

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM COMPUTAÇÃO APLICADA

EVANISE ARAUJO CALDAS

**AVALIAÇÃO DE METODOLOGIAS DE AQUISIÇÃO DE IMAGENS PARA
FINS DE ANÁLISE DE QUALIDADE DE SEMENTES DE MILHO**

PONTA GROSSA
2014

EVANISE ARAUJO CALDAS

**AVALIAÇÃO DE METODOLOGIAS DE AQUISIÇÃO DE IMAGENS PARA
FINS DE ANÁLISE DE QUALIDADE DE SEMENTES DE MILHO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Computação Aplicada, curso de Mestrado em Computação Aplicada da Universidade Estadual de Ponta Grossa, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof^a. Dr. Rosane Falate

PONTA GROSSA
2014

Ficha Catalográfica
Elaborada pelo Setor de Tratamento da Informação BICEN/UEPG

Caldas, Evanise Araujo
C145 Avaliação da metodologias da aquisição
de imagens para fins de análise de
qualidade de sementes de milho/ Evanise
Araujo Caldas. Ponta Grossa, 2014..
63f.

Dissertação (Mestrado em Computação
Aplicada - Área de Concentração:
Computação para Tecnologias em
Agricultura), Universidade Estadual de
Ponta Grossa.

Orientadora: Profª Drª Rosana Palata.

1.Processamento digital da imagem.
2.Zea mays. 3.Análise de Imagens.
4.Comparação de histogramas. 5.Automação
agrícola. I.Palata, Rosana. II.
Universidade Estadual de Ponta Grossa.
Mestrado em Computação Aplicada. III. T.

CDD: 006.3

EVANISE ARAUJO CALDAS

**AVALIAÇÃO DE METODOLOGIAS DE AQUISIÇÃO DE IMAGENS PARA
FINS DE ANÁLISE DE QUALIDADE DE SEMENTES DE MILHO**

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre na Universidade Estadual de Ponta Grossa, no Programa de Mestrado em Computação Aplicada, Área de concentração - Computação, Automação e Gestão de Dados em Agricultura.

Ponta Grossa, 29 de janeiro de 2014.

Prof^a. Dr. Rosane Falate
Doutor em Ciências
Universidade Estadual de Ponta Grossa

Prof. Dr. Mauro Miazaki
Doutor em Física Computacional
Universidade Estadual do Centro-Oeste

Prof. Dr. David de Souza Jaccoud Filho
Doutor em Fitopatologia
Universidade Estadual de Ponta Grossa

Dedico este trabalho a meus pais Walmor e Rita, pelo incentivo, pelo carinho, principalmente, pelas orações.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer a Deus, por esses dois anos, por sua proteção e providência, principalmente, pelo seu Espírito Santo que foi derramado em abundância, através de seus dons.

A minha orientadora Prof. Dr. Rosane Falate, pelas orientações, conversas, conduzindo esta pesquisa da melhor forma possível.

Aos meus pais pela paciência, por muitas vezes estar ausente em momentos importantes, pelas longas conversas, pelas alegrias.

As minhas irmãs, Marjorie Araujo Caldas, Vanessa Araujo Caldas, e ao meu cunhado Kleber Belo, pelo carinho, pelas orações.

Aos colegas do Mestrado, em especial a Márcio Name, Rodrigo de Souza D'ávila e Kelly Wiggers, pelo auxílio no desenvolvimento das atividades das disciplinas durante estes dois anos.

Um agradecimento especial a minha amiga Mônica Cristine Scherer Vaz, e, sua mãe Sueli Scherer, pela amizade, pela acolhida, e, pelo apoio no decorrer do mestrado, em trabalhos, conversas, desabafos, e, pelas orações da D. Sueli, a cada dia que saímos de casa, para enfrentar uma prova, apresentações de seminários, com muita certeza vocês duas amenizaram as dificuldades encontradas por mim nesses dois anos.

Aos meus co-orientandos do grupo de pesquisa, Allisson Henrique Mafra, Agnaldo Pendiuk dos Santos, pela colaboração no desenvolvimento desse trabalho.

Aos demais integrantes do grupo de pesquisa, à Tamara Gonçalves, pela ajuda na execução das metodologias, a Rayne de Souza por auxiliar processo de captura das imagens.

Aos demais professores do Programa de Mestrado em Computação Aplicada da Universidade Estadual de Ponta Grossa, que foram importantes durante o decorrer do curso.

Ao Laboratório de Fitotecnia e Fitopatologia (Patologia de Sementes) da UEPG, ao Prof. Dr. Davi pelas orientações, que foram imprescindíveis para a conclusão deste trabalho, a Prof. Dra. Luciane Henneberg, no apoio para o fornecimento e classificação das sementes.

A todos meus colegas que participaram nessa empreitada e cedeu auxílio de diversas formas no decorrer destes dois anos.

À UEPG, por disponibilizar toda a sua estrutura, tanto para o programa de mestrado quanto para esta pesquisa.

A todos os professores do Departamento de Ciência da Computação da Universidade Estadual Centro-Oeste, que, entenderam a minha ausência em diversos momentos desses dois anos de estudo.

“O amor e só o amor faz tudo!”

(Beata Elena Guerra)

RESUMO

O Brasil é um dos maiores produtores de sementes mundiais. Portanto, devem-se buscar meios de garantir sementes de qualidade, livres de danos mecânicos e/ou infecções. Técnicas computacionais podem auxiliar na detecção desses problemas, indicando sementes que estão ou não no padrão da legislação vigente. O uso do processamento digital de imagens na agricultura vem sendo estabelecido em diversas áreas de conhecimento. Na agricultura, o processamento digital de imagens pode auxiliar na área de inspeção visual de sementes, uma tarefa tediosa e com subjetividade humana. O processamento digital de imagens é composto por várias etapas: aquisição de imagem, pré-processamento, segmentação, reconhecimento e interpretação. Dentre todas essas etapas a aquisição é uma das mais importantes, pois, as fases seguintes dependem dela para obter a informação desejada. Na aquisição tem-se o dispositivo de captura das imagens, a iluminação da cena, dentre outros itens. Um sistema de aquisição não direcionado para o fim que se propõe pode produzir imagens ineficazes para o sistema de processamento de imagem. Por exemplo, detectar uma doença ou danos mecânicos inexistentes em uma semente, ou seja, apresentando falsos positivos e falsos negativos, devido à presença de resíduos no ambiente ou à resolução da imagem estar errada. O objetivo deste trabalho é escolher a melhor metodologia para a captura de imagens para fins de análise de qualidade de sementes de milho. Isso foi feito através de duas medidas de distâncias entre histogramas de imagens, a interseção e a correlação. Para avaliar o desempenho das metodologias elaboradas, em termos de repetitividade e reprodutibilidade, foram realizadas três repetições, de nove grupos de imagens, após o rearranjo sistemático dos equipamentos em cada repetição; e três repetições, de nove grupos de imagens, em que os equipamentos não foram retirados do lugar; sendo que em cada repetição eram obtidas 81 imagens. Como resultados, verificaram-se a necessidade de efetuar um procedimento de calibração do sistema de aquisição em cada repetição; e uma constância nas imagens, para a mesma repetição, obtendo, para o melhor caso, uma distância entre histogramas, pela métrica da correlação, de $0,99804 \pm 0,00124$.

Palavras-Chave: Processamento digital de imagem. Zea mays. Análise de Imagens. Comparação de histogramas. Automação agrícola.

ABSTRACT

Brazil is one of the largest seed producers in the world. Therefore, one must be sought ways to ensure seed quality, free from mechanical damage and/or infection. Computational techniques can assist on detecting these problems, indicating seeds that are or are not following the standards of the existing legislation. The use of digital image processing in agriculture has been established in various areas of knowledge. In agriculture, the digital image processing can help in the area of visual inspection of seeds, a tedious task and with human subjectivity. The digital image processing consists of several steps: image acquisition, preprocessing, segmentation, recognition and interpretation. Among all these steps, the acquisition is the most important, since following stages depend on it to get the desired information. The acquisition has an image capture device, lighting, among other items. An acquisition system that is not developed to a defined purpose can produce inefficient images for the image processing system. For instance, the system can detect a non-existent disease or mechanical damages in the seed, presenting false positives and false negatives, due to the presence of residues in the environment or a wrong image resolution. The objective of this work is to choose the best methodology for capturing images for analysis of seed quality of maize. This was done through two measures of distances between histograms, the intersection and the correlation. To evaluate the performance of the developed methodologies in terms of repeatability and reproducibility, three replications of nine image groups were performed after the systematic rearrangement of equipment in each repetition; and three replicates of nine image groups in which the equipments were not removed from setup; at the end, each repetition had 81 images. As a result, it was verified the need to perform a calibration procedure of the acquisition system at each repetition; and that there is a constancy in the images, for the same repetition, obtaining, for the best case, a distance between histograms of 0.99804 ± 0.00124 , with the correlation metric.

Keywords: Digital image processing; Zea mays; Image Analysis; Histogram Comparison; Agricultural automation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização dos tratamentos na espiga de milho.....	15
Figura 2 - Fases de Processamento Digital de Imagens.....	19
Figura 3 - Formato de captura da imagem da câmera digital.....	22
Figura 4 - Exemplos de tenda de luz construída com papel vegetal.....	24
Figura 5 - Angiosperma dicotiledônea e monocotiledônea.....	27
Figura 6 - Crescimento e transformação do embrião em uma nova planta.....	28
Figura 7 - Exemplos de sementes utilizadas para avaliação dos procedimentos de capturas de imagens.....	29
Figura 8 - Tela de resultados do programa SisImagem.....	30
Figura 9 - Metodologia com Luz Natural.....	31
Figura 10 - Sistemas de aquisição de imagens de sementes de milho: (a) Metodologia I, (b) Metodologia II e IV e (c) Metodologia III.....	33
Figura 11 - Iluminação <i>Frontlight</i> direcional.....	34
Figura 12 - Iluminação <i>Frontlight</i> difuso.....	35
Figura 13 - Tenda de Luz e Câmera Canon T5i.....	36
Figura 14 - Metodologia III Câmera Canon T5i – Rebel.....	37
Figura 15 - Interseção - Metodologia II/Kodak (a) Semente A, (b) Semente B, (c) Semente C; Metodologia II/Canon (d) Semente A, (e) Semente B, (f) Semente C; Metodologia III/Canon (g) Semente A, (h) Semente B, (i) Semente C.....	45
Figura 16 - Correlação - Metodologia II/Kodak (a) Semente A, (b) Semente B, (c) Semente C; Metodologia II/Canon (d) Semente A, (e) Semente B, (f) Semente C; Metodologia III/Canon (g) Semente A, (h) Semente B, (i) Semente C.....	46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Metodologias.....	29
Tabela 2 - Número de imagens adquiridas.....	30
Tabela 3 - Variação do uso do flash nas aquisições.....	31
Tabela 4 - Média e desvio padrão das distâncias entre histogramas pelo método da interseção.....	38
Tabela 5 - Média e desvio padrão das distâncias entre histogramas pelo método da correlação.....	39
Tabela 6 - Comparação entre Histogramas pelas métricas da interseção e correlação.....	40
Tabela 7 - Distâncias entre histogramas de todas as imagens obtidas para uma mesma semente e três diferentes imagens de referência.....	43

LISTA DE SIGLAS

AOSA	<i>Association of Official Seed Analysts</i>
AWB	<i>Auto White Balance</i> – Auto balanço de branco
CCD	<i>Charge Coupled Devices</i> – Dispositivos de carga acoplada
CMOS	<i>Complementary Metal-Oxide-Semiconductor</i> - Semicondutor metal-óxido complementar
EVA	<i>Etil vinyl acetato</i>
ISTA	<i>International Seed Testing Association</i>
PDI	Processamento Digital de Imagens
SCSI	<i>Small Computer System Interface</i> – Pequena interface de sistema de computadores
TIFF	<i>Tagged Image File Format</i> – Formato de arquivo de imagem etiquetado

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
1.1 O PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGENS E A ANÁLISE DE SEMENTES.....	14
1.2 VARIAÇÕES DAS METODOLOGIAS DE AQUISIÇÃO DE IMAGEM NA AGRICULTURA.....	15
1.3 IMPORTÂNCIA DA ILUMINAÇÃO NOS PROCESSOS DE AQUISIÇÃO DE IMAGENS.....	16
1.4 OBJETIVO GERAL.....	17
1.5 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
2.1 PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGENS.....	19
2.2 IMAGEM, PIXEL E ESPAÇO DE COR.....	20
2.3 AQUISIÇÃO DE IMAGEM.....	21
2.3.1 Câmeras Digitais.....	22
2.3.2 Sistema de Iluminação.....	23
2.4 TENDA DE LUZ.....	24
2.5 HISTOGRAMA E DISTÂNCIA ENTRE HISTOGRAMAS.....	24
2.5.1 Métrica da Interseção de histogramas.....	25
2.5.2 Coeficiente de Correlação Linear.....	25
2.6 QUALIDADE DA SEMENTES.....	26
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	29
3.1 PROGRAMA SISIMAGEM.....	30
3.2 AQUISIÇÃO COM LUZ NATURAL.....	31
3.3 AQUISIÇÃO COM LUZ CONTROLADA.....	32
3.3.1 Câmera Kodak EasyShare M531 – 14 MP.....	33
3.3.2 Câmera Canon profissional T5i – Rebel.....	35
3.3.3 Critérios de captura das imagens e avaliação.....	37
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	38
4.1 AQUISIÇÕES COM LUZ NATURAL.....	38
4.2 AQUISIÇÕES COM LUZ CONTROLADA.....	40
5 CONCLUSÃO.....	48
5.1 TRABALHOS FUTUROS.....	49

REFERÊNCIAS.....	50
APÊNDICE A - Planilhas de demonstração da análise das comparações do histograma.....	54
APÊNDICE B – Planilhas de Demonstração da Análise das Comparações das imagens entre dias diferentes.....	59

1 INTRODUÇÃO

O processamento digital de imagens (PDI) está estabelecido em diversas áreas de conhecimento como a medicina, biologia, geografia, astronomia e segurança (MARQUES FILHO & VIEIRA NETO, 1999); (NARENDRA & HAREESH, 2010). Na agricultura, em especial, há trabalhos que aplicam as técnicas de PDI para assessorar a inspeção de qualidade dos produtos e classificação, auxiliar na agricultura de precisão, medir características de plantas e na análise de crescimento (NARENDRA & HAREESH, 2010). Isso com a tentativa de reduzir a participação humana na análise visual desses processos, o que geram resultados subjetivos, além de exigirem especialistas e de serem tediosos.

Considerando os investimentos feitos pelos produtores e o clima próximo ao ideal, estimou-se que a safra 2012/2013 chegaria a 81 milhões de toneladas, e a safra 2013/2014 a 78 milhões de toneladas (CONAB, 2013). Entretanto, para se chegar a esse montante, deve-se trabalhar com sementes de qualidade, livres de danos mecânicos e/ou infectadas por micro-organismos.

Dentre os principais agentes de infecção existentes estão os fungos. No caso de sementes de milho, destaca-se o *Fusarium moniliforme* (*Fusarium verticillioides*), pela frequência e altas porcentagens com que ocorre, tanto no Brasil como em outros países (WINDHAN & KING, 1983; CASA *et al.*, 1998; GOULART, 1999). Esse fungo é considerado, por alguns autores, um dos principais responsáveis pelas podridões de sementes e danificações de plântulas que são os embriões de uma planta em uma semente (DELOUCHE, 2002) em especial quando a semeadura é realizada em condições de estresse, como alta umidade e baixas temperaturas, comuns na região sul do Brasil, nos primeiros plantios de agosto e setembro (CASA *et al.*, 1995; PINTO, 1996). Considerando essa problemática, técnicas ou métodos computacionais que possam auxiliar na detecção desse fungo em sementes mostram-se importantes para, por exemplo, separar as sementes sadias daquelas doentes.

O PDI é uma técnica que utiliza cálculos matemáticos em uma imagem (GONZALEZ & WOODS, 2010), através de um computador, tanto para melhoramento das características visuais, quanto na extração de informações do objeto em análise (SILVA, 2008); (MARQUES FILHO & VIEIRA NETO, 1999). A forma como se faz a extração de informações e interpretações pode ser separada em duas categorias bem distintas: (i) o refinamento de informações para interpretação humana (processamento de imagens); (ii) apreciação automática por computador de informações

extraídas de um cenário (análise de imagens, visão computacional e reconhecimento de padrões) (MARQUES FILHO & VIEIRA NETO, 1999).

Em uma ou outra categoria, os elementos básicos e existentes em um sistema de processamento de imagens são: aquisição de imagem, pré-processamento, segmentação, representação e interpretação (GONZALEZ & WOODS, 2010); e, embora cada uma destas etapas tenha suas funções específicas, todas elas dependem da primeira. Portanto, um sistema de aquisição de imagem bem definido, com repetitividade e reprodutibilidade, é importante para a correta interpretação do sistema de análise dos elementos de uma imagem. A escolha adequada de um tipo de iluminação para o método de aquisição é da mesma forma importante, pois na maioria das vezes o objeto a ser capturado não tem luz própria (SENA JÚNIOR, 2004) e a interação da luz neste objeto depende de características superficiais como a geometria, estrutura, cor, transparência e refletância, (ERHARDT-FERRON, 2000); (JAHNE, 1999).

A iluminação, ou então mecanismos de correção ou de compensação da variação da iluminação, também é importante, quando se trata principalmente da avaliação de cor de objetos, para reduzir o processamento computacional e evitar interpretações errôneas, seja pela cor, seja pela presença de sombras (FUNT & FINLAYSON, 1995), (SENA JÚNIOR *et al.* 2004). Alguns exemplos de interpretações errôneas são: (i) a detecção de doenças em sementes quando, na verdade, este resultado se deve ao ambiente de captura da imagem que está irregular (sujeira, resíduos) ou ao ruído gerado pelo sistema de aquisição; e (ii) a apresentação de um nível de severidade de doença na semente e, na verdade, ser outro, devido à resolução da imagem não estar apropriada.

1.1 O PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGENS E A ANÁLISE DE SEMENTES

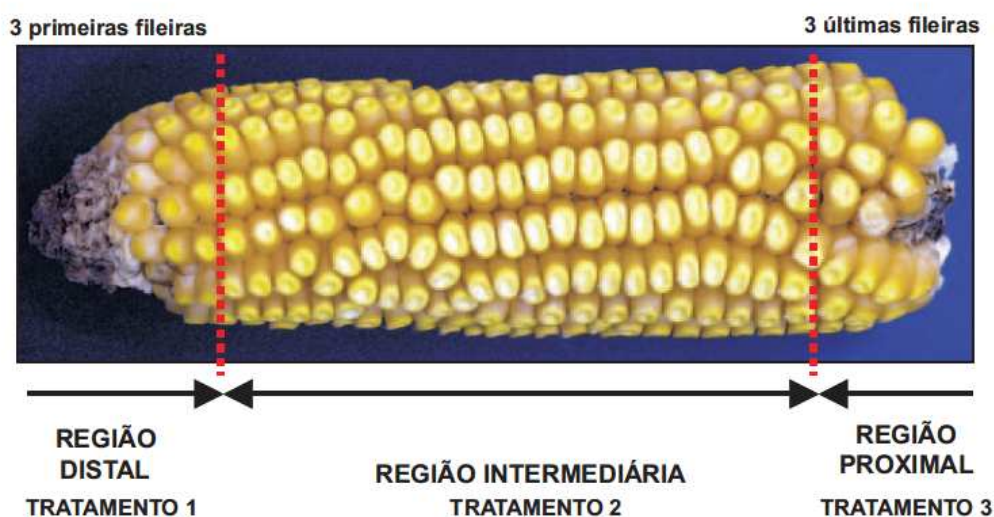
Muitos pesquisadores utilizam a análise de imagens para avaliar os danos de patógenos e mecânicos em sementes de soja e de milho, além de avaliar características internas relacionadas com anormalidades de plântulas e características externas, como tamanho, formas e dimensões de objetos contidos na cena (TEIXEIRA *et al.* 2006).

Análises digitais de imagens de sementes de cereais, para apontar informações de coloração ou presença de impurezas, e obter medidas geométricas, foram feitas por Tanska *et al.* (2005). Esses pesquisadores também indicaram que as variações das medidas geométricas das

sementes são menores que as variações de cores, e que não se conseguem distinguir, pela análise de cores, os diferentes estágios de maturação das sementes.

Um estudo da qualidade de sementes de milho, quanto ao vigor (fisiologia genética) e quanto a sanidade que avalia o índice de sementes com a presença de patógenos que afetam as características morfológica da semente (JORGE *et al.* 1998), além do tamanho, por análise de imagens, de acordo com a posição da semente na espiga, foi realizado por Mondo *et al.* (2005). Verificou-se que as sementes em posições intermediárias e proximais da espiga eram de qualidade igual e superior às sementes da posição distal (Figura 1), além de outras características importantes para o desenvolvimento das sementes.

Figura 1. Localização dos tratamentos na espiga de milho.



Fonte: MONDO *et al.* (2005).

O uso do processamento digital de imagens, auxiliado pelas Redes Neurais Artificiais (RNA), com a finalidade de identificar algumas variedades de soja por meio da forma e do tamanho das sementes foi realizado por Khatchatourian *et al.* (2008).

1.2 VARIAÇÕES DAS METODOLOGIAS DE AQUISIÇÃO DE IMAGEM NA AGRICULTURA

Esta seção relata a diversidade de métodos de aquisição de imagens para análise de elementos agrícolas (folhas, sementes etc.) e os resultados alcançados.

A aquisição de imagens das folhas de trigo realizada por Prates & Fernandes (2001), para

avaliar a área com lesões causadas por *Bipolaris sorokiniana*, foi executada após a fixação das folhas a um papel-filtro branco com fita adesiva. As imagens foram capturadas com uma câmera fotográfica digital Kodak DC260, a uma distância de 30 cm, armazenadas em CD-ROM, e posteriormente, analisadas com o software AreaScan, que diferenciou a área com lesão.

No trabalho de Cicero *et al.* (2003), as imagens das sementes de milho, com danos mecânicos e para análise de vigor, foram capturadas através de filme de raios X (Kodak MIN- R 2000, tamanho de 18x24 cm), a uma distância de 35 cm da fonte de raios X. O equipamento de raios X foi FAXITRON X-Ray, modelo MX-20, com intensidade de 15 kV e 5 minutos de exposição. A revelação foi efetuada numa processadora Hope X-Ray, modelo 319 Micromax. Posteriormente, as imagens dos filmes de raios-X foram capturadas por um Scanner Umax, modelo PowerLook 1100, para ampliação e visualização em computador Pentium III (600 MHZ, memória de 256 MB, HD Ultra SCSI (*Small Computer System Interface*, pequena interface de sistemas de computadores) de 20GB e monitor de 21"). Paralelamente, foram obtidas imagens fotográficas, através de uma câmera fotográfica digital Nikon, modelo D1, acoplada ao computador, das faces externas ventral e dorsal das sementes, das sementes mortas e das plântulas.

A captura de imagens digitais de feijoeiro feita por Baesso *et al.* (2007), para discriminar diferentes quantidades de nitrogênio, pelo uso de índices espectrais, foi conseguida com uma câmera colorida digital da marca JAI, modelo CV-M7+CL, padrão CamLink®, ligada a um microcomputador pessoal. As imagens foram salvas no formato TIFF ("*tagged image file format*")¹, com dimensões de 1.380 (h) x 1.030 (v) pixels, e capturas com auxílio de uma lente com distância focal de 25 mm, da marca Tamron, modelo 23FM25L. A iluminação ficou disposta em estrutura metálica construída com dimensões de 1,50 x 1,50 m e 2,00 m de altura, recoberta com tecido do tipo "blackout", e foi composta por oito refletores de lâmpadas halógenas de 150 W, direcionadas para cima, para que as plantas não recebessem luz direta. A câmera foi posicionada a 2 m acima da planta, adquirindo imagem com resolução espacial de 0,27 mm pixel⁻¹. Para análise das imagens utilizou-se o MATLAB 6.0, com o pacote de ferramentas para processamento de imagens.

1.3 IMPORTÂNCIA DA ILUMINAÇÃO NOS PROCESSOS DE AQUISIÇÃO DE IMAGENS

1

Formato de Arquivo Gráfico que a maioria dos programas de imagem aceitam. É capaz de armazenar 24 ou 32 bits. (MARQUE FILHO & VIEIRA NETO, 1999)

Diversos trabalhos na área agrícola também apresentam o quão importante é utilizar uma iluminação apropriada na avaliação de elementos agrícolas (folhas, sementes etc.) com sistemas de visão computacional (PAULSEN & MCCLURE, 1986; EL-FAKI *et al.*, 2000; SENA JÚNIOR, 2002).

Uma comparação de métodos de iluminação em amostras de produtos agrícolas, utilizando diversos tipos de filtros e lentes para definir a combinação mais adequada à utilização em sistemas de visão artificial, foi realizada por Paulsen & McClure (1986).

Um estudo dos efeitos da iluminação em diversos índices de cor (obtidos de diferentes combinações algébricas dos valores RGB da imagem), em uma análise de resultados obtidos em laboratório (ambiente controlado de iluminação) e em campo (ambiente sem controle de iluminação), para a detecção de plantas em solos, além de sugestões da necessidade de controle da iluminação ou de algum método de calibração foram reportados por El-Faki *et al.* (2000).

Uma redução da influência da iluminação, pelo uso do índice do excesso de verde normalizado, foi conseguida em experimentos para a identificação de plantas de milho atacadas pela lagarta do cartucho (SENA JÚNIOR, 2002).

Como pode ser visto, não adianta estar desenvolvido um sistema de análise de sementes (ou de outro elemento agrícola) se a etapa de aquisição não estiver definida e calibrada. Isso pode gerar resultados com falsos positivos e falsos negativos, uma vez que algumas características da imagem, como a cor, são dependentes da forma como a imagem é adquirida, e o sistema de análise vai tomar decisões com base nos resultados da imagem.

1.4 OBJETIVO GERAL

Este trabalho tem como objetivo geral propor uma metodologia para aquisição de imagens de sementes de milho. Mais precisamente, propor uma metodologia que garanta sempre os mesmos padrões de aquisição de imagens e que não sofra influência do meio externo.

1.5 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Como objetivos específicos estão:

- Elaborar diferentes configurações de iluminação, com diversos mecanismos de aquisição de imagens, como máquinas compactas e profissionais;
- Testar as diferentes configurações e analisar os resultados obtidos através de algoritmos de comparação de histogramas de imagens;
- Identificar os melhores sistemas de aquisição de imagens de sementes.

Esta dissertação está organizada da seguinte maneira: no capítulo 2, está a fundamentação teórica do processamento digital de imagens e a aplicação de PDI na agricultura em aquisição e análise de sementes de milho. No capítulo 3, encontram-se descritos os materiais usados e as metodologias empregadas para a captura das imagens, além de suas configurações. E finalmente no capítulo 4, apresentam-se os resultados encontrados através de comparações de histogramas pela métrica de interseção e correlação.

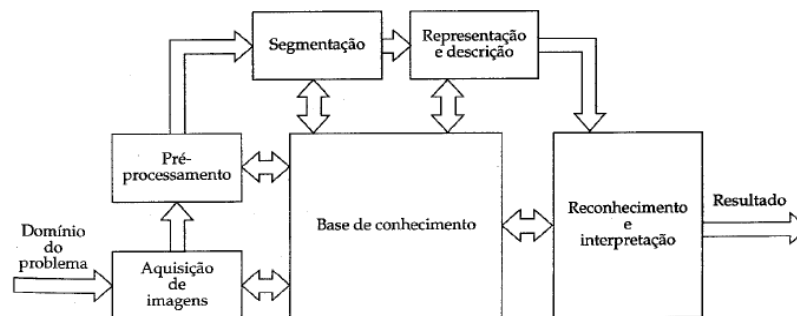
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGENS

O PDI é uma área em constante desenvolvimento, pois o aumento das aplicações tem crescido consideravelmente, seja na área de visão computacional e reconhecimento de padrões, seja na área de processamento de imagens (MARQUES FILHO & VIEIRA NETO, 1999). Enquanto, a visão computacional preocupa-se em gerar informações pela análise automática ou semiautomática de imagens por computador, o processamento de imagens busca aprimorar o aspecto visual da imagem, para facilitar a etapa de obtenção de informação ou de extração de informações úteis e relevantes (MARQUES FILHO & VIEIRA NETO, 1999), (GONZALEZ & WOODS, 2010). Essas aplicações ou sistemas de processamento de imagens representam a busca do ser humano em automatizar o sentido da visão.

O PDI possui cinco etapas (GONZALEZ & WOODS, 2010) (Figura 2): aquisição de imagem, pré-processamento, segmentação, representação e descrição, reconhecimento e interpretação.

Figura 2 - Fases de Processamento Digital de Imagens



Fonte: GONZALEZ & WOODS (2010).

A aquisição de imagens é uma etapa bastante importante do processo, pois se não há uma excelente aquisição, o restante do processo pode estar comprometido. Então, nesse sentido, foram desenvolvidos equipamentos para a aquisição de imagem baseados em alguns sensores, que transformam a intensidade do sinal luminoso em sinal elétrico, como os chamados CCDs (*charge coupled devices* – dispositivos de carga acoplada) (JORGE, 1996). Além da qualidade dos sensores para a aquisição das imagens, existem outros fatores pertencentes à etapa de aquisição, como a luminosidade do ambiente, posição do objeto sobre a superfície e qualidade da superfície, e que contribuem para a análise da imagem digital, (STEMMER *et al.* 2005). A iluminação influencia nos valores numéricos que compõem a imagem, portanto, nos resultados dos algoritmos de PDI (ERHARDT-FERRON, 2000).

O pré-processamento acontece após a imagem ter sido digitalizada e armazenada. Essa etapa pode ser utilizada para melhorar a qualidade da imagem, e consiste, na maior parte das vezes, na utilização de funções lineares e não lineares, visando: melhoramento de contraste, remoção de ruído, busca de regiões de interesse, mudança de escala, treinamento e extração de características de imagem para segmentação, entre outras (SILVA, 2008).

A segmentação é o processo de separar os objetos ou regiões de interesse do fundo de uma imagem. Ou seja, o resultado da segmentação corresponde aos dados primários em forma numérica da região que está sendo analisada, ou à fronteira de uma região como a todos os pontos dentro dela. Os métodos clássicos de segmentação estão divididos em três grandes grupos: limiarização, segmentação por bordas e segmentação por regiões (MARTIN NETO *et al.* 2007).

A representação e a descrição operam a partir dos resultados da segmentação. A representação faz a transformação dos dados primários para o processamento computacional. A descrição extrai os atributos de interesse da imagem, que pode ser alguma informação quantitativa, ou valores numéricos que diferenciam uma classe de objetos de outra (GONZALEZ & WOODS, 2010).

Reconhecimento e interpretação são processos interligados, onde o primeiro faz o reconhecimento e atribui um rótulo a um objeto, através das informações fornecidas pela etapa anterior; e o segundo atribui um significado ao conjunto de objetos reconhecidos (GONZALEZ & WOODS, 2010).

2.2 IMAGEM, PIXEL E ESPAÇO DE COR

Uma imagem digital é descrita por uma função matemática $f(x, y)$, ou seja, uma função bidimensional de intensidade da luz, proporcional à energia irradiada por uma fonte de iluminação, no ponto de coordenadas espaciais (x, y) (MARQUES FILHO & VIEIRA NETO, 1999). A função $f(x, y)$ é, portanto, composta pela quantidade de iluminação $i(x, y)$ que incide sobre o objeto e a quantidade de iluminação refletida pelo objeto da cena, representada pela função $r(x, y)$, Equação 1 (GONZALEZ & WOODS, 2010).

$$f(x, y) = i(x, y)r(x, y) \quad (1)$$

onde $0 < i(x, y) < \infty$ e $0 < r(x, y) < 1$, sendo $r(x, y) = 0$ correspondente a absorção total da luz e

$r(x, y) = 1$, correspondente a reflexão total da luz.

O menor elemento que forma uma imagem é denominado de pixel (*picture element* – elemento de imagem). A resolução de uma imagem é a razão entre o número de pixels e o tamanho real da imagem (GONZALEZ & WOODS, 2010). Dessa forma, um pixel não tem um tamanho definido e depende da resolução de captura (MARTINS DA SILVA, 2012). Por exemplo, uma imagem com resolução de 300 dpi (*dots per inch* – pontos por polegada), tem pixels com tamanho igual a 0,085 mm, e uma imagem com 1039 dpi, tem pixels com tamanho igual a 0,024 mm (ZOBEL, 2003).

Considerando-se pixels de 8 bits, as imagens monocromáticas possuem valores de pixel que variam do preto (zero) ao branco (255), correspondentes aos variados níveis de cinza. Imagens binárias possuem somente dois valores de intensidade atribuídos aos pixels, 0 (zero), para o preto, e 1 (um) para o branco. Imagens coloridas geralmente são formadas pelo conjunto de três cores ou canais, denominado de espaço de cor. A cor da imagem é a composição dessas três cores (provenientes de cada um dos pixels). O espaço de cor mais comumente utilizado em dispositivos de captura é o RGB, correspondentes as cores vermelho (R – *red*), verde (G – *green*) e azul (B – *blue*). A codificação da imagem RGB pode ser de 256 níveis por canal, ou seja, 256 tons de cada cor (GONZALEZ & WOODS, 2010) quando cada canal é armazenado em 8 bits.

2.3 AQUISIÇÃO DE IMAGEM

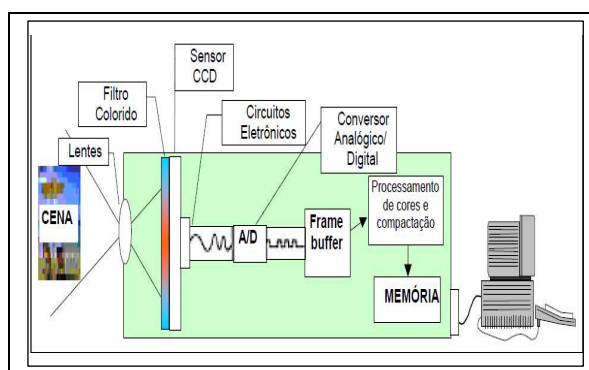
A aquisição consiste em se ter um meio para obter uma imagem e representar os dados desta imagem em forma numérica. Essa etapa está subdividida em duas partes: um dispositivo físico que produz na saída um sinal elétrico proporcional ao nível de energia descoberto, e a conversão do sinal elétrico analógico em informação digital através de um digitalizador. Assim, ao se querer desenvolver um sistema de aquisição de imagens, é necessária a escolha do tipo de dispositivo para captura das imagens, o que vai incluir a velocidade de aquisição; a resolução; o número de níveis de cinza, ou o número de cores, da imagem digitalizada; o tipo e disposição da iluminação da cena (ambiente); entre outros parâmetros (MARQUES FILHO & VIEIRA NETO, 1999).

2.3.1 Câmeras digitais

As câmeras digitais são equipamentos para a coleta e armazenamento de imagens digitais, composta por um sistema de lentes, filtros de cor, um chip CCD ou CMOS (*Complementary Metal-Oxide-Semiconductor*, semicondutor de óxido metálico complementar), circuitos adaptadores e amplificadores de sinal, conversores analógico-digitais (A/D), processadores e uma memória para armazenamento de imagens, (UBA & BRANCO, 2012).

A captura de imagens por uma câmera digital é feita conforme a Figura 3. A transformação do sinal analógico produzido pelo sensor CCD em sinal digital, acontece através do conversor A/D, armazenando o resultado na memória temporária (*frame-buffer*). A imagem é então processada para a interpolação de cores e compactação, para ser armazenada em uma unidade de massa. Em alguns modelos essa unidade pode ser um cartão de memória *flashcard* ou mesmo um disco rígido SCSI. As imagens armazenadas podem ser transferidas para o computador por intermédio de uma conexão serial, SCSI ou outros tipos de interface (TOMMASELLI, *et al.* 2000).

Figura 3 - Formato de captura da imagem da câmera digital.



Fonte: TOMMASELLI *et al.* (2000).

As câmeras digitais profissionais são máquinas visualmente maiores, mais caras e pesadas, onde o controle das fotos está nas mãos do operador, pois seus principais aspectos (ISO, Abertura do Diafragma, Exposição, Foco, Distância Focal, dentre outros) podem ser ajustados, além de oferecer lentes intercambiáveis, que podem ser trocadas de acordo com a finalidade de utilização (DUARTE, 2006).

As câmeras digitais compactas são menores, leves, não possuem muitos recursos e os comandos são automáticos ou pré-configurados, além de serem mais baratas. As configurações variam entre as diversas marcas/modelos (DUARTE, 2006).

2.3.2 Sistema de iluminação

Chama-se de sistema de iluminação a ação de projetar luz sobre o objeto em estudo, pois na maioria das vezes ele não tem luz própria e, no entanto, ela é imprescindível para a sensibilização do sensor óptico da câmera.

Entende-se por luz qualquer faixa do espectro luminoso e não apenas a faixa visível ao olho humano. Portanto, a escolha de um tipo de iluminação correto para o ambiente, em que se coloca o objeto para a captura de sua imagem é extremamente importante, pois com ele pode-se destacar o objeto na imagem, além de obter um bom contraste, auxiliando as outras etapas de processamento (ERHARDT-FERRON, 2000). A escolha da fonte luminosa e da técnica de iluminação adequada depende também das características superficiais do objeto em estudo como a geometria, estrutura, cor, transparência e refletância, com o objetivo de refletir sobre o objeto uma iluminação homogênea e constante ao longo do tempo (ERHARDT-FERRON, 2000); (JAHNE, 1999).

Há três critérios para elaborar um sistema de iluminação: definir a dimensão exata do campo de visão, para que se compreenda o tamanho e as propriedades superficiais da área que se deseja iluminar; determinar o tipo de fonte luminosa apropriada à aplicação (tungstênio, fluorescente, halogênio, led, laser), sugerindo uma faixa de frequência apropriada do espectro luminoso, conforme as características superficiais do objeto em estudo; e definir a geometria (direção dos feixes de luz em relação ao objeto e o sensor), a potência, eficácia e características temporais da fonte luminosa, necessárias para realçar as partes desejáveis do objeto de forma homogênea e constante ao longo do tempo (JAHNE, 1999). Para algumas aplicações o segundo e terceiro critérios podem ter suas ordens trocadas, caso tenha que experimentar vários tipos de fontes luminosas sobre o objeto para verificar o seu comportamento (STEMMER, *et al.* 2005).

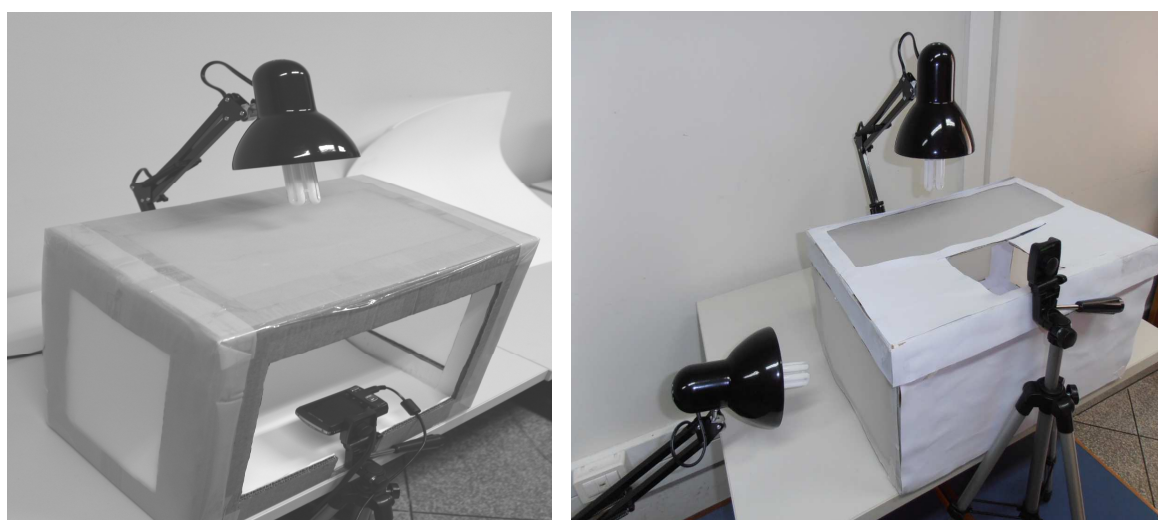
Uma das maneiras de iluminar um objeto é pelo uso da luz natural (*day light*) iluminação do dia ou da iluminação natural (STEMMER *et al.* 2005). A luz natural é proveniente do sol ou do espaço celeste, e é utilizada para fotografias de produtos/objetos, sendo que o horário definirá a inclinação dos raios luminosos em relação ao objeto fotografado e dela resultará em um determinado efeito (SAKALL, 2012). Outra maneira de iluminar um objeto é através de luz controlada que é designada por qualquer fonte de energia não natural, que foi criada e controlada de acordo com as necessidades do homem.

2.4 TENDA DE LUZ

A tenda de luz ou a caixa difusora de luz promove uma luz suave e difusa no objeto, fazendo com que as sombras fortes não apareçam, e denunciem a existência do fundo, além dos problemas com brilho indesejáveis ou diferenças de contraste (SAKALL, 2012); (SENA JÚNIOR, 2003).

Uma das maneiras de obter uma tenda de luz é pela construção de uma cabana completa de papel vegetal (Figura 4) deixando livre apenas a posição da câmera; e pela iluminação uniforme, por cima da tenda e/ou pelas laterais, com uma, duas ou três fontes de luz, segundo as necessidades (SAKALL, 2012).

Figura 4 – Exemplos de tenda de luz construída com papel vegetal.



Fonte: A AUTORA.

2.5 HISTOGRAMA E DISTÂNCIA ENTRE HISTOGRAMAS

O histograma de uma imagem é a contagem da frequência de valores dos pixels (GONZALEZ & WOODS, 2010). Portanto, o histograma fornece a frequência que as diferentes tonalidades ocorrem na imagem. Para medir o quanto a distribuição de cores de uma imagem está próxima de outra imagem é necessário escolher um método comparativo, definindo como função distância (FELIPE, 2005).

2.5.1 Métrica da interseção de histogramas

Em 1991, Swain e Ballard, propuseram o uso da distância entre histogramas pela métrica da interseção com a finalidade de se buscar o grau de igualdade entre as imagens. O cálculo da distância entre histogramas pela métrica da interseção, d_{inter} , é realizado utilizando a Equação 2 (HAND *et al.*, 2001),

$$d_{inter}(Q,C) = \frac{\sum_{i=1}^n \min(c_i, q_i)}{\sum_{i=1}^n q_i} \quad (2)$$

onde Q e C são os histogramas das imagens, c_i e q_i são a frequência de ocorrência de tonalidades i de um determinado canal, contendo n tonalidades, e $\min$ é uma função que avalia o menor número entre c_i e q_i . Ou seja, a Equação 2 apresenta a quantidade de pixels comuns entre as imagens em análise. Portanto, é de se esperar que, ao se comparar a mesma imagem, a distância entre elas seja igual a 1, porque todos os pixels são comuns. Por outro lado, imagens sem nenhum pixel em comum ao serem comparadas pelo método da interseção vão gerar uma distância de valor igual a zero.

2.5.2 Coeficiente de Correlação Linear

Uma segunda forma de calcular a distância entre histogramas é pelo coeficiente de correlação linear entre duas imagens, detectando a presença ou não de redundância de informação entre elas. Para se buscar o grau de similaridade, pode-se utilizar a seguinte Equação 3 (d_{corr}).

$$d_{corr}(Q,C) = \frac{\sum_{i=1}^n (c_i - \bar{c})(q_i - \bar{q})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (c_i - \bar{c})^2 \sum_{i=1}^n (q_i - \bar{q})^2}} \quad (3)$$

onde $\bar{q}$ e $\bar{c}$ são os valores médios do total de ocorrência de tons em cada imagem, Q e C , respectivamente, conforme:

$$\bar{c} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n c_i \quad \bar{q} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n q_i \quad (3)$$

Silva *et al.* (2007) relata que o coeficiente de correlação, proporciona um número no

intervalo de -1 a 1, sendo que o valor 1 indica correlação linear perfeita, o valor 0 sugere que não há correlação entre as janelas, e o valor -1 indica correlação inversa.

2.6 QUALIDADE DAS SEMENTES

A qualidade de sementes é determinada por um conjunto de atributos de natureza genética, física, fisiológica e sanitária. A qualidade genética condiz com características herdadas ou adquiridas durante o melhoramento na obtenção de novos cultivares mais produtivos. Os atributos de qualidade física da semente são a sua pureza física (ausência de impurezas como palhas, folhas, sementes de outras culturas etc.), o teor umidade (quantidade de umidade da semente, que deve estar dentro do padrão comercial para cada espécie), a danificação mecânica (sementes quebradas, trincadas), a aparência (tamanho, cor, formato, que devem ser uniformes) entre outras (MARCOS FILHO, 2005).

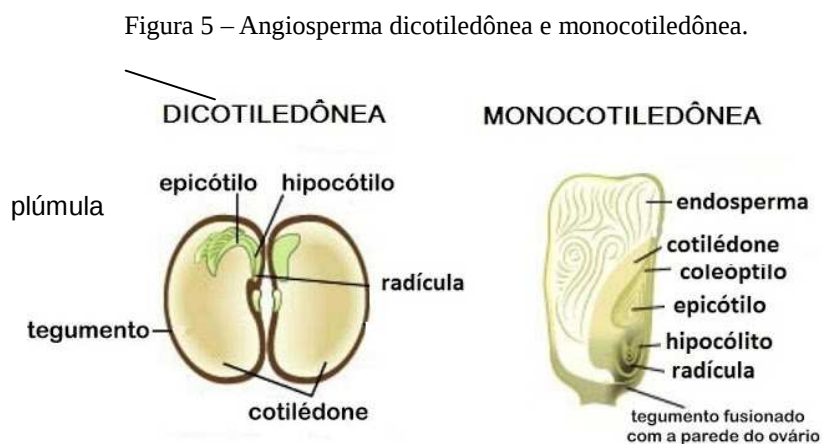
Considera-se como atributo fisiológico aquele que envolve o metabolismo da semente para expressar seu potencial como a germinação, a dormência e o vigor da semente. O percentual de germinação é um atributo relacionado a capacidade da semente em desenvolver a estrutura embrionária e a formação de uma plântula normal, sendo, em geral, uma porcentagem de germinação igual ou superior a 80% o mínimo requerido nas transações comerciais. A dormência é um mecanismo de defesa da semente diante variações do ambiente que dificultam ou impedem sua atividade metabólica normal, ou seja, a semente entra em um período de repouso fisiológico, decorrente de sua estrutura e/ou composição química, tendo um ou mais mecanismos que bloqueiam a germinação (MARCOS FILHO, 2005).

O vigor pode ser avaliado como aquela propriedade das sementes que determina a sua emergência sob condições desfavoráveis. De acordo com a *International Seed Testing Association* - ISTA (1981) “Vigor é a soma das propriedades que determinam o nível potencial de atividade e desempenho de uma semente ou de um lote de sementes durante a germinação e a emergência das plantas.”, ou seja, é o nível de energia que a semente possui para o processo germinativo. De acordo com a *Association of Official Seed Analysts* - AOSA (1983) “Vigor de sementes compreende aquelas propriedades que determinam o potencial para uma emergência rápida e uniforme e para o desenvolvimento de plântulas normais sob uma ampla faixa de condições ambientais”.

Os parâmetros utilizados para avaliar a qualidade fisiológica da semente estão, portanto, relacionado à estrutura do embrião e plântula para originar uma planta normal. O embrião é formado de plúmula, epicótilo, hipocótilo, radícula e cotilédones, Figura 5.

Sementes com um único cotilédone são denominadas de monocotiledôneas e sementes com dois cotilédones são denominadas de dicotiledôneas. Nas monocotiledôneas as substâncias que nutrem o embrião da semente ficam armazenadas no endosperma e a transferência de nutrientes para as células embrionárias em desenvolvimento é feita pelo cotilédone. O milho é um exemplo de semente de monocotiledônea. Diferentemente das monocotiledôneas, o endosperma geralmente não se desenvolve nas sementes de dicotiledôneas, e são os dois cotilédones que armazenam as substâncias necessárias para o desenvolvimento do embrião. São exemplos de dicotiledôneas o feijão e a soja (MARCOS FILHO, 2005).

A plúmula inclui os primórdios foliares, o epicótilo é a porção do embrião acima dos cotilédones, o hipocótilo é a porção do embrião que se localiza abaixo dos cotilédones, e a radícula é o primórdio da raiz embrionária, Figura 6.



Fonte: HELEN (2014).

A semente é considerada com qualidade fisiológica quando as estruturas embrionárias e da plântula são capazes de formar uma planta normal, segundo a característica de cada espécie relatada nas Regras de Análise de Sementes (BRASIL, 1992), (MARCOS FILHO, 2005).

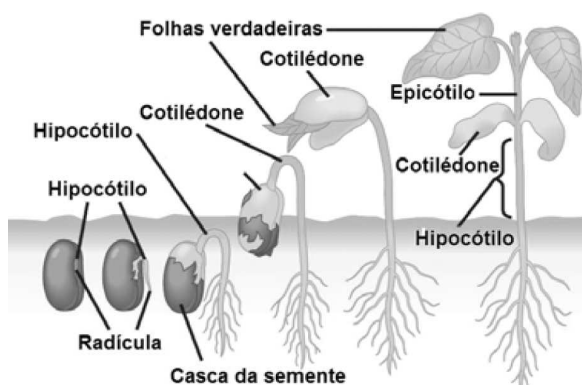
O último atributo referente à qualidade de semente é o fator sanitário, o qual não se refere somente ao dano causado na semente por um agente patogênico, mas também a própria expressão econômica de cada doença transmitida por um patógeno (agente causal da doença) à agroindústria, devido à queda de produção. Dessa forma, o controle de doenças transmissíveis pelas sementes é

um dos aspectos importantes na produção agrícola, tornando necessária a detecção da presença de patógenos em sementes (MENTEN, 1995).

A diagnose é feita pelo teste de sanidade, que buscam estimar, entre outras, as condições sanitárias de um lote de semente para a semeadura; orientar no tratamento de sementes; e avaliar o risco de contaminação de novas áreas agrícolas.

Dependendo do potencial de infecção do patógeno, existem diferentes métodos de análise da sanidade da semente (TAYLOR *et al.*, 2006); (BRASIL, 2009). O método mais básico e que praticamente não usa equipamentos é o exame visual da semente ou o método direto de detecção de patógenos. Esse método consiste em buscar, exibidos na semente, por inspeção visual e com auxílio do microscópio estereoscópico (lupa), estruturas macroscópicas do patógeno ou, então, típicos sintomas, demandando técnicos especializados. Por se tratar de uma análise humana e visual, esse método é subjetivo; tedioso; e, com isto, sujeito a erros; além de confiabilidade ou padronização de análise às vezes questionável, (SILVA, 2012); (CUSTODIO, 2012).

Figura 6 – Crescimento e transformação do embrião em uma nova planta.



Fonte: POMPELLI, M. F. (2014).

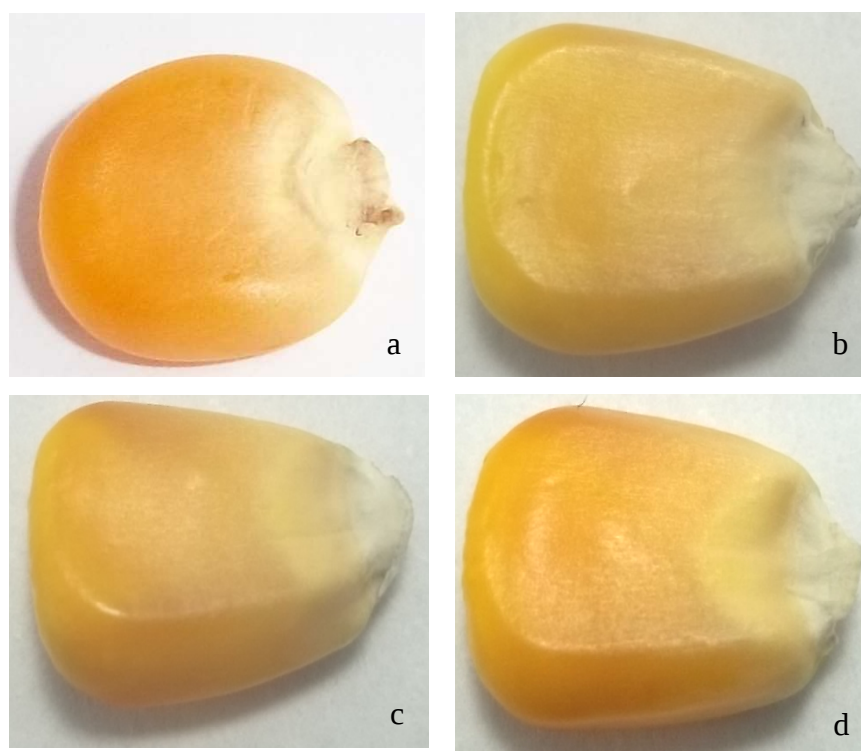
Alguns exemplos de sintomas são pontos pretos, em sementes de feijão ou trigo; pontos marrons no feijão; pontos violetas, no revestimento de sementes de soja; presença de pó preto, em sementes de trigo; dessecação e descoloração rósea, em sementes de trigo; linhas brancas sobre o revestimento de sementes de milho (TAYLOR *et al.* 2006).

3 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados no Laboratório de Sistemas Digitais e no Laboratório de Fitopatologia (Patologia de Sementes), ambos pertencentes à UEPG - Universidade Estadual de Ponta Grossa, em Ponta Grossa, PR.

Para execução dos procedimentos com luz natural utilizou-se duas sementes de milho sem classificação de cultivar. A Figura 7(a) mostra a semente de milho mais utilizada nos procedimentos com luz natural. Para os procedimentos com luz controlada, foram utilizadas três sementes de milho, do cultivar/ de nomenclatura M1P3, denominadas de Semente A - Figura 7(b), Semente B - Figura 7(c), Semente C - Figura 7(d), em quatro metodologias distintas (Tabela 1).

Figura 7 – Exemplos de sementes utilizadas para avaliação dos procedimentos de capturas de imagens.



Fonte: A Autora.

Tabela 1 - Metodologias

Metodologia	Iluminação	Nº de Lâmpadas	Tenda
LN	LN	0	Sim
I	LA	1	Não
II	LA	1	Sim
III	LA	2	Sim
IV	LA	1	Sim

LN – Luz Natural, LA – Luz Artificial

A partir das imagens capturadas, a análise de desempenho das metodologias de aquisição desenvolvidas foi realizada com as técnicas de interseção e correlação de comparação de histogramas de imagens.

Aproximadamente seis mil imagens foram adquiridas pelas metodologias com luz natural e luz controlada. Para a avaliação da melhor metodologia com luz controlada foram selecionadas 648 imagens, Tabela 2.

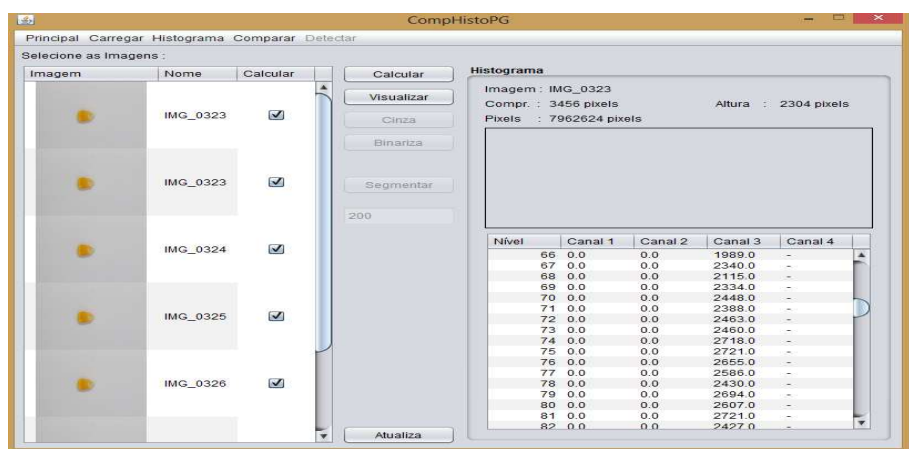
Tabela 2 - Número de imagens adquiridas.

	Grupos de Aquisições	Número de Aquisições por grupo	Sementes	Repetições	Total
Luz Natural	6	17	1	1	102
Luz Controlada	8	9	3	3	648

3.1 PROGRAMA SisImagem

As imagens capturadas foram analisadas por um sistema computacional (SisImagem), Figura 8, desenvolvido pelo próprio grupo de pesquisa, que tem o objetivo de fazer a comparação dos histogramas entre imagens previamente selecionadas, usando as métricas de interseção (igualdade) e correlação (semelhança) entre as imagens. Estabeleceu-se como imagem de referência a primeira imagem adquirida do grupo de aquisição que se está analisando.

Figura 8 – Tela de resultados do programa SisImagem.



Fonte: A Autora.

3.2 AQUISIÇÃO COM LUZ NATURAL

As aquisições com a iluminação por luz natural foram feitas através de uma Câmera Digital Kodak EasyShare M531-14 Megapixels, configurada em cena Close-Up para temas a menos de 70 cm de distância, captura inteligente – localiza o objeto, sem zoom, e distância de 10 cm do objeto; e com uma tenda de luz de papel vegetal de 44 x 37 x 33 cm com uma lâmina de EVA (etil vinil acetato) branca como plano de fundo (Figura 9).

Figura 9 - Metodologia com Luz Natural.



Fonte: A Autora

No total foram realizados seis grupos de aquisições, com 17 capturas de imagens cada, duas sem usar o flash da câmera e as outras quatro com o uso do flash, conforme a Tabela 3.

Tabela 3 – Variação do uso do flash nas aquisições.

Aquisição	Flash
1	NÃO
2	SIM
3	NÃO
4	SIM
5	SIM
6	SIM

3.3 AQUISIÇÃO COM LUZ CONTROLADA

Conforme indicado na Tabela 1, as metodologias com luz controlada foram denominadas de: Metodologia I, sem tenda e 1 lâmpada, Figura 10(a); Metodologia II, com tenda e 1 lâmpada, Figura 10(b); e Metodologia III, com tenda e 2 lâmpadas, Figura 10(c); Metodologia IV - Figura 10(b), com tenda, 1 lâmpada, em que os equipamentos não foram retirados do lugar após a repetição. Todas as lâmpadas são fluorescentes, de 15 W, cor branca, marca Taschibra/Abilux.

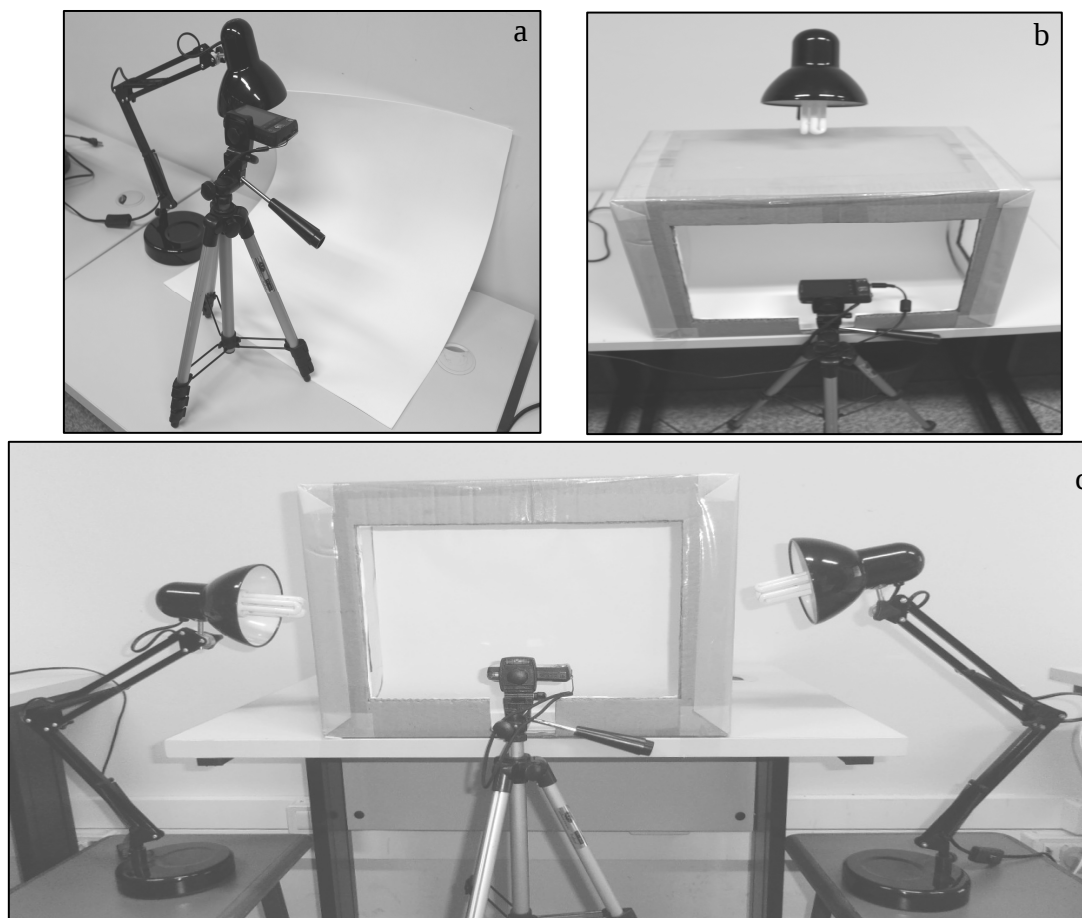
Nas Metodologias I, II e III os equipamentos eram arranjados cada vez que se queria realizar a captura de imagens de sementes de milho. O tempo médio gasto para esse arranjo era de aproximadamente 20 minutos. Após montado o sistema, aguardava-se ainda mais 20 minutos para que a iluminação estabilizasse, seja pelo aquecimento do reator e filamentos da lâmpada fluorescente (BRITO, 2012), seja por causa da influência da temperatura ambiente na obtenção do fluxo máximo luminoso em lâmpadas fluorescentes (TEIXEIRA, 2014). Durante esse tempo de espera, a câmera era calibrada, por meio de capturas (20 a 30 imagens), até que o foco da câmera fosse direcionado sobre a semente. A Metodologia IV tinha a mesma configuração e equipamentos da Metodologia II, porém, neste caso, todos os equipamentos permaneceram montados entre as repetições, ou seja, bastava somente esperar o tempo de estabilização da iluminação e a realização dos procedimentos de calibração da câmera, para então inserir a semente no local apropriado e capturar a imagem.

A intensidade luminosa foi medida através de um luxímetro modelo MLM-1011 da Minipa, resolução de 1 lux (na escala de 2.000 lux), colocado no local da aquisição.

Para captura das imagens, foram utilizadas duas câmeras digitais diferentes para comparação das informações, e identificar a melhor metodologia e máquina para aquisição de imagem. As câmeras utilizadas foram uma Kodak EasyShare M531 – 14 MP, e a Câmera Canon Profissional T5i – Rebel, lente 18 – 55 mm, que foi conectada ao computador², e cujas aquisições foram feitas com auxílio de um software EOS UTILITY.

² Computador – Ultrabook (DELL), Processador Core I7 (Intel), Memória (RAM) – 8.0 GB, Sistema Operacional 64 bits, Windows 8.

Figura 10 - Sistemas de aquisição de imagens de sementes de milho: (a) Metodologia I, (b) Metodologia II e IV e (c) Metodologia III.



Fonte: A Autora.

A seguir são detalhadas as configurações de cada metodologia, de acordo com a câmera utilizada.

3.3.1 Câmera Kodak EasyShare M531 – 14 MP

Na Metodologia I, a câmera Kodak foi configurada no modo cena SCN close-up (auto-retrato), 3 MP (4:3), sem flash, com zoom. A distância da lente da câmera à semente foi de 34,5 cm. A iluminação foi realizada com 1 lâmpada (*frontlight* direcional), Figura 11, rosqueada no bocal de uma luminária de mesa, e posicionada na linha da semente, Figura 10(a), a uma altura de aproximadamente a 30,0 cm. Para o plano de fundo foi escolhida uma lâmina de EVA branca (43,0 x 49,0 cm), que foi fixada na parede. A semente foi alinhada no centro do plano de fundo, a 8,0 cm da borda.

Figura 11 – Iluminação *Frontlight* direcional

Fonte: STEMMER *et al.* 2005.

Na Metodologia II, a câmera foi configurada da seguinte forma: SCN Close-Up, 3 MP (4:3), sem flash, sem zoom. A distância da lente da câmera a semente foi de 4,5 cm, Figura 10(b). Novamente a iluminação foi feita com 1 lâmpada, fixada a luminária, posicionada atrás de uma tenda de papel vegetal (44,0 x 37,0 x 33,0 cm), com distância da lâmpada à tenda de 5,0 cm (*frontlight* direcional) (Figura 11). Para o plano de fundo foi escolhida uma lâmina de papel profissional Credeart 150 gm² (21,0 x 29,7 cm), marca Credeal, utilizado para desenhos técnicos, artísticos, arquitetura e engenharia. A semente foi posicionada no centro da tenda, a 4,0 cm da borda.

Na Metodologia III, Figura 10(c), a configuração da câmera e o plano de fundo foram os mesmos da Metodologia II. A distância da lente da câmera à semente foi de 4,5 cm. A iluminação foi obtida com 2 lâmpadas (*frontlight* difuso) (Figura 12) fixadas a duas luminárias, posicionadas nas laterais da tenda, onde a distância das lâmpadas à tenda ficou em 4,5 cm, em uma altura de aproximadamente 30 cm. A semente foi posicionada no centro da tenda, a 4,0 cm da borda.

Os diferentes planos de fundo listados devem-se a busca de um plano de fundo da imagem o mais uniforme possível, o que ajuda nas fases posteriores do processamento digital de imagens. Inicialmente trabalhou-se como plano de fundo o EVA. Entretanto, esse material possui pequenos orifícios e, com a proximidade da câmera ao plano, os mesmos destacavam-se, gerando planos de fundos sem padrão definido. Devido a isso se começou a adotar o papel Credeart, apresentando uma uniformidade maior para o plano de fundo da imagem.

Conforme dito anteriormente, para a Metodologia IV a câmera foi configurada com os mesmos

parâmetros da Metodologia II, assim como os demais procedimentos. Porém, entre as repetições, todos os equipamentos foram mantidos no mesmo lugar.

Figura 12 – Iluminação *Frontlight* difuso



Fonte: STEMMER, 2005

3.3.2 Câmera Canon profissional T5i – Rebel

Para a câmera Canon Profissional T5i – Rebel, mantiveram-se as metodologias indicadas na Tabela 1, porém, devido ao tamanho da câmera, construiu-se uma nova a tenda de luz, com abertura na parte superior (Figura 13).

Na Metodologia I, a câmera foi configurada da seguinte maneira: modo manual, 8 MP (3456 x 2304), velocidade do obturador 1/15, abertura do diafragma F 8.0, ISO 100, distância focal (lente) – 55 mm, balanço de branco (AWB - *Auto White Balance*), sem flash. A distância da lente da câmera à semente foi de 36,0 cm. A iluminação foi realizada com 1 lâmpada (*frontlight* direcional) (Figura 11), colocada a aproximadamente 27 cm de altura, perpendicular ao plano da mesa e na linha da semente. Como plano de fundo utilizou-se uma lâmina de EVA branca (43,0 x 49,0 cm), fixada na parede. A semente foi posicionada no centro da tenda, a 7,0 cm da borda.

Para a Metodologia II utilizou-se de uma tenda de papel vegetal (44,0 x 30,0 x 25,0 cm) (Figura 13) e como plano de fundo uma lâmina de papel Credeart 150 gm² (210mm x 297 cm). A câmera foi configurada no Modo Manual, 8 MP (3456 X 2304), velocidade do obturador 1/13, abertura do diafragma F 5.6, ISO 100, distância focal (lente) – 55 mm, balanço de branco (AWB),

sem flash. A distância da lente à semente foi aproximadamente 15 cm. Foi utilizada uma lâmpada para iluminação, que foi posicionada atrás da tenda, fixada a uma luminária a uma altura de 25,0 cm da semente, onde a distância da lâmpada à tenda foi de 4,0 cm (Figura 13). A semente foi colocada a 6,0 cm da borda do plano de fundo. A mudança na tenda de luz ocorreu devido ao tamanho da câmera, para o seu melhor posicionamento, assim como da semente e da iluminação.

Figura 13 – Tenda de Luz e Câmera Canon T5i



Fonte: A Autora.

Na Metodologia III utilizou-se a mesma configuração para a câmera, tenda de luz e plano de fundo da Metodologia II. Para a iluminação utilizaram-se duas lâmpadas posicionadas atrás e na lateral da tenda (Figura 14). A lâmpada do lado esquerdo estava a 25,0 cm de altura e com uma distância da lâmpada na tenda de 5,0 cm, e a lâmpada cujo suporte foi posicionado atrás da tenda foi arranjada acima desta, a 25,0 cm de altura e posicionada de forma que a distância da lâmpada à tenda fosse de 6,0 cm. A distância da lente a semente foi de 15,0 cm.

Conforme dito anteriormente, para a Metodologia IV a câmera foi configurada com os mesmos parâmetros da Metodologia II, assim como os demais procedimentos. Porém, entre as repetições, todos os equipamentos foram mantidos no mesmo lugar.

Figura 14 - Metodologia III Câmera Canon T5i - Rebel



Fonte: A Autora

3.3.3 Critérios de captura das imagens e avaliação

Para realizar a avaliação das metodologias com luz controlada foram feitas três repetições, de cada grupo de imagens. Cada grupo de imagem consistiu de 9 capturas consecutivas de cada semente, resultando, ao final de cada repetição, em 81 capturas de imagens, sendo 27 imagens para cada semente. Novamente, as imagens foram analisadas pelo programa SisImagem e adotou-se o mesmo critério para a imagem de referência. Após a escolha da imagem de referência, calcularam-se as distâncias entre as imagens do grupo e a imagem de referência escolhida. Com a média das distâncias e o desvio padrão obtidos pelo programa SisImagem, para cada imagem do grupo de aquisição, analisou-se, então, os maiores e menores valores destes parâmetros, tanto com a métrica da interseção, quanto da correlação. Isso foi realizado para verificar uma possível repetitividade e reprodutibilidade da metodologia, com os respectivos erros.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 AQUISIÇÕES COM LUZ NATURAL

A Tabela 4 apresenta os resultados obtidos para a média das distâncias entre os histogramas, para os seis grupos de aquisições indicados na Tabela 3, quando usado o cálculo da distância entre histogramas pelo método da interseção.

Tabela 4 – Média e desvio padrão das distâncias entre histogramas pelo método da interseção.

Número da Captura	Aquisição 1	Aquisição 2	Aquisição 3	Aquisição 4	Aquisição 5	Aquisição 6
1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
2	0,94	0,68	0,97	0,83	0,36	0,49
3	0,96	0,62	0,97	0,80	0,71	0,65
4	0,93	0,61	0,97	0,76	0,61	0,66
5	0,96	0,52	0,91	0,82	0,79	0,41
6	0,94	0,81	0,89	0,67	0,72	0,68
7	0,93	0,69	0,92	0,75	0,88	0,71
8	0,94	0,89	0,88	0,80	0,57	0,39
9	0,92	0,70	0,87	0,93	0,70	0,74
10	0,92	0,55	0,90	0,91	0,78	0,67
11	0,93	0,70	0,83	0,68	0,53	0,81
12	0,93	0,87	0,88	0,85	0,36	0,34
13	0,93	0,43	0,88	0,92	0,65	0,91
14	0,94	0,88	0,89	0,69	0,75	0,38
15	0,93	0,77	0,88	0,76	0,57	0,71
16	0,94	0,76	0,91	0,86	0,60	0,62
17	0,93	0,61	0,85	0,40	0,61	0,20
Média	0,94	0,71	0,91	0,79	0,66	0,61
Desvio padrão	0,02	0,15	0,05	0,14	0,16	0,21

Como pode ser observado da Tabela 4, quando se realizou a captura das imagens de milho sem o uso de flash (aquisições 1 e aquisição 3), as imagens apresentaram maior igualdade (interseção), valor mais próximo de 1, do que com o uso do flash. Destaca-se ainda o maior desvio padrão obtido, entre as aquisições 1 e aquisição 3, é de 0,05, representando a variação entre as sucessivas aquisições de imagens para o mesmo grupo.

A Tabela 5 apresenta os resultados obtidos para a média das distâncias entre os histogramas para os seis grupos de aquisições indicados na Tabela 3, quando usado o cálculo da correlação.

As imagens obtidas sem flash (aquisições 1 e aquisição 3) apresentaram maior semelhança (correlação), valor mais próximo de 1, do que com o uso do flash. Destaca-se novamente a variação entre as sucessivas aquisições de imagens para o mesmo grupo, sendo o maior desvio padrão obtido, entre as aquisições 1 e aquisição 3, de 0,025.

Tabela 5 – Média e desvio padrão das distâncias entre histogramas pelo método da correlação.

Número da Captura	Aquisição 1	Aquisição 2	Aquisição 3	Aquisição 4	Aquisição 5	Aquisição 6
1	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2	0,988	0,593	0,997	0,847	0,270	0,426
3	0,994	0,537	0,996	0,866	0,807	0,633
4	0,983	0,486	0,997	0,797	0,674	0,661
5	0,994	0,398	0,976	0,909	0,869	0,291
6	0,989	0,808	0,960	0,628	0,734	0,677
7	0,987	0,666	0,979	0,747	0,933	0,691
8	0,988	0,922	0,954	0,749	0,553	0,247
9	0,983	0,689	0,946	0,986	0,737	0,792
10	0,982	0,449	0,966	0,960	0,876	0,671
11	0,986	0,643	0,915	0,667	0,447	0,921
12	0,987	0,892	0,953	0,889	0,253	0,172
13	0,982	0,231	0,952	0,978	0,669	0,978
14	0,988	0,909	0,970	0,597	0,836	0,214
15	0,987	0,731	0,968	0,728	0,623	0,749
16	0,988	0,737	0,981	0,890	0,557	0,535
17	0,987	0,511	0,926	0,219	0,668	0,011
Média	0,988	0,659	0,967	0,792	0,677	0,569
Desvio padrão	0,005	0,210	0,025	0,194	0,213	0,296

Com relação às aquisições com flash, verifica-se que o uso deste dispositivo causa maiores variações entre as imagens obtidas em um mesmo grupo (desvio padrão), tanto com o uso da métrica de interseção como da correlação. Isso pode ter ocorrido devido à iluminação causada após cada disparo do flash, a carga acumulada entre disparos sucessivos, entre outros fatores (DUARTE, 2006).

A pequena variação obtida para as imagens obtidas sem flash, considerando os desvios padrões, aponta, ainda, que as métricas adotadas para avaliar o método de aquisição de imagens, a da medida de distância entre histogramas de imagens tanto por interseção como por correlação, mostra-se adequada e suficiente.

4.2 AQUISIÇÕES COM LUZ CONTROLADA

Os resultados das aquisições com luz controlada de todas as Metodologias foram analisados conforme demonstrado no Apêndice A. Nesse Apêndice estão, mais precisamente, os resultados obtidos nas três repetições para a Metodologia II, máquina Kodak; como foram extraídos os dados de cada grupo de imagem, então, de cada repetição; e, por fim, o que foi selecionado na repetição, para as análises (Tabela 6), que são os valores máximos e mínimos obtidos para a média e o desvio padrão na repetição. As demais planilhas estão disponíveis no link³.

A Tabela 6 apresenta os resultados obtidos para a média da distância entre histogramas, e os respectivos desvios padrão, para imagens obtidas com as Metodologias I, II, III e IV, as câmeras Kodak e Canon.

Tabela 6 - Comparação entre Histogramas pelas métricas da interseção e correlação.

Metodologia	Métrica de Interseção		Correlação Linear	
	Médias dos Canais RGB	Desvio Padrão	Médias dos Canais RGB	Desvio Padrão
Câmera Kodak				
I	0,8418	0,0749	0,89914	0,07733
II	0,9434	0,0372	0,97054	0,03487
III	0,8313	0,0415	0,87397	0,05336
IV	0,9495	0,0216	0,97349	0,01857
Câmera Canon				
I	0,9764	0,0057	0,99715	0,00206
II	0,9788	0,0123	0,99693	0,00427
III	0,9776	0,0061	0,99804	0,00124
IV	0,9725	0,0070	0,99524	0,00428

O valor ideal para as distâncias, seja pelo método da interseção como da correlação é 1 (um). Considerando os desvios padrões obtidos, ou seja, a variação das imagens em um mesmo

³ <https://www.dropbox.com/sh/o9nrr5zsna8o9w6/J3EBk7Kyly>

grupo de aquisição, observa-se que os piores resultados com a câmera Kodak foram para a Metodologia I, seguidos da Metodologia III, tanto pela métrica da interseção, quanto pela métrica da correlação. Para a Metodologia I foram conseguidos, para esses métodos, respectivamente, os valores de distância de $0,8418 \pm 0,0749$ e $0,89914 \pm 0,07733$. Para a Metodologia III foram conseguidos, para os métodos da interseção e da correlação, respectivamente, os valores de distância de $0,8313 \pm 0,0415$ e $0,87397 \pm 0,05336$.

Para a Metodologia II foram obtidos os valores de distância com técnicas da interseção e correlação de, respectivamente, $0,9434 \pm 0,0372$ e $0,97054 \pm 0,03487$. Quanto a Metodologia IV obteve-se os valores de distância com técnicas da interseção e correlação de, respectivamente, $0,9495 \pm 0,0216$ e $0,97349 \pm 0,01857$. Ao avaliar as Metodologias II e IV, verifica-se que os valores médios para a distância, para as duas métricas, são similares, e que a diferença está no desvio padrão, sendo este maior para a Metodologia II. Ou seja, há uma maior variação entre as sucessivas aquisições de imagens para o mesmo grupo de imagem ao utilizar a Metodologia II. Os equipamentos mantidos no lugar, entre os grupos de aquisição de imagens, pode ter favorecido o menor desvio padrão para a Metodologia IV, uma vez que as possíveis variações de posicionamento dos equipamentos, a cada grupo de imagens, podendo gerar alterações nas imagens, são eliminadas (COSTA, 2012).

Assim, as Metodologias II e IV possuem resultados próximos, com vantagem para a Metodologia IV, em que os equipamentos não eram arranjados a cada repetição, por apresentar menores valores de desvio padrão. Os piores resultados obtidos para a Metodologia I e III e câmera Kodak podem ser devido, entre outros, a variação da intensidade luminosa durante os experimentos, seja pela falta da tenda, seja pela pequena mudança no ângulo de incidência dos raios luminosos, já que a Metodologia III tem duas lâmpadas e a tenda (SENA JÚNIOR, 2003); (STEMMER, 2005); (SENA JÚNIOR, 2004).

Com a câmera Canon, os piores resultados foram para a Metodologia II e IV, com valores de distância respectivamente de $0,9788 \pm 0,0123$ e $0,9725 \pm 0,0070$, para a métrica da interseção, e de $0,99693 \pm 0,00427$ e $0,99524 \pm 0,00428$, com a métrica da correlação. Novamente, ao avaliar as Metodologias II e IV, verifica-se que os valores médios para a distância, para as duas métricas, são similares, e que a diferença está no desvio padrão, sendo este maior para a Metodologia II. Ou seja, há uma maior variação entre as sucessivas aquisições de imagens para o mesmo grupo de imagem ao utilizar a Metodologia II. Portanto, entre as Metodologias II e IV, a melhor escolha seria a

Metodologia IV. A associação dessa vantagem, outra vez, pode ser devida a permanência dos equipamentos em todos os grupos de aquisição de imagens, inclusive entre dias (COSTA, 2012).

As Metodologias I e III apresentaram pequenas diferenças de resultados, sendo que a Metodologia III exibiu melhor desempenho que a Metodologia I, devido a menor variação de valores na métrica da correlação. Na métrica da interseção, essas Metodologias apresentam resultados análogos. Com Metodologia I, a distância, pela métrica de interseção, foi de $0,9764 \pm 0,0057$. Utilizando a métrica da correlação linear, a distância é de $0,99715 \pm 0,00206$. Com a Metodologia III, a distância, pela métrica de interseção, foi de $0,9776 \pm 0,0061$. No caso com a métrica da correlação linear, a distância é de $0,99804 \pm 0,00124$.

Acredita-se que os resultados obtidos são devido a maior ou menor presença de parâmetros na imagem, como o uso ou não de tenda, além da iluminação, pelo uso de 1 ou 2 lâmpadas fluorescentes. No que se refere à Metodologia I, onde a semente recebe uma iluminação direta, sem qualquer filtro, entende-se que o excesso iluminação proporcionou uma maior variação nos resultados. Isso porque variações na iluminação resultam em diferentes reflexões da luz no objeto e podem ocasionar diferentes respostas dos equipamentos, por exemplo, maior ou menor ruído e/ou sensibilidade (STEMMER *et al.* 2005). Por outro lado, o arranjo que apresentou o melhor resultado, considerando as duas métricas (Metodologia III) faz uso da tenda de luz, para gerar uma suavidade na iluminação emitida, o que indiretamente pode ter atenuando as variações de brilho e os contrastes indesejáveis, influenciou positivamente nos resultados obtidos (SAKALL, 2012); (PACHECO, 2012).

Dessa forma, embora esteja evidente que a Metodologia IV foi a que mais reproduziu resultados satisfatórios com a câmera compacta Kodak, o mesmo não pode ser afirmado para a câmera profissional Canon. Na verdade, considerando a câmera Canon, as Metodologias I, III e IV apresentaram melhores resultados para a métrica da interseção, com desvios padrão respectivamente de 0,0057; 0,0061; e 0,0070; enquanto que as Metodologias I e III obtiveram menores variações para a métrica da correlação, 0,00206 e 0,00124, respectivamente, evidenciando que a Metodologia III é a melhor das três apresentadas. Quanto a Metodologia IV, esta é melhor se comparada com a Metodologia II, pois apresenta menor desvio padrão com o uso da métrica de interseção, 0,0070 e 0,0123, respectivamente, e desvio padrão similar com o uso da métrica de correlação linear, 0,00428 e 0,00427, respectivamente. O fato é que a escolha do método de aquisição vai depender de como se quer analisar as imagens e do investimento no conjunto de equipamentos.

Com as metodologias Metodologia II (Kodak, Canon) e Metodologia III (Canon) foi investigado o desempenho delas na comparação de imagens em dias diferentes, Tabela 7.

Tabela 7 - Distâncias entre histogramas de todas as imagens obtidas para uma mesma semente e três diferentes imagens de referência.

Metodologia	Distância entre histogramas	Interseção		Correlação	
		Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
II / Kodak	Semente A				
	Imagem de referência 1	0,73563	0,14529	0,71485	0,19202
	Imagem de referência 2	0,81397	0,14772	0,83134	0,17518
	Imagem de referência 3	0,70919	0,16241	0,70143	0,19839
	Semente B				
	Imagem de referência 1	0,80602	0,1574	0,83381	0,18565
	Imagem de referência 2	0,81124	0,14395	0,83560	0,16177
	Imagem de referência 3	0,71305	0,15221	0,71788	0,17587
	Semente C				
	Imagem de referência 1	0,81730	0,15863	0,83699	0,19712
	Imagem de referência 2	0,82024	0,14864	0,83726	0,17922
	Imagem de referência 3	0,71681	0,16382	0,69852	0,20202
II / Canon	Semente A				
	Imagem de referência 1	0,33558	0,46283	0,42345	0,40983
	Imagem de referência 2	0,43952	0,40656	0,47353	0,37796
	Imagem de referência 3	0,41695	0,38131	0,44672	0,37763
	Semente B				
	Imagem de referência 1	0,35586	0,46596	0,44545	0,41344
	Imagem de referência 2	0,46167	0,41592	0,50711	0,37464
	Imagem de referência 3	0,42135	0,38119	0,45048	0,35955
	Semente C				
	Imagem de referência 1	0,27736	0,37317	0,37250	0,33419
	Imagem de referência 2	0,44847	0,41019	0,48806	0,37011
	Imagem de referência 3	0,44306	0,40061	0,47212	0,37289
III / Canon	Semente A				
	Imagem de referência 1	0,58533	0,26998	0,56384	0,30738
	Imagem de referência 2	0,71369	0,26555	0,74102	0,32808
	Imagem de referência 3	0,73877	0,25996	0,75713	0,31725
	Semente B				
	Imagem de referência 1	0,57230	0,27482	0,54969	0,31616
	Imagem de referência 2	0,74764	0,27270	0,76048	0,32256
	Imagem de referência 3	0,74875	0,27843	0,75505	0,33160
	Semente C				
	Imagem de referência 1	0,57250	0,25996	0,55492	0,29360
	Imagem de referência 2	0,75413	0,25359	0,78356	0,29952
	Imagem de referência 3	0,76568	0,26002	0,78518	0,30175

A comparação das imagens entre dias diferentes, foi executada da seguinte maneira: escolhe-se 3 grupos de aquisição em dias diferentes, por exemplo, todas as aquisições da Semente A dos 3 grupos, foram copiadas para uma mesma pasta, a partir daí foram escolhidas 3 imagens aleatórias de referência, que foram comparadas com o restante das imagens dos grupos (Apêndice B), assim foi feito para a Semente B e Semente C.

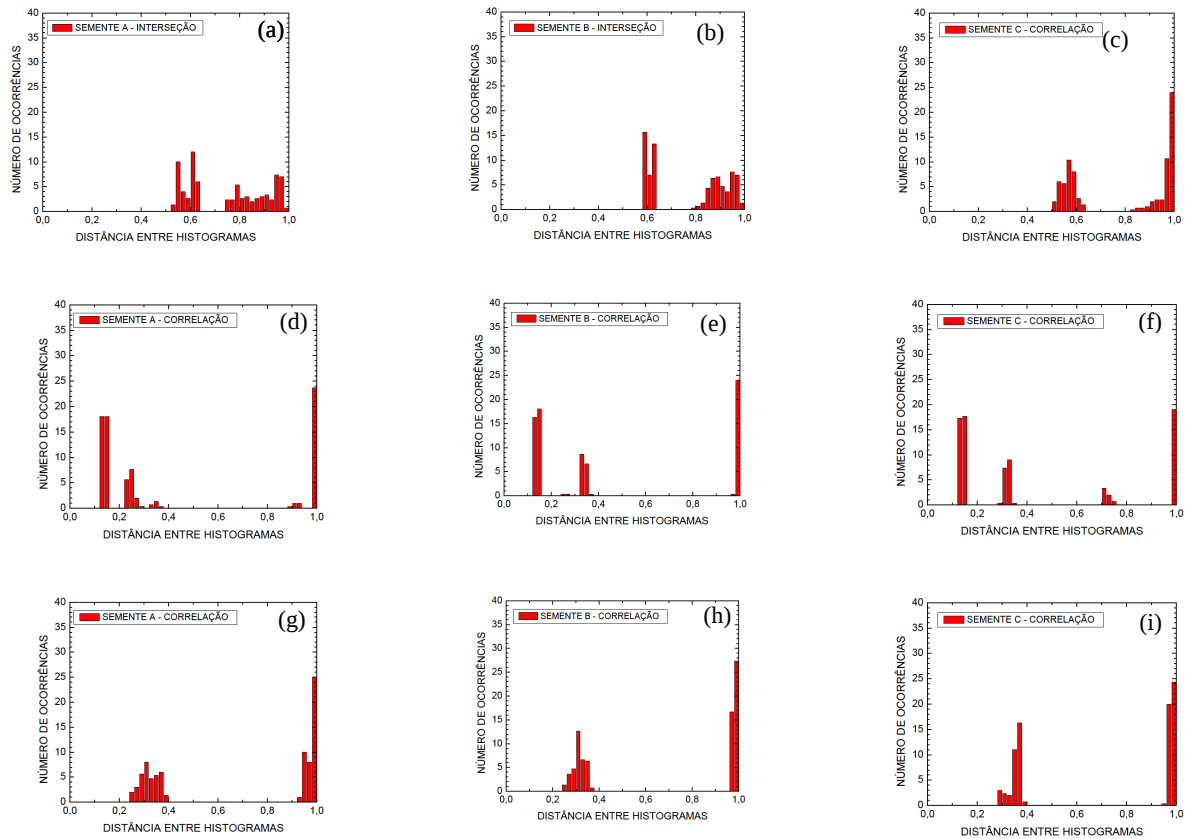
Verifica-se que, para a Metodologia II e máquina Kodak, foram obtidos valores próximos a 0,8, para as distâncias entre histogramas, tanto pelo método da interseção quanto pelo método da correlação. Os desvios padrões variaram entre 0,14395 e 0,16382 (variação de 0,01987), para a métrica da interseção e entre 0,16177 e 0,20202 (variação de 0,04025), para a métrica da correlação. Para a Metodologia II e máquina Canon, os valores de desvio padrão obtidos, próximos a 0,4, indicam que não é possível comparar imagens de dias diferentes. Para a Metodologia III, e máquina Canon, foram obtidos, para as distâncias entre histogramas, valores entre 0,57250 e 0,76568, com o método da interseção, e entre 0,54969 e 0,78518, com o método da correlação. Os desvios padrões variaram entre 0,25359 e 0,27843, para a métrica da interseção e entre 0,29360 e 0,33160, para a métrica da correlação.

Como pode ser notado, os valores da distância e de desvio padrão da Tabela 7 foram piores que aqueles obtidos na Tabela 4, quando ocorreu a comparação entre imagens da mesma repetição. Isso indica que, em medidas de dias diferentes, são adicionados elementos ou parâmetros na imagem, que não se tem controle. Embora ainda em investigação, acredita-se que os maiores valores para o desvio padrão com a máquina profissional Canon, em dias diferentes, podem ser devido a maior sensibilidade desta máquina fotográfica (ISO, abertura do diafragma e velocidade do obturador) às pequenas modificações no ambiente de modo, gerando maiores mudanças na imagem.

As Figuras 15 e 16 apresentam respectivamente a média do número de ocorrências obtidas, ou seja, quais são as frequências dos resultados próximos e mais distantes de 1 (valor ideal) pela métrica da interseção e correlação, para cada valor da distância entre histogramas (calculada para cada uma das três imagens de referência), para as imagens da semente A, semente B e semente C.

Para todas as situações das Figuras 15 e 16 verifica-se a ocorrência de pelo menos dois picos. No caso da interseção, esses picos ocorrem nas distâncias entre histogramas próximas a 0,6 e 0,9, Figuras 15(a) a (c), ou próximas a 0,4 e 1,0, Figuras 15 (g) a (i). O pico próximo a 0,9 ou 1,0 corresponde à situação em que as imagens, a de referência e aquelas obtidas em todos os dias, tem maior igualdade.

Figura 15 - Interseção - Metodologia II/Kodak (a) Semente A, (b) Semente B, (c) Semente C; Metodologia II/Canon (d) Semente A, (e) Semente B, (f) Semente C; Metodologia III/Canon (g) Semente A, (h) Semente B, (i) Semente C.

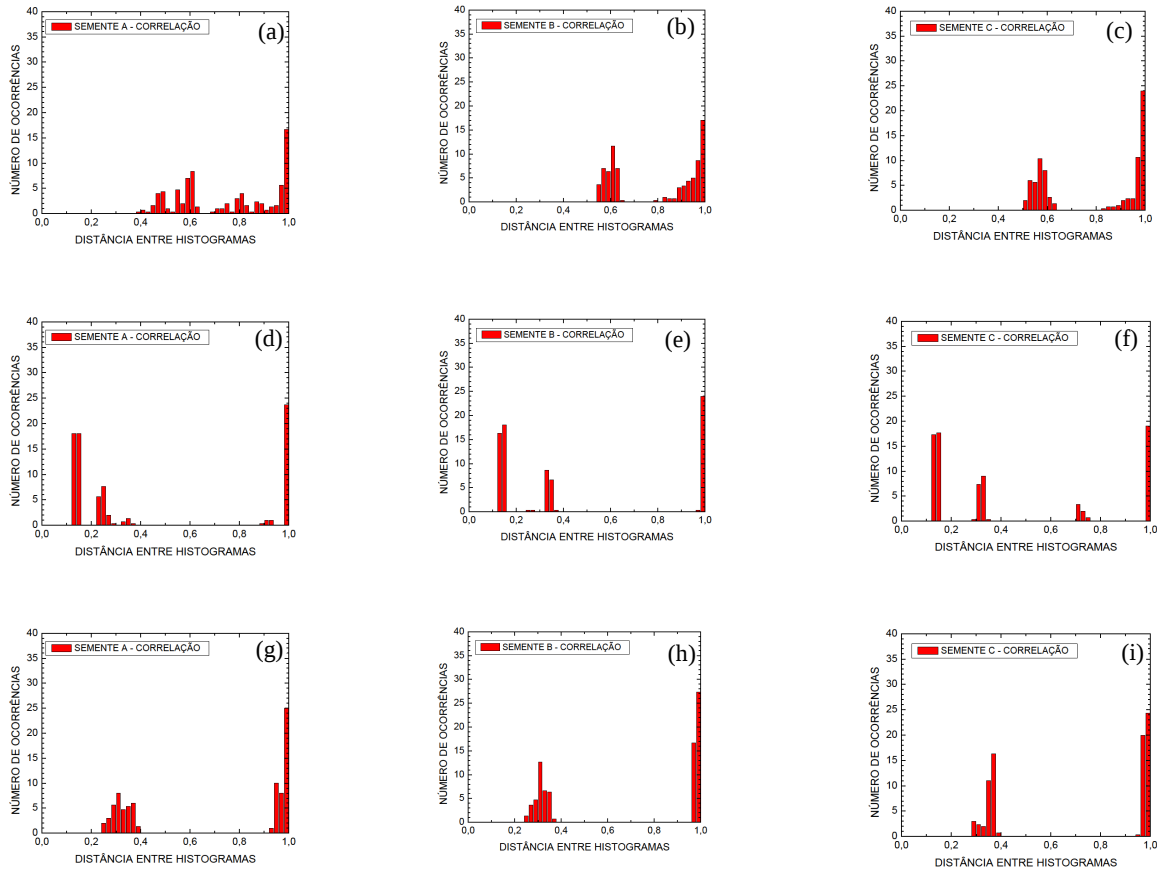


As ocorrências de distâncias perto a 0,6 (ou 0,4) indicam que as imagens têm alguma igualdade, ou seja, embora se trate de imagens de mesma semente, foram adicionados ou perdidos alguns elementos na imagem de forma que a interseção entre as frequências de ocorrências de cor ficaram diferentes. Isso indica que o estabelecimento de uma imagem de referência para todas as repetições nem sempre é possível.

Outra observação interessante é o que aconteceu nas Figuras 15 (d) a (f). Nesse caso, advém a presença de três ou mais picos na distribuição de ocorrências das distâncias entre histogramas. Isso evidencia, novamente, o problema do elevado desvio padrão da Metodologia II com a máquina Canon, que dispersa os valores das distâncias avaliadas.

No caso da correlação, os dois picos ocorrem nas distâncias entre histogramas próximas a 0,6 e 0,9, Figuras 16(a) a (c), ou próximas a 0,3 e 1,0, Figuras 16(g) a (i). O pico próximo a 0,9 ou 1,0 corresponde à situação em que as imagens, a de referência e aquelas obtidas em todos os dias, tem maior similaridade.

Figura 16 - Correlação - Metodologia II/Kodak (a) Semente A, (b) Semente B, (c) Semente C; Metodologia II/Canon (d) Semente A, (e) Semente B, (f) Semente C; Metodologia III/Canon (g) Semente A, (h) Semente B, (i) Semente C.



As ocorrências de distâncias perto a 0,6 (ou 0,3) indicam que as imagens têm alguma correlação, ou seja, embora se trate de imagens de mesma semente, foram adicionados ou perdidos alguns elementos na imagem de forma que a correspondência entre as frequências de ocorrências de cor ficaram diferentes. Dessa forma, assim como ocorreu para a métrica da interseção, o estabelecimento de uma imagem de referência para todas as repetições não é sempre possível para a métrica da correlação.

As Figuras 16 (d) a (f), da Metodologia II com câmera Canon, também apresentaram mais de dois picos para a métrica da correlação. A menor presença de picos nesses casos pode ser devida aos menores desvios padrão dessa metodologia, com a métrica da correlação.

A partir dos resultados obtidos na Tabela 7, mais precisamente, os desvios padrão, verifica-se que, quando da execução de uma nova repetição do experimento, há a adição de outros elementos na imagem, e que não estão no controle do experimento. Isso porque os valores obtidos para os desvios padrão na Tabela 7 são maiores que aqueles da Tabela 6, que representam a variação

intrínseca dos equipamentos. Com isso, para as configurações propostas de sistemas de aquisição, sempre é necessário obter uma imagem de referência na repetição, para garantir que se está trabalhando mesmos parâmetros de comparação ou elementos entre imagens. Dessa forma conseguem-se, para imagens do mesmo objeto, valores de distância, nas métricas propostas, próximos a unidade (situação ideal).

5 CONCLUSÃO

Este trabalho avaliou diferentes metodologias de aquisição de imagens de sementes de milho (diferentes configurações de iluminação e dispositivos de captura), com o uso da distância entre histogramas de imagens pelo método da interseção e da correlação. Das nove configurações elaboradas (uma com luz natural e máquina Kodak, e outras quatro com a variação da troca da câmera fotográfica, que eram duas diferentes) escolheram-se a Metodologia IV (1 lâmpada e com tenda) para ser usada com máquina Kodak, com distância entre histogramas de $0,9495 \pm 0,0216$, para a técnica da interseção, e distância entre histogramas de $0,97349 \pm 0,01857$, para a técnica da correlação; e a Metodologia III (2 lâmpadas e com tenda), para ser aplicada com câmera Canon, com distância entre histogramas de $0,9776 \pm 0,0061$, para a técnica da interseção, e distância entre histogramas de $0,99804 \pm 0,00124$, para a técnica da correlação.

As distâncias entre histogramas também ajudaram a estabelecer a necessidade de sempre ter uma imagem de referência para fins de comparação entre imagens, em cada repetição do experimento, para que elementos adicionais da imagem sejam suprimidos ou evitados.

A aplicação do processamento digital de imagens na análise de diagnóstico de doença em sementes mostra-se uma tentativa interessante de se tirar a subjetividade humana desta avaliação, além de reduzir a participação de pessoas em atividades repetitivas. Contudo, um conjunto de equipamentos que não estejam bem ajustados, ou ainda, um mau uso de um sistema de aquisição, podem afetar as imagens que são avaliadas pelos sistemas de detecção de doenças em sementes, gerando falsos positivos e falsos negativos.

Em termos práticos, este trabalho reforça a necessidade de se ter bem estabelecido o sistema de aquisição de imagem de maneira que o sistema computacional não extraia erroneamente dados da imagem, como, por exemplo, indicar que a semente está esbranquiçada por contaminação de *Fusarium moniliforme* (*Fusarium verticillioides*) e, na verdade, é excesso de brilho na imagem; ou apresentar incidência maior ou menor de sementes contaminadas em um lote, no entanto, o problema estaria na iluminação do sistema de aquisição.

5.1 TRABALHOS FUTUROS

Como trabalhos futuros sugerem-se:

- Aprofundar a aplicação das metodologias com estruturas comerciais (tendas, refletores, plano de fundo etc.) existentes no mercado e bem estabelecidos na área da fotografia;
- Buscar novas metodologias/tecnologias em que não seja necessário a calibração em cada repetição;
- Elaborar um algoritmo de correção das diferenças das comparações entre dias;
- Entrosar a fase de aquisição de imagem com as outras etapas de PDI em desenvolvimento, para fins de construção de um equipamento de análise de qualidade de sementes usando técnicas de processamento digital de imagem.

REFERÊNCIAS

- BAESSO, M. M.; PINTO, F. DE A. DE C.; QUEIROZ, D. M.; VIEIRA, L. B.; ALVES, E. A. **Determinação do “status” nutricional de nitrogênio no feijoeiro utilizando imagens digitais coloridas**. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.27, n.2, p.520 – 528, 2007;
- BRASIL, Ministério da Agricultura e Reforma Agrária, 1992. **Regras para análise de sementes**. Governo do Brasil, Brasília.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Manual de Análise Sanitária de Sementes**. Anexo do Capítulo 9 (Teste de Sanidade de Sementes) das Regras para Análise de Sementes. SDA/CGAL. Brasília: MAPA/ACS, 2009.
- BRITO, M.A.G.; FERREIRA, C.S.; SAMPAIO, L.P.; CANESIN, C.A. **Sistema automático para o controle eficiente de iluminação para multiplas lâmpadas fluorescentes**. Revista Controle & Automação/Vol.23 no.4/Julho e Agosto 2012
- CASA, R. T.; REIS, E. M.; MEDEIROS, C. A.; MOURA, F. B. **Efeito do tratamento de sementes de milho com fungicidas na proteção contra fungos do solo, no Rio Grande do Sul**. Fitopatologia Brasileira, Brasília, v.20, n.4, p.633-638, 1995.
- CASA, R.T.; REIS, E.M.; ZAMBOLIM, L. **Fungos associados à semente de milho produzida nas Regiões Sul e Sudeste do Brasil**. Fitopatologia Brasileira, Brasília, v.23, n.3, p.370-373, set. 1998.
- CICERO, S.M.;JUNIOR, H.L.B. **Avaliação do Relacionamento entre danos mecânicos e vigor, em sementes de milho, por meio de análise de imagens**. Revista Brasileira de Sementes, vol. 25, nº 1, p.29-36, 2003
- COELHO FILHO, M.A.; ANGELOCCI, L.R.; VASCONCELOS, M.R.B.; COELHO, E. F. **Estimativa da área foliar de plantas de lima ácida 'Tahiti' usando métodos não-destrutivos**. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v. 27, n. 1: p. 163 – 167, 2005;
- CONAB. **Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira grãos**. v. 1 - Safra 2013/14, n. 3 - Terceiro Levantamento, Brasília, p. 1-72, 2013
- COSTA, A.C. **Tutorial - Dicas Básicas de Fotografia Digital**. Laboratório de Espectrofotometria e Ensino de Óptica - LEFEO, UNICAMP, 2012. Disponível em: <<<http://sites.ifi.unicamp.br/lf22/fotografia>>>
- CUSTÓDIO, C. C., DAMASCENO, R. L., MACHADO NETO, N. B. **Imagens digitalizadas na interpretação do teste de tetrazólio em sementes de Brachiaria brizantha**. Revista Brasileira de Sementes, v. 34, n. 2, p. 334 - 341, 2012.
- DELOUCHE, J.C. **Germinação, Deterioração e Vigor da Semente**. Disponível em <http://www.seednews.inf.br/portugues/seed66/artigocapa66.shtml>. Acessado em Dezembro/2013.
- DUARTE, N.D.M. **Técnicas Avançadas de Photoshop CS2**. 2006;
- EL-FAKI, M.S.; ZHANG, N.; PETERSON, D.E. **Factors affecting color-based weed detection**. Transactions of the ASAE. St. Joseph, v.43 n.4, p.1001 -1009, 2000;
- ERHARDT-FERRON, A. **Theory and Applications of Digital Image Processing**. University of

Applied Sciences Offenburg, 1ª ed, 2000.

FELIPE, J. C. **Desenvolvimento de Métodos para Extração, Comparação e Análise de Características Intrínsecas de Imagens Médicas, Visando à Recuperação Perceptual por Conteúdo**. Tese de Doutorado. USP São Carlos, 2005.

FUNT, B.V.; FINLAYSON, G.D. **Color Constant Color Indexing**, IEEE – Transactions on Pattern Analysis and a Machine Intelligence, v.17, n.5, 1995. http://ieeexplore.ieee.org/xpl/login.jsp?tp=&arnumber=391390&url=http%3A%2F%2Fieeexplore.ieee.org%2Fxppls%2Fabs_all.jsp%3Farnumber%3D391390

GONZALEZ, R.C.; WOODS, R. E. **Processamento Digital de Imagens**. 3ª ed. São Paulo: Person Prentice-Hall, 2010.

GOULART, A.C.P. & FIALHO, W.F.B. **Incidência e controle de *Fusarium moniliforme* em sementes de milho**. Informativo ABRATES 9:110. 1999.

HAND, D.J.; MANNILA, H.; SMYTH, P. **Principles of Data Mining**. A Bradford Book The MIT Press Cambridge, Massachusetts London – England, 2001.

HELEN. **Química biológica**. Disponível em: <http://helen-profbio.blogspot.com.br/>. Acesso em mar/2014;

JAHNE.B.; HAUSSECKER.H; GEISSLER,P. **Handbook of Computer Vision and Applications - Sensors and Imaging**, v.1. Academic Press, San Diego - CA, 1 edition, 1999.

JORGE, L.. **Recomendações Práticas para Aquisição de Imagens Digitais analisadas através do SIARCS** – Circular Técnica nº 1/96 – Embrapa, 1996;

JORGE, L.A.C.; VIEIRA JUNIOR, P.A. MANTOVANI, E.C. **Avaliação de Atributos em lotes de sementes de milhos através do SIARCS 3.02**. Circular Técnica nº 9/98 – Embrapa, 1998;

KHATCHATOURIAN, O.; PADILHA, F.R.R. **Reconhecimento de Variedades de Soja por Meio do Processamento de Imagens Digitais usando Redes Neurais Artificiais**. Eng. Agríc., Jaboticabal, v.28, n.4, p.759-769, out./dez. 2008.

KRYZANOWSKY, F., FRANÇA NETO, J. **Vigor de sementes**. Seed News, Pelotas, n.11, p.20-24. 1999.

LORENTZ, L. H.; FORTES, F. O.; LÚCIO, A. D. **Análise de trilha entre as variáveis das análises de sementes de espécies florestais exóticas do Rio Grande do Sul**. R. Árvore, Viçosa-MG, v.30, n.4, p.567-574, 2006.

MARQUES FILHO, M.; VIEIRA NETO, H. **Processamento digital de imagens**. Rio de Janeiro: Brasport, 406p, ISBN 8574520098, 1999;

MARTIN NETO, L. VAZ, C.M.P., CRESTANA, S. **Instrumentação avançada em ciência do solo**. Embrapa Instrumentação Agropecuária, São Carlos – SP, 2007.

MARTINS DA SILVA, J. **Parâmetros da imagem no domínio digital: o que é pixel, resolução de imagem, resolução de captura e outras características da imagem digital ou digitalizada**. Departamento de Comunicação da Ufes, no Curso de Publicidade, 2012;

- MONDO, V. H.V.; CICERO, S.M. **Análise de Imagens na Avaliação da qualidade de sementes de milho localizadas em diferentes posições na espiga.** Revista Brasileira de Sementes, vol. 27, nº 1, p.09-18, 2005
- NARENDRA, V. G.; HAREESH K. S. **Quality Inspection and Grading of Agricultural and Food Products by Computer Vision- A Review.** International Journal of Computer Applications (0975 – 8887) vol. 2 – nº 1, May 2010;
- PAULSEN, M.R.; MCCLURE, W.F. **Illumination for computer vision systems** Transactions of the ASAE. St. Joseph, v.29 n.5, p.1398 -1404, 1986;
- PINTO, N.F.J. de A. **Tratamento fungicida de sementes de milho.** In: 17 Simpósio Brasileiro de Patologia de Sementes, 4., 1996, Gramado, RS. Tratamento químico de sementes: anais. Campinas: Fundação Cargill, 1996. p.52-57.
- POMPELLI, M. F. **Germinação de sementes.** Disponível em: http://www.ufpe.br/lev/images/downloads/aula_2_germinacao_sementes.pdf. Acesso em mar/2014;
- POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente.** Brasília, AGIPLAN, 2. ed.,1985. 289 p.
- PRATES, L. G.; FERNANDES, J. M. C. **Avaliando a taxa de expansão de lesões de Bipolaris sorokiniana em trigo.** Fitopatologia Brasileira, Brasília, DF, v. 26: p. 185 – 191, 200, <http://www.readcube.com/articles/10.1590/S0100-41582001000200012?locale=en> ;
- SAKALL, S. **Fotografia.** Disponível em: <http://www.girafamania.com.br/montagem/fotografia.html> . Acesso em set/2012;
- SENA JÚNIOR, D.; SANTOS, N.; PINTO,F.A.C.; QUEIROZ, D.M.; ZANDONADI,R.S. **Efeito da Iluminação na Segmentação de Imagens de Plantas de Milho Atacadas pela Lagarta do Cartucho,** Engenharia na Agricultura, Viçosa, MG, v.12, n.4, 280-280 289, Out./Dez., 2004;
- SENA JÚNIOR, D.G. **Algoritmo para classificação de plantas de milho atacadas pela lagarta do cartucho (Spodoptera frugiperda, Smith) em imagens digitais.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola, V5, n3, p 502-509, 2001.
- SENA JÚNIOR, D.G. **Avaliação de métodos automáticos de limiarização para imagens de plantas de milho atacadas por Spodoptera frugiperda.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola, V7, n2, p 359-366, 2003.
- SENA JÚNIOR, D.G. **Identificação de plantas de milho atacadas pela lagarta do cartucho (Spodoptera frugiperda) utilizando imagens coloridas digitais.** Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2002.
- SILVA, P.H.A.; TOMMASELLI, A.M.G.; GALO, M.; COSTA, E.R. **Um estudo sobre o uso do modelo de cor RGB no processo de correspondência por correlação.** Bol. Ciênc. Geod., sec. Artigos, Curitiba, v. 13, no 1, p.91-106, jan-jun, 2007.
- SILVA, S.M.G. **Processamento Digital de Imagens para Identificação da Sigatoka Negra em Bananais utilizando Análise de Componentes Principais e Redes Neurais Artificiais.** Tese de Doutorado: ESALQ - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2008.
- SILVA, V. N., Gomes Jr, F. G., Cicero, S. M. **Computerized imaging analysis of seedlings for assessment of physiological potential of wheat seeds.** Revista Brasileira de Sementes, v. 34, n. 4, p. 589 - 596, 2012.

- STEMMER, M.R.; ORTH, A.; ROLOFF, M.L.; DESCHAMPS, F.; PAVIM, A.X. **Apostila de Sistemas de Visão. Sistemas Industriais Inteligentes** – Florianópolis –SC – 2005.
- STEWART, B.L.; TIAN, L.F. **Real-time machine vision weed-sensing**. ASAE paper 98-3033, ASAE, 1998. CD Rom.
- SWAIN, M.J.; BALLARD, D.H. **Color Indexing**. International Journal of Computer Vision, v.7:1, p.11-32, 1991.
- TANSKA, M.; ROTKIEWICZ, D.; KOZIROK, W.; KONOPKA, I. **Measurement of the geometrical features and surface color of rapeseeds using digital image analysis**. Food Res. Int., Food Res. Int., Barking, UK, v.38: p. 741 – 750, 2005. Barking, UK, v.38: p. 741 – 750, 2005.
- TAYLOR, E., BATES, J., JACCOUD-FILHO, D. **Diagnosis of seedborne pathogen**. In: Barsa, A. S. (Ed.). Handbook of Seed Science and Technology. Binghamtom: Food Product Press, p. 649-657, 2006.
- TEIXEIRA, A. **Eficiência energética das instalações de iluminação**. Disponível em: http://www.altercexa.eu/images/archivos/EFIC_ENERGET_INST_ILUM.pdf. Acesso em mar/2014.
- TEIXEIRA, E. F.; CICERO, S. M.; NETO, D. D. **Análise de imagens digitais na avaliação de plântulas de milho**. Revista Brasileira de Sementes, Brasília, DF, v. 28, n. 2, p.159 – 167, 2006.
- TOMMASELLI, A.M.G.; HASEGAWA, J.; GALO, J.k. **Modernas Tecnologias de Aquisição**, Bol. Ciênc. Geod., Curitiba, v. 6, no 1, p. 49-64, 2000. (ISSN 1413-4853), 2000.
- UBA, L.; BRANCO, J. **Formação Inicial e Continuada – Fotografia Básica**. Instituto Federal do Paraná, V.1, 2012.
- WINDHAM, M.T. & KING, S.B. **Microflora of roots of maize at seedling and silking stages in Mississippi**. Plant Disease 67:1366-1368. 1983.
- ZOBEL, R.W. **Sensitivity analysis of computer based diameter measurement from digital images**. Crop Science, v. 43, p. 583–591, 2003.

APÊNDICE A – Planilhas de Demonstração da Análise das Comparações do Histograma

- 1) Planilha (a) – Aquisição (30) – Metodologia II – Kodak.
- 2) Planilha (b) – Aquisição (33) – Metodologia II – Kodak.
- 3) Planilha (c) – Aquisição (34) – Metodologia II – Kodak.
- 4) Planilha (d) – Resultados da Metodologia II - Kodak

Aquisição (30)	04/09/13	Metodologia II – Kodak – com tenda + 1 lâmpada
METODOLOGIA	II	
SEMENTE	A	

Itens	Imagens	Intersecção				Correlação			
		Canal 1	Canal 2	Canal 3	Média	Canal 1	Canal 2	Canal 3	Média
1	100_7373.JPG	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000
2	100_7374.JPG	0,9722	0,9781	0,9815	0,9773	0,99628	0,99715	0,99819	0,99721
3	100_7375.JPG	0,9766	0,9466	0,9626	0,9619	0,99772	0,98082	0,99053	0,98969
4	100_7376.JPG	0,9759	0,9758	0,9813	0,9776	0,99700	0,99643	0,99827	0,99723
5	100_7377.JPG	0,9719	0,9836	0,9820	0,9792	0,99531	0,99882	0,99842	0,99752
6	100_7378.JPG	0,9326	0,9471	0,9526	0,9441	0,97560	0,98086	0,98351	0,97999
7	100_7379.JPG	0,9210	0,9448	0,9382	0,9347	0,96183	0,98019	0,97177	0,97126
8	100_7380.JPG	0,9464	0,9607	0,9548	0,9540	0,98446	0,99036	0,98718	0,98734
9	100_7381.JPG	0,9429	0,9570	0,9518	0,9506	0,98224	0,98783	0,98527	0,98511
Média dos Canais		0,9599	0,9660	0,9672	0,9644	0,98783	0,99027	0,99035	0,98948
Desvio Padrão		0,0254	0,0194	0,0199	0,0207	0,01287	0,00821	0,00942	0,00962

Itens	Imagens	Intersecção				Correlação			
		Canal 1	Canal 2	Canal 3	Média	Canal 1	Canal 2	Canal 3	Média
1	100_7384.JPG	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000
2	100_7385.JPG	0,9854	0,9897	0,9854	0,9868	0,99917	0,99962	0,99897	0,99925
3	100_7386.JPG	0,9561	0,9731	0,9660	0,9651	0,99077	0,99552	0,99227	0,99285
4	100_7387.JPG	0,9765	0,9833	0,9636	0,9745	0,99783	0,99886	0,99024	0,99564
5	100_7388.JPG	0,9785	0,9620	0,9712	0,9706	0,99751	0,99000	0,99487	0,99413
6	100_7389.JPG	0,9526	0,9504	0,9620	0,9550	0,98648	0,98309	0,99266	0,98741
7	100_7390.JPG	0,9489	0,9699	0,9634	0,9608	0,98716	0,99440	0,99113	0,99090
8	100_7391.JPG	0,9744	0,9574	0,9636	0,9651	0,99682	0,98793	0,99328	0,99267
9	100_7392.JPG	0,9571	0,9574	0,9394	0,9513	0,98998	0,98797	0,97697	0,98497
Média dos Canais		0,9700	0,9715	0,9683	0,9699	0,99397	0,99304	0,99227	0,99309
Desvio Padrão		0,0172	0,0167	0,0168	0,0155	0,00533	0,00606	0,00663	0,00496

Itens	Imagens	Intersecção				Correlação			
		Canal 1	Canal 2	Canal 3	Média	Canal 1	Canal 2	Canal 3	Média
1	100_7397.JPG	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000
2	100_7398.JPG	0,8812	0,9062	0,9075	0,8983	0,91879	0,92870	0,94403	0,93051
3	100_7399.JPG	0,8453	0,8795	0,8796	0,8681	0,87400	0,88733	0,89114	0,88416
4	100_7400.JPG	0,8565	0,8877	0,8896	0,8779	0,88531	0,89999	0,91058	0,89862
5	100_7401.JPG	0,8488	0,8798	0,8828	0,8705	0,87695	0,88670	0,89643	0,88669
6	100_7402.JPG	0,8452	0,8799	0,8849	0,8700	0,87061	0,88732	0,90019	0,88604
7	100_7403.JPG	0,8430	0,8763	0,8836	0,8676	0,86670	0,87972	0,90059	0,88234
8	100_7404.JPG	0,8891	0,9124	0,9100	0,9038	0,93090	0,94071	0,94470	0,93877
9	100_7405.JPG	0,9237	0,9405	0,9360	0,9334	0,96765	0,97795	0,97750	0,97437
Média dos Canais		0,8814	0,9069	0,9082	0,8988	0,91010	0,92093	0,92946	0,92017
Desvio Padrão		0,0521	0,0408	0,0390	0,0439	0,04791	0,04405	0,03927	0,04365

Aquisição (33)	05/09/13	Metodologia II – Kodak – com tenda + 1 lâmpada
METODOLOGIA	II	
SEMENTE	A	

Itens	Imagens	Intersecção				Correlação			
		Canal 1	Canal 2	Canal 3	Média	Canal 1	Canal 2	Canal 3	Média
1	100_7912.JPG	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000
2	100_7913.JPG	0,9645	0,9842	0,9616	0,9701	0,99307	0,99875	0,99140	0,99441
3	100_7914.JPG	0,9538	0,9831	0,9470	0,9613	0,98879	0,99875	0,98245	0,99000
4	100_7915.JPG	0,9717	0,9740	0,9361	0,9606	0,99631	0,99616	0,97405	0,98884
5	100_7916.JPG	0,9624	0,9799	0,9414	0,9612	0,99206	0,99796	0,97919	0,98974
6	100_7917.JPG	0,9072	0,9420	0,9507	0,9333	0,95588	0,98211	0,98520	0,97440
7	100_7918.JPG	0,9535	0,9696	0,9532	0,9587	0,98696	0,99544	0,98595	0,98945
8	100_7919.JPG	0,9515	0,9811	0,9782	0,9703	0,98662	0,99857	0,99683	0,99401
9	100_7920.JPG	0,9789	0,9754	0,9437	0,9660	0,99814	0,99691	0,98019	0,99175
Média dos Canais		0,9604	0,9766	0,9569	0,9646	0,98830	0,99841	0,99113	0,99261
Desvio Padrão		0,0251	0,0155	0,0204	0,0172	0,01318	0,00543	0,00850	0,00692

Itens	Imagens	Intersecção				Correlação			
		Canal 1	Canal 2	Canal 3	Média	Canal 1	Canal 2	Canal 3	Média
1	100_7923.JPG	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000
2	100_7924.JPG	0,9836	0,9729	0,9691	0,9752	0,99914	0,99584	0,99365	0,99621
3	100_7925.JPG	0,9726	0,9888	0,9815	0,9810	0,99629	0,99957	0,99823	0,99803
4	100_7926.JPG	0,9322	0,9654	0,9566	0,9514	0,97414	0,99409	0,98755	0,98526
5	100_7927.JPG	0,9822	0,9788	0,9825	0,9812	0,99846	0,99760	0,99887	0,99831
6	100_7928.JPG	0,9723	0,9798	0,9721	0,9747	0,99628	0,99755	0,99444	0,99609
7	100_7929.JPG	0,9626	0,9680	0,9683	0,9663	0,99257	0,99438	0,99416	0,99370
8	100_7930.JPG	0,9653	0,9668	0,9701	0,9674	0,99400	0,99295	0,99604	0,99433
9	100_7931.JPG	0,9684	0,9657	0,9713	0,9685	0,99450	0,99264	0,99576	0,99430
Média dos Canais		0,9710	0,9762	0,9746	0,9740	0,99393	0,99607	0,99541	0,99514
Desvio Padrão		0,0185	0,0119	0,0122	0,0133	0,00782	0,00275	0,00369	0,00426

Itens	Imagens	Intersecção				Correlação			
		Canal 1	Canal 2	Canal 3	Média	Canal 1	Canal 2	Canal 3	Média
1	100_7935.JPG	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000
2	100_7936.JPG	0,9722	0,9797	0,9667	0,9729	0,99590	0,99782	0,99247	0,99540
3	100_7937.JPG	0,9685	0,9805	0,9601	0,9697	0,99500	0,99781	0,98897	0,99393
4	100_7938.JPG	0,9663	0,9811	0,9670	0,9715	0,99310	0,99795	0,99281	0,99462
5	100_7939.JPG	0,9733	0,9836	0,9823	0,9798	0,99632	0,99855	0,99854	0,99780
6	100_7940.JPG	0,9884	0,9903	0,9652	0,9813	0,99962	0,99966	0,99220	0,99716
7	100_7941.JPG	0,9779	0,9887	0,9640	0,9768	0,99731	0,99953	0,99111	0,99598
8	100_7942.JPG	0,9868	0,9831	0,9544	0,9747	0,99946	0,99882	0,98603	0,99477
9	100_7943.JPG	0,9850	0,9854	0,9472	0,9725	0,99916	0,99919	0,98205	0,99347
Média dos Canais		0,9798	0,9858	0,9674	0,9777	0,99732	0,99881	0,99158	0,99590
Desvio Padrão		0,0110	0,0064	0,0156	0,0092	0,00241	0,00084	0,00560	0,00209

Intersecção									
Sementes	Dias de Aquisições	AQ (1)		AQ (2)		AQ (3)		MÉDIA CANAIS RGB AQ	Desvio Padrão entre as aquisições
		Média dos Canais RGB	Desvio Padrão	Média dos Canais RGB	Desvio Padrão	Média dos Canais RGB	Desvio Padrão		
Semente_A	1º DIA	0,96437	0,02070	0,96990	0,01546	0,89885	0,04394	0,9444	0,0395
Semente_A	2º DIA	0,96462	0,01721	0,97396	0,03380	0,97769	0,00920	0,9721	0,0067
Semente_A	3º DIA	0,92239	0,03871	0,94131	0,03380	0,94565	0,02881	0,9365	0,0124
Semente_B	1º DIA	0,96312	0,02185	0,96250	0,01672	0,94622	0,02854	0,9573	0,0096
Semente_B	2º DIA	0,98094	0,00914	0,97389	0,01473	0,97216	0,01388	0,9757	0,0046
Semente_B	3º DIA	0,87974	0,07883	0,82160	0,07457	0,86584	0,06506	0,8557	0,0304
Semente_C	1º DIA	0,95755	0,03610	0,92971	0,03540	0,95867	0,02871	0,9486	0,0164
Semente_C	2º DIA	0,97508	0,01333	0,97361	0,01301	0,97345	0,01810	0,9740	0,0009
Semente_C	3º DIA	0,89040	0,05433	0,95438	0,02297	0,93305	0,04322	0,9259	0,0326
Média das Médias								0,9434	
Desvio Padrão								0,0372	
Correlação									
Sementes	Dias de Aquisições	AQ (1)		AQ (2)		AQ (3)		MÉDIA CANAIS RGB AQ	Desvio Padrão entre as aquisições
		Média dos Canais RGB	Desvio Padrão	Média dos Canais RGB	Desvio Padrão	Média dos Canais RGB	Desvio Padrão		
Semente_A	1º DIA	0,98948	0,00962	0,99309	0,00496	0,92017	0,04365	0,96758	0,04110
Semente_A	2º DIA	0,99029	0,00692	0,99514	0,00426	0,99590	0,00209	0,99378	0,00305
Semente_A	3º DIA	0,96588	0,02327	0,97946	0,01610	0,97946	0,01610	0,97493	0,00784
Semente_B	1º DIA	0,98809	0,01162	0,98891	0,00658	0,97812	0,01821	0,98504	0,00601
Semente_B	2º DIA	0,99774	0,00169	0,99423	0,00470	0,99405	0,00465	0,99534	0,00208
Semente_B	3º DIA	0,91140	0,08145	0,83682	0,07946	0,90030	0,06188	0,88284	0,04024
Semente_C	1º DIA	0,98137	0,02572	0,96163	0,02644	0,98290	0,01825	0,97530	0,01186
Semente_C	2º DIA	0,99565	0,00330	0,99436	0,00490	0,99445	0,00765	0,99482	0,00072
Semente_C	3º DIA	0,93423	0,04093	0,98918	0,00814	0,97222	0,02759	0,96521	0,02814
Média das Médias								0,97054	
Desvio Padrão								0,03487	

APÊNDICE B – Planilhas de Demonstração da Análise das Comparações das imagens entre dias diferentes

1) Planilha (e) – Comparação das Aquisições entre dias diferentes – Metodologia IV – Canon (imagem de referência aleatória para Semente A).

2) Planilha (f) – Comparação das Aquisições entre dias diferentes – Metodologia IV – Canon (imagem de referência aleatória para Semente A).

3) Planilha (g) – Comparação das Aquisições entre dias diferentes – Metodologia IV – Canon (imagem de referência aleatória para Semente A).

INTERSEÇÃO						CORRELAÇÃO					
SEMENTE A – REF 0031						SEMENTE A – REF 0031					
SEMENTES	CANAL 1 (R)	CANAL 2 (G)	CANAL 3 (B)	MÉDIA	DP	CANAL 1 (R)	CANAL 2 (G)	CANAL 3 (B)	MÉDIA	DP	
AQ83_0031.JPG	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,00000	
AQ83_0026.JPG	0,9773	0,9559	0,9618	0,9650	0,0110	0,9987	0,9955	0,9973	0,9972	0,00161	
AQ83_0027.JPG	0,9777	0,9815	0,9559	0,9717	0,0138	0,9992	0,9993	0,9961	0,9982	0,00180	
AQ83_0028.JPG	0,9618	0,9635	0,9508	0,9587	0,0069	0,9968	0,9967	0,9960	0,9965	0,00045	
AQ83_0029.JPG	0,9554	0,9667	0,9616	0,9613	0,0057	0,9964	0,9971	0,9972	0,9969	0,00047	
AQ83_0030.JPG	0,9667	0,9735	0,9565	0,9655	0,0086	0,9977	0,9983	0,9968	0,9976	0,00073	
AQ83_0032.JPG	0,9643	0,9536	0,9501	0,9560	0,0074	0,9971	0,9947	0,9955	0,9958	0,00122	
AQ83_0033.JPG	0,9404	0,9361	0,9155	0,9307	0,0133	0,9914	0,9884	0,9868	0,9889	0,00232	
AQ83_0034.JPG	0,9248	0,9223	0,9055	0,9175	0,0105	0,9863	0,9845	0,9839	0,9849	0,00124	
AQ83_0037.JPG	0,8307	0,8276	0,8298	0,8294	0,0016	0,9339	0,9319	0,9460	0,9373	0,00761	
AQ83_0038.JPG	0,8114	0,7852	0,7446	0,7804	0,0337	0,9181	0,9018	0,8836	0,9011	0,01724	
AQ83_0039.JPG	0,7638	0,7517	0,6803	0,7319	0,0451	0,8751	0,8716	0,8135	0,8534	0,03458	
AQ83_0040.JPG	0,7796	0,7679	0,6960	0,7478	0,0453	0,8922	0,8823	0,8290	0,8679	0,03398	
AQ83_0041.JPG	0,7389	0,7288	0,6628	0,7101	0,0413	0,8485	0,8530	0,7975	0,8330	0,03082	
AQ83_0042.JPG	0,7477	0,7358	0,7043	0,7293	0,0224	0,8614	0,8547	0,8408	0,8523	0,01050	
AQ83_0043.JPG	0,7451	0,7128	0,6718	0,7099	0,0367	0,8550	0,8374	0,8106	0,8343	0,02237	
AQ83_0044.JPG	0,7511	0,7363	0,7098	0,7324	0,0209	0,8648	0,8562	0,8470	0,8560	0,00892	
AQ83_0045.JPG	0,7804	0,7605	0,7254	0,7554	0,0278	0,8936	0,8763	0,8608	0,8769	0,01639	
AQ83_0048.JPG	0,7563	0,7533	0,7245	0,7447	0,0176	0,8703	0,8716	0,8611	0,8677	0,00572	
AQ83_0049.JPG	0,7510	0,7502	0,7259	0,7424	0,0142	0,8646	0,8687	0,8642	0,8658	0,00246	
AQ83_0050.JPG	0,7657	0,7605	0,7412	0,7558	0,0129	0,8791	0,8786	0,8788	0,8788	0,00027	
AQ83_0051.JPG	0,7593	0,7329	0,6806	0,7243	0,0401	0,8710	0,8583	0,8207	0,8500	0,02616	
AQ83_0052.JPG	0,7550	0,7419	0,6957	0,7309	0,0311	0,8664	0,8646	0,8356	0,8556	0,01728	
AQ83_0053.JPG	0,7524	0,7468	0,6721	0,7238	0,0448	0,8623	0,8715	0,8109	0,8482	0,03270	
AQ83_0054.JPG	0,7383	0,7161	0,6641	0,7062	0,0381	0,8489	0,8426	0,8041	0,8318	0,02425	
AQ83_0055.JPG	0,7283	0,7070	0,6536	0,6963	0,0385	0,8394	0,8312	0,7879	0,8195	0,02769	
AQ83_0056.JPG	0,7172	0,6970	0,6361	0,6834	0,0422	0,8278	0,8200	0,7645	0,8041	0,03452	
AQ84_0347.JPG	0,5165	0,5021	0,4253	0,4813	0,0490	0,5855	0,5845	0,4733	0,5477	0,06450	
AQ84_0348.JPG	0,5291	0,5094	0,4447	0,4944	0,0441	0,6015	0,5938	0,5068	0,5674	0,05259	
AQ84_0349.JPG	0,5018	0,4919	0,4230	0,4722	0,0430	0,5685	0,5734	0,4741	0,5387	0,05599	
AQ84_0350.JPG	0,5094	0,4980	0,4374	0,4816	0,0387	0,5782	0,5791	0,4948	0,5507	0,04839	
AQ84_0351.JPG	0,5345	0,5136	0,4629	0,5037	0,0368	0,6071	0,6029	0,5336	0,5812	0,04129	
AQ84_0352.JPG	0,5394	0,5170	0,4705	0,5090	0,0351	0,6161	0,6035	0,5439	0,5878	0,03857	
AQ84_0353.JPG	0,5237	0,5061	0,4425	0,4907	0,0427	0,5941	0,5877	0,4987	0,5602	0,05330	
AQ84_0354.JPG	0,5452	0,5223	0,4609	0,5095	0,0436	0,6251	0,6071	0,5285	0,5869	0,05140	
AQ84_0355.JPG	0,5322	0,5156	0,4500	0,4992	0,0435	0,6059	0,6041	0,5118	0,5739	0,05384	
AQ84_0358.JPG	0,6311	0,6181	0,5662	0,6051	0,0343	0,7258	0,7344	0,6877	0,7160	0,02483	
AQ84_0359.JPG	0,6397	0,6241	0,5687	0,6108	0,0373	0,7385	0,7375	0,6870	0,7210	0,02946	
AQ84_0360.JPG	0,6166	0,6047	0,5904	0,6039	0,0131	0,7112	0,7111	0,7156	0,7126	0,00254	
AQ84_0361.JPG	0,6490	0,6297	0,5790	0,6192	0,0361	0,7467	0,7479	0,7042	0,7329	0,02487	
AQ84_0362.JPG	0,6686	0,6484	0,5883	0,6351	0,0418	0,7742	0,7616	0,7063	0,7473	0,03611	
AQ84_0363.JPG	0,6996	0,6878	0,6217	0,6697	0,0419	0,8083	0,8062	0,7476	0,7874	0,03442	
AQ84_0364.JPG	0,7420	0,7146	0,6676	0,7081	0,0376	0,8514	0,8383	0,8058	0,8318	0,02353	
AQ84_0365.JPG	0,7395	0,7166	0,6412	0,6991	0,0514	0,8499	0,8421	0,7745	0,8222	0,04144	
AQ84_0366.JPG	0,6976	0,6834	0,6180	0,6663	0,0425	0,8051	0,8027	0,7435	0,7838	0,03490	
AQ84_0370.JPG	0,7207	0,6939	0,6603	0,6916	0,0303	0,8278	0,8160	0,8004	0,8148	0,01377	
AQ84_0371.JPG	0,7158	0,7128	0,6457	0,6914	0,0397	0,8239	0,8322	0,7753	0,8105	0,03076	
AQ84_0372.JPG	0,7139	0,7076	0,6483	0,6899	0,0362	0,8206	0,8286	0,7842	0,8111	0,02366	
AQ84_0373.JPG	0,7586	0,7367	0,6953	0,7302	0,0321	0,8700	0,8582	0,8374	0,8552	0,01650	
AQ84_0374.JPG	0,7510	0,7354	0,6618	0,7161	0,0477	0,8621	0,8533	0,7922	0,8359	0,03807	
AQ84_0375.JPG	0,7240	0,7148	0,6355	0,6914	0,0487	0,8329	0,8351	0,7629	0,8103	0,04103	
AQ84_0376.JPG	0,7436	0,7256	0,6816	0,7169	0,0319	0,8550	0,8476	0,8241	0,8422	0,01612	
AQ84_0377.JPG	0,7163	0,7058	0,6500	0,6907	0,0356	0,8241	0,8275	0,7871	0,8129	0,02244	
AQ84_0378.JPG	0,6924	0,6863	0,6040	0,6609	0,0494	0,7970	0,8061	0,7242	0,7758	0,04491	
IMG_0322.JPG	0,0063	0,0198	0,0276	0,0179	0,0108	0,0488	0,0526	0,0495	0,0503	0,00205	
IMG_0323.JPG	0,0063	0,0197	0,0276	0,0179	0,0107	0,0487	0,0527	0,0497	0,0504	0,00206	
IMG_0324.JPG	0,0063	0,0198	0,0275	0,0178	0,0107	0,0491	0,0529	0,0496	0,0505	0,00207	
IMG_0325.JPG	0,0062	0,0198	0,0275	0,0178	0,0108	0,0494	0,0532	0,0504	0,0510	0,00194	
IMG_0326.JPG	0,0063	0,0197	0,0274	0,0178	0,0107	0,0492	0,0530	0,0498	0,0506	0,00204	
IMG_0327.JPG	0,0064	0,0198	0,0275	0,0179	0,0107	0,0493	0,0532	0,0500	0,0508	0,00206	
IMG_0328.JPG	0,0062	0,0198	0,0276	0,0179	0,0108	0,0489	0,0528	0,0498	0,0505	0,00202	
IMG_0329.JPG	0,0063	0,0199	0,0275	0,0179	0,0107	0,0494	0,0531	0,0508	0,0511	0,00186	
IMG_0330.JPG	0,0062	0,0197	0,0275	0,0178	0,0107	0,0487	0,0526	0,0494	0,0503	0,00208	
IMG_0333.JPG	0,0064	0,0197	0,0276	0,0179	0,0107	0,0484	0,0521	0,0486	0,0497	0,00205	
IMG_0334.JPG	0,0064	0,0198	0,0277	0,0180	0,0108	0,0491	0,0525	0,0500	0,0506	0,00175	
IMG_0335.JPG	0,0063	0,0199	0,0275	0,0179	0,0108	0,0490	0,0524	0,0495	0,0503	0,00181	
IMG_0336.JPG	0,0062	0,0201	0,0276	0,0180	0,0109	0,0491	0,0524	0,0503	0,0506	0,00167	
IMG_0337.JPG	0,0063	0,0199	0,0276	0,0179	0,0108	0,0490	0,0523	0,0500	0,0504	0,00173	
IMG_0338.JPG	0,0064	0,0197	0,0276	0,0179	0,0107	0,0485	0,0521	0,0487	0,0498	0,00200	
IMG_0339.JPG	0,0066	0,0198	0,0278	0,0181	0,0107	0,0490	0,0525	0,0496	0,0503	0,00189	
IMG_0340.JPG	0,0065	0,0198	0,0282	0,0182	0,0110	0,0489	0,0526	0,0497	0,0504	0,00193	
IMG_0341.JPG	0,0065	0,0197	0,0278	0,0180	0,0108	0,0485	0,0522	0,0489	0,0499	0,00205	
IMG_0344.JPG	0,0066	0,0198	0,0280	0,0181	0,0108	0,0490	0,0524	0,0491	0,0502	0,00197	
IMG_0345.JPG	0,0065	0,0198	0,0280	0,0181	0,0108	0,0490	0,0523	0,0499	0,0504	0,00171	
IMG_0346.JPG	0,0065	0,0197	0,0278	0,0180	0,0108	0,0489	0,0522	0,0498	0,0503	0,00169	
IMG_0347.JPG	0,0065	0,0198	0,0278	0,0180	0,0108	0,0486	0,0520	0,0486	0,0498	0,00196	
IMG_0348.JPG	0,0064	0,0197	0,0280	0,0181	0,0109	0,0489	0,0523	0,0498	0,0503	0,00174	
IMG_0349.JPG	0,0065	0,0198	0,0282	0,0182	0,0109	0,0490	0,0524	0,0497	0,0504	0,00182	
IMG_0350.JPG	0,0065	0,0197	0,0279	0,0180	0,0108	0,0485	0,0520	0,0490	0,0498	0,00188	
IMG_0351.JPG	0,0065	0,0197	0,0279	0,0180	0,0108	0,0488	0,0521	0,0497	0,0502	0,00174	
IMG_0352.JPG	0,0066	0,0197	0,0278	0,0180	0,0107	0,0485	0,0519	0,0486	0,0497	0,00191	

INTERSEÇÃO						CORRELAÇÃO				
SEMENTE A – REF 354						SEMENTE A – REF 354				
SEMENTES	CANAL 1 (R)	CANAL 2 (G)	CANAL 3 (B)	MÉDIA	DP	CANAL 1 (R)	CANAL 2 (G)	CANAL 3 (B)	MÉDIA	DP
AQ84_0354.JPG	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0000
AQ83_0026.JPG	0,5660	0,5641	0,4894	0,5398	0,0437	0,6477	0,6597	0,5731	0,6268	0,0469
AQ83_0027.JPG	0,5543	0,5367	0,4607	0,5172	0,0498	0,6331	0,6267	0,5241	0,5946	0,0612
AQ83_0028.JPG	0,5207	0,5027	0,4474	0,4903	0,0382	0,5919	0,5820	0,5056	0,5599	0,0472
AQ83_0029.JPG	0,5274	0,5138	0,4623	0,5012	0,0344	0,5999	0,5978	0,5302	0,5759	0,0397
AQ83_0030.JPG	0,5269	0,5104	0,4559	0,4977	0,0372	0,5994	0,5927	0,5173	0,5698	0,0456
AQ83_0031.JPG	0,5452	0,5223	0,4609	0,5095	0,0436	0,6251	0,6071	0,5285	0,5869	0,0514
AQ83_0032.JPG	0,5339	0,5675	0,5048	0,5354	0,0314	0,6103	0,6667	0,5955	0,6242	0,0376
AQ83_0033.JPG	0,6016	0,5853	0,5370	0,5746	0,0336	0,6869	0,6850	0,6406	0,6708	0,0262
AQ83_0034.JPG	0,6079	0,5925	0,5298	0,5768	0,0414	0,6987	0,6917	0,6323	0,6742	0,0365
AQ83_0037.JPG	0,6995	0,6893	0,6145	0,6677	0,0464	0,8036	0,8016	0,7455	0,7836	0,0330
AQ83_0038.JPG	0,7113	0,7263	0,6705	0,7027	0,0289	0,8213	0,8367	0,8039	0,8206	0,0164
AQ83_0039.JPG	0,7572	0,7587	0,7409	0,7522	0,0099	0,8697	0,8700	0,8719	0,8705	0,0012
AQ83_0040.JPG	0,7447	0,7496	0,7459	0,7467	0,0025	0,8562	0,8609	0,8747	0,8639	0,0096
AQ83_0041.JPG	0,7797	0,7746	0,7535	0,7693	0,0139	0,8910	0,8858	0,8842	0,8870	0,0036
AQ83_0042.JPG	0,7753	0,7756	0,7366	0,7625	0,0224	0,8862	0,8871	0,8708	0,8814	0,0091
AQ83_0043.JPG	0,7748	0,7909	0,7448	0,7702	0,0234	0,8870	0,8991	0,8777	0,8880	0,0108
AQ83_0044.JPG	0,7718	0,7752	0,7309	0,7593	0,0246	0,8826	0,8864	0,8663	0,8785	0,0107
AQ83_0045.JPG	0,7439	0,7555	0,7143	0,7379	0,0212	0,8551	0,8662	0,8485	0,8566	0,0090
AQ83_0048.JPG	0,7637	0,7592	0,7109	0,7446	0,0292	0,8755	0,8705	0,8460	0,8640	0,0158
AQ83_0049.JPG	0,7702	0,7622	0,7137	0,7487	0,0306	0,8812	0,8735	0,8493	0,8680	0,0166
AQ83_0050.JPG	0,7546	0,7525	0,6976	0,7349	0,0323	0,8666	0,8639	0,8342	0,8549	0,0180
AQ83_0051.JPG	0,7554	0,7707	0,7284	0,7515	0,0214	0,8693	0,8796	0,8613	0,8701	0,0092
AQ83_0052.JPG	0,7623	0,7649	0,7187	0,7486	0,0260	0,8756	0,8746	0,8539	0,8680	0,0122
AQ83_0053.JPG	0,7623	0,7551	0,7362	0,7512	0,0135	0,8755	0,8659	0,8677	0,8697	0,0051
AQ83_0054.JPG	0,7781	0,7844	0,7489	0,7705	0,0190	0,8897	0,8926	0,8793	0,8872	0,0070
AQ83_0055.JPG	0,7876	0,7962	0,7573	0,7804	0,0204	0,8985	0,9027	0,8891	0,8968	0,0070
AQ83_0056.JPG	0,8006	0,8059	0,7754	0,7940	0,0163	0,9092	0,9118	0,9051	0,9087	0,0034
AQ84_0347.JPG	0,9662	0,9781	0,9580	0,9674	0,0101	0,9977	0,9989	0,9970	0,9978	0,0010
AQ84_0348.JPG	0,9782	0,9852	0,9820	0,9818	0,0035	0,9990	0,9996	0,9994	0,9993	0,0003
AQ84_0349.JPG	0,9490	0,9659	0,9574	0,9575	0,0085	0,9949	0,9972	0,9968	0,9963	0,0012
AQ84_0350.JPG	0,9584	0,9724	0,9703	0,9670	0,0075	0,9964	0,9982	0,9985	0,9977	0,0011
AQ84_0351.JPG	0,9728	0,9816	0,9715	0,9753	0,0055	0,9989	0,9994	0,9984	0,9989	0,0005
AQ84_0352.JPG	0,9900	0,9922	0,9867	0,9896	0,0028	0,9998	0,9999	0,9996	0,9998	0,0001
AQ84_0353.JPG	0,9740	0,9815	0,9719	0,9758	0,0051	0,9986	0,9992	0,9987	0,9988	0,0004
AQ84_0355.JPG	0,9717	0,9809	0,9664	0,9730	0,0073	0,9987	0,9993	0,9980	0,9987	0,0007
AQ84_0358.JPG	0,8876	0,8799	0,8428	0,8701	0,0239	0,9708	0,9647	0,9530	0,9629	0,0091
AQ84_0359.JPG	0,8811	0,8778	0,8470	0,8686	0,0188	0,9670	0,9634	0,9550	0,9618	0,0062
AQ84_0360.JPG	0,9119	0,9026	0,8491	0,8878	0,0339	0,9810	0,9762	0,9541	0,9704	0,0143
AQ84_0361.JPG	0,8695	0,8687	0,8317	0,8566	0,0216	0,9614	0,9583	0,9461	0,9553	0,0081
AQ84_0362.JPG	0,8511	0,8581	0,8361	0,8485	0,0113	0,9490	0,9502	0,9468	0,9487	0,0017
AQ84_0363.JPG	0,8164	0,8191	0,7911	0,8089	0,0154	0,9231	0,9207	0,9167	0,9202	0,0033
AQ84_0364.JPG	0,7736	0,7904	0,7434	0,7691	0,0238	0,8861	0,8958	0,8747	0,8856	0,0105
AQ84_0365.JPG	0,7754	0,7855	0,7661	0,7757	0,0097	0,8868	0,8909	0,8951	0,8909	0,0042
AQ84_0366.JPG	0,8186	0,8215	0,7915	0,8106	0,0165	0,9243	0,9227	0,9174	0,9215	0,0036
AQ84_0370.JPG	0,7997	0,8092	0,7581	0,7890	0,0272	0,9050	0,9110	0,8857	0,9006	0,0132
AQ84_0371.JPG	0,8024	0,7948	0,7778	0,7916	0,0126	0,9089	0,8992	0,9003	0,9028	0,0053
AQ84_0372.JPG	0,8046	0,7971	0,7699	0,7905	0,0183	0,9109	0,9018	0,8938	0,9022	0,0086
AQ84_0373.JPG	0,7565	0,7709	0,7201	0,7492	0,0262	0,8664	0,8751	0,8501	0,8639	0,0127
AQ84_0374.JPG	0,7687	0,7764	0,7616	0,7689	0,0074	0,8778	0,8813	0,8860	0,8817	0,0041
AQ84_0375.JPG	0,7964	0,7926	0,7847	0,7912	0,0059	0,9028	0,8977	0,9065	0,9023	0,0044
AQ84_0376.JPG	0,7739	0,7796	0,7406	0,7647	0,0211	0,8821	0,8847	0,8678	0,8782	0,0091
AQ84_0377.JPG	0,8066	0,7986	0,7781	0,7944	0,0147	0,9103	0,9036	0,9006	0,9048	0,0049
AQ84_0378.JPG	0,8273	0,8177	0,8130	0,8193	0,0073	0,9295	0,9197	0,9291	0,9261	0,0055
IMG_0322.JPG	0,0047	0,0214	0,0247	0,0169	0,0107	0,0505	0,0494	0,0517	0,0505	0,0012
IMG_0323.JPG	0,0048	0,0213	0,0246	0,0169	0,0106	0,0503	0,0494	0,0519	0,0506	0,0012
IMG_0324.JPG	0,0048	0,0213	0,0246	0,0169	0,0106	0,0507	0,0496	0,0518	0,0507	0,0011
IMG_0325.JPG	0,0047	0,0214	0,0246	0,0169	0,0107	0,0513	0,0499	0,0527	0,0513	0,0014
IMG_0326.JPG	0,0048	0,0214	0,0246	0,0169	0,0106	0,0509	0,0498	0,0520	0,0509	0,0011
IMG_0327.JPG	0,0049	0,0213	0,0247	0,0170	0,0106	0,0509	0,0500	0,0522	0,0510	0,0012
IMG_0328.JPG	0,0047	0,0214	0,0247	0,0169	0,0107	0,0508	0,0495	0,0521	0,0508	0,0013
IMG_0329.JPG	0,0048	0,0214	0,0246	0,0169	0,0107	0,0512	0,0498	0,0531	0,0514	0,0016
IMG_0330.JPG	0,0047	0,0213	0,0246	0,0169	0,0107	0,0505	0,0494	0,0516	0,0505	0,0011
IMG_0333.JPG	0,0049	0,0211	0,0247	0,0169	0,0105	0,0499	0,0489	0,0508	0,0499	0,0010
IMG_0334.JPG	0,0049	0,0213	0,0247	0,0169	0,0106	0,0509	0,0493	0,0523	0,0508	0,0015
IMG_0335.JPG	0,0048	0,0213	0,0246	0,0169	0,0106	0,0510	0,0491	0,0518	0,0506	0,0013
IMG_0336.JPG	0,0047	0,0214	0,0247	0,0169	0,0107	0,0512	0,0491	0,0526	0,0510	0,0017
IMG_0337.JPG	0,0047	0,0213	0,0248	0,0169	0,0107	0,0510	0,0491	0,0523	0,0508	0,0016
IMG_0338.JPG	0,0049	0,0212	0,0247	0,0169	0,0106	0,0501	0,0489	0,0509	0,0500	0,0010
IMG_0339.JPG	0,0050	0,0213	0,0249	0,0171	0,0106	0,0504	0,0493	0,0518	0,0505	0,0013
IMG_0340.JPG	0,0049	0,0213	0,0250	0,0171	0,0107	0,0505	0,0494	0,0520	0,0506	0,0013
IMG_0341.JPG	0,0049	0,0212	0,0248	0,0170	0,0106	0,0501	0,0490	0,0511	0,0501	0,0010
IMG_0344.JPG	0,0050	0,0212	0,0250	0,0171	0,0106	0,0506	0,0493	0,0513	0,0504	0,0010
IMG_0345.JPG	0,0050	0,0212	0,0250	0,0170	0,0106	0,0507	0,0491	0,0521	0,0507	0,0015
IMG_0346.JPG	0,0050	0,0212	0,0249	0,0170	0,0106	0,0507	0,0490	0,0521	0,0506	0,0016
IMG_0347.JPG	0,0050	0,0212	0,0248	0,0170	0,0106	0,0504	0,0488	0,0508	0,0500	0,0011
IMG_0348.JPG	0,0049	0,0212	0,0250	0,0170	0,0107	0,0509	0,0491	0,0520	0,0507	0,0015
IMG_0349.JPG	0,0050	0,0212	0,0251	0,0171	0,0107	0,0507	0,0492	0,0520	0,0506	0,0014
IMG_0350.JPG	0,0050	0,0211	0,0249	0,0170	0,0106	0,0502	0,0488	0,0512	0,0501	0,0012
IMG_0351.JPG	0,0049	0,0211	0,0249	0,0170	0,0106	0,0506	0,0489	0,0520	0,0505	0,0015
IMG_0352.JPG	0,0050	0,0211	0,0247	0,0169	0,0105	0,0501	0,0487	0,0508	0,0499	0,0011

INTERSEÇÃO						CORRELAÇÃO				
SEMENTE A – REF 0026						SEMENTE A – REF 0026				
SEMENTES	CANAL 1 (R)	CANAL 2 (G)	CANAL 3 (B)	MÉDIA	DP	CANAL 1 (R)	CANAL 2 (G)	CANAL 3 (B)	MÉDIA	DP
AQ83_0026.JPG	0,0062	0,0200	0,0274	0,0179	0,0108	0,04929	0,05230	0,05025	0,05061	0,0015
AQ83_0027.JPG	0,0063	0,0198	0,0278	0,0180	0,0109	0,04987	0,05297	0,05165	0,05150	0,0016
AQ83_0028.JPG	0,0064	0,0197	0,0278	0,0180	0,0108	0,04960	0,05318	0,05135	0,05138	0,0018
AQ83_0029.JPG	0,0064	0,0198	0,0278	0,0180	0,0108	0,05020	0,05347	0,05173	0,05180	0,0016
AQ83_0030.JPG	0,0064	0,0198	0,0278	0,0180	0,0108	0,04967	0,05314	0,05141	0,05141	0,0017
AQ83_0031.JPG	0,0063	0,0199	0,0276	0,0179	0,0108	0,04896	0,05234	0,05003	0,05044	0,0017
AQ83_0032.JPG	0,0063	0,0200	0,0274	0,0179	0,0107	0,05017	0,05302	0,05176	0,05165	0,0014
AQ83_0033.JPG	0,0061	0,0201	0,0271	0,0178	0,0107	0,04925	0,05230	0,05166	0,05107	0,0016
AQ83_0034.JPG	0,0060	0,0201	0,0271	0,0177	0,0107	0,04861	0,05169	0,05019	0,05016	0,0015
AQ83_0037.JPG	0,0056	0,0202	0,0263	0,0174	0,0107	0,04959	0,05137	0,05237	0,05111	0,0014
AQ83_0038.JPG	0,0055	0,0203	0,0261	0,0173	0,0106	0,04904	0,05054	0,05010	0,04989	0,0008
AQ83_0039.JPG	0,0054	0,0206	0,0259	0,0173	0,0106	0,04941	0,05044	0,05027	0,05004	0,0006
AQ83_0040.JPG	0,0055	0,0204	0,0258	0,0173	0,0105	0,04981	0,05093	0,05191	0,05088	0,0011
AQ83_0041.JPG	0,0053	0,0207	0,0257	0,0173	0,0106	0,04909	0,05013	0,05021	0,04981	0,0006
AQ83_0042.JPG	0,0054	0,0207	0,0258	0,0173	0,0106	0,04990	0,05069	0,05217	0,05092	0,0012
AQ83_0043.JPG	0,0053	0,0208	0,0259	0,0173	0,0107	0,04907	0,04998	0,05044	0,04983	0,0007
AQ83_0044.JPG	0,0054	0,0207	0,0259	0,0173	0,0107	0,04987	0,05071	0,05224	0,05094	0,0012
AQ83_0045.JPG	0,0054	0,0206	0,0260	0,0173	0,0106	0,04985	0,05080	0,05186	0,05083	0,0010
AQ83_0048.JPG	0,0054	0,0206	0,0258	0,0173	0,0106	0,04969	0,05049	0,05153	0,05057	0,0009
AQ83_0049.JPG	0,0054	0,0206	0,0259	0,0173	0,0106	0,04968	0,05055	0,05206	0,05076	0,0012
AQ83_0050.JPG	0,0054	0,0205	0,0258	0,0172	0,0106	0,04957	0,05063	0,05206	0,05075	0,0012
AQ83_0051.JPG	0,0054	0,0206	0,0258	0,0173	0,0106	0,04887	0,04984	0,04979	0,04950	0,0005
AQ83_0052.JPG	0,0054	0,0206	0,0259	0,0173	0,0106	0,04920	0,05003	0,05020	0,04981	0,0005
AQ83_0053.JPG	0,0054	0,0205	0,0258	0,0172	0,0106	0,04867	0,04993	0,04973	0,04945	0,0007
AQ83_0054.JPG	0,0053	0,0207	0,0257	0,0172	0,0106	0,04882	0,04977	0,05020	0,04960	0,0007
AQ83_0055.JPG	0,0053	0,0208	0,0257	0,0173	0,0107	0,04905	0,04967	0,04990	0,04954	0,0004
AQ83_0056.JPG	0,0053	0,0209	0,0257	0,0173	0,0106	0,04917	0,04960	0,04994	0,04957	0,0004
AQ84_0347.JPG	0,0047	0,0214	0,0247	0,0169	0,0107	0,05037	0,04833	0,05039	0,04970	0,0012
AQ84_0348.JPG	0,0047	0,0214	0,0247	0,0169	0,0107	0,05059	0,04867	0,05203	0,05043	0,0017
AQ84_0349.JPG	0,0046	0,0213	0,0247	0,0169	0,0107	0,05022	0,04828	0,05053	0,04968	0,0012
AQ84_0350.JPG	0,0047	0,0213	0,0248	0,0169	0,0107	0,05047	0,04843	0,05084	0,04991	0,0013
AQ84_0351.JPG	0,0047	0,0213	0,0247	0,0169	0,0107	0,04993	0,04845	0,05108	0,04982	0,0013
AQ84_0352.JPG	0,0048	0,0213	0,0247	0,0169	0,0107	0,05064	0,04891	0,05227	0,05061	0,0017
AQ84_0353.JPG	0,0047	0,0213	0,0246	0,0169	0,0107	0,05043	0,04846	0,05074	0,04988	0,0012
AQ84_0354.JPG	0,0047	0,0213	0,0248	0,0169	0,0107	0,05099	0,04908	0,05228	0,05078	0,0016
AQ84_0355.JPG	0,0047	0,0212	0,0248	0,0169	0,0107	0,04996	0,04845	0,05050	0,04964	0,0011
AQ84_0358.JPG	0,0052	0,0209	0,0250	0,0171	0,0105	0,04899	0,04913	0,05051	0,04954	0,0008
AQ84_0359.JPG	0,0052	0,0209	0,0250	0,0170	0,0104	0,04938	0,04943	0,05077	0,04986	0,0008
AQ84_0360.JPG	0,0052	0,0210	0,0250	0,0170	0,0105	0,04992	0,04947	0,05226	0,05055	0,0015
AQ84_0361.JPG	0,0053	0,0209	0,0250	0,0171	0,0104	0,04888	0,04931	0,05070	0,04963	0,0009
AQ84_0362.JPG	0,0053	0,0209	0,0251	0,0171	0,0104	0,04947	0,04977	0,05109	0,05011	0,0009
AQ84_0363.JPG	0,0054	0,0207	0,0252	0,0171	0,0104	0,04906	0,04985	0,05032	0,04974	0,0006
AQ84_0364.JPG	0,0055	0,0205	0,0254	0,0171	0,0104	0,04868	0,04998	0,05019	0,04962	0,0008
AQ84_0365.JPG	0,0055	0,0204	0,0252	0,0171	0,0103	0,04838	0,04988	0,05004	0,04943	0,0009
AQ84_0366.JPG	0,0054	0,0207	0,0252	0,0171	0,0104	0,04880	0,04970	0,05012	0,04954	0,0007
AQ84_0370.JPG	0,0055	0,0210	0,0255	0,0173	0,0105	0,04873	0,04961	0,05023	0,04952	0,0008
AQ84_0371.JPG	0,0054	0,0210	0,0256	0,0173	0,0106	0,04919	0,04988	0,05013	0,04973	0,0005
AQ84_0372.JPG	0,0054	0,0209	0,0255	0,0173	0,0105	0,04889	0,04981	0,05007	0,04959	0,0006
AQ84_0373.JPG	0,0056	0,0208	0,0257	0,0174	0,0105	0,04850	0,04991	0,04998	0,04946	0,0008
AQ84_0374.JPG	0,0055	0,0208	0,0256	0,0173	0,0105	0,04911	0,05013	0,05007	0,04977	0,0006
AQ84_0375.JPG	0,0055	0,0210	0,0255	0,0173	0,0105	0,04907	0,05000	0,05002	0,04970	0,0005
AQ84_0376.JPG	0,0055	0,0208	0,0257	0,0173	0,0105	0,04869	0,04997	0,05058	0,04975	0,0010
AQ84_0377.JPG	0,0054	0,0209	0,0254	0,0172	0,0105	0,04902	0,05001	0,05107	0,05003	0,0010
AQ84_0378.JPG	0,0054	0,0211	0,0253	0,0173	0,0105	0,04901	0,04965	0,04989	0,04952	0,0005
IMG_0322.JPG	0,9637	0,9770	0,9484	0,9630	0,0143	0,99663	0,99823	0,99159	0,99549	0,0035
IMG_0323.JPG	0,9394	0,9562	0,9454	0,9470	0,0085	0,99183	0,99476	0,99075	0,99245	0,0021
IMG_0324.JPG	0,9459	0,9474	0,9347	0,9426	0,0069	0,99346	0,99275	0,98680	0,99101	0,0037
IMG_0325.JPG	0,9672	0,9558	0,9550	0,9593	0,0068	0,99744	0,99535	0,99335	0,99538	0,0020
IMG_0326.JPG	0,9483	0,9436	0,9432	0,9451	0,0028	0,99411	0,99194	0,98963	0,99189	0,0022
IMG_0327.JPG	0,9238	0,9294	0,9179	0,9237	0,0057	0,98724	0,98794	0,98085	0,98535	0,0039
IMG_0328.JPG	0,9832	0,9734	0,9603	0,9723	0,0115	0,99927	0,99790	0,99473	0,99730	0,0023
IMG_0329.JPG	0,9543	0,9743	0,9651	0,9646	0,0100	0,99554	0,99819	0,99612	0,99662	0,0014
IMG_0330.JPG	0,9628	0,9560	0,9459	0,9549	0,0085	0,99675	0,99474	0,99058	0,99402	0,0031
IMG_0333.JPG	0,9269	0,9215	0,9269	0,9251	0,0031	0,98948	0,98677	0,98777	0,98801	0,0014
IMG_0334.JPG	0,9625	0,9673	0,9713	0,9671	0,0044	0,99705	0,99764	0,99794	0,99754	0,0005
IMG_0335.JPG	0,9835	0,9819	0,9805	0,9820	0,0015	0,99940	0,99923	0,99903	0,99922	0,0002
IMG_0336.JPG	0,9768	0,9723	0,9795	0,9762	0,0036	0,99893	0,99840	0,99920	0,99885	0,0004
IMG_0337.JPG	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	0,0000
IMG_0338.JPG	0,9343	0,9474	0,9414	0,9410	0,0065	0,99138	0,99380	0,99225	0,99247	0,0012
IMG_0339.JPG	0,8975	0,9183	0,9065	0,9075	0,0104	0,97805	0,98496	0,97886	0,98062	0,0038
IMG_0340.JPG	0,9247	0,9213	0,9170	0,9210	0,0039	0,98873	0,98657	0,98425	0,98652	0,0022
IMG_0341.JPG	0,9278	0,9222	0,9254	0,9251	0,0028	0,98996	0,98740	0,98800	0,98845	0,0013
IMG_0344.JPG	0,9317	0,9214	0,9207	0,9246	0,0062	0,99072	0,98708	0,98448	0,98743	0,0031
IMG_0345.JPG	0,9405	0,9616	0,9601	0,9541	0,0118	0,99302	0,99667	0,99633	0,99534	0,0020
IMG_0346.JPG	0,9566	0,9710	0,9779	0,9685	0,0109	0,99623	0,99815	0,99900	0,99779	0,0014
IMG_0347.JPG	0,9632	0,9564	0,9505	0,9567	0,0064	0,99747	0,99576	0,99427	0,99584	0,0016
IMG_0348.JPG	0,9790	0,9691	0,9672	0,9717	0,0063	0,99920	0,99797	0,99780	0,99832	0,0008
IMG_0349.JPG	0,9455	0,9430	0,9398	0,9428	0,0029	0,99425	0,99282	0,99161	0,99290	0,0013
IMG_0350.JPG	0,9493	0,9316	0,9516	0,9442	0,0109	0,99527	0,99008	0,99550	0,99362	0,0031
IMG_0351.JPG	0,9602	0,9717	0,9754	0,9691	0,0079	0,99709	0,99814	0,99879	0,99801	0,0009
IMG_0352.JPG	0,9304	0,9394	0,9448	0,9382	0,0073	0,99027	0,99183	0,99330	0,99180	0,0015