de um F-stop para o imediatamente menor, a área dobra, dobrando, portanto a quantidade de luz que passa. A figura<sup>1</sup> a seguir mostra uma seqüência de aberturas com seus respectivos F-stops.



Ao se especificar uma lente normalmente se menciona os dois parâmetros: distância focal e o menor F-stop em que ela pode ser regulada. Por exemplo, 16mm/F1.4 indica uma lente de 16 mm que permite abertura até F=1.4. A figura a seguir mostra uma lente Nikor 50mm/F1.4, que possui F-stops até F16.

A próxima tabela mostra as aberturas mínimas da íris em função da distância focal e do f-stop da lente. As lentes para câmeras CFTV normalmente ocupam a região superior da tabela (em azul claro e escuro) e as lentes das máquinas fotográficas de melhor qualidade se situam na região inferior (azul escuro e verde).

A tabela mostra as relações mais comumente encontradas.

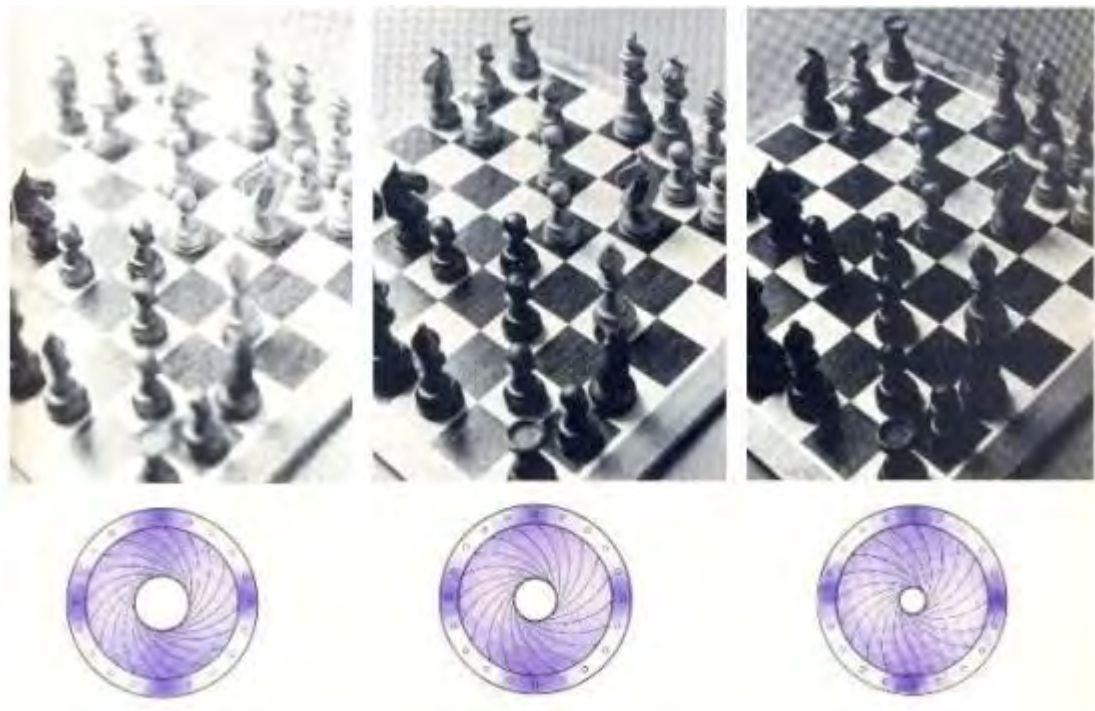


		f-stop										
		1	1,4	2	2,8	4	5,6	8	11	16	22	32
Distancia focal	2,8	2,8	2,0	1,4	1,0	0,7	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0,1
	3,6	3,6	2,6	1,8	1,3	0,9	0,6	0,5	0,3	0,2	0,2	0,1
	6	6,0	4,3	3,0	2,1	1,5	1,1	0,8	0,5	0,4	0,3	0,2
	8	8,0	5,7	4,0	2,9	2,0	1,4	1,0	0,7	0,5	0,4	0,3
	9	9,0	6,4	4,5	3,2	2,3	1,6	1,1	0,8	0,6	0,4	0,3
	12,5	12,5	8,9	6,3	4,5	3,1	2,2	1,6	1,1	0,8	0,6	0,4
	14	14,0	10,0	7,0	5,0	3,5	2,5	1,8	1,3	0,9	0,6	0,4
	16	16,0	11,4	8,0	5,7	4,0	2,9	2,0	1,5	1,0	0,7	0,5
	50	50,0	35,7	25,0	17,9	12,5	8,9	6,3	4,5	3,1	2,3	1,6
	75	75,0	53,6	37,5	26,8	18,8	13,4	9,4	6,8	4,7	3,4	2,3
	85	85,0	60,7	42,5	30,4	21,3	15,2	10,6	7,7	5,3	3,9	2,7
	105	105,0	75,0	52,5	37,5	26,3	18,8	13,1	9,5	6,6	4,8	3,3
	135	135,0	96,4	67,5	48,2	33,8	24,1	16,9	12,3	8,4	6,1	4,2
	200	200,0	142,9	100,0	71,4	50,0	35,7	25,0	18,2	12,5	9,1	6,3
300	300,0	214,3	150,0	107,1	75,0	53,6	37,5	27,3	18,8	13,6	9,4	
400	400,0	285,7	200,0	142,9	100,0	71,4	50,0	36,4	25,0	18,2	12,5	
500	500,0	357,1	250,0	178,6	125,0	89,3	62,5	45,5	31,3	22,7	15,6	
600	600,0	428,6	300,0	214,3	150,0	107,1	75,0	54,5	37,5	27,3	18,8	
Diâmetro de abertura mínima da íris [mm]												

- 14.8 O sensor da câmera precisa de uma quantidade mínima de luz para poder registrar a imagem, que depende de sua sensibilidade. Quando há pouca luz (sub-exposição) a imagem fica mais escura. Quando há muita luz a imagem fica esbranquiçada (sobre-exposição). Nenhum das duas situações é desejável. Na verdade a iluminação deve ser de tal forma que fique perto da média entre as regiões de menor e maior iluminação da região de interesse da cena, a fim de garantir que a

capacidade dinâmica da câmera consiga obter todos os detalhes da cena.

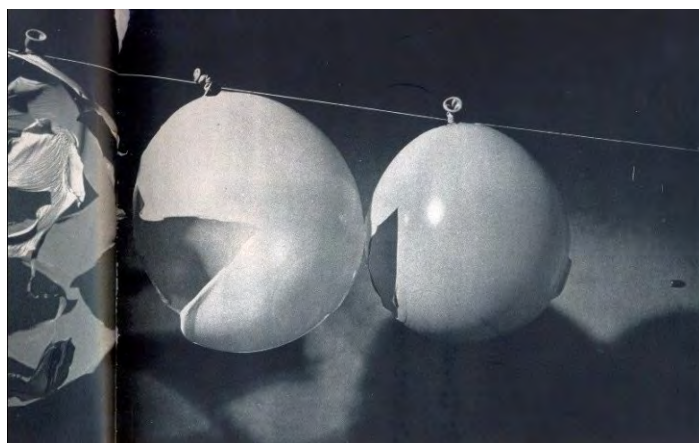
- 14.9 A regulagem da íris controla a quantidade de luz que atinge o sensor. A próxima figura mostra que a situação ao centro, após fechar um passo na íris, formou-se uma imagem melhor e mais equilibrada. Ao fechar a íris por mais um passo a imagem já ficou sub-exposta, muito escura.



#### **14.10 Velocidade do obturador (Íris).**

- 14.10.1 Para capturar a imagem de um quadro, a câmera utiliza um mecanismo interno chamado “obturador”, que se abre e deixa passar a luz pela Iris durante certo espaço de tempo.
- 14.10.2 Quanto mais rápido for o obturador da câmera, maior será a capacidade dela captar imagens em movimento.
- 14.10.3 Câmeras com obturadores mais rápidos precisam também ter sensibilidade maior para conseguir registrar a imagem em menos tempo.
- 14.10.4 A bela foto abaixo, capturada pelo Dr. Harold Edgerton, professor do MIT (Estados Unidos), em 1959 com um equipamento especial, mostra um projétil calibre .22 viajando a uma velocidade de 1.300 km/h e os balões perfurados explodindo na sequência. O tempo de exposição dessa foto foi de  $1/2.000.000$  segundo.





14.10.5 A figura abaixo mostra diversos tipos de lentes.

