



ALCEBÍADES FOGAÇA DE SOUZA SOBRINHO

**CLASSIFICAÇÃO DE SEMENTES DE SOJA MADURAS E ES-
VERDEADAS POR MEIO DE MÉTODOS ÓPTICOS**

**LAVRAS – MG
2019**

ALCEBÍADES FOGAÇA DE SOUZA SOBRINHO

**CLASSIFICAÇÃO DE SEMENTES DE SOJA MADURAS E ESVERDEADAS POR
MEIO DE MÉTODOS ÓPTICOS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Sistemas e Automação, área de concentração em Sistemas Inteligentes, para a obtenção do título de Mestre.

Prof. Dr. Roberto Alves Braga Júnior
Orientador

Prof. Dr. José Luís Contado
Coorientador

Prof. Dr. Caio César Salgado
Coorientador

**LAVRAS – MG
2019**

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Souza Sobrinho, Alcebíades Fogaça.

Classificação de sementes de soja maduras e esverdeadas por
meio de métodos ópticos / Alcebíades Fogaça de Souza Sobrinho. -
2019.

70 p.

Orientador(a): Roberto Alves Braga Júnior.

Coorientador(a): José Luís Contado, Caio César Salgado.

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de
Lavras, 2019.

Bibliografia.

1. Sementes esverdeadas de soja. 2. Processamento de imagens.
3. Tipos de iluminação. I. Braga Junior, Roberto Alves. II. Contado,
José Luís. III. Salgado, Caio César. IV. Título.

ALCEBÍADES FOGAÇA DE SOUZA SOBRINHO

**CLASSIFICAÇÃO DE SEMENTES DE SOJA MADURAS E ESVERDEADAS POR
MEIO DE MÉTODOS ÓPTICOS
CLASSIFICATION OF RIPE AND GREENISH SOYBEAN SEEDS BY OPTICAL ME-
THODS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Sistemas e Automação, área de concentração em Sistemas Inteligentes, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 18 de dezembro de 2018.

Dr. Roberto Alves Braga Júnior – UFLA

Dra. Juliana Vilela Lourençoni Botega – Cefet/MG

Dr. Edvaldo Aparecido Amaral da Silva – Unesp

Prof. Dr. Roberto Alves Braga Júnior
Orientador

**LAVRAS – MG
2019**

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por renovar as minhas forças diariamente nesta importante etapa da minha vida.

Agradeço aos meus pais, Adão e Maria, por toda ajuda, incentivo e pela certeza e segurança de ter sempre um “Porto Seguro”.

Aos meus amigos da terra quente do Mato Grosso, que sempre me incentivaram nos meus desafios e celebraram comigo as conquistas.

Aos meus amigos e colegas de Minas Gerais, pela companhia, paciência e companheirismo.

Ao professor Roberto Braga Alves Júnior, pela orientação, paciência, compreensão e dedicação.

Aos professores, coordenação e secretaria do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Sistemas e Automação, pela dedicação e esforço demonstrados no dia a dia.

Ao professor Edvaldo Aparecido Amaral da Silva, pela ajuda e contribuição para a realização deste trabalho.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerias (Fapemig), pela concessão da bolsa de estudos.

RESUMO

A agricultura no Brasil, a partir da década de 80, vivenciou uma evolução sem precedentes. Esse resultado é fruto de sucessivos esforços em pesquisas e aplicações de tecnologias em campo, consolidando o país como um fornecedor mundial de alimentos, entretanto, a característica dinâmica da agricultura faz com que novos desafios surjam constantemente, exigindo novas soluções. A ocorrência do elevado teor de sementes de soja esverdeadas é um problema, já que ela possui baixo índice de germinação, e quando ocorre, gera plântulas anômalas, se destinadas ao processamento para obtenção de seus subprodutos, a presença da clorofila nesses tipos de grãos é indesejável, por precisar de processos adicionais para a sua remoção. Este trabalho teve como objetivo avaliar a diferenciação de sementes de soja maduras e esverdeadas iluminadas com *laser* vermelho, *laser* verde, *led* vermelho e lâmpadas fluorescentes, utilizando o processamento de imagens. Foram capturas imagens de sementes de soja maduras e esverdeadas na resolução de 340x480 pixels, iluminados com *laser* vermelho, *laser* verde, *led* vermelho e lâmpadas fluorescentes. Posteriormente, foram obtidas as médias dos níveis de cinza de cada imagem nos canais *Red*, *Green*, *Blue* e em imagens convertidas para a escala de cinza 8-bits. Os dados foram submetidos a teste de variância, Análise de Componentes Principais, Análise de Múltiplos Fatores e cálculo do nível de cinza, para classificação das imagens. Pelos resultados, verificou-se eficiência da iluminação com *laser* vermelho, *led* vermelho e lâmpadas fluorescentes para a classificação das imagens, alcançando uma taxa de acerto acima de 90% no canal *Red*.

Palavras-chave: iluminação, sementes de soja esverdeada, processamento de imagens.

ABSTRACT

Since the 1980's the Brazilian agriculture has been going through an unprecedented evolution. This is a result of successive efforts in research and field applications, which placed Brazil as a worldwide food supplier. However, the dynamism of agriculture constantly brings about new challenges that demand new solutions. The high occurrence of green soybean seeds is a problem, because of their low germination rate; even when they germinate, the seedlings are anomalous. Moreover, if they are processed into byproducts, the presence of chlorophyll in these grains makes them undesirable, since additional procedures are required to remove it. This work aimed at evaluating the differentiation of ripe and green soybean seeds under red laser, green laser, red LED lights and fluorescent light through image processing. We captured images (340x480 pixels) of ripe and green soybean seeds that were illuminated by red laser, green laser, red LED lights and fluorescent lights. Afterwards, we obtained the average grey scale values for each image, according to the Red, Green, Blue channels, and for images converted to an 8-bit grey scale. The data were submitted to variance tests, Principal Component Analyses, Multiple Factor Analyses, and grey level calculations to classify the images. According to the results, illuminating the seeds with red laser, red LED lights and fluorescent lights was effective for image *classification*, reaching a 90% level of accuracy at Red channel.

Keywords: illumination; green soybean seeds, image processing.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 2.1 – Grãos de soja esverdeadas.....	13
Figura 2.2 – Esquema de uma máquina de separação de sementes pela cor.....	15
Figura 2.3 – Seleção de impurezas em grãos de café.....	17
Figura 2.4 – Processamento de imagens de folhas de soja.....	18
Figura 3.1 – Amostras de sementes de soja utilizadas no experimento.....	21
Figura 3.2 – Esquema da plataforma de captura das imagens.....	22
Figura 3.3 – Amostras de imagens para análise.....	23
Figura 3.4 – Imagens de sementes de soja iluminadas com laser vermelho.....	23
Figura 3.5 – Fluxograma do algoritmo utilizado para cálculo das medianas.....	25
Figura 4.1 – Distribuição dos dados na PCA, sementes maduras.....	32
Figura 4.2 – Distribuição dos dados na PCA, sementes esverdeadas.....	33
Figura 4.3 – Inércia dos grupos de variáveis, sementes maduras.....	36
Figura 4.4 – Inércia dos grupos de variáveis, sementes esverdeadas.....	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 – Resultado do reconhecimento de padrões pela RNA	18
Tabela 4.1 – ANOVA dados principais.....	26
Tabela 4.2 – Média geral dos níveis de cinza das imagens, dados principais.....	27
Tabela 4.3 – ANOVA dados validação.....	28
Tabela 4.4 – Média geral dos níveis de cinza das imagens, dados validação.....	29
Tabela 4.5 – Proporção explicada pelos componentes (PCA).....	30
Tabela 4.6 – Correlação dos componentes principais com as variáveis originais....	31
Tabela 4.7 – Proporção explicada pelos componentes (MFA).....	34
Tabela 4.8 – Inércias dos grupos de variáveis.....	35
Tabela 4.9 – Dados da classificação das imagens das sementes.....	38

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	10
2.	REFERENCIAL TEÓRICO.....	12
2.1	A problemática das sementes de soja esverdeadas.....	12
2.2	Métodos e equipamentos de separação e classificação de sementes e grãos.....	14
2.3	Recursos computacionais aplicados na agricultura.....	16
3.	MATERIAIS E MÉTODOS.....	20
3.1	Material analisado.....	21
3.2	Aquisição das imagens.....	21
3.3	Pré-processamento das imagens.....	22
3.4	Aquisição e análise dos dados.....	24
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	26
4.1	Análise de variância.....	26
4.2	Análise de componentes principais.....	30
4.3	Análise de múltiplos fatores.....	33
4.4	Classificação das imagens.....	37
5	CONCLUSÃO.....	40
6.	REFERÊNCIAS.....	41
	ANEXO.....	43
	APÊNDICE.....	44

1. INTRODUÇÃO

Na segunda década do século XXI, a soja é a principal “commodity” de exportação brasileira, sendo um dos pilares que sustentam a economia. Essa posição de destaque foi alcançada pela crescente demanda mundial por alimentos, combinado, com os avanços tecnológicos na agricultura, que permitiram o aumento da produtividade nas lavouras.

Para uma colheita de alta produtividade, etapas como o preparo do maquinário, manejo do solo e a escolha de insumos de qualidade devem ser feitas de maneira criteriosa, com o objetivo de evitar transtornos no decorrer do processo produtivo.

Dentre os insumos, destacam-se as sementes, por ser um organismo vivo que requer cuidados para que os mantenham saudáveis desde a sua colheita até o plantio. A produção de sementes de soja sofre pressões das condições climáticas desfavoráveis, incidência de pragas e doenças, e a ação antropológica com a aplicação de dessecantes, podendo ter como consequência a colheita de sementes de baixa qualidade.

A incidência de pragas, doenças e os veranicos, que se caracterizam pela ausência de chuva no período das estações chuvosas, acompanhadas de altas temperaturas e baixa umidade, quando ocorre nos estágios de enchimento dos grãos da planta de soja, podem afetar a sua maturação, obtendo, assim, sementes de cor esverdeada na colheita, devido à presença da clorofila não degradada.

As sementes soja esverdeadas geram vários inconvenientes, pois esse tipo de semente possui um baixo índice de germinação, e quando ocorre, gera plântulas anômalas, comprometendo o seu uso como sementes. E quando é destinado ao beneficiamento, a presença da clorofila nos subprodutos da soja esverdeada não é desejável, necessitando de operações adicionais para sua retirada, o que encarece o processo de beneficiamento. Assim, a presença de sementes esverdeadas em lotes colhidos faz com que o seu preço de venda diminua, sendo estes um grande problema para o produtor.

Existem medidas que minimizam os prejuízos, diminuindo a mistura da soja esverdeada nas maduras, sendo os mais utilizados os tradicionais processos de limpeza de grãos por diferentes tamanhos de peneiras, que são executados nas unidades de beneficiamento e armazenagem de grãos. No mercado, encontramos máquinas separadoras de diferentes tipos de grãos pela cor, que utilizam lâmpadas de *led* para iluminação dos grãos, e basicamente os separam pela diferença de contraste da cor do grão com um fundo de cor específico.

Na literatura existe pouca informação disponível quanto à eficiência de outros tipos de iluminação na distinção das sementes de soja pela cor. Assim, pesquisas nessa temática podem

contribuir para o desenvolvimento de novas soluções para a separação e classificação de sementes de soja pela cor, ou até mesmo, gerar informações úteis para o aperfeiçoamento das técnicas já existentes.

Nesse contexto, no presente trabalho tem-se como objetivo avaliar a diferenciação de sementes de soja maduras e esverdeadas iluminadas com *laser* vermelho, *laser* verde, *led* vermelho e lâmpadas fluorescentes, utilizando o processamento de imagens como método de avaliação.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A problemática das sementes de sojas esverdeadas.

As mudanças climáticas trouxeram sérios desafios à agricultura. Prevê-se que haverá uma queda no rendimento das culturas, incluindo a da soja, devido a fatores de estresse climáticos que incluem flutuações drásticas de temperatura, seca, inundações e alta salinidade da água e solo (LI et al., 2017). A ocorrência de períodos quentes e secos, durante os últimos estágios de maturação da semente de soja, pode provocar a morte prematura da planta e, conseqüentemente, a maturação forçada da semente (RANGEL et al., 2011).

A planta de soja tem os seus estágios de desenvolvimento bem definidos, divididos em duas etapas. O vegetativo, que se inicia com a emergência da plântula de soja e termina com o aparecimento do último nó na haste principal antes da abertura da primeira flor, e o segundo estágio, que é o reprodutivo, iniciando com a abertura da primeira flor e se estende até o amadurecimento completo dos grãos nas vargens. Ferhr e Caviness (1977) descreveram os estágios fenológicos reprodutivos da soja, detalhando as características da planta no decorrer do seu desenvolvimento. Ritchie (1985) propôs subdivisões dentro de alguns estágios reprodutivos específicos, facilitando a tomadas de decisões em relação ao manejo da cultura (ANEXO A).

A identificação de qual estágio a planta de soja se encontra é importante para o manejo da lavoura, como, por exemplo, para determinar a época de colheita, pois dependendo do estágio em que a soja é colhida, as características dos grãos serão distintas.

Segundo Mohamed e Pearson (1997), quando a soja é colhida no estágio R6 de maturação, os grãos apresentam diferenças significativas nos conteúdos de óleo, açúcares, umidade e ácido fítico, mas não no conteúdo de proteína.

No estágio R7 do desenvolvimento da soja, é que se inicia o processo de maturação dos grãos, estendendo-se até o estágio R8, em que em torno de 95% das plantas apresentam vargens maduras. Os dias percorridos neste período variam de 7 a 18 dias, dependendo da temperatura e da duração dos dias e das noites (FEHR; CAVINESS, 1977). A ocorrência do estresse hídrico, temperatura excessiva, ataque de pragas ou qualquer outro inconveniente que cause a morte precoce das plantas nesse período de tempo, acarreta a incidência de grãos esverdeados de soja em uma proporção acima do normal.

Plantas imaturas, sujeitas a estresses bióticos ou abióticos, que resultam em morte prematura ou maturação forçada, poderão produzir sementes e grãos esverdeados (FIGURA 2.1)

o que resultará em acentuada redução das suas qualidades, além de severa redução da produtividade da lavoura (FRANÇA-NETO et al., 2005).

A aplicação de dessecantes, que rotineiramente é utilizada pelos agricultores nas lavouras, prejudica a qualidade das sementes. Marcandalli, Lazarini e Malaspina (2011), constataram que a aplicação de dessecantes influencia na qualidade fisiológica das sementes e das partes avaliadas das plantas (ápice e base). Em relação à aplicação do dessecante em diferentes estágios de desenvolvimento fisiológica da soja, as sementes de plantas nas que o dessecante foi aplicado no estágio R6, era de qualidade fisiológica inferior às das sementes em que a aplicação foi nos estágios R7 e R8.

Figura 2.1 – Grãos de soja esverdeadas.



Fonte: França-Neto et al. (2016).

O fenômeno de grãos de soja esverdeadas se caracteriza pela persistência da clorofila após a fase de maturação prejudicada. Teixeira et al. (2016), em avaliação de cultivares de soja submetidas a condições de estresse hídrico e de calor, constataram que na fase R8 do desenvolvimento da soja, em que a presença de clorofila nos grãos é um problema, a cultivar susceptível atingiu cerca de 22% de sementes esverdeadas. E em análise do teor de clorofila pelo método *High Performance Liquid Chromatography* (HPLC), identificou-se a presença de clorofila A e B em grãos colhidos no estágio R8, nessa fase, a clorofila já deveria ter sido convertida em substâncias incolores, como, por exemplo, o óleo.

A soja esverdeada é inviável para o uso como semente, e mesmo que sejam destinados como grãos para o processamento industrial para obtenção de seus subprodutos, a presença da clorofila, que é responsável pela cor verde na soja, permanece após o processamento, necessitando de tratamentos adicionais para a sua retirada, aumentando o custo do processo.

Por exemplo, o óleo com elevado teor de clorofila, proveniente do processamento dos grãos esverdeados, continua sendo um problema nas indústrias esmagadoras de grãos oleaginosos. A presença de clorofila também tem sido relacionada com a diminuição da velocidade do processo de hidrogenação do óleo. Os pigmentos podem ser retirados, mas o processo adicional aumenta os custos de refinação (SINNECKER, 2002).

Os grãos de soja advindos de plantas mortas precocemente geralmente aumentam os níveis de ácidos graxos livres. Se não forem removidos durante o processamento, esses ácidos graxos combinam facilmente com oxigênio, tornam-se ranço e reduzem a vida útil do óleo (WIEBOLD, 2009)

A ocorrência de grãos esverdeados de soja compromete o seu uso como sementes devido aos baixos índices de germinação. Arruda et al. (2016) avaliaram a germinação da cultivar M-SOY 886 em lotes de sementes com quatro níveis de porcentagem de sementes esverdeadas, e concluíram que lotes com mais de 17% de sementes esverdeadas não são recomendados para semeadura, sendo a diminuição na taxa de germinação atinge mais de 20%.

Pardo et al. (2016), em avaliação de viabilidade da variedade ANTA 82, constataram que as sementes esverdeadas apresentaram um índice de germinação menor de 80%, fator esse que descarta a possibilidade de comercialização como sementes, e demonstra que uma proporção elevada de sementes esverdeadas em um lote pode comprometer seriamente o plantio, necessitando de uma ressemeadura, aumentando os custos de produção.

2.2 Métodos e equipamentos de separação e classificação de sementes e grãos

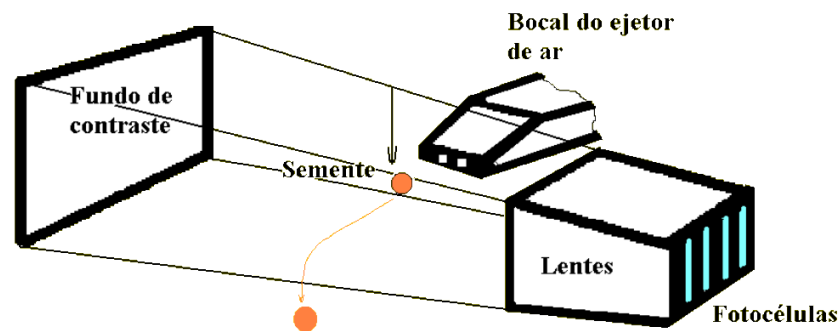
Com a presença de sementes esverdeadas na colheita da soja, o produtor possui poucas ferramentas que fazem a separação das sementes esverdeadas daquelas plenamente maduras, sendo as práticas mais utilizadas as tradicionais máquinas de limpeza e classificação de grãos disponíveis nas unidades armazenadoras. Sendo a soja esverdeada um produto de plantas submetidas a condições de estresse, estas tendem a ter tamanho e comprimento diferentes dos grãos normais, o que permite a sua remoção por alguns processos de limpeza e classificação.

França-Neto et al. (2005) citam que estudos realizados pela empresa Sementes Adriana e pela Embrapa Soja, em que sementes do cultivar MG/BR 46 com índice médio de sementes esverdeadas de 13%, após classificação em quatro tamanhos de peneiras de furo redondo, apresentaram 19% de sementes verdes para peneira de 6,0 mm, 11% para a 6,5 mm, 7% para a 7,0 mm e 5% para a 7,5 mm, evidenciando que um maior percentual de sementes esverdeadas se concentra nos calibres menores de peneiras.

Outro recurso que o produtor dispõe na Unidades Beneficiadora de Sementes é o separador espiral, que tem como função padronizar os tamanhos das sementes, e sendo a soja esverdeada na sua maioria de formato irregular, essa ferramenta pode auxiliar na separação.

A Figura 2.2 ilustra o esquema básico de uma máquina de separação monocromática, nesse modelo, o equipamento possui um fundo de contraste, quando o grão é iluminado, sensores compostos por fotocélulas identificam a diferença de cor do grão e o fundo de contraste. Por meio de valores pré-estabelecidos de cor, o sistema eletrônico avalia se o grão está de acordo com os padrões desejáveis, não estando, os grãos são ejetados por meio pneumático.

Figura 2.2 – Esquema de uma máquina de separação de sementes pela cor.



Fonte: Sousa e Silva, 2008, p. 311.

Os separadores de cor (seletron) tornam possível a separação de sementes que não podem ser separadas por nenhum dos métodos anteriores. Como exemplo, pode-se citar o caso de grãos de café, que apresentam homogeneidade quanto a tamanho, forma e densidade, mas tem colorações diferenciadas (SOUSA E SILVA, 2008, p. 310).

Entretanto, a separação de sementes pela cor não se limita apenas ao café, França-Neto et al. (2005) citam pesquisas realizadas pela empresa J.B.T. Máquinas Mecânicas em conjunto com a Embrapa Soja, em que avaliaram a separação de sementes esverdeadas das cultivares CD 202 e BRS 184 (com 15,7% e 20,1% de sementes esverdeadas, respectivamente), em uma máquina de seleção por cor Seletron-500. Após três passadas na máquina e com os devidos ajustes, os lotes de sementes ficaram com menos de 9% de sementes esverdeadas.

Apesar de ser um resultado bastante satisfatório em relação à quantidade de sementes esverdeadas retiradas, a capacidade citada do equipamento é de 300 kg/h, rendimento baixo para as dimensões da agricultura brasileira, ainda com a agravante da necessidade de três passadas da mesma massa de grãos, diminuindo ainda mais o rendimento real.

No mercado, são encontradas separadoras de grãos por cor de alta capacidade, como é o caso da *Separadora Óptica YJT W da BUHLER* que, segundo informações técnicas da fabricante, tem a capacidade de processamento de 15 toneladas de arroz por hora, sistema de detecção de iluminação com *led* e *software* desenvolvido pela própria empresa (BUHLER, 2017).

Para a soja, existe no mercado um modelo da SELETROM, CCD – 128, também com iluminação de *led*, porém com o diferencial de ser equipado com Charge Coupled Device ou Câmeras CCD, utilizando fundo de contraste semelhante ao exemplificado na Figura 2.2. O rendimento de processamento não está disponível no site da empresa (SELETRON TECHNOLOGY, 2017).

2.3 Recursos computacionais aplicados na agricultura.

É notória a crescente disponibilidade e uso de equipamentos eletroeletrônicos no cotidiano, esse fenômeno tem relação com os avanços tecnológicos e a redução dos custos de aquisição desses produtos. Esse acontecimento democratizou o acesso à informação, favorecendo estudos e pesquisas da aplicação de tecnologias computacionais nas mais diversas áreas.

A agricultura passou por várias fases de desenvolvimento, atingindo uma eficiência sem precedentes, graças, entre outros fatores, ao emprego dos avanços científicos e tecnológicos. Nesse cenário, merece destaque a agricultura tropical, em especial a agricultura brasileira, na região do Cerrado (GOMES et al., 2016).

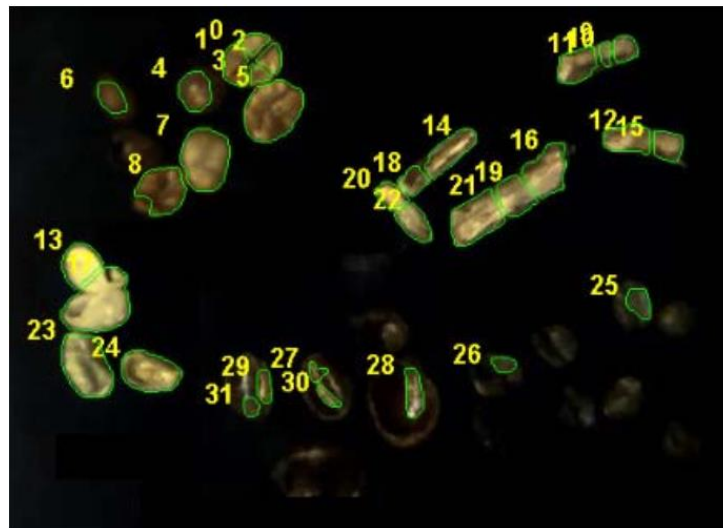
Na agricultura, temos épocas marcantes nas quais se percebem ciclos notáveis de desenvolvimento, a exemplo, temos o melhoramento genético em plantas, que, apesar do questionamento dos mais críticos desse tema, é inegável que tal inovação tecnológica contribuiu para o aumento na produção de alimentos.

A intensificação da mecanização na agricultura foi um outro momento em que se percebe “a conquista de um novo patamar” na agricultura, aumentando o rendimento das lavouras e diminuindo o custo de produção.

Estamos em um novo momento marcante na agricultura, que vai passar na área da instrumentação e automação, em que se busca o desenvolvimento de máquinas inteligentes que necessitem de uma menor intervenção humana, e de dispositivos que sejam capazes de fazer a interface direta “campo-máquina”.

Oyama, Jorge e Gomes (2011), em pesquisa na área de visão computacional, buscaram desenvolver um *software* que substituísse o processo manual de classificação de grãos de café, em que os parâmetros utilizados pelos sistemas é a forma e cor dos grãos. O sistema distinguiu as impurezas dos grãos com acurácia, demonstrando o potencial do método (FIGURA 2.3).

Figura 2.3 – Seleção de impurezas em grãos de café.



Legenda: Identificação das impurezas utilizando reconhecimento de padrões.

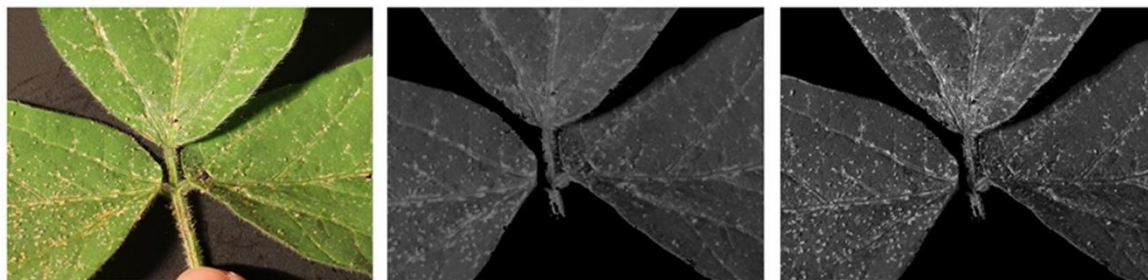
Fonte: Oyama; Jorge e Gomes (2011).

Maharlooei et al. (2017) avaliaram a técnica de processamento de imagem para detectar e contar diferentes tamanhos de pulgões (APHIS Glycines) em folhas da soja, comparando os resultados conseguidos com software MATLAB[™] R2014a, utilizando o Toolbox *Image Processing*, com a contagem gerada manualmente por um perito treinado.

Foram utilizados diferentes tipos de câmeras para a aquisição das imagens, com a resolução variando de 5 a 18 megapixel; as imagens foram capturadas em condições de alta e baixa luminosidade. Os resultados da análise estatística demonstraram que não houve diferença significativa entre os métodos de contagem de pulgões com diferentes resoluções de câmera, em condições de luz elevada, mas houve diferenças na baixa iluminação.

Diferenças nas contagens foram observadas entre a contagem manual e digital para algumas das imagens processadas, devido à presença de manchas amarelas e matéria orgânica morta nas folhas e aglomeração de pulgões. A Figura 2.4 demonstra a etapa de processamento da imagem para a identificação dos pulgões na folha da soja por meio digital.

Figura 2.4 – Processamento de imagens de folhas de soja.



Legenda: Processamento de imagens feito com o objetivo de identificar pulgões nas folhas de soja.
Fonte: Maharlooei et al. (2017).

Khatchatourian e Padilha (2008) utilizaram o processamento de imagens digitais auxiliados pelas Redes Neurais Artificiais (RNA), com a finalidade de identificar diferentes cultivares de soja por meio da forma e do tamanho das sementes. Como resultado, distinguiram vários tipos de cultivares entre si; o RNA também identificou variedades de sementes como sendo de outra variedade.

Na Tabela 2.1, cada coluna corresponde a uma das variedades de soja considerada. Cada elemento (não diagonal) dessa coluna apresenta a porcentagem de uma parte dessa variedade reconhecida como outra variedade representada pela linha correspondente. Os valores máximos para cada coluna foram localizados na diagonal principal da matriz (marcados com a cor cinza).

Tabela 2.1 – Resultado do reconhecimento de padrões pela RNA.

	BRS133	BRS184	CD 205	CD 206	EMB 48	NK 8350	RS 10	MSOY 8000R R
BRS133	42,9	11,4	17,1	0	5,7	14,3	0	5,7
BRS184	8,6	62,9	11,4	2,9	0	0	8,6	5,7
CD 205	20	8,6	42,9	0	17,1	5,7	0	2,9
CD 206	0	0	0	68,6	0	0	22,9	5,7
EMB 48	8,6	0	8,6	0	48,6	20	0	0
NK 8350	17,1	0	14,3	0	25,7	60	0	0
RS 10	0	11,4	0	25,7	0	0	57,1	2,9
MSOY 8000RR	2,9	5,7	5,7	2,9	2,9	0	11,4	77,1
Total	100	100	100	100	100	100	100	100

Legenda: Valores percentuais

Fonte: Khatchatourian e Padilha (2008).

Esses resultados demonstram o potencial das pesquisas com aplicação de recursos computacionais na agricultura, podendo resolver problemas que estão além da capacidade física humana ou aperfeiçoando processos que são feitos manualmente.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Centro de Desenvolvimento de Instrumentação Aplicada à Agropecuária (Cedia) da Universidade Federal de Lavras – UFLA. A produção de sementes foi realizada durante a safra agrícola 2014/2015 na Fazenda Experimental Lageado, pertencente à Faculdade de Ciências Agrônômicas - Unesp, localizada no município de Botucatu, São Paulo, Brasil (22°50'32" S; 48°25'29" O; 750 m de altitude).

Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é caracterizado como temperado quente úmido (mesotérmico), do tipo Cfa, com precipitação pluviométrica média anual de 1.501,4 mm e a temperatura média anual de 20,3 °C. A cultivar de soja MG/BR-46 Conquista foi cedida pela Embrapa Soja (Londrina-PR).

Foram capturas imagens de sementes de soja maduras e esverdeadas na resolução de 340x480 pixels, iluminadas com *laser* vermelho, *laser* verde, *led* vermelho e lâmpadas fluorescentes. Posteriormente, formaram-se dois grupos de imagens para cada tipo de iluminação, sendo 200 imagens de sementes maduras e 200 imagens de sementes esverdeadas.

Na etapa do pré-processamento das imagens, foi selecionada uma área de interesse para análise, sendo obtidos os valores das médias dos níveis de cinza dos canais *Red*, *Green* e *Blue* (RGB) e em imagens convertidas para escala de cinza (8-bits). Os dados foram submetidos a teste de variância, Análise de Componentes Principais (PCA, do inglês *Principal Components Analysis*), Análise de Múltiplos Fatores (MFA, do inglês *Multiple Factor Analysis*), e cálculo de um valor de nível de cinza para ser utilizado na classificação das imagens como sendo de sementes maduras ou esverdeadas.

O experimento foi dividido em duas etapas: a principal em que foram avaliadas as iluminações com *laser* vermelho, *laser* verde e lâmpadas fluorescentes, a etapa de validação, em que se misturaram as sementes utilizadas na etapa principal, e foram capturadas novas imagens, com o objetivo de classificá-las utilizando o valor do nível de cinza calculado e fazer as análises de PCA e MFA.

Na etapa de validação, não foram capturadas novas imagens de sementes iluminadas com *laser* verde, devido à menor diferença nos valores dos níveis de cinza entre as imagens das sementes maduras e esverdeadas, se comparada com a iluminação a *laser* vermelho, sendo o *laser* verde substituído pelo *led* vermelho. Entretanto, para fins didáticos, resolveu-se utilizar as imagens das sementes iluminadas com *laser* verde capturadas na etapa principal, para realizar as análises de PCA, MFA e o cálculo do valor de nível de cinza para a classificação das imagens.

3.1 Material analisado

Foram utilizadas no experimento as sementes de soja da cultivar MG/BR 46-Conquista, e a classificação das sementes em maduras e esverdeadas (FIGURA 3.1) foi feita de acordo com o teor de clorofila determinada pelo método *High Performance Liquid Chromatography* (TEIXEIRA et al., 2016).

Para a captura das imagens, as sementes foram selecionadas de forma aleatória, e separadas em sequência igual à das imagens, de forma que fosse possível correspondê-las entre si quando necessário.

Figura 3.1 – Amostras de sementes de soja utilizadas no experimento.



Legenda: 1. Semente madura, 2. Sementes esverdeada.

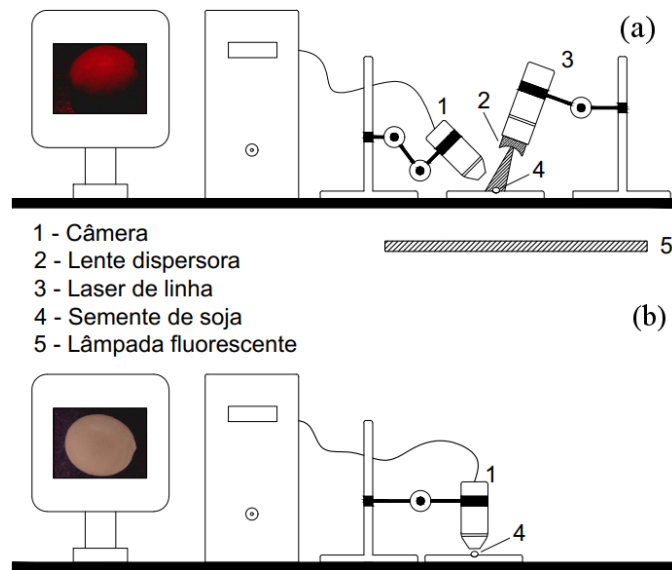
Fonte: Do autor, (2018).

3.2 Aquisição das imagens

A plataforma de aquisição das imagens (FIGURA 3.2) foi montada considerando a distância e o ângulo da câmera com as sementes, visando obter uma maior área útil para a análise das imagens.

A intensidade da iluminação do *laser* e *led* foi controlada de forma que não houvesse a saturação pelo excesso de luz. A luminosidade das lâmpadas fluorescentes foi mensurada utilizando um luxímetro digital, sendo padronizada em 245 lumens.

Figura 3.2 – Esquema da plataforma de captura das imagens.



Legenda: (a) Laser como fonte de iluminação e (b) lâmpadas fluorescentes como fonte de iluminação.
 Fonte: Do autor, (2018).

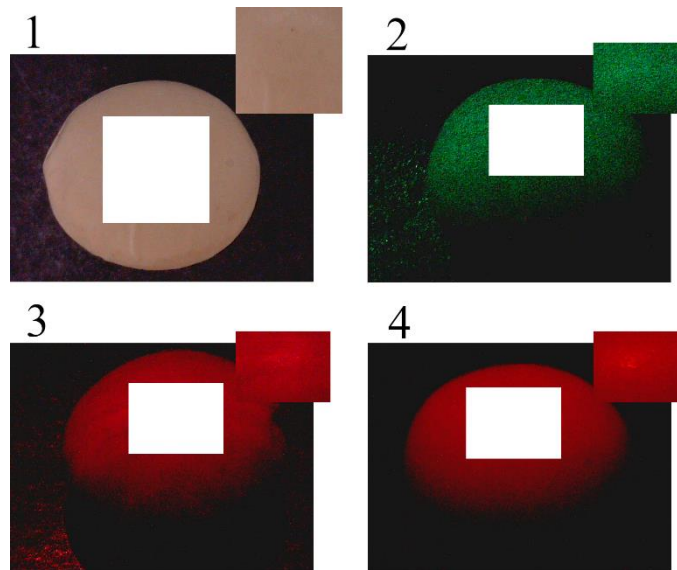
As imagens foram capturadas utilizando uma câmera Dino-Lite AM211 conectada a um computador por uma porta USB. A semente foi disposta sob um fundo preto fosco para o aumento do contraste.

Na etapa de validação, a intensidade do *laser* e do *led* vermelho foi controlado, iluminando um fundo de papelão pintado de cor amarela, sendo o nível de cinza monitorado e ajustado em um valor aproximado de 160, observando o histograma da imagem. A verificação no nível de cinza foi realizada a cada 50 imagens capturas. Os ajustes nas fontes de iluminação foram feitos diminuindo ou aumentando as distâncias da fonte de iluminação e o fundo de papelão de cor amarela.

3.3 Pré-processamento das imagens

No processo de aquisição das imagens, a câmera também capturava a superfície onde a semente estava acomodada, situação essa que interferiria na média dos níveis de cinza; então, optou-se por seleccionar uma área de interesse de cada imagem (FIGURA 3.3).

Figura 3.3 – Amostras de imagens para análise.

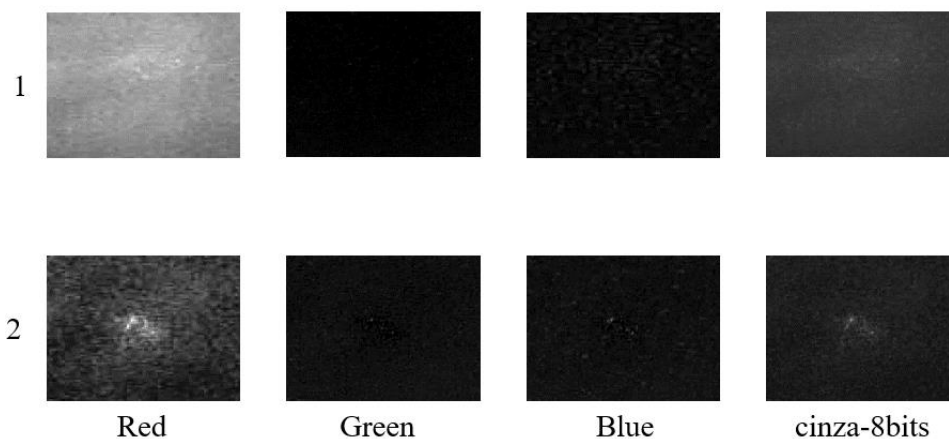


Legenda: (1) Lâmpadas fluorescentes, (2) *laser* verde, (3) *laser* vermelho, (4) *led* vermelho.
Fonte: Do autor, (2018).

As amostras de imagens das sementes iluminadas com lâmpadas fluorescentes foram extraídas na resolução de 225x225 pixels e as imagens das sementes iluminadas a *laser* e *led* foram extraídas na resolução de 200x150 pixels.

Posteriormente, em um grupo de amostras de imagens, foram separados os canais RGB, e um outro grupo idêntico foi convertido para a escala de cinza 8-bits. Esse procedimento foi feito para as imagens capturadas em cada tipo de iluminação. Na Figura 3.4, temos exemplos do pré-processamento de uma imagem da semente de soja iluminada com *laser* vermelho.

Figura 3.4 – Imagens de sementes de soja iluminada com *laser* vermelho.



Legenda: 1 – Semente madura, 2- semente esverdeada, separados os canais RGB e imagem em escala de cinza.

Fonte: Do autor, (2018).

3.4 Aquisição e análise dos dados

Após a etapa de pré-processamento, foram adquiridos os valores das médias dos níveis de cinza, de acordo com a EQUAÇÃO 3.1.

$$\mu_i = \frac{\sum_{k=1}^n (nck_i)}{n} \quad (3.1)$$

Em que:

μ_i : Valor médio dos níveis de cinza de uma imagem (i)

nc : Valor do nível de cinza do pixel

n : Número total de pixel da imagem

As médias dos níveis de cinza foram obtidas com o processamento em lotes de imagens utilizando o *software* ImageJ. Após tabelados, submeteram-se os dados ao teste de variância a 5% de probabilidade pelo *software* estatístico SISVAR 5.6; os resultados das análises de PCA e MFA foram obtidos por meio dos scripts no software R (R CORE TEAM 2018) para uso público por meio do pacote MVar.pt versão 2.0.3 (OSSANI; CIRILLO, 2018).

Para a determinação do valor do nível de cinza para a classificação das imagens, foi elaborado um algoritmo, de modo que fosse calculada a mediana de um vetor coluna, formado pelos valores das médias dos níveis de cinza das imagens.

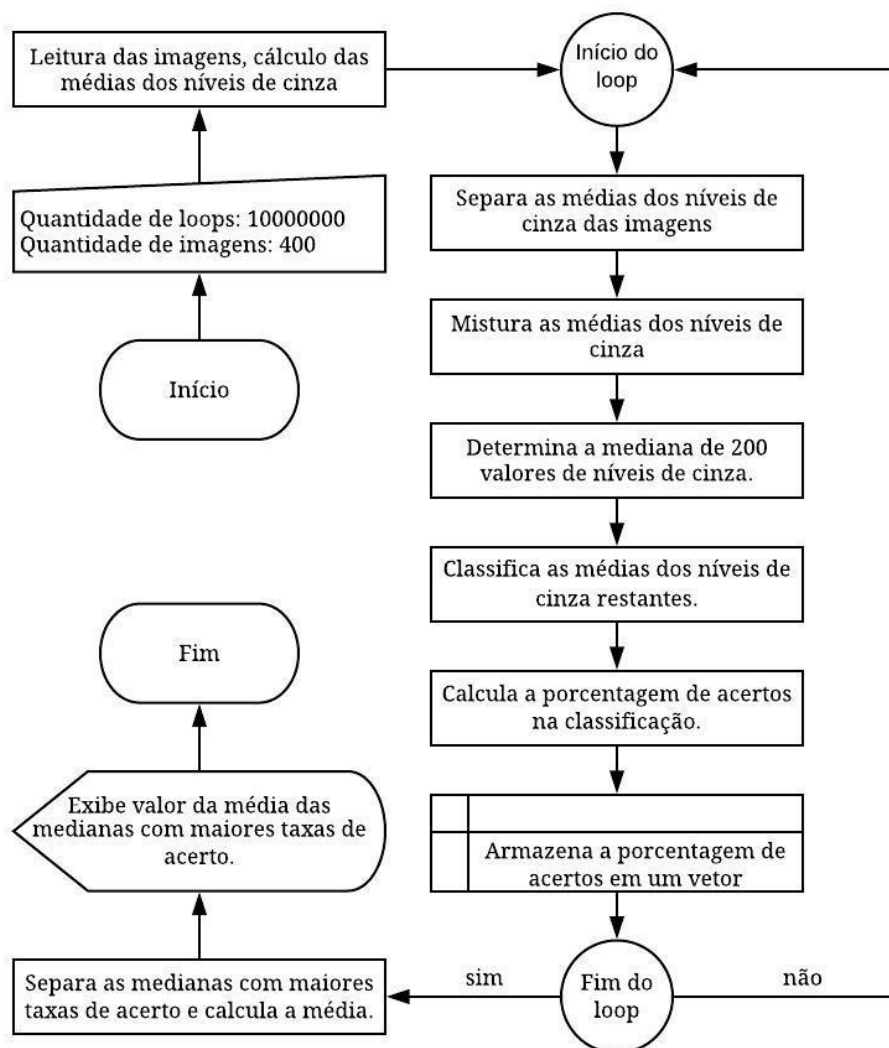
Esse vetor foi preenchido com 100 valores das médias dos níveis de cinza de imagens de sementes maduras e 100 valores das médias dos níveis de cinza de imagens de sementes esverdeadas, totalizando 200 valores dos 400 disponíveis, sendo 200 de imagens de sementes maduras e 200 de imagens de sementes esverdeadas.

A cada *loop* realizado pelo algoritmo, o vetor coluna era preenchido aleatoriamente com os 200 valores de níveis de cinza, determinando-se a mediana desse vetor, e com esse valor, classificavam-se as 200 medias de níveis de cinza restantes que não foram utilizadas para a determinação da mediana no *loop*. Por fim, também era calculado, a taxa de acertos da classificação em porcentagem. O número de *loops* realizado no processo foi de 1 milhão.

Ao fim da execução dos *loops*, o algoritmo selecionou as medianas com as maiores taxas de acertos e calculou a média, determinando, assim, o valor de nível de cinza a ser utilizado na classificação das imagens. Na Figura 3.5, temos o fluxograma do algoritmo.

O procedimento do cálculo das medianas foi feito em cada canal RGB e as imagens convertidas em cinza 8-bits em todos os tipos de iluminação (*laser verde e vermelho, led vermelho e lâmpadas fluorescentes*).

Figura 3.5 – Fluxograma do algoritmo utilizado para o cálculo das medianas.



Fonte: Do autor, (2018).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análise de variância

Na Tabela 4.1, temos os resultados obtidos na análise variância dos dados principais. O Coeficiente de Variação (CV) segundo Ferreira, (1991 citado por SILVA 2011 p. 169) indica a precisão do experimento, em que se propôs a classificá-los da seguinte forma: $CV < 10\%$ - ótima precisão; $10 < CV < 15\%$ - boa precisão; $15 < CV < 20\%$ precisão regular; $20 < CV < 30\%$ - péssima precisão experimental; $CV > 30\%$ - precisão “muito péssima”. A coluna Média geral mostra a dimensão dos dados, e o F calculado indica a sua significância estatística.

Tabela 4.1 – ANOVA dados principais.

<i>Fonte de variação</i>	<i>CV (%)</i>	<i>Média geral</i>	<i>F calculado</i>
<i>Laser verde</i>			
<i>Red</i>	8,73	9,42	47,8
<i>Green</i>	6,72	87,51	202,12
<i>Blue</i>	9,35	38,49	186,79
<i>Cinza</i>	6,63	45,14	200,23
<i>Laser vermelho</i>			
<i>Red</i>	11,08	111,87	668,67
<i>Green</i>	21,03	8,56	693,68
<i>Blue</i>	6,98	12,81	501,38
<i>Cinza</i>	7,41	44,42	658,61
<i>Lâmpadas fluorescentes</i>			
<i>Red</i>	4,2	143,55	632,23
<i>Green</i>	3,8	111,29	196,4
<i>Blue</i>	5	92,2	118,59
<i>Cinza</i>	4	115,7	352,6

Legenda: 5% de probabilidade, F de Fisher-Snedecor $< 3,84$

Na análise de variância dos dados da etapa principal (TABELA 4.1), todas as diferenças dos níveis de cinza das imagens nos canais RGB e das imagens em escala de cinza apresentaram significância estatística, de acordo com o teste de F. Analisando os dados originais da etapa principal (APÊNDICE A), percebemos que as maiores diferenças entre dos valores dos níveis de cinza das imagens das sementes maduras e esverdeadas estão na iluminação com *laser*

vermelho no canal *Red*, seguido das imagens em escala de cinza, indicando que o *laser* vermelho é uma melhor opção de iluminação para a separação das imagens em comparação ao *laser* verde.

A iluminação com *laser* verde, apesar de apresentar uma ótima precisão experimental e ter alcançado significância estatística, obteve uma menor diferença entre as médias dos níveis de cinza das imagens das sementes maduras e sementes esverdeadas, se comparado com as imagens das sementes iluminadas com o *laser* vermelho; por esse motivo, decidiu-se não incluir na etapa de validação, sendo substituído pela iluminação com *led* vermelho.

A Tabela 4.2 apresenta as médias dos níveis de cinza das sementes de soja maduras e esverdeadas. Relacionando-a com a Tabela 4.1, é possível selecionar os dados mais relevantes, tomando como referência a precisão experimental baseado no CV. Destaca-se a iluminação com *laser* vermelho e lâmpadas fluorescentes no canal *Red*, apresentando uma boa e ótima precisão, respectivamente, sendo a maior diferença entre as médias constatadas na iluminação a *laser* vermelho, seguido da iluminação com lâmpadas fluorescentes (TABELA 4.2).

Tabela 4.2 – Média geral dos níveis de cinza das imagens, dados principais.

<i>Laser verde</i>				
<i>Sementes</i>	<i>Cinza 8-bits</i>	<i>Red</i>	<i>Green</i>	<i>Blue</i>
<i>Maduras</i>	47,25	9,13	91,68	40,94
<i>Esverdeadas</i>	43,02	9,7	83,33	36,02
<i>Laser vermelho</i>				
<i>Maduras</i>	48,64	127,9	6,19	11,81
<i>Esverdeadas</i>	40,19	95,84	10,93	13,81
<i>Lâmpadas fluorescente</i>				
<i>Maduras</i>	120,05	151,1	114,23	94,72
<i>Esverdeadas</i>	111,33	136	108,33	89,65

Na Tabela 4.3, temos os resultados da análise de variância dos dados referentes à etapa de validação, e a Tabela 4.4 apresenta as médias dos níveis de cinza. Em comparação com as tabelas 4.1 e 4.2, percebemos que os resultados seguem os mesmos padrões, sendo os mais representativos, baseado no CV e na significância estatística (F calculado), os dados contidos no canal *Red* nos três tipos de iluminação (*laser* vermelho, *led* vermelho e lâmpadas fluorescentes).

Na análise dos dados da Tabela 4.4, o canal que alcançou maior diferença entre os níveis foi o *Red*, nas iluminações com *laser* vermelho, *led* vermelho e lâmpadas fluorescentes,

respetivamente. Evidenciando, assim, que as imagens formadas no canal *Red* é a que proporciona uma melhor diferenciação entre as imagens das sementes de soja maduras e esverdeadas, e a eficiência na diferenciação pode ser potencializada na iluminação com *laser* vermelho.

Gomes-Junior, Arruda e Marcos-Filho (2016), em avaliação de um sistema de classificação pela cor da *Swingle citrumelo* para identificar em qual estágio de maturação a colheita deveria ser realizada com objetivo de obter sementes com maior potencial fisiológico, constataram que as imagens no canal *Red* apresentou uma maior diferença entre os níveis de cinza das imagens de frutos totalmente verdes, amarelo-esverdeado e amarelos; sendo assim, as imagens no canal *Red* são os mais apropriados para um sistema de classificação dos frutos.

Esses resultados corroboram os alcançados com as sementes de soja, uma vez que, no decorrer dos estágios de maturação da soja, a cor das sementes também varia do verde para o amarelo como nos frutos de *Swingle citrumelo*, conseqüentemente, para ambos os casos as imagens no canal *Red* apresentará a maior diferenciação.

Tabela 4.3 – ANOVA dados validação.

<i>Fonte de variação</i>	<i>CV (%)</i>	<i>Média geral</i>	<i>F calculado</i>
<i>Laser vermelho</i>			
<i>Red</i>	7,77	136,62	785,52
<i>Green</i>	19,78	6,41	673,43
<i>Blue</i>	5,55	13,95	203,70
<i>Cinza</i>	6,03	52,33	847,92
<i>Led vermelho</i>			
<i>Red</i>	6	140,21	424
<i>Green</i>	25,21	4,56	402,61
<i>Blue</i>	10,60	8,12	411,55
<i>Cinza</i>	4,24	50,98	414,93
<i>Lâmpadas fluorescentes</i>			
<i>Red</i>	4,32	174,89	487,3
<i>Green</i>	2,82	124,43	124,67
<i>Blue</i>	5,25	98,66	73,182
<i>Cinza</i>	4,16	132,65	255,91

Legenda: 5% de probabilidade, F de Fisher-Snedecor < 3,84

Em relação à iluminação, Gomes-Junior, Arruda e Marcos-Filho (2016) utilizarão nos frutos lâmpadas fluorescentes, podendo alcançar resultados ainda mais efetivos, utilizando a iluminação com *laser* ou *led* vermelho, como constatado neste trabalho.

Tal raciocínio pode ser estendido para situações em que o objeto a ser classificado possua uma variação de cor e superfície semelhantes aos aqui apresentados.

Tabela 4.4 – Média geral dos níveis de cinza das imagens, dados validação.

<i>Laser Vermelho</i>				
<i>Sementes</i>	<i>Cinza</i>	<i>Red</i>	<i>Green</i>	<i>Blue</i>
<i>Maduras</i>	56,92	151,51	4,77	14,49
<i>Verdes</i>	47,73	121,74	8,06	13,39
<i>Led Vermelho</i>				
<i>Maduras</i>	53,18	148,84	3,41	7,25
<i>Verdes</i>	48,77	131,57	5,72	9,00
<i>Lâmpadas fluorescente</i>				
<i>Maduras</i>	137,07	183,23	127,1	100,88
<i>Verdes</i>	128,23	166,54	121,77	96,45

Na etapa de validação, houve o decréscimo no CV nos dados da iluminação com *laser* vermelho, indicando um aumento na precisão experimental. Essa melhoria foi devido à padronização na intensidade da iluminação em todo o processo de validação, sendo monitorado os níveis de cinza em tempo real por meio de um histograma gerado pelo *software ImageJ*.

É importante salientar que o equipamento utilizado no processo de validação não foi o mesmo da etapa principal, mostrando, assim, a perfeita repetibilidade do experimento, independentemente do equipamento utilizado, desde que ele ofereça as características desejáveis de iluminação.

4.2 Análise de componentes principais

A Tabela 4.5 mostra que as duas primeiras componentes principais correspondem a valores acima de 99% da variação dos dados em todos os tipos de iluminações, consolidando esses componentes como base para a explicação do comportamento dos resultados.

Na Tabela 4.6, os resultados referentes a sementes maduras iluminadas com *laser* vermelho na componente 1 apresentam uma correlação forte entre a variável *Red* e Cinza, isso é devido à alta contribuição dos valores nos níveis de cinza da variável *Red* para a formação dos valores da variável Cinza, já que essa variável é basicamente a média dos níveis de cinza dos canais RGB, podendo ter uma maior ou menor contribuição de um canal específico na formação da imagem, conforme a configuração de cores da câmera no ato da captura das imagens ou devido ao tipo de iluminação utilizado.

A análise dos dados referentes à semente esverdeada segue o mesmo raciocínio, com apenas uma observação; no canal *Blue*, a correlação é inversa a *Red*, fenômeno que difere dos resultados referentes a sementes maduras.

Tabela 4.5 – Proporção explicada pelos componentes (PCA).

Comp.	<i>Sementes maduras</i>			<i>Sementes esverdeadas</i>		
	<i>Variância</i>	<i>Explicação (%)</i>	<i>Acumulado (%)</i>	<i>Variância</i>	<i>Explicação (%)</i>	<i>Acumulado (%)</i>
<i>Laser vermelho</i>						
1	3,4487	86,22	86,22	3,3083	82,71	82,71
2	0,5222	13,06	99,27	0,6880	17,20	99,91
3	0,0291	0,73	100,00	0,0037	0,09	100,00
<i>Laser verde</i>						
1	2,9524	73,81	73,81	3,7192	92,98	92,98
2	1,0233	25,58	99,39	0,2693	6,73	99,71
3	0,0243	0,61	100,00	0,0115	0,29	100,00
<i>Led vermelho</i>						
1	3,8485	96,21	96,21	3,8845	97,11	97,11
2	0,1301	3,25	99,46	0,1123	2,81	99,92
3	0,0214	0,54	100,00	0,0031	0,08	100,00
<i>Lâmpadas fluorescentes</i>						
1	3,7411	93,53	93,53	3,7128	92,82	92,82
2	0,2315	5,79	99,31	0,2688	6,72	99,54
3	0,0274	0,69	100,00	0,0184	0,46	100,00

A iluminação com *led* vermelho segue o padrão das contribuições dos canais para a formação da variável Cinza observado na iluminação com *laser* vermelho, tanto para sementes maduras quanto para sementes esverdeadas, sendo que o canal *Red* tem contribuição predominante na formação da variável Cinza. A semelhança nos dados do *led* vermelho com os do *laser* vermelho é devida as cores de ambos serem os mesmos.

Analisando a Tabela 4.6 para os dados das sementes maduras iluminados com *laser* verde, na primeira componente, temos correlação forte entre as variáveis *Green*, *Blue* e Cinza e uma correlação baixa com a *Red*. Isso se explica pelos valores dos níveis de cinza nos canais *Green* e *Blue* serem maiores do que no canal *Red*; isso é pelo fato de o comprimento de onda das cores verde e azul terem limites próximos no espectro eletromagneto visível. E como a variável Cinza é composta pelos valores de todos canais, e sendo os canais *Green* e *Blue* os com maiores valores, a contribuição deles para a formação da variável Cinza é maior e, consequentemente a correlação entre elas será alta.

Já na segunda componente, a variável *Red* contribui fortemente para a sua formação, e isso é confirmado nos dados originais da etapa de validação (APÊNDICE B), sendo os valores dos níveis de cinza neste canal bem inferiores aos dos canais *Green* e *Blue*, fazendo com que haja, assim, um maior agrupamento dessa variável na segunda componente. Explicando também a baixa correlação com a variável Cinza na primeira componente.

Tabela 4.6 – Correlação dos componentes principais com as variáveis originais.

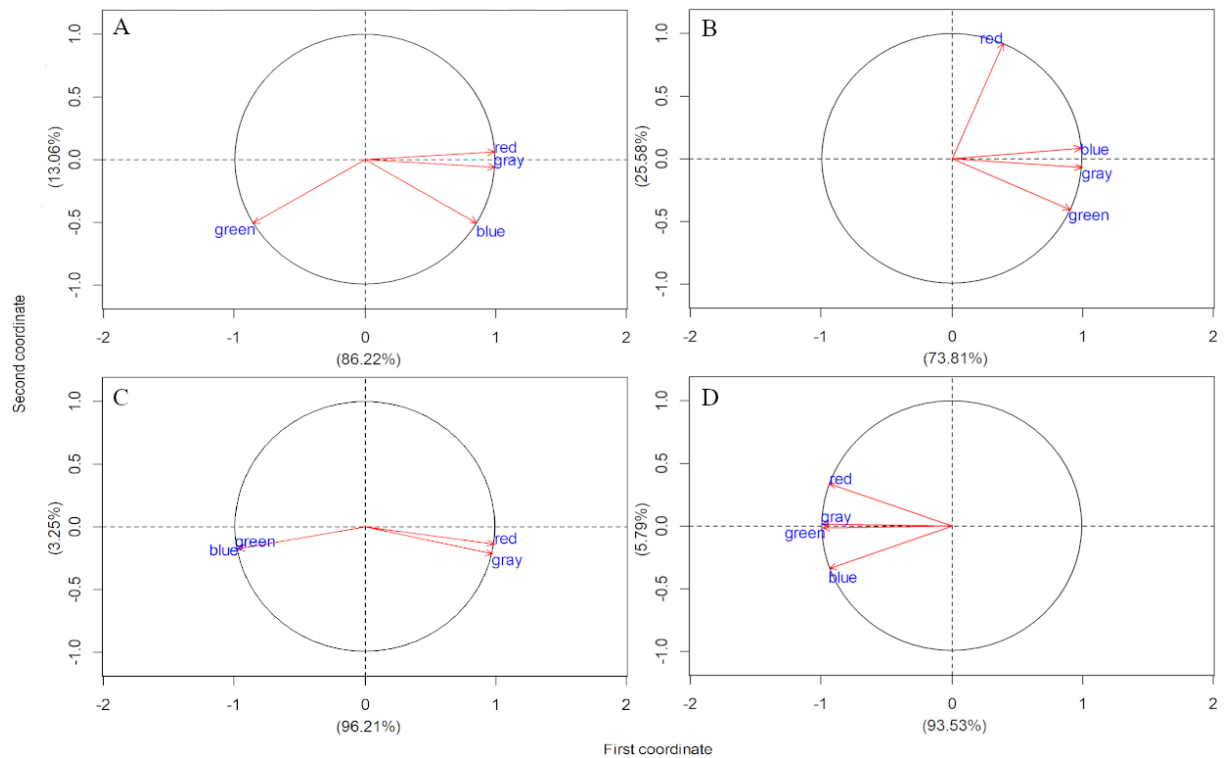
<i>Sementes maduras</i>					<i>Sementes esverdeadas</i>			
<i>Comp.</i>	<i>Red</i>	<i>Green</i>	<i>Blue</i>	<i>Cinza</i>	<i>Red</i>	<i>Green</i>	<i>Blue</i>	<i>Cinza</i>
<i>Laser vermelho</i>								
1	0,995	-0,855	0,858	0,995	0,983	-0,996	-0,640	0,971
2	0,059	-0,510	-0,505	-0,062	-0,184	0,079	-0,769	-0,239
<i>Laser verde</i>								
1	0,392	0,908	0,990	0,997	0,894	-0,996	-0,974	-0,989
2	0,919	-0,409	0,085	-0,073	0,447	0,046	0,215	0,146
<i>Led vermelho</i>								
1	0,991	-0,978	-0,979	0,976	0,993	-0,991	-0,980	0,978
2	-0,137	-0,180	-0,176	-0,219	-0,120	-0,130	-0,196	-0,206
<i>Lâmpadas fluorescentes</i>								
1	-0,939	-0,991	-0,937	-1,000	-0,928	-0,992	-0,932	-0,999
2	0,339	-0,014	-0,341	0,015	0,369	-0,061	-0,355	0,049

Partindo para a análise dos dados referentes as sementes esverdeadas iluminadas com o *laser* verde na componente 1 (TABELA 4.6), o canal *Red* tem uma correlação inversa alta com as variáveis *Green*, *Blue* e Cinza, dado que corrobora com a análise da tabela referente às sementes maduras iluminadas com *laser* verde.

Na Tabela 4.6, nos dados referentes a lâmpadas fluorescente, todas as variáveis têm uma forte correlação na componente 1, e isso é devido a luz proveniente das lâmpadas fluorescentes serem da cor branca; assim, há uma alta contribuição nos valores de todos os canais RGB e, conseqüentemente, todos os canais têm uma alta contribuição para a variável Cinza.

Nas Figuras 4.1 e 4.2, é apresentado graficamente a distribuição dos dados das sementes maduras e esverdeadas nas componentes, em que a primeira e segunda coordenadas se referem à primeira e segunda componente respectivamente.

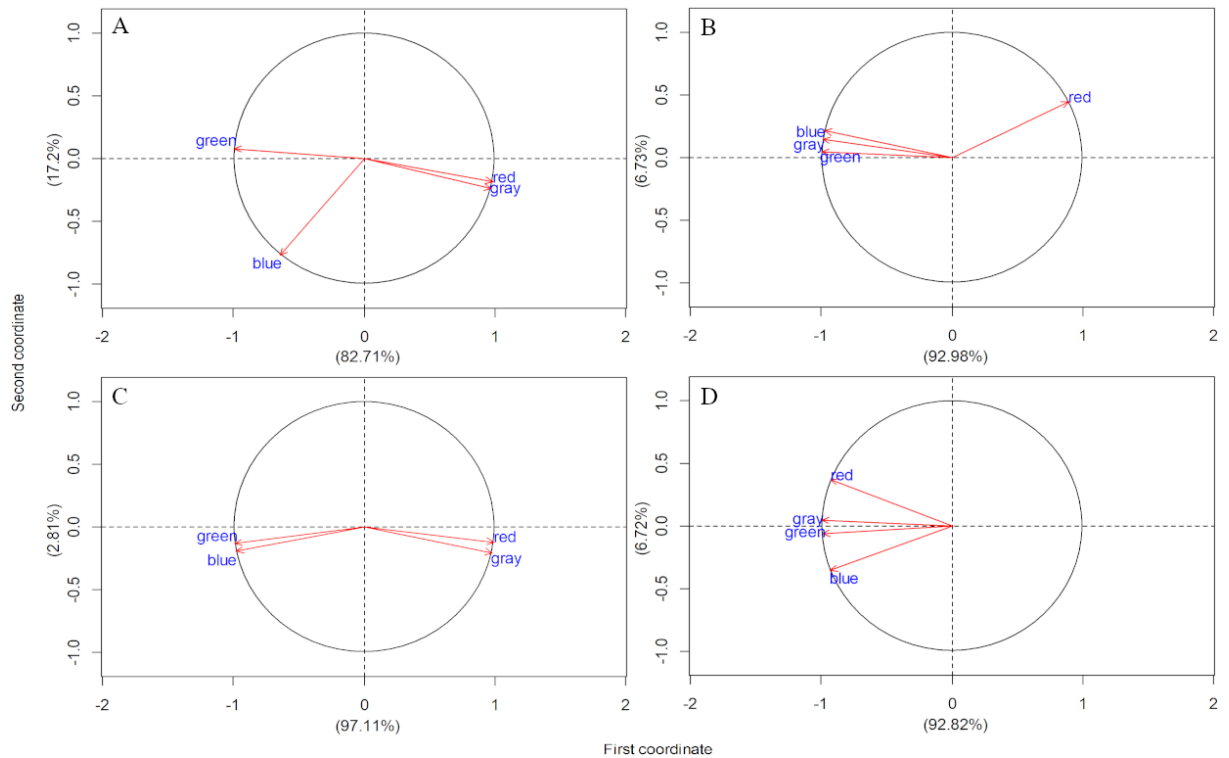
Figura 4.1 – Distribuição dos dados na PCA, sementes maduras



Legenda: A - *laser* vermelho, B - *laser* Verde, C - *led* vermelho, D - lâmpadas fluorescentes.

Fonte: Do autor, (2018).

Figura 4.2 – Distribuição dos dados na PCA, sementes esverdeadas.



Legenda: A - *laser* vermelho, B - *laser* Verde, C - *led* vermelho, D - lâmpadas fluorescentes.
 Fonte: Do autor, (2018).

4.3 Análise de múltiplos fatores

Análise de Múltiplos Fatores (MFA, do inglês Multiple Factor Analysis), se caracteriza por permitir analisar grupos de variáveis com tamanhos diferentes e de natureza distintas, que podem ser quantitativas ou categóricas, definidas no mesmo conjunto de observações (ABDI; WILLIAMS; VALENTIN, 2013).

A análise da MFA faz-se de modo análogo ao PCA, diferenciando-se pelo uso do Coeficientes de Similaridade, diferentemente do PCA, em que é feita a correlação entre as variáveis. A Tabela 4.7 mostra a distribuição dos grupos de variáveis (níveis de cinza das imagens de sementes iluminadas com *laser* vermelho, *laser* verde, *led* vermelho e lâmpadas fluorescentes).

Em análise da Tabela 4.7, constata-se que existem semelhanças entre os grupos de variáveis quando estão agrupados em uma mesma componente. Tendo como referência as componentes 1 e 2, os dados referentes às sementes maduras estão distribuídas em proporção de 53,8% nessas duas componentes, e os das sementes esverdeadas, 70,84%.

Para a explicação do comportamento desses dados, serão utilizadas somente as componentes 1 e 2, pois, nas componentes subsequentes, há um aumento na dispersão dos dados.

Tabela 4.7 – Proporção explicada pelos componentes (MFA).

<i>Sementes maduras</i>			
<i>Componentes</i>	<i>Variância</i>	<i>Explicação (%)</i>	<i>Acumulado (%)</i>
<i>1</i>	1,4053	30,40	30,40
<i>2</i>	1,0818	23,40	53,80
<i>3</i>	0,9590	20,74	74,54
<i>4</i>	0,6020	13,02	87,56
<i>5</i>	0,3251	7,03	94,59
<i>6</i>	0,1413	3,06	97,65
<i>7</i>	0,0520	1,12	98,77
<i>8</i>	0,0289	0,63	99,40
<i>9</i>	0,0090	0,20	99,59
<i>10</i>	0,0075	0,16	99,75
<i>11</i>	0,0070	0,15	99,90
<i>12</i>	0,0044	0,10	100,00
<i>Sementes esverdeadas</i>			
<i>1</i>	2,1092	48,03	48,03
<i>2</i>	1,0017	22,81	70,84
<i>3</i>	0,6755	15,38	86,22
<i>4</i>	0,2657	6,05	92,27
<i>5</i>	0,1629	3,71	95,98
<i>6</i>	0,0767	1,75	97,73
<i>7</i>	0,0653	1,49	99,21
<i>8</i>	0,0251	0,57	99,78
<i>9</i>	0,0048	0,11	99,89
<i>10</i>	0,0029	0,07	99,96
<i>11</i>	0,0010	0,02	99,98
<i>12</i>	0,0007	0,02	100,00

Na Tabela 4.8, são apresentados os coeficientes de similaridade entre os grupos de variáveis. Nos valores referentes às sementes maduras na componente 1, os dados da iluminação com *laser* vermelho e *led* vermelho apresentam uma similaridade moderada; já na componente 2, apresentam uma similaridade fraca. Entretanto, os grupos de variáveis lâmpadas fluorescentes são responsáveis por praticamente toda a formação da componente 2.

Para os dados referentes às sementes esverdeadas na componente 1, a similaridade é alta entre os grupos de variáveis das iluminações com *laser* e *led* vermelho.

Tabela 4.8 - Inércias dos grupos de variáveis.

<i>Sementes maduras</i>				
<i>Componentes</i>	<i>Laser verde</i>	<i>Laser vermelho</i>	<i>Led vermelho</i>	<i>Lâmpadas fluorescentes</i>
<i>1</i>	0,148	0,663	0,575	0,019
<i>2</i>	0,002	0,053	0,145	0,883
<i>Sementes esverdeadas</i>				
<i>1</i>	0,063	0,783	0,831	0,433
<i>2</i>	0,873	0,003	0,004	0,122

Relacionando essas informações com as características das iluminações utilizadas e as sementes, podemos teorizar que a similaridade moderada na componente 1 dos dados das sementes maduras iluminadas com *laser* e *led* vermelho se explica pela própria semelhança entre os tipos de iluminação, no caso a cor vermelha, e não sendo uma similaridade alta como constata nas sementes esverdeadas devido às diferenças nas fontes de luz, nesse caso, o *led* e o *laser*.

Um *led* ou um *laser* são estruturas que podem ser caracterizadas como diodos emissores de luz. O *laser*, entretanto, apresenta sofisticação estrutural com a presença de uma cavidade óptica ressonante. Isto permite grande concentração do feixe de luz (colimação) ao longo de uma direção e a emissão em um comprimento de onda muito específico (DIAS et al., 2009). E a capacidade do *laser* em emitir luz em uma faixa bastante específica de onda é o que faz se diferenciar da luz do *led*.

Nas sementes esverdeadas, tanto a luz do *laser* quanto a do *led* vermelho são mais absorvidas em relação às sementes maduras, refletindo menos luz, fazendo com que as imagens tenham tons mais escurecidos; conseqüentemente, os valores dos níveis de cinza tenderam a ser menores, fazendo com que os dados referentes à luz do *laser* e *led* vermelho sejam mais próximos, apresentando assim o coeficiente de similaridade alta.

Na segunda componente da MFA, os dados referentes às imagens das sementes maduras iluminadas com lâmpadas fluorescentes (TABELA 4.8) são responsáveis pela formação de praticamente toda essa componente, indicando uma similaridade nas variáveis desse grupo. Esse comportamento é devido aos valores dos níveis de cinza do canal RGB serem semelhantes, já que são iluminadas com lâmpadas fluorescentes.

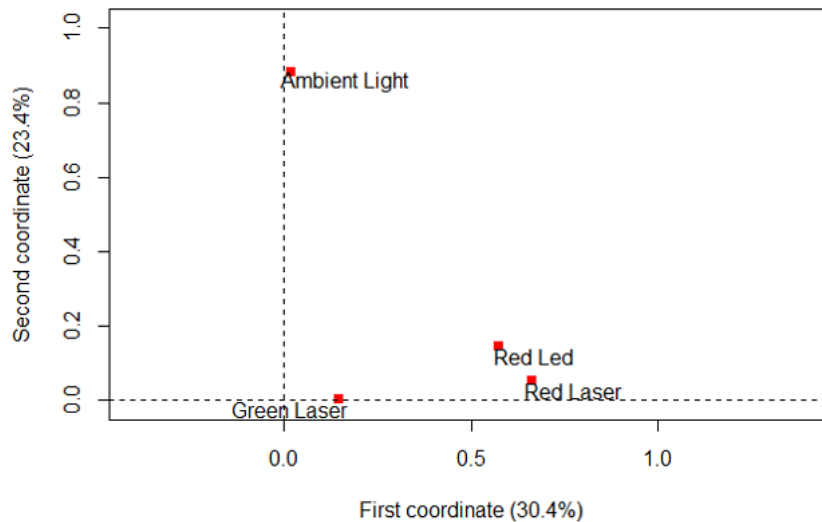
A fonte de luz proveniente das lâmpadas fluorescentes, luz branca, é composta de uma série de comprimentos de onda; assim, para objetos que têm imagens capturadas com esse tipo de iluminação, tenderam a ter os valores dos níveis de cinza nos canais RGB mais uniformes, pois todas as faixas de frequência do espectro visível estão contidos na luz branca, preenchendo os níveis de cinza em cada canal da imagem com valores semelhantes.

Caso esse que não ocorre com as iluminações a *laser* e a *led*, pois ambos emitem luz monocromática, ou seja, emitem luz em uma faixa limitada de frequência; sendo assim, os maiores valores de níveis de cinza serão registrados no canal *Red* para a iluminação a *led* e *laser* vermelho e no canal *Green* para a iluminação com *laser* verde, fazendo com que haja uma maior diferença entre os valores dos níveis de cinza nos canais RGB.

Nas Figuras 4.3 e 4.4, observa-se graficamente a inércia dos grupos de variáveis nas componentes 1 e 2, em cada tipo do de iluminação, em que a primeira e segunda coordenadas se referem à primeira e segunda componentes, consecutivamente.

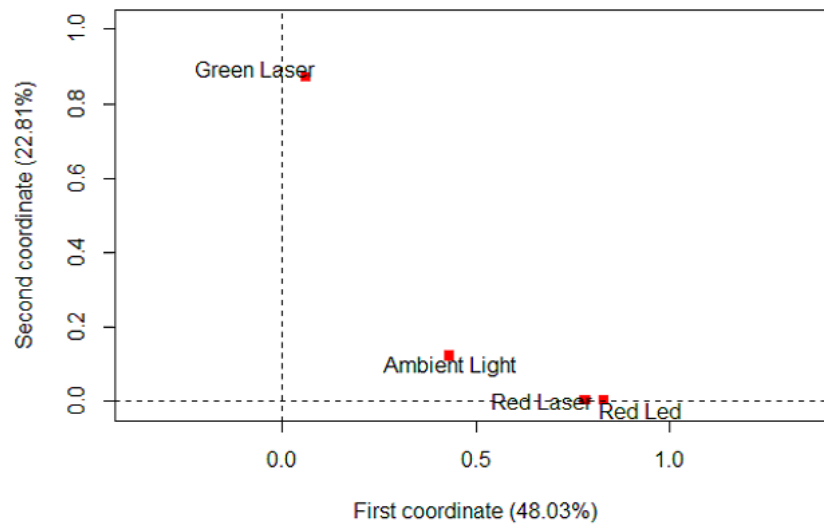
Nos gráficos devem ser analisados o deslocamento dos pontos que representam os grupos de variáveis, em relação as coordenadas, quanto maior a proximidade de dois ou mais pontos, maior é a semelhança dos dados dos grupos de variáveis.

Figura 4.3 – Inércia dos grupos de variáveis, sementes maduras.



Fonte: Do autor, (2018).

Figura 4.4 – Inércia dos grupos de variáveis, sementes esverdeadas.



Fonte: Do autor, (2018).

4.4 Classificação das imagens

A Tabela 4.9 mostra os dados obtidos na etapa de classificação das imagens, sendo um algoritmo elaborado com o objetivo de obter um valor representativo de nível de cinza, que foi utilizado para separar as imagens como sendo de sementes maduras ou de sementes esverdeadas.

A coluna *Acertos* da Tabela 4.9 apresenta a proporção de imagens de sementes maduras devidamente classificadas como sendo imagens de sementes maduras. Nesse parâmetro, as iluminações com *laser* e *led* vermelho e lâmpadas fluorescentes no canal *Red* obtiveram uma taxa de eficiência acima de 90%.

Entretanto, quando consideramos os parâmetros *Falso positivo* e *Falso negativo*, que indicam a proporção de imagens de sementes esverdeadas classificadas como maduras, e imagens de sementes maduras classificadas como esverdeadas, respectivamente, concluímos que a iluminação com *laser* vermelho no canal *Red* foi a que demonstrou a maior eficiência, já que obteve a maior porcentagem de acertos e menor porcentagem falso positivo e falso negativo, se comparada com as demais tipos de iluminação.

Esse resultado se explica com a análise da Tabela 4.3, na qual o F calculado da análise de ANOVA dos dados referentes à iluminação com *laser* vermelho no canal *Red* apresenta o maior valor, indicando uma maior significância estatística, aliado com um CV de 7,77 %, demonstrando uma ótima precisão experimental, e também tendo a maior diferença entre as

médias dos níveis de cinza das imagens das sementes maduras e esverdeadas apresentada na Tabela 4.4.

Um outro indicativo do melhor desempenho da iluminação com *laser* vermelho para a distinção das imagens está nos parâmetros *Quantidade de medianas*, que mostra o número de medianas utilizadas pelo algoritmo para calcular a média do nível de cinza, que foi utilizado para separar as imagens.

Nesse cálculo, foram selecionadas pelo algoritmo as medianas que obtiveram as maiores taxas de acertos na classificação das imagens realizada em cada *loop*. No caso da iluminação com *laser* vermelho no canal *Red*, em um total e 1 milhão de medianas calculadas, 11.828 medianas apresentaram uma taxa de acertos de 100%.

As imagens em escala de cinza com iluminação com *laser* vermelho foi a segunda melhor em eficiências na distinção das imagens, sendo que essa tem grande influência do canal *Red* em seus resultados, como explicado nas Análise de Componentes Principais.

Tabela 4.9 – Dados da classificação das imagens das sementes.

<i>Laser vermelho</i>						
<i>Canal</i>	<i>Acertos (%)</i>	<i>Falso positivo (%)</i>	<i>Falso negativo (%)</i>	<i>Quantidade medianas</i>	<i>Acertos medianas (%)</i>	<i>Media das medianas</i>
<i>Red</i>	97	6,5	3	11828	100	140,12
<i>Green</i>	88	1,5	12	3	23	5,37
<i>Blue</i>	82	33	18	3	94	13,6
<i>Cinza</i>	96,5	7,5	3,5	7509	100	52,98
<i>Laser verde</i>						
<i>Red</i>	53,5	68	46,5	3	68	9,3
<i>Green</i>	85,5	28	14,5	1	97	87,75
<i>Blue</i>	82	37	18	2	94	37,7
<i>Cinza</i>	83,5	33	16,5	5	95	44,81
<i>Led vermelho</i>						
<i>Red</i>	93,5	16,5	6,5	30	100	141,47
<i>Green</i>	78,5	7	21,5	4	34	3,9
<i>Blue</i>	76,5	7,5	23,5	1	36	7,64
<i>Cinza</i>	93	17	7	9	100	51,29
<i>Lâmpadas fluorescente</i>						
<i>Red</i>	94	14,5	6	63	100	177
<i>Green</i>	82,5	37,5	17,5	1	94	123,83
<i>Blue</i>	75	39,5	25	1	91	98,56
<i>Cinza</i>	87	27,5	13	2	97	133

Mesmo tendo a iluminação com *laser* vermelho apresentado os melhores resultados na classificação das imagens, os dados mostram que as iluminações com *led* vermelho e lâmpadas

fluorescentes também foram eficientes, tendo como vantagens o menor custo e a simplicidade de aplicação, se comparado com a iluminação a *laser*.

É importante citar que, no processamento das imagens para a obtenção das medianas, o algoritmo gera valores aleatórios, podendo ter repetições; entretanto, essa possibilidade está distribuída para todos os tipos de iluminações, e sendo o valor utilizado para a classificação das imagens uma média das medianas obtidas, o efeito da repetição dos valores é anulado.

O processo de aleatorização na obtenção do valor de nível de cinza utilizado para a classificação das imagens foi feito para ser o mais representativo possível com a realidade, e tal procedimento foi realizado devido à pouca quantidade de amostras disponíveis no experimento para a um cálculo direto de um valor de nível de cinza para a classificação das imagens, sendo, para uma conclusão efetiva na classificação das imagens, é indicada a repetição do experimento com uma maior quantidade de amostras.

5 CONCLUSÃO

Na análise da formação da imagem, de acordo com a mudança do tipo iluminação nas sementes, há uma variação nos valores dos níveis de cinza nos canais RGB. Na etapa de classificação das imagens, o *laser* vermelho no canal *Red* mostrou-se o mais eficiente, mas, considerando que as iluminações com *led* vermelho e lâmpadas fluorescentes também alcançaram bons resultados, com a vantagem de serem equipamentos mais simples e barato que o uso de um laser.

6 REFERÊNCIAS

- ABDI, H.; WILLIAMS, L. J.; VALENTIN, D. Multiple factor analysis: Principal component analysis for multitable and multiblock data sets. **Wiley Interdisciplinary Reviews: Computational Statistics**, v. 5, n. 2, p. 149–179, 2013.
- ARRUDA, M. H. M. et al. Qualidade fisiológica de lotes de sementes de soja com diferentes percentuais de sementes esverdeadas. **Magistra**, v. 28, n. 2, p. 194–200, 2006.
- BUHLER. **Selecionadora Óptica YJT W**. Disponível em: <<http://www.buhlergroup.com/southamerica/pt/produtos/selecionadora-optica-yjt-w.htm#.WfaWn8iGNdJ>>. Acesso em: 30 out. 2017.
- DIAS, I. F. L. et al. Efeitos da luz em sistemas biológicos. **Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas, Londrina**, v. 30, n. 1, p. 33–40, 2009.
- FEHR, W. R.; CAVINESS, C. E. Stages of Soybean Development. **IOWA STATE UNIVERSITY - Special report**, v. 80, p. 11, 1977.
- FRANÇA-NETO, J. B. et al. Semente esverdeada de soja e sua qualidade fisiológica. **Embrapa Soja - Circular Técnica**, 38, p. 1–8, jun. 2005.
- FRANÇA-NETO, J. DE B. et al. Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade. **EMBRAPA Soja - Documentos**, p. 75, 2016.
- GOMES-JUNIOR, F. G.; ARRUDA, N.; MARCOS-FILHO, J. Swingle citrumele seed vigor and storability associated with fruit maturity classes based on RGB parameters. **Scientia Agricola**, n. 0103-9016, p. 357–363, 2016.
- GOMES, M. P. et al. **Agricultura mundial : evolução, avanços e novos desafios**. Cuiabá - MT: Casa da Árvore, 2016.
- KHATCHATOURIAN, O.; PADILHA, F. R. R. Reconhecimento de variedades de soja por meio do processamento de imagens digitais usando redes neurais artificiais. **Engenharia Agrícola**, v. 28, p. 759–769, 2008.
- LI, M. W. et al. Using genomic information to improve soybean adaptability to climate change. **Journal of Experimental Botany**, v. 68, n. 8, p. 1823–1834, 2017.
- MAHARLOOEI, M. et al. Detection of soybean aphids in a greenhouse using an image processing technique. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 132, p. 63–70, 2017.
- MARCANDALLI, L. H.; LAZARINI, E.; MALASPINA, I. C. Épocas De Aplicação De Desseccantes Na Cultura Da Soja : Qualidade Fisiológicas de Sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 33, p. 241–250, 2011.
- MOHAMED, A. I.; PEARSON, N. Location by Genotype Interaction Effects on Chemical Composition of Immature Large Seeded Vegetable-type Soybeans. **Soybean Genetics Newsletter**, v. 24, n. 0364479078, p. 211–213, 1997.

OSSANI, P. C.; CIRILLO, M. A. Analise multivariada package. **R package version 2.0.0.**, p. 50, 2018.

OYAMA, P. I. D. C.; JORGE, L. A. D. C.; GOMES, C. C. **Sistema de Visão Computacional para Classificação de Grãos de Café por Cor e Forma.** VII Workshop de Visão Computacional. **Anais...2011** Disponível em: <<http://www.lbd.dcc.ufmg.br/colecoes/wvc/2011/0036.pdf>>. Acesso em: 5 nov. 2017

PARDO, F. F. et al. Qualidade fisiológica de sementes de soja esverdeadas em diferentes tamanhos. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 2, n. 3, p. 39–43, 2015.

RANGEL, M. A. S. et al. Presença e qualidade de sementes esverdeadas de soja na região sul do Estado do Mato Grosso do Sul. **Acta Scientiarum - Agronomy**, v. 33, n. 1, p. 127–132, 2011.

RITCHIE, S. W. How a soybean plant develops. **Iowa State University of Scienci and Technology**, v. 53, p. 24, 1985.

SELETRON TECHNOLOGY. **Selecionadoras SELETRON CCD - 128.** Disponível em: <<http://seletron.ws/maquinas-de-selecao/ccd-camera>>. Acesso em: 30 out. 2017.

SILVA, A. R. et al. Avaliação do coeficiente de variação experimental para caracteres de frutos de pimenteiras. **Revista Ceres**, v. 58, p. 168–171, 2011.

SINNECKER, P. **Degradação da clorofila durante a maturação e secagem de sementes de soja.** [s.l.] Universidade de São Paulo, 2002.

SOUSA E SILVA, J. **Secagem E Armazenagem Produtos Agrícolas.** 2. ed. Viçosa - MG: Aprenda Fácil, 2008.

TEIXEIRA, R. N. et al. Gene expression profiling of the green seed problem in Soybean. **BMC plant biology**, v. 16, n. 1, p. 37, 1 fev. 2016.

WIEBOLD, J. W. **Soybean Plants Killed before Maturity Possess Grain.** Disponível em: <<https://ipm.missouri.edu/IPCM/2009/11/Soybean-Plants-Killed-before-Maturity-Possess-Grain-that-Remains-Green/>>. Acesso em: 5 nov. 2017.

ANEXO A – Estágios fenológicos reprodutivo da soja

<i>Estágio</i>		<i>Descrição</i>
<i>Símbolo</i>	<i>Denominação</i>	
<i>V_E</i>	Emergência	Os cotilédones estão acima da superfície do solo
<i>VC</i>	Cot. desenvolvido	Cotilédones totalmente abertos
<i>VI</i>	Primeiro nó	As folhas unifolioladas estão completamente abertas
<i>V2</i>	Segundo nó	Primeira folha trifoliolada aberta
<i>V3</i>	Terceiro nó	Segunda folha trifoliolada aberta
<i>R₁</i>	Início do florescimento	Uma flor aberta em qualquer nó da haste principal
<i>R2</i>	Florescimento pleno	Maioria das inflorescências da haste principal com flores abertas
<i>R3</i>	Início da frutificação	Vagens com 0,5 a 1,5 cm de comprimento no terço superior da haste principal
<i>R4</i>	Frutificação plena	Maioria das vagens no terço superior da haste principal com comprimento de 2 a 4 cm
<i>R_{5.1}</i>	Início da granação	Até 10% da granação máxima na maioria das vagens localizadas no terço superior da haste principal
<i>R_{5.2}</i>		Maioria das vagens no terço superior da haste principal entre 10 e 25% da granação máxima
<i>R_{5.3}</i>	Média granação	Maioria das vagens no terço superior da haste principal com 25 a 50% da granação máxima
<i>R_{5.4}</i>		Maioria das vagens no terço superior da haste principal entre 50 e 75% da granação máxima
<i>R_{5.5}</i>	Final da granação	Maioria das vagens no terço superior da haste principal com 75 a 100% da granação máxima
<i>R6</i>	Semente formada ou granação plena	100% de granação. Maioria das vagens no terço superior contendo sementes verdes em seu volume máximo.
<i>R_{7.1}</i>	Maturidade fisiológica	Até 50% de folhas e vagens amarelas
<i>R_{7.2}</i>	Maturidade fisiológica	Entre 50 e 75% de folhas e vagens amarelas
<i>R_{7.3}</i>	Maturidade fisiológica	Acima de 75% de folhas e vagens amarelas
<i>R_{8.1}</i>	Desfolha natural	Até 50% de desfolha
<i>R_{8.2}</i>	Desfolha natural	Acima de 50% de desfolha. Aproxima-se o ponto de colheita
<i>R9</i>	Maturidade a campo	95% de vagens com a cor da vagem madura

APÊNDICE A – Médias dos níveis de cinza das imagens das sementes, etapa principal.

<i>Laser verde</i>							
<i>Red</i>		<i>Green</i>		<i>Blue</i>		<i>Cinza</i>	
<i>Maduras</i>	<i>Esverd.</i>	<i>Maduras</i>	<i>Esverd.</i>	<i>Maduras</i>	<i>Esverd.</i>	<i>Maduras</i>	<i>Esved.</i>
7,793	11,470	88,691	73,393	36,797	32,864	44,428	39,243
7,346	9,354	95,623	95,672	40,918	43,020	47,962	49,347
7,592	9,590	91,144	88,001	37,822	39,200	45,516	45,593
7,302	10,165	90,412	77,364	37,135	32,750	44,945	40,093
8,414	8,755	82,457	97,737	32,797	44,661	41,219	50,383
6,412	9,043	100,159	93,974	43,757	42,145	50,108	48,386
7,199	9,954	92,205	85,378	38,153	37,856	45,849	44,395
7,394	9,571	92,140	82,001	37,877	34,259	45,801	41,938
7,839	9,901	86,974	80,750	35,445	34,930	43,423	41,857
7,761	8,699	87,008	90,445	35,134	39,335	43,298	46,154
8,077	9,211	89,387	87,699	36,995	37,209	44,817	44,706
7,711	9,309	87,791	83,555	35,396	35,438	43,628	42,763
7,478	9,506	92,239	81,429	37,912	34,492	45,877	41,806
7,722	8,860	89,784	92,529	37,676	41,447	45,058	47,613
7,813	8,479	88,562	93,786	35,943	41,645	44,108	47,968
7,361	9,264	91,521	88,239	37,640	38,053	45,507	45,180
7,463	8,901	88,278	88,990	34,585	38,968	43,440	45,619
8,081	9,307	84,974	85,438	34,654	37,268	42,567	44,006
6,870	9,337	92,953	83,777	38,184	35,073	46,002	42,726
6,995	9,472	93,226	83,320	38,381	34,349	46,200	42,378
7,992	9,264	88,264	85,493	37,117	35,944	44,458	43,564
7,090	8,980	94,660	90,899	40,033	39,082	47,263	46,320
7,209	9,306	89,619	87,654	36,981	37,839	44,602	44,929
8,559	8,892	82,156	93,347	33,374	41,366	41,360	47,868
7,572	9,310	88,279	88,309	36,645	38,493	44,158	45,369
7,642	9,391	90,427	82,175	36,932	33,853	44,997	41,802
7,431	9,823	88,677	83,562	35,788	35,437	43,968	42,940
7,532	9,178	92,281	87,680	39,615	37,980	46,472	44,942
7,327	8,727	90,908	94,578	37,096	41,958	45,106	48,414
8,428	9,504	93,882	81,136	39,953	34,059	47,423	41,561
8,401	10,811	94,320	74,214	41,616	31,540	48,107	38,850
8,970	8,818	89,102	85,519	37,772	36,434	45,280	43,585
8,378	9,564	95,984	90,101	41,454	39,573	48,601	46,414
8,361	9,597	92,969	83,159	38,867	34,833	46,729	42,529
8,382	9,615	93,710	90,218	41,525	39,420	47,870	46,416
8,917	9,304	96,805	85,294	41,516	36,267	49,078	43,620
8,641	9,475	94,211	94,869	40,726	42,763	47,854	49,036
9,377	9,343	86,325	84,843	36,993	36,216	44,232	43,464

8,598	9,299	92,094	89,140	38,879	38,312	46,524	45,577
8,247	8,957	90,033	92,076	38,496	40,626	45,592	47,218
8,796	9,424	92,467	83,564	40,166	35,777	47,139	42,918
8,574	9,576	93,875	83,441	41,247	36,264	47,898	43,093
8,300	8,576	98,739	92,628	45,316	41,471	50,781	47,562
9,178	8,812	90,412	89,004	39,436	38,110	46,339	45,304
8,829	8,936	87,296	88,555	37,495	38,127	44,538	45,206
8,240	8,528	95,873	88,856	41,599	38,079	48,568	45,146
8,946	10,520	95,944	75,461	41,980	30,787	48,952	38,918
8,571	9,973	93,719	78,108	40,186	32,458	47,488	40,180
8,539	9,059	90,798	90,045	38,664	39,276	46,001	46,122
9,401	9,416	84,873	86,480	35,299	37,148	43,191	44,343
8,590	10,733	96,674	75,241	42,484	31,462	49,247	39,144
9,424	10,646	90,722	72,815	39,968	30,966	46,703	38,146
9,570	8,740	99,226	87,955	46,452	37,402	51,747	44,697
8,627	11,875	94,100	63,987	41,637	27,075	48,119	34,316
8,650	9,586	95,323	82,864	41,740	35,682	48,567	42,710
8,486	9,593	100,859	80,275	46,829	34,169	52,057	41,342
9,197	10,123	87,392	78,741	37,707	33,675	44,762	40,848
9,437	9,373	98,477	81,650	45,463	33,320	51,127	41,449
10,161	9,496	90,909	87,395	40,595	38,188	47,218	45,025
9,432	8,888	93,350	89,320	42,549	39,201	48,442	45,802
9,076	10,033	94,732	81,275	42,619	34,949	48,806	42,093
9,423	9,432	95,675	88,235	44,699	37,895	49,929	45,186
8,956	8,786	96,054	87,487	43,578	37,354	49,524	44,543
9,673	9,217	84,235	90,736	36,385	40,147	43,428	46,697
9,451	8,656	89,290	97,655	39,558	43,999	46,099	50,101
8,969	8,509	93,415	85,562	41,700	35,141	48,028	43,074
8,975	9,788	92,727	78,626	42,017	33,120	47,904	40,512
8,965	9,187	90,731	87,534	39,625	38,557	46,440	45,093
9,652	8,752	91,693	87,145	41,904	36,735	47,748	44,210
9,812	9,191	97,930	89,845	46,143	39,226	51,292	46,084
9,561	9,337	93,226	83,758	43,209	35,847	48,660	42,979
9,006	9,329	92,008	87,721	42,274	37,031	47,761	44,695
9,296	9,765	91,597	81,953	40,023	35,227	46,969	42,315
9,589	9,866	94,523	81,645	43,705	34,829	49,269	42,113
9,188	10,091	94,725	77,895	44,051	32,402	49,316	40,127
9,006	9,154	98,645	93,571	47,287	42,347	51,644	48,357
9,010	9,071	91,569	89,251	41,512	39,445	47,358	45,920
9,595	9,729	84,340	83,133	36,666	34,955	43,533	42,604
9,049	9,698	93,345	85,533	42,028	36,228	48,137	43,819
9,679	9,456	90,952	87,201	41,404	38,172	47,342	44,939
9,564	9,232	97,140	84,664	46,181	36,246	50,956	43,382
9,766	9,349	91,318	84,243	42,511	36,653	47,863	43,412

9,389	8,706	88,487	91,365	39,019	39,975	45,633	46,680
9,702	8,894	93,286	89,865	42,806	38,958	48,594	45,902
9,392	8,814	93,341	92,002	43,805	40,484	48,844	47,101
9,729	8,884	95,188	92,407	44,712	40,797	49,873	47,361
9,356	9,883	94,948	82,664	44,991	35,253	49,764	42,601
9,411	9,226	95,345	87,492	44,262	37,651	49,671	44,790
9,545	9,636	94,395	79,979	43,471	33,733	49,136	41,117
10,121	9,228	88,933	89,410	41,872	39,841	46,975	46,163
9,925	9,712	86,235	87,665	37,795	38,723	44,650	45,364
9,446	9,133	89,406	89,886	40,138	39,726	46,331	46,246
10,354	9,988	88,864	80,507	40,593	34,684	46,602	41,726
9,956	9,573	88,881	81,403	40,056	33,878	46,294	41,616
9,671	8,981	91,666	87,674	42,482	38,008	47,932	44,885
10,140	9,081	99,634	87,284	48,430	37,936	52,733	44,764
10,072	9,346	90,537	88,880	42,285	37,744	47,629	45,323
10,520	11,320	88,481	66,810	41,787	28,949	46,929	35,697
9,954	9,196	91,159	87,861	42,521	39,084	47,873	45,379
9,998	9,589	99,385	86,932	47,722	37,298	52,369	44,605
10,276	9,985	88,229	86,850	41,753	39,467	46,749	45,433
8,932	10,542	94,500	84,573	42,206	38,375	48,543	44,495
9,398	9,646	83,731	81,133	35,933	35,599	43,016	42,122
9,866	9,267	85,241	83,518	36,330	35,051	43,815	42,606
8,928	9,315	91,377	85,625	39,951	38,784	46,750	44,573
9,133	9,236	92,446	93,857	41,244	42,926	47,606	48,671
9,532	10,178	96,558	78,280	44,569	32,524	50,218	40,323
9,421	8,967	86,165	93,814	37,044	41,556	44,206	48,109
8,960	9,555	94,396	86,438	41,749	37,241	48,368	44,410
10,036	9,228	91,593	84,984	42,499	35,619	48,039	43,274
9,217	9,681	92,262	81,594	43,192	35,171	48,221	42,146
9,624	9,362	95,859	90,779	45,669	40,912	50,385	47,021
10,369	10,043	86,340	74,729	39,084	30,519	45,264	38,429
10,262	10,346	91,153	83,939	42,179	37,577	47,857	43,955
10,537	9,878	90,032	74,551	42,449	30,312	47,669	38,242
9,739	9,925	94,424	79,019	44,419	32,980	49,525	40,638
10,873	9,274	94,048	88,713	46,456	38,628	50,460	45,535
9,827	9,293	95,022	85,388	45,492	37,403	50,116	44,028
9,520	9,850	89,576	81,510	41,615	35,028	46,903	42,124
10,115	9,108	95,148	85,578	44,471	37,115	49,911	43,935
9,976	9,310	94,262	87,871	43,962	39,009	49,404	45,397
10,395	10,250	85,440	76,298	38,533	31,593	44,787	39,377
9,667	10,045	94,373	82,957	44,262	36,644	49,435	43,209
10,573	9,901	92,309	81,772	45,143	35,834	49,338	42,496
9,738	9,640	93,207	79,519	43,803	33,195	48,910	40,783
10,000	8,884	98,186	87,503	47,368	37,098	51,851	44,497

9,709	8,888	87,895	87,655	39,351	37,663	45,650	44,736
9,499	9,499	89,438	82,045	39,778	34,024	46,234	41,853
9,731	10,101	84,982	84,860	37,176	37,970	43,959	44,309
9,937	10,332	85,370	78,918	38,430	33,763	44,573	41,002
10,275	9,788	86,141	79,952	38,736	33,769	45,049	41,170
9,649	9,700	91,161	87,126	41,986	39,382	47,601	45,397
10,549	9,768	94,889	86,232	45,079	40,118	50,169	45,370
9,931	10,712	89,667	76,506	41,056	33,925	46,884	40,378
9,796	8,434	94,425	92,649	44,547	41,863	49,587	47,644
9,367	9,957	96,137	90,424	45,447	42,493	50,314	47,620
9,971	11,889	97,017	70,823	46,441	30,805	51,139	37,839
9,458	9,631	85,245	83,196	37,343	37,573	44,012	43,462
9,724	9,716	91,953	83,360	42,974	37,380	48,221	43,484
10,141	9,039	94,188	86,177	44,427	38,158	49,584	44,453
9,728	11,252	93,625	74,430	45,718	32,340	49,689	39,337
9,888	8,758	98,359	93,808	47,923	41,992	52,053	48,185
9,923	8,952	99,887	89,713	48,656	38,983	52,819	45,881
9,709	10,143	94,825	76,829	44,164	32,437	49,564	39,799
10,378	9,266	91,148	90,158	43,825	38,974	48,449	46,128
10,096	10,755	91,781	80,217	43,644	34,556	48,508	41,845
9,445	8,678	90,604	92,680	40,996	40,532	47,018	47,294
9,963	10,010	98,095	102,920	48,048	47,616	52,036	53,515
9,490	10,607	92,914	72,924	44,621	30,121	49,007	37,880
9,320	9,517	95,627	79,756	44,549	33,348	49,830	40,870
9,297	9,876	96,957	81,606	44,712	35,133	50,323	42,202
9,526	11,092	96,576	69,709	44,797	28,309	50,296	36,368
9,904	9,713	89,632	85,586	40,149	37,886	46,562	44,396
9,340	10,637	87,937	77,455	39,225	35,249	45,499	41,120
9,657	10,810	90,964	80,889	41,778	36,577	47,467	42,760
9,863	9,790	94,266	83,818	44,426	36,294	49,518	43,303
10,330	10,297	92,865	82,181	43,997	36,469	49,061	42,980
10,043	9,727	84,303	78,893	36,997	34,778	43,776	41,131
9,655	9,085	93,514	88,433	43,397	38,928	48,852	45,478
9,486	9,524	89,149	88,760	39,446	39,900	46,025	46,058
9,307	11,652	92,036	64,729	40,262	27,884	47,199	34,760
9,706	9,284	91,766	85,595	42,440	37,175	47,971	44,016
9,437	11,804	87,066	67,106	38,333	28,793	44,944	35,904
9,081	9,926	92,315	85,542	41,812	38,037	47,733	44,501
9,334	10,494	95,511	75,309	43,910	32,575	49,583	39,459
9,759	8,405	89,674	89,087	39,884	38,649	46,439	45,377
8,995	11,406	95,119	68,601	42,302	30,266	48,801	36,761
9,183	10,246	91,591	77,897	41,067	33,720	47,277	40,617
9,430	9,182	92,207	85,711	41,855	37,363	47,821	44,083
8,440	9,218	94,821	87,601	42,421	39,022	48,561	45,279

9,034	8,872	89,388	86,489	38,383	36,864	45,599	44,075
8,815	8,940	93,351	92,445	41,307	41,475	47,825	47,617
9,535	9,644	82,815	80,765	34,652	33,261	42,334	41,223
8,777	10,070	89,712	76,833	38,581	32,525	45,690	39,808
8,910	10,972	90,784	76,154	39,657	33,009	46,450	40,045
9,199	10,361	89,839	75,253	38,597	31,417	45,876	39,010
9,230	11,780	87,710	66,401	38,003	28,105	44,983	35,430
9,588	11,444	90,667	66,394	40,813	27,062	47,019	34,966
8,801	11,151	92,422	70,228	40,362	29,798	47,196	37,061
9,416	9,772	83,711	79,130	35,458	34,037	42,860	40,980
9,165	9,975	88,618	78,956	39,396	33,565	45,725	40,825
9,395	10,509	91,285	72,108	40,190	29,867	46,955	37,495
9,918	10,174	92,646	75,251	43,212	30,973	48,591	38,800
9,006	11,405	90,097	68,377	39,398	28,893	46,168	36,222
8,765	9,932	93,044	78,428	41,326	32,825	47,715	40,394
9,031	11,317	88,496	72,032	38,055	30,175	45,188	37,838
9,124	8,655	88,164	94,391	38,932	41,431	45,405	48,159
8,692	11,437	93,996	68,549	41,293	28,569	47,991	36,184
8,687	9,513	89,407	84,280	38,713	36,569	45,604	43,452
8,886	11,630	89,010	69,445	38,248	29,572	45,383	36,880
8,770	12,021	96,147	64,023	43,894	26,968	49,606	34,340
9,331	10,466	85,701	72,920	37,049	29,654	44,026	37,677
8,762	8,785	91,379	81,705	39,292	34,732	46,474	41,739
9,580	9,541	83,244	79,651	35,561	33,032	42,793	40,740
8,742	11,840	93,176	63,980	41,177	26,073	47,697	33,968
8,736	9,599	90,076	82,251	38,494	34,997	45,767	42,282
9,163	10,262	91,557	77,454	40,280	32,461	46,994	40,054
9,283	10,090	86,349	80,257	37,109	34,114	44,246	41,487
8,823	9,807	92,690	77,477	40,573	32,297	47,361	39,856
9,447	11,051	92,984	67,124	42,565	27,611	48,333	35,265

Laser vermelho

152,505	56,268	2,984	17,039	11,771	17,851	55,759	30,371
150,436	94,918	2,937	11,057	11,684	13,701	55,026	39,889
152,695	83,634	2,941	12,997	11,705	15,267	55,787	37,293
145,474	69,146	3,855	14,901	11,783	16,276	53,708	33,425
150,002	110,534	3,311	8,745	11,786	12,520	55,042	43,932
148,576	74,162	3,317	14,140	11,357	15,865	54,422	34,720
154,749	92,974	2,740	11,271	11,650	13,760	56,392	39,323
156,269	90,254	2,708	11,716	12,468	14,069	57,149	38,676
142,935	87,524	4,140	12,313	11,439	14,611	52,844	38,138
152,810	87,677	2,860	12,196	11,520	14,525	55,736	38,130
150,720	82,845	3,261	12,902	12,204	15,063	55,402	36,923
149,017	76,690	3,285	13,852	11,082	15,659	54,467	35,395
153,081	94,107	3,105	11,512	12,375	14,310	56,193	39,968

150,885	90,713	3,099	11,627	11,447	14,106	55,144	38,811
143,920	107,692	4,054	9,105	11,579	12,778	53,200	43,197
152,371	105,348	2,969	9,581	12,107	13,147	55,814	42,700
147,108	82,799	3,801	12,811	12,009	14,919	54,310	36,836
146,539	82,969	3,567	12,978	11,310	14,929	53,807	36,954
144,053	89,472	3,959	11,890	11,397	14,199	53,146	38,519
149,147	97,829	3,197	10,684	11,206	13,687	54,523	40,737
149,828	94,259	3,294	11,132	11,741	13,855	54,956	39,743
145,252	101,614	3,674	10,076	11,453	13,246	53,459	41,647
141,001	103,624	4,197	9,718	11,321	13,008	52,174	42,121
138,673	93,323	4,656	11,247	11,493	13,973	51,615	39,512
142,414	91,515	4,040	11,636	11,646	14,285	52,696	39,140
142,316	87,057	4,192	12,216	11,581	14,482	52,700	37,908
140,572	78,991	4,352	13,408	11,470	15,327	52,127	35,901
139,760	106,537	4,701	9,389	11,793	13,009	52,093	42,985
143,006	103,094	4,280	9,793	11,892	13,044	53,061	41,981
142,109	79,395	4,019	13,500	11,059	15,400	52,396	36,091
131,753	58,295	5,497	16,644	11,275	17,526	49,519	30,808
134,429	100,131	5,164	10,243	11,234	13,358	50,271	41,243
143,603	103,138	4,167	9,897	11,596	13,278	53,125	42,109
127,457	84,757	6,194	12,570	11,585	14,738	48,415	37,355
136,124	98,730	4,967	10,554	11,493	13,428	50,862	40,904
137,128	94,651	4,906	11,025	11,478	13,741	51,177	39,805
140,937	97,449	4,319	10,616	11,247	13,409	52,171	40,488
138,999	92,369	4,550	11,465	11,587	13,959	51,713	39,253
136,899	105,345	4,869	9,479	11,232	13,076	51,001	42,630
137,621	98,218	4,771	10,545	11,443	13,427	51,280	40,719
138,428	91,332	4,732	11,671	11,474	14,422	51,548	39,138
138,849	89,686	4,705	11,730	11,492	14,196	51,685	38,531
139,997	101,780	4,418	9,963	11,701	12,977	52,041	41,579
131,910	107,522	5,606	9,187	11,559	12,891	49,701	43,207
134,907	103,281	5,175	9,749	11,421	12,902	50,504	41,980
133,820	82,252	5,346	12,947	11,560	15,062	50,247	36,739
131,292	88,251	5,633	12,159	11,390	14,510	49,447	38,307
123,428	79,458	6,832	13,399	12,045	15,529	47,442	36,119
132,480	107,245	5,433	9,243	11,652	12,772	49,860	43,086
136,380	108,967	4,894	8,961	11,405	12,679	50,892	43,540
138,217	104,286	4,649	9,748	11,173	13,189	51,346	42,414
132,790	58,096	5,544	16,715	11,526	17,582	49,959	30,789
131,788	84,630	5,636	12,711	11,867	14,969	49,764	37,434
131,726	66,728	5,564	15,418	11,308	16,646	49,538	32,922
129,261	92,754	5,989	11,414	11,716	14,156	48,993	39,438
136,436	83,959	4,973	12,729	11,369	15,005	50,932	37,228
128,487	95,986	6,032	10,841	11,472	13,572	48,672	40,125

122,309	105,064	7,155	9,483	12,342	13,135	47,272	42,565
126,695	96,819	6,445	10,687	11,860	13,728	48,338	40,407
129,411	89,723	5,889	11,882	11,704	14,487	49,002	38,695
127,324	83,470	6,133	12,714	11,546	14,907	48,335	37,026
128,419	107,448	6,162	9,125	11,701	12,808	48,760	43,134
122,896	101,949	6,817	10,030	11,512	13,097	47,081	41,688
124,014	91,159	6,832	11,671	12,012	14,246	47,620	39,016
126,383	96,013	6,374	10,978	11,791	13,803	48,190	40,261
123,638	95,939	6,788	11,150	12,182	14,251	47,538	40,448
124,073	75,406	6,753	13,985	11,767	15,644	47,539	34,998
120,090	89,531	7,286	11,850	11,851	14,433	46,416	38,596
123,382	93,950	6,918	11,275	11,925	14,061	47,424	39,764
129,536	97,676	5,930	10,717	11,642	13,716	49,039	40,699
125,500	92,136	6,536	11,425	11,720	13,972	47,928	39,177
120,195	100,290	7,247	10,184	11,668	13,289	46,382	41,253
128,210	94,475	6,146	11,129	11,502	13,670	48,630	39,754
126,035	100,418	6,473	10,207	11,465	13,335	48,002	41,322
127,655	85,898	6,155	12,434	11,681	14,683	48,500	37,666
123,770	108,012	6,865	9,086	11,676	12,765	47,443	43,289
128,024	79,465	6,071	13,437	11,543	15,384	48,555	36,086
122,009	87,597	7,004	12,137	11,953	14,525	46,994	38,081
123,531	84,834	6,814	12,617	11,728	15,008	47,366	37,477
123,759	87,428	6,804	12,200	11,906	14,456	47,492	38,020
124,850	97,184	6,576	10,911	11,912	13,952	47,783	40,682
123,963	90,540	6,672	11,756	11,623	14,489	47,427	38,918
125,811	93,446	6,485	11,220	11,958	13,939	48,090	39,530
126,885	106,059	6,349	9,364	11,812	12,726	48,353	42,716
126,432	90,585	6,357	11,635	11,889	14,250	48,227	38,823
126,172	85,934	6,425	12,331	11,950	14,939	48,184	37,728
121,837	93,481	6,954	11,298	11,877	14,111	46,897	39,624
124,977	85,279	6,589	12,591	11,689	14,935	47,751	37,603
126,912	80,434	6,299	13,194	11,707	15,231	48,315	36,276
125,726	85,438	6,342	12,484	11,744	14,593	47,947	37,500
126,171	99,159	6,381	10,423	11,633	13,523	48,070	41,033
119,221	110,222	7,357	8,829	11,944	12,632	46,182	43,894
123,978	79,480	6,655	13,363	11,835	15,275	47,498	36,032
117,430	98,158	7,895	10,619	12,367	13,664	45,900	40,806
122,313	93,339	6,894	11,409	11,850	14,207	47,025	39,649
127,091	90,082	6,194	11,873	11,395	14,453	48,229	38,792
124,299	95,829	6,699	10,949	11,883	13,808	47,632	40,194
123,135	58,646	6,871	16,489	12,124	17,268	47,371	30,793
120,698	108,838	7,136	8,936	11,808	12,796	46,552	43,526
122,610	79,624	6,894	13,388	11,832	15,447	47,117	36,143
124,490	121,459	6,699	7,118	11,941	11,829	47,715	46,808

115,031	102,452	7,987	10,052	12,315	13,361	45,118	41,949
111,824	95,563	8,556	10,976	12,499	13,600	44,297	40,038
113,971	104,298	8,260	9,615	12,731	12,783	44,993	42,237
123,091	111,099	6,790	8,556	11,675	12,262	47,194	43,972
120,005	108,676	7,506	9,014	12,446	12,576	46,667	43,425
123,757	78,947	6,707	13,434	11,603	15,191	47,359	35,847
113,834	123,900	8,200	6,835	12,275	11,822	44,782	47,532
123,788	109,406	6,799	8,979	12,014	12,758	47,539	43,717
117,100	83,063	7,727	12,965	12,249	15,058	45,699	37,012
121,932	101,119	7,029	10,090	11,785	13,236	46,925	41,487
126,498	97,680	6,330	10,683	11,776	13,494	48,219	40,616
119,847	64,631	7,299	15,714	11,918	16,741	46,364	32,352
110,748	97,949	8,757	10,606	12,497	13,442	44,008	40,669
121,170	86,472	7,045	12,237	11,920	14,344	46,721	37,675
124,563	90,099	6,629	11,730	11,681	13,989	47,627	38,603
121,771	110,167	7,066	8,706	11,948	12,511	46,937	43,794
126,628	86,245	6,359	12,291	11,712	14,353	48,237	37,627
116,914	92,622	7,679	11,347	11,865	13,910	45,495	39,286
126,179	98,161	6,279	10,604	11,620	13,433	48,028	40,727
119,794	94,548	7,353	11,021	12,028	13,897	46,394	39,824
117,473	79,446	7,666	13,397	12,031	15,157	45,729	35,998
122,233	97,720	7,040	10,654	11,796	13,621	47,024	40,665
121,484	105,247	7,164	9,544	11,776	12,744	46,813	42,513
124,031	101,738	6,640	10,054	11,614	13,024	47,438	41,607
127,218	98,531	6,182	10,419	11,772	13,329	48,390	40,754
111,536	92,826	8,502	11,343	12,335	13,907	44,129	39,354
127,117	93,132	6,383	11,354	11,748	14,032	48,427	39,505
121,483	91,950	7,089	11,458	12,077	13,895	46,891	39,099
119,103	93,066	7,479	11,259	12,006	13,708	46,204	39,345
114,187	92,507	8,090	11,406	12,049	13,940	44,780	39,281
124,541	101,490	6,541	10,206	11,681	13,208	47,590	41,635
123,791	100,203	6,986	10,424	12,176	13,693	47,646	41,439
122,445	85,339	6,951	12,547	11,789	14,586	47,070	37,475
131,193	98,976	5,785	10,431	12,040	13,393	49,677	40,931
122,229	92,188	7,016	11,436	11,735	13,832	47,006	39,143
123,260	98,199	6,898	10,593	11,892	13,513	47,358	40,775
120,690	83,294	7,166	12,813	11,773	14,780	46,550	36,951
123,278	110,111	6,804	8,680	11,594	12,265	47,227	43,694
121,927	98,725	7,038	10,504	11,946	13,623	46,973	40,954
116,786	73,261	7,677	14,398	11,953	15,916	45,480	34,521
122,758	106,398	6,910	9,259	11,885	12,836	47,196	42,836
122,194	100,594	7,197	10,130	12,335	13,193	47,253	41,306
126,695	82,553	6,427	12,870	11,775	14,821	48,310	36,740
120,069	99,365	7,210	10,520	11,751	13,690	46,352	41,198

121,594	90,261	7,262	11,966	12,106	14,674	46,991	38,963
116,480	107,819	7,710	9,209	11,941	12,883	45,380	43,309
120,159	100,913	7,316	10,300	12,040	13,428	46,521	41,548
119,673	82,341	7,318	12,883	11,909	14,926	46,312	36,714
120,471	94,877	7,292	10,984	11,844	13,492	46,546	39,784
125,837	111,077	6,407	8,634	11,793	12,523	48,021	44,078
122,709	78,186	7,004	13,604	11,670	15,364	47,150	35,713
123,140	97,978	6,751	10,521	11,610	13,536	47,177	40,680
123,277	91,591	6,717	11,463	11,869	13,915	47,292	38,980
123,668	92,713	6,631	11,324	11,706	13,734	47,334	39,259
123,611	103,881	6,784	9,567	11,901	12,895	47,436	42,115
125,223	93,605	6,606	11,177	11,962	13,835	47,937	39,531
124,357	125,011	6,534	6,531	11,780	10,730	47,564	47,432
129,060	150,581	5,910	3,332	11,620	11,300	48,870	55,075
120,947	150,461	7,108	3,295	11,850	11,209	46,637	54,991
123,324	99,664	6,815	10,318	11,696	12,817	47,281	40,929
125,194	137,070	6,511	4,880	11,897	10,784	47,866	50,926
113,024	107,122	8,288	9,066	12,253	12,101	44,521	42,764
124,895	123,197	6,515	6,888	11,946	11,570	47,791	47,224
126,847	105,816	6,194	9,256	11,674	12,390	48,243	42,493
121,381	120,202	7,009	7,175	11,984	11,453	46,796	46,285
119,652	100,992	7,309	10,241	11,740	13,147	46,239	41,458
122,204	93,078	7,007	11,412	12,058	13,915	47,089	39,469
122,153	120,178	6,972	7,401	11,818	11,991	46,988	46,534
124,630	119,462	6,565	7,417	11,800	11,934	47,666	46,279
121,876	116,075	6,927	7,930	11,713	12,222	46,837	45,414
126,999	129,879	6,216	5,968	11,636	11,644	48,298	49,166
125,326	102,626	6,552	9,840	11,879	12,773	47,922	41,742
124,031	114,204	6,620	8,122	11,570	12,186	47,410	44,836
125,803	90,517	6,423	11,770	11,561	14,154	47,940	38,809
123,875	106,240	6,744	9,313	11,975	12,696	47,535	42,753
121,921	75,522	6,947	13,955	11,880	15,479	46,921	34,973
127,310	78,367	6,292	13,518	11,624	15,186	48,416	35,679
125,073	92,642	6,543	11,333	11,903	13,798	47,845	39,252
122,565	90,165	6,867	11,707	11,789	14,033	47,082	38,628
114,128	92,374	8,103	11,558	12,292	13,880	44,851	39,266
123,211	113,011	6,720	8,247	11,789	12,155	47,247	44,479
117,826	81,524	7,551	13,090	12,185	14,992	45,858	36,531
123,382	77,261	6,831	13,665	12,018	15,425	47,413	35,441
124,064	103,414	6,703	10,015	11,817	13,311	47,530	42,245
120,054	99,347	7,284	10,420	11,956	13,456	46,433	41,074
117,932	117,715	7,645	7,664	12,348	11,870	45,977	45,751
125,036	90,741	6,627	11,629	11,865	14,020	47,843	38,790
120,515	107,554	7,179	9,072	11,834	12,677	46,515	43,107

117,422	97,795	7,664	10,484	11,997	13,415	45,703	40,564
121,616	92,473	7,165	11,415	12,207	14,008	47,007	39,292
115,595	103,695	7,920	9,709	12,444	12,976	45,320	42,134
123,069	118,016	6,898	7,493	12,136	11,858	47,371	45,798
120,717	120,752	7,217	7,085	12,253	11,811	46,732	46,558
121,070	89,391	7,110	11,755	12,063	14,203	46,757	38,441
118,135	122,136	7,651	7,077	12,456	12,035	46,083	47,081
119,762	83,753	7,253	12,852	12,183	14,870	46,405	37,156
118,066	107,988	7,568	9,097	12,369	12,614	46,004	43,239
123,304	106,300	6,846	9,352	12,096	12,854	47,417	42,829
125,442	70,505	6,588	14,764	12,128	15,873	48,063	33,701

Lâmpadas fluorescentes

155,104	113,510	116,940	91,168	98,257	79,131	123,453	94,588
155,736	141,679	119,323	106,989	101,732	88,550	125,628	112,427
154,250	142,548	116,813	109,926	96,767	91,819	122,621	114,781
151,058	132,592	113,998	104,354	92,991	85,664	119,366	107,562
152,412	155,103	115,220	123,304	96,321	108,273	121,360	128,915
153,155	140,065	118,061	107,804	99,699	89,304	123,666	112,422
154,029	143,026	116,087	111,823	96,363	92,863	122,182	115,930
155,225	145,616	117,089	114,006	97,789	95,157	123,374	118,304
151,040	129,917	115,096	102,465	97,210	86,833	121,154	106,402
150,219	133,907	111,676	110,416	94,225	95,021	118,725	113,092
152,632	132,724	115,369	109,794	96,056	93,215	121,385	111,892
150,222	134,924	112,043	105,877	91,866	84,415	118,061	108,431
155,377	133,298	118,913	104,711	101,866	85,760	125,406	107,957
151,179	142,610	113,377	111,915	92,982	90,629	119,200	115,063
148,187	145,110	110,012	112,356	89,558	91,845	115,935	116,473
151,648	145,322	115,875	111,465	97,037	90,578	121,565	115,833
150,378	130,269	112,873	106,022	94,107	90,554	119,146	108,925
148,089	128,778	108,466	104,771	88,048	87,420	114,867	106,982
151,234	133,300	113,356	104,094	92,119	84,873	118,921	107,464
149,125	143,003	110,641	108,978	90,198	86,731	116,677	112,925
149,835	146,020	111,505	110,845	92,661	88,575	118,015	115,170
152,185	143,552	115,843	110,056	96,037	89,482	121,387	114,407
152,350	140,519	115,557	109,124	96,327	88,590	121,437	112,789
151,557	143,456	111,887	113,094	91,199	92,362	118,227	116,338
150,216	136,801	112,898	106,867	93,111	88,872	118,764	110,880
152,742	136,395	115,051	106,157	92,751	85,261	120,192	109,296
148,586	126,494	109,976	105,098	89,741	89,561	116,116	107,014
146,778	139,930	110,931	110,136	93,406	91,417	117,079	113,843
151,863	144,958	114,559	114,489	95,375	94,207	120,636	117,901
148,978	132,169	111,447	101,709	91,598	79,971	117,363	104,662
149,485	129,825	111,224	104,658	90,643	86,127	117,127	106,872
147,794	141,300	110,659	115,104	88,033	97,756	115,502	118,053

153,067	143,156	116,808	113,625	98,616	95,404	122,865	117,409
148,103	127,037	110,864	105,336	90,121	88,686	116,388	106,993
152,945	142,044	115,423	113,296	96,804	95,100	121,746	116,858
151,546	137,459	115,935	111,005	98,128	94,703	121,912	114,367
152,097	142,482	115,665	112,961	96,573	96,400	121,492	117,324
150,581	136,837	113,393	107,414	93,537	86,252	119,193	110,205
149,466	144,243	112,417	114,550	95,180	95,976	119,040	118,278
152,517	147,244	117,505	115,541	100,984	98,193	123,698	120,357
147,436	146,994	111,114	110,981	92,047	87,567	116,899	115,187
148,947	151,033	112,401	114,575	94,157	94,776	118,534	120,155
153,944	149,109	119,154	115,163	101,851	94,640	125,018	119,680
152,837	144,190	116,953	109,360	98,314	88,712	122,739	114,119
150,181	141,806	113,015	112,861	93,783	93,488	119,023	116,087
152,591	132,650	112,626	108,218	92,490	91,014	119,222	110,619
152,713	137,253	117,197	104,107	100,980	84,242	123,641	108,566
151,626	136,993	115,427	104,859	93,773	83,821	120,309	108,585
148,681	141,606	110,473	110,243	91,280	91,353	116,837	114,452
154,911	144,498	114,303	108,593	91,844	89,027	120,343	114,065
152,091	133,956	115,485	105,540	96,952	85,866	121,545	108,449
152,033	123,327	114,405	98,306	94,039	80,063	120,170	100,566
150,093	132,449	114,462	106,520	98,266	88,454	120,967	109,144
149,412	115,483	111,783	93,535	91,744	75,053	117,672	94,686
151,044	143,223	115,159	111,279	96,190	92,468	120,843	115,687
152,873	138,689	117,137	105,721	98,141	85,463	122,759	109,983
145,141	133,058	107,406	106,873	89,134	88,316	113,919	109,431
147,800	152,920	113,679	115,859	97,506	94,161	119,685	120,998
149,698	140,705	112,285	110,048	93,106	89,829	118,384	113,576
150,496	144,549	114,937	112,707	95,442	90,905	120,327	116,093
147,819	139,079	110,816	113,622	93,719	98,943	117,481	117,191
150,933	149,369	114,583	115,222	96,859	95,972	120,829	120,229
147,110	151,516	111,709	115,826	90,801	93,261	116,574	120,208
146,921	144,704	110,131	113,689	93,004	94,219	116,704	117,567
153,020	137,658	117,194	112,420	98,481	96,779	122,938	115,602
149,430	141,630	112,268	112,972	92,442	93,205	118,085	115,955
151,203	133,844	114,775	106,870	95,415	87,484	120,495	109,423
150,439	137,410	112,683	109,970	93,324	91,956	118,841	113,129
144,105	139,475	106,140	112,299	85,278	95,855	111,855	115,885
155,022	141,696	118,243	111,889	98,829	93,134	124,056	115,614
152,709	139,660	115,204	112,027	93,445	94,374	120,457	115,356
150,751	140,827	113,538	111,959	93,131	91,732	119,156	114,868
151,807	138,243	114,962	107,044	93,513	85,051	120,108	110,166
150,582	147,361	113,917	113,044	95,075	91,751	119,883	117,420
149,337	140,883	113,587	104,872	94,439	82,316	119,161	109,379
157,407	153,086	120,456	119,851	101,812	97,786	126,594	123,627

149,323	126,839	113,962	104,872	95,908	90,627	119,762	107,406
148,736	137,865	109,430	112,425	86,821	95,289	114,979	115,175
151,354	141,319	116,363	112,734	96,569	94,407	121,470	116,154
147,200	131,761	112,221	110,364	91,748	96,026	117,109	112,687
152,447	138,303	115,442	109,667	96,296	90,290	121,435	112,767
151,098	137,089	111,359	112,782	91,089	95,203	117,856	114,998
149,411	136,445	113,521	110,428	94,757	93,191	119,282	113,358
150,690	150,846	113,151	117,603	93,856	97,330	119,282	121,968
149,402	132,913	112,392	106,356	93,135	89,184	118,341	109,501
147,883	139,150	113,430	116,046	94,359	101,454	118,595	118,842
151,677	140,978	114,038	110,819	93,684	91,344	119,821	114,413
151,998	139,133	112,145	111,972	90,682	93,122	118,281	114,733
150,255	135,926	111,002	105,805	89,977	85,443	117,097	109,087
152,253	132,500	113,435	107,107	94,355	90,491	120,033	109,998
152,456	146,547	112,319	113,444	91,142	95,469	118,622	118,528
148,321	150,669	111,243	118,386	90,901	101,100	116,847	123,419
151,004	131,139	115,246	104,905	95,774	86,165	120,709	107,415
148,389	143,211	108,926	112,578	88,024	92,700	115,159	116,199
148,733	135,912	111,698	110,115	92,212	92,053	117,585	112,682
149,656	136,757	113,972	106,479	95,669	87,547	119,809	110,285
146,129	147,175	109,857	114,267	92,286	93,038	116,123	118,191
142,954	122,071	105,630	99,011	86,450	83,743	111,714	101,586
150,949	142,477	115,264	111,067	95,736	93,724	120,686	115,768
152,444	138,037	116,094	108,832	97,031	87,386	121,902	111,436
149,461	142,002	113,633	113,450	94,767	96,164	119,329	117,209
148,618	132,191	112,447	104,145	93,964	82,331	118,372	106,248
148,845	128,896	112,327	105,053	93,577	87,714	118,279	107,209
149,964	131,509	113,736	110,833	95,008	95,758	119,624	112,659
155,520	137,076	118,506	107,198	98,324	86,321	124,152	110,215
148,653	138,658	114,915	111,406	93,359	92,507	119,015	114,198
152,063	134,399	117,287	105,806	100,453	83,620	123,292	107,970
152,366	138,596	113,935	113,150	90,920	94,820	119,082	115,528
155,290	141,360	119,133	112,506	101,321	91,357	125,287	115,123
150,228	121,861	112,863	97,846	93,530	77,537	118,901	99,085
152,347	135,508	116,226	107,074	97,436	87,369	122,036	109,999
152,860	128,204	116,094	102,906	95,011	84,609	121,340	105,242
151,846	117,136	114,568	99,267	95,834	82,941	120,786	99,785
151,423	139,714	116,366	109,798	96,276	89,122	121,397	112,929
151,944	126,538	114,894	102,689	95,059	84,690	120,668	104,626
156,624	135,461	120,107	108,051	101,838	87,367	126,208	110,314
150,648	144,692	114,332	110,438	94,755	88,844	119,953	114,685
154,922	135,210	118,225	106,311	98,461	85,304	123,902	108,964
151,878	139,411	115,844	107,751	95,465	84,734	121,104	110,681
157,574	135,422	120,832	108,569	101,411	89,286	126,644	111,126

154,558	133,607	117,840	109,607	99,953	91,167	124,137	111,455
150,604	128,457	111,779	100,393	90,021	79,294	117,470	102,714
153,140	129,796	116,634	103,525	97,679	84,173	122,517	105,827
151,779	138,531	116,959	108,018	100,468	87,068	123,109	111,253
151,685	134,437	114,076	106,646	94,631	88,857	120,174	110,009
154,943	138,104	117,474	112,618	98,186	95,400	123,582	115,356
155,230	130,240	117,775	105,512	96,270	88,818	123,114	108,183
151,282	133,154	115,332	107,376	97,284	88,021	121,333	109,505
150,397	131,895	111,787	105,570	90,872	86,297	117,687	107,921
150,500	133,272	110,847	104,428	89,206	83,872	116,851	107,238
148,051	140,016	110,599	110,101	89,400	87,653	116,049	112,616
152,968	137,592	116,324	112,536	96,070	95,991	121,835	115,353
148,445	128,595	113,810	105,567	96,004	89,422	119,456	107,846
152,195	125,969	115,181	101,490	94,953	80,240	120,819	102,566
152,657	138,115	115,522	111,856	94,102	92,846	120,793	114,281
150,864	128,166	114,696	107,180	94,325	91,104	120,003	108,795
154,758	138,319	117,761	104,398	98,645	83,203	123,779	108,672
149,045	128,116	111,677	107,946	91,265	90,094	117,369	108,710
150,310	138,523	115,949	108,742	99,515	88,992	121,955	112,127
155,142	134,942	119,145	111,096	99,838	95,103	124,750	113,686
149,787	127,040	112,486	100,220	92,404	79,731	118,275	102,354
150,994	143,035	114,438	113,484	95,562	92,997	120,374	116,574
154,060	144,515	118,788	115,265	101,473	95,474	124,799	118,446
152,787	135,350	113,949	108,521	93,695	87,572	120,152	110,516
149,481	142,004	113,439	111,752	94,905	93,319	119,322	115,724
150,276	133,898	113,773	105,648	94,139	86,876	119,450	108,825
150,636	140,365	113,079	114,957	91,811	98,863	118,524	118,032
153,253	147,220	116,242	113,327	96,468	91,534	122,040	117,405
153,222	134,060	116,845	104,488	97,870	85,391	122,685	108,018
154,406	135,177	117,887	108,410	98,149	89,550	123,501	111,056
151,721	141,646	115,834	109,852	95,122	90,140	120,956	113,917
153,532	138,355	116,693	105,716	97,845	84,456	122,717	109,531
153,125	144,662	116,035	113,263	95,705	95,202	121,669	117,724
154,452	139,586	117,015	110,491	98,030	91,581	123,179	113,900
150,309	129,156	114,810	103,848	95,771	83,439	120,352	105,465
148,637	139,700	112,611	113,406	92,841	95,945	118,057	116,339
153,723	133,214	116,238	107,797	96,896	89,658	122,303	110,226
152,584	127,186	117,419	100,050	100,739	78,687	123,612	102,001
151,714	139,315	114,797	106,034	94,784	82,782	120,475	109,392
154,382	145,454	117,302	116,169	97,674	99,088	123,150	120,267
148,716	107,926	111,653	89,170	91,734	75,360	117,417	90,821
149,391	135,333	113,364	111,745	91,644	95,043	118,150	114,015
150,736	121,930	115,426	98,300	98,166	77,873	121,478	99,373
152,908	126,669	116,144	106,788	96,656	92,642	121,939	108,683

150,987	116,579	115,348	97,280	96,978	79,520	121,126	97,769
152,025	133,602	114,965	110,243	93,834	91,220	120,294	111,686
149,149	125,296	112,236	101,409	91,192	84,847	117,579	103,814
149,627	119,752	112,119	99,563	91,499	84,031	117,777	101,085
152,228	137,003	114,296	113,972	94,700	97,915	120,431	116,278
150,321	133,411	112,537	109,950	91,796	96,321	118,235	113,194
147,705	132,724	112,140	111,880	91,449	97,375	117,128	113,974
152,130	137,284	116,059	112,564	97,306	94,140	121,859	114,663
151,451	127,794	113,410	101,984	92,766	83,220	119,227	104,347
152,327	133,164	115,115	105,689	95,783	87,185	121,130	108,699
149,784	120,882	113,245	101,965	95,033	87,144	119,405	103,306
152,491	131,604	114,487	110,183	94,381	95,754	120,476	112,485
150,281	123,643	113,435	100,661	91,091	80,690	118,285	101,641
151,117	119,293	116,978	98,770	101,098	80,972	123,078	99,658
149,525	122,844	113,332	97,941	94,155	77,197	119,030	99,338
151,998	126,127	114,188	105,886	92,952	89,141	119,734	107,040
148,370	121,011	113,010	98,233	91,781	78,295	117,757	99,168
147,675	131,047	112,453	108,010	92,681	92,696	117,636	110,552
146,662	121,691	112,560	99,747	95,309	82,273	118,208	101,220
153,509	121,062	115,627	97,955	94,885	80,514	121,362	99,834
155,229	128,630	119,004	106,530	98,383	89,358	124,244	108,154
148,264	134,301	111,129	108,603	90,553	88,181	116,671	110,352
147,642	138,582	109,738	113,253	90,199	98,135	115,881	116,621
154,165	138,897	116,723	107,507	95,644	87,103	122,203	111,213
145,815	135,014	109,395	112,781	91,171	98,601	115,492	115,426
146,697	123,801	109,317	98,941	87,138	80,257	114,402	101,006
148,627	129,351	113,356	102,090	94,802	82,382	118,961	104,606
151,851	132,798	114,012	107,019	90,183	89,055	118,669	109,614
151,056	138,528	114,375	113,338	95,035	97,095	120,182	116,304
150,850	146,608	113,411	113,461	93,029	91,006	119,126	117,078
151,086	129,427	115,852	103,620	96,670	84,852	121,251	105,948
150,268	146,638	113,635	118,548	95,081	100,344	119,707	121,862
153,750	133,470	117,365	108,061	97,999	88,929	123,057	110,158
150,194	141,172	111,573	112,924	89,917	95,965	117,237	116,687
154,779	134,676	119,110	109,157	99,009	89,929	124,351	111,251
152,818	118,796	116,164	99,869	97,295	84,156	122,123	100,911

APÊNDICE B – Médias dos níveis de cinza das imagens das sementes, etapa validação.

<i>Laser vermelho</i>							
<i>Red</i>		<i>Green</i>		<i>Blue</i>		<i>Cinza</i>	
<i>Maduras</i>	<i>Esverd.</i>	<i>Maduras</i>	<i>Esverd.</i>	<i>Maduras</i>	<i>Esverd.</i>	<i>Maduras</i>	<i>Esved.</i>
150,455	129,829	4,526	7,123	13,839	13,068	56,275	50,003
147,049	127,682	5,269	7,009	14,389	12,49	55,565	49,068
152,758	132,037	5,019	6,969	15,201	13,589	57,656	50,865
161,09	139,22	4,035	6,037	16,212	13,71	60,445	52,983
159,155	131,221	4,348	6,801	15,656	13,131	59,715	50,382
161,111	126,154	3,988	7,319	15,358	12,787	60,147	48,748
155,868	120,309	4,361	8,486	14,66	13,855	58,294	47,547
153,37	145,52	4,396	5,775	14,349	14,258	57,371	55,18
145,652	120,183	5,768	8,139	14,649	13,391	55,355	47,234
159,227	136,32	4,404	6,377	16,5	12,942	60,039	51,876
152,053	115,131	4,637	8,947	14,23	13,612	56,972	45,894
156,535	130,105	4,435	7,021	15,226	12,877	58,73	50,002
167,199	129,004	4,331	6,978	17,562	12,918	63,028	49,63
144,244	133,074	5,403	7,192	13,49	14,015	54,379	51,424
152,904	128,805	4,84	7,164	15,548	12,842	57,767	49,601
152,831	126,701	4,778	7,342	14,601	12,929	57,404	48,99
156,206	111,129	4,711	9,507	15,568	13,693	58,829	44,77
158,153	121,304	4,47	7,555	15,954	12,529	59,524	47,126
161,079	134,888	4,703	6,537	16,338	13,317	60,704	51,578
159,397	137,19	4,191	6,651	16,019	13,953	59,872	52,593
158,172	128,646	4,602	7,233	16,346	12,968	59,701	49,62
154,086	138,573	5,151	5,904	15,447	13,104	58,223	52,527
157,841	113,46	4,081	9,09	15,241	13,234	59,053	45,255
149,376	128,675	5,189	7,304	14,652	13,551	56,404	49,842
143,497	117,899	5,424	8,464	13,401	13,264	54,108	46,542
155,017	99,254	4,649	10,928	14,585	14,027	58,081	41,399
156,514	127,774	4,386	7,245	14,807	12,979	58,566	49,329
165,218	131,051	4,016	6,725	16,854	12,876	62,03	50,216
152,712	125,859	4,516	7,526	14,269	13,685	57,161	49,021
143,275	110,803	5,327	9,302	13,586	13,426	54,061	44,51
155,914	142,13	4,411	5,616	14,295	13,547	58,21	53,762
157,598	108,526	4,557	9,554	15,646	13,416	59,261	43,833
154,461	127,629	4,411	7,437	14,798	13,75	57,886	49,604
154,945	111,421	4,59	9,149	14,929	13,001	58,153	44,519
162,14	112,359	4,13	9,534	16,561	14,088	60,942	45,327
157,428	126,589	4,292	7,384	15,269	13,22	58,996	49,066
154,907	102,322	4,537	10,552	15,129	14,017	58,188	42,293
162,669	140,453	4,086	6,13	16,331	13,606	61,027	53,393
152,811	120,641	4,921	8,039	15,069	12,96	57,6	47,207

149,636	140,101	4,935	5,864	14,719	13,647	56,427	53,207
155,443	119,806	4,212	8,131	14,493	12,97	58,048	46,964
154,629	95,479	4,603	11,226	15,313	13,956	58,178	40,213
145,287	122,898	5,439	7,97	13,897	13,257	54,869	48,035
149,161	144,938	5,389	5,621	14,308	13,917	56,282	54,821
157,214	113,507	4,32	9,106	15,598	13,489	59,047	45,362
147,595	107,186	5,396	10,03	14,956	13,846	55,978	43,682
157,858	121,761	4,565	8,118	16,213	13,344	59,548	47,738
154,281	115,373	4,534	8,689	14,657	12,887	57,822	45,647
153,736	124,928	4,639	7,401	14,849	12,282	57,741	48,203
149,164	123,56	4,776	8,368	14,201	13,828	56,051	48,581
153,951	124,488	5,103	7,422	16,175	12,662	58,408	48,189
145,974	120,134	5,643	8,047	14,641	13,025	55,417	47,067
152,926	114,55	4,888	8,868	15,833	13,226	57,876	45,543
155,537	142,776	4,199	5,197	14,336	12,904	58,021	53,627
154,644	83,881	4,49	13,078	14,713	15,166	57,946	37,373
153,694	124,216	4,162	7,861	13,45	13,123	57,102	48,395
149,566	111,161	4,526	9,398	13,371	13,292	55,825	44,615
155,971	118,54	4,354	8,333	14,883	13,263	58,404	46,706
146,336	140,605	4,948	5,753	13,527	13,357	54,934	53,235
157,985	142,029	4,327	5,784	15,257	13,368	59,191	53,726
154,53	140,028	4,731	5,781	15,023	12,974	58,094	52,922
149,869	128,479	5,14	6,885	14,286	12,738	56,429	49,368
147,877	140,065	4,954	5,778	13,833	12,876	55,552	52,903
153,461	138,321	4,736	6,184	14,502	13,603	57,564	52,699
153,633	94,717	4,963	11,633	15,363	14,451	57,986	40,262
155,955	138,882	4,161	6,013	14,78	13,563	58,298	52,818
146,22	111,828	5,213	9,175	13,479	13,21	54,969	44,736
152,666	121,621	4,825	8,13	14,641	13,73	57,379	47,821
157,762	84,605	4,618	12,841	16,312	14,996	59,563	37,474
147,535	129,175	5,159	6,991	13,939	12,828	55,541	49,663
147,291	93,833	5,24	11,606	14,19	14,376	55,573	39,932
146,914	123,148	4,899	7,898	12,991	13,042	54,931	48,026
143,374	113,841	5,188	9,2	13,145	13,682	53,903	45,572
158,068	133,13	4,19	6,738	14,902	13,455	59,054	51,103
156,746	123,236	4,347	8,033	14,684	13,66	58,588	48,312
152,19	102,983	5,026	10,224	14,621	13,508	57,278	42,233
148,587	125,957	5,088	7,522	14,079	13,29	55,92	48,914
141,725	124,455	5,453	7,42	13,258	12,668	53,475	48,176
153,909	128,61	5,027	7,507	15,841	13,721	58,255	49,945
149,544	104,279	4,713	10,271	13,819	14,095	56,021	42,881
146,94	125,107	5,137	7,769	13,819	13,751	55,296	48,877
140,427	116,335	5,603	8,78	12,753	13,632	52,92	46,245
154,087	137,49	4,764	6,342	15,338	13,434	58,065	52,42

150,664	99,336	4,654	10,866	14,159	14,16	56,493	41,452
147,886	98,238	5,142	11,015	14,46	14,185	55,829	41,146
137,932	138,965	6,183	6,108	13,826	13,155	52,648	52,742
154,02	119,361	4,692	8,425	15,081	13,708	57,929	47,162
156,03	134,867	4,568	6,181	15,91	13,148	58,836	51,396
139,86	128,207	5,715	7,626	12,855	14,065	52,808	49,958
143,656	137,685	5,531	6,449	14,152	13,666	54,448	52,596
150,195	115,023	5,048	9,071	15,057	14,016	56,761	46,035
152,084	133,976	4,953	6,504	14,984	13	57,347	51,157
154,78	118,074	4,021	8,651	14,408	13,75	57,732	46,823
151,613	125,937	4,58	7,499	14,336	13,112	56,844	48,85
161,562	115,835	4,142	8,827	16,006	13,563	60,567	46,074
158,441	135,037	4,089	6,299	15,251	12,924	59,259	51,416
144,973	138,544	5,18	5,831	13,798	13,196	54,649	52,514
160,007	114,945	4,067	9,291	15,891	14,08	59,987	46,103
149,533	88,074	4,943	12,491	14,35	15,074	56,272	38,544
154,669	110,236	4,358	9,26	14,355	13,016	57,794	44,163
152,186	130,09	4,781	6,937	14,637	13,208	57,198	50,078
149,094	114,686	4,966	8,735	14,931	13,403	56,327	45,608
152,242	100,726	4,953	10,674	14,975	13,86	57,394	41,749
149,604	123,56	4,928	7,954	14,697	13,362	56,404	48,29
151,79	135,834	4,807	6,566	14,495	13,765	57,032	52,05
148,756	116,744	5,033	8,599	14,198	13,29	55,995	46,21
150,566	131,609	4,681	6,825	14,467	13,234	56,57	50,555
152,207	116,665	4,2	8,287	13,945	13,1	56,784	46,017
147,793	122,111	5,264	8,219	14,765	13,472	55,937	47,932
153,372	99,222	4,955	10,774	15,516	13,986	57,943	41,325
150,867	129,255	4,758	7,643	14,634	13,775	56,752	50,223
138,472	140,527	5,709	5,751	13,054	13,537	52,407	53,27
144,019	117,002	5,431	8,375	13,92	13,323	54,451	46,229
144,728	134,587	5,287	6,548	13,51	13,223	54,509	51,45
142,621	124,774	5,53	7,722	13,242	13,762	53,799	48,748
148,484	122,981	4,66	7,808	13,571	13,151	55,566	47,978
141,709	135,429	5,306	6,297	13,396	13,171	53,471	51,631
153,315	117,609	4,227	8,488	14,508	13,181	57,348	46,426
143,273	115,468	5,265	8,646	13,174	13,381	53,901	45,83
148,853	118,747	4,729	8,534	13,518	13,405	55,695	46,89
146,741	130,287	5,144	7,601	13,804	13,981	55,23	50,627
151,008	112,236	4,706	8,959	13,915	12,922	56,545	44,705
153,962	137,103	4,726	6,224	15,174	13,481	57,952	52,269
147,879	120,957	5,313	8,384	14,348	13,535	55,847	47,622
151,047	118,682	4,612	8,382	14,463	12,999	56,702	46,686
154,759	127,997	4,619	7,524	14,965	13,89	58,113	49,799
145,022	127,177	5,189	7,436	14,098	13,69	54,768	49,427

150,051	121,805	5,116	7,851	15,575	12,742	56,91	47,461
155,477	126,472	4,279	7,361	15,099	12,914	58,285	48,913
152,999	138,685	5,195	5,616	15,7	12,945	57,964	52,416
160,85	133,383	4,054	6,438	15,395	13,069	60,096	50,961
158,122	138,263	4,447	6,035	15,741	12,906	59,432	52,401
151,52	122,697	4,508	8,249	14	14,332	56,674	48,419
151,037	132,787	4,544	6,459	14,593	12,868	56,72	50,706
159,83	108,273	4,132	9,578	15,483	13,322	59,81	43,722
156,33	114,907	4,346	8,34	14,777	12,18	58,481	45,139
152,33	86,848	4,906	12,665	15,379	14,956	57,539	38,151
156,317	134,109	4,307	6,211	15,321	12,714	58,645	51,009
144,899	134,365	5,333	6,607	14,147	13,231	54,793	51,399
163,108	133,543	4,024	6,816	16,865	13,139	61,332	51,168
143,806	109,459	5,388	9,338	13,406	13,028	54,199	43,938
157,571	113,632	4,476	9,017	15,407	13,432	59,149	45,36
147,336	122,865	4,86	7,967	13,745	12,74	55,313	47,856
151,829	123,311	4,617	7,859	14,266	12,387	56,906	47,852
151,96	122,373	4,425	7,889	14,107	13,064	56,829	47,772
157,431	94,509	4,053	11,438	14,961	13,789	58,814	39,913
155,991	128,882	4,506	7,346	15,301	13,425	58,595	49,885
152,202	124,55	4,753	7,697	14,243	13,039	57,063	48,429
149,771	97,958	4,595	10,92	13,879	13,569	56,079	40,813
155,03	116,37	4,1	8,442	14,503	12,738	57,874	45,848
142,547	127,652	5,503	7,632	13,475	13,574	53,839	49,614
150,14	143,064	4,677	5,654	13,84	13,462	56,223	54,054
156,405	122,512	4,238	7,809	15,197	12,933	58,608	47,749
137,022	101,229	5,884	10,635	12,858	13,971	51,918	41,942
144,645	89,806	5,178	11,95	13,337	14,137	54,389	38,627
134,293	133,595	6,18	6,576	12,733	13,201	51,068	51,121
152,538	117,104	4,684	8,605	14,365	13,202	57,197	46,294
159,167	115,432	4,386	8,715	15,897	13,307	59,815	45,817
157,415	123,528	4,418	7,841	14,953	13,163	58,927	48,174
151,808	142,393	4,458	5,466	13,621	13,265	56,632	53,706
158,093	107,464	4,028	9,873	14,143	13,865	58,754	43,734
154,146	121,037	4,303	8,395	14,387	13,749	57,612	47,724
155,755	120,885	4,333	7,999	14,797	12,694	58,296	47,186
153,946	128,044	4,341	7,009	14,106	12,54	57,469	49,194
150,871	101,897	4,645	10,488	13,855	13,689	56,457	42,018
160,168	143,357	3,595	5,656	14,614	13,922	59,461	54,31
152,39	132,966	4,58	7,056	14,189	14,038	57,053	51,348
155,839	119,176	4,574	8,244	14,836	12,834	58,406	46,751
151,609	147,19	4,233	4,976	13,076	14,109	56,303	55,422
150,047	126,084	4,698	7,214	13,644	12,546	56,126	48,613
154,799	82,279	4,459	13,225	15,032	15,034	58,1	36,839

151,709	126,746	4,364	7,3	13,623	13,211	56,567	49,083
156,441	133,535	3,899	6,43	13,946	13,129	58,097	51,029
150,878	133,584	4,429	6,995	13,618	13,929	56,308	51,5
153,539	120,269	4,641	8,079	14,557	12,958	57,579	47,102
148,279	135,629	4,744	6,316	13,349	13,005	55,454	51,651
142,456	112,233	5,28	9,161	12,926	13,279	53,551	44,889
148,805	115,89	5,007	8,75	13,907	13,096	55,907	45,909
141,251	123,187	5,465	7,948	12,876	13,143	53,196	48,093
145,754	110,731	5,089	9,412	13,68	13,265	54,842	44,467
146,935	126,479	5,337	7,154	14,784	12,491	55,685	48,706
150,769	115,066	4,751	8,92	13,978	13,512	56,495	45,829
144,669	121,867	5,285	8,022	13,381	13,081	54,441	47,658
142,761	127,698	5,488	7,262	13,433	12,97	53,892	49,308
146,78	116,582	4,975	8,762	13,849	13,328	55,2	46,216
157,108	118,717	4,253	8,558	14,429	13,702	58,595	46,99
148,581	132,249	4,851	6,5	13,61	12,492	55,681	50,412
148,417	89,634	4,912	12,158	13,593	14,62	55,642	38,795
143,661	117,012	5,711	8,42	14,215	12,805	54,532	46,079
146,856	87,716	4,863	12,555	13,501	14,878	55,067	38,374
150,558	86,937	4,95	12,733	14,048	14,983	56,514	38,21
150,262	115,871	4,718	8,706	13,919	13,165	56,295	45,906
151,47	130,074	4,373	6,21	13,66	11,715	56,498	49,334
149,045	97,679	5,201	11,172	14,661	14,263	56,3	41,033
139,811	106,434	5,763	9,626	12,83	13,021	52,797	43,024
147,319	130,529	4,971	6,96	13,765	13,11	55,354	50,199
147,152	117,486	4,768	8,431	13,241	12,888	55,054	46,262
144,374	126,18	5,119	7,225	12,581	12,625	54,026	48,673
142,35	141,205	5,778	5,354	13,992	12,949	54,038	53,164
147,488	107,696	4,855	9,802	12,665	13,863	55,001	43,787

LED vermelho

147,327	137,512	3,574	4,83	7,535	8,358	52,83	50,244
141,966	130,777	4,077	5,833	7,819	9,075	51,303	48,566
143,992	135,646	4,099	5,064	7,769	8,432	51,966	49,721
149,31	138,148	3,446	4,728	7,219	8,31	53,334	50,405
148,105	140,007	3,378	4,76	7,267	8,163	52,927	50,991
146,705	131,107	3,55	5,505	7,415	8,794	52,566	48,471
148,096	125,66	3,364	6,451	7,255	9,51	52,911	47,214
147,724	142,906	3,247	4,126	7,241	7,787	52,749	51,619
144,437	131,67	3,982	5,61	7,94	8,83	52,12	48,707
149,302	140,509	3,195	4,319	7,348	7,974	53,292	50,942
151,759	129,699	2,99	6,002	7,093	9,278	53,954	48,335
152,218	135,069	2,855	5,001	6,898	8,662	53,99	49,592
157,813	145,369	2,474	4,836	6,613	8,453	55,647	52,892
142,685	143,118	4,087	4,586	7,923	8,093	51,57	51,931

147,728	134,476	3,507	5,155	7,462	8,698	52,908	49,45
158,769	143,287	2,627	3,938	6,576	7,819	55,995	51,692
158,851	122,431	2,218	6,938	6,355	9,962	55,818	46,448
156,199	121,101	2,55	7,019	6,625	9,951	55,129	46,034
146,438	140,917	3,74	4,283	7,61	7,913	52,621	51,038
150,016	137,531	3,136	4,845	7,13	8,356	53,442	50,256
160,595	133,54	2,383	5,277	6,428	8,647	56,476	49,161
149,509	139,82	3,215	4,28	7,197	8,038	53,315	50,721
151,83	131,844	2,978	5,733	6,994	9,03	53,948	48,878
143,731	134,569	3,994	5,352	7,697	8,706	51,816	49,542
148,738	128,832	3,334	6,023	7,174	9,188	53,09	48,017
152,5	119,453	2,882	7,343	6,962	10,026	54,129	45,615
154,679	133,804	2,666	5,241	6,658	8,728	54,676	49,259
154,035	143,488	2,649	4,103	6,642	7,759	54,459	51,791
146,188	134,773	3,501	5,139	7,288	8,618	52,338	49,511
151,656	126,219	3,207	6,561	7,218	9,509	54,03	47,44
152,076	140,793	2,941	4,364	6,839	7,963	53,963	51,052
157,354	131,385	2,747	5,438	6,597	8,709	55,572	48,517
154,167	142,642	2,62	4,535	6,409	8,033	54,405	51,742
141,414	119,927	4,333	7,192	7,801	9,993	51,19	45,715
152,629	127,516	2,821	6,445	6,615	9,445	54,028	47,819
151,961	139,715	2,926	4,295	6,779	7,902	53,894	50,644
152,564	111,908	2,894	8,345	6,698	10,731	54,06	43,673
153,495	133,626	2,58	5,101	6,649	8,586	54,26	49,11
152,055	142,082	2,853	4,032	6,733	7,723	53,899	51,284
147,267	153,924	3,779	2,689	7,402	6,666	52,831	54,444
148,637	128,217	3,155	5,937	6,897	9,075	52,911	47,755
147,923	112,487	3,168	8,323	7,02	10,74	52,712	43,857
146,523	140,76	3,434	4,451	7,295	8,014	52,42	51,091
148,968	148,755	3,326	3,339	7,049	7,193	53,126	53,1
146,565	121,941	3,505	6,986	7,231	9,906	52,442	46,289
147,64	127,993	3,248	5,903	7,091	9,139	52,672	47,691
153,15	130,555	2,824	6,035	6,651	9,102	54,222	48,57
152,103	123,428	3,102	6,685	6,907	9,541	54,044	46,562
136,524	134,824	4,886	5,124	8,336	8,411	49,921	49,456
146,436	124,187	3,36	6,662	7,218	9,718	52,358	46,861
156,965	137,258	2,978	4,701	6,739	8,273	55,574	50,081
149,601	130,167	3,108	5,88	6,954	9,146	53,226	48,405
153,575	114,083	2,824	8,075	6,619	10,754	54,347	44,315
145,668	142,625	3,903	4,252	7,596	7,854	52,395	51,59
152,122	101,771	3,207	10,018	6,921	12,073	54,096	41,286
148,295	135,958	3,302	5,277	7,09	8,714	52,913	49,99
147,116	134,237	3,376	5,22	7,229	8,776	52,581	49,416
150,802	134,087	2,946	5,265	6,857	8,679	53,544	49,359

155,159	140,948	3,068	4,458	6,987	7,929	55,09	51,118
147,546	138,415	3,677	4,767	7,366	8,445	52,875	50,549
148,095	138,28	3,381	4,576	7,098	8,227	52,863	50,37
152,974	135,737	2,877	5,05	6,866	8,546	54,255	49,793
143,636	137,041	3,902	4,67	7,739	8,352	51,765	50,025
154,654	138,873	2,822	4,545	6,669	8,095	54,715	50,518
153,419	107,033	2,927	9,373	6,883	11,582	54,422	42,663
151,984	137,135	3,102	8,012	6,928	11,413	54,015	52,193
142,903	123,36	3,97	6,914	7,698	9,824	51,534	46,707
156,722	133,414	2,766	5,439	6,6	8,881	55,367	49,248
148,84	114,741	3,494	8,021	7,303	10,599	53,225	44,462
148,865	131,477	3,199	5,66	7,11	8,986	53,066	48,71
151,701	125,275	3,026	6,561	7,039	9,675	53,936	47,174
147,611	135,903	3,28	5,112	7,24	8,563	52,713	49,86
150,311	131,229	2,985	5,739	6,904	8,981	53,413	48,66
153,144	136,955	3,051	5,012	6,995	8,431	54,405	50,142
154,314	125,71	2,587	6,421	6,774	9,514	54,567	47,222
156,712	117,722	2,746	7,672	6,857	10,276	55,449	45,237
154,771	147,008	2,723	3,463	6,648	7,286	54,716	52,61
146,06	126,422	3,588	6,268	7,55	9,292	52,408	47,332
155,469	135,555	2,847	5,072	6,833	8,454	55,056	49,703
154,015	118,791	2,799	7,309	6,745	10,139	54,531	45,417
143,8	136,025	3,794	4,885	7,701	8,32	51,776	49,75
143,267	131,303	4,035	5,779	7,846	8,885	51,719	48,669
151,833	145,292	3,396	3,583	7,227	7,384	54,165	52,096
155,67	125,22	2,772	6,391	6,629	9,393	55,032	47,002
148,253	116,939	3,532	7,586	7,328	10,298	53,05	44,945
145,58	145,085	3,706	3,887	7,594	7,631	52,305	52,209
143,653	131,997	3,928	5,559	7,722	8,727	51,782	48,77
159,221	143,135	2,359	3,919	6,246	7,563	55,947	51,539
152,061	148,197	2,889	4,342	6,873	7,806	53,949	53,458
150,771	144,212	3,092	4,343	6,991	7,96	53,63	52,183
154,127	131,448	2,944	5,517	6,896	8,783	54,671	48,595
156,151	139,812	2,734	4,303	6,685	8,007	55,2	50,715
150,742	126,49	3,107	6,157	6,95	9,286	53,611	47,315
153,828	133,182	2,809	5,494	6,656	8,746	54,441	49,153
148,493	127,814	3,399	6,068	7,35	9,3	53,084	47,735
154,231	145,428	3,079	3,598	6,971	7,46	54,773	52,177
152,468	138,895	2,713	4,509	6,542	8,258	53,921	50,572
155,927	133,351	2,492	5,477	6,389	8,642	54,95	49,162
150,413	116,323	2,99	7,945	6,922	10,578	53,455	44,961
152,961	126,76	2,705	6,293	6,615	9,473	54,101	47,519
149,787	125,705	3,073	6,558	6,975	9,622	53,286	47,304
155,834	128,385	2,689	6,041	6,518	9,338	55,03	47,928

150,431	130,066	3,008	5,872	6,848	9,056	53,437	48,337
151,948	138,123	2,994	4,878	6,92	8,46	53,964	50,498
150,374	147,191	3,039	4,493	6,89	8,022	53,45	53,243
154,383	139,337	2,711	4,383	6,577	8,05	54,571	50,593
156,855	138,719	2,315	4,565	6,28	8,259	55,149	50,516
150,725	134,412	3,14	5,199	6,929	8,699	53,612	49,443
143,23	123,591	3,929	6,629	7,607	9,664	51,599	46,638
148,882	119,159	3,352	7,305	7,104	10,215	53,125	45,57
148,45	138,641	3,313	4,729	7,101	8,364	52,964	50,584
150,248	134,534	3,352	5,199	7,095	8,635	53,57	49,463
146,832	122,537	3,394	6,77	7,293	9,772	52,516	46,369
145,813	143,668	3,656	4,152	7,409	7,847	52,307	51,898
157,498	139,28	2,55	4,788	6,58	8,269	55,555	50,783
148,994	130,173	3,351	5,87	7,169	9,076	53,183	48,369
138,737	134,457	4,554	5,218	8,11	8,671	50,474	49,452
153,726	128,41	2,551	6,058	6,66	9,284	54,325	47,92
148,721	121,045	3,294	7,317	7,291	10,141	53,115	46,178
141,693	133,132	4,306	5,511	7,964	8,879	51,329	49,188
146,098	144,756	3,591	4,431	7,397	8,166	52,367	52,453
151,545	127,797	2,995	5,953	6,939	9,258	53,838	47,679
147,848	137,643	3,505	4,937	7,394	8,549	52,918	50,393
144,688	125,011	3,807	6,583	7,651	9,768	52,055	47,122
146,888	119,904	3,622	7,262	7,431	10,178	52,653	45,785
145,489	136,916	3,639	4,867	7,538	8,509	52,234	50,112
154,798	133,818	2,633	5,176	6,677	8,661	54,713	49,225
152,098	130,741	2,973	5,786	7,024	9,056	54,036	48,53
148,057	133,913	3,551	5,313	7,344	8,732	52,991	49,322
153,751	148,979	2,8	3,151	6,783	7,13	54,452	53,082
149,881	131,952	3,266	5,53	7,204	8,979	53,461	48,82
144,702	128,885	3,737	6,015	7,652	9,241	52,049	48,059
148,945	126,644	3,449	6,141	7,332	9,341	53,253	47,382
151,755	143,25	3,1	4,218	7,032	7,934	53,972	51,811
143,84	114,697	3,886	8,081	7,731	10,723	51,824	44,499
140,293	121,829	4,448	7,048	8,168	10,038	50,978	46,307
142,79	103,245	4,155	9,73	7,97	11,756	51,651	41,581
148,539	138,279	3,752	4,741	7,389	8,319	53,236	50,448
139,259	142,551	4,626	4,113	8,222	8,007	50,703	51,564
159,382	147,366	3,135	3,578	6,818	7,572	56,456	52,849
142,867	117,361	3,99	7,656	7,88	10,409	51,587	45,154
149,852	125,365	3,193	6,352	7,218	9,538	53,442	47,092
145,658	131,394	3,827	5,777	7,658	9,074	52,384	48,757
144,681	127,177	3,835	6,199	7,657	9,325	52,064	47,579
141,558	125,189	4,255	6,66	7,932	9,728	51,258	47,197
146,113	99,244	3,899	10,421	7,473	12,485	52,5	40,716

140,866	102,4	4,398	10,265	8,09	12,216	51,126	41,628
148,62	134,992	3,32	8,702	7,271	12,036	53,073	51,913
143,279	90,596	4,219	11,714	7,843	13,253	51,787	38,515
148,584	128,117	3,61	6,184	7,415	9,438	53,218	47,918
144,031	125,718	3,853	6,499	7,766	9,772	51,895	47,333
134,549	132,902	5,062	5,356	8,611	8,776	49,415	49,014
147,535	134,102	3,506	5,577	7,481	8,836	52,843	49,518
136,47	126,504	4,89	6,655	8,553	9,689	49,98	47,617
148,617	106,156	3,459	9,421	7,406	11,665	53,174	42,424
138,659	141,988	4,727	4,309	8,346	7,982	50,58	51,437
143,538	137,05	3,882	4,948	7,864	8,445	51,77	50,152
157,893	128,921	2,74	6,046	6,627	9,259	55,759	48,084
154,006	142,412	2,7	4,241	6,779	7,881	54,504	51,518
142,195	150,577	4,158	3,255	7,87	7,269	51,407	53,707
149,676	128,741	3,343	6,053	7,095	9,3	53,382	48,035
146,941	131,903	3,664	5,598	7,459	8,991	52,697	48,838
146,447	126,509	3,845	6,352	7,506	9,432	52,605	47,437
151,303	131,396	3,388	5,645	7,214	8,923	53,982	48,658
148,233	114,559	3,403	8,015	7,368	10,551	53,012	44,381
144,957	140,622	3,728	4,26	7,614	7,928	52,111	50,951
144,127	151,502	4,348	3,113	8,166	7,04	52,227	53,897
143,85	125,224	4,056	6,538	7,74	9,651	51,896	47,144
144,85	152,9	3,839	2,923	7,746	6,848	52,148	54,232
141,185	144,897	4,456	3,844	8,053	7,552	51,234	52,106
144,511	107,486	3,92	9,154	7,814	11,316	52,093	42,654
150,156	129,238	3,548	6,056	7,326	9,155	53,678	48,15
144,519	141,167	4,104	4,313	7,833	8,02	52,161	51,177
139,417	123,031	4,652	6,824	8,356	9,888	50,814	46,591
145,234	133,337	4,119	5,315	7,891	8,8	52,421	49,161
143,573	151,64	4,216	3,363	8,074	7,11	51,963	54,05
144,077	134,265	4,008	5,292	7,756	8,693	51,958	49,422
149,338	136,716	3,866	4,926	7,483	8,438	53,565	50,035
147,014	140,11	3,572	5,028	7,341	8,291	52,654	51,149
139,26	128,321	4,618	6,222	8,143	9,315	50,686	47,956
147,26	142,614	4,199	4,072	7,747	7,929	53,078	51,541
146,289	128,628	4,052	6,099	7,574	9,285	52,652	48,008
148,156	134,645	3,558	5,245	7,372	8,626	53,04	49,512
148,636	132,013	3,428	5,537	7,256	8,88	53,117	48,816
145,994	133,992	3,982	5,574	7,462	8,811	52,491	49,466
150,607	134,033	3,283	5,409	7,229	8,789	53,712	49,411
148,55	137,402	3,455	4,738	7,199	8,294	53,076	50,151
150,869	110,957	3,387	8,588	7,11	11,085	53,793	43,556
151,662	131,638	3,175	5,632	7,117	8,994	53,991	48,762
150,726	112,631	3,14	8,281	7,001	10,743	53,636	43,897

148,802	108,186	4,006	9,07	7,663	11,402	53,497	42,895
145,617	135,145	3,853	5,098	7,589	8,625	52,359	49,624
145,554	127,216	3,673	6,288	7,538	9,422	52,264	47,645
145,881	121,096	3,892	7,245	7,491	10,059	52,433	46,138
143,31	118,175	3,921	7,573	7,683	10,305	51,651	45,354
147,28	139,676	3,77	4,315	7,494	7,954	52,855	50,659
149,88	136,097	3,306	4,9	7,077	8,439	53,431	49,815
151,876	125,365	2,894	6,352	6,662	9,538	53,827	47,092
141,433	147,985	4,112	3,256	7,815	7,19	51,122	52,82
148,615	123,85	3,368	6,552	7,176	9,628	53,063	46,695

Lâmpadas fluorescentes

188,11	171,553	130,159	124,067	102,932	101,006	140,408	132,129
184,653	163,326	128,219	114,095	101,956	86,217	138,271	121,209
173,101	165,331	119,374	118,329	92,422	90,15	128,324	124,594
187,153	158,879	130,42	113,554	104,269	85,078	140,593	119,17
180,105	171,956	123,847	120,456	96,43	94,307	133,462	128,898
187,96	171,598	130,408	126,509	104,112	102,888	140,81	133,617
184,319	157,494	128,395	120,128	102,78	98,454	138,518	125,425
181,981	181,092	124,802	130,688	96,777	105,387	134,535	139,009
179,503	161,246	126,052	119,211	99,61	94,062	135,058	124,782
185,583	164,521	130,352	121,79	104,61	95,638	140,198	127,297
185,176	159,666	128,214	120,848	101,213	98,034	138,197	126,165
178,747	174,346	123,217	123,656	97,634	96,964	133,178	131,666
187,469	171,259	132,006	123,311	106,538	98,682	142,058	131,052
183,168	162,943	127,632	123,83	99,401	101,559	136,758	129,44
188,247	165,004	130,202	118,597	101,686	92,014	140,044	125,193
176,642	173,984	122,95	127,163	97,243	103,367	132,287	134,768
180,26	159,102	124,842	117,223	98,967	91,524	134,69	122,554
180,124	169,107	125,417	117,768	100,079	89,337	135,212	125,421
184,164	177,751	129,896	128,199	107,326	104,52	140,493	136,744
188,242	170,696	130,642	127,375	105,166	103,971	141,378	133,957
180,196	179,139	125,44	125,918	100,277	98,514	135,3	134,545
185,04	173,328	127,959	121,9	100,747	93,065	137,929	129,478
184,676	155,189	127,931	117,101	102,811	94,004	138,446	122,074
189,571	163,544	131,536	122,25	107,105	99,062	142,686	128,223
185,215	155,842	129,306	110,707	103,212	83,972	139,264	116,814
177,686	148,995	123,795	109,204	98,814	81,822	133,429	113,286
174,392	167,281	122,373	118,862	98,487	91,822	131,728	125,99
183,712	182,368	128,869	127,493	102,894	102,996	138,497	137,586
175,891	175,252	121,407	126,634	95,177	100,071	130,831	133,957
182,582	143,948	126,366	106,019	96,548	79,339	135,212	109,74
179,967	178,204	124,34	122,588	98,758	96,857	134,337	132,577
174,933	162,446	122,266	119,986	98,517	96,032	131,91	126,107
181,314	163,694	125,408	122,693	98,132	98,203	134,966	128,118

174,593	147,719	119,269	108,399	92,575	82,189	128,817	112,756
184,192	162,598	127,46	123,239	100,504	99,615	137,389	128,437
181,529	172,25	125,682	124,602	99,323	96,626	135,503	131,169
186,767	148,815	129,799	108,923	104,315	82,681	140,267	113,431
183,265	164,799	127,056	119,342	101,952	93,764	137,413	125,936
182,222	169,386	127,672	122,409	102,778	94,474	137,524	128,754
182,213	172,153	125,388	124,037	98,33	100,687	135,334	132,239
181,219	165,886	125,644	122,023	97,953	98,742	134,957	128,812
186,676	156,685	126,714	116,966	99,809	91,425	137,73	121,635
181,166	168,345	123,834	123,911	95,778	98,619	133,593	130,233
181,11	172,192	123,956	124,995	96,755	100,238	133,952	132,445
185,951	164,671	128,21	121,615	101,014	96,559	138,425	127,566
189,336	154,273	131,634	114,594	105,27	88,674	142,08	119,166
180,445	158,299	124,37	120,851	97,785	99,544	134,21	126,263
177,652	159,435	121,94	123,525	94,863	102,03	131,511	128,347
182,339	165,48	126,328	120,797	100,467	94,657	136,394	126,942
178,394	158,377	123,385	120,894	95,997	99,068	132,62	126,166
175,934	166,926	121,995	120,87	96,753	92,369	131,556	126,73
178,127	165,687	122,289	118,696	94,133	91,714	131,553	125,37
173,607	158,032	120,657	116,993	95,94	88,636	130,044	121,191
184,893	158,032	130,36	116,993	104,115	88,636	139,778	121,191
186,646	174,854	130,252	123,389	103,819	96,239	140,271	131,496
183,566	144,856	128,055	110,326	102,292	84,086	137,973	113,148
182,81	171,73	126,195	124,785	99,251	98,343	136,089	131,565
182,034	162,151	128,112	119,592	104,867	95,716	138,327	125,786
178,088	185,153	126,173	130,399	103,282	103,838	135,826	139,824
190,099	169,982	131,849	120,889	103,518	96,724	141,827	129,123
188,937	178,658	131,111	128,905	104,688	101,608	141,542	136,403
180,587	185,754	122,384	130,807	94,087	103,152	132,365	139,925
180,256	175,484	125,47	126,888	96,604	99,228	134,158	133,871
183,301	176,118	126,168	128,527	100,468	103,219	136,626	135,893
181,266	178,008	126,26	126,914	99,681	100,007	135,734	134,981
187,596	153,296	131,528	119,327	106,775	95,783	141,947	122,824
178,696	167,825	123,285	119,055	94,512	95,3	132,192	127,341
185,497	160,671	130,608	116,788	106,232	87,089	140,743	121,543
188,836	160,325	130,618	114,557	103,836	90,386	141,104	121,71
181,697	152,314	125,069	112,926	97,897	87,336	134,891	117,507
172,326	167,619	124,698	119,183	97,625	90,679	131,552	125,864
180,101	144,798	124,926	108,362	95,986	87,213	133,715	113,486
181,428	153,873	125,644	118,097	99,461	95,756	135,504	122,619
178,047	159,966	123,164	120,103	98,06	99,004	133,112	126,375
189,259	178,396	134,189	125,631	109,309	97,518	144,286	133,886
179,894	166,042	127,044	123,249	104,265	99,37	137,064	129,481
180,617	156,38	125,731	114,74	100,487	87,267	135,61	119,429

182,304	168,587	127,493	120,971	99,514	95,799	136,453	128,336
185,877	160,631	130,455	121,079	105,073	97,5	140,455	126,382
183,18	163,061	129,402	120,154	105,094	96,186	139,2	126,414
185,744	164,821	128,874	128,256	102,149	103,772	138,9	132,301
181,153	172,029	126,532	121,713	99,869	92,591	135,841	128,814
180,338	148,972	126,675	114,241	103,031	94,223	136,713	119,204
186,001	182,299	129,411	135,662	102,852	113,698	139,439	143,83
185,513	157,435	129,497	117,176	104,357	92,69	139,78	122,363
180,31	164,445	127,545	121,886	101,389	94,718	136,407	126,973
178,346	181,164	121,739	128,832	94,553	101,901	131,557	137,298
175,97	163,062	122,256	122,113	96,037	98,036	131,433	127,709
179,924	174,896	128,379	125,07	104,51	99,625	137,494	133,146
181,381	157,195	125,819	118,031	98,856	95,961	135,374	123,722
179,459	167,793	124,97	122,359	98,179	96,021	134,221	128,701
177,847	159,49	122,215	120,183	95,782	97,496	131,973	125,737
186,721	178,249	129,524	126,203	101,669	100,939	139,312	135,122
179,153	160,125	121,733	117,674	93,921	91,67	131,618	123,095
178,606	164,835	122,992	123,89	98,477	98,357	133,344	128,994
183,619	168,79	128,251	127,597	103,158	105,191	138,335	133,872
181,452	176,153	125,789	125,66	100,464	101,364	135,884	134,344
181,106	178,029	125,569	126,856	99,502	102,994	135,376	135,933
185,197	171,823	128,319	126,866	101,248	104,304	138,258	134,289
188,883	151,856	130,892	112,584	103,576	91,204	141,102	118,554
181,202	166,737	127,569	119,686	102,35	90,966	137,065	125,811
182,899	180,298	127,715	127,991	101,076	99,864	137,276	136,066
179,892	165,902	126,358	118,064	101,213	90,916	135,82	124,929
181,006	162,641	126,243	120,592	100,843	96,039	136,056	126,369
189,654	171,497	130,792	127,187	105,502	104,14	141,965	134,229
181,155	171,682	125,076	120,412	99,202	93,05	135,152	128,411
185,481	164,89	129,933	119,885	105,65	93,296	140,378	126,002
182,705	169,71	125,385	125,402	100,301	101,046	136,115	131,982
181,652	172,646	130,133	126,139	104,596	101,769	138,749	133,483
187,326	163,526	131,472	123,972	107,109	103,1	141,943	130,248
189,701	166,573	131,905	122,366	105,82	95,819	142,497	128,208
178,045	166,55	121,639	123,555	96,166	99,406	131,94	129,766
187,948	177,009	130,983	124,169	105,319	96,511	141,437	132,582
180,878	161,036	125,289	117,543	101,246	90,505	135,804	123,027
181,417	169,615	123,823	122,712	96,725	98,006	134,006	130,009
182,291	173,635	126,026	130,693	100,398	109,366	136,212	137,897
184,77	160,968	126,428	120,538	98,968	96,007	136,737	125,793
182,26	166,274	126,296	120,046	99,542	92,025	136,056	126,1
181,253	158,626	122,562	117,097	95,932	88,816	133,25	121,471
183,608	162,024	128,158	122,829	100,001	99,932	137,268	128,29
177,961	158,479	121,5	116,405	95,69	90,342	131,719	121,707

183,932	158,096	127,94	119,777	101,13	98,063	137,691	125,318
187,658	158,168	129,279	114,81	103,303	86,293	140,096	119,749
182,301	176,69	124,904	127,349	99,962	100,9	135,711	134,944
177,954	164,608	122,078	121,978	95,724	98,373	131,926	128,24
191,055	160,163	131,696	117,367	105,648	90,207	142,772	122,556
181,42	178,214	126,19	131,225	100,808	108,075	136,136	139,112
188,5	173,808	130,405	127,096	103,847	103,305	140,895	134,682
188,284	169,226	129,931	120,498	103,929	91,598	140,73	127,162
176,754	179,9	122,082	129,255	95,821	103,034	131,567	137,387
180,502	179,517	125,939	124,179	102,205	96,168	136,209	133,287
185,362	175,296	126,964	126,91	100,115	101,677	137,478	134,588
178,493	165,52	122,813	122,172	98,867	94,782	133,397	127,432
188,332	172,612	131,064	119,275	106,747	91,768	142,087	127,906
184,881	158,112	126,821	117,611	100,814	92,959	137,512	122,818
193,178	166,959	133,601	118,237	107,161	91,021	144,64	125,411
184,363	145,135	130,454	110,393	101,773	87,633	138,89	114,449
182,596	169,297	125,55	122,377	98,709	97,337	135,638	129,556
187,807	171,823	129,689	123,271	101,908	97,559	139,82	130,85
179,139	176,912	125,166	130,954	102,396	108,69	135,57	138,782
186,331	158,8	130,342	115,996	102,685	89,963	139,792	121,553
186,329	168,048	130,669	123,309	105,569	98,918	140,816	130,05
177,49	171,361	120,495	125,859	92,74	102,406	130,257	133,148
193,206	172,329	134,696	127,993	106,292	101,902	144,716	134,043
190,221	164,911	128,925	124,543	100,265	100,581	139,813	129,983
192,459	149,111	133,907	113,176	106,651	86,622	144,378	116,291
183,491	134,773	128,018	100,518	101,373	79,992	137,617	105,122
180,368	162,442	125,387	120,456	100,052	94,378	135,281	125,745
181,211	146,576	123,918	110,572	97,72	86,332	134,292	114,459
179,606	166,163	124,728	120,798	99,581	93,16	134,658	126,687
181,734	143,256	124,676	105,624	97,061	85,491	134,492	111,498
183,599	181,932	125,563	132,55	98,875	107,697	136,04	140,706
190,972	164,353	131,868	124,63	104,56	101,365	142,432	130,099
183,014	156,218	124,772	117,019	96,842	91,545	134,912	121,555
181,597	152,122	123,59	110,806	95,139	80,375	133,461	114,427
176,632	177,092	120,568	129,254	92,087	104,924	129,784	137,045
180,645	164,669	123,757	124,485	97,869	99,151	134,082	129,397
183,885	171,765	128,427	120,831	104,85	92,178	139,076	128,28
187,439	172,225	131,791	127,829	108,535	103,785	142,586	134,545
189,523	186,553	130,884	130,941	102,507	103,121	140,988	140,216
183,853	157,174	128,221	116,609	103,021	91,429	138,381	121,69
177,295	166,991	121,735	123,543	93,696	98,674	130,939	129,679
179,085	171,943	124,019	124,859	98,94	99,319	133,992	132,001
180,776	175,968	124,885	130,068	97,73	105,071	134,478	136,992
187,438	155,768	130,699	116,232	104,191	91,039	140,814	120,95

186,644	195,36	129,22	140,204	101,937	112,537	139,272	149,385
189,708	180,657	130,956	125,99	103,953	98,135	141,526	134,95
188,582	163,238	131,005	119,824	105,156	93,334	141,543	125,411
185,861	179,566	126,245	122,136	97,238	94,046	136,452	131,938
180,502	180,619	125,84	129,722	98,887	102,499	135,102	137,6
180,974	154,409	125,438	119,5	99,708	97,864	135,394	123,975
184,36	156,816	127,881	117,362	100,978	92,816	137,771	122,317
181,911	181,772	126,529	126,131	101,688	98,313	136,728	135,431
188,596	169,616	128,181	121,858	99,622	93,658	138,779	128,376
184,558	176,161	129,13	127,921	103,397	100,522	139,074	134,859
187,863	176,053	130,418	125,536	102,968	99,195	140,437	133,578
178,376	162,042	123,471	121,035	98,125	99,099	133,331	127,414
180,366	165,23	126,973	119,993	103,934	94,151	137,115	126,402
186,922	174,648	129,332	132,717	103,189	110,437	139,812	139,264
188,671	159,65	131,143	120,548	101,127	98,104	140,35	126,123
189,469	175,792	131,519	129,499	105,77	106,745	142,258	137,297
180,42	167,818	124,054	129,255	97,492	107,78	133,98	134,99
185,368	174,288	128,431	128,185	103,073	105,02	138,97	135,73
179,59	169,837	127,163	124,102	103,519	98,604	136,692	130,827
181,331	157,786	126,235	115,569	100,776	90,061	136,135	121,093
183,818	169,924	126,324	124,777	100,171	98,843	136,79	131,083
191,489	170,997	134,761	125,174	109,341	98,239	145,201	131,455
183,604	152,694	127,88	112,284	102,278	86,831	137,886	117,27
182,865	171,199	125,762	122,295	100,125	97,646	136,272	130,313
183,22	157,568	126,943	121,568	101,193	97,69	137,112	125,661
186,089	149,755	130,612	113,976	105,41	88,85	140,716	117,529
190,097	159,028	131,802	119,315	105,31	96,384	142,418	124,884
186,993	168,198	129,731	119,346	102,945	91,4	139,899	126,308
192,779	158,381	134,837	116,44	109,458	89,917	145,716	121,529
190,009	169,874	132,072	124,064	104,45	95,934	142,177	129,974
184,254	183,745	127,137	130,403	101,003	103,528	137,476	139,208
178,562	164,7	122,509	117,925	95,35	89,102	132,182	123,918
184,608	178,136	128,33	126,709	102,277	99,756	138,386	134,852
186,208	184,63	128,575	130,282	101,637	104,718	138,791	139,867
185,593	175,117	127,171	131,124	99,62	106,804	137,482	137,601