

Há Matemática na Fotografia?

PAULO JORGE FERREIRA DE MEDEIROS

Ficha Técnica

Título: Há Matemática na Fotografia?

Autor: Paulo Jorge Ferreira de Medeiros

Execução Gráfica: Nova Gráfica, Lda.

Depósito Legal: #####/18

ISBN: 978-989-20-9056-6

Tiragem: 250 exemplares

2018

O meu mais profundo agradecimento à minha família e aos modelos:

AMARILIS BARROS
BEATRIZ CÂMARA
CECÍLIA HUDEC
CRISTINA MEDEIROS
FRANCISCO REGO COSTA
GONÇALO MEDEIROS
JOÃO SOARES
LUANA SAN-BENTO MELO
MARIA JOÃO GOUVEIA
MARIANA BETTENCOURT COELHO
MIGUEL SANTOS
RAFAELA MEDEIROS
RUTE MEDEIROS
TIAGO CORREIA
TIAGO SILVA
VÂNIA DILAC

“Não fazemos uma fotografia apenas com uma câmara; ao ato de fotografar trazemos todos os livros que lemos, os filmes que vimos, a música que ouvimos, as pessoas que amamos.”

Ansel Adams

ÍNDICE

INTRODUÇÃO

Um pouco de história.....7

CAPÍTULO I – MECÂNICA DO PROCESSO FOTOGRÁFICO

Seção I – Abertura do diafragma 11

Seção II – Velocidade do obturador 19

Seção III – ISO 29

Seção IV – Distância Focal..... 31

Seção V – Distância Hiperfocal..... 45

CAPÍTULO II – COMPOSIÇÃO FOTOGRÁFICA

Seção I – Regras de composição..... 51

Seção II – Padrões, linhas e simetrias 61

CAPÍTULO III – EXEMPLOS

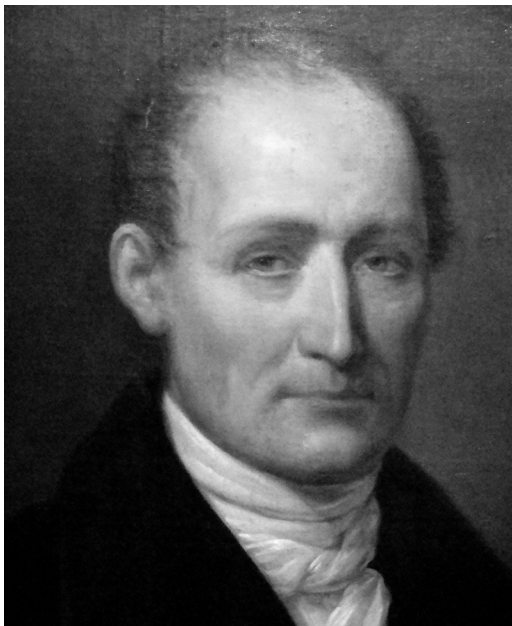
Fotografias Exemplificativas 71

INTRODUÇÃO

Desde sempre o Homem utiliza a arte para comunicar. Primeiramente através de pinturas rupestres tentou ilustrar cenas de caça, ritual, quotidiano, e expressar, através de uma linguagem visual, conceitos, símbolos, valores e crenças. No Renascimento surgiu uma nova forma de representar a natureza através da perspectiva de ponto central, e conseguiu-se, desta forma, criar uma ilusão do espaço tridimensional numa superfície plana. Esta conquista significou um afastamento radical em relação ao sistema medieval de representação - um espaço sem profundidade, e ao seu sistema de proporções simbólico - onde os personagens maiores tinham maior importância numa escala que ia do homem até Deus. A linguagem visual desenvolvida pelos pintores renascentistas foi tão bem sucedida que permanece válida até aos dias de hoje.

Este livro tem como objetivo iniciar e despertar a curiosidade do leitor para a fotografia, bem como ilustrar toda a matemática implícita ao ato de fotografar, tanto a nível técnico como a nível de composição.

A fotografia surgiu no início do século XIX, na era da Revolução Industrial, com o objetivo de “testemunhar acontecimentos”. As primeiras imagens fotográficas foram feitas por Joseph Nicéphore Niépce, um oficial do exército Francês, que após reformar-se aos 40 anos, dedicou o resto da sua vida a tentar obter uma imagem fixa através da utilização de uma câmara escura. Inicialmente os resultados não foram muito satisfatórios pois as imagens desapareciam rapidamente. Conseguiu a primeira fotografia reconhecida como tal - uma vista do sótão da sua casa, em 1826 com um processo designado por *heliografia* (do grego significa: gravar com sol), no qual cada imagem durava cerca de oito horas para ser gravada.



Após Niépce a fotografia passou por uma série de transformações até chegar aos nossos dias. Das primeiras fotos a preto e branco passou-se para fotografias de meio-tom, coloridas, e, por último, as digitais. Estas são responsáveis pelo “boom” fotográfico pois permitem que cada individuo tenha a possibilidade de ser, para além de fotógrafo, o editor responsável por todo o processo criativo de transformação até à imagem final.

O surgimento das redes sociais permitiu que todos estes trabalhos fotográficos tivessem uma divulgação em massa, chegando a qualquer ponto do planeta em apenas alguns segundos.

Somos constantemente inundados com fotografias, seja nas redes sociais, revistas ou jornais, a fotografia faz parte do nosso dia-a-dia de tal forma que os próprios telemóveis já contêm câmaras fotográficas com cada vez mais resolução e que, com um simples toque, são imediatamente partilhadas no Facebook, Instagram, Twiter, etc. É um facto que, para além de uma cada vez maior resolução, as câmaras surgem cada vez mais “automatizadas” onde grande parte das funções já estão pré-definidas, de forma a facilitar a vida ao utilizador. Existem programas para fotografia noturna, para paisagem, retrato, etc. O utilizador limita-se a escolher o que quer fazer e carregar no disparador. É de notar que todo este facilitismo não é sinónimo de uma maior qualidade fotográfica, muitas vezes acontece exatamente o oposto. Dado que a câmara fotográfica está programada para definir os parâmetros da fotografia, a imagem final normalmente não é a que o utilizador desejaria. Quem ainda não tentou fotografar uma belíssima noite de luar e o resultado é um fundo negro com um ponto branco?

O sensor da câmara não consegue captar o que o olho humano vê, como tal faz uma medição da luz existente na cena que vai ser fotografada e tenta equilibrar esta mesma luz. Muitas vezes o resultado não é minimamente satisfatório, isto se usarmos o modo “P” - modo automático da câmara. Se usarmos o modo “M”, manual, conseguimos ajustar os parâmetros e “obrigá-la” a ir buscar a informação que desejamos. Por este motivo daqui em diante só iremos falar sobre o modo “M”, no qual iremos definir aberturas, velocidades e ISO, para obtermos o resultado pretendido.

Outro aspeto fundamental em fotografia é a edição ou pós-produção. O Photoshop, como tantos outros programas de edição fotográfica que podem ser encontrados na Internet, é uma ferramenta poderosíssima na melhoria das imagens. Embora, muitas vezes tenha uma conotação um pouco negativa, pois quando se fala em Photoshop geralmente associa-se a montagens fotográficas (eu prefiro designar por edição criativa), pode, e deve, ser usado para dar os ajustes necessários na imagem que sai da câmara, sejam estes a nível de luminosidade, contraste, níveis, nitidez, ou outros.

CAPÍTULO I – MECÂNICA DO PROCESSO FOTOGRÁFICO

Seção I – Abertura do diafragma

As câmaras digitais estão munidas com um sensor que age como a retina dos olhos, capta a luminosidade dos objetos que entra através da objetiva, processa esta informação e transforma-a num ficheiro que forma a imagem final, a nossa fotografia. Isto significa que se o sensor receber luz a mais a fotografia ficará demasiado clara - sobre-exposta, e se receber luz a menos ficará escura - sub-exposta. Para controlar esta quantidade de luz as objetivas encontram-se munidas com um diafragma - dispositivo que regula a abertura do sistema ótico. É composto por um conjunto de lâminas finas, que permitem regular a intensidade de luz que irá passar para o sensor.



$f/2$



$f/2.8$



$f/4$



$f/5.6$



$f/8$



$f/11$



A dimensão do orifício por onde entra a luz é controlada pelo utilizador e é designada por abertura. As aberturas mais usuais são $f/2$; $f/2.8$; $f/4$; $f/5.6$; $f/8$; $f/11$; $f/16$; $f/22$.

Então porque não valores mais simples do tipo $f/1$; $f/2$; $f/3$; $f/4$ etc.?

De um f /stop para outro a abertura do diafragma passa para metade em termos de área. Considerando o orifício aproximadamente um círculo, a área do círculo de um f -stop para outro passa para metade. Então só temos que perceber o que acontece ao raio de um círculo quando a sua área passa para metade. Passará o raio para metade? A resposta é claramente negativa. Como é sabido, a área de um círculo de raio r é $A=\pi r^2$. Se dividirmos esta área por dois passamos a ter $A_1=\pi r^2/2$, o que corresponde a um raio igual a raiz quadrada de 2. Assim um círculo para ter metade da área do anterior tem que ter o raio do anterior dividido por raiz quadrada de dois.

Ora a raiz quadrada de dois é aproximadamente igual a 1,414213562373..... Se multiplicarmos 1,4 por 2 obtemos 2,8. Multiplicando sucessivamente pela raiz quadrada de dois vamos obtendo aproximadamente os valores 4; 5,6; 8; 11; 16 e 22, que correspondem aos f-stops. Mas porquê multiplicar pela raiz quadrada de dois quando de facto devíamos dividir? Ora $f/5,6$, por exemplo, representa o quociente entre um valor constante “f” e 5,6. Assim se dividirmos este quociente por raiz quadrada de dois, estamos de facto a multiplicar o denominador por este valor e como tal vamos obter $f/8$. Por outro lado, quanto maior o denominador menor a fração. Assim $f/22$ representa uma abertura muitíssimo menor do que $f/4$.

De que forma é que estes f-stops influenciam a área focada e desfocada da fotografia?

Quanto maior a abertura menor a profundidade de campo - termo fotográfico que se refere a uma zona de focagem nítida aceitável, à frente e atrás do ponto de focagem real. A utilização da profundidade de campo é fundamental em fotografia criativa. Uma profundidade de campo muito pequena permite que um único motivo fique isolado sobre um fundo suave e desfocado. Este efeito é conseguido utilizando grandes aberturas como por exemplo $f/2,8$. A utilização de uma abertura bastante pequena, digamos $f/22$, irá focar tanto os motivos no primeiro plano como os do fundo, e pode ser utilizada para mostrar as relações entre os motivos ou em fotografias de paisagens.



Grande abertura do diafragma – $f/2,8$ (pequena profundidade de campo)



Grande abertura do diafragma – f/4 (pequena profundidade de campo)



Pequena abertura do diafragma – f/16 (grande profundidade de campo)



Pequena abertura do diafragma – $f/22$ (grande profundidade de campo)

Obviamente que o controle da abertura por si só não é suficiente para a obtenção de uma imagem bem exposta, pois grandes aberturas dariam origem a imagens sobre-expostas e pequenas aberturas a fotografias sub-expostas. Há um outro fator, uma outra variável, que é necessário definir para a obtenção de uma fotografia com o grau de exposição correto – **a velocidade do obturador.**

Seção II – Velocidade do obturador

Uma câmara Canon 450D com uma objetiva 18-55 mm, permite as aberturas: f/3,5; f/4; f/4,5; f/5; f/5,6; f/6,3; f/7,1; f/8; f/9; f/10; f/11; f/13; f/14; f/16; f/18; f/20 e f/22. Existem 17 hipóteses possíveis de escolha. A mesma câmara permite selecionar uma das seguintes velocidades em segundos: 1/4000; 1/3200; 1/2500; 1/2000; 1/1600; 1/1250; 1/1000; 1/800; 1/640; 1/500; 1/400; 1/320; 1/250; 1/200; 1/160; 1/125; 1/100; 1/80; 1/60; 1/50; 1/40; 1/30; 1/25; 1/20; 1/15; 1/13; 1/10; 1/8; 1/6; 1/5; 1/4; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,8; 1; 1,3; 1,6; 2; 2,5; 3,2; 4; 5; 6; 8; 10; 13; 15; 20; 25; 30. Existem 52 possibilidades de escolha. Atendendo a que uma fotografia é obtida através da combinação entre estas duas variáveis, isto é, é um par ordenado da forma (a,v), à partida existem $17 \times 52 = 884$ combinações possíveis destas variáveis, sendo que **só uma delas é a correta**. Não entrando em linha de conta com o ISO, pois aí as combinações passariam a 4420. Não sendo prático, nem funcional, testar todas estas combinações não é de todo má ideia perceber como estas (variáveis) se relacionam para que, de uma forma bastante rápida, possamos decidir qual o melhor par a utilizar.

Então o que é a velocidade do obturador e como deve ser escolhida?

Numa câmara fotográfica a velocidade é controlada por um mecanismo - **obturador**, que é um dispositivo mecânico que abre e fecha, controlando o tempo de exposição do sensor (ou filme) à luz. É uma espécie de cortina que protege a câmara da luz e abre quando é acionado disparador. Quanto mais tempo estiver aberto, mais luz entra. O obturador encontra-se no interior do corpo da câmara. A escolha da velocidade correta tem a ver com o objetivo da fotografia. Velocidades rápidas são usadas essencialmente em desportos pois permitem “congelar” uma ação rápida, enquanto que velocidades lentas são usadas para criar o efeito de “arrasto”, que transmite uma sensação quase celestial, nas fotografias de paisagens, e uma sensação de movimento em fotografias de dança. Os termos “rápido” e “lento” em fotografia são um pouco diferentes da percepção humana, pois a velocidade é medida em segundos e frações de segundo. Por exemplo $1/40$ significa que o segundo foi dividido em 40 partes e o obturador apenas deixa entrar luz durante uma dessas frações. Em fotografia já é considerada uma velocidade lenta e para valores desta ordem de grandeza é conveniente a utilização de um tripé. Velocidades rápidas estão na ordem dos $1/1000$ ou $1/2500$ segundos.



Velocidade rápida - 1/640 s (congelamento do movimento)



Velocidade muito rápida – 1/2000 s



Velocidade lenta - 1,3 s (arrasto – sensação de movimento)



Velocidade muito baixa – 30 s

Como é que estas velocidades e aberturas se relacionam com a Matemática?

Para responder a esta questão é necessário definir, em primeiro lugar, o que se entende por relação de equivalência e por classes de equivalência em Matemática, mais concretamente em Álgebra. Uma relação de equivalência é uma relação binária definida num determinado conjunto que verifica três propriedades:

- **reflexiva**: cada elemento está relacionado consigo próprio;
- **simétrica**: se x está relacionado com y , então y está relacionado com x .
- **transitiva**: se x está relacionado com y e y está relacionado com z , então x está relacionado com z .

Para uma melhor compreensão da transitividade pode-se pensar num exemplo muito simples como é o caso das relações sociais. A relação “ser amigo de” não é transitiva - o Joaquim pode ser amigo da Teresa e esta ser amiga do Rodrigo, mas o Joaquim pode não ser amigo do Rodrigo.

As classes de equivalência servem essencialmente para agrupar elementos que têm características comuns, estão em relação uns com os outros, e assim criar subconjuntos nos quais todos os elementos verificam uma certa propriedade. Para o caso concreto da fotografia vamos criar, no conjunto de todos os pares ordenados (a,v) , a relação “ter a mesma exposição”. Isto é, um par (a,v) está em relação com outro par (a',v') se a fotografia resultante de cada uma destas combinações abertura/velocidade, tiver exatamente a mesma exposição, isto é, o sensor recebe exatamente a mesma quantidade de luz. Claramente esta é uma relação de equivalência pois verifica as três

propriedades. Podemos então criar classes de equivalência, em que cada classe contém todos os pares que dão origem a uma fotografia com a mesma exposição. A classificação das classes de equivalência pode ser feita com a ajuda do fotómetro da câmara. O fotómetro é um dispositivo que converte a luz em corrente elétrica. Os fotómetros podem ser internos (incorporados na câmara) ou manuais (externos à câmara). Quando os fotómetros são internos a medição da luz já entra em linha de conta com a luz que passa através da objetiva (TTL - *through the lens*), e não a luz ambiente. Designemos por [0] a classe de equivalência na qual os elementos têm a exposição que o fotómetro considera correta. À medida que vamos avançando para a direita no fotómetro, podemos considerar as classes $[1/3]$, $[2/3]$, [1], etc., nas quais a fotografia vai ficando cada vez mais sobre-exposta. Para o lado esquerdo do fotómetro temos as classes $[-1/3]$, $[-2/3]$, [-1], etc., onde vamos obtendo uma fotografia cada vez mais sub-exposta. Só temos de escolher a classe pretendida e dentro desta mesma classe o par desejado. O facto da fotografia não estar na classe [0] é uma opção não um defeito, pois existem estilos fotográficos que se baseiam em fotografias sobre-expostas ou sub-expostas, como é caso do high key e o low key, respetivamente.

Utilizando esta relação de equivalência, podemos constatar que, por exemplo, o par $(f/4;1/2500)$ está em relação com $(f/5,6;1/1250)$ que por sua vez está em relação com $(f/8;1/640)$ e assim sucessivamente. Então podemos agrupar todos estes pares numa mesma classe de equivalência, deixando assim de existir 884 hipóteses de escolha mas sim, no máximo, 10 hipóteses, atendendo a que vamos ter classes nas quais a fotografia fica completamente

branca e outras onde fica completamente escura. Reduzido tão drasticamente o número de hipóteses, e depois de selecionada a classe, apenas temos que escolher o par desejado. Esta escolha tem a ver com o objetivo pretendido para a fotografia, pois se o objetivo for um fundo uniformemente desfocado há que selecionar uma abertura grande, enquanto que se o objetivo for que todos os elementos estejam focados, a escolha deve recair sobre uma abertura bastante pequena na ordem de $f/16$ ou $f/22$.

Estas classes variam um pouco dependendo da forma como é utilizado o fotómetro, pois existem diferentes modos de medição, para diferentes situações. Por exemplo, em cenas bem iluminadas, sem muito contraste, recomenda-se a medição matricial, que leva em consideração a luz incidente em toda a cena que será capturada. Já para situações de maior contraste, em que o objeto central tem iluminação um pouco diferente do fundo recomenda-se a utilização da medição parcial, esta medição é feita numa zona no centro que cobre 9% da área total do visor. Se quisermos ser ainda mais precisos em relação à medição anterior, devemos usar a medição pontual que cobre apenas 4% do visor - conseguimos medir a luz num determinado ponto, ignorando o resto da cena. Para situações em que a iluminação do fundo é muito contrastante com a iluminação do motivo principal, recomenda-se a medição ponderada com predominância ao centro, que calcula a média da quantidade de luz dando um peso maior ao centro. É um pouco parecida com a matricial mas dá sempre importância ao centro e não ao ponto da focagem.

Seção III - ISO

Nem sempre conseguimos baixar a velocidade do obturador mantendo uma fotografia bem exposta sem “arrasto”. É o caso dos ambientes com pouca luz - espetáculos de dança, concertos etc., nos quais não é permitido o uso do flash. Aí temos que nos socorrer da terceira variável da fotografia - O ISO.

O ISO nada mais é do que a sensibilidade do sensor à luz. Quanto maior for o ISO, maior a sensibilidade, logo a fotografia fica mais clara. Infelizmente não existem milagres em fotografia, pois associada a esta maior sensibilidade do sensor existe uma perda significativa de qualidade da imagem. Isto é, quanto mais elevado for o ISO maior o “grão” ou “ruído digital” na imagem, o que implica que a fotografia perca nitidez. Em situações onde não é possível usar uma luz externa ou flash, é preferível ter uma imagem com menor qualidade do que não ter imagem alguma. Em fotografia artística, normalmente a preto e branco, o “grão” pode ser uma mais valia para criar a ambiência certa e aumentar o dramatismo da cena. Uma das maiores qualidades de um fotógrafo é conseguir transformar um “defeito” numa qualidade fotográfica.

Em fotografia de paisagem, macros, pormenores ou mesmo retratos, é aconselhável o uso de ISO 100, para que a imagem fique o mais nítida possível.



ISO 100



ISO 3200

Seção IV - Distância Focal

Quando compramos uma câmara fotográfica, normalmente esta vem acompanhada por uma objetiva que permite fazer determinado tipo de fotografias. O fotógrafo rapidamente sente a necessidade de adquirir outras objetivas para fazer paisagem, por exemplo, ou para fazer fotografia de pássaros, desporto, etc. Para perceber esta necessidade que os fotógrafos têm de transportar uma série de objetivas na mochila quando saem num raid fotográfico, é necessário compreender um conceito fundamental em fotografia – **a distância focal**, e a forma como esta interfere com o resultado final que se pretende obter.

Antes de descrever o que se entende por distância focal, gostaria de falar um pouco sobre a designação “lente”. É muito comum chamar uma objetiva de uma câmara por lente. Esta designação não está correta pois as lentes são os elementos óticos, feitos de vidro ou materiais plásticos, como o acrílico ou policarbonato, que são utilizados nas objetivas, nos óculos, microscópios, telescópios, etc. A objetiva é um acessório da câmara fotográfica ou de vídeo, é um dispositivo ótico composto por um conjunto de lentes responsáveis pelo processo de focagem e pela qualidade ótica da imagem. Deste conjunto de lentes, componentes de uma objetiva, resulta a distância focal.

Vários fatores contribuem para uma boa imagem fotográfica. Além do tamanho sensor, da sua sensibilidade e resolução, um outro fator fundamental é o conjunto ótico utilizado. Uma lente de fraca qualidade pode comprometer definitivamente uma fotografia ou um vídeo. Vários detalhes definem o nível de qualidade de uma lente. Os principais são: a qualidade do cristal utilizado, a sua lapidação, o seu polimento, a sua luminosidade, as aberrações ótica e cromática e a sua montagem (se a objetiva foi montada com material plástico ou com metais nobres). A distância focal é uma característica muito importante da objetiva, pois é a partir dela que o fotógrafo define qual o campo de visão que deseja trabalhar, se pretende um plano mais aberto ou uma maior aproximação ao motivo.

Então o que é a distância focal?

A distancia focal de uma objetiva é a distância, em milímetros, entre o ponto de convergência da luz (centro ótico) até ao ponto do sensor, ou filme, das câmaras fotográficas ou câmaras de vídeo. Quanto maior for a distância focal mais estreito é o ângulo de visão e maior a ampliação, o que se traduz por uma maior a aproximação ao motivo. Quanto menor a distância focal, maior será o ângulo de visão e menor a ampliação.

Cada tipo de objetiva tem uma classificação relativa à sua distância focal. Normalmente dividem-se em três grandes grupos:

1- Grande Angular / Olho de Peixe (Fisheye)

São objetivas que apresentam distâncias focais bastante pequenas. Se forem demasiado pequenas designam-se por olho-de-peixe (fisheye). Este tipo de objetiva possibilita um enorme campo de visão. Uma característica marcante é a tendência para causar distorções nos planos, cria uma sensação de prolongamento, onde objetos ou pessoas que estejam mais próximos parecem maiores do que os que se encontram mais distantes. Também possui naturalmente uma profundidade de campo bastante elevada. Objetivas grande angular são uma escolha popular para paisagens, interiores e fotografias de grupos grandes.

2- Padrão

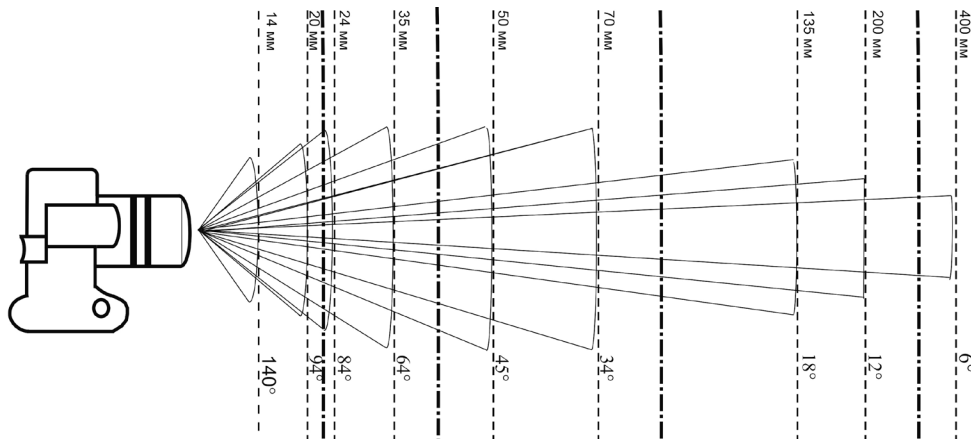
São objetivas que normalmente são formadas por cinco ou seis elementos (lentes), com uma distância focal média na ordem dos 50 mm. O campo de visão é de cerca de 50°. Estas objetivas têm uma distorção mínima, porque a imagem projetada tem uma distorção muito próxima da distorção do olho humano. Tendem a usar aberturas grandes, o que permite a entrada de muita luz, e como consequência são rápidas em condições de baixa luminosidade. As grandes aberturas ($f/1,4$ – $f/1,8$) produzem um efeito de desfoque agradável no plano de fundo, o que concentra a atenção do observador no motivo. As objetivas padrão são a escolha ideal para uma ampla gama de fotografias, incluindo retratos, natureza e situações de baixa luminosidade, onde o fotógrafo não pode usar um flash ou pretende capturar a cena com a luz natural disponível.

3- Teleobjetiva

A teleobjetiva admite distâncias focais maiores do que as objetivas padrão. A característica mais marcante no uso destas objetivas é a produção de imagens ampliadas e de um aparente “achatamento” dos planos da imagem. Isto porque elas são produzidas para observar ou fotografar objetos que se encontram a distâncias mais elevadas, e assim as distâncias relativas entre os objetos tornam-se menores. Justamente por alcançar objetos mais distantes, a focagem é mais difícil, exigindo muita atenção de quem a utiliza, pois um pequeno movimento pode estragar completamente a fotografia. Estas objetivas oferecem um bom alcance para desportos e vida selvagem, onde o fotógrafo está limitado na sua aproximação ao motivo.

A tabela seguinte mostra uma classificação possível para objetivas de acordo com as suas distâncias focais (existem outras que variam de construtor para construtor):

Tipo de Objetiva	Distância Focal
Olho de peixe	Até 14mm
Super grande angular	14mm a 22mm
Grande angular	22mm a 40mm
Padrão	40mm a 85mm
Teleobjetiva média	85mm a 300mm
Super teleobjetiva	Mais de 300mm



Objetiva com Zoom ou com Distância Focal Fixa?

Existem basicamente dois tipos de objetivas - com distância focal fixa ou com zoom. Objetivas fixas têm uma distância focal fixa e objetivas com zoom têm distâncias focais variáveis. A grande vantagem das objetivas com zoom é a sua versatilidade. São ideais para quando fotografamos uma variedade de motivos, tais como paisagens e retratos, e não pretendemos estar constantemente a trocar de objetiva, o que economiza tempo e limita a possibilidade de sujar espelho da câmara ou o sensor. As principais vantagens das objetivas com distância focal fixa são seu tamanho e peso, bem como a sua abertura máxima ou f/stop. Esta última é uma grande vantagem pois permite fotografar em condições de baixa luminosidade, já que aumenta a possibilidade de segurar a câmara com as mãos e congelar o motivo, sem trepidação ou desfoque causados por exposições mais longas. Fotografar usando objetivas com distância focal fixa (com grandes aberturas) também significa que é possível obter uma profundidade de campo muito pequena, muito útil para retratos, caso o fotógrafo queira um fundo suave ou desfocado (também conhecido como bokeh).

Os fotógrafos profissionais geralmente trabalham com objetivas primárias – objetivas que possuem uma distância focal fixa, ou com objetivas com zoom ótico de, no máximo, 3 vezes. Isto porque, para obter um zoom ótico superior a 3 vezes, a objetiva pode acabar por distorcer a imagem e provocar aberrações óticas na mesma. É possível que a câmara corrija algumas dessas alterações automaticamente, ou, se não for o caso, o fotógrafo pode fazer esse tipo de correção usando um software de pós-produção. É de notar que uma imagem gerada por uma objetiva de altíssimo zoom ótico, não tem maior qualidade do que uma foto tirada por uma objetiva com nenhum ou com baixo zoom ótico, aliás são normalmente as objetivas fixas que dão origem a imagens de grande qualidade,

com um belíssimo desfoque do segundo plano e com um grande recorte do motivo. É importante notar que algumas objetivas não permitem que o fotógrafo utilize o f/stop mínimo em todas as distâncias focais. Esta limitação tem uma justificção - os fabricantes projetam as objetivas desta forma para que elas sejam menores, mais leves e, o mais importante, possam ter preços mais competitivos. Por exemplo, algumas objetivas de 18-55mm, têm um f/stop mínimo de:

- f/3,5 na distância focal mínima de 18mm;
- f/5,6 na distância focal máxima de 55mm.

A relação entre a distância focal de uma objetiva e a abertura do diafragma é definida pelo f/stop. O f/stop é a razão entre a distância focal e o diâmetro da abertura do diafragma, isto é,

$$f/stop = \text{Distância focal} / \text{Diâmetro da abertura do diafragma},$$

o que implica que,

$$\text{Diâmetro da abertura do diafragma} = \text{Distância focal} / (f/stop).$$

Por exemplo, numa objetiva com distância focal de 100mm e um f/stop de f/4, o diâmetro da abertura do diafragma é de 25mm, enquanto que numa objetiva de 50mm, com o mesmo f/stop de f/4, o diâmetro da abertura do diafragma é de 12,5mm. Este aspeto é fundamental no resultado final obtido, pois quanto maior a abertura do diafragma maior é o efeito de bokeh (desfoque) na imagem. Isto explica o motivo pelo qual, para um mesmo f/stop, as objetivas com maior distância focal (como por exemplo as teleobjetivas) são capazes de produzir um desfoque muito superior às de menor distância focal (como as grandes angulares).



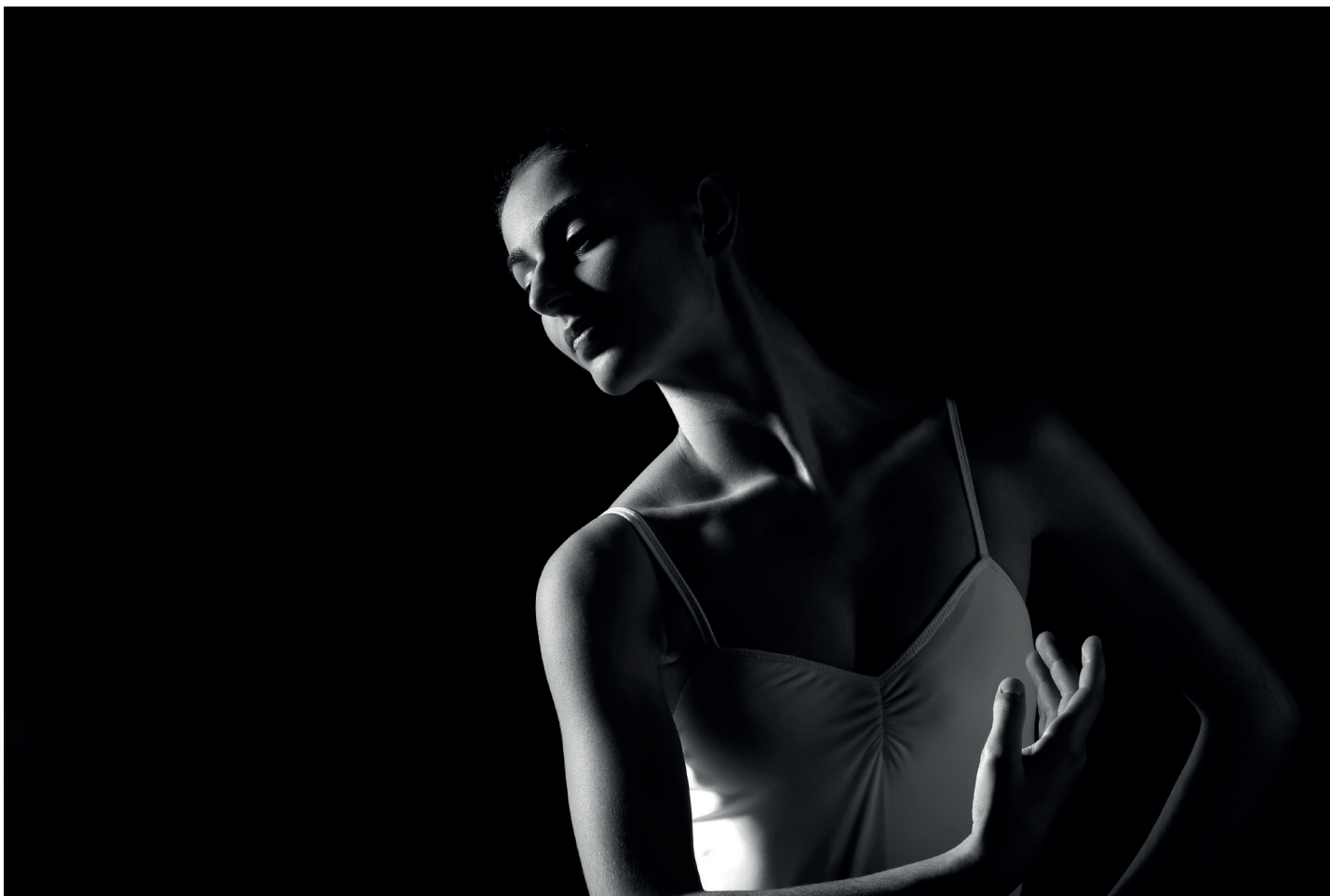
Grande angular – 10 - 20 mm



Grande angular – 10 - 20 mm



Grande angular – 10 - 20 mm



Objetiva padrão – 50 mm fixa



Objetiva padrão – 50 mm fixa



Objetiva padrão – 50 mm fixa



Teleobjetiva - 70 - 200 mm



Teleobjetiva – 70 – 200 mm

Seção V - Distância Hiperfocal

Aberturas muito pequenas do diafragma conduzem a uma perda considerável de nitidez na fotografia, por este motivo grande parte dos fotógrafos tende a não usar f/stops muito elevados. Entender o conceito de distância hiperfocal é fundamental para quem gosta de fotografar paisagens e deseja manter toda a cena completamente focada, incluindo elementos perto e afastados da câmara, estes últimos elementos serão designados por infinito.

Mas então o que é a distância hiperfocal, para que serve e de que forma se relaciona com a abertura do diafragma?

Uma das definições de distância hiperfocal é: quando o ponto de foco estiver no infinito, a distância hiperfocal é a distância entre o sensor da câmara e o ponto em foco mais próximo. Isto significa que quando focarmos no infinito, a profundidade de campo estende-se da distância hiperfocal até o infinito, conseqüentemente qualquer elemento situado entre a distância hiperfocal e o infinito ficará perfeitamente focado na fotografia.

O objetivo de qualquer fotógrafo de paisagens é diminuir a distância hiperfocal pois desta forma consegue ter um maior número de elementos em zona de foco. Ao diminuir a distância hiperfocal, o ponto de foco aceitável mais

próximo da câmara será aproximado. Designando a distância hiperfocal por H (em metros), quando a objetiva estiver focada nesta distância (H), qualquer objeto situado entre a câmara e a metade da distância hiperfocal (H/2) ficará sem nitidez. Assim, qualquer objeto enquadrado na fotografia, mais afastado da câmara do que a metade da distância hiperfocal, ficará completamente nítido. Observe-se que esta regra de H/2 é válida apenas para quando a câmara estiver focada na distância hiperfocal. Se a câmara estiver focada no infinito, o ponto/plano de nitidez aceitável mais próximo da câmara estará exatamente na distância hiperfocal (H). Assim, focar exatamente na distância hiperfocal aumenta significativamente a profundidade de campo.

Como se calcula a distância hiperfocal e o que a influencia?

A distância hiperfocal é obtida através da fórmula:

$$H = F^2 / (N \times C \times 1000),$$

onde H é a distância hiperfocal (m), F é a distância focal (mm), N é o valor da abertura do diafragma (f/stop) e C é o valor do círculo de confusão (mm).

i) (F) Distância focal

Traduzida em mm, a distância focal é a distância entre o centro ótico (ponto de convergência da luz no interior da objetiva) e o sensor, ou filme, das máquinas fotográficas onde a imagem será projetada. Quanto menor o valor da distância focal maior o ângulo de visão. A relação entre distância focal e distância hiperfocal é direta, ou seja, quanto

maior for a distância focal, maior será a distância hiperfocal. Assim as objetivas grandes angulares apresentam distâncias hiperfocais menores do que as teleobjetivas.

ii) (N) f/stop

O diafragma, esta pequena parte da máquina fotográfica é considerada a íris da câmara e encontra-se dentro da objetiva. Tem, entre outros, um dos papéis fundamentais para a fotografia - controlar a profundidade de campo. O diafragma pode abrir-se e fechar, permitindo uma passagem maior ou menor de luz para o sensor. Quanto maior a abertura, mais luz é captada e a velocidade de disparo pode ser maior, diminuindo o tempo de exposição. A abertura do diafragma é medida em números f, que são escritos da forma: f/2,1, f/5,6, f/22, etc. Quanto maior a abertura, menor é o número. Assim, quando falamos numa grande abertura do diafragma, é possível saber que o número f em questão é bem pequeno, na ordem do f/1,4 ou f/2,8 por exemplo.

iii) (C) Círculo de confusão

A profundidade de campo não muda de focado para desfocado de uma forma abrupta. Ela acontece gradualmente imediatamente a seguir, ou antes, do ponto de foco. Como não há uma zona crítica onde essa transição seja perceptível, usa-se o termo círculo de confusão para entender o quão grande um ponto precisa de ficar para ser entendido como desfocado. O termo círculo de confusão foi criado na ótica para estabelecer uma definição objetiva do que é a nitidez focal. O valor numérico do círculo de confusão está definido em mm e representa o diâmetro do menor círculo que é visualizado como um ponto. O olho humano tem uma habilidade finita de ver detalhes minuciosos. A uma distância de leitura normal, o menor objeto que alguém com uma visão

perfeita, e em condições ideais, pode ver tem cerca de $1/16=0,0625$ mm de tamanho. Se colocarmos dois pontos menores do que esta dimensão, um ao lado do outro, eles aparentam ser um único ponto. Detalhes e imperfeições são geralmente mais perceptíveis em imagens de alto contraste, apresentando linhas bem definidas de transição entre tons claros e escuros. Assim entende-se que estas imagens requerem um círculo de confusão menor, enquanto que círculos de confusão maiores podem ser aceitáveis em imagens de baixo contraste. A iluminação é outro fator a ser considerado. É mais difícil para o olhar humano identificar detalhes numa imagem quando ela está pouco iluminada. Uma fotografia impressa colocada num ambiente escuro apresenta uma nitidez menor do que se ela estiver colocada num ambiente bem iluminado. Portanto, quando menor a intensidade da iluminação, maior deverá ser o círculo de confusão aceitável. A distância da qual a fotografia é observada e o tamanho da imagem são fatores críticos para o círculo de confusão. A relação é simples: quanto maior a imagem e quanto mais próximo o observador estiver dela, mais fácil será observar detalhes e, por isso, menor deverá ser o valor do círculo de confusão.

Muitos dos valores do círculo de confusão, citados em literatura especializada, têm origem na fórmula de Zeiss moderna, que considera que o círculo de confusão depende da dimensão da diagonal (d) do sensor da câmara. A fórmula de Zeiss diz que o círculo de confusão é $1/1500$ da medida da diagonal do sensor da câmara. Atendendo

a que o sensor é um retângulo, por aplicação do Teorema de Pitágoras, facilmente obtemos o valor da diagonal e só temos que dividir este valor por 1500. Por exemplo numa câmara full-frame, o sensor mede aproximadamente 36x24 mm, logo o valor da diagonal é 43,27 mm e o do círculo de confusão é aproximadamente 0,029 mm. Um círculo de confusão é baseado na percepção - não é algo que possa ser calculado com precisão. Alguns fabricantes, nomeadamente a Canon para alguns modelos de câmaras full-frame, optam por 0,030 mm.

Passemos então a um exemplo prático: suponhamos que um fotógrafo vai fotografar uma paisagem com uma Canon 6D, que sendo uma câmara full-frame considera-se para valor do círculo de confusão 0,030 mm, define uma abertura f/11, devido à difração das ondas de luz para não perder nitidez na fotografia, e utiliza uma distância focal de 24mm. A distância hiperfocal que obtém é $H=24^2/(11 \times 0,030 \times 1000)$, que é aproximadamente igual a 1,7m. Desta forma, focando no infinito, todos os objetos situados a uma distância superior a um metro e setenta centímetros da câmara ficarão totalmente focados. Se pretender aumentar a profundidade de campo, terá que focar num objeto que se encontre a 1,7 m da câmara e aí todos os objetos que se encontrem a uma distância superior a 0,85 m ficarão em área de foco. Não é necessário levar um papel, caneta e calculadora. Existem tabelas com estes valores que se podem ser facilmente encontradas na Internet e até aplicações para Android.

CAPÍTULO II – COMPOSIÇÃO FOTOGRÁFICA

Seção I – Regras de composição

A composição fotográfica é a forma como se dispõe os elementos do primeiro plano e os secundários numa imagem. É também a qualidade estética que inclui textura, equilíbrio de formas e cores, entre outras variáveis, que combinadas formam uma imagem comunicativa e agradável ao olhar. A composição numa imagem tem como objetivo alcançar um efeito emocional, transmitir uma mensagem e quebrar a monotonia, pois compor não é só mostrar imagens bonitas, mas sim fazer com que o observador fixe a sua atenção nos pontos de interesse da fotografia.

Sempre que tiramos uma fotografia temos de tomar várias decisões no que diz respeito à composição. Com o tempo elas começam a ser tomadas de uma forma mais instintiva, mas é importante, numa primeira fase, fazer um esforço para pensar e ponderar alguns aspetos:

O que incluir na imagem?

Penso que é mais fácil pensar nesta questão ao contrário - o que excluir da imagem?

Charles Mingus, um grande compositor e músico de jazz, disse:

*“Tornar o simples complicado, isso é comum.
Tornar o complicado simples, incrivelmente simples, isso é criatividade.”*

Todos os elementos da imagem vão competir entre si pelo protagonismo. Apenas devemos incluir os elementos que têm importância para a composição ou para mensagem a ser transmitida pela fotografia. Se tivermos isto em conta, iremos criar imagens com mais força e significado que vão ser mais agradáveis à vista. Desta forma, o observador irá “absorver” a imagem de uma forma muito mais natural e não vai ter dificuldade em distinguir o motivo, ou motivos, principais da fotografia.

Como organizar e dispor os elementos na imagem?

Depois de decidirmos o que incluir é necessário pensar na forma como vamos dispor os elementos na fotografia. Ao contrário da imagem captada pelos nossos olhos quando presenciamos algo, uma fotografia é bidimensional e está limitada a uma área, normalmente um retângulo. Felizmente, ao longo de séculos de artes gráficas, foram concebidas regras sobre como criar imagens agradáveis ao olhar:

- a imagem deve ser simples para manter a atenção do observador no motivo.
- quando fotografar pessoas tente evitar ao máximo cortar as articulações.
- deve-se utilizar fundos simples para que não roubem a atenção do motivo principal.
- são as cores que dão a ambiência apropriada. As cores quentes transmitem energia, os tons baixos transmitem uma sensação de harmonia e estabilidade.
- a dimensão dos objetos transmite um “peso” visual. Tenha em atenção que os tons escuros são mais “pesados” do que os claros.
- evite colocar elementos desnecessários. Cada elemento deve representar algo e fazer parte de um conjunto.

Regra dos terços

A regra dos terços é uma forma simples de conseguir uma boa composição. Está em todos os livros de fotografia e até se encontra no manual da câmara fotográfica. A regra consiste no seguinte: de forma imaginária divide-se a imagem observada no visor da câmara em três partes iguais, tanto horizontais como verticais. Os quatro pontos de interseção, chamados pontos de interesse, são os pontos de maior impacto visual na fotografia. Assim ao fotografar, deve-se colocar o motivo principal, e outros motivos de interesse, nos pontos de interseção das linhas ou segundo as mesmas.

As linhas horizontais podem ser utilizadas para colocar, por exemplo, a linha do horizonte. As linhas verticais são usadas para colocar árvores e edifícios. Quando o motivo se desloca da esquerda para a direita da imagem, deve ser colocado na linha vertical da esquerda, caso contrário dá a sensação de estar prestes a chocar contra o lado vertical da fotografia. Da mesma forma, quando um motivo olha para um dos lados deve fazê-lo para o lado com mais espaço livre na imagem, para não transmitir a sensação de claustrofobia.



Espiral de ouro

Leonardo Fibonacci, também conhecido como Leonardo de Pisa, foi um matemático italiano considerado como o primeiro grande matemático europeu da Idade Média. Ficou conhecido pela descoberta da denominada “sequência de Fibonacci” e pelo seu papel na introdução dos algarismos arábicos na Europa. Com outros matemáticos do seu tempo contribuiu para o renascimento das ciências exatas. Destacou-se ao escrever o *Liber Abaci*, em 1202 (atualizado em 1254), a primeira obra importante sobre Matemática desde Eratóstenes. O *Liber Abaci* introduziu os numerais hindu-arábicos na Europa, além de discutir muitos problemas matemáticos.

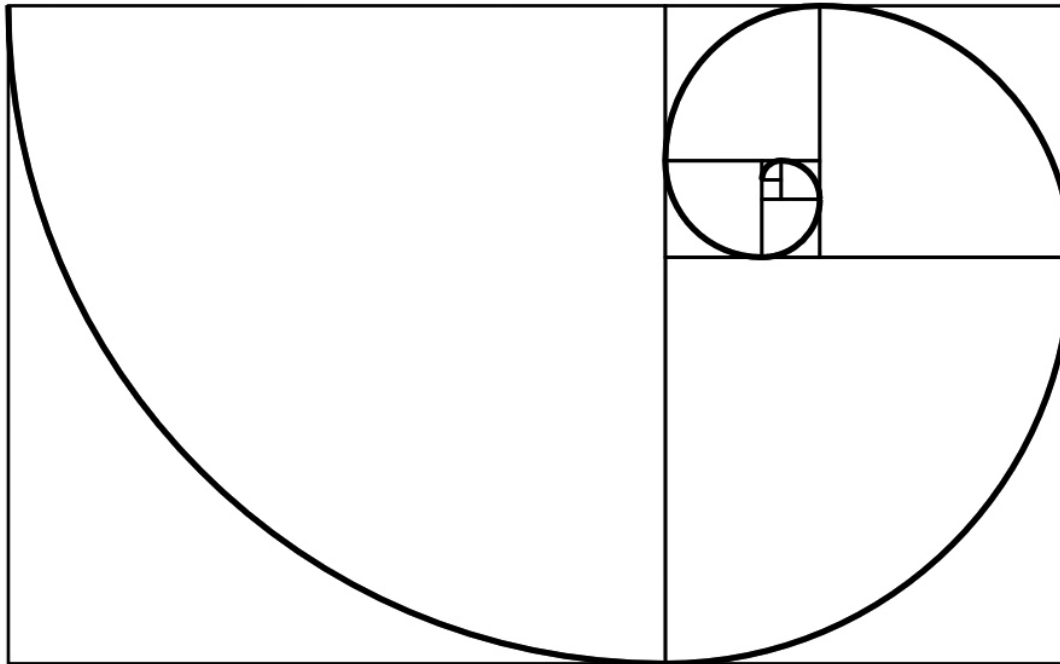
O rácio de Fibonacci foi descoberto por volta do ano 1200. Fibonacci percebeu que existia um rácio matemático absoluto que surgia muitas vezes na natureza, uma espécie de ordem universal que a natureza desenha e que transmite uma enorme beleza. Desde a Renascença que pintores, escultores e arquitetos baseiam as suas obras neste rácio. A proporção divina pode ser vista em obras famosas como a Mona Lisa ou a Última Ceia. Nos dias de hoje até a Apple usa esta proporção no seu design. Embora a regra dos terços seja muito mais fácil de usar, o rácio de Fibonacci pode ser um grande trunfo. Por exemplo, em alguns programas de fotografia como Lightroom, é possível fazer um “crop” à imagem de acordo com esta proporção.

A sequência de Fibonacci consiste numa sucessão de números, tais que, definindo os dois primeiros termos da sequência como 0 e 1, os termos seguintes são obtidos através da soma dos seus dois antecessores. Assim temos:

0,1,1,2,3,5,8,13,21,34,55,89,144, 233, ...

Esta sequência aparece na natureza, no ADN, no comportamento da refração da luz, nos átomos, nas vibrações sonoras, no crescimento das plantas, nas espirais das galáxias, nos marfins dos elefantes, nas ondas do oceano, furacões, etc.

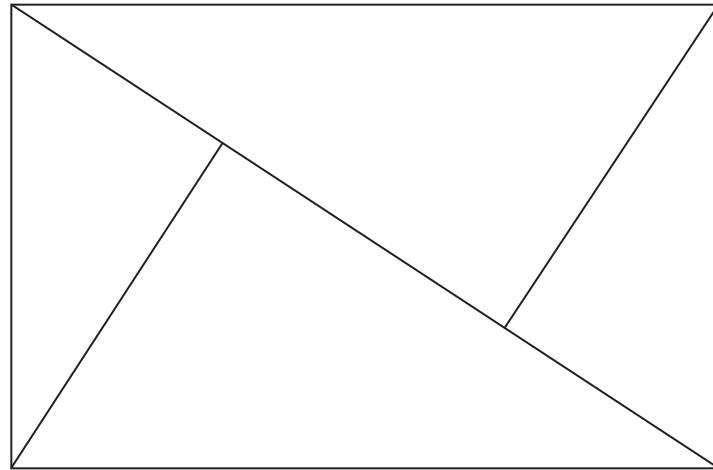
Geometricamente, a partir de dois quadrados de lado 1, obtemos um retângulo de lados 2 e 1. Ao adicionarmos um quadrado de lado 2, temos um retângulo de lados 3 e 2. Com o acréscimo de um quadrado de lado 3 resulta um novo retângulo de lados 3 e 5. Se continuarmos este processo obtemos a figura seguinte. Se desenharmos $\frac{1}{4}$ de circunferência inscrita em cada quadrado, obtemos uma espiral formada pelo encontro dos pontos dos arcos, cujos raios são exatamente os termos da sequência de Fibonacci – **A Espiral de ouro**.





Triângulo dourado

Uma alternativa às regras anteriores é dada pelo denominado triângulo dourado. Consiste em traçar um linha diagonal de uma extremidade a outra do enquadramento e, com uma segunda linha tirada na perpendicular, encontram-se os pontos de interesse da imagem.







Seção II - *Padrões, linhas e simetrias*

Padrões

Normalmente quando se fala em padrão associa-se logo a padrões visuais tais como se vê em tecidos, papel de parede e obras de arte. O conceito de padrão não se encontra apenas nestes exemplos, o termo padrão é usado também quando se fala de uma disposição de números, formas, cores ou sons, onde se detetam regularidades. Um dos objetivos da Matemática é descobrir padrões no meio da desordem e confusão.

Um padrão é composto por um conjunto de elementos (formas geométricas, linhas, cores, etc.) repetidos várias vezes, seguindo uma certa lógica. O nosso cérebro é atraído naturalmente pelos padrões. É uma consequência da necessidade biológica do ser humano para organizar o que é caótico. Basicamente, no meio de tanta informação desorganizada, os nossos olhos “descansam” quando se deparam com padrões. Repetições visuais acrescentam interesse e estrutura visual a uma cena, além de criar energia e equilíbrio.

Linhas

Nem só de padrões vive a fotografia. As linhas têm um papel fundamental em qualquer composição fotográfica. Quando olhamos para uma imagem com os olhos ligeiramente fechados, vemos as linhas mais fortes que definem o contorno dos objetos. As linhas também têm por função equilibrar uma imagem, ligando os elementos entre si. Pode parecer óbvio, e talvez seja, mas é sempre bom reforçar que a linha do horizonte deve estar sempre na horizontal. Nenhuma fotografia pode estar tecnicamente perfeita se a linha do horizonte estiver desnivelada para um dos lados, a não ser que seja um efeito propositado com o intuito de criar uma composição dinâmica.

Uma das principais características da fotografia é a de produzir uma imagem bidimensional de objetos tridimensionais. Todos nós, possivelmente, já observamos uma linha férrea a uma distância relativamente grande. À medida que se afastam do olhar, a distância entre os carris parece tornar-se cada vez menor, até dar a sensação que os mesmos se unem num ponto. Ora a distância real entre os carris é constante. Um mesmo objeto parece ter dimensões diferentes quando é observado através de distâncias diferentes. A perspectiva é uma ferramenta fundamental para se criar uma sensação de tridimensionalidade na fotografia. Através da utilização da perspectiva é possível conduzir o olhar até ao motivo, guiando a atenção do observador. As linhas paralelas, como as de um passadiço ou as dos carris de um comboio, transmitem uma enorme sensação de profundidade.



As linhas horizontais e verticais são estáticas. As horizontais transmitem paz, tranquilidade e harmonia. Horizontes, árvores caídas, oceanos, todos estes motivos transmitem ao cérebro a sensação de tranquilidade e descanso. Quem não se lembra da imagem do ambiente de trabalho do Windows XP? Por outro lado, as linhas verticais limitam a profundidade e atuam como barreiras entre a fotografia e o olhar. As linhas verticais têm o poder de transmitir uma enorme variedade de informações numa fotografia que vão desde a altivez e força, até crescimento e desenvolvimento.

As linhas diagonais conduzem o olhar de uma parte da imagem para outra e transmitem uma maior energia, dinamismo e movimento, criando um caminho que conduz o nosso olhar de um canto para o outro da imagem. Da mesma forma que um motivo parado no centro da imagem torna a fotografia vulgar e sem interesse, também uma imagem com linhas paralelas nos lados do enquadramento constitui uma fotografia sem vida ou vulgar. Através de estudos efetuados, está comprovado que a forma como as pessoas normalmente observam as imagens, a forma natural, é da esquerda para a direita e na diagonal, iniciando na esquerda em baixo e finalizando na parte superior direita. Isso não significa que devemos dividir a imagem em duas, com uma linha de vértice a vértice, deve-se sim tentar compor a fotografia com outros objetos e padrões, para que a imagem fique o mais natural possível. Se o objetivo for adicionar um pouco de dramatismo à imagem, é importante arranjar uma forma de incluir uma linha diagonal. Trace mentalmente uma linha de um canto ao outro da cena e procure algum elemento que siga essa linha. A linha deverá intercalar, nalgum ponto, o motivo da fotografia. Isso deixará a imagem mais dinâmica, pois irá adicionar energia à cena, é como se puxasse o observador para dentro dela. A diagonal pode atravessar a imagem toda, ou não.

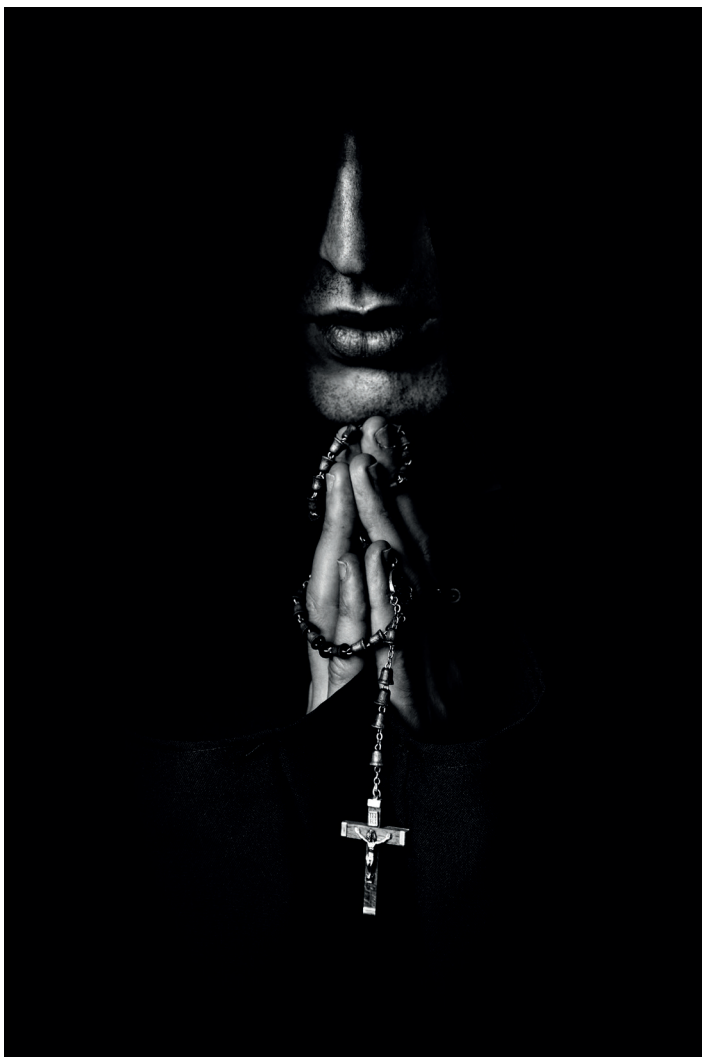
Os círculos produzem harmonia numa imagem. Se incluirmos uma forma circular dominante numa composição, podemos verificar que ela não só atrai de imediato a atenção como também o nosso olhar dificilmente se abstrai dela. A simetria perfeita dos círculos não entra em conflito com outros ângulos do próprio enquadramento. Pode ser incluída praticamente em qualquer enquadramento sem prejudicar a imagem. As curvas em S são outra forma de composição harmónica que o olhar segue suavemente até atingir o motivo principal.



Simetrias

Estamos cercados por padrões, linhas, mas também por simetrias, tanto naturais como artificiais. A composição simétrica transmite solidez, estabilidade e força, mas também é extremamente eficaz na organização de detalhes elaborados. A quebra de simetria numa composição também é uma excelente técnica fotográfica, dado que introduz tensão e um ponto focal na cena fotografada. A simetria dos elementos pode dar origem a belas criações fotográficas em arquitetura, em paisagem ou num retrato.





Em retrato o motivo deve ficar perfeitamente centrado, o fotógrafo deve colocar-se bem em frente, e ao mesmo nível, do seu modelo. Sabia que os rostos raramente são simétricos? Este tipo de enquadramento pode destacar uma assimetria do rosto, mesmo que ínfima ou, pelo contrário, a sua perfeita simetria.

Todas as regras de composição têm como objetivo obter uma imagem equilibrada e esteticamente bela. É fundamental para além da parte técnica, pensar na qualidade estética da fotografia. Ao contrário da técnica que se aprende facilmente e é comum a todos, o sentido estético é pessoal pois acarreta todas as vivências do indivíduo. Se colocarmos dez fotografos no mesmo local, no mesmo instante, a fotografar um mesmo motivo, obtemos dez fotografias completamente diferentes, nas quais cada um coloca o seu cunho pessoal, a sua forma de ver o mundo, a sua forma de comunicar.

CAPÍTULO III – EXEMPLOS









































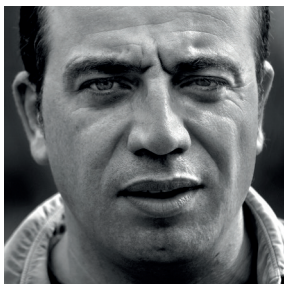












Biografia

Paulo Jorge Ferreira de Medeiros nasceu no dia 8 de janeiro de 1967 na freguesia de Relva, concelho de Ponta Delgada. Licenciou-se em Matemática (ensino de) na Universidade dos Açores em 1991. Realizou o doutoramento em Álgebra, em 2006, e neste momento leciona diversas disciplinas de Matemática na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade dos Açores. Iniciou a fotografia como hobby quando adquiriu a sua primeira câmara compacta em 2005 sendo, neste momento, detentor de uma Canon 6D. Realizou três exposições individuais - uma em 2007 intitulada “Visões”, outra em 2012 intitulada “Dois mundos - Uma visão” e uma em 2014 intitulada “As danças do ser”. Participou em outras exposições conjuntas: “4 Fotógrafos”, “(Re)Cantos da Costa das ilhas de Bruma”, “A ilha” e “Body Language”. Realizou as fotografias que acompanharam a “Exposição antológica de Álvaro França - 50 anos de escultura”, e foi formador de alguns cursos de iniciação à fotografia e edição fotográfica. Tendo estado na criação da AFAA - Associação de Fotógrafos Amadores dos Açores, participa em vários sites fotográficos nacionais e internacionais, sendo curador num dos maiores sites de língua portuguesa - www.olhares.com. Neste momento a fotografia desempenha um papel extremamente importante na sua vida. É uma paixão, é a forma do autor se encontrar consigo próprio e de expressar, através da imagem, todos os seus sentimentos e a sua visão sobre mundo que o rodeia.