



**Universidade de Aveiro**  
**Departamento de Comunicação e Arte**

# **A Câmara Obscura e o Registo Fotográfico Digital**

---

**Associação de uma Câmara Estenopeica a um  
Scanner de Varrimento Linear**

**Dissertação de Mestrado - Ivo Guimarães**  
**[2009]**

**DeCa | UA**  
**Departamento de Comunicação e Arte**  
**Mestrado em Criação Artística Contemporânea**  
**Orientador de Mestrado Professor Doutor João Mota**

Ivo Maciel Carvalho Guimarães

---

**A Câmara Obscura e o Registo Fotográfico Digital**

Associação de uma Câmara Estenopeica a um Scanner de  
Varrimento Linear

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Criação Artística Contemporânea, realizada sob a orientação científica do Professor Doutor João Mota, Professor Auxiliar do Departamento de Comunicação e Arte da Universidade de Aveiro.

Dedico este trabalho à minha família que sempre me apoiou nos meus projectos.

# JÚRI

## **Presidente:**

Professor Doutor Vasco Afonso da Silva Branco

Professor Associado do Departamento de Comunicação e Arte da Universidade de Aveiro

## **Arguente:**

Professor Doutor Luís Miguel Segurado Pavão Martins

Professor Equiparado a Professor Coordenador do Instituto Politécnico de Tomar e  
Conservador do Arquivo Municipal Fotográfico de Lisboa

## **Orientador:**

Professor Doutor João António de Almeida Mota

Professor Auxiliar do Departamento de Comunicação e Arte da Universidade de Aveiro

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a todas as pessoas que me ajudaram na concretização deste trabalho, em especial ao meu orientador Professor Doutor João Mota, pelo apoio e disponibilidade demonstrados.

## **PALAVRAS - CHAVE**

Fotografia, Estenopeica, Digital, Digitalização, Captação, Arte.

## **RESUMO**

Esta dissertação analisa o processo da captura de imagem fotográfica, cruzando os princípios básicos da "Camera Obscura" com o registo moderno de imagem digital e o pós-processamento que lhe está associado.

Para este estudo, foi construído um equipamento de captação de imagem que tem por base a associação de uma câmara estenopeica a um "scanner" de varrimento linear, criando assim um processo tecnicamente diferente do processo tradicional e que levanta algumas questões sobre como o processo de captação formata o conteúdo das imagens.

## **KEYWORDS**

Photography, Pinhole, Digital, Scan, Capture, Art.

## **ABSTRACT**

This dissertation analyses the process of photographic image capture, crossing the basic principles of the "Camera Obscura" with modern register of digital image and its post-processing.

For this study was built an image capture equipment that results of the association of a Pinhole Camera and a linear scan Scanner, creating therefore a technically different process than the traditional one, that raises some questions about the way that the capture process formats the image content.

# ÍNDICE

INTRODUÇÃO .....	23
OBJECTIVOS.....	27
METODOLOGIA.....	29
CAPÍTULO 1 .....	35
Princípios básicos da câmara escura.....	37
CAPÍTULO 2 .....	43
A utilização de materiais fotossensíveis associados à câmara escura .....	45
CAPÍTULO 3 .....	53
O Processo “Pinhole” .....	55
CAPÍTULO 4 .....	65
A Imagem Digitalizada e suas características.....	67
CAPÍTULO 5 .....	71
Estudo da associação da câmara pinhole a um scanner de varrimento linear .....	73
CAPÍTULO 6 .....	91
Pós – processamento e otimização de imagem digital.....	93
CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	101
BIBLIOGRAFIA.....	103

## LISTA DE FIGURAS

**Fig. 1** - Equipamento construído durante o estudo; por Ivo Guimarães, em 2008

**Fig. 2** - Rainer Gemma Frisus - Ilustração do Eclipse Solar de 24 de Janeiro de 1544, Projectado na Câmara Obscura, publicado em 1545

**Fig. 3** - Ilustração de uma Câmara Escura em forma de tenda, utilizada por Johann Keppler, 1620

**Fig. 4** - Grande Câmara Escura em forma de liteira, construída em Roma por Athanasius Kircher, 1646

**Fig. 5** - Joseph Nicéphore Niépce (1765-1833); sem título, sem data, sem informação de autor

**Fig. 6** - Joseph Nicephore Niépce - (Point de vue pris d'une fenêtre du Gras à Saint-Loup-de-Varennnes), 1826, 20\*60cm

**Fig. 7** - Louis Mandé Daguerre (1787-1851); sem título, sem data, sem informação de autor

**Fig. 8** - William Fox Talbot (1800-1877); sem título, sem data, sem informação de autor

**Fig. 9** - William Fox Talbot - (The Oriel Window), Lacock Abbey, em 1835, 8.3\*10.7cm

**Fig. 10** - Esquema da formação de Imagem na câmara Pinhole vs Câmara Convencional; por Ivo Guimarães, em 2008

**Fig. 11** - Diferença entre Estenopo irregular e Estenopo regular, por Ivo Guimarães, em 2008

**Fig. 12** - Registo de Imagem Pinhole em Papel Fotográfico, por Ivo Guimarães, em 2009

**Fig. 13** - Representação da imagem digitalizada com código binário, por Ivo Guimarães, em 2008

**Fig. 14** - Câmara Pinhole Zero Image 4x5" (imagem retirada do catálogo online da marca)

**Fig. 15** - Scanner, modelo LIDE 25 da Canon (imagem retirada do site oficial da marca)

**Fig.16** - Imagem obtida sem nenhuma alteração no "scanner", por Ivo Guimarães, em 2009

**Fig.17** - Remoção da lâmpada no Scanner modelo LIDE 25 da Canon, por Ivo Guimarães, em 2009

**Fig. 18** - Captação realizada depois da remoção da lâmpada e com recurso ao software VueScan, por Ivo Guimarães, em 2009

**Fig. 19** - Remoção da linha de micro furos, por Ivo Guimarães, em 2009

**Fig. 20** - Sensor CIS sem protecção, por Ivo Guimarães, em 2009

**Fig. 21** - Isolamento de componentes metálicos do equipamento, por Ivo Guimarães, em 2009

**Fig. 22** - Suporte tipo carregador 4\*5 polegadas, por Ivo Guimarães, em 2009

**Fig. 23** - Software de digitalização VueScan v8.4.89, captação por Ivo Guimarães, em 2009

**Fig. 24** - Comparação directa com processo fotográfico comum, por Ivo Guimarães, em 2009

**Fig. 25** - Ansel Adams (1902-1984)

**Fig. 26** - Digitalização Grayscale 8 bits @ 1200 dpi, por Ivo Guimarães, em 2009

**Fig. 27** - Auto-retrato com um varrimento de aproximadamente 120 segundos, captação por Ivo Guimarães, em 2009

**Fig. 28** - Auto-retrato com um varrimento de aproximadamente 120 segundos, captação por Ivo Guimarães, em 2009

**Fig. 29** - Imagem original captada com câmara pinhole e scanner, por Ivo Guimarães, em 2009

**Fig. 30** - Menu de ajuste de "Levels" do Adobe Photoshop, por Ivo Guimarães, em 2009

**Fig. 31** - Comparação de diferentes tipos de ruído

**Fig. 32** - Comparação de ruído e nitidez a 100% de ampliação, captação por Ivo Guimarães, em 2009

**Fig. 33** - Comparação de imagens antes e depois da correcção de vinhetagem, captação por Ivo Guimarães, em 2009

**Fig. 34** - Imagens registadas com filtragens de vermelho, verde e azul, por Ivo Guimarães, em 2009

**Fig. 35** - Paleta de canais do Adobe Photoshop de cor por canais

**Fig. 36** - Imagem com informação completa de cor, por Ivo Guimarães, em 2009

## **LISTA DE TABELAS**

**Tab. 1** - Tabela de Fórmula de Bogre (1988)

**Tab. 2** - Tabela de Fórmula de Plat (1989)

**Tab. 3** - Tabela de Fórmula de Plat (1990)

**Tab. 4** - Tabela de Fórmula de Fuller (1990)

**Tab. 5** - Tabela básica de exposição em papel RC, sugerida por Eric Renner

**Tab. 6** - Especificações da Câmara Pinhole, Zero Image 4X5"

**Tab. 7** - Tabela de Especificações do Scanner modelo LIDE 25 da Canon

**Tab. 8** - Tabela de sistema de zonas

## INTRODUÇÃO

A fotografia, tal como a conhecemos hoje, não é mais do que o produto de mais de 150 anos de evolução e até mesmo mutação do seu próprio processo.

A fotografia digital, tão em voga nos nossos dias, estabelece com a fotografia tradicional uma relação estranha, tipo Dr. Jekyll & Mr. Hyde, assumindo agora uma nova personalidade e potencialidades diferentes do processo original.

A substituição da película fotográfica pelo CCD e do nitrato de prata pelo Pixel, coloca algumas questões ao próprio processo fotográfico e às imagens obtidas em diferentes suportes.

Muitos estudos e experiências, foram já realizados nesta área com comparação entre os processos fotográficos “analógicos” e “digitais”, e a sua aplicação em diferentes áreas técnicas, científicas ou de simples uso comum.

Juntamente com toda a informação recolhida, existem duas investigações muito específicas que serviram de base a este estudo. O "Scanner Photography Project" desenvolvido pelo artista e designer de interacção Michael Golembewski, entre 2002 e 2006, que consistia num sistema de digitalização com uma câmara de grande formato, obtendo assim imagens com uma resolução de cerca de 200 Mega-Pixeis e o "Demonstration Quality Scanning Digital Camera" desenvolvido por Andrew Davidhazy do Rochester Institute of Technology, em que este demonstra através de diferentes experiências a utilização de um scanner modificado para registo fotográfico.

Com este estudo em particular não se pretende uma abordagem de comparação, mas sim, de exploração da associação de dois equipamentos (Pinhole + Scanner) que não foram à partida concebidos para funcionarem em conjunto.

O processo "Pinhole" produz uma projecção de imagem diferente da produzida pelo conjunto de elementos ópticos de uma objectiva fotográfica, assim como um

"Scanner" faz uma leitura e digitalização de imagem diferente da de um sensor de uma câmara digital.

A associação destes dois equipamentos proporciona a exploração de um processo alternativo que, não pode ser abordado no contexto do "mainstream" da imagem digital, mas sim, num contexto artístico e num estudo da formação da imagem fotográfica e a sua composição.

Da parte prática deste estudo, resultou a construção do seguinte equipamento:



Fig. 1<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Equipamento construído durante o estudo, por Ivo Guimarães, em 2009.

O processo de construção, a exploração de resultados, e as potencialidades a nível de pós-processamento são o objecto central do estudo, contextualizado numa perspectiva histórica e técnica.



## OBJECTIVOS

Com este estudo pretende-se o desenvolvimento de um equipamento de captação fotográfica, que cria um contraponto simples entre os princípios básicos da câmara escura e as recentes tecnologias de registo digital.

Esta abordagem é feita à semelhança das primeiras experiências realizadas pelos pioneiros da fotografia, por um processo de análise de resultados, não pretendendo, no entanto, uma aproximação ou comparação aos processos fotográficos modernos.

O processo alternativo de produção de imagens fotográficas desenvolvido neste estudo, assume aqui um papel que questiona a evolução do processo fotográfico e que nos leva a pensar:

- Como seria a fotografia nos nossos dias se ela tivesse sido inventada de outra forma?



## METODOLOGIA

*A investigação é apenas tão válida quanto a sua interpretação...*

Anne Burdick in "Design Research, Methods & Perspectives" by Brenda Laurel

O processo de investigação, realizado neste trabalho, segue o método científico, ou seja propõe um problema a resolver, constrói uma hipótese ou solução potencial para o problema, formula a hipótese de formas testáveis e, então, tenta verificar esta hipótese por meio de experimentação e observação.

Apresenta-se a seguir uma breve descrição das fases do processo de investigação, sendo cada uma delas analisada.

### **1 - Identificação do problema**

A identificação do problema pode considerar-se a fase mais difícil de um processo de investigação. No caso concreto do estudo, tentou-se formular um problema que obedecesse às seguintes características:

um problema formulado de forma clara e sem ambiguidade, formulado em forma de questão, que permitisse ser testável por métodos empíricos e que, acima de tudo, não representasse qualquer atitude moral ou ética.

Assim, apresenta-se como problema de estudo o seguinte:

“Como produzir fotografia estenopeica digital com recurso a um scanner de varrimento linear?”

## **2 – A investigação**

A investigação obedece a um sistema que assenta na lógica sobre muitos aspectos. Seguindo a lógica dos processos utilizados numa experiência, pode-se avaliar a validade das conclusões a que se chegou.

Toda a investigação teve como referência a própria realidade. Foi a recolha de dados que permitiu identificar a investigação como processo empírico.

A construção da hipótese envolveu um trabalho fortemente significativo realizado no terreno e anteriores investigações.

As ideias e os conceitos formulados neste trabalho, são de investigação própria, mas num sentido mais lato, poderemos afirmar que eles derivam também de um conjunto de trabalhos prévios.

Os projectos "Scanner Photography Project" de Michael Golembewski e "Demonstration Quality Scanning Digital Camera" de Andrew Davidhazy servem de base técnica para este estudo no que se refere à capacidade de um scanner poder registar imagem fotográfica.

Tornou-se necessário passar em revista os trabalhos realizados, com objectivo de evitar repeti-los. Não foram, no entanto, encontrados estudos sobre o registo de imagem com um scanner associado a uma câmara pinhole.

## **3 – Construção da hipótese**

Uma vez identificado o problema, empregou-se o processo lógico de dedução e de indução, para formular a expectativa do resultado do estudo. Houve uma identificação completa com David Caanon, na compilação apresentada por Brenda Laurel no livro *Design Research Methods and Perspectives*, (2003, p.236) quando afirma que:

“a criatividade é um instinto de oportunidade, uma vontade própria que desafia a lógica, uma actividade que provoca no seu criador uma euforia pouco habitual e gera uma sensação de satisfação sem comparação...”

A etapa seguinte à selecção do problema consistiu na formulação das seguintes hipóteses:

- Materiais fotossensíveis com base em nitrato de prata podem ser substituídos por sistemas digitais de captação de imagem;
- O scanner de varrimento linear, depois de sujeito a determinadas alterações, permite o registo de uma imagem formada pela projecção de luz dentro de uma câmara estenopeica;
- O registo de uma projecção de luz, dentro de uma câmara estenopeica, em condições próprias, é equivalente num scanner de varrimento linear ou num suporte com base de nitrato de prata;

Nesta fase, pretendeu-se apelar ao processo criativo, permitindo desta forma a formulação das hipóteses.

Ao longo deste projecto identificou-se, de alguma forma, um percurso semelhante às 3 fases descritas por David Caanon no livro *Design Research Methods and Perspectives*, editado por Brenda Laurel (2003, p.236) na sua descrição da relação entre o criativo e o processo de criação:

- 1 – A capacidade de fazer novas associações entre elementos à partida não associáveis.
- 2 – Vontade própria de perseguir uma ideia embora se saiba que ela pode ser rejeitada.
- 3 – Tolerância à ambiguidade a longo termo.

#### **4 – Metodologia Aplicada**

“A metodologia aplicada corresponde à formulação teórica da investigação. Implica o desenho da investigação, com a indicação do método de abordagem e as técnicas utilizadas...”

No estudo que se apresenta, o método utilizado foi o método hipotético-dedutivo. Este método inicia-se pela percepção de uma lacuna nos conhecimentos, acerca do qual se formulam hipóteses. Concretamente, observou-se que a simples associação de uma câmara estenopeica com um scanner de varrimento linear, não produzia os resultados esperados, pois o scanner foi concebido para registar luz reflectida e não incidente (lacuna nos conhecimentos), sendo assim evidente que seriam necessárias alterações de natureza mecânica no referido equipamento, para que este possa captar luz incidente (novas hipóteses).

De seguida, pelo processo de inferência dedutiva, testa-se a predição da ocorrência de fenómenos abrangidos pela hipótese, observando-se que, com as devidas alterações mecânicas e de software, o scanner de varrimento linear seleccionado para o estudo podia ser agora utilizado como elemento de registo da imagem projectada por uma câmara estenopeica.

*“Quem acreditaria que um espaço tão pequeno pudesse conter a imagem de todo o Universo?*

*Que processo poderoso! Que talento pode permitir penetrar tal natureza?*

*Que língua poderá desvendar tal maravilha? Na verdade nenhuma! Isto é o que leva o ser humano a considerar a existência do divino. Aqui as figuras, aqui as cores, aqui todas as imagens de toda a parte do universo estão contraídas num ponto. E que ponto tão maravilhoso!”*

**Leonardo Da Vinci** comentário sobre a “Camera Obscura”, 1518



# **CAPÍTULO 1**

## **Princípios básicos da câmara escura**



Os antecedentes mais longínquos da fotografia remontam a textos de Aristóteles, do séc. III a.c., em que é descrito pela primeira vez o fenómeno que permite que uma imagem se forme no interior da câmara escura.

Sentado sob uma árvore, *Aristóteles* observou a imagem do sol num eclipse parcial, projectando-se no solo em forma de meia-lua ao passar os seus raios por um pequeno orifício entre as folhas de um plátano. Observou também que, quanto menor fosse o orifício, mais nítida era a imagem.

O fenómeno explica-se através de uma lei da física: a luz viaja em linha recta; se os raios reflectidos por um objecto bem iluminado passam por um orifício muito pequeno, feito em material fino, estes raios não se dispersam, mas cruzam-se e reformam, de “pernas para o ar”, numa superfície branca e plana no outro lado do orifício, uma representação – ou seja: uma imagem do real.

Estes conhecimentos gregos foram resguardados no oriente, enquanto a Europa viveu séculos de ignorância e superstição.

No século XI, um herdeiro da sabedoria grega antiga, Al Hazen, terá sido o primeiro a construir uma câmara estenopecica para estudar o funcionamento do olho humano.

Mais tarde, Leonardo da Vinci (1452-1519), construiu e utilizou, como auxiliar para o desenho, este dispositivo a que chamou “camera obscura”.

Em 1521, Cesare Cesariano, discípulo de Leonardo da Vinci, descreve a câmara obscura numa anotação e em 1545, surge a primeira ilustração da câmara obscura, na obra de Reiner Gemma Frisius, físico e matemático holandês.

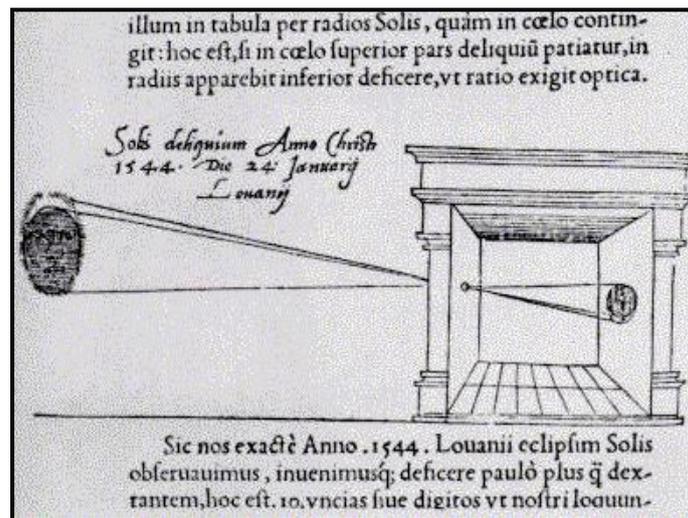


Fig. 2<sup>2</sup>

No século XIV, já se aconselhava o uso da câmara obscura como auxílio ao desenho e à pintura. Leonardo da Vinci fez uma descrição da câmara obscura no seu livro de notas sobre os espelhos, mas não foi publicado até 1797.

Giovanni Baptista della Porta (1541-1615), cientista napolitano, publicou em 1558 uma descrição detalhada sobre a câmara e seus usos no livro *Magia Naturalis sive de Miraculis Rerum Naturalium*. Esta câmara era um quarto estanque à luz, possuía um orifício de um lado e a parede à sua frente pintada de branco. Quando um objecto era posto diante do orifício, do lado de fora do compartimento, a sua imagem era projectada invertida sobre a parede branca.

Mas, como cada ponto do objecto corresponde a um raio luminoso, a imagem formada possui pouca nitidez, e a partir do momento em que se substitui a parede branca pelo pergaminho de desenho, essa falta de definição passou a ser um grande problema, para os artistas que pretendiam usar a câmara escura na pintura.

Alguns, na tentativa de melhorar a qualidade da imagem, diminuía o tamanho do orifício, mas a imagem escurecia proporcionalmente, tornando-se quase impossível ao artista identificá-la. Este problema foi resolvido em 1550 pelo físico milanês Girolano Cardano, que sugeriu o uso da lente biconvexa junto ao orifício, permitindo desse modo

---

<sup>2</sup> Reiner Gemma Frisus, ilustração do Eclipse Solar de 24 de Janeiro de 1544, projectado na Câmara Escura, publicado em 1545

aumentá-lo, para se obter uma imagem clara sem perder a nitidez. Isto foi possível, graças à capacidade de refração do vidro, que torna convergentes os raios luminosos reflectidos pelo objecto; assim, a lente fazia com que para cada ponto luminoso do objecto, correspondesse um ponto na imagem, formando-se ponto por ponto da luz reflectida do objecto uma imagem puntiforme.

Desse modo o uso da câmara escura difundiu-se entre os artistas e intelectuais da época, que logo perceberam a impossibilidade de se obter nitidamente a imagem quando os objectos captados pelo visor estivessem a diferentes distâncias da lente. Ou se focava o objecto mais próximo, variando a distância lente/visor (foco), deixando o mais distante desfocado ou vice-versa. O veneziano Danielo Barbaro, em 1568, no seu livro "*A prática da Perspectiva*", mencionava que variando o diâmetro do orifício, era possível melhorar a nitidez da imagem. Assim outro aprimoramento na câmara escura apareceu: foi instalado um sistema junto com a lente que permitia aumentar e diminuir o orifício. Este foi o primeiro diafragma. Quanto mais fechado o orifício, maior era a possibilidade de focar dois objectos a distâncias diferentes da lente.

Em 1573, o astrónomo e matemático florentino Egnatio Danti, em "*La perspectiva di Euclide*", sugere outro aperfeiçoamento: a utilização de um espelho côncavo para reinverter a imagem. Em 1580, Friedrich Risner descreve uma câmara escura portátil, mas a publicação só foi feita após a sua morte, na obra "*Optics*" de 1606.

A tenda utilizada por Johann Kepler, para os seus desenhos topográficos, utilizada na sua viagem pela Alta Áustria, utilizava uma lente biconvexa e um espelho, para obter uma imagem no tabuleiro de desenho no interior da tenda, em 1620.



Fig. 3<sup>3</sup>

Em 1636, o professor de matemática da Universidade de Altdorf, Daniel Schwenter, na sua obra “*Deliciae physico-mathematicae*”, descreve um elaborado sistema de lentes que combinavam três distâncias focais diferentes. Este sistema foi usado por Hans Hauer, na sua panorâmica de Nuremberg.

Athanasius Kircher em 1646, descreve a sua câmara escura em forma de liteira, ilustrada no “*Ars Magna lucis et umbrae*” e o seu discípulo Kaspar Schott, professor de matemática em Wüzburg, nota que não era necessário o artista se introduzir dentro da câmara escura; na obra *Magia Óptica* de 1657, Schott menciona que um viajante vindo de Espanha, descrevera uma câmara escura que podia ser levada debaixo do braço.



Fig.4<sup>4</sup>

Em 1665, Antônio Canaletto (1697 - 1768) utiliza uma câmara escura com um sistema de lentes intermutáveis, como meio auxiliar de desenhos de vistas panorâmicas.

---

<sup>3</sup> Câmara Escura em forma de tenda utilizada por Johann Kepler, 1620

<sup>4</sup> Grande Câmara Escura em forma de liteira, construída em Roma por Athanasius Kircher, 1646

Em 1676, Johann Christoph Sturm, professor de matemática de Altdorf, na sua obra “Collegium Experimentale sive curiosum”, descreve e ilustra uma câmara escura que utilizava interiormente um espelho a 45 graus, que reflectia a luz vinda da lente para um pergaminho azeitado colocado horizontalmente e um pano preto exterior que funcionava como um anteparo para melhorar a qualidade da visualização da imagem. Johann Zhan, monge de Wüzburgo, ilustrou na sua obra “Oculos Artificialis teledioptricus” (1685-1686), vários tipos de câmaras portáteis do tipo reflex, que possuíam 23 cm de altura e 60 cm de largura.

Nesta altura já havia condições para formar uma imagem satisfatoriamente controlável na câmara escura, mas gravar essa imagem directamente sobre o papel sem intermédio do desenhador foi a nova meta, só alcançada com o desenvolvimento da química.



## **CAPÍTULO 2**

### **A utilização de materiais fotossensíveis associados à câmara escura**



Só na primeira metade do século XIX, foram descobertos e fabricados materiais fotossensíveis capazes de registrar, de uma forma duradoura, a imagem criada no interior da “câmara obscura” - surgia assim a fotografia.

Fotossensibilidade é um fenómeno significa, literalmente, 'sensibilidade à luz'. Na verdade, toda a matéria existente é fotossensível, ou seja, toda ela se modifica com a luz, como um tecido que desbota ao sol, ou mesmo a tinta de uma parede que vai aos poucos perdendo a cor, ou até mesmo a nossa pele que fica mais morena quando exposta ao sol.

Para a reprodução de uma imagem, de nada adiantaria um material de pouca fotossensibilidade, de maneira que todos os cientistas ou curiosos que procuraram de alguma maneira a imagem fotográfica começaram a pesquisar sobre o material que, já há muito era conhecido e considerado o mais fotossensível: os sais de prata.

A própria alquimia renascentista já regista as propriedades fotossensíveis da prata, sendo referenciada em 1566 por Georg Fabricius, o que indica que o conhecimento destas propriedades devia ainda ser anterior ao séc.XVI. Os haletos, ou sais de prata, modificam-se rapidamente com a acção da luz, enegrecendo-se na mesma proporção em que recebem luz. Outros registos, sucessivamente em 1727, 1763, 1777 e 1800, relatam experiências de imagens obtidas a partir de papéis embebidos em soluções de sais de prata. A maior parte dessas experiências eram feitas como uma cópia por contacto, ou seja, algum objecto era colocado sobre o papel sensibilizado, e assim se obtinha uma imagem ou silhueta daquele objecto. Ainda antes de 1800, Thomas Wedgwood (1771-1805), em Inglaterra, chegou a utilizar a câmara escura para obter, com sucesso, essas imagens.

No entanto, após ser feita a impressão de uma imagem no papel de sais de prata, esta imagem não se mantinha estável, pelo simples motivo de a prata continuar fotossensível.

Por outras palavras, a prata reage à luz ficando mais negra à medida que recebe maior quantidade de luz. Então, se gravarmos uma imagem com sais de prata, ao vermos a imagem à luz, a prata continua a ser sensibilizada, enegrecendo gradualmente a imagem obtida.

Este foi o principal problema que os pioneiros da fotografia enfrentaram, a busca de um método eficiente de estabilizar a prata, impedindo-a de se sensibilizar após o registo da imagem.

Nicéphore Niépce, nascido em Châlon-sur-saône, França, em 1765, foi talvez um dos que mais contribuiu para a solução deste problema.



Fig. 5<sup>5</sup>

Em 1793, junto com o seu irmão Claude, oficial da marinha francesa, Joseph Nicéphore Niépce (1765-1833) tenta obter imagens gravadas quimicamente com a câmara escura, durante uma temporada em Cagliari.

Aos 40 anos, Niépce retirou-se do exército francês para se dedicar a invenções técnicas. Nesta época, a litografia era muito popular em França, e como Niépce não tinha habilidade para o desenho, tentou obter através da câmara escura, uma imagem permanente sobre o material litográfico de imprensa. Cobriu um papel com cloreto de

---

<sup>5</sup> Joseph Nicéphore Niépce (1765-1833), sem título, sem data, sem informação de autor.

prata e expôs durante várias horas na câmara escura, obtendo uma fraca imagem parcialmente fixada com ácido nítrico. Como essas imagens eram em negativo e Niépce pretendia imagens positivas que pudessem ser utilizadas como placa de impressão, determinou-se a realizar novas tentativas.

Após alguns anos, Niépce cobriu uma placa de estanho com betume branco da Judeia, que tinha a propriedade de se endurecer quando exposto à luz. Nas partes não afectadas, o betume era retirado com uma solução de essência de alfazema.

Niépce procurou de muitas formas utilizar chapas metálicas emulsionadas com esse betume para obter imagens com a câmara obscura, mas a quantidade de luz era muito pouca, considerando a provável sensibilidade do betume, da ordem de 0,0012 ISO, e o tempo de exposição provavelmente ultrapassava 8 horas. Com isso, além da modificação das sombras, pelo movimento da Terra em relação ao Sol, que deixava a imagem irregular e confusa, o solvente também evaporava e a chapa ficava inteiramente seca.

Niépce percebeu que os melhores resultados eram obtidos com soluções de brometo e iodeto de prata, tanto pela velocidade de captura da imagem (cerca de 12 horas) quanto pela nitidez advinda da facilidade do brometo em combinar-se com o mercúrio na revelação.

O grande problema era fixar a imagem obtida, uma vez que, embora Niépce tivesse atingido uma solução satisfatória, emulsionado um placa de estanho com ela e a expondo com uma câmara escura, a imagem não se perpetuava na placa.

Em 1826, Niépce uniu-se a um outro cientista, bem mais novo do que ele, que também pesquisava maneiras de registrar e fixar imagens na câmara escura. Chamava-se Louis Jacques M. N. P. Daguerre. Neste mesmo ano, Niépce conseguiu pela primeira vez fixar, satisfatoriamente, uma imagem obtida da janela de sua casa, e que é considerada a

primeira fotografia da história. Ao obtê-la, Niépce deu o nome a esse processo de Heliografia, ou "escrita do sol".



Fig. 6<sup>6</sup>

A sociedade entre Daguerre e Niépce tinha por objectivo o desenvolvimento das técnicas até então desenvolvidas, para aumentar a sensibilidade dos halogéneos de prata, e assim diminuindo consideravelmente o tempo de exposição, e ao mesmo tempo aumentando a nitidez das imagens. Esta sociedade durou pouco tempo, pois Niépce morreu em 1833.

---

<sup>6</sup> Joseph Nicéphore Niépce - (Point de vue pris d'une fenêtre du Gras à Saint-Loup-de-Varenes), 1826, 20\*16cm



Fig. 7<sup>7</sup>

Daguerre continuou as experiências de Nièpce melhorando o processo.

Primeiro, conseguiu obter chapas metálicas com soluções muito mais nítidas, mas a alteração da fórmula dos haletos de prata, provocou uma extrema incompatibilidade com os agentes fixadores desenvolvidos por Nièpce.

Por volta de 1835, Daguerre desenvolveu o fixador à base de vapor de mercúrio, tornando possível a fixação da sua emulsão fotossensível, a que ele chamou Daguerreotipia.

O Daguerreótipo foi, por muito tempo, a técnica fotossensível mais utilizada na Europa, não obstante as várias experiências similares que eram desenvolvidas paralelamente noutros lugares.

Em Inglaterra, por exemplo, uma das maiores contribuições para a evolução da fotografia foi dada por William Fox Talbot.



Fig. 8<sup>8</sup>

---

<sup>7</sup> Louis Mandé Daguerre (1787-1851), sem título, sem data, sem informação de autor

<sup>8</sup> William Fox Talbot (1800-1877), sem título, sem data, sem informação de autor

Aristocrata inglês que em 1841 (em simultâneo com o processo do Daguerreótipo), patenteou uma nova forma de tratar o registo fotossensível: ao invés de emulsionar uma chapa metálica, Talbot emulsionou uma folha de papel, e com cloreto de prata; obteve uma imagem negativa. Ora, se emulsionasse outra folha de papel e as colocasse em contacto, obteria uma imagem positiva.

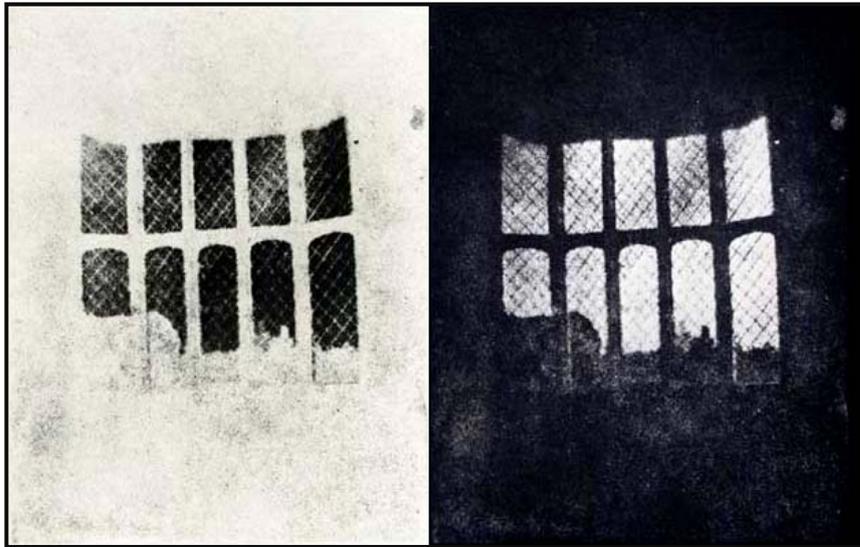


Fig. 9<sup>9</sup>

Talbot, foi o responsável pelo primeiro processo fotográfico que permitia a reprodutibilidade de um mesmo original, através da técnica do negativo-positivo, usada até hoje. Talbot baptizou o processo de Calotipia.

Até 1860, tanto a Calotipia como o Daguerreótipo mantinham-se soberanos como os únicos processos fotográficos de qualidade, amplamente difundidos na Europa, América e Ásia. O Daguerreótipo mantinha as suas limitações de reprodutibilidade, enquanto o calótipo foi estudado com mais afinco por, justamente, possibilitar um número ilimitado de cópias de uma única matriz, ainda que com resultados não muito satisfatórios.

---

<sup>9</sup> William Fox Talbot - (Oriel Window, Lacock Abbey), 1835, 8,3\*10.7cm.

A entrada da década de 60 do séc. XIX marcou o advento das novas tecnologias: Agora, invés de emulsionar um papel, tentou-se a emulsão em placas de vidro, pois, sendo transparente, permitia a reprodução com uma qualidade de imagem muito superior ao calótipo. Havia apenas o problema de fixar a emulsão no vidro, que, por não ser poroso e absorvente como o papel, não ficava estabilizado na chapa.

Com a resolução deste problema, em 1851, pelo inglês Scott Archer (que misturou a emulsão num líquido adesivo chamado colódio), a chapa de vidro tornou-se a nova coqueluche da fotografia.

Mas, ainda não era o processo definitivo: tais chapas precisavam ser preparadas, expostas e reveladas rapidamente, porque, ao secar, a emulsão perdia a sua capacidade fotossensível, o que obrigava o fotógrafo a movimentar-se com todo o equipamento, para preparar as chapas onde quer que fosse.

Foi um médico inglês, Richard Maddox, que, em 1871, experimentou invés de colódio, uma suspensão de nitrato de prata em gelatina de secagem rápida. A gelatina não só conservava a emulsão fotográfica para uso após a secagem como, também aumentava drasticamente a sensibilidade dos haletos de prata, tornando a fotografia, finalmente, instantânea.



## **CAPÍTULO 3**

### **O Processo “Pinhole”**



David Brewster, cientista escocês, em 1850 foi o primeiro a fazer fotografias estenopeicas. Inventou também a palavra "pinhole", ou o "pin-hole" com um hífen, que usou no seu livro "The Stereoscope", publicado em 1856. Joseph Petzval usou o termo "camara naturalis" em 1859, já Dehors e Deslandres, mais tarde em 1880, propuseram o termo "fotografia stenopeica". Hoje em francês "sténopé" é o termo usado para o "pinhole" do inglês.

Trata-se basicamente de um compartimento todo fechado onde não existe luz, ou seja, uma câmara escura com um pequeno orifício. A diferença básica da fotografia pinhole para a convencional está na óptica. A imagem produzida numa pinhole apresenta uma profundidade de campo quase infinita, ou seja, tem um foco suave em todos os planos da cena. Se os elementos ópticos em função da sua construção se apresentam com uma distância mínima de focagem, o mesmo já não acontece quando se utiliza uma pinhole.

Não possuindo elementos ópticos, a pinhole, não forma a sua imagem baseada na refração da luz, por isso a imagem formada é o resultado de um percurso sem interferências, determinando que a sua profundidade de campo seja infinita.

Uma lente convencional recolhe os raios de luz através de uma abertura relativamente grande, convergindo-os depois para um ponto de foco no plano do filme.

A profundidade de campo é limitada, pelo facto de que objectos em diferentes planos não podem ser representados na mesma distância focal. O foco é mantido apenas com pequenas variações nas distâncias dos objectos, porque a distância entre a lente e a imagem aumenta, à medida que a distância do objecto diminui.

A pinhole tem uma profundidade de campo muito superior, por criar a zona de foco apenas limitando o diâmetro da abertura, e não pela convergência de raios de luz de um feixe.

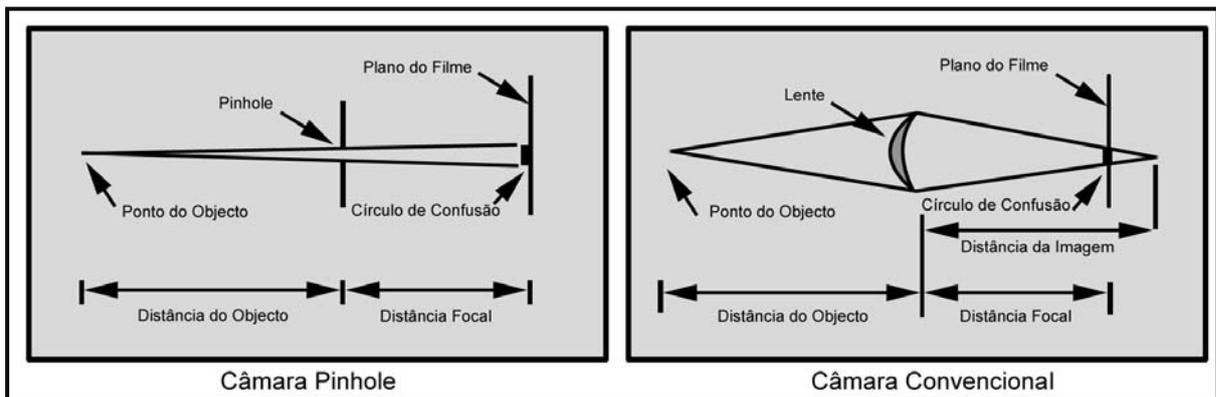


Fig. 10<sup>10</sup>

Numa câmara convencional, o ponto de foco ideal é determinado pelo desfoque equivalente para objectos próximos e afastados nas distâncias mais próximas e mais afastadas na cena. A latitude de foco está, normalmente assinalada no anel de foco da objectiva e depende da abertura de diafragma. O limite de foco da objectiva atinge o seu ponto máximo na posição de distância Hiperfocal, que é o foco mais próximo em que os objectos no infinito têm um desfoque aceitável.

Numa câmara pinhole, virtualmente todos os pontos têm o mesmo foco que é determinado pelo diâmetro do estenopo. A melhor qualidade do foco é determinada pelo diâmetro ideal que depende da distância do objecto e da distância focal. Se a abertura for demasiadamente pequena, o desfoque aumenta, devido ao efeito de refração. Se a abertura for demasiadamente grande, o desfoque aumenta, devido ao efeito geométrico.

A qualidade do furo também é um factor importante, pois um furo que não seja totalmente circular, ou que apresente irregularidades na sua forma, pode comprometer a qualidade final da imagem. As pequenas dimensões do furo obrigam, normalmente, ao recurso de uma lupa para uma análise mais cuidada.

<sup>10</sup> Esquema da formação de Imagem na câmara Pinhole Vs Câmara Convencional

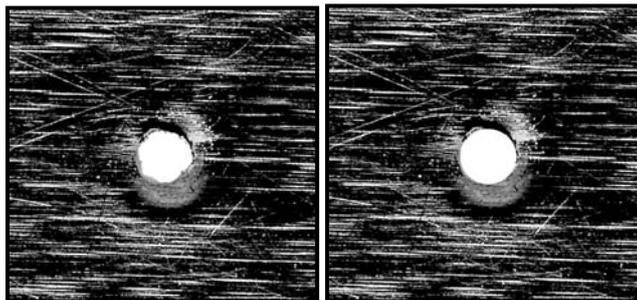


Fig. 11<sup>11</sup>

Segundo Eric Renner, director do “Pinhole Journal”, foram feitos nos últimos 125 anos pelo menos 50 tabelas sugerindo diâmetros de pinhole ideais, derivando muitas da mesma fórmula básica.

Embora o diâmetro rigoroso da pinhole não seja fundamental para a obtenção da imagem, é possível calcular, para cada distância focal, um diâmetro “ideal”, ou seja, o diâmetro que produz a imagem mais nítida possível.

Joseph Petzval de Viena, foi, em 1857, um dos pioneiros na tentativa de encontrar uma fórmula matemática para o cálculo do diâmetro ideal para a melhor definição de uma imagem pinhole.

O Inglês Lord Rayleigh (John William Strutt, 1842–1919), vencedor de um Prémio Nobel, trabalhou em fórmulas de diâmetros de pinhole durante cerca de 10 anos. Muitas outras fórmulas foram produzidas e publicadas desde 1880, mas a de Lord Rayleigh continua a ser uma das utilizadas ainda hoje e, consiste no seguinte:

$$d = 1.9 * \sqrt{l * f}$$

sendo que:

d = diâmetro do estenopo

l = comprimento de onda da luz

f = distância focal ou distância do estenopo ao material fotossensível

---

<sup>11</sup> Diferença entre Estenopo irregular e Estenopo regular, por Ivo Guimarães, em 2009.

Para o comprimento de onda da luz, podem ser usados diferentes valores médios. Por norma é usado o valor da luz amarela-verde que ronda os 0,00055 nm.

Uma outra variante desta fórmula consiste nas seguintes variáveis:

$$r = \sqrt{l * c * f}$$

sendo que:

r = raio do estenopo

l = comprimento de onda da luz

c = uma constante, normalmente uma fracção decimal entre 0.5 e 1

f = distância focal ou distância do estenopo ao material fotosensível

Platt em 1989 publicou a seguinte fórmula:

$$d \times d = f/k$$

sendo que:

k = uma constante de aproximadamente 1300

Dobson, por sua vez, publicou em 1991 uma outra fórmula:

$$d = \sqrt{f}/25$$

A fórmula de Lord Rayleigh e as publicadas por Platt e Dobson, produzem de alguma forma resultados diferentes, embora todas elas sejam válidas.

As tabelas apresentadas representam as fórmulas mais utilizadas nos nossos dias:

### Bogre (1988)

Distância focal (mm)	Melhor diâmetro de abertura	f-stop equivalente	Factor de exposição para f/22
50 mm	0.29 mm	f/174	63 x
75 mm	0.35 mm	f/213	94 x
100 mm	0.41 mm	f/246	125 x
125 mm	0.45 mm	f/275	157 x
150 mm	0.50 mm	f/203	188 x
200 mm	0.57 mm	f/348	250 x
250 mm	0.64 mm	f/389	313 x
300 mm	0.70 mm	f/426	376 x

Tab.1<sup>12</sup>

---

<sup>12</sup> Tabela de Fórmula de Bogre (1988)

**Platt (1989)**

<b>Distância focal (mm)</b>	<b>Diâmetro do estenopo (mm)</b>	<b>f-stop</b>
130	0.33	380
210	0.40	500
260	0.46	550
320	0.50	650
420	0.58	690
550	0.66	800
650	0.74	930
750	0.79	960
1000	0.91	1120

**Tab.2<sup>13</sup>**

---

<sup>13</sup> Tabela de Fórmula de Platt (1989)

**Holter (1990)**

<b>Distância focal (mm)</b>	<b>Diâmetro do estenopo (mm)</b>	<b>f-stop</b>	<b>Factor de exposição para f/16</b>
10	0.14	70	20
20	0.20	100	40
30	0.24	125	60
40	0.28	140	80
50	0.31	160	100
60	0.34	180	125
70	0.37	190	140
80	0.40	200	160
90	0.42	214	180
100	0.45	220	190
150	0.54	280	300
200	0.63	318	400
250	0.70	360	500
300	0.78	380	560
350	0.84	418	700
400	0.89	450	800

**Tab. 3<sup>14</sup>**

---

<sup>14</sup> Tabela de Fórmula de Holter (1990)

Fuller (1992)

Distância focal (mm)	Diâmetro do estenopo (mm)	f-stop
50	0.26	200
75	0.32	220
100	0.45	240
150	0.55	270
200	0.63	320
250	0.71	350
300	0.77	390
350	0.83	420
400	0.89	450
500	1.00	500

Tab. 4<sup>15</sup>

Assim sendo, e uma vez calculado o Número de f/ uma fórmula básica, pode ser usada para calcular a exposição necessária.

Numa câmara pinhole, o número de f/ é fixo e consiste na relação entre a distância do estenopo ao plano do material fotossensível e o diâmetro do orifício, traduzido pela seguinte fórmula:

$$f = F/d$$

---

<sup>15</sup> Tabela de Fórmula de Fuller (1990)

Sendo  $f$  o número  $f/$ , do diâmetro do estenopo e  $F$  a distância deste ao material fotossensível.

Esta foi a fórmula utilizada para calcular a exposição na imagem seguinte:

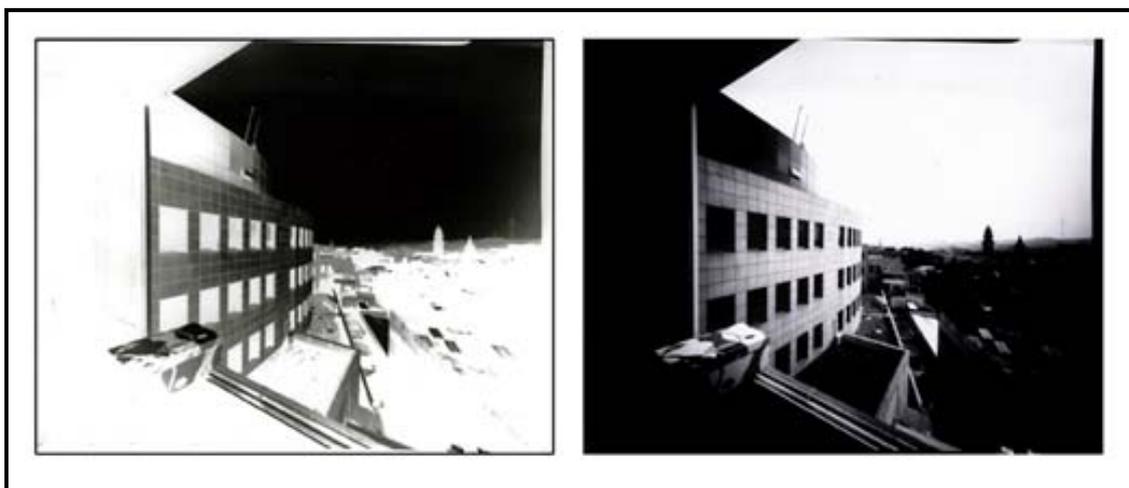


Fig. 12<sup>16</sup>

Diafragma:  $f/176$

Exposição: 4 min.

Negativo em Papel Ilford Multigrade RC IV

---

<sup>16</sup> Registo de Imagem Pinhole em Papel Fotográfico, por Ivo Guimarães, em 2009.

Eric Renner sugere uma tabela básica, que embora pouco rigorosa, pode ser utilizada como referência para a exposição de papel RC em diferentes condições de luz:

Light condition	Camera focal length	RC paper
Full sun	1½ inch (38 mm)	15 seconds
	3 inch (75 mm)	40 seconds
	6 inch (150 mm)	3 minutes
Hazy sun	1½ inch (38 mm)	40 seconds
	3 inch (75 mm)	3 minutes
	6 inch (150 mm)	8 minutes
Cloudy	1½ inch (38 mm)	3 minutes
	3 inch (75 mm)	8 minutes
	6 inch (150 mm)	18 minutes
Deep shade	1½ inch (38 mm)	8 minutes
	3 inch (75 mm)	18 minutes
	6 inch (150 mm)	40 minutes

**Tab. 5<sup>17</sup>**

---

<sup>17</sup> Tabela básica de exposição em papel RC, sugerida por Eric Renner

## **CAPÍTULO 4**

# **A Imagem digitalizada e suas características**



Uma imagem digital é conseguida através de hardware de captura, capaz de ler informação cromática analógica e convertê-la para linguagem binária. Todos os "scanners" se baseiam no princípio da reflectância da luz, que consiste em posicionar a imagem para que uma luz a ilumine. Um sensor capta a luz reflectida pela figura, formando assim uma imagem digital. Os "scanners" mais simples usam lâmpadas fluorescentes para iluminar a imagem, enquanto os mais sofisticados, usam uma lâmpada do tipo cátodo-frio.

Outro factor determinante para a qualidade de imagens digitalizadas, é o sensor que pode ter diferentes características, mediante o tipo de tecnologia que usa.

**Photo Multiplier Tube (PMT):** usado nos scanners de tambor mais sofisticados. Este tipo de scanner é usado principalmente na indústria gráfica, para impressões de alta qualidade. Para digitalizar a imagem, a mesma é posta num cilindro de vidro que gira em alta velocidade ao redor do sensor PMT, que divide a luz reflectida em três feixes passando estes por filtros que geram a imagem digitalizada. Devido a sua complexidade, os scanners de tambor praticamente só são usados em aplicações profissionais.

**Charge Coupled Device (CCD):** este sensor é usado nos scanners de utilização comum. Permite uma boa qualidade com baixos custos de produção. O sensor CCD é usado inclusivé, em equipamentos de FAX e câmaras digitais. Este tipo de sensor transforma a luz reflectida em sinais eléctricos que, por sua vez, são convertidos em bits através de um circuito denominado conversor analógico-digital. Os scanners de mesa geralmente possuem vários sensores CCD organizados em linha recta.

**Contact Image Sensor (CIS):** esse tipo de sensor usa uma série de LEDs vermelhos, azuis e verdes para produzir a luz branca e substituir os espelhos e lentes usados nos scanners com sensor CCD. Isso permite uma digitalização mais leve e que gasta menos energia. No entanto, a qualidade da imagem digitalizada é inferior à do CCD, mas o suficiente para aplicações simples.

O resultado conseguido na digitalização de imagens não depende apenas do equipamento utilizado, mas também do programa que o acompanha. Seja na forma de drivers TWAIN, plug-ins ou softwares independentes, esses programas definem parâmetros e fazem ajustes no scanner para que se obtenham imagens de melhor qualidade.

O processo de digitalização consiste, na realidade, em reproduzir um original para uma imagem (digital), que é organizada com um conjunto de "pixels" (picture element), dividido em linhas e colunas. O pixel consiste na intercepção de uma linha com uma coluna.

A este é atribuído um valor tonal (preto, branco, cinzento, cor), representado através de um código binário (por exemplo, 0 para o preto e 1 para o branco).

1	1	1	1	1	1	1	1	1
0	0	0	1	1	1	1	1	1
1	1	0	1	1	1	1	1	1
1	1	0	0	0	1	1	1	1
1	1	1	1	0	1	1	1	1
1	1	1	1	0	0	0	1	1
1	1	1	1	1	1	0	1	1
1	1	1	1	1	1	0	0	0
1	1	1	1	1	1	1	1	1

Fig. 13<sup>18</sup>

Cada imagem digital obtida, pode facilmente ser definida através da sua dimensão (**ppi** – *pixels per inch* – *pontos por polegada*): se, por exemplo, digitalizarmos a 300 ppi uma imagem de 2 x 3 polegadas (5,08 x 7,62 cm), a respectiva dimensão será de 2" x 300 = **600 px** e 3" x 300 = **900 px**

---

<sup>18</sup> Representação da imagem digitalizada com código binário

A resolução do scanner define a riqueza de detalhes que o aparelho é capaz de captar, quanto maior for o valor de ppi do scanner, mais detalhada é a imagem digitalizada.

Um "scanner" de mesa geralmente possui um "Photo Site" ou seja, elemento do sensor para cada pixel da imagem a ser digitalizada. Assim um scanner que aceita papéis com largura de 8,5 polegadas (21 cm) e com resolução óptica de 600 ppi, possui um sensor com 5100 elementos no CCD (600 x 8,5). Estes elementos do sensor formam a cabeça de leitura do scanner que, através de um sistema mecânico de varrimento, deslocam a cabeça de leitura ao longo do documento digitalizado.

Por sua vez, o número de *bits* usado para definir um *pixel*, determina a respectiva profundidade de cor, ou seja, as características da paleta de cor com que o vemos a imagem digitalizada:

- Uma imagem bitonal (preto e branco) é representada por *pixels* de 1 *bit* cada (0 e 1)
- Uma imagem em tonalidades de cinzento é composta por *pixels* representados por múltiplos *bits* (geralmente, de 2 a 8), permitindo variadas combinações numéricas (por exemplo, 00 para o branco, 11 para o preto e, portanto, 01 para o cinzento claro e 10 para o cinzento escuro, etc.);
- Uma imagem a cores é composta por *pixels* representados por um mínimo de 8 a 24 *bits* cada, o que permite composições obviamente muito mais alargadas.

As cores presentes nesta paleta são formadas por uma determinada quantidade de vermelho, verde e azul [chamado padrão RGB, iniciais de *red* (vermelho), *green* (verde) e *blue* (azul)].

A quantidade de cada uma dessas cores básicas pode ser medida de 0 a 255. O primeiro número corresponde à ausência total da cor e o último à sua intensidade máxima.

Assim, a cada pixel estão associados três números de 0 a 255, um para o vermelho (R), outro para o verde (G) e mais outro para o azul (B). São, portanto,  $256 \times 256 \times 256 = 16.777.216$  cores diferentes (o olho humano não tem sensibilidade para perceber as diferenças entre todas elas). O caso particular de  $R=0, G=0, B=0$  é o preto e a cor resultante de  $R=255, G=255$  e  $B=255$  é o branco.

Cada um desses 256 números que vão de 0 a 255 é denominado de um byte. Um byte, portanto, carrega uma informação básica no espaço digital. Entretanto, esses números não são escritos no sistema decimal usual, mas no sistema binário, onde, conseqüentemente, só há dois algarismos (o zero e o um). Esses dois algarismos chamam-se bits. Para se escrever 256 números no sistema binário são necessários números de oito algarismos (é por isso que se diz que um byte possui oito bits). Como cada algarismo só pode ser 0 ou 1 (portanto, só há duas possibilidades), sendo o total definido por  $2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 = 256$ .

Assim, uma informação básica é transportada por um conjunto de oito algarismos representados por zero ou um. Cada uma das combinações corresponde a 256 números diferentes. Por exemplo, os números 0, 1, 2, 3, 4, 5, etc., expressos na linguagem decimal com oito algarismos, seriam:

0 : 00000000  
1 : 00000001  
2 : 00000010  
3 : 00000011  
4 : 00000100  
5 : 00000101  
6 : 00000111  
7 : 00001000

## **CAPÍTULO 5**

# **Estudo da associação da câmara pinhole a um scanner de varrimento linear**



A utilização de um scanner linear como sistema de captura de uma imagem projectada por uma câmara pinhole, pode, à partida, parecer uma forma simples de obtenção de uma imagem em formato digital. No entanto, esta associação levanta alguns problemas de ordem técnica a nível mecânico, electrónico, informático e até mesmo ao nível da composição da imagem final produzida. O problema inicial que se coloca consiste na escolha dos equipamentos a utilizar (pinhole e scanner) e na sua eventual modificação, para que possam funcionar em conjunto.

### A câmara Pinhole

Depois de alguns testes com câmaras de construção caseira de vários formatos e da utilização de furos em folha de cobre e alumínio com diferentes diâmetros, resolveu-se optar pela utilização de uma câmara "pinhole" comercial, neste caso o modelo de 4x5" fabricado pela Zero Image.

Especificações	Câmara	Extensão	
Material:	Madeira de teca e cobre.		
Dimensões:	30mm (D) x 155mm (H) x 135 mm (W)		
Carregadores de filme:	4x5 sheet/pack film holder, Polaroid 545, Type 55, Calumet 6x9 or 6x12 roll-film back.		
Tripé:	Rosca 1/4"		
Peso:	168gm or 6oz	134gm or 4.5oz	
Distância focal:	25mm	Extensão de 25mm adicional	
		50mm	75mm
Pinhole:	0.2mm	0.28mm	0.4mm
F/Stop:	f/138	f/176	f/216
Zone Plate:	11 zonas	21 zonas	33 zonas
F/stop (zone plate):	f/43.25	f/45.54	f/44.7

Tab. 6<sup>19</sup>

<sup>19</sup> Especificações da Câmara Pinhole, Zero Image 4X5"



Fig. 14<sup>20</sup>

Esta câmara, pelas suas características técnicas e qualidade de construção, é sem dúvida, a melhor opção para a obtenção de imagens com uma boa definição e a sua versatilidade de acessórios permite diferentes distâncias focais, através de extensões de 25mm que permitem à câmara distâncias focais de 25mm, 50mm e 75mm. Este modelo permite ainda três diferentes aberturas de diafragma de 0,2mm, 0,28mm e 0,4mm, obtidos através de perfuração a laser o que seria complicado conseguir com uma câmara de construção manual.

Quanto ao formato de 4x5 polegadas, este apresenta uma área considerável para a projecção e posterior digitalização da imagem, permitindo assim uma maior resolução na imagem final.

---

<sup>20</sup> Câmara Pinhole Zero Image 4x5" (imagem retirada do catálogo online da marca)

## O Scanner

A escolha do scanner teve como base dois factores essenciais:

- a tecnologia do sensor;
- o tipo de alimentação eléctrica usada pelo equipamento;

Depois de analisados alguns modelos de diferentes marcas, a opção acabou por ser feita pelo modelo LIDE 25 da Canon.

### Especificações do Produto

<b>Tipo</b>	Scanner Plano a Cores de Secretária
<b>Elemento de Digitalização</b>	CIS (Sensor de Imagem por Contacto)
<b>Fonte de Iluminação</b>	LED (LIDE)
<b>Resolução Óptica</b>	1200 x 2400 <sup>1</sup> dpi
<b>Resolução Selectiva</b>	25 a 19200 <sup>1</sup> dpi
<b>Interface</b>	U SB
<b>Gradação da Digitalização (em cor)</b>	Entrada de 48 bits, saída de 24 bits
<b>Gradação da Digitalização (em escala de cinzentos)</b>	Entrada de 16 bits, saída de 8 bits
<b>Tamanho máximo do documento</b>	A4 / Carta [216 x 297 mm]
<b>Velocidade antecipada</b>	Aprox. 16 segundos (documento A4 a cores, excluindo o tempo de calibragem)
<b>Velocidade da digitalização (cor)</b>	16 mseg/linha (600 dpi), 32 mseg/linha (1200 dpi)
<b>Velocidade da digitalização (em escala de cinzentos)</b>	5,3 mseg/linha (600 dpi), 10,6 mseg/linha (1200 dpi)
<b>Velocidade da digitalização (B&amp;W)</b>	5,3 mseg/linha (600 dpi), 10,6 mseg/linha (1200 dpi)
<b>Fonte de Energia</b>	Alimentado através da porta USB
<b>Consumo de energia</b>	2,5 W em Funcionamento 1,4 W no modo de Espera
<b>Dimensões</b>	256 x 383 x 34 mm
<b>Peso</b>	Aprox.1,5 kg
<b>Leque operacional (Temperatura)</b>	5 °C a 35 °C
<b>Leque operacional (Humidade)</b>	10% a 90% HR sem formação de condensação
<b>Requisitos do Sistema</b>	Para Windows 98, 2000 Pro, Me, XP (Home/Pro Media Center 2004): CPU: Pentium II 300 MHz ou superior. 128 MB de RAM. Porta USB <sup>1</sup> , unidade de CD ROM, High colour (16 bits), visor 1024 x 768. Para Mac OS X v10.2 - 10.3.x (só modo nativo): PowerPC G3, 128 MB de RAM, porta USB <sup>1</sup> , 32.000 cores, visor 1024 x 768

Tab. 7<sup>21</sup>

---

<sup>21</sup> Tabela de Especificações do Scanner modelo LIDE 25 da Canon

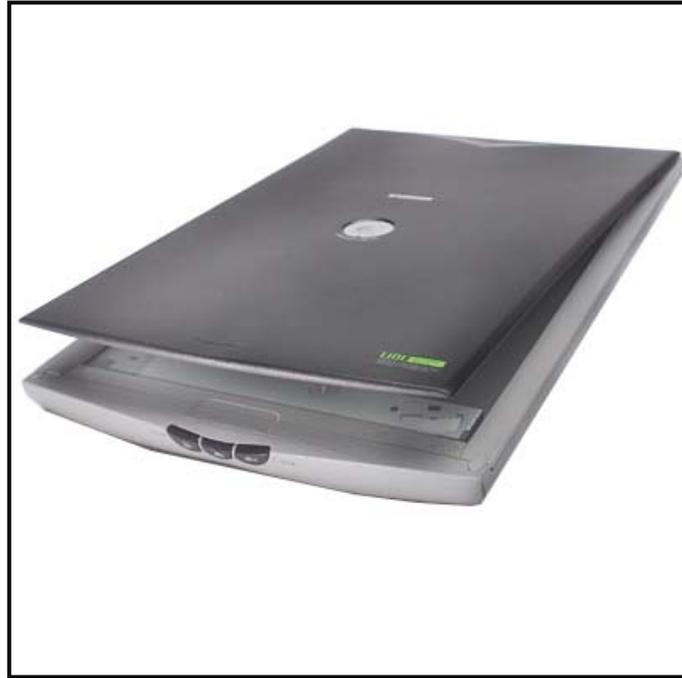


Fig. 15<sup>22</sup>

Este scanner representa uma boa solução para os dois factores essenciais, uma vez que a tecnologia de digitalização tem por base um sensor CIS (Contact Image Sensor) linear, permitindo uma leitura óptica da área total de imagem ao contrário dos equipamentos com tecnologia CCD (Charge coupled Device), que recorrem a sensores mais pequenos que ampliam a sua capacidade com recurso a lentes e espelhos, de modo a poder cobrir a área total da imagem.

Relativamente à alimentação eléctrica, este scanner funciona apenas com recurso à alimentação fornecida pela porta USB (Universal Serial Bus) ao contrário de outros modelos que necessitam de diferentes voltagens fornecidas por transformadores ligados a uma fonte de 220v.

A alimentação através da porta USB facilita o funcionamento e a portabilidade do equipamento, que ligado a um computador portátil pode ser usado praticamente em qualquer lugar.

---

<sup>22</sup> Scanner modelo LIDE 25 da Canon (imagem retirada do site oficial da marca)

Este equipamento foi produzido para ser utilizado como um scanner de mesa preparado para a digitalização de opacos, e não para o registo de uma imagem projectada, como o que se pretende neste projecto específico.

A primeira experiência que resultou da simples associação da câmara pinhole ao scanner deu origem à seguinte imagem.



Fig. 16<sup>23</sup>

Esta primeira imagem obtida demonstrou que a lâmpada do scanner, que é um elemento essencial na digitalização de um opaco, representa, neste caso, um problema técnico, quando tentamos digitalizar uma imagem projectada, uma vez que provoca um excesso de luz, que anula a informação luminosa da imagem projectada.

---

<sup>23</sup> Imagem obtida sem nenhuma alteração no "scanner", por Ivo Guimarães, em 2009.

Para que o scanner possa ser usado como um elemento fotográfico, são necessárias algumas modificações às suas características de fábrica.

A primeira modificação passou, precisamente, pela desactivação da lâmpada do scanner de forma a esta não interferir no registo da imagem projectada.

Tentou-se, inicialmente, cobrir a lâmpada mas acabou por se verificar a existência de pequenas fugas de luz que, perturbavam o registo de imagem, portanto a total remoção da lâmpada, acabou por ser a melhor solução.



Fig. 17<sup>24</sup>

A remoção da lâmpada resolve o problema da captura de imagem, mas coloca um outro problema, pois agora o "scanner" deixa de ser funcional a nível de "software". Uma

---

<sup>24</sup> Remoção da lâmpada no Scanner LIDE 25 da Canon, por Ivo Guimarães, em 2009.

das funções do software de origem do scanner passa pelo aquecimento e calibração da lâmpada, que deixa de ser funcional depois da remoção desta.

A utilização do software original torna-se agora impossível, uma vez que este apresenta uma mensagem de erro, que impossibilita a continuação da digitalização.

Este problema foi ultrapassado com recurso ao VueScan<sup>25</sup>, um software genérico de digitalização que não apresenta problemas na comunicação com o scanner depois de removida a lâmpada.

A imagem seguinte, foi obtida nesta fase do projecto.

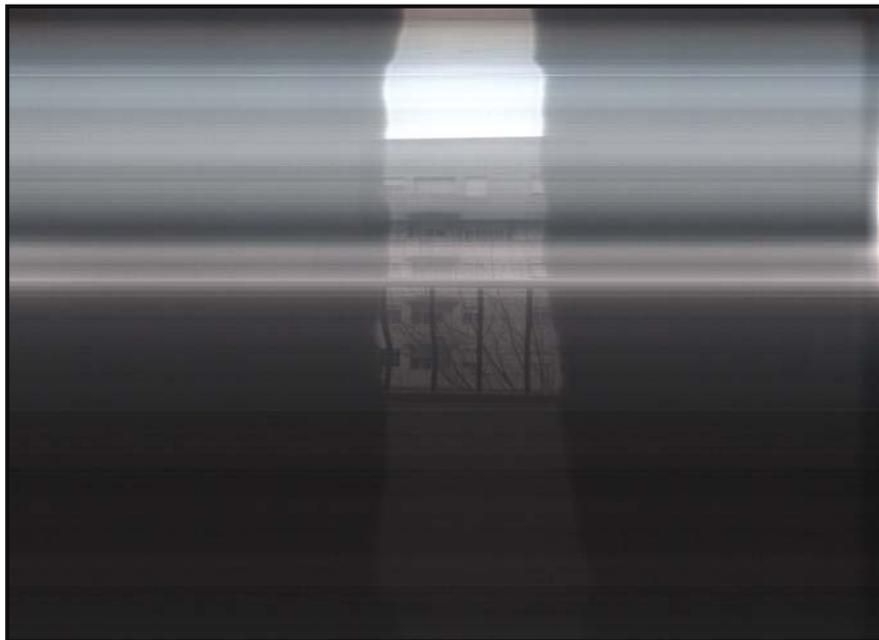


Fig. 18<sup>26</sup>

---

<sup>25</sup> Software genérico de digitalização criado em 1998 por Ed Hamrick que suporta mais de 1200 modelos de scanners.

<sup>26</sup> Captação realizada depois da remoção da lâmpada e com recurso ao software VueScan, por Ivo Guimarães, em 2009.

A imagem apresenta agora informação fotográfica, mas apenas na zona central do enquadramento. Isto deve-se ao facto de o scanner possuir uma linha de pequenos furos sobre o sensor CIS, que no caso da digitalização de opacos melhoram a leitura e definição de imagem, mas neste caso impede o registo da imagem projectada nos limites laterais do enquadramento.

A remoção da linha de micro furos representa mais uma modificação que tem que ser feita no scanner.

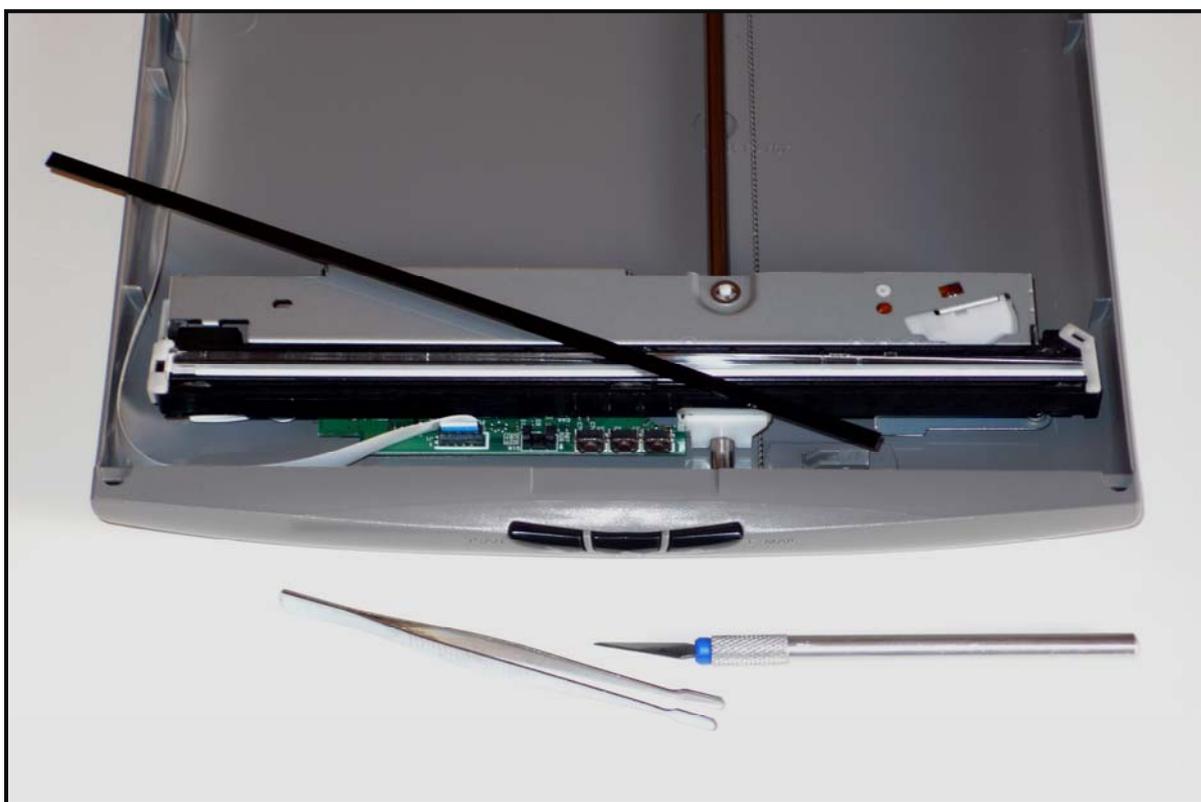


Fig. 19<sup>27</sup>

O sensor CIS fica agora exposto, permitindo assim uma captura directa da luz e uma leitura constante da informação ao longo de todo o enquadramento.

---

<sup>27</sup> Remoção da linha de micro furos, por Ivo Guimarães, em 2009.



Fig. 20<sup>28</sup>

Uma outra modificação passa pela protecção de todos os componentes metálicos do equipamento que possam causar algum tipo de reflexão e conseqüente "luz parasita" no registo de imagem.

---

<sup>28</sup> Sensor CIS sem protecção, por Ivo Guimarães, em 2009.



Fig. 21<sup>29</sup>

Depois de novamente montado o vidro do scanner, foi construído um sistema de suporte que simula o formato de um carregador de película de 4x5 polegadas e permite a acopulação da câmara pinhole ao scanner, sendo a restante área isolada da luz.

---

<sup>29</sup> Isolamento de componentes metálicos do equipamento, por Ivo Guimarães, em 2009.

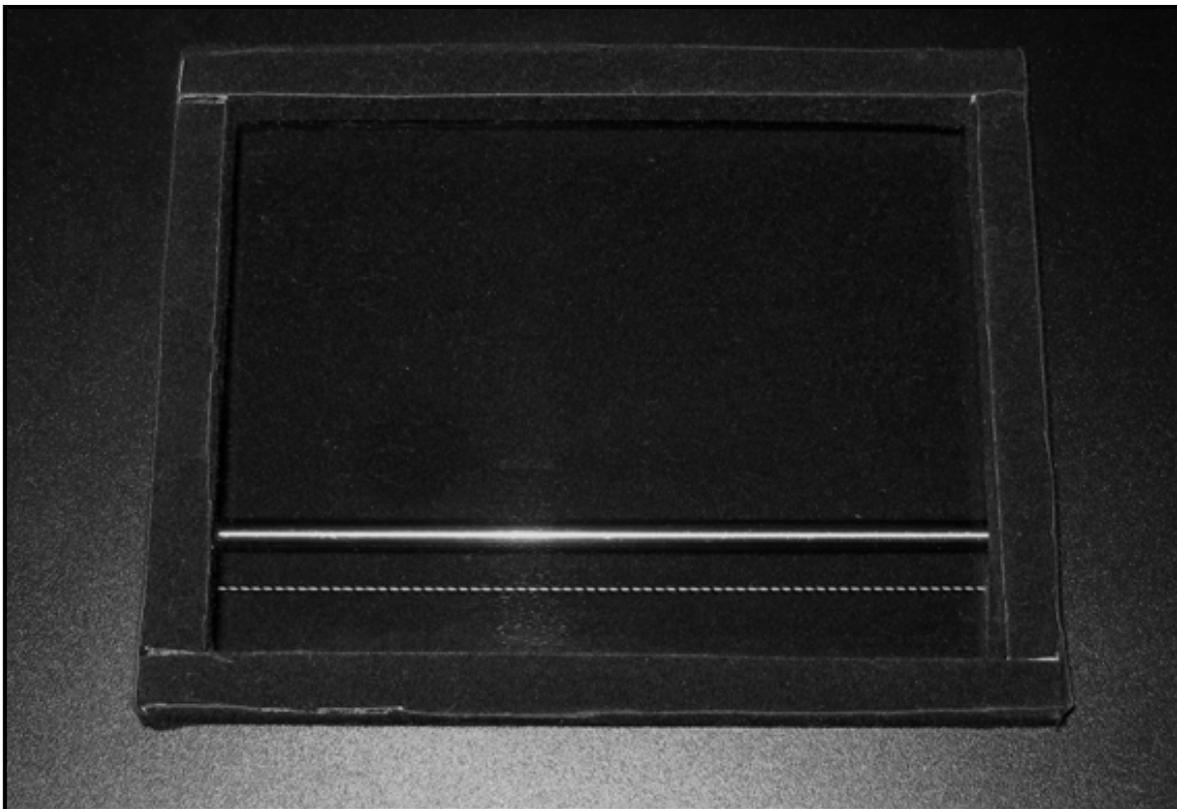


Fig. 22<sup>30</sup>

Este suporte permite um encaixe perfeito entre a câmara pinhole e o scanner, com um isolamento total da luz exterior.

Depois de instalados os "drivers" do dispositivo, o scanner pode agora ser ligado a um computador através de um cabo USB e iniciado o software de digitalização.

O software VueScan versão 8.4.89 é genérico e funciona com vários scanners, usando os drivers nativos para o reconhecimento do dispositivo USB e identificar a marca e o modelo do equipamento.

---

<sup>30</sup> Suporte tipo carregador 4X5 polegadas, por Ivo Guimarães, em 2009.

Com este software podem ser feitos inúmeros ajustes de imagem, dos quais é importante salientar o controlo do espaço e profundidade de cor da imagem, resolução e área de corte.

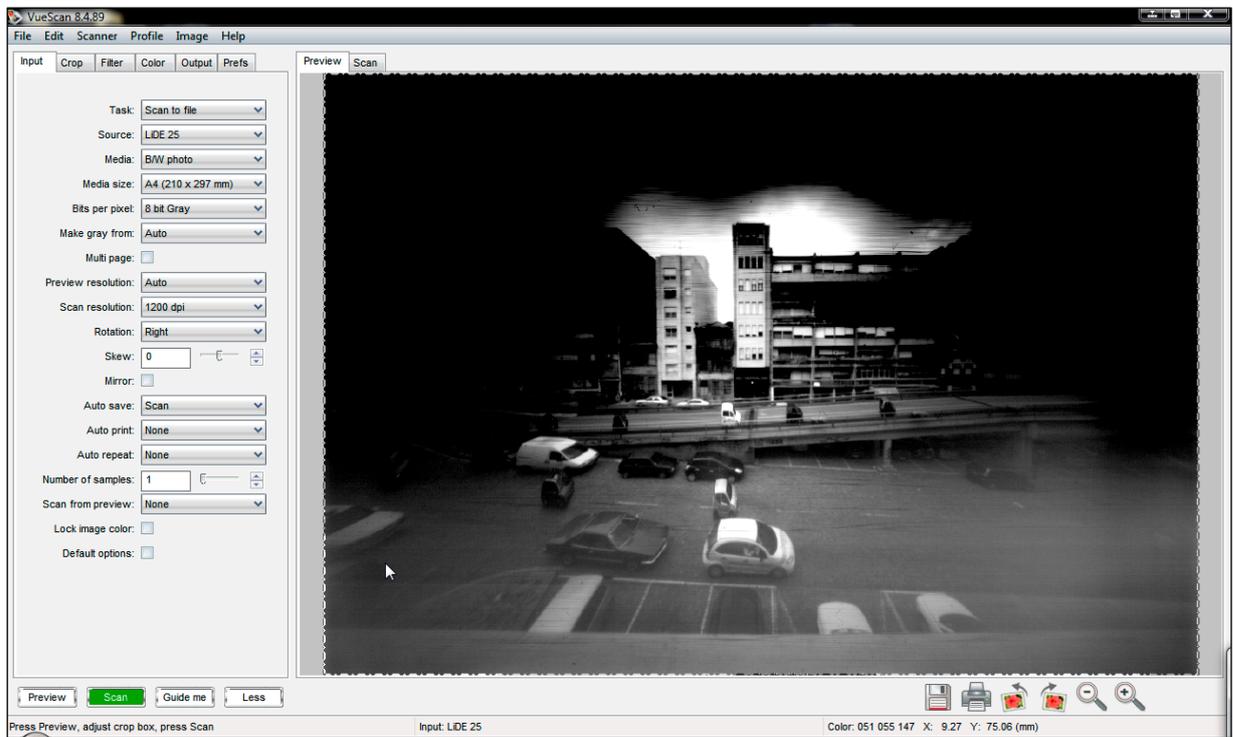


Fig. 23<sup>31</sup>

Depois de feita uma pré-visualização da imagem, são desde logo perceptíveis as características específicas do processo e que são, por comparação, muito diferentes dos processos fotográficos comuns.

---

<sup>31</sup> Software de digitalização VueScan v8.4.89, por Ivo Guimarães, em 2009.



Fig. 24<sup>32</sup>

As características principais do processo centram-se no facto de este não permitir o registo de informação de cor, produzindo uma imagem em escala de cinzas, com conversão de cor num registo próximo do infra-vermelho.

Para além do comprimento de onda, a imagem apresenta também uma resposta tonal algo limitada e não comparável ao processo de registo com base em nitrato de prata, com uma escala bem mais alargada, como nos mostra o sistema de zonas.

O Sistema de Zonas é um método fotográfico desenvolvido pelo fotógrafo oriundo de S. Francisco, Califórnia, Ansel Adams (1902-1984), no final dos anos 30, em parceria com Fred Archer.

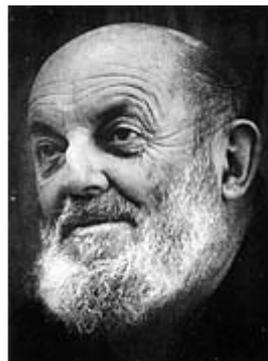


Fig. 25<sup>33</sup>

---

<sup>32</sup> Comparação directa com processo fotográfico comum, por Ivo Guimarães, em 2009.

<sup>33</sup> Ansel Adams (1902-1984), sem título, sem data, sem informação de autor

A sua ideia era bastante simples e inovadora: criar uma nomenclatura adequada para a luz. Adams era músico e sua vontade de transpor para a fotografia os tons de cinzas como notas musicais, deu origem à sua metodologia, que estabelece relações entre os vários valores de luz do objecto e suas respectivas escalas de densidades, registadas pelo negativo.

Em resumo, uma tecnologia inovadora, de baixo custo, que oferece ao fotógrafo a possibilidade de registrar, no papel fotográfico, os valores de luz desejados, diante do tema a ser fotografado.

Na natureza percebemos visualmente uma ampla variação de brilhos, incapazes de serem registradas pelo filme fotográfico. Este diferencial restringe-se nos negativos, a 10 tons diferentes que variam do preto até o branco da superfície do papel.

A diferença de amplitude de tons pode ser controlada mediante utilização do método do sistema de zonas. O processo consiste em compreender todas as características dos materiais fotográficos e manipulá-las com o propósito de se produzir verossimilhança.

Além da virtude de facilitar o registro da imagem metodicamente correcta, este sistema possibilita a criação de outras, segundo o olhar e a interpretação da luz de cada autor. Conhecendo cada característica do processo, poderemos manipular o respectivo resultado final. Obtemos, assim, cada tipo de efeito, satisfazendo uma opção estética.

A definição de zonas foi estabelecida de uma maneira sistemática, já que o filme reproduz uma infinidade de tons de forma linear. O espectro tonal do filme, foi dividido em dez zonas e para cada uma destas zonas foi atribuída uma definição de como ela deveria ser representada na ampliação final.

Os valores atribuídos a cada valor de cinza podem ser visto na seguinte tabela:

Zona	Tons	Observações
0	-5.0	Preto máximo do papel fotográfico. Preto puro.
I	-4.0	Tom percebido com o preto, levemente diferenciado do -3.0.
II	-3.0	Cinza escuro, limite entre o visível e invisível de texturas.
III	-2.0	Primeiro tom de cinza escuro.
IV	-1.0	Cinza Intermédio.
V	0	Cinza médio padrão. Índice de reflexão 18%.
VI	+1.0	Cinza claro.
VII	+2.0	Tom de cinza mais claro, com percepção definida das texturas.
VIII	+3.0	Último tom de cinza claro, onde as texturas deixam de ser reconhecidas.
IX	+4.0	Branco máximo do papel fotográfico. Branco puro.

Tab. 8<sup>34</sup>

Embora a imagem produzida pela câmara pinhole associada ao scanner pudesse da mesma forma ser analisada através deste sistema de zonas, esta não apresenta latitude, nem transições de gradientes comparáveis aos suportes fotográficos com base em nitrato de prata.

---

<sup>34</sup> Tabela de sistema de zonas

Para além das limitações tonais, a imagem apresenta também vinhetagem e foco suave, que são efeitos característicos das imagens captadas com câmara pinhole, assim como algum ruído digital e riscos horizontais provocados pelo varrimento do scanner.

A digitalização da imagem é agora feita em escala de cinzas, 8 bits por canal e com uma resolução de 1200 dpi que representa o máximo de resolução que o scanner suporta.

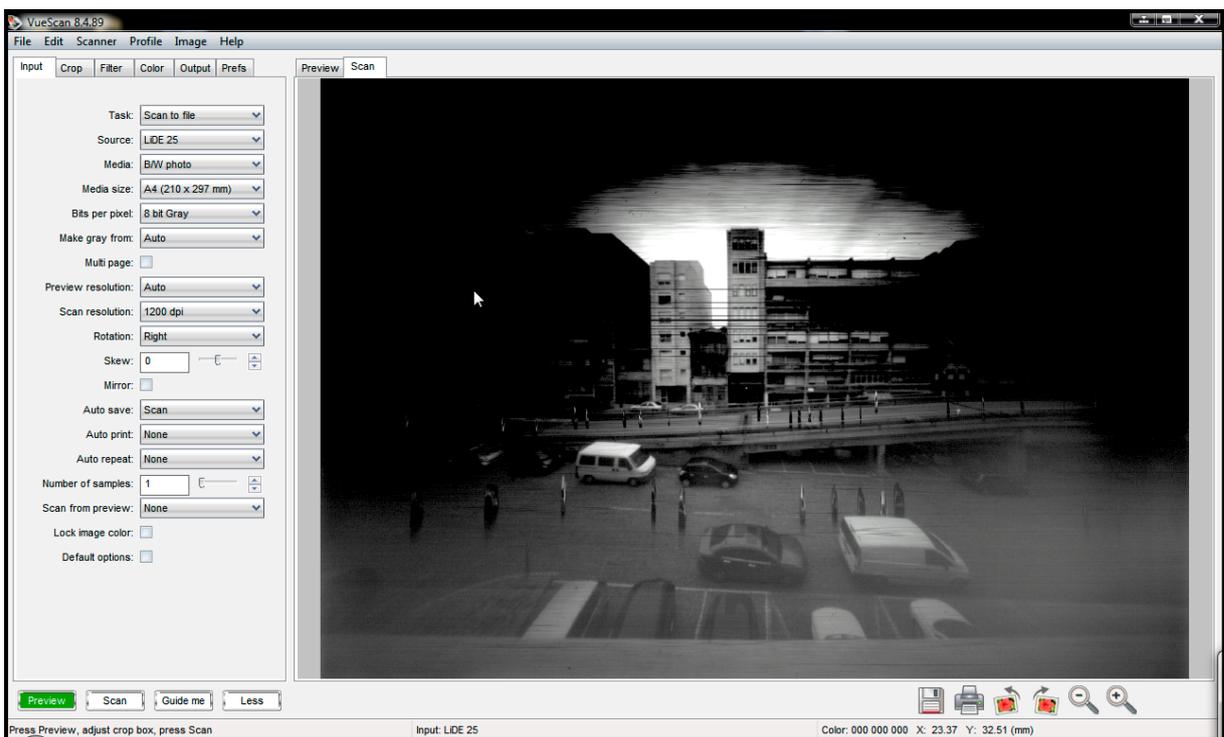


Fig. 26<sup>35</sup>

O varrimento do scanner demorou cerca de 120 segundos a digitalizar a área de projecção da câmara, gerando um ficheiro com 6271x4361 pixéis, ou seja, cerca de 27 megapixéis, que é uma resolução muito superior à produzida pela maioria das câmaras fotográficas digitais, em circulação no mercado.

---

<sup>35</sup> Digitalização Grayscale 8 bits @ 1200 dpi, por Ivo Guimarães, em 2009.

O ficheiro produzido foi agora gravado em formato TIF e representa cerca de 26 megabytes de informação, sem compressão.

O longo tempo de exposição comparativamente com o processo fotográfico tradicional torna difícil o registo de imagens em que os elementos não sejam estáticos, assim como o uso de um tripé se torna indispensável. O registo de imagens de retrato, por exemplo, obriga a que a pessoa fotografada se mantenha imóvel durante algum tempo.



Fig. 27<sup>36</sup>

Uma outra característica específica do processo de captura fotográfica deste equipamento é o registo do movimento. Pelo facto de a captura de imagem ser feita através de um processo de varrimento linear, isto faz com que o registo do movimento

---

<sup>36</sup> Auto-retrato com um varrimento de aproximadamente 120 segundo, por Ivo Guimarães, 2009.

não seja feito da mesma forma que uma exposição longa no registo de uma cena em movimento com um sistema de obturação comum.

O movimento adquire aqui outras características conforme a direcção do movimento da cena e a direcção do varrimento do scanner, como é perceptível na seguinte imagem.



Fig. 28<sup>37</sup>

O movimento da acção, neste caso, ocorreu na mesma direcção e paralelamente ao varrimento do scanner, provocando uma distorção e um alongamento específico que poderá ser explorado para a produção de imagens que não são possíveis através de processos fotográficos tradicionais.

---

<sup>37</sup> Registo de imagem em movimento, por Ivo Guimarães, 2009.

## **CAPÍTULO 6**

# **Pós – processamento e otimização de imagem digital**



Após o registo da imagem, torna-se necessário o seu pós-processamento digital, com recurso a software.

A principal função deste pós-processamento é a melhoria da qualidade inicial da imagem e a resolução de problemas de captura, como é o caso da densidade de exposição, redução de ruído digital e redimensionamento.



Fig. 29<sup>38</sup>

Como o olho humano só consegue distinguir 32 níveis distintos de cinza num monitor, os valores de intensidade podem ser modificados, para otimizar os valores de contraste e brilho das áreas de interesse.

Com recurso a um editor de imagem, como é o caso de Adobe Photoshop<sup>39</sup>, podemos facilmente ajustar os níveis da imagem

---

<sup>38</sup> Imagem original captada com câmara pinhole e scanner, por Ivo Guimarães, em 2009.

<sup>39</sup> Software de edição de imagem desenvolvido pelos irmãos Thomas Knoll e John Knoll em 1987 e lançado comercialmente pela Adobe em 1990

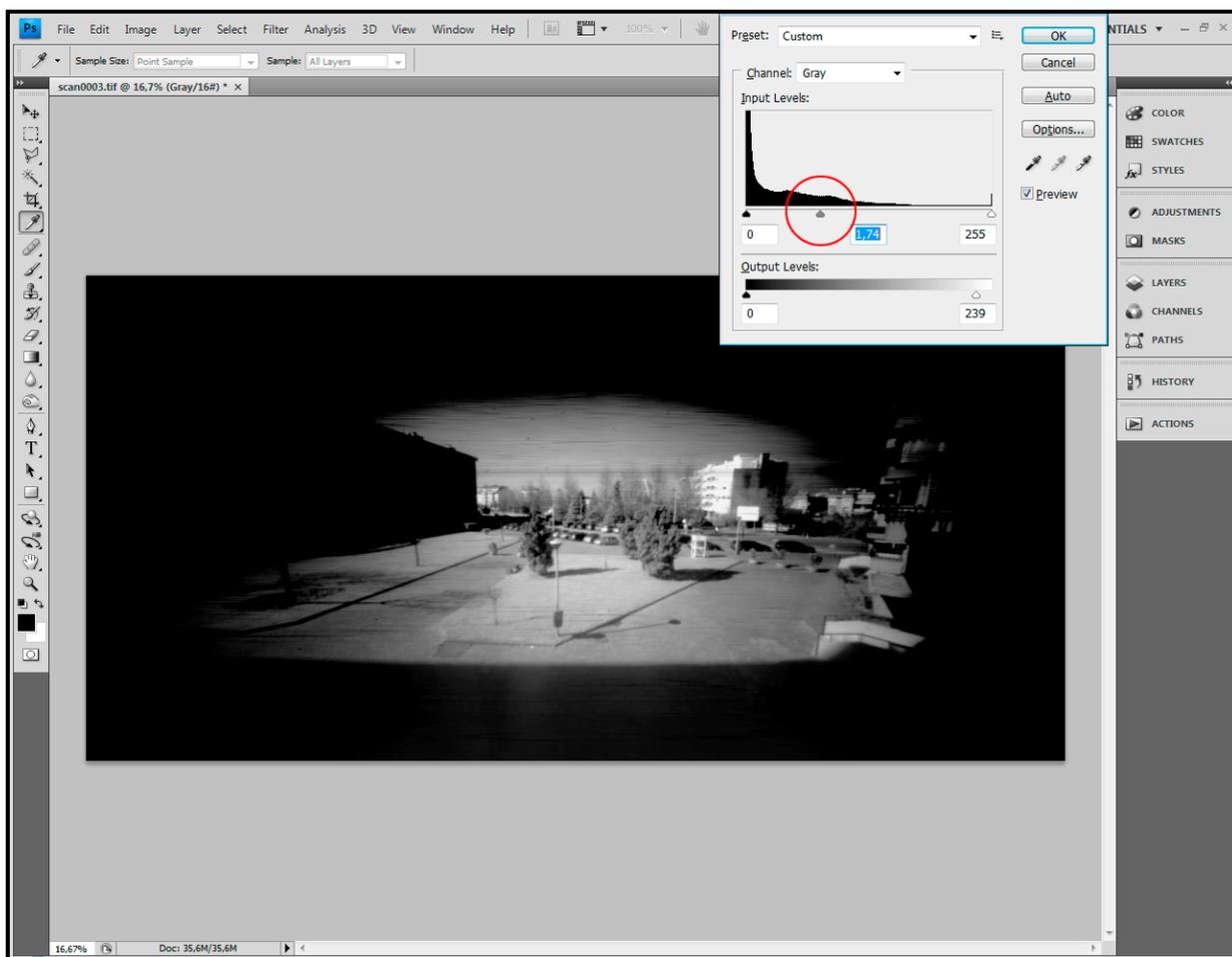


Fig. 30<sup>40</sup>

Neste caso em particular, foram ajustados os tons intermédios da imagem de forma a torná-la mais uniforme.

O próximo passo consiste em minimizar o ruído da imagem.

A técnica de redução de ruído provavelmente mais utilizada é chamada de filtro "Low Pass" e consiste em adicionar oito pixéis adjacentes e criar a média. Este filtro, diminui o ruído mas também a resolução. Pequenas áreas claras ou escuras são removidas, sejam elas devido ao ruído ou devido ao sinal.

---

<sup>40</sup> Menu de ajuste de "Levels" do Adobe Photoshop, por Ivo Guimarães, em 2009.

Um filtro de “Low Pass”, ou realce de contorno (*edge enhancement*) pode ser usado para reduzir o efeito de desfoque (*blurring*). Quando o valor de um pixel muda no contorno, o seu gradiente é aumentado matematicamente. Desta maneira, aumenta-se o contraste da estrutura, mas também o “ruído”.

Este “ruído” é o equivalente digital aos pequenos grãos de nitrato de prata nas películas fotográficas. Para as imagens digitais, esse ruído aparece como manchas aleatórias numa superfície originalmente suave e pode degradar a qualidade da imagem significativamente.

Algum grau de ruído está sempre presente em qualquer aparelho electrónico que transmite ou recebe um 'sinal'. Para as televisões esse sinal são os dados da transmissão enviados por cabo ou recebidos pela antena da TV; para as câmaras digitais, o sinal é a luz que atinge o sensor da câmara. Mesmo sendo inevitável, o ruído pode-se tornar tão pequeno relativamente ao sinal que, pode ser considerado inexistente. A *razão entre o sinal e o ruído* (SNR, do inglês 'signal to noise ratio') é uma maneira útil e universal de comparar as quantidades relativas de sinal e ruído para qualquer sistema electrónico; razões altas terão pouco ruído visível, razões baixas terão necessariamente muito ruído.

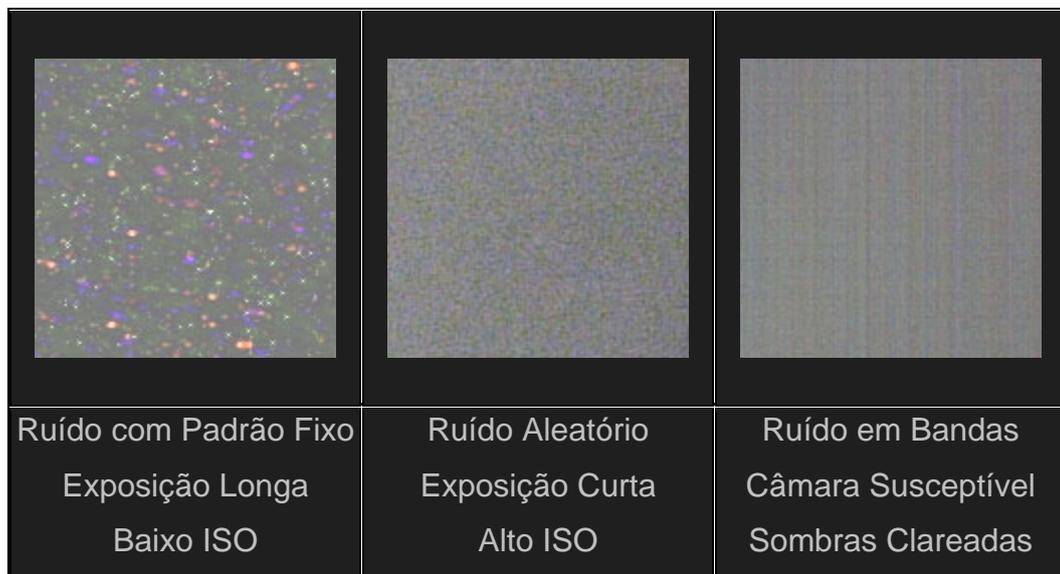


Fig. 31<sup>41</sup>

---

<sup>41</sup> Comparação de diferentes tipos de ruído

O **ruído aleatório** é caracterizado por flutuações de intensidade e tom de cor em relação à imagem real. Haverá sempre alguma quantidade de ruído aleatório em qualquer duração de exposição e ela será muito influenciada pelo 'ISO'. O padrão do ruído aleatório muda, mesmo quando as propriedades da exposição são as mesmas (exactamente por isso é que ele é chamado de 'aleatório').

O **ruído de padrão** fixo inclui o que se costuma chamar de 'hot pixels' (do inglês: 'pixéis quentes'), são chamados assim quando a intensidade de um pixel ultrapassa muito a das flutuações de ruído aleatório. O ruído de padrão fixo, geralmente aparece em situações de exposições longas e é exacerbado por temperaturas altas. Uma característica importante é que ele mostra aproximadamente a mesma distribuição se as condições nas quais a imagem é produzida são repetidas (temperatura, exposição e 'ISO').

O **ruído em banda** depende muito da câmara utilizada e é introduzido pela própria câmara quando ela lê dados provenientes do sensor digital. Este tipo de ruído é mais perceptível em imagem fotografadas com altas sensibilidades e nas áreas de baixa luz, ou quando uma imagem foi clareada excessivamente.

Apesar de parecer ser o mais intrusivo, o ruído de padrão fixo é normalmente o mais fácil de ser removido, devido a sua natureza repetitiva. A electrónica da câmara tem que simplesmente saber o padrão e subtraí-lo da imagem capturada, para revelar a imagem verdadeira. O ruído de padrão fixo é um problema menor que o ruído aleatório em câmaras de última geração, apesar de pequenas quantidades serem ainda mais facilmente percebidas que o ruído aleatório.

O ruído aleatório é muito mais complicado de ser removido sem que a imagem seja danificada. Os algoritmos criados para isso ainda estão em evolução, na tentativa de conseguir discernir entre o ruído e texturas.

No caso particular das imagens obtidas com o scanner associado à câmara pinhole, o ruído observado é essencialmente ruído em bandas e este pode ser minimizado através de filtragens básicas, em Adobe Photoshop.

Nesta imagem em particular o filtro "Dust & Scratches", com valores baixos, seguido de algum "Sharpen", melhoraram visivelmente o ruído e nitidez da imagem.

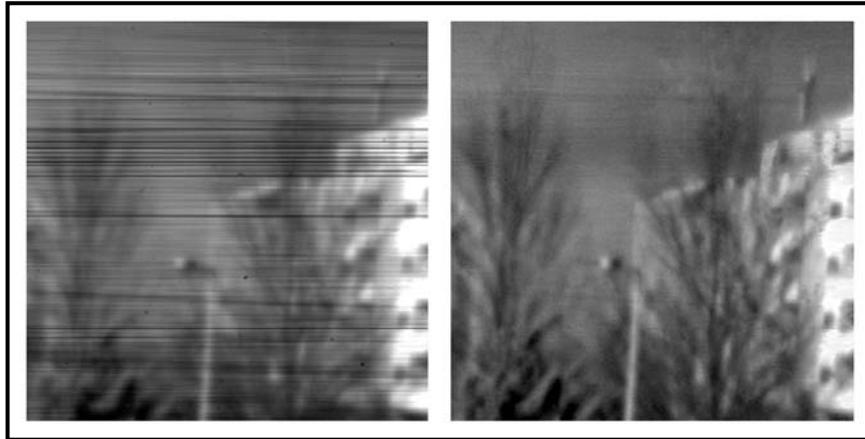


Fig. 32<sup>42</sup>

A imagem poderá agora ser redimensionada, de forma a melhorar o enquadramento ou prepará-la para um determinado formato de impressão.

Por fim, é também possível minimizar o efeito de vinhetagem provocado pela câmara pinhole, em que os cantos da imagem ficam mais escuros, comparativamente com o centro da imagem.

Recorrendo à correcção de vinhetagem do filtro "lens Correction" do Adobe Photoshop, é possível minimizar este efeito, fazendo com que a imagem tenha uma distribuição de luz mais uniforme.

---

<sup>42</sup> Comparação de ruído e nitidez a 100% de ampliação, por Ivo Guimarães, em 2009.



Fig. 33<sup>43</sup>

O melhoramento da limitação da paleta e densidade de cor do processo foi desde o início deste estudo uma questão secundária, mas pertinente.

A continuidade de exploração do processo leva-nos agora a experimentar um registo de imagem em triplicado com separação de cor em canais de RGB através de filtragens em frente à câmara pinhole.

---

<sup>43</sup> Comparação de imagens antes e depois da correcção de vinhetagem, por Ivo Guimarães, em 2009.

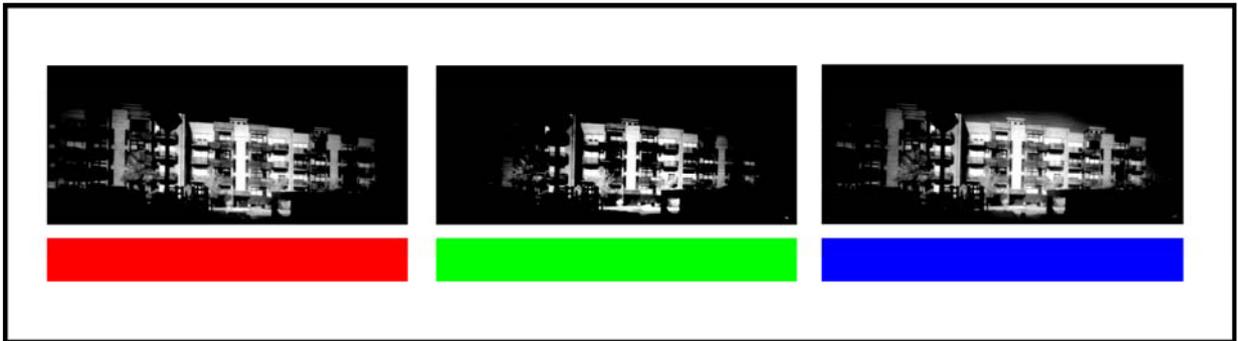


Fig. 34<sup>44</sup>

Cada uma destas imagens em gradação de cinza com filtragens de vermelho, verde e azul respectivamente, podem ser agora usadas para formar os canais de cor de uma imagem, em espaço de cor RGB.

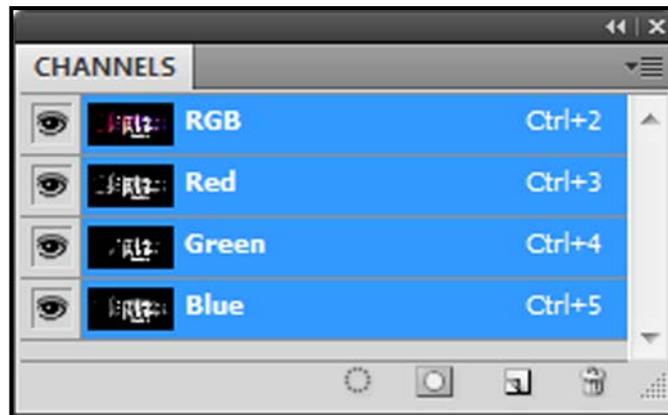


Fig. 35<sup>45</sup>

Estes canais, quando misturados, resultam na seguinte imagem com informação completa de cor.

---

<sup>44</sup> Imagens registadas com filtragens de vermelho, verde e azul, por Ivo Guimarães, em 2009

<sup>45</sup> Paleta de canais do Adobe Photoshop mostrando a formação de cor por canais



Fig. 36<sup>46</sup>

Esta imagem final embora apresente desfasamentos de canais devido a pequenos movimentos do scanner durante a digitalização, comprova no entanto a capacidade de obtenção de imagem com informação de cor através deste processo.

O estudo das capacidades e limitações do processo, fica assim concluído, embora num contexto de imagem alternativa, todas estas experiências sejam apenas um ponto de partida para a exploração de um processo que demonstra grandes potencialidades.

---

<sup>46</sup> Imagem com informação completa de cor, por Ivo Guimarães, em 2009.

## CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

A investigação aqui desenvolvida, e que tem por base o processo de captação de imagem fotográfica, tem como objecto central de estudo, a construção de um equipamento fotográfico alternativo, para a captura de imagem digital.

Com uma abordagem experimental próxima da abordagem feita pelos pioneiros da fotografia e, através de um processo de experiência e análise de resultados, foi aqui estudado um processo de captação que representa um contraponto entre o séc. XI e o séc. XXI, questionando o processo fotográfico como o conhecemos e a sua evolução.

As diferentes experiências realizadas ao longo do processo revelaram que a câmara pinhole associada um scanner de varrimento linear, com algumas alterações mecânicas, permite de facto, em determinadas condições de luz, a obtenção de imagens fotográficas com características próprias e que apresentam visualmente sinais característicos dos equipamentos utilizados:

- O foco suave e contínuo, a vinhetagem e a distorção típicas de uma câmara pinhole, que denunciam a ausência de lentes para a formação da imagem.
- O ruído, a gama de cinzas, o varrimento e o tempo de exposição produzidos pelo scanner que conferem à imagem características de imagem digital. As imagens produzidas através deste processo, são obviamente imagens com uma qualidade limitada pelas próprias limitações dos equipamentos utilizados.

Estas imagens representam uma desconstrução do processo fotográfico moderno e um retorno à sua génese, num encontro simples entre os princípios básicos da projecção da luz e a utilização de materiais fotossensíveis capazes de a registar.

A abordagem técnica da associação do scanner de varrimento linear com a câmara estenopeica e suas conseqüentes modificações, centra-se aqui apenas no registo básico de imagem, que se desconhecia no início do estudo se era sequer possível.

É importante, no entanto, referir que todo este estudo não teve qualquer tipo de consultoria especializada a nível informático ou electrónico, sendo apenas de nível empírico a maioria das experiências realizadas.

Depois de verificada a viabilidade do processo, outros estudos poderão agora ser levados em consideração, como oportunidades de futuro.

A optimização do software e hardware utilizados, a possibilidade da obtenção de imagens com informação de cor calibrada, o registo de imagem com uma área de digitalização superior, a resposta a diferentes fontes de luz e temperaturas de cor, são alguns exemplos de possíveis continuidades desta investigação inicial.

## BIBLIOGRAFIA

### Livros

- ADAMS, Ansel. *The Negative*. New York Graphic Society, New York, 1980.
- BUSCH, David. *Mastering Digital Scanning*. Course Technology, 2003
- CARVALHO, Eduardo J., *Metodologia do Trabalho Científico*, Escolar Editora, Lisboa, 2002.
- CRAWFORD, William. *The Keepers of Light*. Morgan & Moran, 1979.
- DANILIDIS, Kostas; KLETTE, Reinhard. *Imaging Beyond the Pinhole Camera*. Springer 2006
- LAUREL, Brenda, *Design Research - Methods and perspectives*. Massachusetts Institute of Technology, 2003.
- PERES, Michael. *Focal Encyclopedia of Photography*. Focal Press, 2007
- RENNER, Eric. *Pinhole Photography: From Historic Technique to Digital Application*, Focal Press, 2009.

### Dicionários

- *Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa*, Lisboa, Temas e Debates, 2003.

## **Páginas Web**

<<http://golembewski.awardspace.com/index.html>> @ 13.07.2007

<<http://people.rit.edu/andpph/text-demo-scanner-cam.html>> @ 13.07.2007

<<http://www.alternativephotography.com>> @ 14.09.2007

<<http://www.lenswork.com>> @ 18.04.2008

<<http://www.pinhole.com>> @ 18.04.2008

<<http://www.pinholerresource.com>> @ 18.04.2008

## **Videos**

Ansel Adams - The Photographer, Pacific Arts Corp. 1981

Light Fantastic, BBC Four Documentary (4 episodes), 2006