



VIII Grão Fino: Semana de Fotografia
Campina Grande/PB
4 a 5 de Dezembro de 2025
Paraíba, Nordeste, Brasil



Os conceitos ópticos de magnificação e campo de visão e suas aplicações na fotografia¹

Franciano Scremin Puhales²
Giuliano Demarco³
Luis Ferraz⁴
Lairane Rekovsky⁵
Darci Raquel Fonseca⁶

Resumo

Este trabalho analisa os conceitos ópticos de magnificação e ângulo de visão na fotografia, utilizando o modelo de lente delgada. Demonstra-se como a combinação entre comprimento focal e dimensão do sensor define o campo de visão e a escala da imagem. Introduce-se o conceito de magnificação aparente para explicar a percepção visual final, evidenciando a equivalência entre diferentes formatos de sensor e a integração entre fundamentos da óptica e a prática fotográfica.

Palavras-chave: Fator de corte; Magnificação aparente; Equivalência de formato

1. Introdução

O equipamento fotográfico, aqui representado pela combinação entre câmera e objetiva, é um instrumento óptico cujo funcionamento decorre tanto de soluções tecnológicas quanto da aplicação de leis e modelos que descrevem a propagação da luz.

O objetivo deste estudo é discutir, à luz da óptica geométrica, os conceitos de ângulo de visão (AV) e magnificação (M) e seu emprego na prática fotográfica. As relações ópticas referem-se à imagem formada sobre o elemento sensível à luz (ESL), seja filme ou sensor digital. Na maioria das aplicações o interesse recai sobre a reprodução visível em tela, projeção ou impressão, o que exige reinterpretar os conceitos clássicos para aplicação direta na fotografia.

A objetiva é tratada como um sistema óptico composto por lentes, adotando-se o modelo de lente delgada cuja espessura é desprezível (NUSSENZVEIG, 2014), o que permite uma descrição geométrica clara da formação da imagem.

2. Ângulo de visão e magnificação

A imagem produzida por um sistema óptico é determinada por grandezas geométricas, como o comprimento focal (CF), a distância objeto e a posição do anteparo.

¹Trabalho apresentado no GT3: Fotografia e Educação

²Professor do Departamento de Física da UFSM, e-mail: franciano.puhales@ufsm.br

³Professor do Departamento de Engenharia Mecânica da UFSM, e-mail: giuliano.demarco@ufsm.br

⁴Fotógrafo e TAE do Centro de Ciências Naturais e Exatas da UFSM, e-mail: luis.ferraz@ufsm.br

⁵Professora do Colégio Técnico Industrial da UFSM, e-mail: lairane.rekovsky@ufsm.br

⁶Artista e fotógrafa pesquisadora, e-mail: d.raqueldafonseca@gmail.com

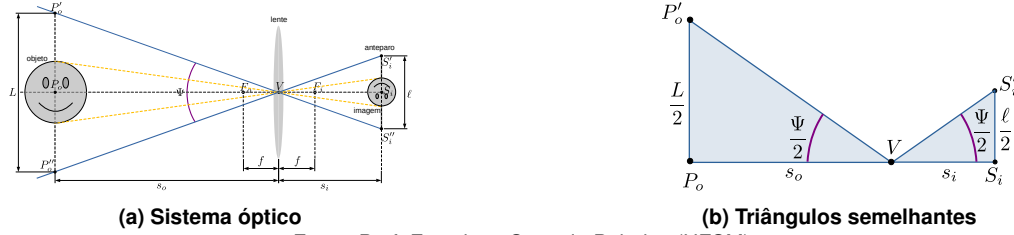


VIII Grão Fino: Semana de Fotografia
Campina Grande/PB
4 a 5 de Dezembro de 2025
Paraíba, Nordeste, Brasil



Considera-se a figura 1, na qual uma lente delgada de diâmetro a e CF f está disposta entre um anteparo e um objeto.

Figura 1 – Ângulo de visão Ψ .



Fonte: Prof. Franciano Scremin Puhales (UFSM).

Para distâncias s_o (objeto-centro óptico V) e s_i (centro óptico-anteparo (plano do ELS)) define-se o AV Ψ em função do CF e da dimensão do anteparo. O ângulo de visão de um sistema óptico, como o equipamento fotográfico, é a medida angular que determina a extensão do campo visual captado pelo sistema (TRIGO, 2015; TEUBNER; BRÜCKNER, 2024). Em uma representação bidimensional, correspondente ao corte ao longo do eixo óptico da lente mostrado na figura 1(a), Ψ corresponde ao ângulo no vértice do triângulo $P'_oVP''_o$.

Define-se magnificação como a razão entre o tamanho da imagem formada no ELS e o tamanho do objeto real. A partir dos raios da figura 1(a) identificam-se triângulos retângulos semelhantes $P_oP'_oV$ e $VS_iS'_i$ (fig. 1(b)), o que conduz a:

$$\frac{\ell}{L} = \frac{s_i}{s_o} = M \quad (1)$$

onde M é a magnificação, definida como a razão entre o tamanho da imagem formada no ESL e o tamanho do objeto real. Um valor negativo de magnificação é associado à convenção óptica e indica a inversão da imagem em relação ao objeto, mas, para o propósito desta análise, considera-se apenas o valor absoluto de M .

Considerando-se a tangente de $\frac{\Psi}{2}$ e a equação de Gauss para lentes delgadas (NUSSENZVEIG, 2014) obtém-se, na aproximação $s_o \gg f$ ($s_i \approx f$):

$$\Psi \approx 2 \operatorname{arctg} \left(\frac{\ell}{2f} \right) \quad (2)$$

Logo, o AV depende essencialmente da razão entre a dimensão do ESL e o CF: objetivas com maior f apresentam menor AV e vice-versa.

A partir da equação de gauss para lentes delgadas e de relações trigonométricas, a magnificação pode ser rescrita como:

$$M = \frac{f}{s_o - f} \approx \frac{f}{s_o} \quad (3)$$



VIII Grão Fino: Semana de Fotografia
Campina Grande/PB
4 a 5 de Dezembro de 2025
Paraíba, Nordeste, Brasil



para $s_o \gg f$ ($M \ll 1$), situação típica de fotografia convencional. A variação de f atua como *zoom* óptico, aumentando ou reduzindo proporcionalmente M .

3. Aplicação dos conceitos de magnificação e ângulo de visão na fotografia

A figura 2 ilustra a influência do CF em fotografias tomadas da mesma posição ($s_o \approx 65\text{ m}$) com um sensor de largura $\ell = 36\text{ mm}$ (formato 35 mm, *Full-Frame* (FF)).

Figura 2 – Ângulo de visão e magnificação (para uma mesma distância de focalização) em fotografias com diferentes CFs. Em cada quadro são informados, respectivamente, o comprimento focal, o ângulo de visão horizontal e a magnificação.



(a) 24 mm; 74°; 0,00037



(b) 50 mm; 40°; 0,00077



(c) 135 mm; 15°; 0,00208

Fonte: Prof. Franciano Scremin Puhales (UFSM).

Observa-se que o aumento do CF reduz o AV e eleva M , mantendo-se constante a dimensão do ESL. A equação 2 mostra que o AV se preserva quando a razão $\frac{\ell}{f}$ é constante, como exemplificado na figura 3.

Figura 3 – Ângulos de visão equivalentes considerando-se CFs e larguras do sensor, respectivamente informados em cada quadro.



(a) 40 mm; 22,5 mm



(b) 64 mm; 36 mm

Fonte: Prof. Franciano Scremin Puhales (UFSM).

O fator de corte é definido por:

$$\gamma_c = \frac{\ell_{i_{ref}}}{\ell_i} \quad (4)$$

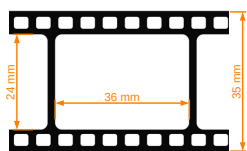
onde γ_c relaciona a dimensão de um ESL com a de um ESL de referência (formato 35 mm), como ilustrado na figura 4. Sensores APS-C têm aproximadamente $\gamma_c = 1.6$ em relação ao FF.



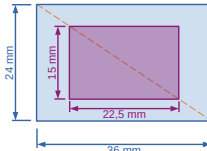
VIII Grão Fino: Semana de Fotografia
Campina Grande/PB
4 a 5 de Dezembro de 2025
Paraíba, Nordeste, Brasil



Figura 4 – (a) Dimensões do formato 35 mm, ou *Full-Frame* (FF), utilizado tradicionalmente em fotografia. (b) Representação de um sensor 35 mm e um APS-C.



(a) Formato 35.



(b) Comparação entre FF e APS-C.

Fonte: Prof. Franciano Scremin Puhales (UFSM). A ilustração do filme 35 mm do painel (a) foi adaptada de FREEPIK (2010-...).

Embora as imagens da figura 3 apresentem mesmo AV, não têm a mesma magnificação no ESL; a equivalência percebida decorre da ampliação posterior para exibição, descrita pelo fator de ampliação:

$$F_{amp} = \frac{L_{vis}}{\ell} \quad (5)$$

que indica quantas vezes a imagem formada no ESL foi ampliada para visualização. Para as fotografias da figura 3, exibidas com a mesma dimensão L_{vis} , obtêm-se fatores de ampliação distintos entre APS-C e FF, correspondendo ao fator de corte.

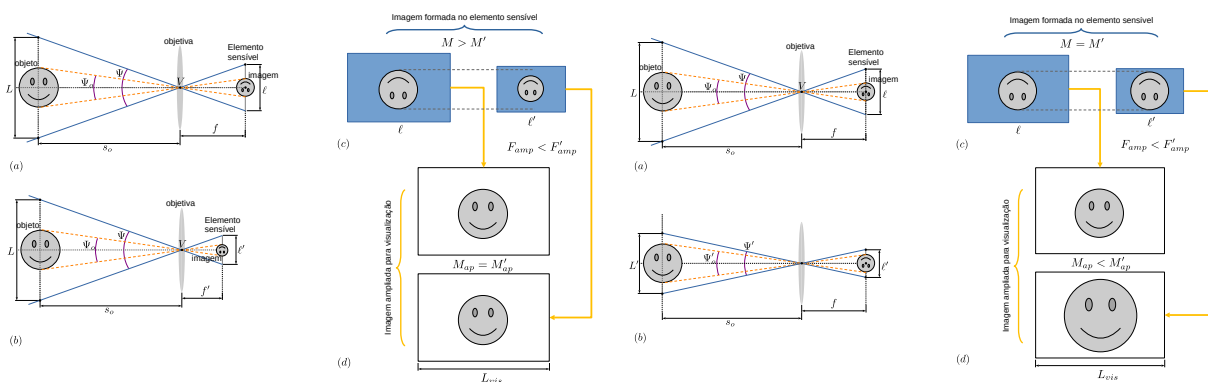
A magnificação aparente (MA), relevante na observação final, é definida como:

$$M_{ap} = \frac{L_{vis}}{L} \quad (6)$$

indicando o quanto a imagem visualizada foi reduzida ($M_{ap} < 1$) ou ampliada ($M_{ap} > 1$) em relação ao tamanho real do objeto. Quando $M_{ap} = 1$, a imagem é considerada em tamanho real.

A figura 5a apresenta dois sistemas ópticos análogos aos empregados na obtenção das fotografias da figura 3, nos quais se combinam diferentes CFs e dimensões do elemento sensível de modo a produzir o mesmo ângulo de visão. Nos painéis (a) e (b) da figura, observa-se o enquadramento de um mesmo objeto situado a uma distância s_o do vértice de uma lente delgada, que representa objetivas fotográficas com CFs f e $f' < f$, respectivamente. Os elementos sensíveis também diferem entre si na mesma razão, de modo a produzir o mesmo ângulo de visão Ψ . O objeto, com idênticas dimensões e distância em ambos os casos, mantém ângulo de enquadramento equivalente, ou seja, $\Psi_o = \Psi'_o$. De acordo com a equação 3, a magnificação é maior no primeiro sistema que no segundo, como ilustrado no painel (c). Mesmo apresentando magnificações distintas, o ângulo de visão equivalente faz com que o objeto ocupe a mesma fração de área em ambos os sensores. Quando essas duas imagens são ampliadas e exibidas com o mesmo tamanho físico (em tela ou impressão), a imagem obtida pelo sensor de dimensão ℓ' requer maior fator de ampliação que aquela proveniente do sensor de dimensão ℓ , resultando, contudo, na mesma magnificação

Figura 5 – (a) Sistema óptico gerando imagens com mesmo ângulo de visão a partir da combinação entre dimensão do elemento sensível e comprimento focal. (b) Análogo ao quadro (a) porém para diferentes ângulos de visão a partir de um mesmo comprimento focal utilizado em elementos sensíveis de dimensões diferentes.



(a) Mesma magnificação aparente

(b) Mesma magnificação

Fonte: Prof. Franciano Scremin Puhales (UFSM).

aparente. Assim, para objetos observados sob o mesmo ângulo de visão, a magnificação aparente é idêntica. Além disso, uma simples manipulação algébrica na definição de M_{ap} , empregando as equações 1 e 3, conduz a:

$$M_{ap} = MF_{amp} \quad (7)$$

Considerando agora o uso de um mesmo comprimento focal, uma câmera com elemento sensível menor registra apenas a região central da imagem que seria projetada sobre um sensor maior. Isso resulta em um campo de visão mais estreito, embora a magnificação no plano do elemento sensível permaneça inalterada. Quando ambas as imagens são posteriormente exibidas com o mesmo tamanho físico, a porção reduzida do campo visual capturada pelo sensor menor é ampliada em maior grau (maior F_{amp}). Essa ampliação adicional produz uma magnificação aparente mais elevada, ainda que a geometria da projeção óptica permaneça idêntica, conforme ilustrado na figura 5b.

A figura 6 apresenta duas imagens obtidas com uma objetiva de 40 mm de comprimento focal: uma capturada por uma câmera com sensor *Full-Frame* e outra por uma câmera com sensor APS-C. Em ambos os casos, o ponto de vista e o objeto permanecem idênticos. A imagem registrada pelo sensor menor exibe um campo de visão mais estreito, equivalente ao que seria produzido por uma objetiva de 64 mm em uma câmera *Full-Frame*. Assim, embora a magnificação no plano da imagem seja a mesma, a fotografia obtida com o sensor APS-C transmite uma sensação de maior aproximação do objeto, resultado de um fator de ampliação superior quando exibida no mesmo tamanho físico. Essa condição caracteriza a maior magnificação aparente



VIII Grão Fino: Semana de Fotografia
Campina Grande/PB
4 a 5 de Dezembro de 2025
Paraíba, Nordeste, Brasil



associada a sensores menores, para um mesmo CF.

Figura 6 – Ilustração da obtenção de diferentes ângulos de visão, a partir do mesmo CF de 40 mm, utilizando-se elementos sensíveis de diferentes dimensões.



(a) APS-C



(b) 35 mm

Fonte: Prof. Franciano Scremin Puhales (UFSM).

4. Considerações finais

A variação do CF altera o campo de visão e a escala da imagem, fundamentando o *zoom* óptico. A percepção de ampliação depende, porém, também da etapa de exibição, justificando a introdução da MA. Esse conceito esclarece as diferenças perceptivas entre sensores de formatos distintos e contribui para uma compreensão integrada entre variáveis ópticas e experiência visual final.

A transposição dos conceitos de óptica geométrica para a fotografia fortalece a base técnico-pedagógica para o ensino e a prática fotográfica, articulando física, tecnologia e percepção visual. Observações complementares, como profundidade de campo e fotometria, permanecem relevantes para a estética da imagem, independentemente do meio de aquisição ou apresentação.

Agradecimentos

Aos fotógrafos e produtores de conteúdo Armando Vernaglia Jr. (@armandovernagliajunior) e Alberth Klinsmann (@alberthklinsmann) pelas discussões sobre o tema no contexto da fotografia.

Referências

- FREEPIK. **Image by starline on Freepik**. Freepik Company S.A., 2010—... Acesso em 8 out. 2025. Disponível em: <<https://br.freepik.com/autor/starline>>.
- NUSSENZVEIG, H. M. Óptica, relatividade e física quântica. In: _____. **Curso de Física Básica**. 2. ed. São Paulo: Blucher, 2014. v. 4. 359 p.
- TEUBNER, U.; BRÜCKNER, H. J. **Optical Imaging and Photography**: Imaging optics, sensors and systems. 2. ed. Berlin: De Gruyter, 2024. 310 p.
- TRIGO, T. **Equipamento fotográfico**: Teoria e prática. 6. ed. São Paulo: Senac, 2015. 275 p.