

VICTOR TAIYÔ D. GONÇALVES

**SMARTPHONES E A CRISE DA
INDÚSTRIA DE CÂMERAS
FOTOGRAFICAS**

Trabalho de Conclusão de Curso

São Paulo

2019

VICTOR TAIYÔ D. GONÇALVES

SMARTPHONES E A CRISE DA INDÚSTRIA DE CÂMERAS FOTOGRAFICAS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
para obtenção do título de Bacharel em Comunicação
Social, habilitação em Publicidade e Propaganda
pela Escola de Comunicações e Artes da
Universidade de São Paulo.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Guilherme de Carvalho Antunes

RESUMO

Resumo: Ao passo que o mercado de smartphones apresentou um crescimento excepcional até anos recentes, o de câmeras fotográficas sofreu um forte encolhimento. Uma hipótese comum é a de que os aparelhos celulares foram os grandes responsáveis por esta decadência. Este trabalho visa desenvolver uma discussão na tentativa de compreender a validade desta hipótese.

Desenvolve-se testes para comparar a qualidade das imagens produzidas por equipamentos das duas classes, além de seus aspectos funcionais e de usabilidade. A partir daí, avalia-se o quão adaptados ao contexto digital — sendo este a grande plataforma de circulação de conteúdo fotográfico — estes aparelhos estão.

Palavras-chave: *smartphone*, celular, fotografia, câmera, mercado, internet

ABSTRACT

Abstract: *While the smartphone market has shown an exceptional growth until recent years, that of photographic cameras has suffered a severe shrinkage. A common hypothesis is that cellular devices were largely responsible for this decay. This paper aims to develop a discussion in the attempt to better understand the validity of this hypothesis.*

Tests are developed to compare the quality of the images produced by equipment of the two categories, besides its functional and usability aspects. From there, it is evaluated how adapted to the digital context - this being the great platform for circulation of photographic content - these devices are.

Keywords: *smartphone, cell phone, photography, camera, market, internet*

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	6
2 DESENVOLVIMENTO	7
2.1 O Mercado: panorama geral da evolução da indústria fotográfica	8
2.1.1 Os Smartphones	9
2.1.2 As Câmeras Fotográficas	10
2.2 O Digital	13
2.3 A tecnologia: quais são e como funcionam os aparelhos e técnicas por trás da fotografia	15
2.3.1 Sensor	15
2.3.2 Obturador	17
2.3.3 Lente	17
2.3.4 Categorias dos dispositivos	20
2.3.5 Pós processamento	22
2.3.6 Modos AI (Artificial Intelligence)	23
2.4 Qualidade de imagem	24
2.5 Metodologia dos testes	25
2.5.1. Zoom	26
2.5.2. Ruído e Nitidez associados ao ISO	26
2.5.3. Capacidade de registro em baixíssima luz	26
2.5.4. Dynamic Range	27
2.5.5. Profundidade de Campo	27
2.5.6. Edição automática auxiliada por IA	27
2.5.7. Compressão e resolução otimizadas para a Web	28
2.5.8. Visualização em dispositivos celulares vs computadores	28
2.6 DISCUSSÃO	28
2.6.1 Zoom	31
2.6.2 ISO e capacidades em baixa luz	37
2.6.3 Dynamic range	45
2.6.4 Profundidade de campo	51
2.6.5 Automatização por Inteligência Artificial	56
2.6.6 O contexto da Internet	58
2.6.7 Otimização e relevância	59
3 CONCLUSÃO	63
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	67
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	68

1 INTRODUÇÃO

Grande parte da internet do mundo contemporâneo é formada por fotografias e tem-se testemunhado um crescente número de imagens digitais sendo clicadas anualmente. Outro valor que vem aumentando é a quantidade de pessoas com acesso a aparelhos capazes de fazer registros fotográficos. Apesar de toda esta conjuntura, tem-se observado uma queda nos números de unidades de câmeras fotográficas produzidas mundialmente.

Neste trabalho, toma-se como ponto de partida o cenário do mercado mundial de câmeras fotográficas, onde através de dados, é possível constatar que, após atingir seu auge em 2010, vem caindo vertiginosamente. Concomitantemente, observa-se um expressivo crescimento nos números de smartphones comercializados até anos recentes.

Uma hipótese popular que especula justificativas para o declínio do mercado de câmeras especializadas é justamente a da ascensão dos smartphones. O atual CEO da Canon Fujio Mitarai, em uma entrevista ao jornal The Nikkei reportada no site Digital Camera World, afirmou que ““People usually shoot with smartphones. The digital camera market will keep falling for about two years, but professional and [advanced] amateurs use about 5 to 6 million units. Finally [the market] will hit the bottom.”

Esse tipo de afirmação é relativamente comum entre os profissionais e entusiastas do campo. Dentro deste contexto, esse trabalho se propõe a fazer uma análise a fim entender os fatores que possam explicar os acontecimentos observados no mercado, voltando-se principalmente a aspectos ligados ao espectro de especificidades técnicas dos equipamentos e de suas criações imagéticas.

Para tal finalidade, são apresentados dados de mercado e algumas definições pertinentes ao mundo da fotografia, fornecendo assim um substrato técnico básico para o desenvolvimento da discussão. Contextualiza-se também do cenário da crescente digitalização da sociedade, assim como alguns tipos de comportamentos dos usuários dentro do ambiente digital.

Dadas estas informações, delimita-se três categorias de produtos, sendo uma a dos smartphones e duas de câmeras fotográficas, e por meio de aspectos de usabilidade, funcionalidade e testes de qualidade de imagem, elabora-se uma argumentação que visa investigar o quão adaptados eles estão ao contexto atual.

2 DESENVOLVIMENTO

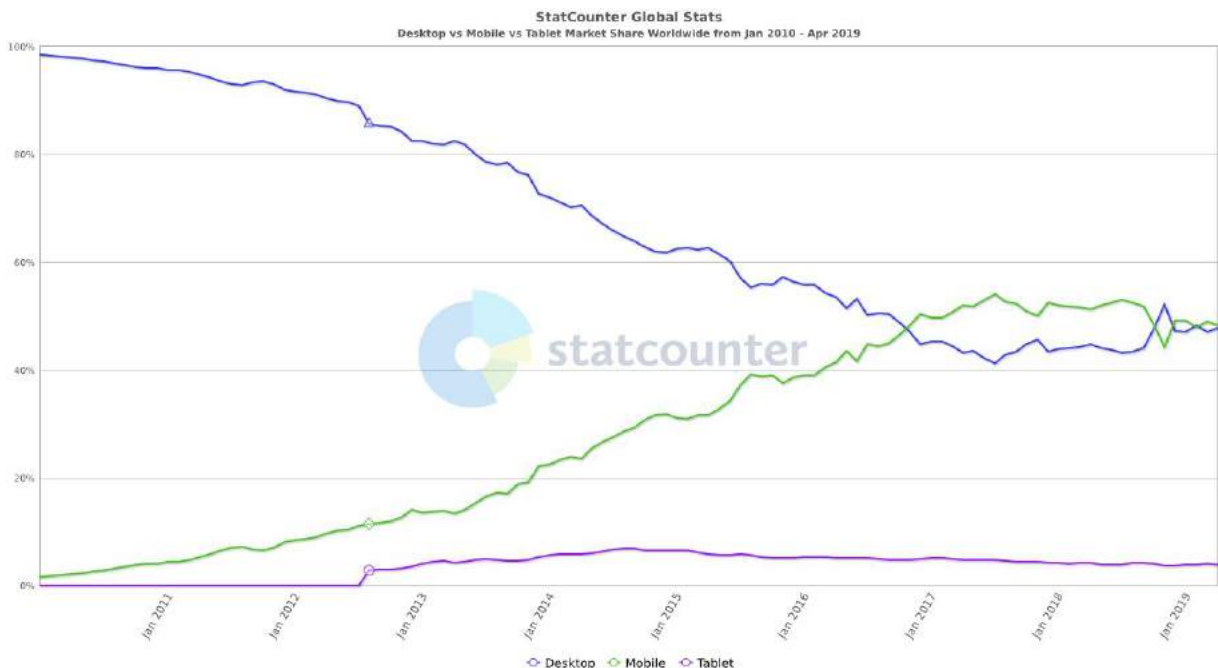
2.1 O Mercado: panorama geral da evolução da indústria fotográfica

Aqui são introduzidos dados gerais sobre o mercado de Smartphones e de câmeras fotográficas, diferenciando estas últimas em dois grupos: as com lentes embutidas (não intercambiáveis) e as com lentes intercambiáveis. Ambas as categorias são vistas sob uma perspectiva cronológica, exibindo assim como elas evoluíram no mercado dos últimos anos.

Antes de apresentar os dados é válido identificar alguns aspectos técnicos para facilitar o acompanhamento dos leitores e o desenvolvimento do trabalho. Câmeras com lentes intercambiáveis são máquinas fotográficas cuja objetiva pode ser trocada, e dentro do campo da fotografia digital, podem dividir-se entre as DSLRs e as Mirrorless. Elas também são popularmente chamadas de câmeras profissionais.

Tecnicamente smartphones poderiam ser classificados como câmeras com lentes não intercambiáveis, uma vez que suas câmeras tem um conjunto óptico é embutido no corpo do celular, mas para fins deste trabalho, sempre que informações sobre câmeras com lentes não intercambiáveis forem apresentadas, elas se referem a câmeras compactas — também conhecidas como *point-and-shoot*. Smartphones são apresentados como uma categoria própria.

2.1.1 Os Smartphones



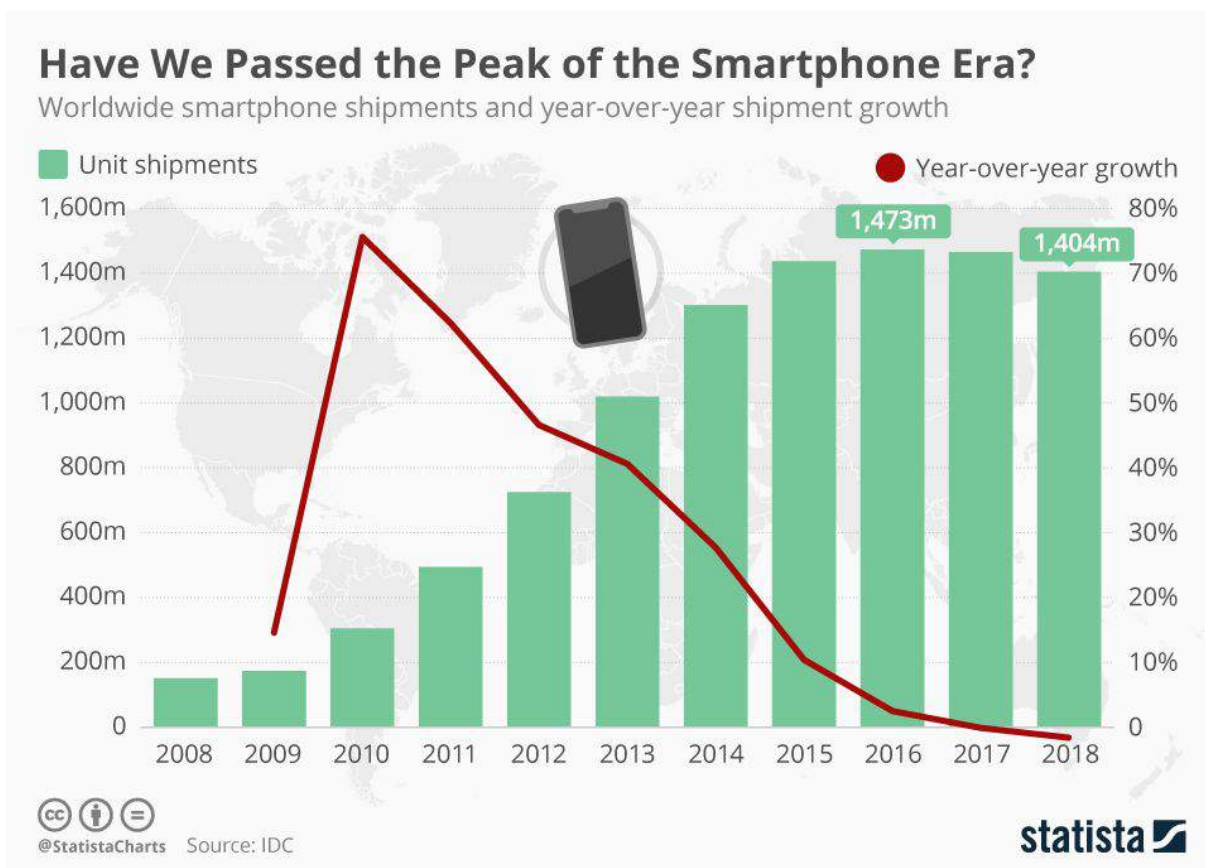
Fonte: <http://gs.statcounter.com/platform-market-share/desktop-mobile-tablet/worldwide/#monthly-2010-01-201904>

Smartphones são um dos *gadgets* mais populares do mundo atual. São aparelhos multifuncionais, onde além das funções clássicas de um telefone como a troca de chamadas e mensagens, ainda são capazes de navegar na internet, capturar, editar e reproduzir fotos e vídeos, e contam com lojas virtuais onde o usuário tem acesso a inúmeros aplicativos, podendo assim ampliar ainda mais suas capacidades.

O gráfico acima, fornecido pela Statcounter mostra como os smartphones, desktops (laptops estão inclusos dentro desta categoria) e tablets dividiram a porcentagem de mercado ao longo do tempo. As formas geométricas (triângulo, quadrado e pentágono), localizadas no mês de Agosto de 2012, pontuam quando a plataforma começou a diferenciar Tablets de Consoles em seus dados. Fica clara assim sua relevância dentro do mercado e seu crescimento excepcional em menos de 10 anos.

Por intermédio de dados da empresa de pesquisa de mercado IDC (International Data Corporation), o site Statista elaborou um gráfico no qual pode-se

observar a evolução do mercado de smartphones durante os últimos anos:



Fonte: <https://www.statista.com/chart/12798/global-smartphone-shipments/>

Apesar do mercado ter sofrido uma queda considerável em 2018 quando comparado à 2017, observa-se que o número de unidades de smartphones teve um grande crescimento em anos anteriores, atingindo em seu pico aproximadamente 1,5 bilhões de unidades enviadas. Esses valores serão importantes no decorrer deste trabalho, especialmente para ter informações concretas para se ter dimensão do possível impacto destes aparelhos no mercado de câmeras especializadas.

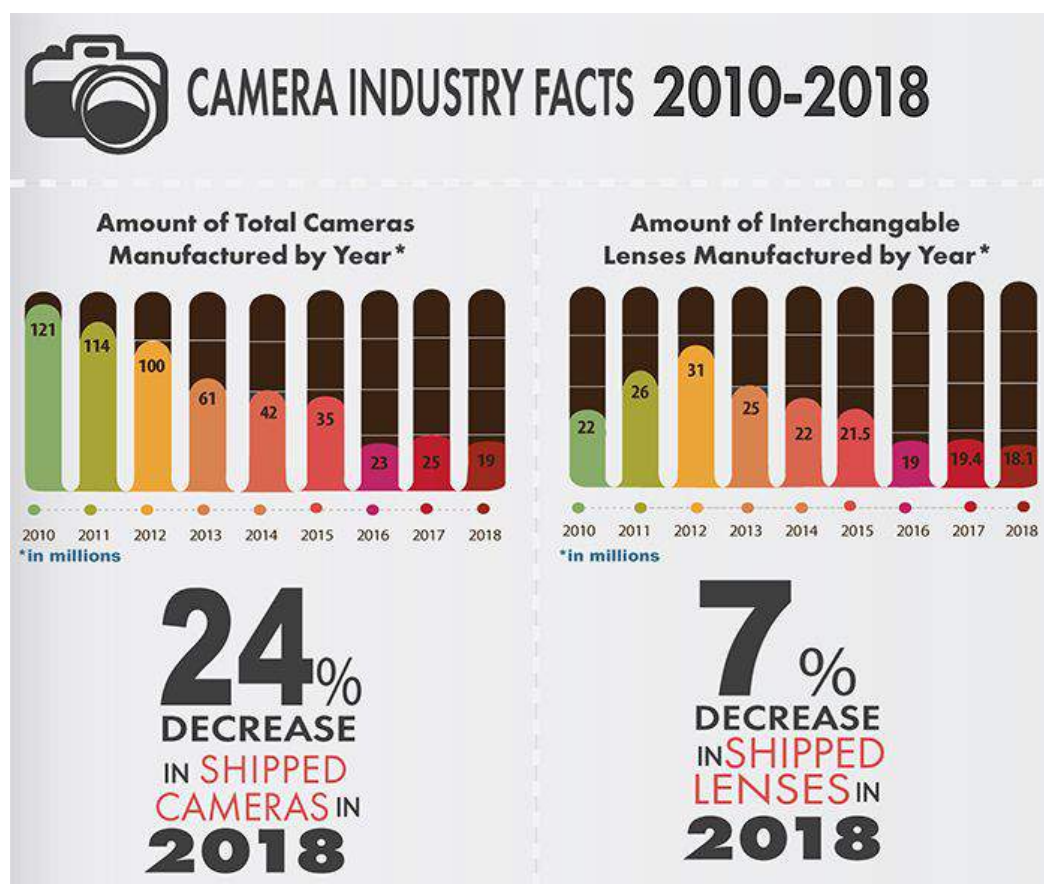
2.1.2 As Câmeras Fotográficas

As câmeras fotográficas são aparelhos especializados, tendo como função principal a captura imagens (muitos modelos também são capazes de gravar vídeos).

A CIPA (Camera & Imaging Products Association) é uma organização industrial internacional tendo como membros a Canon, Nikon, Sony, Fujifilm, Olympus, Panasonic entre outras empresas, e é tida como referência quando se

trata de dados estatísticos sobre o mercado de câmeras e lentes.

O site Lensvid.com, que produz conteúdos voltados ao mundo da fotografia, elaborou uma série de gráficos com base nos dados coletados pela CIPA, onde os relevantes para este trabalho são apresentados a seguir.



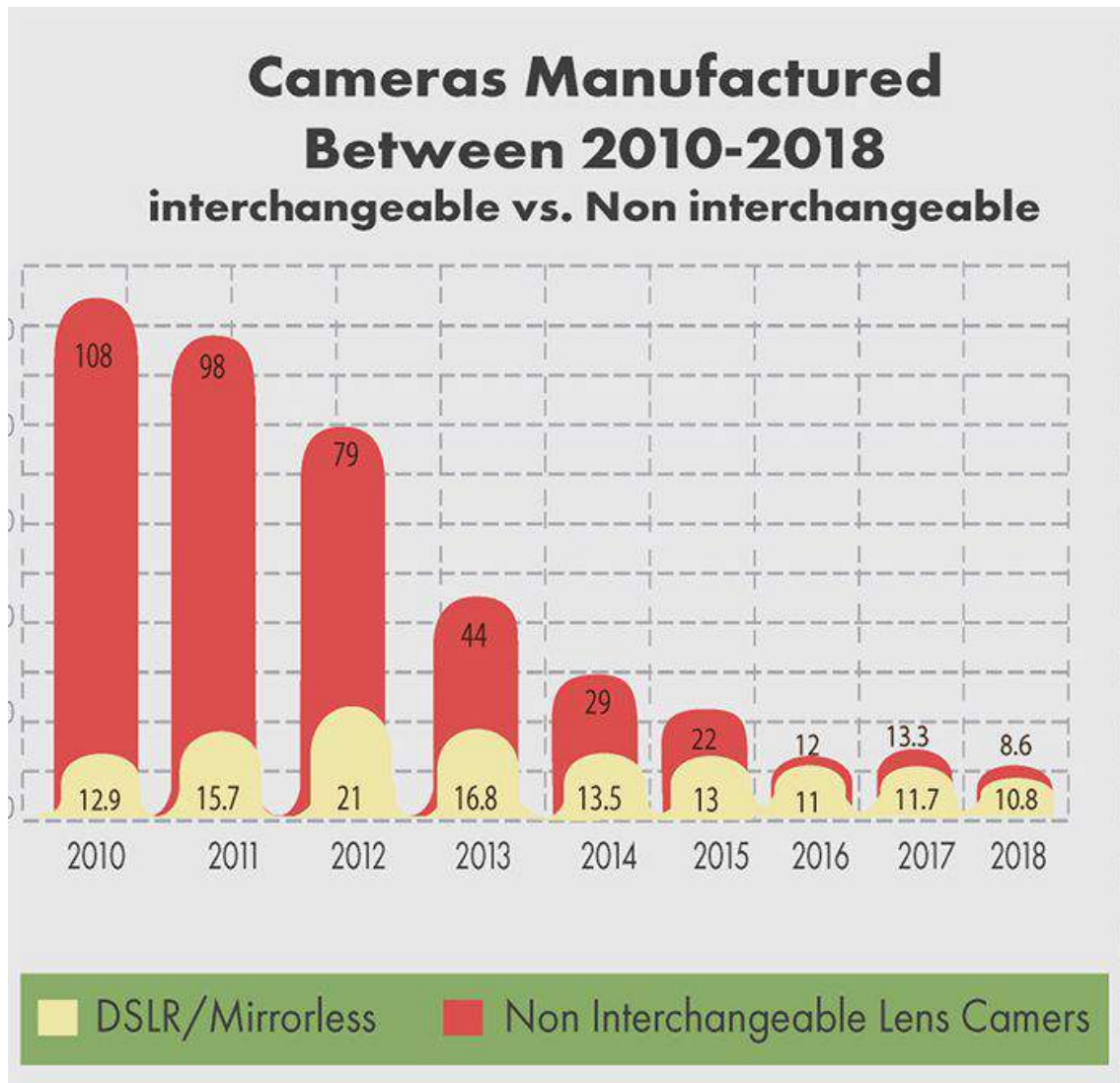
Fonte: <https://lensvid.com/gear/technology/what-happened-to-the-photography-industry-in-2018/>

Segundo relatórios da CIPA, de Janeiro a Dezembro de 2018 o mercado de câmeras fotográficas movimentou 19,423,371 e produziu 19,504,810 de unidades (a diferença entre os dados de unidades produzidas e enviadas, se analisados na casa dos milhões, costumam se manter próximos). Esse número representa uma redução de aproximadamente 24% com relação aos valores do ano anterior.

Quando comparado com os valores de 2010, sendo este o ano onde mais unidades de câmeras fotográficas foram produzidas, o mercado sofreu uma redução de 84% até o final de 2018.

Em uma segunda imagem, observa-se a relação de unidades de equipamentos fotográficos produzidos diferenciando-os entre câmeras com lentes

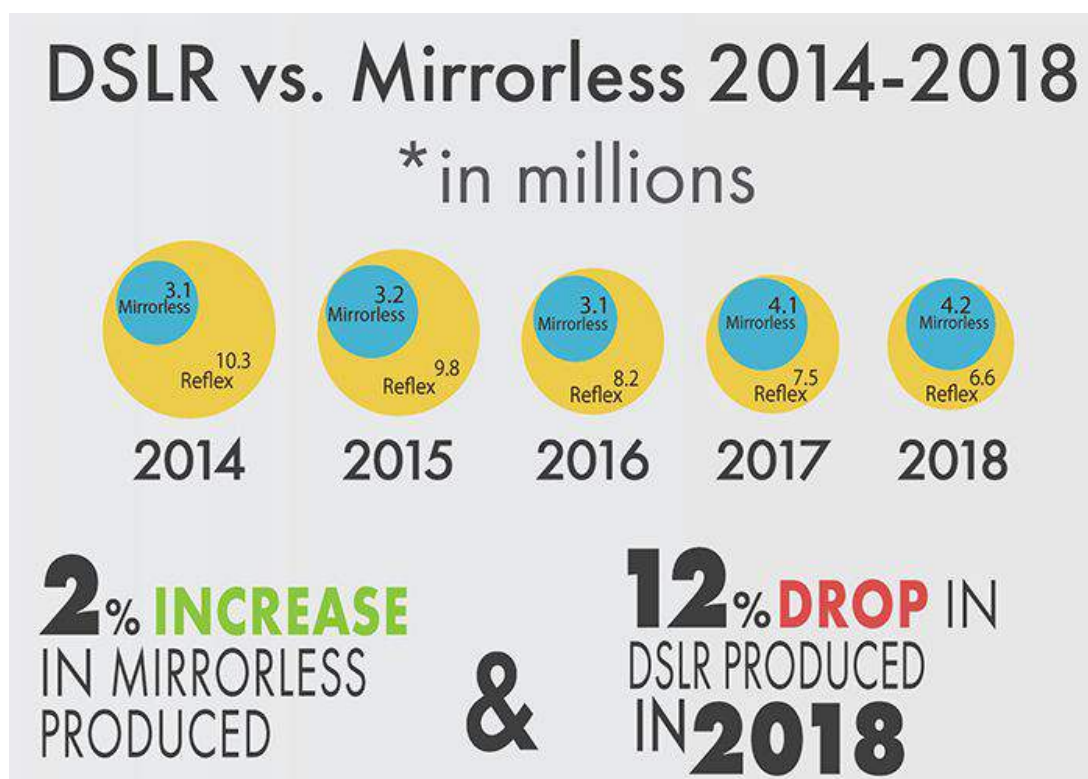
intercambiáveis e embutidas:



Fonte: <https://lensvid.com/gear/technology/what-happened-to-the-photography-industry-in-2018/>

Aqui se constata que, apesar das duas categorias sofrerem uma queda considerável quando comparadas a seus anos de pico de produção, o encolhimento do mercado de câmeras com lentes não intercambiáveis foi muito mais drástico. O grupo das DSLRs e mirrorless atingiram seu auge em 2012 e a partir de lá sofreram uma redução bem menos acentuada.

Uma última diferenciação dentro deste setor é entre o grupo das câmeras com lentes intercambiáveis:



Fonte: <https://lensvid.com/gear/technology/what-happened-to-the-photography-industry-in-2018/>

Apesar de o grupo como um todo ter sofrido uma redução em seu número total de unidades, as câmeras Mirrorless – que são um tipo de tecnologia mais nova que as DSLRs (as diferentes categorias de câmeras são melhor descritas e diferenciadas no decorrer do texto) – vem aumentando, ainda que lentamente, sua presença de mercado nos últimos anos.

2.2 O Digital

Não é segredo que o mundo segue um crescente processo de digitalização. Segundo dados da ITU (União Internacional de Telecomunicações), que é uma agência da ONU especializada em tecnologia da informação e comunicação, no relatório *Measuring the Information Society Report 2018*:

More than half of the world's population is now online. At the end of 2018, 51.2 per cent of individuals, or 3.9 billion people, were using the Internet. This represents an important steps towards a more inclusive global

information society. In developed countries, four out of five people are online, reaching saturation levels. In developing countries, though, there is still ample of room for growth, with 45 per cent of individuals using the Internet. In the world's 47 least-developed countries (LDCs), Internet uptake remains relatively low and four out of five individuals (80 per cent) are not yet using the Internet.

Este estudo também mostra a relação entre a porcentagem de casas com acesso a internet e os dispositivos utilizados para acessá-la:

Internet access at home is gaining traction. Almost 60 per cent of households had Internet access at home in 2018, up from less than 20 per cent in 2005. Fewer than half of households had a computer at home, highlighting that a substantial number of households accessed the Internet (also) through other means, most importantly through mobile devices, often using the data plan of the mobile-broadband subscription. Three quarters of the world's population owned a mobile phone in 2017, but in LDCs this proportion stood at 56 per cent. Given the positive impacts of mobile phone ownership on development, this is an area where quick gains can be made.

Dentro do contexto da internet, estudos publicados no site Think With Google mostram que 53% os usuários abandonam uma página que demora mais de 3 segundos para carregar. Dentro dessa lógica, faz sentido que empresas criem páginas que carreguem rapidamente a fim de atrair e manter internautas nelas.

O Google – maior buscador da internet atualmente* – estipula uma série de práticas, conhecidas como SEO (*Search Engine Optimization*) onde, através de critérios estabelecidos pela empresa, é criado um sistema de ranqueamento de sites em suas páginas de resultados. Um bom posicionamento dentro dos resultados do Google aumenta muito a exposição de um site e consequentemente o tráfego de usuários que o acessam.

[*https://www.businessinsider.com/how-google-retains-more-than-90-of-market-share-2018-4](https://www.businessinsider.com/how-google-retains-more-than-90-of-market-share-2018-4)

Aqui foca-se em um aspecto específico do SEO que determina que – com a velocidade de carregamento em mente – as imagens das páginas devem ser leves, ou seja, eles estimulam que se faça uploads de imagens comprimidas e em resoluções moderadas. Quanto maior a resolução e a qualidade de uma imagem, maior será o tamanho do arquivo e maior será o tempo para que ele seja carregado,

comprometendo a experiência de uso.

Muitas redes sociais também seguem essa lógica, limitando a resolução e comprimindo automaticamente as fotos que. O Instagram por exemplo, que é uma rede voltada para a fotografia, permite imagens de até no máximo 1080x1080 pixels de resolução.

2.3 A tecnologia: quais são e como funcionam os aparelhos e técnicas por trás da fotografia

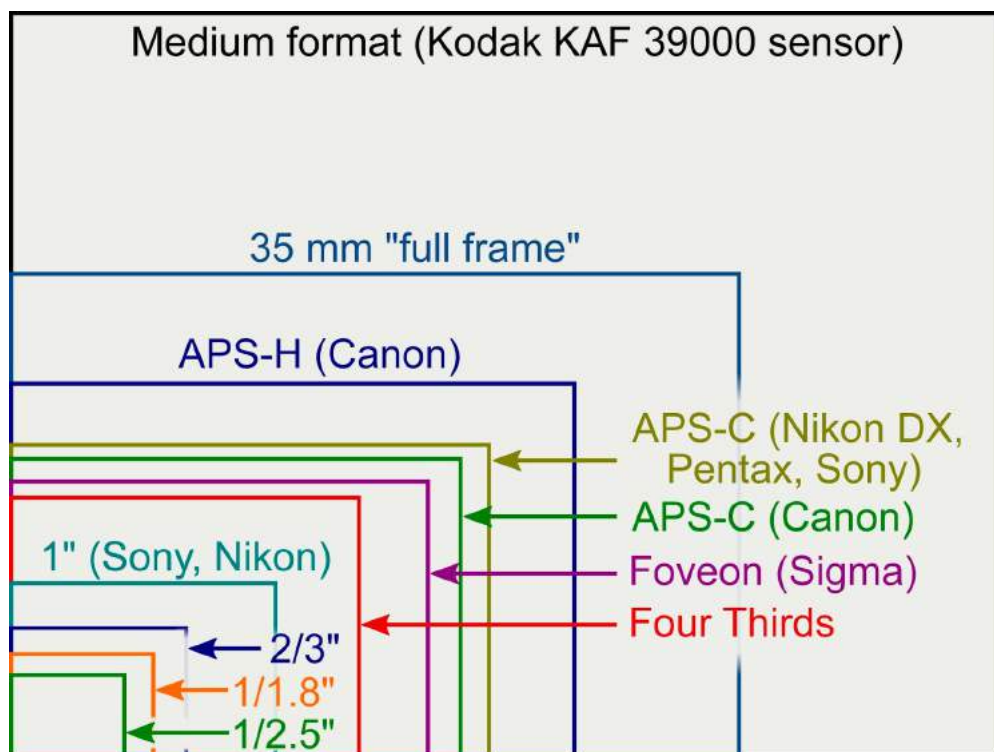
Assim como no capítulo do Mercado, é interessante começar esta parte do texto com alguns conceitos do universo da fotografia. Câmeras fotográficas podem ser categorizadas de acordo com determinadas características, mas por todas se tratarem de equipamentos de captura de imagens, elas têm algumas estruturas básicas que funcionam de forma semelhante: a lente direciona a luz até o sensor, que tem o tempo de exposição controlado pelo obturador; então o sensor transforma as ondas eletromagnéticas em sinais digitais, que são processados e gravados na memória do dispositivo.

2.3.1 Sensor

Os sensores são as estruturas responsáveis por transformar a luz que os atingem em sinais digitais, ou seja, são eles que vão “capturar” a fotografia em si. conhecidos. A seguir são explicadas algumas características determinadas pelo sensor da câmera:

Tamanho: considerados como padrão, os sensores *Full-Frame* (correspondente ao tamanho dos filmes de 35mm) são utilizados para traçar equivalências de outros tamanhos de sensores, conhecidas como fator de corte. Sensores APS-C por exemplo costumam ter fator de corte de 1,5, ou seja, a câmera produzirá imagens com 1,5 vezes mais “zoom” quando comparadas às produzidas

por uma câmera *full-frame*.



Fonte: https://en.wikipedia.org/wiki/Image_sensor_format

Resolução: se trata do tamanho da imagem, e geralmente é medida em Megapixels (MP). Uma imagem de 1 megapixel é uma imagem formada por 1 milhão de pixels. Quanto maior a contagem de pixels de uma foto, maior será seu tamanho de arquivo (apesar de não ser o único fator que influencia nisso) e mais detalhes poderão ser observados.

ISO: essa sigla significa *International Organization for Standardization*, e na fotografia representa valores de sensibilidade do sensor à luz: quanto maior o valor, mais luz é captada. De forma geral, quando se aumenta os valores de ISO, se introduz ruído na imagem, além de prejudicar o Dynamic Range.

Dynamic Range: podendo ser traduzido como Alcance ou Faixa Dinâmica, representa a quantidade de tonalidades que uma câmera consegue capturar entre o ponto mais claro e mais escuro de uma imagem. Sensores com baixas latitudes de captura costumam não conseguir capturar informações de altas luzes e sombras ao mesmo tempo.

2.3.2 Obturador

Os obturadores são estruturas responsáveis por controlar o tempo de exposição de uma foto. Quanto menor a velocidade do obturador, maior o tempo de exposição, prolongando o contato do sensor com as ondas eletromagnéticas.

Eles podem ser divididos em dois grupos: os mecânicos e os eletrônicos. Obturadores eletrônicos fazem parte do sensor da câmera, o que torna a captura de imagem silenciosa, já que é feita sem nenhuma movimentação física. Os mecânicos cumprem a mesma função, mas são estruturas separadas e se movem fisicamente expondo o sensor à luz.

2.3.3 Lente

As lentes são os conjuntos ópticos responsáveis por direcionar a luz até o sensor. Lentes possuem duas características principais: a distância focal e a abertura do diafragma.

Começando pela primeira, o site oficial da Nikon Brasil traz a seguinte definição:

A distância focal, geralmente representada em milímetros (mm), é uma descrição básica de uma lente fotográfica. Não é a medida do real comprimento da lente, mas um cálculo de uma distância ótica do ponto onde os raios de luz convergem para formar uma imagem nítida de um objeto no sensor digital ou filme de 35mm, no plano focal da câmera.

A distância focal nos diz o ângulo de visão (quanto da cena será capturado) e a ampliação (quão grandes os elementos individuais serão). Quanto maior for a distância focal, mais estreito o ângulo de visão e maior a ampliação. Quanto menor a distância focal, maior será o ângulo de visão e menor a ampliação.

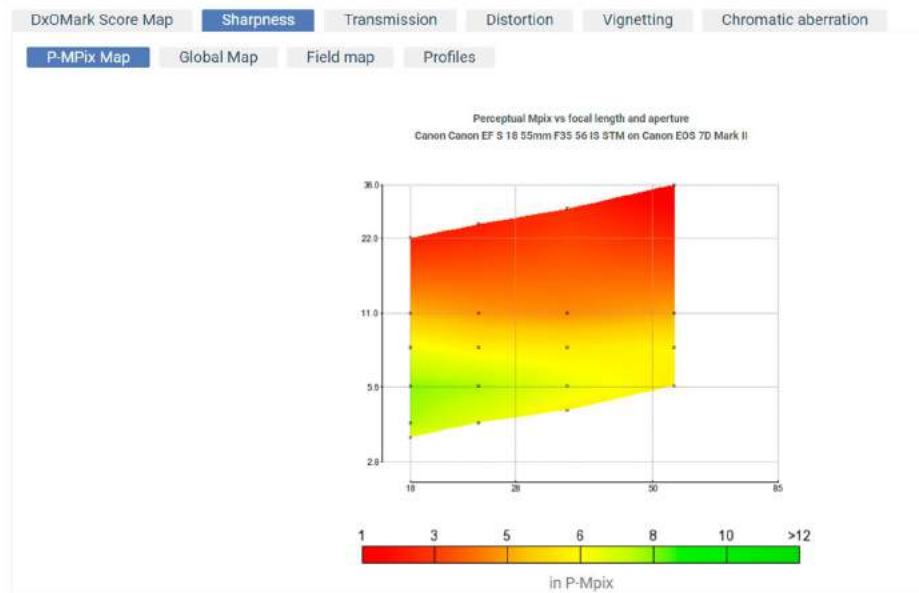


Fonte: Própria

Quando uma lente apresenta uma distância focal variável, ela pode ser chamada de Zoom: são versáteis devido à sua capacidade de cobrir campos de visão diversificados, mas costumam ter aberturas menores. Quando a lente tem uma distância focal única, pode ser chamada de Prime ou Fixa. Sua milimetragem, em conjunto com o tamanho do sensor, determinam qual o ângulo de visão que o conjunto vai ter: vão desde as Grande-Angulares, que têm um campo de visão amplo, até as Teleobjetivas, que tem um campo de visão reduzido.

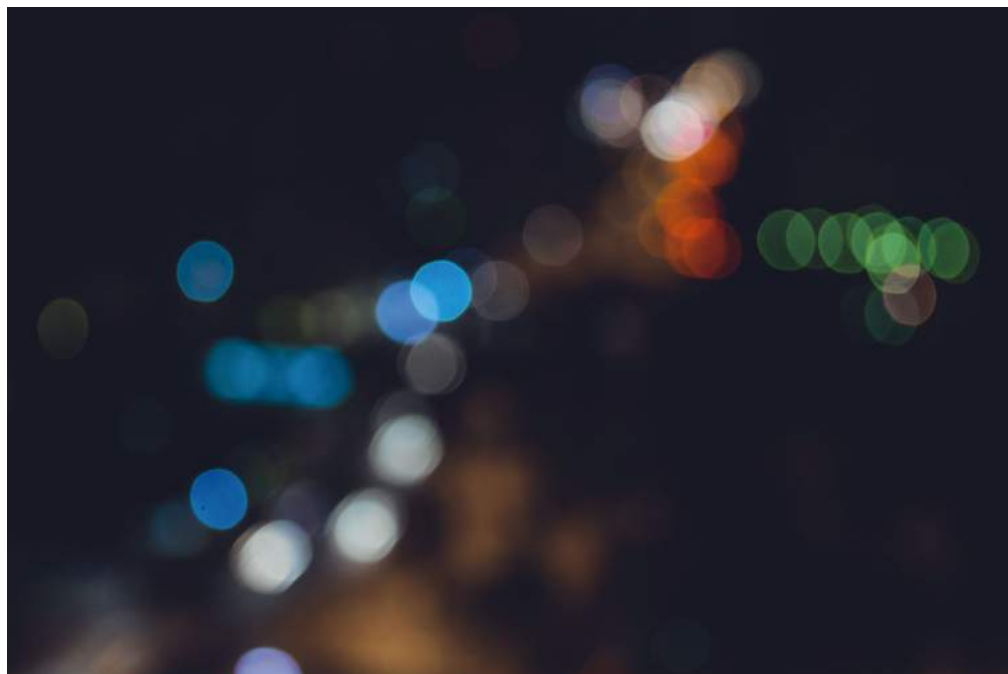
O diafragma é um conjunto de lâminas que ficam dentro da objetiva, que podem expandir ou contrair em diâmetro, alterando assim a chamada Abertura do Diafragma, controlando a quantidade de luz que atinge o sensor. O número que vem imediatamente após “f/” ou “1:” presente em muitas lentes, indica o valor de abertura máxima do diafragma: quanto menor o número, maior a abertura.

A nitidez da imagem produzida por uma câmera pode variar de acordo com a qualidade óptica da objetiva. Além disso, as lentes costumam ter valores de aberturas onde produzem imagens mais nítidas:



Fonte: https://www.dxomark.com/Lenses/Canon/Canon-EF-S-18-55mm-F3.5-5.6-IS-STM-mounted-on-Canon-EOS-760D---Measurements__1011

Utilizando alguns dos conceitos apresentados, pode-se definir outros: o tamanho do sensor, a abertura e a distância focal são alguns dos fatores físicos das câmeras que influenciam, direta ou indiretamente, na profundidade de campo (profundidade do campo visual que está em foco dentro de uma imagem) possibilitando o efeito chamado de Bokeh.



Fonte: Própria

Este efeito é definido pelo dicionário online de Oxford como: “The visual quality of the out-of-focus areas of a photographic image, especially as rendered by a particular lens”. Para efeitos práticos deste trabalho, quanto maior o sensor, a abertura da lente e a milimetragem, menor será o plano de foco, ou seja, a imagem terá mais bokeh.

Outro termo que será utilizado mais a frente é a compensação de exposição, ferramenta esta que altera as configurações da câmera para aumentar ou diminuir a quantidade de luz capturada em uma foto.

2.3.4 Categorias dos dispositivos



Fonte: Própria

Dadas estas informações, é possível diferenciar de forma simples os tipos de câmeras fotográficas. As máquinas chamadas de Compactas são aquelas com um conjunto óptico não intercambiável. Elas costumam ter proporções reduzidas, tanto no tamanhos de seus corpos quanto nos dos sensores, quando comparadas a outros tipos de câmeras

Smartphones são outro exemplo que possuem câmeras com lentes embutidas e sensores pequenos, já que todo o mecanismo fotográfico deve caber

dentro de uma estrutura de tamanho bastante reduzido.

Já as DSLRs costumam ser câmeras de maiores proporções, uma vez que abrigam sensores maiores, conhecidos como Micro 4/3, APS-C, Full Frame ou Médio Formato. Além dos sensores, elas ainda precisam ter uma estrutura de espelhos dentro de seu corpo uma vez que seus *Viewfinders* – visor ocular por onde seu operador enxerga o enquadramento capturado pela lente – são ópticos.

As câmeras chamadas de Mirrorless também podem abrigar sensores maiores como os das DSLRs, e apesar de exceções como a *Olympus OM-D E-M1X* e as *Panasonics Lumix S1* e *S1R*, elas costumam ser menores, uma vez que não precisam da estrutura de espelhos dentro de seus corpos já que seus *viewfinders* são digitais.

As *DSLRs* e as *mirrorless*, são projetadas especificamente para o fazer fotográfico. Por essa razão, elas possuem botões físicos que auxiliam o fotógrafo a ter mais controle e conseguir acessar diferentes configurações de maneira mais veloz e eficiente.



Fonte: Própria

Seus formatos também são pensados com o objetivo de oferecer uma plataforma mais confortável e estável para se fotografar. O principal ponto de apoio das mãos nos corpos das câmeras é o *grip*, sobre o qual Júlio e José Plácido da Silva, no artigo “A Ergonomia de Concepção como Fator Diretivo em Projetos de Câmeras Fotográficas”, discorrem:

Grande parte das câmeras não distribui seu peso e gravidade centrais alinhando-se à linha central da mão, devido à troca de objetivas que são de formatos e pesos diferentes. Assim, a força de preensão varia significativamente com a largura da pega, medida no centro da mão. E o formato da seção transversa de um objeto, assim como a dimensão, afeta o desempenho de força de preensão (CHAFFIM, ANDERSON E MARTIN, 2001). Portanto, as câmeras não devem ser tão pequenas a ponto de comprometer o desempenho das mãos. Pegas mais robustas, visíveis em câmeras não populares, facilitam o uso e aumentam o conforto do usuário. Para que as câmeras fotográficas apresentem mais usabilidade é necessário que se apliquem os estudos sobre pega e empunhadura já existentes e/ou que gerem diretrizes para futuros estudos. Sendo que a empunhadura do equipamento deve ser um apoio confortável, onde exista espaço livre para a movimentação dos dedos a fim de reduzir a força de preensão e proporcionar um bom apoio. Tal anteparo deve também se constituir como uma proteção do equipamento contra quedas.

Além disso, quando se fotografa utilizando o visor ocular para enxergar a composição, adiciona-se mais um ponto de apoio ao corpo da câmera. Proporciona-se assim uma estabilidade física, que não é possível com dispositivos que não possuem *viewfinders*.

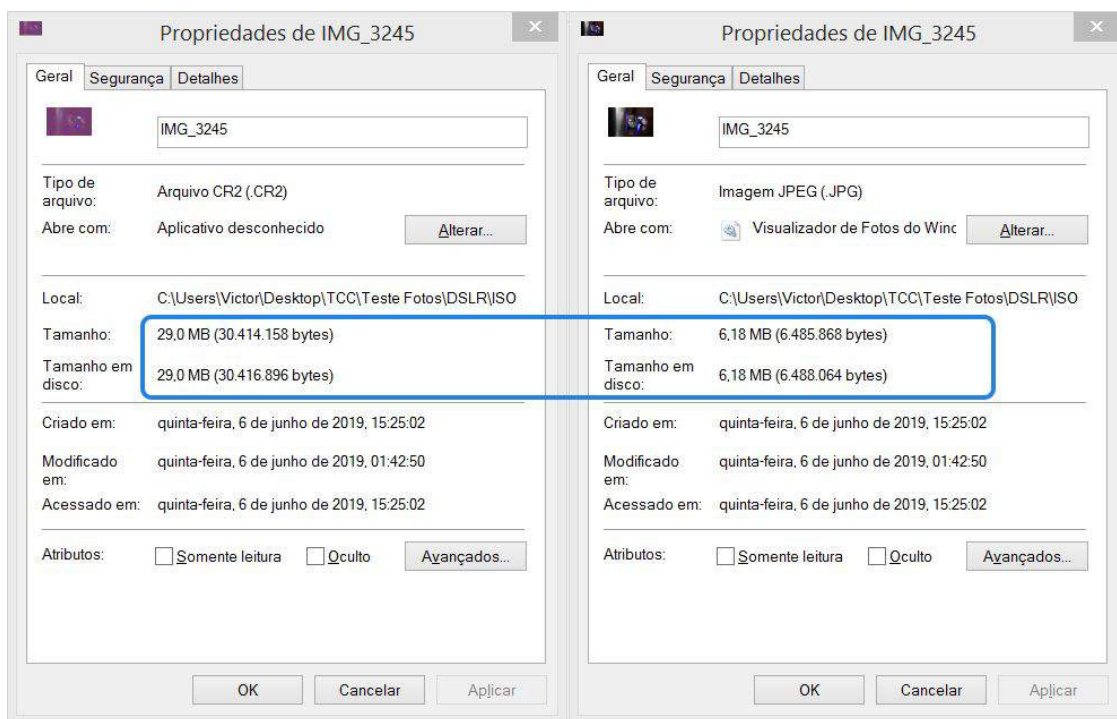
2.3.5 Pós processamento

Os arquivos fotográficos mais comuns de serem produzidos por câmeras digitais são JPEG e RAW. Aqui faz-se uma diferenciação dos dois formatos, do que se tratam e quais suas similaridades e diferenças.

JPEG (Joint Photographic Experts Group) é um formato de imagem comprimido e destrutivo, ou seja, a cada alteração ele vai perdendo qualidade. A vantagem destes arquivos é que eles são mais leves e exigem menos capacidade de processamento, tanto da câmera quanto do dispositivo utilizado para edição. Outro ponto é que este formato tem um alto grau de compatibilidade com muitas plataformas, tanto para edição quanto para visualizar as imagens, ou seja, assim que uma foto for tirada em JPEG, ela pode ser compartilhada diretamente, sem a

necessidade de nenhum tipo de conversão.

Já os RAW (Bruto ou Cru em tradução direta), como o próprio nome indica, são arquivos brutos, e costumam ser muito mais pesados. Isso se dá porque eles guardam muito mais informação que os JPEG, possibilitando recuperar e alterar muito mais informação de cor e de luz dos cliques posteriormente na edição.



Fonte: Própria

Arquivos JPEG são processados pela própria câmera enquanto os RAW são arquivos que mantêm uma latitude muito mais ampla de informações e devem ser processados posteriormente através de softwares especializados. É bastante comum um arquivo RAW, após a edição, ser salvo em JPEG.

2.3.6 Modos AI (*Artificial Intelligence*)

A expressão “Inteligência Artificial” (AI) tem sido utilizada nos mais diversos setores nos últimos tempos, inclusive nas câmeras de smartphones. O termo é um tanto genérico, mas usualmente, no tocante à câmeras de celulares, esses modos consistem em algoritmos capazes de reconhecer cenas e elementos que estão diante das lentes, e com base nisso podem aplicar uma série de ajustes no

processamento da imagem a depender do objetivo. Essa tecnologia não se restringe à registros fotográficos, tendo muitas outras finalidades possíveis como sistemas de reconhecimento de usuários para desbloqueio de aparelhos, realidade aumentada, categorização automática de arquivos, etc.

2.4 Qualidade de imagem

A qualidade de uma imagem pode ser um tópico um tanto subjetivo, mas para fins desta produção, refere-se a qualidade de imagem como um conjunto de critérios técnicos e mensuráveis, possibilitando assim fazer comparações entre diferentes dispositivos que as produzem. Os critérios em questão, que já foram apresentados acima, são: *dynamic range*, nível de ruído, nitidez e resolução. Este tópico poderia ser ainda mais abrangente, englobando capacidade de foco, estabilização etc, mas para fins práticos da análise deste trabalho, fica restrito aos aspectos apresentados.

Para desenvolver tal estudo, faz-se aqui um trabalho com um representante de cada categoria: uma DSLR Canon 77D, lançada em 2017 por um valor recomendado (MSRP - manufacturer's suggested retail price) de USD\$1049 em conjunto com a lente 18-55mm; uma câmera compacta Sony Cyber-shot DSC-W570, lançada em 2011 com MSRP de \$180; e um smartphone Samsung Galaxy A8, lançado também em 2017, com valor recomendado de \$490. Por seus valores, os equipamentos podem ser classificados como algo equivalente a intermediários dentro de suas respectivas categorias.

Apesar da limitação, é lógico pensar que, tendo em vista os dados de crescimento acelerado do mercado de smartphones, muitas empresas tenham se interessado no setor. Quanto maior o interesse, mais empresas entram no mercado, aumentando assim a concorrência. Quanto maior a concorrência, maior o investimento, fazendo com que a tecnologia avance mais rapidamente. Em contraste a esse possível cenário, estaria o mercado de câmeras fotográficas em decadência, e, seguindo esta lógica, ele deveria estar evoluindo a passos bem mais curtos.

2.5 Metodologia dos testes

Confrontam-se imagens em condições ambientes similares, para se verificar as diferenças nas características das fotos produzidas por cada equipamento. Toma-se alguns cuidados gerais em prol da efetividade dos testes: fotografar com o menor intervalo de tempo possível entre os cliques, a fim de evitar mudanças significativas nas condições ambientes, principalmente quando utilizando luz natural; enquadrar fotos de maneira semelhante, empregando a mesma composição; configurar exposições equivalentes.

Apesar destes cuidados, em especial com a questão da exposição, houveram situações onde configurações de ISO, velocidade do obturador e abertura do diafragma equivalentes produziram níveis de exposição diferentes. As telas de cada dispositivo tem calibrações de cor, resolução, contraste e brilho distintas, e apenas a DSLR possui a opção de visualizar um histograma em tempo real, dificultando assim a aquisição de exposições iguais.

Vale também apontar algumas dificuldades: tanto o modelo de câmera compacta quanto smartphone utilizados nos testes possuem modos manuais limitados à escolha da velocidade de ISO e a compensação de exposição. Quando neste modo, o smartphone oferece ISOs de 100 a 800, sendo que no modo automático registrou valores que iam de 40 até 1250. Apenas a DSLR oferece controles manuais completos. Observa-se ainda que, em algumas situações, configurações que deveriam produzir imagens com a mesma exposição não a fizeram. Um último adendo é que os aparelhos possuem objetivas com campos de visão distintos, porém próximos, sendo todos grandes-angulares em suas menores milimetragens.

Para calcular as equivalências de exposição, utiliza-se o aplicativo DSLR Calculator. Para edições, quando necessárias, utiliza-se o Adobe Lightroom Classic. As comparações são feitas neste mesmo *software*, através das guias “*Library*” e/ou “*Develop*”, que permitem colocar imagens lado a lado, e quando necessário,

utiliza-se a ferramenta de *zoom* de 1:1 para visualizar detalhes mais finos.

Finalmente, discorre-se a seguir como se desenvolveram os processos de cada um dos testes:

2.5.1. Zoom

Com o objetivo de avaliar as capacidades e qualidades de *zoom*, configura-se todos os equipamentos em seus ISOs base (lembrando que no smartphone o menor valor no modo manual é 100, e na condição de luz do momento do teste o modo automático não ajustava o ISO para 40), a fim de diminuir a interferência de ruídos na nitidez das imagens. Todos os aparelhos são disparados da mesma posição, em uma superfície estável para evitar tremores. Aplica-se o máximo de *zoom* que cada dispositivo é capaz de fazer, representado em vezes (X) com base em suas menores milimetragens. A ampliação é óptica nas duas câmeras e no celular utiliza um processo digital de simulação desta ampliação.

2.5.2. Ruído e Nitidez associados ao ISO

Para avaliar o nível de nitidez e ruído em valores baixos e altos de ISO, todos os equipamentos são apoiados em uma superfície estável e configurados com ISOs idênticos, primeiro em 100 e depois em 800. Os cliques são feitos com condições de luz controladas e não se alteram no decorrer de todos os cliques. A exposição da câmera compacta e do celular estavam no automático, e a DSLR foi configurada com base nas informações de registro do smartphone, com o objetivo de alcançar uma exposição equivalente.

2.5.3. Capacidade de registro em baixíssima luz

A fim de analisar a usabilidade dos aparelhos em situações adversas como cenários com muito pouca luz, configura-se todos os equipamentos em modo automático, com o flash desativado, e faz-se os cliques com os aparelhos segurados a mão. As fotos são processadas a fim de padronizar o balanço de branco e rotacionar as imagens para que todas fiquem na orientação de paisagem.

2.5.4. Dynamic Range

A fim de conseguir extrair a maior faixa dinâmica dos sensores, os aparelhos registram as imagens em seus ISOs base. A DSLR foi configurada com base nos dados de exposição da câmera compacta da Sony. O celular foi clicado no modo automático com HDR , que vem com ativação automática por padrão. Compara-se então as fotos não editadas.

Posteriormente faz-se uma segunda comparação com as seguintes edições: padronização do balanço de branco; deslocamento dos sliders “*Shadows*” e “*Black*” até a extremidade direita, aumentando a luz das regiões escuras; deslocamento do slider “*Highlights*” até a extremidade esquerda, diminuindo o brilho das regiões de altas luzes.

2.5.5. Profundidade de Campo

Para comparar o efeito produzido por software de profundidade de campo com o efeito óptico real, utiliza-se as câmeras frontais do dispositivo celular no modo “Foco Dinâmico”, ajustado para o máximo de desfoque. A objetiva da DSLR é regulada na distância focal de 55mm e abertura de f/5.6. Para facilitar a comparação, são feitas edições a fim de padronizar as cores, o contraste e o enquadramento das fotos.

2.5.6. Edição automática auxiliada por IA

Adquire-se através do site da GSMArena imagens em resolução original de 2 capturas da mesma cena com o Huawei P20 Pro, com o modo *Master AI* ativado e desativado. Faz-se então comparações dos aspectos que diferenciam as duas imagens. Subsequentemente, edita-se a imagem com o com o *Master AI* desativado a fim de verificar como aproximá-la visualmente da entregue quando o modo estava ativo.

2.5.7. Compressão e resolução otimizadas para a *Web*

Compartilha-se arquivos de imagem em resolução original na plataforma do Instagram. Utilizando o navegador *Google Chrome*, acessa-se o código fonte das páginas das imagens compartilhadas e faz-se o *download* das fotos já redimensionadas e comprimidas. Compara-se então as diferenças entre a imagem original e a baixada da rede social.

2.5.8. Visualização em dispositivos celulares vs computadores

Compara-se a qualidade percebida das fotos observando-as na versão *web* do Instagram na tela do computador e na versão de *Android*, no *smartphone*. Cria-se montagens para dar uma noção visual da diferença do tamanho de visualização das imagens nos respectivos dispositivos.

2.6 DISCUSSÃO

Uma hipótese que poderia explicar a crise da indústria de câmeras fotográficas seria uma possível crise da fotografia, onde esta forma de arte/comunicação estaria perdendo relevância e o interesse das pessoas. Isso não é o que vem acontecendo: Segundo um artigo do Business Insider baseado em informações da InfoTrends, o número de fotografias tiradas no mundo tem aumentado a cada ano, e se estimou que em 2017 seriam tiradas 1,2 trilhões de fotos digitais, sendo 85% delas capturadas por smartphones.

Desta maneira, tomando como base as informações apresentadas anteriormente, desenvolve-se uma discussão que, através da comparação de fatores pertinentes ao mercado consumidor, busca entender os motivos que levaram aos acontecimentos de mercado observados na indústria fotográfica. Os principais fatores investigados são a qualidade de imagem, recursos e as funcionalidades que câmeras fotográficas e smartphones oferecem, permeados pela usabilidade dos equipamentos e sua adaptação ao contexto da sociedade atual.

As câmeras com lentes embutidas foram a categoria de máquinas fotográficas que mais se reduziu. Segundo dados da Cippa, de 2010 a 2018, o número de unidades produzidas diminuiu em 92,1%.

Câmeras compactas são equipamentos, em geral, de dimensões reduzidas e bastante portáteis, facilitando seu transporte e uso no dia-a-dia. Essa portabilidade costuma trazer alguns comprometimentos como sensores pequenos como por exemplo 1/2.3 polegadas (6.3 x 4.7mm), 1/1.7 polegadas (7.6 x 5.7mm), 1 polegada (13.2mm x 8.8mm) entre outros. Existem câmeras com lentes embutidas de maiores proporções, como é o caso da Sony DSC-RX1, que possui sensor *Full Frame* e lente fixa, ou um exemplo das chamadas *bridge cameras* (também popularmente chamadas de semi-profissionais) como a Nikon P1000, que possui sensor de 1/2.3" mas um zoom equivalente a 24-3000mm.



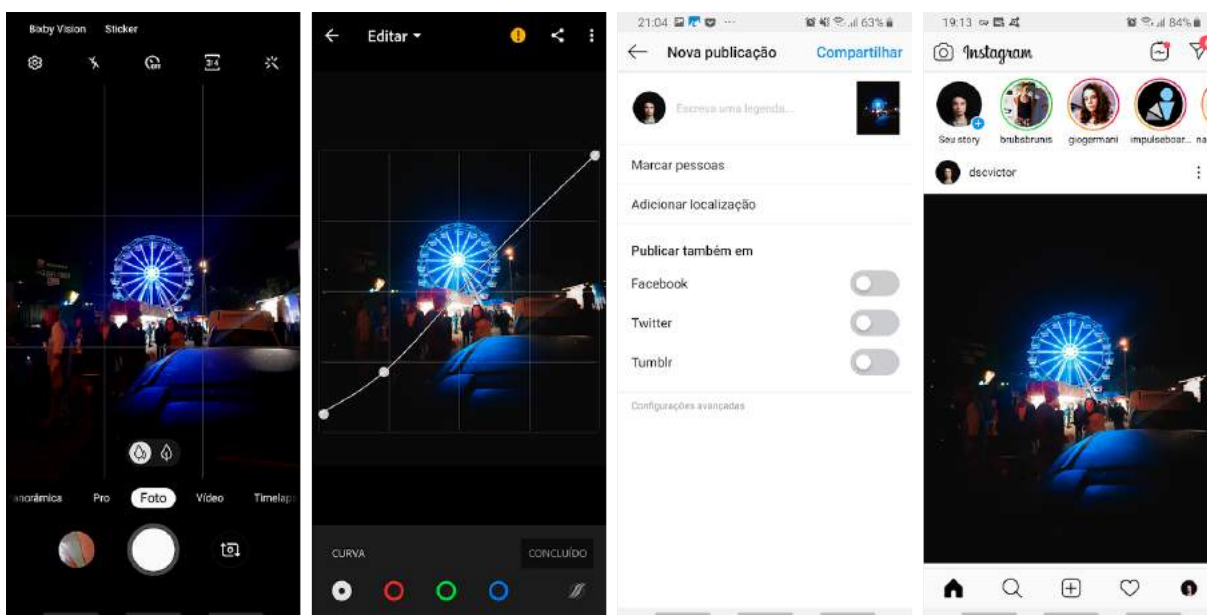
Fonte: <https://camerasize.com/compare/#376,622>

Apesar de entregarem especificações interessantes, estes exemplos de exceções acabam por sacrificar a portabilidade e costumam ser bem mais caras. Tomando como base as lojas oficiais das empresas, a Sony custa \$2399,99 e a Nikon \$999,95, sendo que existem vários modelos de *point-and-shoots* que podem ser encontrados em varejistas como a *Amazon* por exemplo, por menos de \$100,00.

Smartphones por sua vez trazem características similares às compactas em geral, sendo bastante portáteis e práticos, porém com uma diferença essencial: são aparelhos multifuncionais que suprem uma infinidade de tarefas do cotidiano das pessoas, ao contrário de câmeras, que basicamente registram imagens em forma de foto e vídeo. Esse fato faz com que, por mais que câmeras compactas possam não ocupar muito espaço e serem fáceis de se transportar, smartphones são aparelhos

que já estão integrados às rotinas das pessoas e suprem muito mais funções, tornando-os assim muito mais convenientes.

Dentro da esfera fotográfica, os aparelhos celulares unificam a plataforma de produção, edição, compartilhamento e consumo de mídia. Traçando uma comparação direta com uma câmera fotográfica, para cumprir com todas estas etapas seriam necessários outros dispositivos para efetuar a edição, compartilhamento e consumo.



Fonte: Própria

Câmeras de *smartphones* podem ser utilizadas como ferramentas para além do registro fotográfico ou audiovisual, como funções de realidade aumentada, chamadas de vídeo, desbloqueio facial, etc. Hoje existem sistemas formados por conjuntos de câmeras e outros sensores que traçam um perfil do rosto cadastrado e são seguros o suficiente para que usuários possam utilizar este padrão de reconhecimento para permitir pagamentos na internet por exemplo, como é o caso do Face ID da Apple.

Para se justificar adquirir um outro equipamento, que teoricamente é redundante uma vez que celulares já possuem câmeras, ele tem de proporcionar algo a mais que seja relevante para o público consumidor. Como foi visto anteriormente esse “algo a mais” não está nas funções, mas dentro da especialidade das câmeras elas podem sim oferecer algumas vantagens.

Aparelhos especializados costumam oferecer mais artifícios e qualidade em suas poucas funções quando comparados a aparelhos multifuncionais, os quais têm de ser mais generalistas podendo assim comprometer sua qualidade em funções específicas.

2.6.1 Zoom

De fato as câmeras com lentes embutidas podem oferecer recursos a mais que smartphones. Apesar de ser uma questão que vem mudando em anos recentes, a grande maioria dos celulares costumavam ter apenas 1 câmera traseira, de lente fixa e grande angular. Isso é um fator bastante limitante já que fica-se restrito a perspectiva de um campo de visão mais aberto, fazendo com que, caso o usuário queira aproximar a imagem sem se mover, tenha que aplicar um zoom digital, degradando assim a qualidade da fotografia. As câmeras compactas normalmente possuem mecanismos de zoom óptico, abrindo um maior leque de possibilidades.

Observa-se a seguir as três câmeras em seus zooms máximos, a fim de observar a diferença na qualidade do zoom digital para o zoom óptico:



Compacta com zoom óptico de 5X



Smartphone com zoom digital de 4X



DSLR com zoom óptico de 3X

Constata-se que tanto a câmera compacta como a DSLR produzem imagens muito mais nítidas do que a produzida pelo celular. Isso se dá devido ao smartphone possuir uma lente *prime*. Apesar da DSLR da Canon ter o menor *zoom* nesta situação, isso está diretamente associado à objetiva utilizada. Ela é o dispositivo mais versátil neste aspecto, uma vez que tem uma pluralidade de lentes compatíveis, desde grande-angulares até teleobjetivas.

Atualmente existe uma gama de dispositivos com múltiplas câmeras, muitas das quais tem milimétragens distintas, possibilitando diferentes perspectivas de enquadramento. O Huawei P30 Pro, lançado no ano de 2019, segue essa tendência: possui um conjunto de 4 lentes traseiras, sendo a mais aberta equivalente a uma 16mm de 20MP e f/2.2, a média equivalente a uma 27mm de 40MP e f/1.6, uma teleobjetiva equivalente a 125mm de 8MP e f/3.4 e uma que atua como sensor de profundidade. Esse é um exemplo de como as fabricantes de celulares estão contornando as limitações físicas de se colocar uma lente zoom, que ocupa muito mais espaço, em um dispositivo pequeno.



Fonte: <https://www.techadvisor.co.uk/review/smartphones/huawei-p30-pro-3694106/>

Já existiram smartphones mais antigos com zoom óptico e com sistemas diferentes, que se assemelham a câmeras compactas. Um bom exemplo é o Samsung Galaxy S4 Zoom, lançado em 2013. O dispositivo conta com um sensor de 1/2.3" de 16MP e um zoom de 10X, de abertura variável entre 1:3.1-6.3 e milimetragem equivalente a 24mm até 240mm, garantindo uma versatilidade equiparável a uma compacta. Todavia, devido a suas dimensões, especialmente sua largura, a portabilidade acaba sendo comprometida.



Fonte: <https://www.ebay.com/p/Samsung-Galaxy-S4-Zoom-SM-C101-8GB-Black-Unlocked-Smartphone/166764221>

Outra abordagem foi a utilizada pela Motorola, com o lançamento de sua linha Moto Z em 2016, que disponibilizou uma série de acessórios modulares chamados de Moto Snaps. Um deles chamado de *Hasselblad True Zoom* possibilita um zoom óptico de até 10 vezes, com a diferença que seu uso é facultativo, não comprometendo o tamanho do celular permanentemente. Ainda assim, é um dispositivo a mais que tem de ser comprado e carregado junto ao aparelho.



Fonte: <https://www.theverge.com/circuitbreaker/2016/8/31/12729838/hasselblad-true-zoom-announced-moto-z>

Um último exemplo é o adotado pelo Google em seu Pixel 3, lançado em 2018, que possui apenas uma câmera traseira. Ele utiliza algoritmos para suprir a falta de um segundo sensor, através de uma técnica chamada de *Super Res Zoom* que se utiliza dos movimentos da câmera enquanto se está capturando uma imagem para extrair mais detalhes, possibilitando assim um zoom digital que se aproxima da qualidade de zoom óptico fornecido por outros aparelhos.

Em geral, as fabricantes têm optado por sistemas de múltiplas câmeras auxiliadas pela fotografia computacional, já que isso torna seus aparelhos mais versáteis e mantém suas proporções reduzidas e confortáveis para manuseio cotidiano. Isso também dispensa a necessidade de se ter que carregar acessórios

extras e viabiliza manter aberturas maiores nas lentes, as quais não tem de se projetar mecanicamente para fora do aparelho. Ter esse tipo de sistema abre outras possibilidades que serão exploradas mais adiante.

As câmeras dos smartphones tiveram uma visível melhora com o passar dos anos. Para observar a diferença, basta pegar o primeiro Iphone, lançado em 2007 e o mesmo modelo algumas gerações seguintes, como o Iphone 7 Plus de 2016. Em uma análise rápida é possível observar melhoras expressivas na quantidade de informação capturada, no alcance dinâmico, nível de ruído, nitidez, exposição etc.



Fonte: www.youtube.com/watchtime_continue=328&v=xOIJL0ec6QM

As DSLRs e mirrorless compartilham muitas características com as compactas. Elas também são aparelhos especializados, porém não ganham tantos pontos no quesito portabilidade. Essas categorias de câmeras tem dimensões consideravelmente maiores do que as dos celulares, além de serem mais pesadas e precisarem de lentes.

Apesar de não conquistarem pontos por portabilidade, estes dispositivos são projetados com a produção fotográfica em mente. Sendo assim, seus controles, forma, funções entre outras características são pensadas com o objetivo de otimizar a produção fotográfica.

Apesar de sua gama reduzida de funcionalidades, esses tipos de câmera se diferenciam das compactas, pois podem entregar resultados de imagem bastante superiores e efeitos ópticos únicos. Apesar disso, um dos aspectos no qual smartphones são muito mais capazes que câmeras fotográficas é em sua capacidade de processamento.

2.6.2 ISO e capacidades em baixa luz

Fabricantes de smartphones vêm desenvolvendo formas de simular em seus produtos, através do que é chamado de fotografia computacional, capacidades e efeitos ópticos que DSLRs e mirrorless produzem.

Fisicamente, quanto maior o sensor, maior sua área disponível para inserção de receptores capazes de capturar informação de luz. Este fenômeno, que é um dos fatores de hardware limitados em celulares devido às suas dimensões, permite que câmeras especializadas produzam imagens com muito menos ruído e mais nitidez, principalmente em ISOs elevados.

O nível de ruído pode ser suavizado no processamento da imagem, em troca da redução da nitidez. Para reduzir a presença de granulações digitais, muitas fabricantes optam por essa troca no processamento automático das imagens.

Comparam-se aqui imagens produzidas por cada um dos equipamentos em ISOs equivalentes:



Compacta em ISO 100



Smartphone em ISO 100



DSLR em ISO 100



Compacta em ISO 800



Smartphone em ISO 800



DSLR em ISO 800

Apesar da dificuldade de conseguir exposições equivalentes com a *point-and-shoot* e o *smartphone* devido a seus modos manuais limitados, tomou-se o cuidado de configurar a DSLR com valores de abertura e de velocidade do obturador (ISO 100, f/3.5, 1/2s) que deveriam resultar em uma exposição bastante similar à do *smartphone* (ISO 100, f/1.7, 1/10s), mas o clique da câmera Canon capturou menos luz. Esse fenômeno se repetiu algumas vezes no decorrer do desenvolvimento dos testes.

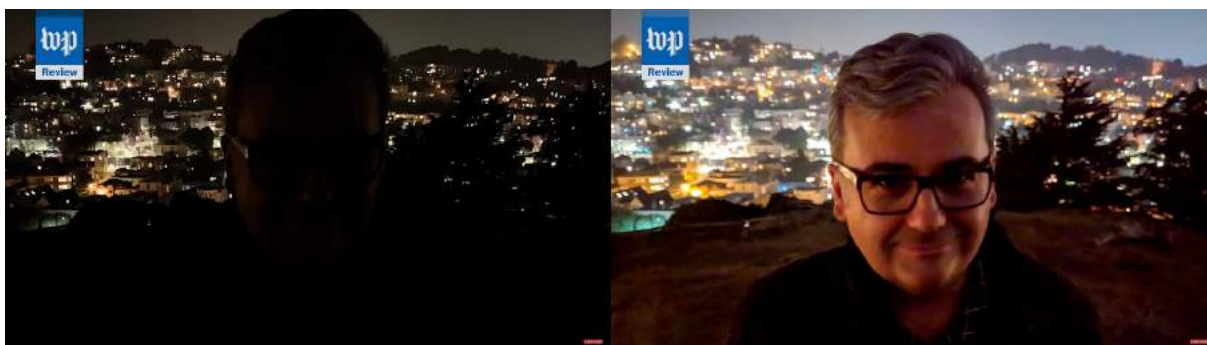
Apesar da dificuldade de se comparar as imagens devido à diferenças nos níveis de luz capturados, em ISO 100 todas as câmeras apresentam boa nitidez e pouco ruído, sendo que a DSLR produziu a imagem mais nítida, seguida pela câmera compacta e por fim o *smartphone*. Em termos de ruído a compacta foi a que performou pior.

Em ISO 800 a *point-and-shoot* apresenta muito ruído e distorções de cores pronunciadas nas regiões de sombras. O *smartphone* mantém uma nitidez similar a da compacta mas com muito menos ruído, apesar de também apresentar distorções de cor em menor escala. A DSLR, devido a seu sensor bem maior que o das outras duas câmeras, mantém mais nitidez e menos ruído por uma boa margem.

Para conseguir capturar mais informações em situações de baixa luz tem-se três possibilidades: aumentar o valor de ISO, aumentando assim o nível de ruído e decrescendo a qualidade da imagem; diminuir a velocidade do obturador, tornando a foto mais suscetível a registrar movimentos e vibrações; e por último expandir o diafragma, permitindo que mais luz entre na objetiva.

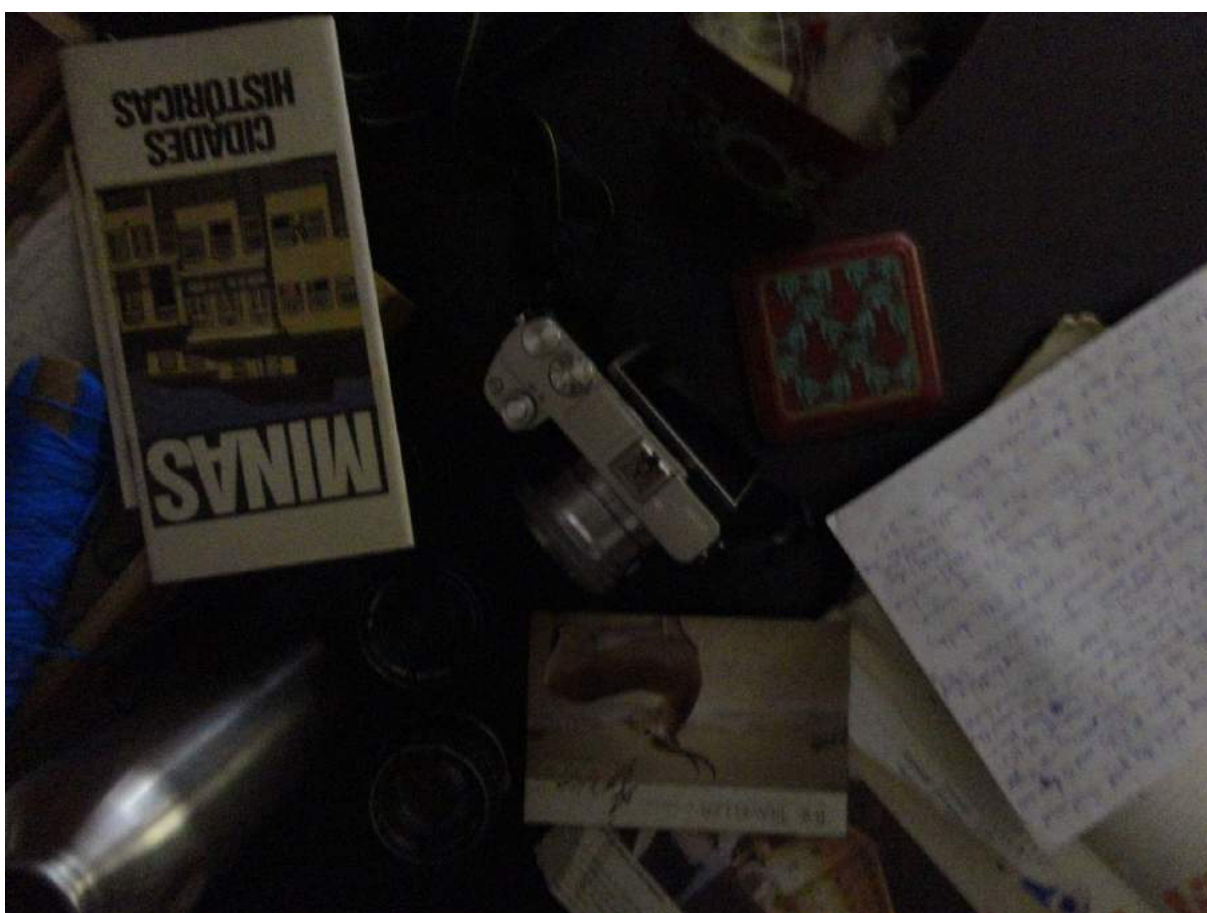
Salvo algumas exceções, smartphones tem aberturas de diafragma fixas, podendo alterar apenas as outras duas variáveis. Um método que vem sendo utilizado para aumentar as capacidades de registros noturnos destes dispositivos são algoritmos que, se aproveitando do grande poder de processamento deles, são capazes de tirar múltiplas fotos com tempos de exposição maiores, e através de funções de reconhecimento de cena, separá-las em quadrantes e unir os melhores pontos de cada clique, chegando assim a um produto final com menos ruído, mais luz e nitidez, algo que na maioria das câmeras especializadas só seria possível através de uma longa exposição com o uso de um tripé por exemplo, evitando assim

que os movimentos causassem a produção de uma imagem borrada. Um exemplo deste tipo de tecnologia é o Night Sight do Google Pixel 3, lançado em 2018, que pode ser observado em ação produzindo uma imagem muito mais clara do que a do Iphone XS:

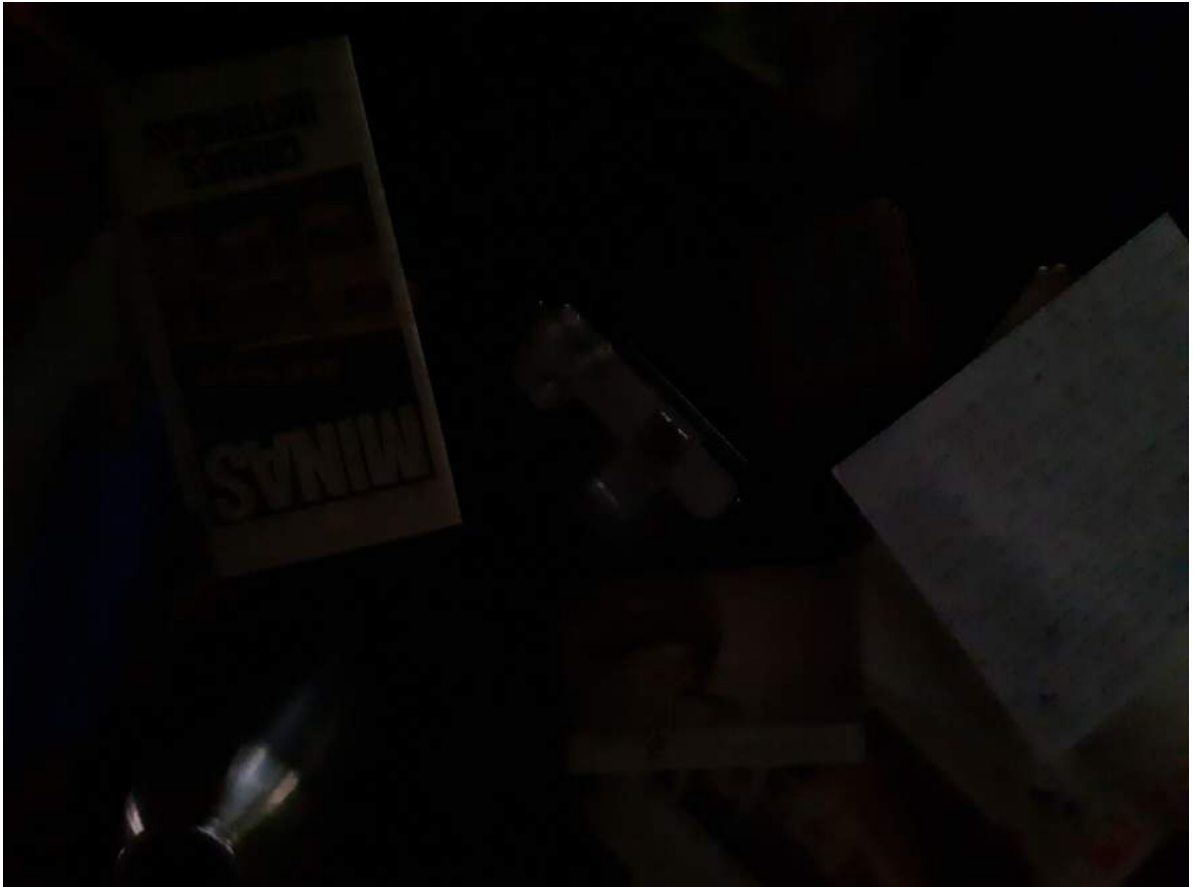


Fonte: https://www.youtube.com/watch?v=Nv4v_RtHeb4

A seguir verifica-se as imagens produzidas a fim de medir a capacidade funcional dos dispositivos de fazerem registros em situações de muito pouca luz:



Compacta - ISO 800 1s f/2.6



Smartphone - ISO 1250 1/15s f/1.7



DSLR - ISO 25600 1/8s f/3.5

Todas apresentam muito ruído e distorções de cores, mas nota-se claramente a diferença na quantidade de luz capturada em cada imagem. A foto tirada pelo celular está severamente subexposta e é difícil identificar o contorno dos objetos. O aparelho ainda conta com um modo noturno, mas os resultados são idênticos ao modo automático padrão.

A câmera compacta já tem nível de exposição maior, alcançada por sua capacidade de manter o obturador aberto por mais tempo. No clique em questão, a câmera expôs o sensor à cena por 1 segundo, capturando mais luz mas gerando uma imagem ligeiramente borrada.

A DSLR produziu a imagem mais clara de todas, sendo possível inclusive identificar as palavras escritas a mão. A foto saiu bem mais nítida que a da compacta, já que a câmera utilizou uma velocidade maior de captura (1/8s), e compensou utilizando um valor de ISO elevado (25600), que não pode ser alcançado pelos outros equipamentos.

No cenário deste teste, onde os elementos fotografados estão próximos à câmera, seria possível utilizar o flash para compensar a falta de luz, mas existem situações que o flash ou não pode ser utilizado ou é ineficaz.

2.6.3 *Dynamic range*

O dynamic range do sensor é uma característica que pode ser pouco ou muito relevante a depender da cena que está sendo capturada. Em dias nublados por exemplo, com pouca variação de luz entre as zonas mais claras e escuras do cenário, a faixa dinâmica é estreita, exigindo pouco do sensor nesse sentido. Em situações com mais contraste, como um dia de sol com zonas sombreadas, demanda-se muito mais do sensor, uma vez que, caso este tenha uma faixa dinâmica pequena, não será capaz de capturar detalhes nas zonas mais claras e/ou mais escuras da imagem.

Existe uma técnica chamada Bracketing que consiste em tirar múltiplas fotos com diferentes níveis de exposição do mesmo cenário, e uni-las posteriormente no

processo de edição. Esse processo permite que se capture uma faixa muito maior de intensidades de luz, aumentando assim o Dynamic Range. Essas imagens são comumente chamadas de imagens HDR (High Dynamic Range).

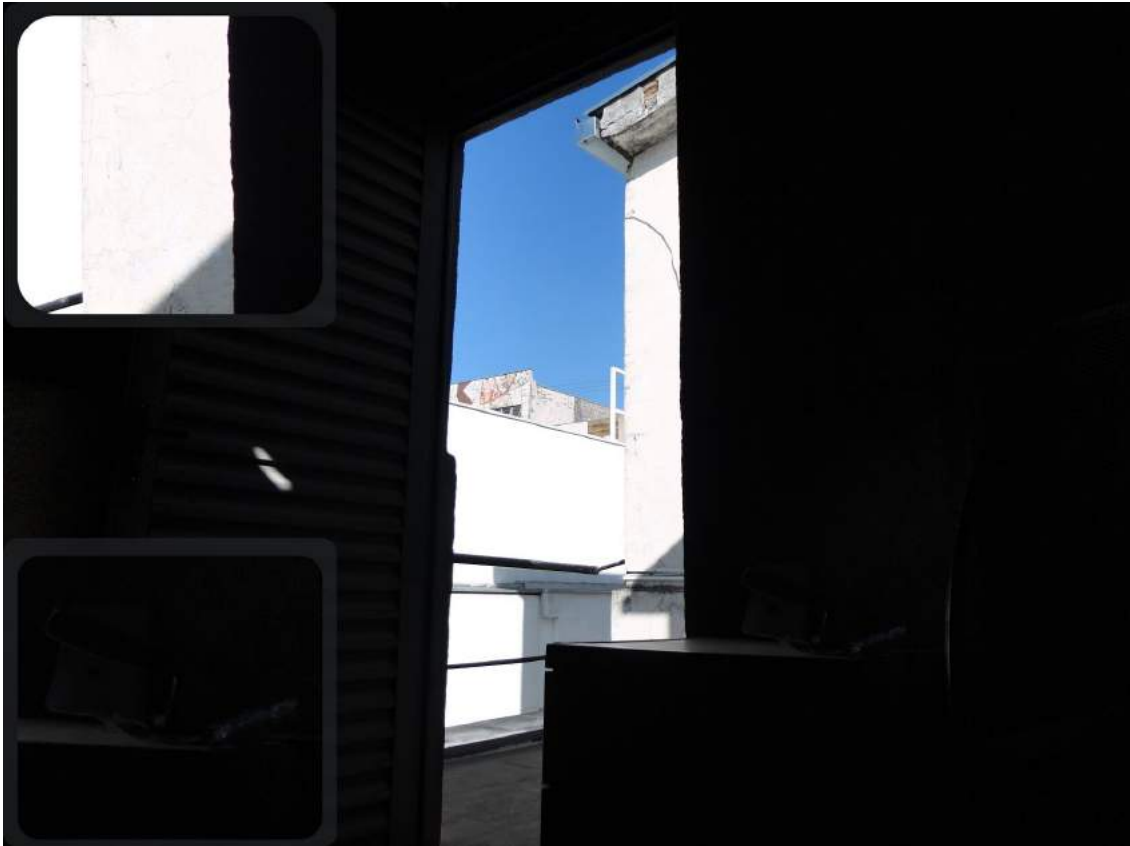
Muitos sensores de câmeras compactas e smartphones não possuem grandes faixas de *dynamic range*, e uma solução que vem sendo adotada pelas fabricantes é justamente criar imagens através do *bracketing*, porém de forma automática. Celulares como a linha de iPhones lançada no final de 2018 vem com a função Smart HDR, que captura grandes faixas de luz.



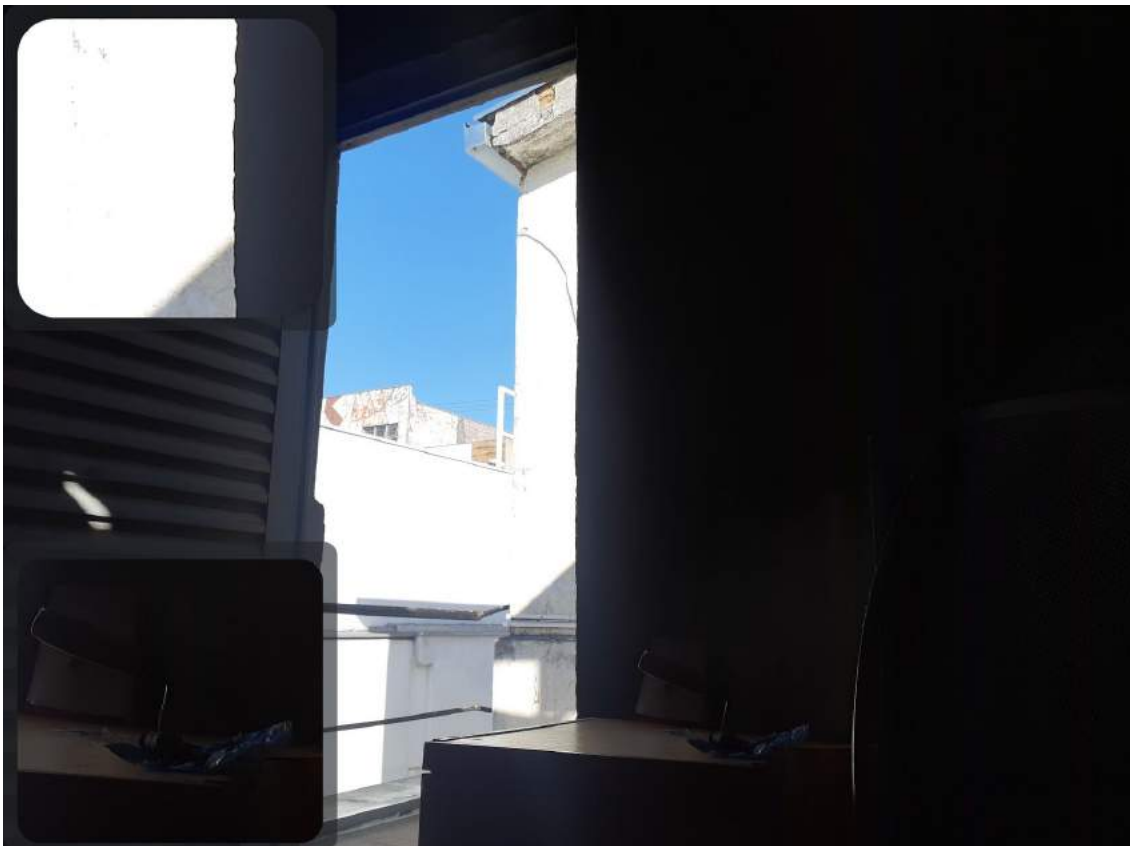
Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=v3m81493kTM>

Observa-se nas imagens acima que o iPhone sem edição nenhuma produz uma imagem com uma faixa dinâmica ligeiramente superior à um arquivo RAW produzido por uma câmera Full Frame com edições simples nas altas luzes e nas sombras. Possivelmente com mais algumas alterações como nas curvas de exposição e a ferramenta “*Dehaze*” poderia se extrair mais informação da imagem da Mirrorless da Sony, ou ainda conseguir mais informações ainda se utilizando a técnica de *bracketing*, mas o smartphone da apple entrega resultados surpreendentes com o simples clique de um botão.

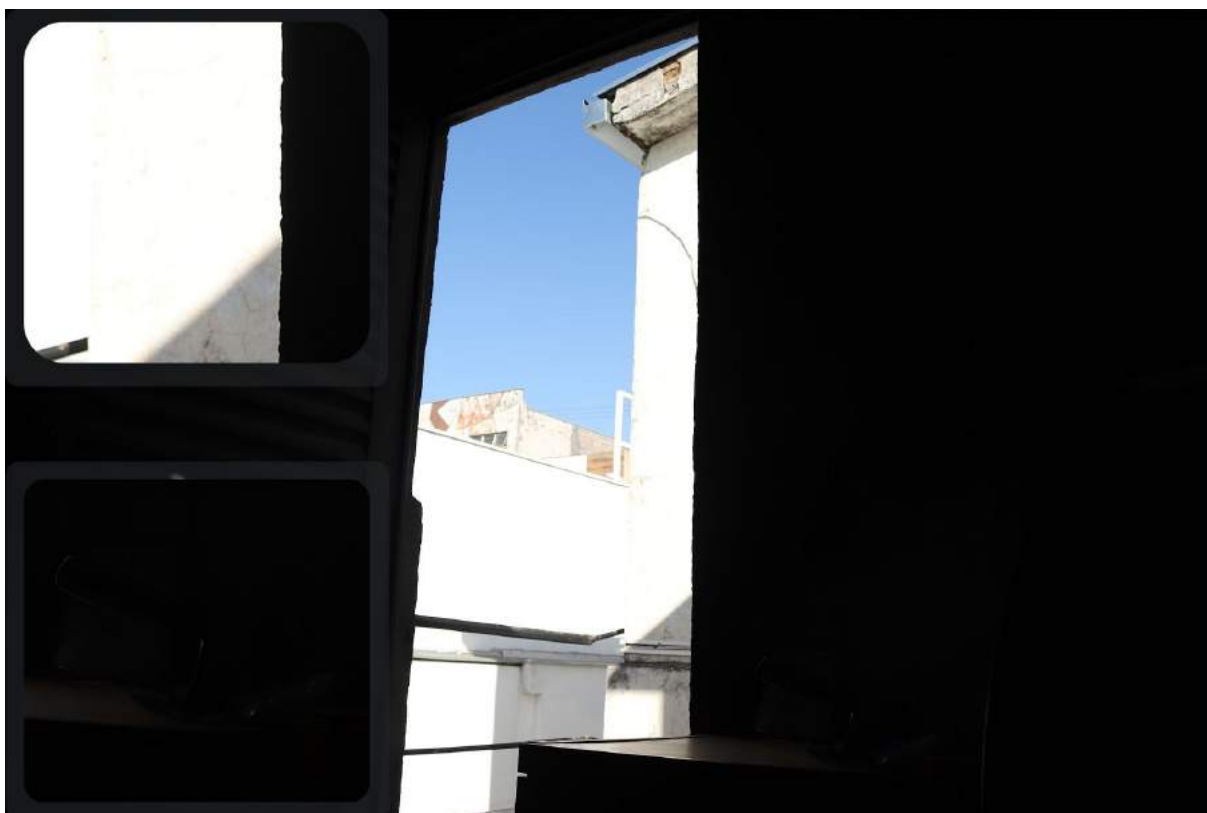
Trazendo a comparação para os dispositivos utilizados para os testes práticos realizados para este trabalho, temos as seguintes imagens não editadas:



Compacta em ISO 80



Smartphone em ISO 40



DSLR em ISO 100

A câmera compacta foi a que manteve mais informações nas altas luzes. É interessante notar que, mesmo estando em seu ISO base, as regiões de sombra apresentam um nível considerável de ruído.

O smartphone apresenta o maior nível de detalhe nas sombras, mas estoura nas altas luzes. Por fim, a DSLR apresentou a pior performance, estourando as altas luzes e apresentando poucos detalhes nas regiões de sombras.

Em um primeiro momento, após fazer essa comparação direta, pode se ter a impressão de que as diferenças de dynamic range não são tão discrepantes. Entretanto, para realmente se medir a capacidade dos sensores nesse aspecto, especialmente quando se trata de arquivos brutos, deve-se processar as imagens para ver quanta informação da cena elas de fato conseguiram reter.

A pós produção é uma etapa essencial da produção fotográfica. As câmeras popularmente chamadas de profissionais, além de poderem salvar fotos em JPEG como todas as outras, são capazes de gravar arquivos de imagem não processados, em formato bruto (também chamados de RAW). Esse tipo de arquivo armazena muito mais informações capturadas pelo sensor quando comparados com arquivos já processados como JPEG, dando mais possibilidades de edição, porém implica na necessidade de ser processado manualmente *a posteriori*.

A capacidade de capturar arquivos em formato bruto também pode ser encontrada em câmeras compactas e celulares, apesar de não serem tão comuns como em mirrorless e DSLRs.

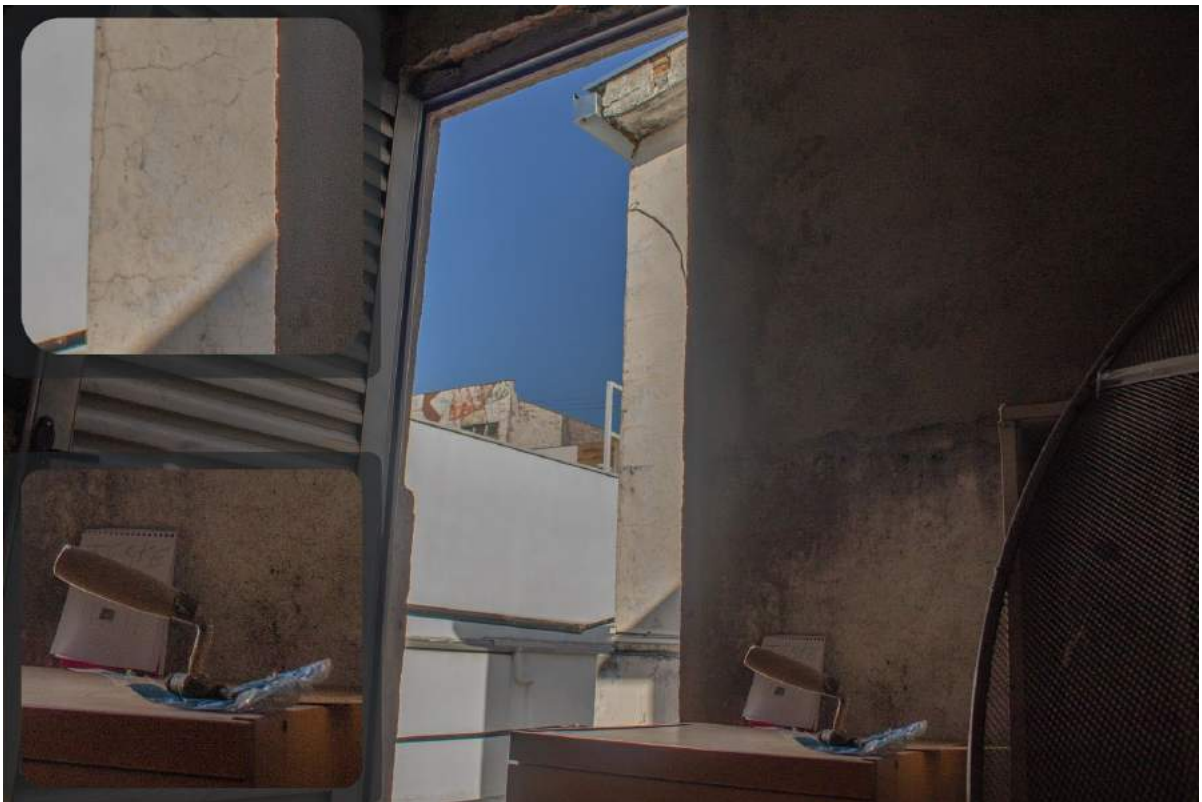
A seguir apresenta-se as mesmas imagens da comparação de faixa dinâmica mas agora editadas, extraindo informações das áreas subexpostas e superexpostas:



Compacta JPEG



Smartphone JPEG



DSLR RAW

Aqui constata-se uma inversão: a DSLR, que foi o equipamento que teve a pior performance no primeiro teste, exibe o maior nível de recuperação de detalhes tanto nas sombras quanto nas altas luzes, com a maior nitidez e o menor nível de distorção de cores.

O smartphone por sua vez mantém um bom nível de informação nas sombras, mas apresenta os piores resultados nas altas luzes, além de muita distorção de cor. Observa-se também uma tendência do processamento da câmera do Galaxy A8 a suprimir ruídos às custas da nitidez da imagem. Isso fica especialmente óbvio quando se contrasta com os resultados da compacta, que tende a fazer o oposto. A *cyber-shot* da Sony mantém detalhes nas altas luzes, mas sofre com muita granulação e as regiões de sombras ainda com pouca recuperação, além de sofrer uma severa perda de saturação.

2.6.4 Profundidade de campo

Além de apresentarem vastas coleções de objetivas compatíveis, desde ultra grandes angulares até teleobjetivas, passando por macros, primes, zooms, etc, um dos fatores que fazem com que as câmeras com lentes intercambiáveis se destaquem é o famoso “fundo desfocado”.

Muito associado às fotografias profissionais, a profundidade de campo curta, por muito tempo, foi exclusividade de câmeras com grandes sensores e lentes com amplas aberturas, mas tem-se observado uma mudança neste cenário últimos anos.

Smartphones tem limitações físicas que os dificultam atingir naturalmente fotografias com bokeh pronunciado. Mesmo sendo possível encontrar câmeras de dispositivos mobile com aberturas de até $f/1.4$ como no Honor 20 Pro ou $f/1.5$ no mais conhecido Galaxy S10, devido aos tamanhos reduzido de seus sensores e por se tratarem, na maioria das vezes, de lentes grande angulares, estes aparelhos produzem imagens com um plano de foco profundo, dificultando se atingir o efeito de isolamento do sujeito através do foco.

A quebra deste paradigma veio através da invenção de sistemas que, através de software, eram capazes de simular o efeito de fotos com profundidades de campo

reduzidas. Um exemplo emblemático desse sistema foi o lançamento do *Portrait Mode* em 2016 no Iphone 7 Plus, que popularizou o efeito de simulação de bokeh, sendo que atualmente modos semelhantes podem ser encontrados em uma infinidade de aparelhos, inclusive nas câmeras frontais do utilizado para os testes, chamado de “Foco Dinâmico”:



Fotos com Foco Dinâmico desativado e no valor máximo, respectivamente.

É válido pontuar que esses efeitos, apesar de estarem melhorando a cada atualização de software e lançamento de dispositivos com hardwares melhor adaptados a ele, ainda são falhos, e dependem de condições ambientes, do que está se fotografando e de como os elementos estão organizados em cena:

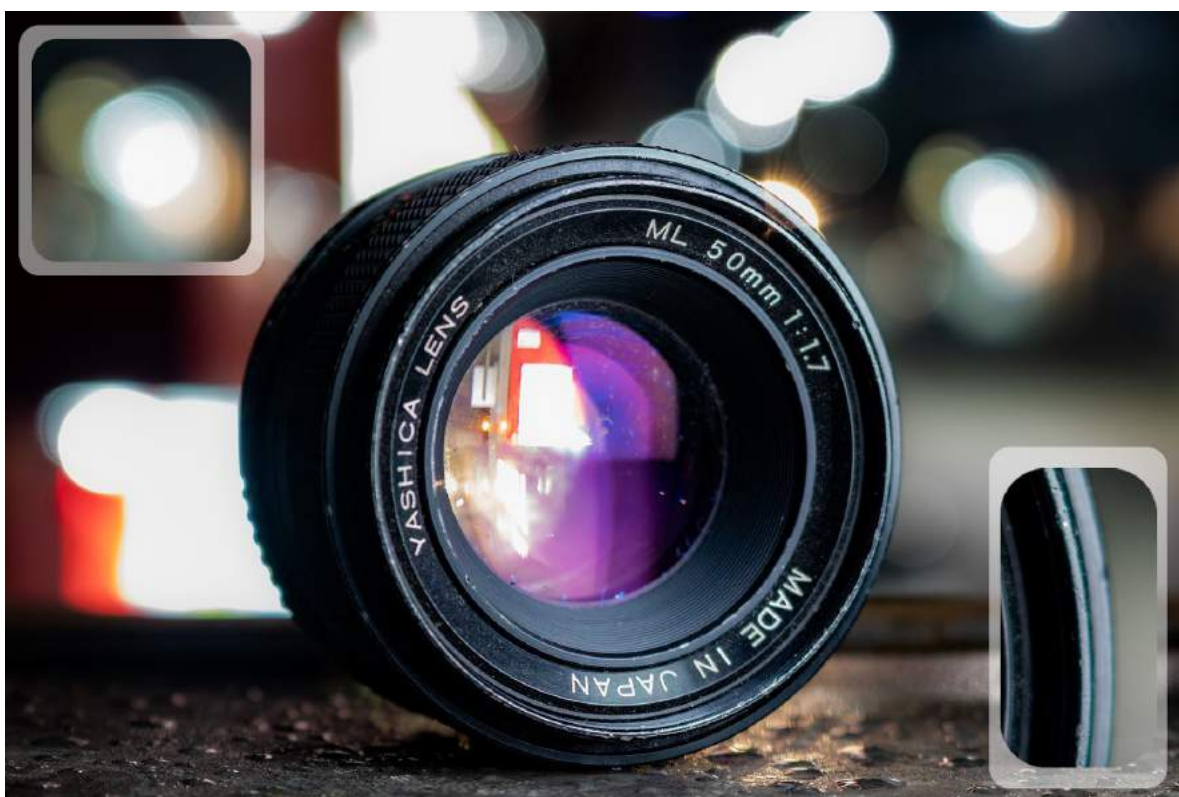


Para funcionar, a câmera tem de estar a uma distância mínima do objeto e ter luz mínima, além de outros fatores que não puderam ser checados com exatidão. Verifica-se aqui os resultados produzidos pela simulação de bokeh artificial e o efeito

óptico produzido pela DSLR:



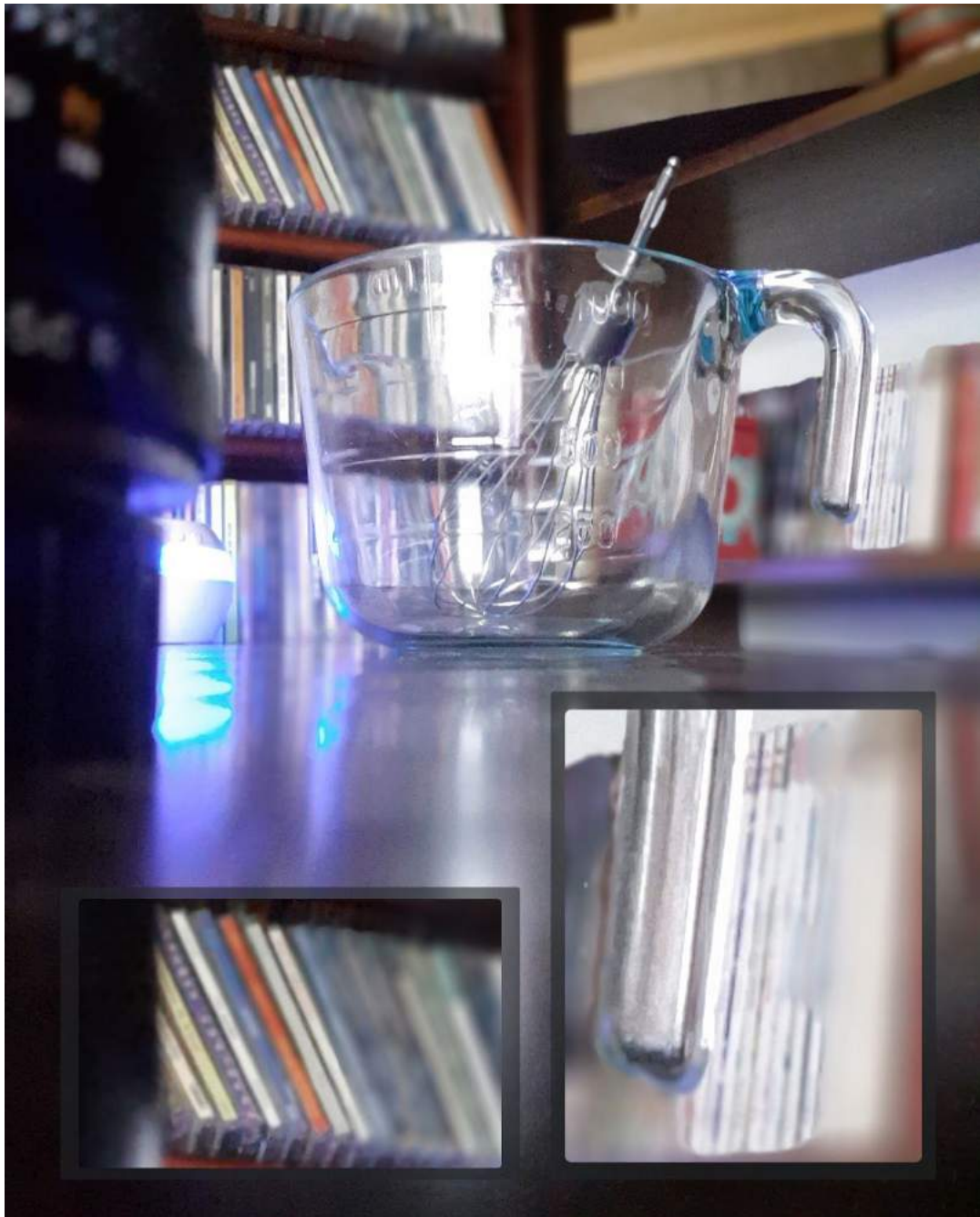
Lente - Smartphone



Lente - DSLR



Gato - DSLR e Smartphone respectivamente



Objetos com transparência - Smartphone

Nota-se que a efetividade da simulação do smartphone oscila a depender da situação. Em geral ele funciona melhor em cenários com um contraste evidente entre o fundo e o objeto em foco, e com contornos simples e bem definidos.

O efeito, entretanto, não é muito efetivo quando tenta capturar imagens com objetos transparentes, cenas sem foco bem definido e contornos muito complexos e heterogêneos.

O software ainda oferece funções interessantes, como a possibilidade de ajustar o ponto e o nível de foco, posteriormente ao clique, algo que não é possível com o efeito óptico. Contudo, o smartphone ainda produz resultados inferiores e muito mais inconsistentes quando comparados aos entregues pelo efeito óptico real da DSLR.

2.6.5 Automatização por Inteligência Artificial

Uma última tendência abordada aqui é o que muitas marcas vem chamando de Modos AI, ou Câmeras com Inteligência Artificial. A abordagem pode variar a depender da fabricante, mas em geral estes modos têm sistemas de reconhecimento capazes de entender e categorizar o que está sendo fotografado, e então aplicar configurações de captura, edição e/ou efeitos na foto.

Esse tipo de tecnologia pode estar presente nas câmeras de muitos aparelhos dentro de alguns dos sistemas descritos anteriormente, como os de fotografia noturna, HDR, *portrait mode*, etc. Existem marcas como a Samsung que, em suas câmeras da família Galaxy S10 por exemplo, através das capacidades de reconhecimento pode auxiliar até mesmo com o enquadramento das fotos. O P20 Pro foi um dos modelos top de linha da Huawei no ano de 2018, e foi selecionado para exemplificar o processamento através de inteligência artificial que fabricantes vêm adotando. Neste modelo de aparelho especificamente, esse sistema é chamado de Master AI:



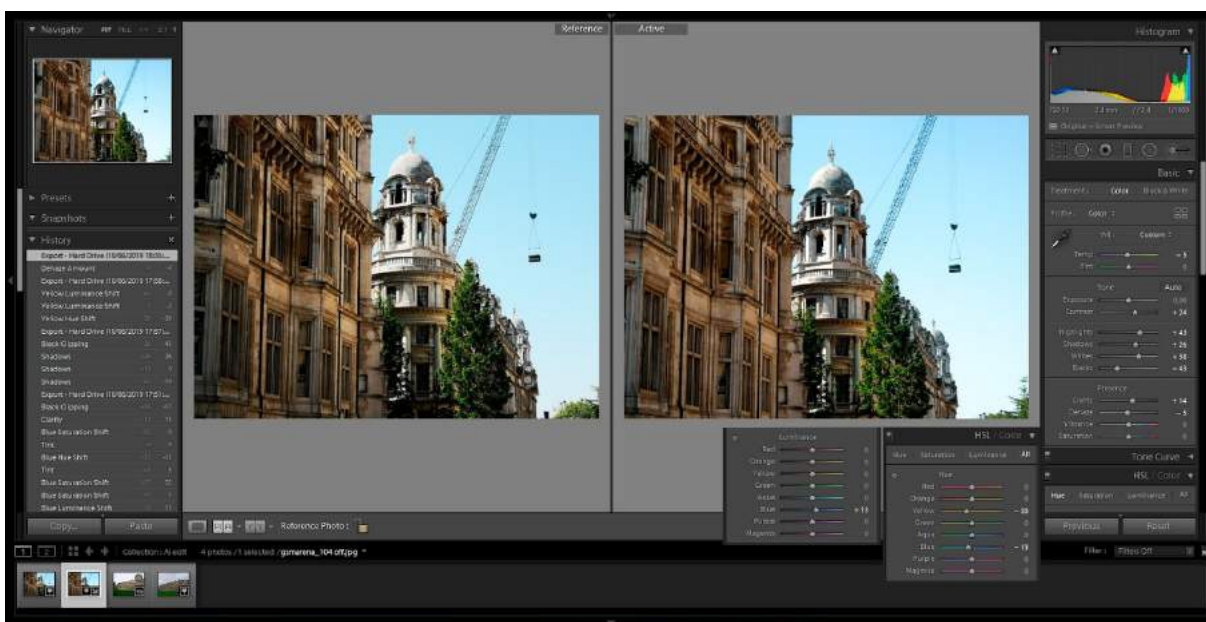
Fonte: https://www.gsmarena.com/huawei_p20_pro_long_term-review-1791p5.php

Observa-se claras diferenças entre as duas imagens, onde a foto sem o Master AI ativo (direita) tem menos contraste, com altas luzes menos intensas e texturas mais suavizadas.

Esse tipo de tecnologia automatiza o processo criativo, podendo auxiliar tanto na produção como no que seria a pós-produção. Para fins de praticidade, quando bem implementada, esta pode ser uma ferramenta fenomenal, economizando tempo e energia daquele que está criando a imagem. Entretanto, o que se ganha em automatização se perde em controle: ao ativar estes modos o usuário está entregando ao dispositivo o controle de uma série de decisões de como fazer aquele registro, que a depender da situação, podem ou não ser condizentes com o objetivo original do usuário.

Câmeras de lentes intercambiáveis vão em uma direção oposta, já que para extrair o máximo de seu potencial estas devem ser operadas em modo manual. Nessa perspectiva, o usuário é responsável por uma porção maior do processo criativo, tomando decisões com base em seus objetivos. Isso pode tornar o processo mais lento e trabalhoso, mas menos suscetível a falhas.

A seguir observa-se como seria um tratamento manual no Adobe Lightroom para se chegar a um resultado semelhante ao que o modo *Master AI* produziu:



Master AI à esquerda e foto com AI desligado e editada à direita.

Para chegar a um resultado visualmente semelhante, foram feitos ajustes no balanço de branco, no contraste de luz e sombras, pequenas alterações nas tonalidades de amarelo e azul, aumento do brilho das regiões azuis da imagem e por fim pequenas edições com os sliders “*Dehaze*” e “*Clarity*”.

O pensamento que se desenvolve aqui é sobre a praticidade de ter um modo nos smartphones que faz o pós processamento de imagens no lugar do usuário. Isso simplifica o processo criativo, economiza tempo e exige menos conhecimento dos usuários. Entretanto essa otimização vem à custa de controle, já que as decisões são tomadas pelo algoritmo.

2.6.6 O contexto da Internet

Embasando-se nos resultados apresentados, chega-se aqui a um ponto importante: por mais que smartphones tenham câmeras cada vez mais poderosas e versáteis, em diversas situações eles ainda não são capazes de entregar a mesma qualidade e alguns efeitos comparáveis a câmeras, especialmente as de lentes intercambiáveis. Contudo, a depender da plataforma que se estiver utilizando para compartilhar e consumir conteúdo fotográfico, essa diferença podem ter sua relevância diminuída.

Como se pode observar de acordo com os dados apresentados, a realidade mundial se encontra mais digital a cada ano, sendo que, segundo *Measuring the Information Society Report 2018*, no final de 2018 aproximadamente 3.9 bilhões de pessoas usavam a internet. No mesmo relatório, a ITU afirma que quase 60% dos lares tinham acesso à internet, sendo que a maioria acessava esta através de dispositivos móveis (em 2017, 75% da população mundial já dispunha de celulares), já que menos da metade destes lares possuíam computadores. Dados fornecidos pelo Google* através de estudos de 2016 utilizando o Google analytics também corroboram esta informação, afirmando que mais de da metade de todo o tráfego na internet vem de celulares e tablets.

*<https://www.thinkwithgoogle.com/marketing-resources/data-measurement/mobile-page-speed-new-industry-benchmarks/>

Estas informações podem representar um possível indicativo da tendência das pessoas a priorizarem a praticidade de dispositivos *mobile* ao invés de aparelhos de função similar porém de maior porte. Um outro fator é que smartphones podem ter planos de internet móveis, não ficando limitados a planos fixos que tem de ser distribuídos via Wi-fi ou cabeamento.

2.6.7 Otimização e relevância

Uma das características da *web* atual é o foco na experiência do usuário. Isso se dá graças a demandas e características comportamentais deles. Informações apresentadas pelo Google revelam que, apesar do tempo de carregamento médio de sites *mobile* ter caído 22 para 15 segundos de 2017 para 2018, mais de 50% dos usuários abandonam páginas que demoram mais de 3 segundos para terminar de carregar.

Como os estudos apresentados acima demonstram, os usuários tendem a esperar curtos períodos de tempo para que o conteúdo que buscam seja carregado, ou seja, caso páginas não entreguem uma experiência de uso veloz e consistente, a tendência é que elas percam tráfego, prejudicando seus acessos e consequentemente sua receita e influência.

O Google, que é a maior plataforma* de pesquisa da internet, com mais de 90% de market share, define sua missão como “[...] organizar as informações do mundo para que sejam universalmente acessíveis e úteis para todos.”² Da associação de seu monopólio com sua missão e do modelo de negócio da internet, onde tráfego, direta ou indiretamente, gera renda e relevância, a empresa rege as normas de SEO.

*<https://about.google/intl/pt-BR/>

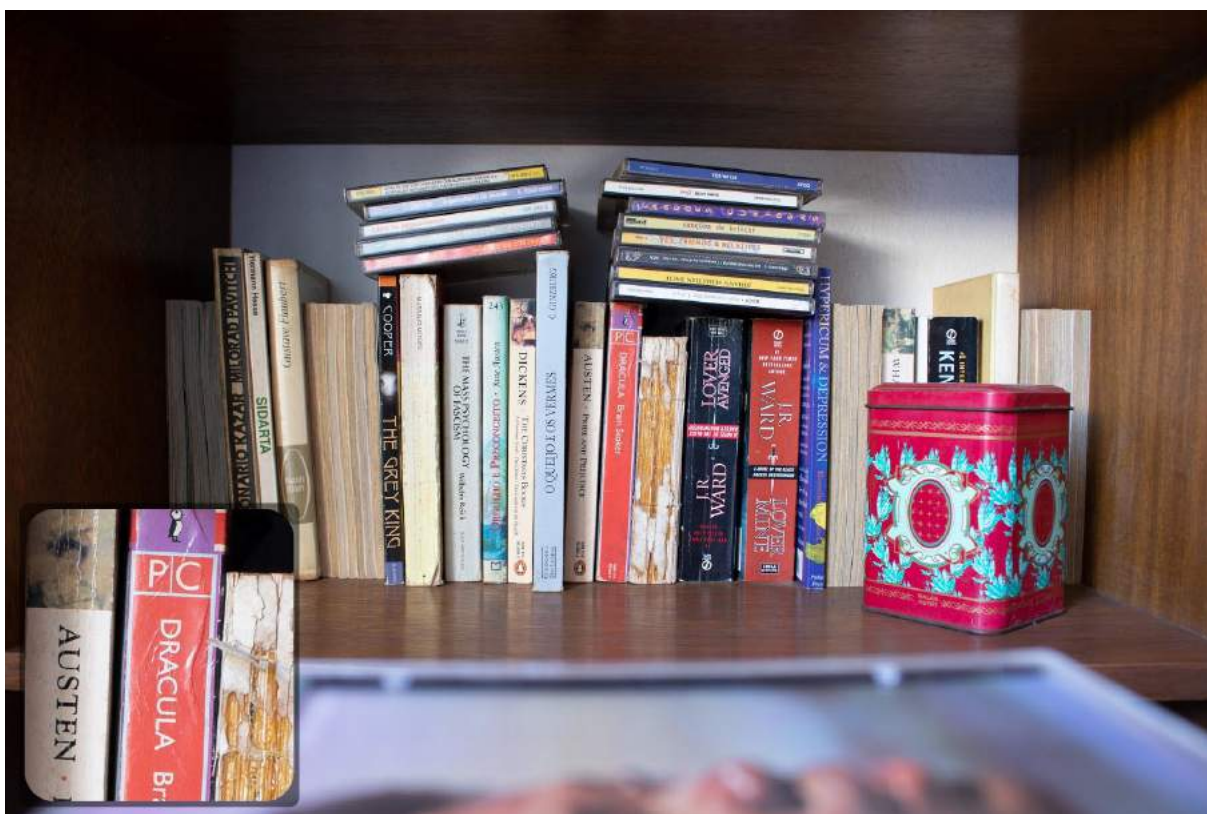
Um dos pontos de grande importância no processo de ranqueamento, já que são elementos que afetam muito a velocidade de carregamento das páginas, é justamente o tamanho dos arquivos de imagens. Isso faz com que sites, redes sociais e outros, comprimam e limitem a resolução das imagens dentro de suas plataformas, o que aumenta retenção de público e auxilia em um bom

posicionamento nos resultados de pesquisa.

A resolução se trata simplesmente do tamanho da imagem. No caso dos aparelhos utilizados para os testes neste trabalho, elas são as seguintes: compacta: 16 megapixels (4680 x 3456 pixels); smartphone: 16 megapixels (4680 x 3456 pixels); DSLR: 24 megapixels (4000 x 6000 pixels). Em uma representação visual desta diferença de tamanho temos:



Utilizando a rede social Instagram, que é uma plataforma voltada principalmente a fotografias, traça-se uma comparação entre os arquivos original da DSLR, que possui a maior resolução, e os mesmo arquivo após ser comprimido pela rede:



Original

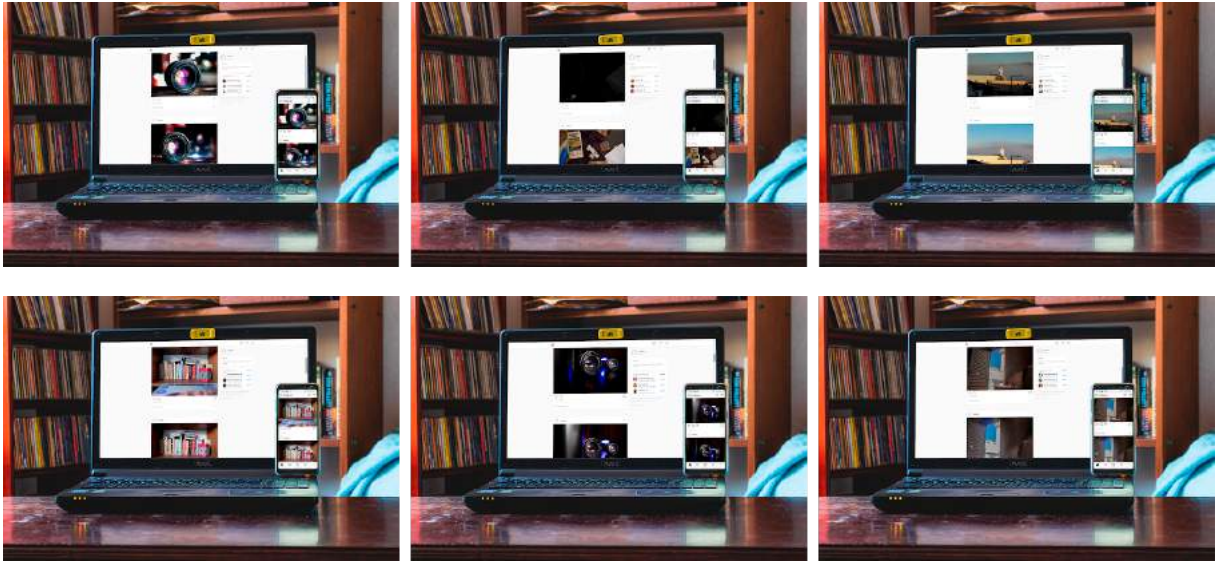


Comprimido

Após a compressão do Instagram, imagem passou de 6,89MB e 6000x4000 para 77,1KB e 1080x720. É notável a perda de detalhes após compressão. Outro ponto observado foram leves alterações de cor em pixels e tamanho, peso, nitidez, detalhes, leves distorções de cor e contraste.

Dentro de um cenário onde se observa a expansão da internet, sendo utilizada cada vez mais em dispositivos móveis, com imagens comprimidas e em resoluções controladas, a qualidade de imagem produzida por câmeras tem sua relevância diminuída.

Além disso, sabendo que a maior parte das pessoas navegam a *web* em seus celulares, vem a tona um fator que atenua essa falta de resolução: as telas de tamanho reduzido dos smartphones (quando comparados a telas de computadores por exemplo) dificultam perceber o menor nível de detalhes, perdidos no processo de compressão da imagem.



Fonte: Própria

Mesmo dentro desse cenário de compressão, redução de tamanho e visualização em telas pequenas, algumas características ainda podem ser facilmente percebidas, como as cores, o alcance dinâmico, a exposição e a profundidade de campo por exemplo. Isso beneficia de certa forma os aparelhos que produzem simulação de *bokeh* por software, já que, apesar do nível de desfoque ser de fácil identificação, suas falhas ficam muito menos evidentes, uma vez que os fatores mais impactados por esta conjuntura são justamente a resolução e a nitidez.

3 CONCLUSÃO

Quanto mais funções relevantes para o usuário um equipamento é capaz de realizar, mais útil ele se torna. A vantagem de aparelhos especializados é que, justamente por terem um número de funcionalidades reduzidas, eles podem ser projetados de forma a otimizar seu desempenho e possibilidades para tais funções. A partir do momento que um aparelho multifuncional performa igual ou melhor que um especializado, salvas situações que envolvam grandes disparidades de preço, usabilidade e/ou dificuldade de acesso, a tendência é que os específicos percam relevância e presença no mercado. Ainda nesta lógica, mencionando a questão financeira, quanto maior o valor e menor a utilidade de um objeto, menor será seu apelo.

Câmeras são dispositivos especializados, ou seja, dentro de um mercado onde smartphones oferecem um pacote de funções gerais muito mais completo – que inclui capacidade de fotografar – além de estarem intrinsecamente ligados ao cotidiano das pessoas, as câmeras têm de se diferenciar de alguma maneira para manter sua relevância. Essa diferenciação pode se dar no campo da qualidade das imagens produzidas, assim como na usabilidade.

A categoria das *point-and-shoot* se valem de valores em geral mais reduzidos, além de serem mais portáteis graças à suas dimensões. Apesar disso, o foco em portabilidade pode comprometer na ergonomia e usabilidade destes aparelhos, que não costumam ter viewfinders e *grips* (empunhaduras) pronunciados, tornando-os plataformas menos estáveis e versáteis para se fotografar. Elas também são um utensílio a mais a ser comprado e carregado. Dessa maneira, olhando pela perspectiva de competitividade com a categoria dos smartphones, resta à elas se diferenciarem por suas capacidades de zoom óptico e pelas imagens que produzem.

Através dos testes realizados, constata-se que de fato, o zoom óptico produz arquivos visivelmente mais nítidos e detalhados que o zoom digital do Galaxy A8. Ela também é capaz de registrar imagens melhor expostas em ambientes com muito pouca luz, e apesar de em geral produzir mais ruído, é também mais nítida. Um

ponto negativo, entretanto é sua capacidade de produzir imagens com fundo desfocado por conta de seu sensor, sua lente e a indisponibilidade de funções de simulação de bokeh por *software*.

Vale ressaltar que se trata de uma câmera aproximadamente 6 anos mais antiga que o smartphone em questão. Isso não significa que os mesmos resultados seriam necessariamente refletidos em equipamentos atuais. Observa-se muito mais inovações no setor de celulares do que no de câmeras compactas.

Tomando a realidade dos últimos anos, de uma crescente digitalização e da presença cada vez maior da internet como plataforma de compartilhamento e consumo de conteúdo fotográfico, a qualidade das imagens, dadas as devidas proporções, perde importância.

Dentro da lógica de otimização da experiência do usuário, se sacrifica-se a qualidade das fotos em prol da velocidade de carregamento. Somando isso ao fato de que a maioria das pessoas navega a *web* por dispositivos *mobile*, os quais possuem telas pequenas (se comparados a computadores por exemplo), dificulta-se ainda mais a percepção da perda de qualidade em imagens comprimidas e em menor resolução.

Os resultados dos testes demonstram que as características que são mais impactadas com a compressão, redução da resolução e observação em telas menores são justamente a resolução original, o nível de ruído e a nitidez das imagens. Aspectos como o bokeh, a exposição, as cores e o *dynamic range* são menos afetados. Em consequência disso, a diferenciação da categoria das compactas torna-se ainda menos relevante, fazendo com que a praticidade dos *smartphones* se sobressaia.

Para a maioria do mercado, que se trata de consumidores que não vão utilizar fotos profissionalmente, a partir do momento que um celular entrega uma qualidade de imagem boa o suficiente, dificulta-se justificar a aquisição de um aparelho que é teoricamente redundante e não entrega algo realmente diferenciado. Um ponto a se destacar também é o fato de que smartphones unificam as plataformas de produção, edição, compartilhamento e consumo da mídia fotográfica, tornando-os muito mais práticos e eficientes. Com câmeras tem de se ter todo o trabalho de produzir a imagem com um dispositivo e então transferir os arquivos para outro dispositivo para

realizar as próximas etapas. Sendo assim, a queda de mais de 92% no volume de produção das câmeras com lentes embutidas, em um período de nove anos, pode se explicar por estes fatores.

Em termos de qualidade de imagem, em geral, as DSLRs produzem os melhores resultados dentre as categorias. Essa diferenciação fica muito mais evidente caso o usuário tenha conhecimentos para operar os dispositivos em seus modos manuais, e realizar eles mesmos os devidos processos de pós-produção.

A Canon 77D apresentou consistentemente resultados com o maior nível de detalhe dentre os três equipamentos, com mais nitidez e menos ruído, além de possuir a maior contagem de *megapixels*. Ela também possui a maior faixa dinâmica em arquivos editados, maior versatilidade de distâncias focais devido a suas lentes intercambiáveis e melhor capacidade de registrar arquivos em baixa luz.

Em anos anteriores, o mercado de câmeras profissionais ainda mantinha uma parte do público consumidor que, apesar de não precisar da melhor qualidade de imagem possível, buscavam fotos com efeitos ópticos pronunciados que até então eram exclusivos desta categoria, como imagens com profundidade de campo rasa. Em certas condições como em situações de baixíssima luz ou ambientes com grande latitude de luz em sombras, também eram exemplos de situações nas quais era necessário ter um equipamento especializado para conseguir fazer a captura. A fotografia computacional vem mudando este paradigma, potencializando as capacidades dos dispositivos *mobile* que as pessoas carregam consigo em seus cotidianos.

A simulação de *bokeh* por exemplo, apesar de seu funcionamento e performance variarem bastante conforme as condições ambientes e os elementos em quadro, possibilita se atingir efeitos de profundidade de campo antes impossíveis a um celular. O mesmo pode se dizer sobre o *Smart HDR* e o *Night Sight*, os quais ainda que não disponíveis na maioria dos celulares (inclusive o utilizado nos testes), demonstram a capacidade da fotografia computacional de contornar limitações físicas e automatizar processos complexos e trabalhosos para se executar manualmente.

Ainda que, ao menos até o momento, esses sistemas não produzam efeitos impecáveis, as imperfeições são atenuadas pelo contexto da internet e da

visualização das fotos em smartphones.

Dentro deste cenário chega-se ao questionamento de quão dispostos os usuários estão a se submeter a um processo muito mais longo e trabalhoso em prol de ter mais controle e da obtenção de imagens de qualidade superior. Baseando-se nos dados do mercado, pode-se deduzir que a maioria das pessoas se satisfazem com a praticidade e os resultados dos dispositivos celulares, mesmo porque câmeras profissionais e lentes possuem preços bastante proibitivos.

Ainda assim existem pessoas que querem ou precisam ter domínio de todo o processo criativo, alcançando isso através de equipamentos que ofereçam controles manuais completos e que produzam consistentemente os melhores resultados possíveis, como é o caso dos profissionais da fotografia por exemplo, o que mantém o mercado de câmeras profissionais vivo.

O mercado de câmeras com lentes intercambiáveis também vem se renovando. O crescimento da fatia de mercado das câmeras Mirrorless demonstra isso. Elas são dispositivos que contam com capacidades ópticas semelhantes às das tradicionais DSLRs, porém, por não precisarem de um sistema de espelhos dentro de seus corpos devido a seu *viewfinder* eletrônico (*EVF*), elas podem ter tamanhos mais reduzidos. Através do *EVF* elas são capazes de entregar ao fotógrafo uma simulação de exposição em tempo real, zoom para fazer foco manual entre uma infinidade de outros recursos, agregando valor na questão da portabilidade e facilidade de uso.

Apesar das inovações esses equipamentos ainda não são apelativos o suficiente para o público geral, uma vez que são tão caros quanto as DSLRs e não chegam nem perto da pluralidade de funcionalidades e versatilidade dos *smartphones*.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho se propôs a discutir as possíveis causas do declínio do mercado de câmeras fotográficas em anos recentes, e a possível relação desta queda com a ascensão dos smartphones. A abordagem se deu por meio da análise das capacidades de cada categoria de equipamento (câmeras de lentes intercambiáveis, de lentes embutidas e smartphones) e com qual efetividade eles se integram no contexto dos públicos consumidores dos últimos anos.

Os resultados obtidos apontam para a validação da idéia de que os smartphones tiveram influência sim na crise da indústria de câmeras fotográficas, mas o desenvolvimento de outros estudos poderiam dar mais legitimidade à esta afirmação.

Idealmente seria feito um processo de comparação se valendo de múltiplos exemplares de cada categoria, lançados em épocas similares. Isso possibilitaria traçar um panorama cronológico de como cada grupo se diferenciava e evoluiu ao longo de um período determinado de tempo. Entretanto, devido a limitação de acesso a equipamentos e tempo hábil para desenvolver tal estudo, fez-se aqui um trabalho com um representante de cada categoria, incorporando, quando oportuno, pequenas digressões com informações adicionais sobre outras tecnologias existentes e/ou como elas evoluíram.

Dentro das próprias categorias existe muita variedade, tanto em preços como em qualidade, funcionalidades etc. Um estudo mais aprofundado, em ambiente controlado e com aparatos para fazer medições mais precisas, podem trazer mais informações pertinentes à discussão.

Outro aspecto que pode ser desenvolvido é o econômico: uma análise que busque entender como o panorama da economia afetou estes mercados, o comportamento de compra das pessoas bem como as diferenças de acesso às tecnologias em diferentes regiões do globo.

Por fim, pesquisas voltadas ao fator humano que colem informações sobre

como as pessoas se relacionam com o universo da fotografia podem ser bastante esclarecedoras. Um exemplo de questão que pode se levantar é, justamente por conta do contexto do ambiente digital, qual a relevância de aspectos de qualidade de imagem objetivos segundo a percepção subjetiva das pessoas, uma vez que características como cor, contraste, exposição entre outras são muito mais fáceis de se perceber e se diferenciar.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

SILVA, Júlio César Riccó Plácido da; SILVA, José Carlos Plácido da; "A ERGONOMIA DE CONCEPÇÃO COMO FATOR DIRETIVO EM PROJETOS DE CÂMERAS FOTOGRÁFICAS", p. 415-426 . In: 1º Congresso Internacional de Ergonomia Aplicada [=Blucher Engineering Proceedings, v.3 n.3]. São Paulo: Blucher, 2016.

CIPA. Digital cameras. Disponível em: <http://www.cipa.jp/stats/dc_e.html>. Acesso em: 06 abr. 2019.

CIPA, . List of Members participating in CIPA Statistical Research. ., [S.L], set. 2018. Disponível em: <http://www.cipa.jp/stats/documents/e/list_e.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2019.

ONU, International Telecommunication Union ONU. Measuring the Information Society Report 2018. ITU Publications, [S.L], dez. 2018.

LENSVID. What happened to the photography industry in 2018?. Disponível em: <<https://lensvid.com/gear/technology/what-happened-to-the-photography-industry-in-2018/>>. Acesso em: 06 abr. 2019.

STAT COUNTER. Desktop vs mobile vs tablet market share worldwide. Disponível em:

<<http://gs.statcounter.com/platform-market-share/desktop-mobile-tablet/worldwide/#monthly-201001-201904>>. Acesso em: 01 jun. 2019.

STATISTA. Have we passed the peak of the smartphone era?. Disponível em: <<https://www.statista.com/chart/12798/global-smartphone-shipments/>>. Acesso em: 08 jun. 2019.

AMAZON. Point-and-shoots. Disponível em:
<<https://www.amazon.com/digital-cameras-photo/b?ie=utf8&node=330405011>>.
Acesso em: 18 mai. 2019.

BUSINESS INSIDER. People will take 1.2 trillion digital photos this year — thanks to smartphones. Disponível em:
<<https://www.businessinsider.com/12-trillion-photos-to-be-taken-in-2017-thanks-to-smartphones-chart-2017-8>>. Acesso em: 11 mai. 2019.

CAMERA SIZE. Size comparison. Disponível em:
<<https://camerasize.com/compare/#376,622>>. Acesso em: 26 mai. 2019.

WIKIPEDIA. Canon eos 77d. Disponível em:
<https://en.wikipedia.org/wiki/canon_eos_77d>. Acesso em: 01 jun. 2019.

DXOMARK. Canon ef-s 18-55mm f/3.5-5.6 is stm. Disponível em:
<https://www.dxomark.com/lenses/canon/canon-ef-s-18-55mm-f35-56-is-stm-mounted-on-canon-eos-760d---measurements__1011>. Acesso em: 02 jun. 2019.

EBAY. Samsung galaxy s4 zoom sm-c101 - 8gb - black (unlocked) smartphone. Disponível em:
<<https://www.ebay.com/p/samsung-galaxy-s4-zoom-sm-c101-8gb-black-unlocked-smartphone/166764221>>. Acesso em: 08 jun. 2019.

GOOGLE. Sobre. Disponível em: <<https://about.google/intl/pt-br/>>. Acesso em: 01 jun. 2019.

GSMARENA. Huawei p20 pro long-term review. Disponível em:
<https://www.gsmarena.com/huawei_p20_pro_long_term-review-1791p5.php>.
Acesso em: 01 jun. 2019.

YOUTUBE. Your smartphone photos are totally fake — and you love it. Disponível em:
<https://www.washingtonpost.com/technology/2018/11/14/your-smartphone-photos-are-totally-fake-you-love-it/?noredirect=on&utm_term=.ec07081f6e89>. Acesso em: 09 jun. 2019.

GSMARENA. Samsung launches the galaxy a8 (2018) and a8+ (2018) in uae. Disponível em:
<https://www.gsmarena.com/samsung_launch_galaxy_a8_2018_galaxy_a8_plus_2018_uae-news-29168.php>. Acesso em: 01 jun. 2019.

IMAGING RESOURCE. Sony dsc-w570 reviewtweet share. Disponível em:
<<https://www.imaging-resource.com/prods/w570/w570a.htm>>. Acesso em: 01 jun. 2019.

NIKON BRASIL. Introdução: entendendo a distância focal. Disponível em:
<<https://www.nikon.com.br/learn-and-explore/a/tips-and-techniques/introdu%C3%A7%C3%A3o-entendendo-a-dist%C3%A2ncia-focal.html>>. Acesso em: 12 mai. 2019.

NIKON USA. Coolpix p1000. Disponível em:
<<https://www.nikonusa.com/en/nikon-products/product/compact-digital-cameras/26522/coolpix-p1000.html>>. Acesso em: 18 mai. 2019.

SONY. Rx1r professional compact camera. Disponível em:
<<https://www.sony.com/electronics/cyber-shot-compact-cameras/dsc-rx1-rx1r/buy/dscrx1-b>>. Acesso em: 18 mai. 2019.

TECH ADVISOR. Huawei p30 pro review. Disponível em:
<<https://www.techadvisor.co.uk/review/smartphones/huawei-p30-pro-3694106/>>. Acesso em: 08 jun. 2019.

THE VERGE. Hasselblad's new \$250 motomod adds 10x optical zoom to the moto z. Disponível em:
<<https://www.theverge.com/circuitbreaker/2016/8/31/12729838/hasselblad-true-zoom-announced-moto-z>>. Acesso em: 09 jun. 2019.

THINK WITH GOOGLE. Find out how you stack up to new industry benchmarks for mobile page speed. Disponível em:
<<https://www.thinkwithgoogle.com/marketing-resources/data-measurement/mobile-page-speed-new-industry-benchmarks/>>. Acesso em: 12 mai. 2019.

LEXICO OXFORD. Bokeh. Disponível em:
<<https://www.lexico.com/search?filter=dictionary&query=bokeh%0a16%2f05>>. Acesso em: 16 mai. 2019.

WIKIPEDIA. Image sensor format. Disponível em:
<https://en.wikipedia.org/wiki/image_sensor_format>. Acesso em: 02 mai. 2019.

YOUTUBE. Every iphone speed test comparison 2016 part 2!. Disponível em:
<https://www.youtube.com/watch?time_continue=294&v=xoijl0ec6qm>. Acesso em: 09 jun. 2019.

YOUTUBE. Iphone xs dynamic range. Disponível em:
<<https://www.youtube.com/watch?v=v3m81493ktm>>. Acesso em: 09 jun. 2019.

DIGITAL CAMERA WORLD. Smartphones could halve camera market in two years, canon warns. Disponível em:
<<https://www.digitalcameraworld.com/news/smartphones-could-halve-camera-market-in-two-years-canon-warns>>. Acesso em: 20 abr. 2019.

BUSINESS INSIDER. How google retains more than 90% of market share. Disponível em:

<<https://www.businessinsider.com/how-google-retains-more-than-90-of-market-share-2018-4>>. Acesso em: 12 mai. 2019.