



*Aplicabilidade do algoritmo JSEG para segmentação de
imagens e reconhecimento de doenças em cafeeiros*

Jeferson de Souza Dias

dezembro / 2021

Dissertação de Mestrado em Ciência da Computação

Aplicabilidade do algoritmo JSEG para segmentação de imagens e reconhecimento de doenças em cafeeiros

Este documento corresponde à dissertação apresentada a banca examinadora do Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação do Centro Universitário Campo Limpo Paulista como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciência da Computação.

Campo Limpo Paulista, 6 de dezembro de 2021.

Jeferson de Souza Dias

Professor Dr. José Hiroki Saito (Orientador)

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de financiamento 001

Ficha catalográfica elaborada pela

Biblioteca Central da Unifaccamp

D532a

Dias, Jeferson de Souza

Aplicabilidade do algoritmo JSEG para segmentação de imagens e reconhecimento de doenças em cafeeiros / Jeferson de Souza Dias. Campo Limpo Paulista, SP: Unifaccamp, 2021.

Orientador: Prof. Dr. José Hiroki Saito

Dissertação (Programa de Mestrado Profissional em Ciência da Computação) – Centro Universitário Campo Limpo Paulista – Unifaccamp.

1. JSEG. 2. Segmentação. 3. Cafeeiros. 4. Doenças. 5. Imagens fotográficas. 6. Escalas. 7. Agrupamento. I. Saito, José Hiroki. II. Centro Universitário Campo Limpo Paulista. III. Título.

CDD-005.1

Dedicatória

Dedico este trabalho aos meus pais, irmãos, meu sobrinho querido, que com muito carinho e apoio, não mediram esforços para que eu conquistasse esta etapa da minha vida.

Aos amigos e colegas, pelo incentivo e pelo apoio constante.

A todos da UNIFACCAMP, professores, coordenação e administração.

A professora Gislene de Oliveira Cavalcanti por ter me ajudado na revisão deste trabalho e o apoio necessário para o término deste projeto de vida.

Comunidade da Igreja Adventista do Sétimo dia do UNASP, pois foi nesse meio que aprendi o valor da minha fé e, além do curso de Mestrado em Ciência da Computação, foi aqui onde aprendi a refletir, duvidar e nunca encarar a realidade como pronta. Aprendi a olhar a vida de um modo diferente com mais fé, e acreditar que posso realizar meus sonhos.

***Pandemia 2020/2021**

Aos médicos, enfermeiros, técnicos de enfermagem, a todos que se dedicaram na linha de frente contra o COVID-19, nós devemos muito a vocês e agradecemos por tudo que fizeram.

Agradecimento

A Deus por me dar saúde, sabedoria e força para superar as dificuldades.

A Jesus Cristo por ser o meu Salvador e Redentor.

A UNIFACCAMP, seu corpo docente, direção e administração que oportunizaram a janela que hoje vislumbro um horizonte superior, eivado pela acendrada confiança no mérito e ética aqui presentes.

Ao orientador Professor e Doutor José Hiroki Saito, pela orientação conduzida, experiências e conhecimento compartilhados.

A todos que direta ou indiretamente fizeram parte desta conquista, o meu muito obrigado.

Os autores agradecem ao Prof. Dr. Francisco Fambrini por gentilmente permitir o uso da versão do código JSEG neste trabalho, e à CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), Ministério da Educação, código de financiamento 001

Resumo. Este trabalho visa explorar a detecção de doenças em imagens fotográficas de folhas de cafeeiros, para ajudar os agrônomos e técnicos com os problemas nas lavouras cafeeiras. As imagens normalmente são coletadas com o uso de algum veículo automotor, como trator ou VANT (veículo aéreo não tripulado). Como estas imagens contêm diversas partes do cafeeiro, como tronco, folhas, frutos e outros objetos que podem não fazer parte do cafeeiro, realiza-se a segmentação delas, separando-as em partes homogêneas, para a posterior análise. Para a segmentação é proposto o uso do algoritmo JSEG, que realiza a segmentação baseada num mapa de classes de cores, obtido numa primeira fase, considerando-se a posição dessas classes de cores. Essa segmentação é realizada em diversas escalas de tamanho dos segmentos, em função do tamanho das janelas utilizadas para a segmentação. Na implementação do algoritmo utilizada, são obtidas segmentações em quatro escalas diferentes. Após a segmentação, é realizada a análise dos segmentos obtidos em diferentes grupos, para verificar a utilidade e a adequação dos segmentos obtidos, para efeitos de detecção de doenças, e para tanto foi desenvolvido um algoritmo de agrupamento baseado na teoria de Near Sets, em que os segmentos dentro de um grupo devem observar a relação binária de equivalência. Foram extraídas 50 imagens do banco de dados de cafeeiros denominado RoCoLe, e aplicado o algoritmo JSEG. Do resultado da segmentação, 30 amostras de segmentos típicos foram selecionadas de cada escala e aplicado o algoritmo de agrupamento. Os resultados foram analisados e evidenciaram que os segmentos nas escalas 1 e 2 são mais apropriadas para a detecção de doenças em cafeeiros.

Palavras-chave:

JSEG, Segmentação, cafeeiro, doenças, imagens fotográficas, escalas, agrupamento.

Abstract: *This work aims to explore the detection of diseases in photographic images of coffee leaves, to help agronomists and technicians with problems in coffee crops. The images are usually collected using some automotive vehicle, such as a tractor or UAV (unmanned aerial vehicle). As these images contain different parts of the coffee tree, such as trunk, leaves, fruits, and other objects that may not be part of the coffee tree, they are segmented, separating them into homogeneous parts, for later analysis. For segmentation, the use of the JSEG algorithm is proposed, which performs the segmentation based on a color class map, obtained in a first phase, considering the position of these color classes. This segmentation is performed at different segment size scales, depending on the size of the windows used for segmentation. In the implementation of the algorithm used, segmentations at four different scales are obtained. After segmentation, the analysis of the segments obtained in different groups is performed, to verify the usefulness and suitability of the segments obtained, for the purposes of disease detection, and for this purpose a clustering algorithm based on the Near Sets theory was developed, in that the segments within a group must observe the binary equivalence relationship. Fifty images were extracted from the coffee tree database called RoCoLe, and the JSEG algorithm was applied. From the segmentation result, 30 samples of typical segments were selected from each scale and the clustering algorithm applied. The results were analyzed and showed that the segments in scales 1 and 2 are more appropriate for detecting diseases in coffee trees.*

Key words: *JSEG, Segmentation, coffee, diseases, photographic images, scales, grouping.*

SUMÁRIO

Capítulo 1 – Introdução Geral	1
1.1 Introdução	1
1.2 Justificativas Sobre a Pesquisa Proposta	1
1.3 Objetivos Gerais e Específicos.....	2
1.4 Principais Contribuições.....	2
1.5 Organização deste Trabalho	2
Capítulo 2 – Café e Trabalhos Correlatos	4
2.1 Café.....	4
2.1.1 Café no Brasil atual.....	4
2.1.2 Doenças dos Cafeeiros	5
2.1.3 Doença da Ferrugem do Cafeeiro.....	5
2.2 Trabalhos Correlatos	7
2.2.1 Trabalhos Relacionados Sobre Segmentação de Imagens.....	7
2.2.2 Trabalhos Sobre a Detecção de Doenças em Cafeeiros.....	10
2.3 Considerações Finais	12
Capítulo 3 – Fundamentos sobre Algoritmo JSEG e Agrupamento de Segmentos por Similaridade de Histogramas	13
3.1 Segmentação de Imagens	13
3.2 Algoritmo JSEG.....	14
3.2.1 Cálculo de J	16
3.2.2 Segmentação Espacial	20
3.2.3 Determinação das Sementes.....	22
3.2.4 Crescimento de Regiões	22

3.2.5	Fusão de Segmentos ou Regiões (mesclar)	23
3.2.6	Ilustração Sobre JSEG	23
3.3	Agrupamento dos Segmentos por Similaridade de Histogramas	27
3.3.1	Algoritmo de Agrupamento por Similaridade de Histogramas	28
3.4	Considerações Finais	29
Capítulo 4	– Metodologia do Trabalho Desenvolvido	30
4.1	Banco de Dados de Imagens Cafeeiras Utilizado	30
4.2	Metodologia de Trabalho Realizado	30
Capítulo 5	– Experimentos Realizados.....	33
5.1	Experimentos de Segmentação e Agrupamento na Escala 1	33
5.2	Experimentos de Segmentação e Agrupamento na Escala 2	35
5.3	Experimentos de Segmentação e Agrupamento na Escala 3	38
5.4	Experimentos de Segmentação e Agrupamento na Escala 4	41
5.5	Análise Geral dos Resultados	43
Capítulo 6	– Conclusão	45
6.1	Conclusão.....	45
6.2	Trabalhos Futuros	45
6.3	Publicações	46
Referências	47
Apêndice A	– Imagens de Cafeeiros Extraídos do Banco RoCoLe	50
Apêndice B	– Exemplo de Crescimento de Regiões do Algoritmo JSEG.....	53
Apêndice C	– Segmentos Selecionados na Escala 1.....	55
Apêndice D	– Distância entre as amostras de segmentos na Escala 1.....	61
Apêndice E	– Segmentos Selecionados na Escala 2.....	65
Apêndice F	– Distância entre as amostras de segmentos na Escala 2	71

Apêndice G – Segmentos Seleccionados na Escala 3	75
Apêndice H – Distância entre as amostras de segmentos na Escala 3.....	79
Apêndice I – Segmentos Seleccionados na Escala 4.....	83
Apêndice J – Distância entre as amostras de segmentos na Escala 4.....	88

GLOSSÁRIO

3D	Tridimensional
ASH	Agrupamento por Similaridade de Histograma
CIE LUV	<i>Comission Internationale de L'Eclairage</i> . L = fornece informação sobre o brilho de um objeto, U = indica uma mudança vermelha e V = indica uma mudança amarela
CLIPS	<i>C Language Integrated Production System</i>
FCM	<i>Fuzzy C-means</i>
HSV	Hue (matiz), Saturation (saturação) e Value (valor)
JSEG	<i>J Segmentation</i> (J, acrônimo do termo "imagem j", sendo: "J" primeira imagem)
KNN	<i>K-Nearest Neighbors</i>
LBP	<i>Local Binary Patterns</i>
LMS	<i>Least Mean Square</i> – (mínimos quadrados médios)
NASA	<i>National Aeronautics and Space Administration</i>
Pixels	<i>Picture Elements</i>
RGB	<i>Red</i> (vermelho), <i>Green</i> (verde) e <i>Blue</i> (azul)
RoCoLe	<i>Robusta Coffee Leaf images dataset</i> (Conjunto de dados de imagens robusta café)
SOM	<i>Self Organizing Map</i>
SVM	<i>Support Vector Machine</i>
VANT	Veículo Aéreo Não Tripulado

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Produção de Café por Estado.....	5
Tabela 2 - Trabalhos desenvolvidos sobre segmentação	9
Tabela 3 – Resumo sobre os trabalhos sobre detecção de doenças em cafeeiros.	11
Tabela 4 - Tamanho de janela em diferentes escalas.	22
Tabela 5 - Grupos para $\epsilon = 0.1$ na escala 1	34
Tabela 6 - Grupos para $\epsilon = 0.1$ para a escala 2	36
Tabela 7 - Grupos com para $\epsilon = 0.1$ para a escala 3	39
Tabela 8- Grupos com $\epsilon = 0,1$	41
Tabela 9 - Distância entre pares de amostras do agrupamento G7.....	43

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Exemplo de uma folha com ferrugem	6
Figura 2 - Ferrugem em um cafeeiro	6
Figura 3 – Imagem original.....	15
Figura 4 - Mapa de classes da Figura 3	15
Figura 5 - Ilustração do valor de $J = 1,720$	17
Figura 6 - Ilustração do valor de $J = 0$	17
Figura 7 - Ilustração do valor de $J = 0,855$	18
Figura 8 - Segmentação do mapa de classes da figura 4 em 3 regiões.....	18
Figura 9 - Segmentação do mapa de classes da figura 7 em 2 regiões.....	19
Figura 10 - Diagrama de fluxo do algoritmo JSEG.....	19
Figura 11 - Ilustração de área de janela utilizada para cálculo de J local.	21
Figura 12 - Ilustração utilizando o mapa de classes da figura 4	21
Figura 13 - Imagem original	24
Figura 14 - Após a quantização em 13 cores	24
Figura 15 - Imagem J para escala 3	25
Figura 16 - Imagem J para escala 2	25
Figura 17 - Segmentação para escala 3.....	26
Figura 18 - Segmentação para escala 2.....	26
Figura 19 - Segmentação e fusão na escala 2.....	27
Figura 20 - Diagrama de blocos da sequência do experimento.....	31
Figura 21 - Amostras de imagens extraídas do banco de dados RoCoLe.	31
Figura 22 - Exemplo de segmentação JSEG, em quatro escalas	32
Figura 23 - Segmentos típicos selecionados da escala 1.	33
Figura 24 - Agrupamentos obtidos na escala 1, para $\epsilon = 0.1$	34

Figura 25 – (a) amostra 1, (b) histograma da amostra 1, (c) amostra 19 e (d) histograma respectivo.	34
Figura 26 – (a) amostra 23, (b) histograma da amostra 23, (c) amostra 26, (d) histograma respectivo.	35
Figura 27 - Segmentos típicos selecionados da escala 2	36
Figura 28 - Agrupamentos obtidos na escala 2	36
Figura 29 - Ilustração dos segmentos: (a) amostra 1, (b) histograma da amostra 1, (c) amostra 28, (d) histograma respectivo.	37
Figura 30 - Ilustração dos segmentos: (a) amostra 7, (b) histograma da amostra 7, (c) amostra 19, (d) histograma respectivo.	38
Figura 31 – Segmentos típicos selecionados na escala 3	39
Figura 32 - Agrupamentos obtidos com a escala 3	39
Figura 33 - Ilustração de um histograma do segmento de número 26. No canto superior está mostrado o segmento.....	40
Figura 34 – Segmentos típicos selecionados da escala 4	41
Figura 35 - (a) agrupamento G6, (b) agrupamento G7	42
Figura 36 – Histogramas das amostras do agrupamento $G7=\{2,15,16,20,21\}$	43

1.1 Introdução

Temos muitos trabalhos de aplicação de técnicas computacionais para a detecção de doenças em diversos tipos de plantas, e especialmente em cafeeiros, que tem sido desenvolvido ao longo dos anos. Neste trabalho descreveremos sobre a doença conhecida como ferrugem ou ferrugem alaranjada, causada pelo fungo *Hemileia vastatrix*, Krohling (2010). A importância de detecção de doenças em folhas cafeeiras foi descrita por Sorte (2019). Sorte realizou estudos sobre a aplicação de redes neurais convolucionais profundas e de métodos de reconhecimento de texturas para a detecção de doenças em folhas cafeeiras.

Neste trabalho, é proposto o estudo da detecção de doenças em folhas cafeeiras, a partir da segmentação de imagens fotográficas de arbustos do cafeeiro. A utilização das imagens de arbustos dos cafeeiros se justifica pelo fato da facilidade de obtenção dessas imagens com o uso de veículos automotores como tratores e VANT's (Veículos Aéreos Não Tripulados). A segmentação dessas imagens é necessária, pois elas contêm partes do cafeeiro, como tronco, frutos, folhas, que nem todas são utilizadas na detecção de doenças, além da possibilidade de conter objetos não pertencentes ao cafeeiro.

Entende-se como segmentação o processo de separar uma imagem em diversas partes, cada qual com conteúdo mais homogêneo que a imagem inteira, com o objetivo de facilitar a análise do seu conteúdo, como por exemplo, a detecção de doenças. O procedimento de detecção de doenças envolve o uso de classificadores que permitem a separação dos segmentos contendo essas doenças. Para esta dissertação é utilizado o algoritmo de segmentação denominado JSEG, Yining *et al.* (2002), que realiza a segmentação em diversas escalas de dimensão dos segmentos, obtidas em função do tamanho das janelas utilizadas. Comparando-se as características desses segmentos em diferentes escalas, é feita algumas análises das quais escalas seriam adequadas para a detecção de doenças nas folhas dos cafeeiros. Para a comparação da segmentação em diferentes escalas é calculada a distância entre os segmentos, caracterizados por seus histogramas de cores.

1.2 Justificativas Sobre a Pesquisa Proposta

A proposta tem como objetivo final a automatização da detecção de doenças dos cafeeiros, onde a captura das imagens pode ser realizada com o uso de veículos automotores como tratores, ou mesmo veículos aéreos não tripulados, VANTs. Como essas imagens contêm diversas partes não pertinentes diretamente à detecção de doenças, propõe-se o estudo de um método de segmentação denominado JSEG, muito utilizado em imagens agrícolas, para a segmentação das imagens cafeeiras para a detecção de doenças. Como a maioria dos trabalhos

sobre JSEG encontrados na literatura não descrevem a diferença quanto às diferentes escalas de segmentação, este trabalho de dissertação enfatiza a análise do resultado da aplicação do algoritmo nas diferentes escalas. Para tanto, dentre as doenças de cafeeiros existentes, foi considerada apenas a detecção da ferrugem.

1.3 Objetivos Gerais e Específicos

O objetivo geral deste trabalho é o estudo do algoritmo de segmentação de imagens JSEG para aplicação na segmentação de imagens de cafeeiros, e a análise dos resultados de segmentação em diferentes escalas de tamanho, para verificar as escalas mais adequadas para a aplicação.

Como objetivos específicos podemos citar:

- Estudo do algoritmo JSEG de segmentação;
- Aplicação do algoritmo JSEG na segmentação de imagens de cafeeiros;
- Classificação dos segmentos de imagens em segmentos foliares e não foliares;
- Cálculo do histograma em imagens segmentadas; e
- Agrupamento de segmentos em função da similaridade entre os histogramas.

1.4 Principais Contribuições

A principal contribuição deste trabalho é o estudo da segmentação JSEG nas diferentes escalas de segmentos, para concluir sobre quais escalas são mais adequadas para a finalidade de detecção de doenças em imagens de cafeeiros. Como resultado, dois artigos foram elaborados, sendo um artigo na etapa do Exame de Qualificação e o outro na etapa final.

1.5 Organização deste Trabalho

Este trabalho acadêmico está dividido em seis capítulos, além das referências e apêndice:

- Capítulo 1 – Visão geral do trabalho acadêmico;
- Capítulo 2 – Sobre o contexto do trabalho e trabalhos correlatos;
- Capítulo 3 - Sobre a segmentação de imagens, algoritmos JSEG e de agrupamento;
- Capítulo 4 – Metodologia dos experimentos realizados;
- Capítulo 5 – Resultados obtidos;
- Capítulo 6 – Conclusões e trabalhos futuros;
- Referências;
- Apêndice A – Imagens extraídas do banco RoCoLe de cafeeiros utilizadas no trabalho;
- Apêndice B – Ilustração do algoritmo JSEG;
- Apêndice C - Imagens e histogramas de segmentos selecionados na escala 1;
- Apêndice D - Distâncias entre os segmentos na escala 1;
- Apêndice E - Imagens e histogramas de segmentos selecionados na escala 2;

- Apêndice F - Distâncias entre os segmentos na escala 2;
- Apêndice G - Imagens e histogramas de segmentos selecionados na escala 3;
- Apêndice H - Distâncias entre os segmentos na escala 3;
- Apêndice I - Imagens e histogramas de segmentos selecionados na escala 4;
- Apêndice J - Distâncias entre os segmentos na escala 4.

Capítulo 2 – Café e Trabalhos Correlatos

Neste capítulo descreve-se sobre a importância do café na vida das pessoas, as doenças que afetam a produtividade dos cafeeiros, e uma revisão bibliográfica sobre os trabalhos correlatos encontrados na literatura.

2.1 Café

O café é uma bebida conhecida no mundo todo, cuja importância econômica, justifica as pesquisas para a melhoria da sua produção, mais precisamente, as pesquisas sobre a detecção automática das principais doenças que afetam a produção do cafeeiro, que é o arbusto produtor dos grãos de café. Nesta seção são apresentadas as informações sobre este arbusto.

As doenças que ocorrem nos cafeeiros podem produzir anormalidades nas plantas, acarretando com isso a perda de produção ou mesmo o declínio da planta, trazendo prejuízo econômico. As doenças que atacam os pés de café, são: ferrugem, cercosporiose, *rizoctoniose tardia*, *manchas de phoma*, *mancha de ascochyta*, *antracnose*, *roseliniose*, *mancha aureolada*, *mancha manteigosa*, *fusariose* e outras relacionadas, que normalmente dependem do clima ou da região Mesquita *et al.* (2016) e Krohling *et al.* (2010).

Conforme descrição de Sakiyama *et al.* (2015) o café arábico, pertencente à família Rubiaceae, subfamília *Ixoroideae*, tribo *Coffeae* e gênero *Coffea*, é uma planta perene. É um arbusto com raízes pivotantes com seus ramos dimórficos, com o seu crescimento contínuo. As folhas do café arábico são inteiras, coriáceas, com pecíolos curtos e persistentes. O seu fruto tem a característica de climatérico e, quando maduro, é conhecido como cereja, podendo apresentar exocarpo nas cores vermelha ou amarela. O fruto é do tipo drupa, com duas sementes chatas. A sua semente tem uma película, um endosperma verdadeiro na cor verde e um pequeno embrião com dois cotilédones. Devido à cor do endosperma, o grão do café quando cru é conhecido comercialmente e chamado de café verde (*green coffee*).

2.1.1 Café no Brasil atual

A plantação dos pés de café no Brasil corresponde a 0,71 % do território brasileiro, que corresponde a 1,81 milhão de hectares destinado para plantação do café, com esta área foi obtido uma produção de 49,30 milhões de sacas de 60 quilos de café, no ano de 2019. No mesmo ano, a produção mundial foi de 167,4 milhões de sacas, e por consequência a produção brasileira é de 29,45 % de todo café produzido no mundo. A Tabela 1 ilustra a produção por estado, Farah Cavaton *et al.* (2011).

Tabela 1 - Produção de Café por Estado

Estados	Sacas de café em milhões	Em percentual de produção nacional
Minas Gerais	24,55	49,8 %
Espírito Santo	13,50	27,4 %
São Paulo	4,33	11,1 %
Bahia	3	6 %
Demais estados brasileiros	3,92	5,7 %

Fonte: Farah Cavaton, *et al.* (2011) com alterações do autor

O Brasil trabalha mais com dois tipos de cafés: o Arábico, *Coffea Arábica*, e a Robusta ou Canilon, *Coffea canephora*. Pelo sabor podemos diferenciá-los, sendo que o Arábico tem aroma suave e sabor doce e levemente ácido. A Robusta é mais amarga e bem marcante no sabor, pelo fato de ter 2,2% de cafeína e o Arábico tem 1,2% apenas, Farah Cavaton *et al.* (2011).

2.1.2 Doenças dos Cafeeiros

As doenças nos cafeeiros podem produzir anormalidades nas plantas, acarretando a perda de produção ou mesmo o declínio da planta, trazendo prejuízo econômico.

Segundo Mesquita *et al.* (2016), as doenças que atacam os pés de café são do tipo: ferrugem, cercosporiose, rizoctoniose tardia, manchas de phoma, mancha de ascochyta, antracnose, roseliniose, mancha aureolada, mancha manteigosa, fusariose e outras. Krohling (2010) também descreve sobre a doença que foi considerada neste trabalho, a ferrugem alaranjada, causada pelo fungo *Hemileia vastatrix*.

2.1.3 Doença da Ferrugem do Cafeeiro

A doença conhecida como ferrugem ou ferrugem alaranjada foi descoberta na década de 1970 por todo o território brasileiro. O principal agente que causa esta doença é o fungo biotrófico *Hemileia vastatrix* Berk. Et Br. Esse fungo tem a característica de se alimentar das células vivas das plantas, entrando pelo estômato¹ da planta onde fica residente, germinando e se desenvolvendo sem matar a célula da planta. Foi registrado mais de trinta

¹ Estômatos ou estomas são estruturas que formam um conjunto de células localizadas na epiderme das plantas, especialmente na parte inferior das folhas, com a função de estabelecer comunicação do meio interno com a atmosfera, constituindo-se em um canal para a troca de gases e a transpiração do vegetal (Educalingo, 2015).

tipos desta doença no mundo, mas no Brasil apenas sete tipos foram encontrados por causa do fator climático. Este fungo gosta de lugares com muita umidade, pouca luminosidade, com clima entre 20 e 24 °C e tem a característica de se instalar nas folhas. Na Figura 1 temos um exemplo do fungo de ferrugem na folha do cafeeiro, Mesquita *et al.* (2016).



Figura 1 - Exemplo de uma folha com ferrugem
Fonte: Mesquita *et al.* (2016)

Outra característica da sua instalação e seu desenvolvimento no arbusto do café é o aparecimento nas folhas uma massa de esporos de cor amarela ou laranja com a forma pulverulenta.



Figura 2 - Ferrugem em um cafeeiro
Fonte: Mesquita *et al.* (2016)

A sua disseminação ocorre através do vento, insetos que percorrem as lavouras, pessoas no manuseio e a chuva. Nas plantas atacadas, ocorre a diminuição da área verde da folha e por consequência da fotossíntese, do tamanho do pé e redução da produção dos grãos. Existe um nível de tolerância de 5% de ferrugem em cada pé de café, necessitando um monitoramento da planta, para reduzir o nível da doença. Na Figura 2 temos um exemplo do cafeeiro infectado com essa doença.

2.2 Trabalhos Correlatos

Nesta seção são descritos os trabalhos recentes encontrados na literatura em segmentação de imagens em agricultura e trabalhos relacionados à detecção de doenças em cafeeiros e agrupamento de imagens.

2.2.1 Trabalhos Relacionados Sobre Segmentação de Imagens

O trabalho de Lulio *et al.* (2009) refere-se ao algoritmo de segmentação JSEG aplicada às imagens de agricultura obtida por robôs móveis omnidirecionais. O sistema utilizou o algoritmo JSEG junto com Redes Neurais Artificiais para reconhecimento de padrões.

O trabalho de Longzhe & Enchen (2011) teve o objetivo de explorar a segmentação automática de grãos de milho, baseada no algoritmo *Watershed* melhorado. Inicialmente, foi aplicado um filtro de *Wiener* e morfologia matemática para a redução de ruídos e clareamento do fundo da imagem. Em seguida, combinando operadores de detecção de bordas, foram obtidas as bordas dos grãos de milho, e então, uma transformação de erosão foi usada; e finalmente o algoritmo de purificação do fundo da imagem foi proposta. Os resultados dos experimentos mostraram uma taxa correta de segmentação de 94%, usando o método proposto.

O trabalho de Chimi-Chiadjeu *et al.* (2012) trata da segmentação de imagens de altitude ou elevação, isto é, imagens da distância entre a superfície dos objetos e o plano da câmera. Especificamente, para a aplicação na ciência do solo, essas imagens são adquiridas em superfícies agrícolas para avaliar a sua rugosidade. Em vez de definir um novo algoritmo de segmentação, foi proposto transformar os dados de entrada de forma a adequá-los a diferentes critérios que caracterizam os objetos torrões, como a altitude relativa e uma função da norma do gradiente. A abordagem proposta foi validada em três superfícies agrícolas (duas sintéticas e uma real) e os resultados comparados aos de um algoritmo previamente desenvolvido especificamente para o problema de identificação de torrões.

O trabalho de Cheng *et al.* (2013) refere-se ao melhoramento do algoritmo *k-means* para a segmentação de imagens agrícolas. Neste artigo, de acordo com as características da imagem de culturas de cores, primeiro transforma-se o espaço de cores da imagem de RGB para HSV e, em seguida, seleciona-se os centros de agrupamentos iniciais adequados e o número de agrupamentos na aplicação do algoritmo *k-means*, para imagens

de colheitas na agricultura. Os resultados experimentais demonstraram que o algoritmo de agrupamento k-means melhorado é capaz de reduzir a quantidade de computação e aumentar a precisão e exatidão do agrupamento.

O trabalho de Gao & Wu (2015) diz respeito à segmentação de imagens agrícolas baseada em lógica *fuzzy*. Neste trabalho, é utilizado o critério de correlação máxima *fuzzy*, em que a imagem é convertida para o domínio fuzzy, e então o critério de correlação é aplicado. Os resultados da segmentação de folhas e frutos são analisados.

O trabalho de Guijarro *et al.* (2015) trata do uso da transformada *wavelet* discreta para melhorar a segmentação de verde das imagens agrícolas. O propósito é a distinção entre o solo e as plantas, incluindo a separação entre as ervas daninhas e o verde das culturas. A abordagem é especialmente útil quando a qualidade da imagem é baixa. Segundo os autores, a melhoria em relação às estratégias existentes, obtendo resultados melhores, é quantificada como 4,5%.

Song *et al.* (2015) desenvolveram um trabalho sobre a detecção do crescimento da cultura agrícola baseada na segmentação de imagens. Um importante índice para o crescimento da cultura agrícola é o conteúdo de clorofila. Para detectar o conteúdo de clorofila de forma não-destrutiva, imagens multiespectrais da copa da cultura foram utilizadas.

O trabalho de Liu *et al.* (2019) refere-se a um algoritmo de segmentação paralela *Fuzzy C-means* (FCM) para *Big Data* de imagens agrícolas. O algoritmo FCM tem sido usado largamente na segmentação de imagens agrícolas, devido a sua simplicidade e alta qualidade de segmentação. No entanto, devido à grande quantidade de computação, o algoritmo FCM sequencial é muito lento. Nesse sentido, os autores propuseram o FCM paralelo para Big Data de imagens agrícolas.

A avaliação de desempenho de métodos de aprendizado de máquina em segmentação de imagens de soja, para fenotipagem de alto desempenho em estufas foi descrito por Zhou *et al.* (2018). A fenotipagem de plantas baseada em imagens é uma aplicação crescente para a identificação de fenótipos, classificação de tolerância a estresse e previsão de produção de soja. Três tipos de técnicas de aprendizado de máquina foram avaliados: *support vector machine*, agrupamento *k-means*, e *boosting*.

O trabalho de Denisova *et al.* (2018) refere-se à tecnologia de segmentação de imagens usando perfis morfológicos para imagens de sensoriamento remoto de fazendas agrícolas. O objetivo principal do trabalho foi desenvolver uma tecnologia de segmentação que pudesse reduzir a sobresegmentação, que consiste na formação de múltiplos segmentos dentro de uma região semanticamente homogênea, devido a brilhos locais causados pelas irregularidades de relevo, variações no preparo do solo e nas diferenças locais de crescimento da cultura. O método proposto de segmentação de imagem multicanais, inclui passos para diminuir a sobresegmentação como extração de atributos, que consiste de perfis morfológicos para o cálculo do índice de vegetação, ao invés de simplesmente utilizar os fatores de brilho. Os resultados experimentais mostraram que o procedimento reduz a sobresegmentação por 3% pelos perfis morfológicos com cinco componentes.

O trabalho de Khan *et al.* (2019) trata sobre um método para segmentação e classificação de doenças em macieiras, baseado em seleção de atributos utilizando um algoritmo genético e correlação. Três procedimentos em pipeline são seguidos pelo pré-processamento, segmentação de manchas, extração de atributos, e classificação. No primeiro passo, as manchas nas folhas de macieiras são realçadas por um método híbrido que é a conjunção de *box filtering* 3D e decorrelação, filtro Gaussiano 3D, e filtro de mediana 3D. Em seguida, as manchas de lesão são segmentadas por um método baseado em correlação, e os resultados são otimizados por fusão de segmentação por maximização de expectativa. Finalmente, a cor, o histograma de cor, e os padrões binários locais (*Local Binary Pattern*) são utilizados. Os atributos extraídos são otimizados por algoritmo genético e classificados por SVM. O algoritmo foi testado com quatro tipos de doenças de macieiras, e os resultados mostraram que um bom pré-processamento resulta em melhoria na precisão da classificação final.

A Tabela 2 mostra um resumo dos trabalhos relatados. Nota-se que são trabalhos em diferentes frentes de investigação, sendo desenvolvidos com o intuito geral de melhorar a produtividade em agricultura.

Tabela 2 - Trabalhos desenvolvidos sobre segmentação

Referências	Algoritmo	Aplicação
Lulio <i>et al.</i> (2008)	JSEG	Imagens de agrícolas de robôs omnidirecionais
Longzhe & Enchen (2011)	Watershed melhorado	Grãos de milho
Chimi-Chiadjeu <i>et al.</i> (2012)	Adequar os dados de entrada	Segmentação de imagens de relevo em áreas agrícolas
Cheng <i>et al.</i> (2013)	Algoritmo k-means	Imagens agrícolas na colheita
Gao & Wu (2015)	Lógica fuzzy	Imagens agrícolas de folhas e frutos
Guijarro <i>et al.</i> (2015)	Transformada <i>Wavelet</i>	Segmentação de solo, ervas daninhas e culturas
Song <i>et al.</i> (2015)	Segmentação de imagens multi-espectrais	Deteção de crescimento da cultura, com o conteúdo da clorofila.
Liu <i>et al.</i> (2019)	Fuzzy C-means paralelo	Big data de imagens agrícolas
Zhou <i>et al.</i> (2018)	Métodos de aprendizado de máquina – support vector machine, k-means e <i>boosting</i> .	Avaliação de desempenho em segmentação de imagens de soja para fenotipagem
Denisova <i>et al.</i> (2018)	Segmentação de imagens usando perfis morfológicos	Imagens de sensoriamento remoto
Khan <i>et al.</i> (2019)	Segmentação e classificação utilizando seleção de atributos para algoritmos genéticos e correlação	Segmentação e classificação de doenças em macieiras

Fonte: autor

2.2.2 Trabalhos Sobre a Detecção de Doenças em Cafeeiros

Nesta parte descrevemos os trabalhos recentes encontrados na literatura, sobre a detecção de doenças e pragas em cafeeiros.

Suhartono *et al.* (2013) descrevem sobre o desenvolvimento de um aplicativo inteligente para detecção de doenças em plantas, especificamente em cafeeiros. O método usado é a lógica nebulosa e árvore de decisão, usando classificação hierárquica. Conhecimento sobre o café, seus sintomas e doenças, foram convertidos em árvores de decisão. Pelos experimentos realizados, a acurácia do cálculo é de aproximadamente 85%, e a conclusão é que a aplicação pode ser útil para ajudar os técnicos no diagnóstico em estágio inicial de doenças em plantas cafeeiras.

O trabalho de Barbedo (2016) é uma revisão sobre os principais desafios na identificação automática de doenças em plantas, baseada em imagens visíveis, desenvolvido na Embrapa Informática Agrícola, sediada em Campinas, estado de São Paulo. Segundo o autor, as técnicas propostas na detecção de doenças em imagens de plantas são limitadas na condição de captura dessas imagens. Isso é explicado pela existência de fundos de imagem que não podem ser separadas facilmente da região de interesse, normalmente, folhas e troncos. O artigo provê uma análise de cada um desses desafios, enfatizando os problemas encontrados, as causas e algumas soluções encontradas.

Dentre os problemas encontrados cita-se fundos ocupados, falta de fronteiras claras em torno dos sintomas, variação nas condições de captura, doenças que produzem sintomas variáveis, sintomas produzidos por diferentes distúrbios que se manifestam simultaneamente e diferentes distúrbios que produzem sintomas semelhantes. A conclusão é que a utilização do processamento digital de imagens e da visão computacional no diagnóstico de plantas ainda é nova, o que significa que ainda existem muitas alternativas a serem exploradas com potencial de minimizar pelo menos alguns dos problemas apontados. Além disso, com a disponibilidade de maior poder computacional, estratégias que antes eram proibitivas agora podem ser aplicadas. Por fim, conclui-se que os avanços na geração de imagens implicam que imagens com qualidade superior agora podem ser capturadas a baixo custo, e certamente novas melhorias serão desenvolvidas. Como resultado, as imagens digitais serão uma representação mais confiável da cena que representam, o que acabará por permitir o desenvolvimento de ferramentas de análise de imagens mais precisas e poderosas.

Mengistu *et al.* (2016) e Metre *et al.* (2013) descreveram sobre um trabalho com foco em folhas cafeeiras da Etiópia, para o diagnóstico de doenças, usando técnicas de Redes Neurais Artificiais e classificação em k vizinhos mais próximos (*k-Nearest Neighbors – KNN*), mapas auto-organizáveis (*Self Organizing Map – SOM*), e funções de base radial. Para a segmentação utilizaram técnicas como *Otsu*, *Fuzzy C-Means*, *k-means* e Distribuição Gaussiana e combinações de *k-means* e Distribuição Gaussiana. Para a segmentação, os resultados concluíram que a técnica combinada foi melhor que as demais técnicas. Para a acurácia da classificação, a combinação de funções de base

radial e SOM, com a segmentação obtida com a combinação de *k-means* e Distribuição Gaussiana foi de 92,10%. Em geral, o fator de coloração se mostrou mais representativo que a textura, segundo os autores.

Mettleq & Abu-Naser (2019) descreveram um sistema baseado em regras para diagnóstico de doenças cafeeiras, utilizando a linguagem CLIPS (*C Language Integrated Production System*), desenvolvido pela NASA. O sistema desenvolvido inclui nove tipos de doenças no cafeeiro. O sistema foi considerado muito útil por um grupo de produtores e professores na área de agricultura.

Parraga-Alava *et al.* (2019) descreveram sobre uma base de dados denominada RoCoLe, sobre imagens de folhas cafeeiras. O banco de dados contém 1560 imagens de folhas com ácaros vermelhos e manchas para casos de infecção e imagens sem tais estruturas para casos saudáveis. Além disso, o conjunto de dados inclui anotações sobre objetos (folhas), estado (saudável e não saudável) e a gravidade da doença (área da folha com manchas). As imagens foram todas obtidas em condições do mundo real no mesmo campo de cafeeiros usando uma câmera de *smartphone*. O conjunto de dados *RoCoLe* facilita a avaliação do desempenho de algoritmos de aprendizado de máquina usados na segmentação de imagens e em problemas de classificação relacionados ao reconhecimento de doenças de plantas. O conjunto de dados atual está disponível gratuita e publicamente.

Sorte *et al.* (2019) descrevem sobre um trabalho desenvolvido sobre o reconhecimento de doenças em folhas cafeeiras, utilizando técnicas de Deep Learning e atributos de textura. Foram considerados dois tipos de atributos de textura: estatísticos e padrões binários locais, para a classificação, utilizando uma rede neural multicamadas, para verificar a acurácia da classificação de dois tipos de doenças, cercóspora e ferrugem. Para efeitos de comparação foi utilizada uma rede de aprendizado profundo, convolucional, para a mesma finalidade de classificação, porém, sem a obtenção prévia dos atributos de textura. Os resultados mostraram uma ligeira vantagem para o segundo método.

A Tabela 3 mostra um resumo sobre os trabalhos envolvendo detecção de doenças em cafeeiros. Nota-se que foram descritos alguns trabalhos recentes sobre a detecção de doenças em cafeeiros, e também sobre trabalhos correlatos, como de desenvolvimento de banco de imagens de doenças em folhas cafeeiras, e sobre os problemas em diagnósticos automáticos de doenças em imagens.

Tabela 3 – Resumo sobre os trabalhos sobre detecção de doenças em cafeeiros.

Referências	Algoritmo	Aplicação
Suhartono <i>et al.</i> (2013)	Lógica <i>Fuzzy</i> e árvore de decisão	Aplicativo inteligente para detecção de doenças em plantas cafeeiras
Barbedo, 2016	Diversos	Revisão sobre os principais desafios na identificação automática de doenças em geral, baseada em imagens
Mengistu <i>et al.</i> (2016) e Metre <i>et al.</i> (2013)	Redes neurais artificiais, k- means mais próximos, SOM e funções de base radial, para classificação. Otsu,	Folhas cafeeiras da Etiópia

Referências	Algoritmo	Aplicação
	Fuzzy C-means, k-means e distribuição Gaussiana para segmentação.	
Mettleq & Abu-Naser (2019)	Sistema baseado em regras, usando CLIPS (C Language Integrated Production System)	Diagnóstico de vários tipos de doenças cafeeiras
Parraga-Alava <i>et al.</i> (2019)	Base de dados de imagens de folhas cafeeiras <i>RoCole</i>	Desenvolvimento da base de dados de 1560 imagens de folhas com doenças e saudáveis.
Sorte <i>et al.</i> (2019)	Deep Learning com redes convolucionais e redes neurais convencionais aplicadas a atributos de textura estatísticos e padrões locais binários	Reconhecimento de doenças cercóspora e ferrugem

Fonte: Autor

2.3 Considerações Finais

Este capítulo teve o intuito de descrever as características do café, sobre a importância do arbusto no Brasil, as principais doenças dos cafeeiros, e uma pesquisa bibliográfica sobre os trabalhos correlatos em relação à segmentação e detecção de doenças em cafeeiros.

Capítulo 3 – Fundamentos sobre Algoritmo JSEG e Agrupamento de Segmentos por Similaridade de Histogramas

Este capítulo, está dividido em três partes seguintes: (1) os principais métodos de segmentação de imagens; (2) algoritmo JSEG, que é uma abordagem de segmentação envolvendo vários métodos descritos na primeira parte; e (3) uma abordagem de agrupamento dos segmentos por similaridade de histogramas.

3.1 Segmentação de Imagens

Nesta seção está descrita uma visão geral sobre segmentação de imagens, que corresponde ao processo de dividir uma imagem em um conjunto de regiões ou segmentos de imagens. Ao longo do texto os termos região(ões) e segmento(s) serão utilizados com o mesmo significado, convenientemente. A segmentação tem o objetivo de separar os pixels de uma imagem, de tal forma que os pixels internos aos segmentos exibam alta similaridade e homogeneidade.

Os algoritmos de segmentação tentam encontrar limites entre as regiões ou segmentos, baseando-se em descobrir descontinuidades em níveis de intensidade. Com isso pode-se fazer a segmentação por meio de limiares com base na distribuição de cada valor de pixel, com seus respectivos valores de intensidade ou de cor. O crescimento de região é um procedimento que agrupa os pixels da imagem em regiões com base em critérios predefinidos para o crescimento. Este método tem como base um ponto ou conjunto de pontos, e o crescimento ocorre anexando novos pixels vizinhos que possuem propriedades predefinidas, ou semelhanças, de faixas de cor, intensidade ou texturas, Gonzalez (2008).

Existem muitos métodos para segmentação, descrito por Gonzalez (2008) que descreveremos abaixo:

- a) Segmentação usando valor limiar dos pixels,
- b) Segmentação baseada em crescimento de regiões,
- c) Segmentação baseada em separação e junção de regiões,
- d) Segmentação baseada em bordas,
- e) Segmentação baseada em agrupamentos,
- f) Segmentação Bayesiana e
- g) Segmentação usando MinCut.

Abaixo temos uma explicação sobre cada segmentação relatado acima:

Segmentação usando valor limiar dos pixels: é o método mais simples, e que tenta diferenciar a imagem de frente e a imagem de fundo, sendo o valor do limiar o que determina a separação entre os dois segmentos. O procedimento determina o valor de limiar usando um histograma de intensidade dos pixels. Apesar da simplicidade, esse procedimento não leva em conta a característica espacial, para cada do objeto da imagem.

Segmentação baseada em crescimento de regiões: o crescimento de regiões é um método para extração das regiões conectadas numa imagem. As regiões conectadas consistem em um grupo de pixels com intensidades similares. Para o crescimento de uma região, um ponto é inicialmente definido e denotado como semente. Então, todos os pontos que são conectados à semente e tem intensidades similares são adicionados à região em crescimento. Esse procedimento é repetido até que mais nenhum pixel possa ser adicionado à região.

Segmentação baseada em separação e junção de regiões: no lugar de escolher uma semente, como no caso anterior, a imagem pode ser dividida em regiões distintas e depois algumas dessas regiões podem ser unidas novamente, com algum critério. Isso significa que o procedimento consiste em duas etapas – separação e junção. O método *quadtree* é geralmente usado na separação.

Segmentação baseada em bordas: o método de detecção de bordas determina as fronteiras entre diferentes regiões. Uma borda pode ser caracterizada por uma rápida transição de intensidade dos pixels. Os pixels de bordas são então extraídos e conectados para formar um contorno fechado.

Segmentação baseada em agrupamentos: O método de agrupamento é uma abordagem não supervisionada. Consiste na separação da imagem em um número finito de grupos, onde o número de grupos pode ser definido pelo usuário ou pode ser encontrado com o uso de um algoritmo. Baseado em algum critério, os pixels são separados formando os grupos.

Segmentação Bayesiana: É um método de segmentação que considera a separação dos pixels em função da teoria Bayesiana.

Segmentação usando MinCut: O método consiste em utilizar a representação das imagens em grafos e utilizar o conceito de corte minimal para a segmentação (Eriksson, 2021).

3.2 Algoritmo JSEG

Os pesquisadores Deng e Manjunath (2001) do laboratório de pesquisas da Hewlett-Packard fizeram uma proposta de algoritmo não supervisionado que faz segmentação de regiões baseando-se em textura de cores, que consiste praticamente em duas partes:

- 1) Quantização das cores da imagem e;
- 2) Segmentação espacial.

Na quantização das cores, é atribuída uma classe a uma determinada faixa de valores de pixels da imagem, com um rótulo respectivo. O mapa constituído desses rótulos de classe denomina-se mapa de classe. Na Figura 3 é apresentada uma imagem de 9x9 pixels, utilizada para ilustração do funcionamento do algoritmo JSEG, na obtenção do mapa de classes. Na parte esquerda mostra-se a imagem ampliada e na parte direita a imagem em tamanho real. A Figura 4 é uma ilustração do mapa de classes, resultante da imagem da Figura 3, onde os rótulos são as letras iniciais das cores: marrom (m), verde (v) e azul (a).

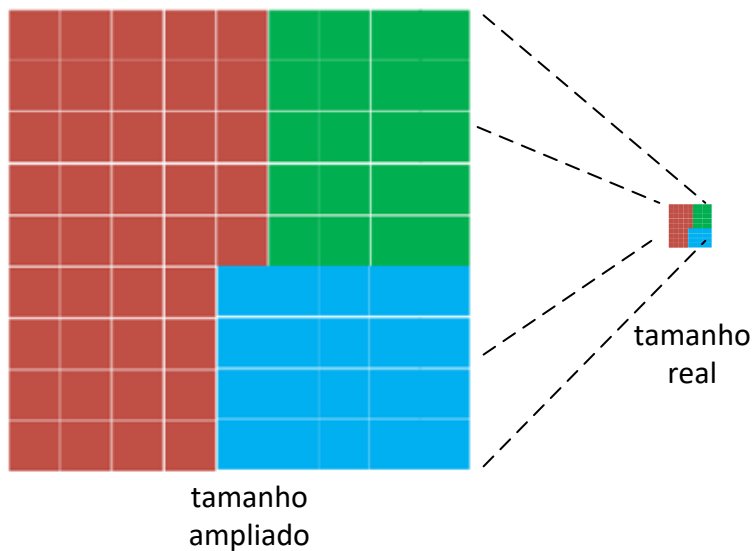


Figura 3 – Imagem original

Fonte: autor

```

m m m m m v v v v
m m m m m v v v v
m m m m m v v v v
m m m m m v v v v
m m m m m v v v v
m m m m a a a a a
m m m m a a a a a
m m m m a a a a a
m m m m a a a a a

```

Figura 4 - Mapa de classes da Figura 3

Fonte: autor

O algoritmo JSEG prossegue, aplicando cálculos de valores denominados de valores J , em janelas locais a cada posição do mapa de classes, que resulta numa nova imagem, denotada *imagem J*. Na imagem J , os valores altos correspondem a possíveis contornos dos segmentos, e os valores baixos correspondem às regiões centrais no interior dos segmentos.

Um método de crescimento de regiões, a partir das regiões centrais, é então aplicado, nessas imagens J , para a obtenção dos segmentos. Utilizando tamanhos de janelas locais diferentes, é possível obter segmentos com número de pixels diferentes, portanto o procedimento é multiescala, obtendo resultados em várias escalas de tamanhos de segmentos (Deng & Manjunath, 2001). Descreve-se a seguir o cálculo dos valores J .

3.2.1 Cálculo de J

Para uma imagem de N pixels, denota-se Z ao conjunto de todos os N pontos de dados, $z = (x, y)$, para o mapa de classes, entendendo os pontos de dados como sendo as posições no espaço bidimensional (x, y) .

A média desses N pontos de dados, $z = (x, y)$, $z \in Z$, é denotado como m . Supõe-se que Z é dividida em C classes, Z_i , $i = 1, \dots, C$, sendo m_j a média dos N_j pontos de dados de uma classe Z_j . Denotamos $S_T = \sum_{z \in Z} \|z - m\|^2$ e $S_w = \sum_{i=1}^C S_i = \sum_{i=1}^C \sum_{z \in Z_i} \|z - m_i\|^2$, em que S_T é a variância total dos pontos de Z e S_w é a soma das variâncias dos pontos pertencentes à mesma classe (Deng & Manjunath, 2001).

A definição de J é então dada pela equação (1):

$$J = (S_T - S_w) / S_w \quad (1)$$

Quando uma imagem tem várias regiões de cores homogêneas, as classes de cores são mais separadas uma da outra e o valor de J é grande. Se todas as classes de cores são uniformemente distribuídas sobre uma imagem inteira, o valor de J tende a ser pequeno. Nas próximas Figuras 5, 6 e 7 faremos uma ilustração do valor de J para os três tipos de valores diferentes de imagens:

- (a) Imagem com 3 regiões de cores distintas, com $J = 1,720$;
- (b) Imagem com 3 cores igualmente distribuídos, $J = 0$; e
- (c) Imagem com uma região de cor marrom e uma outra região com cores distribuídos, $J = 0,855$.

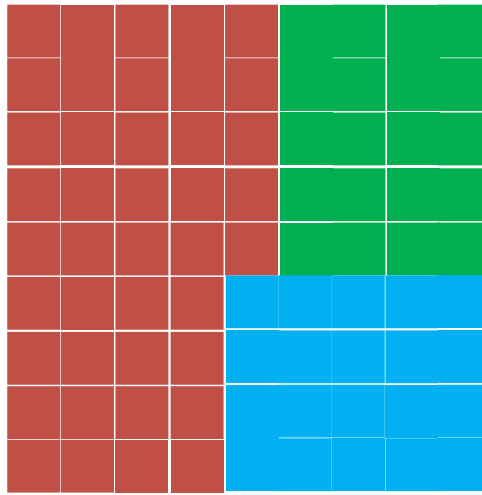


Figura 5 - Ilustração do valor de $J = 1,720$

Fonte: autor

Referente ao item (a) temos a imagem da figura 5 com três regiões de cores distintas, com isso obtemos o valor de $J = 1,720$.

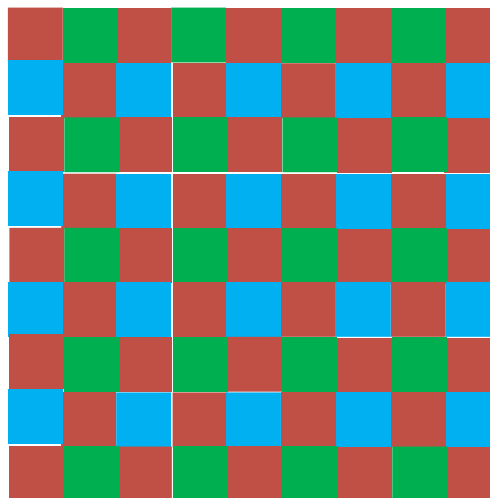


Figura 6 - Ilustração do valor de $J = 0$

Fonte: autor

(c) Imagem com uma região de cor marrom e uma outra região com cores distribuídos, $J = 0,855$.

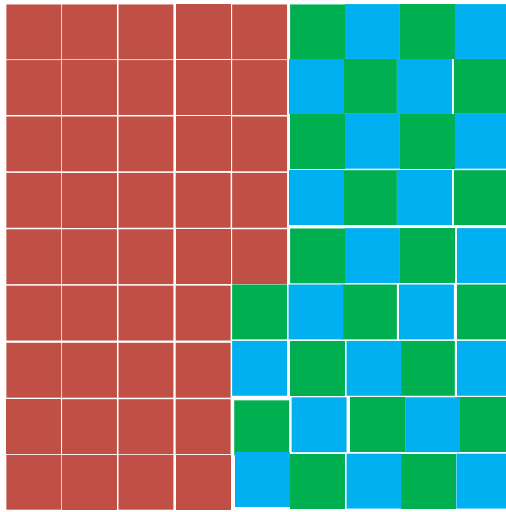


Figura 7 - Ilustração do valor de $J = 0,855$

Fonte: autor

Nesta imagem que temos na figura 7, temos uma região de cor marrom e uma outra região com cores distribuídos, com isso temos o valor de $J = 0,855$.

Considerando-se o mapa de classes da imagem da Figura 4, uma boa segmentação seria em três regiões, cada uma com rótulos de uma mesma classe, como é mostrado na Figura 8, inserimos linhas pretas separando as classes para melhor visualização da segmentação.

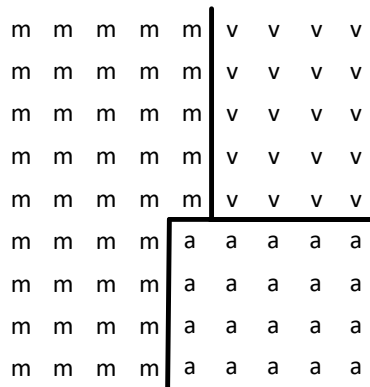


Figura 8 - Segmentação do mapa de classes da figura 4 em 3 regiões

Fonte: autor

Por outro lado, considerando-se o mapa de classes da imagem da Figura 6, a segmentação seria constituída de apenas uma região, que seria constituída de todos os rótulos classificados. Finalizando, para o mapa da Figura 7, a segmentação seria constituída de duas regiões, uma região contendo os rótulos “m” e uma outra região contendo os rótulos “v” e “a”, Figura 9.

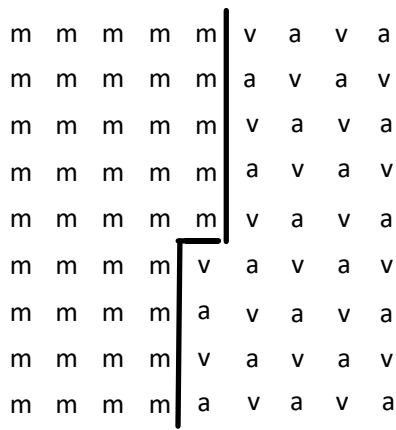


Figura 9 - Segmentação do mapa de classes da figura 7 em 2 regiões

Fonte: autor

O fluxograma do algoritmo JSEG é ilustrado na Figura 10. Na parte (a) da figura é mostrado o fluxograma para a segmentação numa determinada escala, e na parte (b) é mostrada a interação para a obtenção de várias segmentações em escalas diferentes, começando da escala maior. O tamanho das janelas locais determina o número máximo de pixels nos segmentos obtidos. Assim, para cada tamanho de janela tem-se a segmentação numa escala diferente.

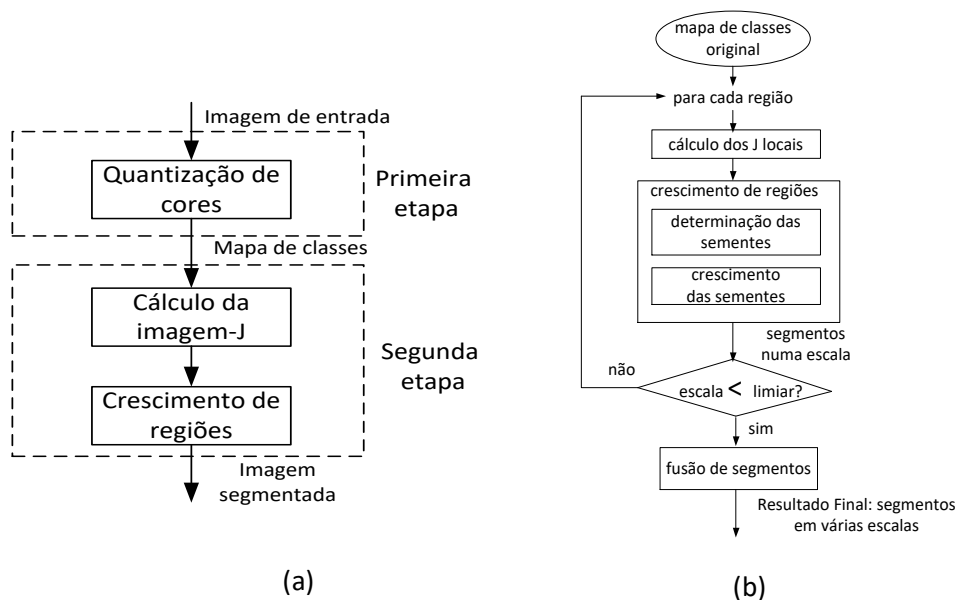


Figura 10 - Diagrama de fluxo do algoritmo JSEG

Fonte: autor

Seja agora, calcular J sobre cada região segmentada ao invés do mapa de classes inteiro e definir o J médio ponderado, \bar{J} , pela equação (2):

$$\bar{J} = \frac{1}{N} \sum_k M_k J_k \quad (2)$$

em que J_k é o J calculado sobre a região k , M_k é o número de pontos da região k , N é o número total de pontos no mapa de classes, e a somatória é sobre todas as regiões do mapa de classes.

Os autores Deng e Manjunath (2001) propuseram \bar{J} como critério de minimização sobre todas as formas de segmentação da imagem dado o número de regiões. Para um número fixo de regiões, uma melhor segmentação tende a ter um menor valor de \bar{J} . Se a segmentação é boa, cada região segmentada contém poucas classes distribuídas homoganeamente e o valor J resultante para aquela região é pequeno. Portanto, \bar{J} geral também é pequeno. O valor mínimo de \bar{J} apresenta é 0.

3.2.2 Segmentação Espacial

A minimização global de \bar{J} para a imagem inteira não é prática pois temos diversas formas de segmentação. Contudo, observa-se que J , se aplicada a uma área local do mapa de classes, é também um bom indicador de se aquela área está dentro de uma região ou perto dos contornos. Podemos construir uma imagem cujos valores de pixels correspondem a esses valores de J calculados sobre pequenas janelas centradas nos pixels. Por conveniência, referimos a essas imagens como *imagens J* e os valores de pixels correspondentes como valores de J locais. Quanto maior o valor de J local, mais provável que o pixel correspondente esteja perto de uma região de contorno (Deng & Manjunath, 2001).

A Figura 11 é uma ilustração das janelas para o cálculo de J local. Na figura 11 (a) temos uma janela básica, no tamanho de 9x9, sem os pixels dos cantos, para a segmentação de escala 1. A cada mudança de escala, a janela dobra de diâmetro. Na figura 11 (b), é mostrada uma janela de escala 2, em que é utilizada uma subamostragem no cálculo de J , ou seja, a cada dois elementos é utilizado apenas um, isso para reduzir o custo computacional. O tamanho da janela determina o tamanho das regiões que são detectadas.

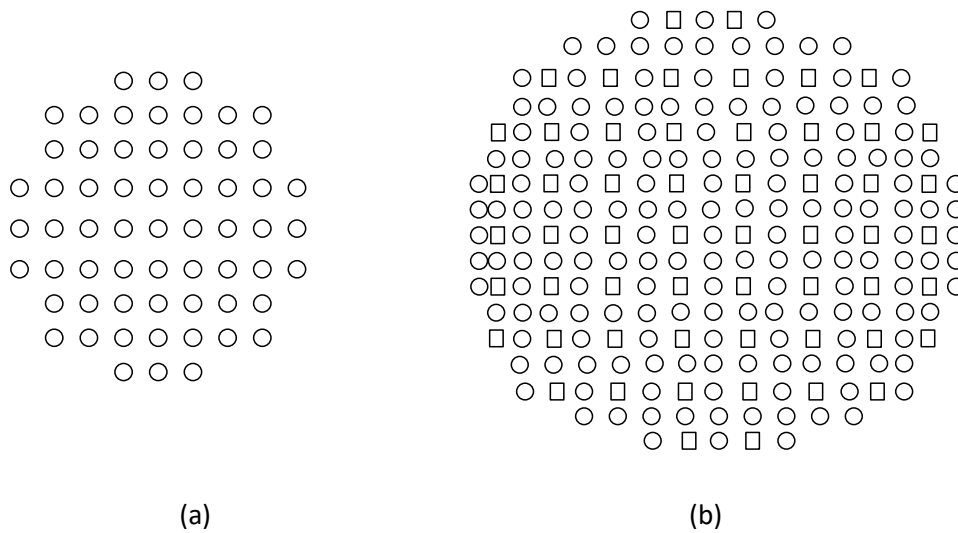


Figura 11 - Ilustração de área de janela utilizada para cálculo de J local.

Fonte: autor

A imagem J é como um mapa geográfico 3D contendo elevações e vales, que representam as regiões de contorno e interior, dos segmentos, respectivamente. A Figura 12 corresponde a uma ilustração da obtenção dos valores J locais para o mapa de classes da Figura 4. Nota-se que ao aplicarmos uma janela numa região homogênea, temos o valor de J local igual a 0, identificados por J_1, J_2 e J_3 ; e numa região heterogênea, temos o valor de J local maior que 0, como o $J_4 = 0,8$.

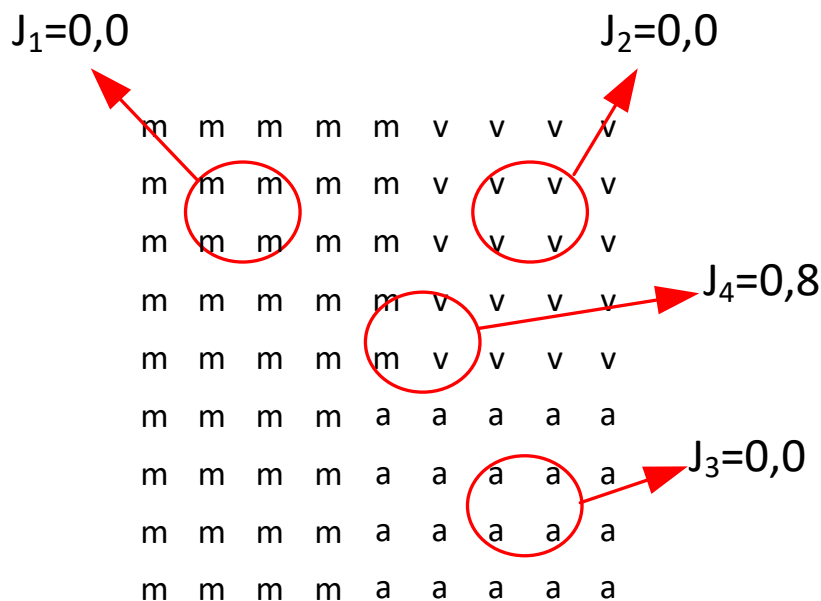


Figura 12 - Ilustração utilizando o mapa de classes da figura 4

Fonte: autor

O algoritmo JSEG consegue criar regiões como se fossem um mapa 3D a partir da imagem J . Percebemos que o tamanho de cada imagem influencia no processamento computacional. Imagens com resoluções grandes têm o tempo de processamento maior.

3.2.3 Determinação das Sementes

Um conjunto inicial de sementes é determinado como base para o crescimento de região. Essas áreas correspondem aos valores locais de J minimais. Em geral, encontrar o melhor conjunto de sementes não é um problema trivial. As seguintes heurísticas têm proporcionado bons resultados em experimentos:

1) calcular a média e o desvio padrão dos valores locais de J na região, denotados por μ_J e σ_J , respectivamente.

2) determinar um limiar denotado T_J , dado pela equação (3),

$$T_J = \mu_J + a\sigma_J \quad (3)$$

em que a é escolhido de vários valores de inicialização que resulta no maior número de sementes. Os pixels com valores locais de J menores que T_J são considerados candidatos às sementes. Conectar os candidatos em função da conectividade e obter as sementes candidatas.

3) se uma semente candidata tem um tamanho maior que o tamanho mínimo conforme listado na Tabela 4, na escala correspondente, ela é eleita.

Tabela 4 - Tamanho de janela em diferentes escalas.

Escala	Janela (pixels)	Amostragem (1/pixel)	Tamanho da região (pixels)	Tamanho mínimo de semente (pixels)
1	9x9	1/(1x1)	64x64	32
2	17x17	1/(2x2)	128x128	128
3	33x33	1/(4x4)	256x256	512
4	65x65	1/(8x8)	512x512	2048

Fonte: Adaptado de Deng e Manjunath (2001).

3.2.4 Crescimento de Regiões

As novas regiões crescem a partir das sementes. Quando é feito pixel a pixel, o crescimento das sementes é lento. Temos uma outra forma mais rápida, descrita nos passos seguintes, utilizada na implementação utilizada:

1. Remover “buracos” nas sementes;

2. Calcular a média dos valores locais de J na parte não segmentada da região e conectar pixels abaixo dessa média para formar as áreas de crescimento. Se uma área de crescimento é adjacente a uma única semente, é atribuída para aquela semente;
3. Calcular os valores locais de J para os pixels remanescentes na escala menor seguinte para localizar com mais precisão os contornos. “Repetir o passo 2”.
4. Crescer os pixels remanescentes um por um na menor escala. Os pixels não classificados nos limites da semente são armazenados num buffer. A cada vez, o pixel com o valor local J mínimo é atribuído para a semente adjacente e o buffer é atualizado até que todos os pixels sejam classificados.

Uma ilustração da aplicação do crescimento de regiões a partir de uma imagem J se encontra no Apêndice B.

Conforme descrito anteriormente, a Figura 10(b) mostra o algoritmo de segmentação JSEG em múltiplas escalas. Nota-se na figura que após a determinação dos segmentos em diversas escalas, até atingir a menor escala, é seguida a operação de fusão de segmentos, para cada escala de segmentação, para a obtenção dos resultados. O número de escalas de segmentação utilizado para o algoritmo é determinado pelo usuário.

3.2.5 Fusão de Segmentos ou Regiões (mesclar)

O processo de crescimento de regiões resulta numa segmentação inicial da imagem, porém, podem ter regiões sobre segmentadas (*over-segmented*). Essas regiões são fundidas ou mescladas baseada na similaridade das cores. A informação de cor da região é caracterizada pelo histograma. As cores quantizadas para a obtenção de mapas de classes são usadas como as caixas (*bins*) do histograma. O histograma de cores para cada região é extraído e a distância entre dois histogramas de cores, i e j , é calculado pela equação (4):

$$D_{CH}(i, j) = \|P_i - P_j\| \quad (4)$$

em que P denota o vetor de histograma de cores. O uso da distância Euclidiana é justificado porque as cores são grosseiramente quantizadas e existem pouca correlação entre duas caixas de cores. É usado o espaço de cores perceptivamente uniforme CIE LUV (Gonzalez & Woods, 2008).

Um método aglomerativo é usado para fundir os segmentos ou regiões. Primeiro, distâncias entre os histogramas de quaisquer duas regiões vizinhas são calculadas e armazenadas numa tabela de distância. Os pares de regiões com uma mínima distância são fundidos. O vetor de fatores de cor para a nova região é calculado e a tabela de distância é atualizada. O processo continua até que um limiar máximo para a distância é atingido.

3.2.6 Ilustração Sobre JSEG

Usaremos uma imagem com resolução 352x240 para exemplificar o funcionamento do algoritmo JSEG, esta imagem se encontra na Figura 13, que conseguimos com Deng e Manjunath (2001).



Figura 13 - Imagem original
Fonte: (Deng e Manjunath, 2001)

Após a quantização de cores, a imagem original, na Figura 13, perde sua qualidade conforme mostrado na Figura 14, após utilização do algoritmo JSEG. Após a aplicação da quantização de cores, conseguimos chegar no resultando em 13 cores, repare que na imagem temos uma separação das cores. Podemos notar a diferença, fazendo uma comparação entre as duas figuras, 13 e 14, olha para o céu na figura original e depois verifique a outra figura após o processamento do algoritmo, que as cores brancas e o azul estão mais em destaque, não existe uma degradação como tinha na figura original, mas uma divisão de cores.



Figura 14 - Após a quantização em 13 cores
Fonte: Adaptado de Deng e Manjunath (2001)

Após o cálculo da imagem J nas escalas 3 e 2, tem-se os resultados nas Figuras 15 e 16, respectivamente.



Figura 15 - Imagem J para escala 3
Fonte: Adaptado de Deng e Manjunath (2001).

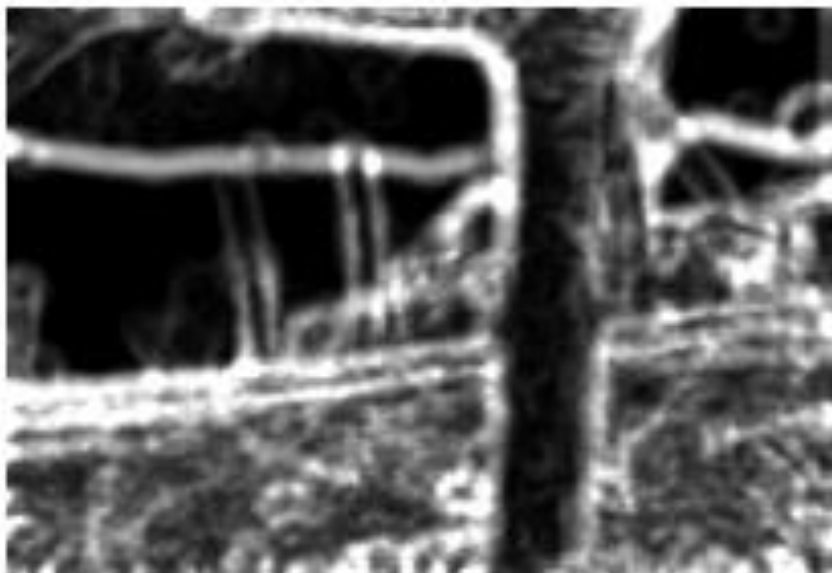


Figura 16 - Imagem J para escala 2
Fonte: Adaptado de Deng e Manjunath (2001).

Nas Figuras 16 e 17 temos o resultado da segmentação feita pelo algoritmo JSEG, com as suas escalas 2 e 3 das Figuras 15 e 16:



Figura 17 - Segmentação para escala 3
Fonte: Adaptado de Deng e Manjunath (2001).



Figura 18 - Segmentação para escala 2
Adaptado de Deng e Manjunath (2001).

Após a segmentação nas escalas 3 e 2, tem-se os resultados mostrados nas Figuras 17 e 18, respectivamente. E na Figura 19, tem-se o resultado após a fusão dos segmentos na escala 2.



Figura 19 - Segmentação e fusão na escala 2.

Fonte: Adaptado de Deng e Manjunath (2001).

Nota-se que o \bar{J} é utilizado como critério de minimização para a segmentação JSEG. No exemplo mostrado, o valor de \bar{J} para a imagem original é de 0,435, para a segmentação na escala 3, $\bar{J} = 0,103$, para escala 2, $\bar{J} = 0,125$ e para a imagem segmentada com fusão, na escala 2, $\bar{J} = 0,088$.

3.3 Agrupamento dos Segmentos por Similaridade de Histogramas

O código do Algoritmo JSEG, aplicado neste trabalho de dissertação foi desenvolvido pelo Professor Dr. Francisco Fambrini, que gentilmente nos permitiu a sua utilização. A dimensão de 380x640 é o padrão da imagem de entrada para esse código, que consegue segmentá-la em quatro escalas diferentes.

Para analisar o resultado, foi feito o agrupamento de segmentos baseados na distância Euclidiana entre os seus histogramas normalizados das imagens, sendo pertencentes a um grupo determinado, os segmentos com distâncias menores ou iguais a uma certa tolerância ϵ . Essa técnica de agrupamento é baseada na teoria de *Near Sets* proposta por Henry (2010) e Peters (2007), e justifica-se a sua utilização devido à definição clara dos limites entre os grupos. Nessa proposta os grupos podem ter sobreposições em relação aos outros grupos, e é baseado na relação binária de equivalência, definidos a seguir.

Uma relação binária do conjunto A no conjunto B é um subconjunto do produto cartesiano A x B. Para indicar que um par $\langle x,y \rangle$ pertence à relação R, escreve-se xRy . A relação R no conjunto A é de equivalência se satisfizer às propriedades seguintes:

1. Reflexiva: se xRx para todo $x \in A$;
2. Simétrica: se xRy para $x, y \in A \rightarrow yRx$;
3. Transitiva: se xRy e yRz para $x, y, z \in A \rightarrow xRz$.

O Algoritmo de Agrupamento, descrito a seguir, considera que os grupos devem conter elementos que satisfaçam à relação binária de equivalência.

3.3.1 Algoritmo de Agrupamento por Similaridade de Histogramas

O Algoritmo de Agrupamento por Similaridade de Histogramas (ASH), para n segmentos de imagens, inicia-se com um grupo para cada um dos segmentos $x_i, i = 1, \dots, n$, e um conjunto de vizinhos V_i , sendo um vizinho um segmento x_j com a distância menor ou igual à tolerância ϵ de x_i , e um conjunto auxiliar AV_i , inicialmente vazio. Portanto, são criados n grupos, inicialmente, e em seguida escolhe-se para participar do grupo, o vizinho dentro de V_i , com a menor distância em relação a x_i (passo 1). O algoritmo de agrupamento leva em consideração a relação de equivalência, portanto, precisaria verificar se os vizinhos remanescentes no conjunto V_i , tem distância dentro da tolerância quanto ao vizinho escolhido, passo 2. O vizinho remanescente, que não satisfaz essa tolerância, não deve pertencer ao grupo, e deve fazer parte do conjunto auxiliar AV_i para a etapa de formação de um outro grupo, passo 3. Essa parte inicial do algoritmo é repetida até que todos os vizinhos de V_i que satisfaçam a relação de equivalência sejam incluídos no grupo, e os que não satisfaçam essa relação sejam incluídos no conjunto auxiliar, passo 4. Em seguida, uma nova etapa de agrupamento deve ocorrer para o elemento x_i , seguindo os passos descritos, considerando-se os vizinhos contidos no conjunto auxiliar, passo 5. O algoritmo repete essas etapas de agrupamento até que todos os vizinhos de x_i inicialmente contidos em V_i estejam em algum grupo formado por x_i , passo 6.

Algoritmo ASH

- 1) Criar um grupo G_i , incluindo inicialmente o próprio segmento x_i como pertencente à classe;
- 2) Escolher um dos vizinhos dentro do conjunto V_i , com a menor distância em relação a x_i ; se não existir vizinhos no conjunto V_i , ir para o passo 6;
- 3) Incorporar o vizinho escolhido ao grupo G_i , e calcular a distância entre o vizinho escolhido e os vizinhos remanescentes de V_i ; Se não existirem vizinhos remanescentes ir para o passo 6;
- 4) Dentre os vizinhos remanescentes de V_i , os que tiverem distância maior que ϵ para o vizinho escolhido devem ser excluídos de V_i e inseridos no conjunto AV_i ;
- 5) Ir para o passo 2;
- 6) Caso o conjunto AV_i não seja vazio, transferir todos os seus elementos para um novo conjunto de vizinhos V_i , esvaziar AV_i , e repetir os passos a partir do 1, até que todos os vizinhos de x_i estejam incluídos num dos grupos.

Após a aplicação do algoritmo ASH, para cada segmento x_i um conjunto de grupos é obtido como saída, portanto, devem ocorrer grupos em redundância ou subgrupos, contidos em outros grupos. Esses grupos em redundância e os subgrupos devem ser descartados.

3.4 Considerações Finais

Neste capítulo foram abordados os aspectos gerais sobre segmentação de imagens, os algoritmos JSEG, e de agrupamento ASH que considera a similaridade entre os histogramas dos segmentos de imagens, utilizados nesta dissertação. Como o algoritmo JSEG resulta em segmentação de imagens em diversas escalas, o estudo dos segmentos em diferentes escalas pela similaridade de seus histogramas de cores, e informações contidas nesses segmentos serão apresentados nos capítulos seguintes.

Capítulo 4 – Metodologia do Trabalho Desenvolvido

Neste capítulo descreve-se sobre a metodologia de pesquisa visando a segmentação de imagens cafeeiras, seguida de uma análise dos resultados em diferentes escalas de segmentos obtidos pelo algoritmo JSEG.

4.1 Banco de Dados de Imagens Cafeeiras Utilizado

Para este trabalho de dissertação foram utilizadas nos experimentos imagens RGB, do banco de dados *RoCoLe*, disponibilizado por Parraga-Alava *et al.* (2019). Conforme descrito no Capítulo 2, esse banco de dados contém 1560 imagens de cafeeiros, cujas folhas contém manchas de ferrugem alaranjadas. Para os experimentos foram extraídas desse banco, um total de 50 imagens com resolução de 380x640 pixels para segmentação, que estão no apêndice A.

4.2 Metodologia de Trabalho Realizado

O trabalho foi estruturado conforme o diagrama da Figura 20, que na esquerda mostra o banco de dados *RoCoLe*. Em seguida, segue a seleção de 50 imagens de 380x640 pixels, para a aplicação do algoritmo JSEG.

Para o processamento do algoritmo JSEG, foi usada a implementação desenvolvida e aplicada no trabalho de Fambrini *et al.* (2018).

Conforme descrição no capítulo 3, que foi descrito a implementação utilizada, o algoritmo JSEG, realiza segmentação em quatro diferentes escalas. Como o banco de dados contém imagens de cafeeiros com doença de ferrugem, foi realizado o estudo dos segmentos obtidos nas diferentes escalas, para medir qual a escala mais adequada para a detecção dessas doenças.

Para auxiliar o estudo dos segmentos obtidos, foi aplicado o algoritmo de agrupamento por similaridade de histogramas de cores, ASH, descrito no Capítulo 3, para cada uma das escalas, e para esse agrupamento foram escolhidas 30 amostras típicas de segmentos por escala. O algoritmo ASH foi desenvolvido para aplicação neste trabalho de dissertação, baseado na ideia original de Peters (2007).

O número de 30 amostras foi escolhido por considerarmos um número suficiente de amostras para o objetivo de comparação das segmentações em diferentes escalas. A análise comparativa da segmentação em diferentes escalas é realizada na fase final dos experimentos, conforme representado no bloco na extremidade direita da Figura 20.

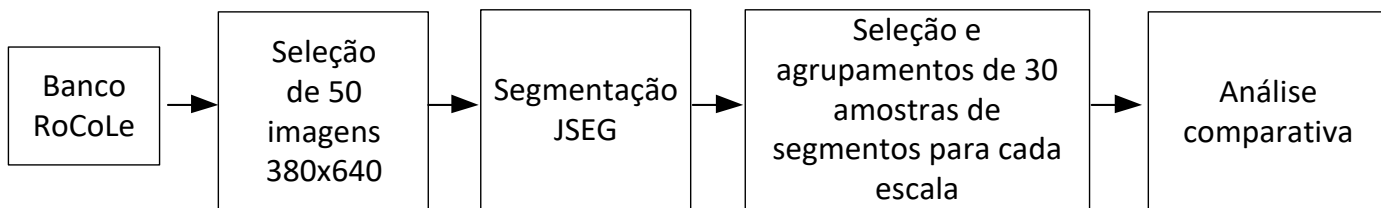


Figura 20 - Diagrama de blocos da sequência do experimento

Fonte: autor

Para ilustração são mostradas na Figura 21(a) uma imagem original do banco *RoCoLe*, contendo manchas de ferrugem, e nas Figuras 21 (b-d), três subimagens, de 380x640 pixels, extraídas. Nota-se que nessas imagens são contidos os fundos não foliares, além das folhas, interessantes para avaliar os efeitos de segmentação.

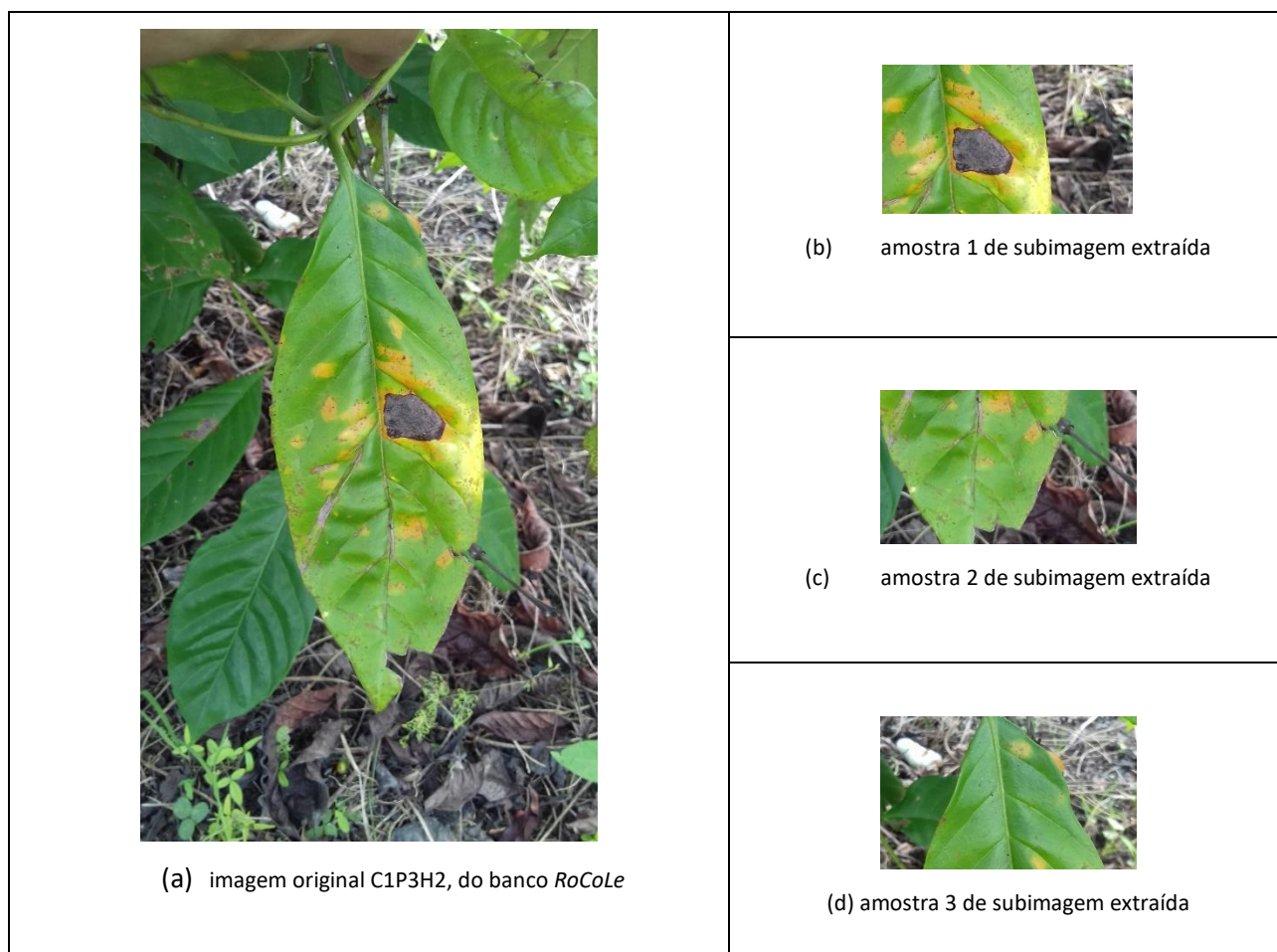


Figura 21 - Amostras de imagens extraídas do banco de dados *RoCoLe*.

Fonte: autor

Exemplos de segmentação utilizando JSEG são mostrados na Figura 22, onde cada segmento é contornado por linhas brancas: (a) Escala 1 com 273 segmentos, (b) Escala 2, 108 segmentos, (c) Escala 3, 29 segmentos e (d) Escala 4, 7 segmentos.

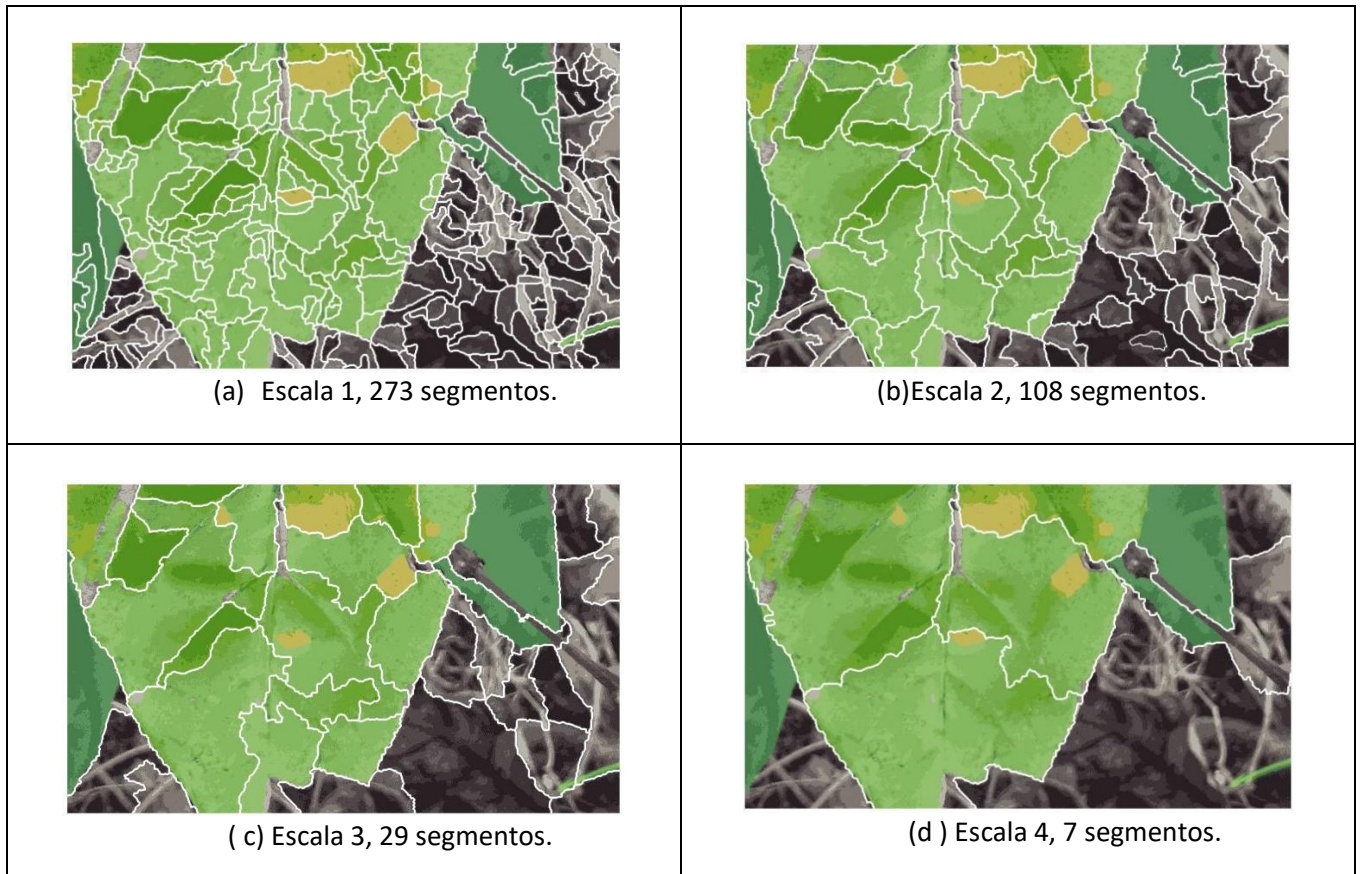


Figura 22 - Exemplo de segmentação JSEG, em quatro escalas

Fonte: autor

Capítulo 5 – Experimentos Realizados

Os experimentos foram realizados conforme a metodologia explicitada no capítulo anterior. Os resultados de segmentação, seleção de segmentos típicos para cada escala e os agrupamentos são descritos na ordem crescente de escala. Na Seção 5.1 descreve-se os experimentos na escala 1, na Seção 5.2, escala 2, Seção 5.3, escala 3 e Seção 5.4, escala 4. Na Seção 5.5 descreve-se uma análise geral sobre os resultados.

5.1 Experimentos de Segmentação e Agrupamento na Escala 1

Na figura 23 temos as amostras de 30 segmentos típicos selecionados para a escala 1, em que a janela de segmentação foi de dimensão 9x9. Para efeitos de numeração, as amostras ocorrem em duas linhas, iniciando-se no canto esquerdo superior, com o número 1, terminando no canto direito inferior, com o número 30.

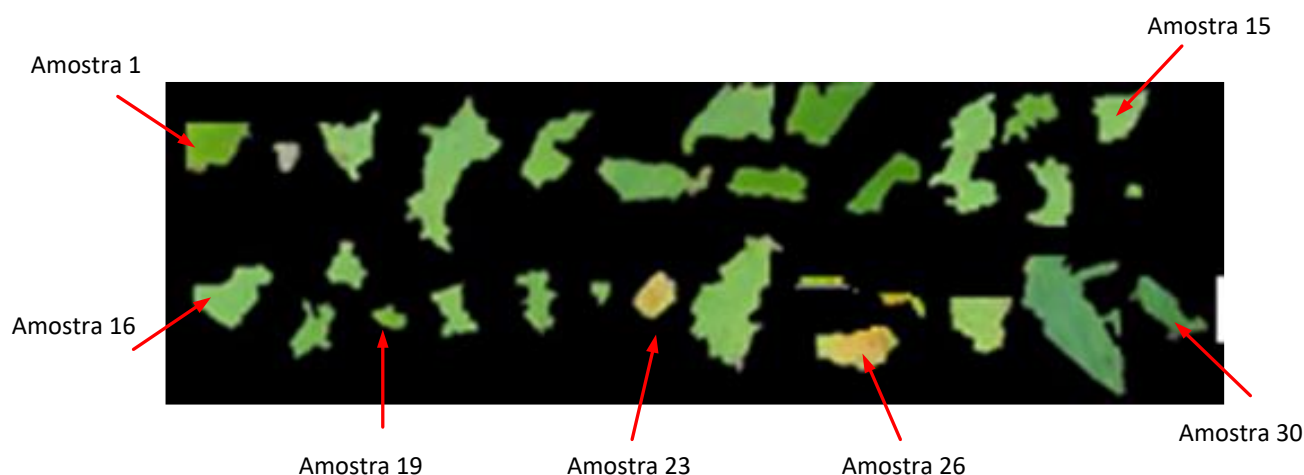


Figura 23 - Segmentos típicos selecionados da escala 1.

Fonte: autor

Uma tabela completa de todos os 30 segmentos selecionados e histogramas respectivos, da escala 1, estão no Apêndice C.

Para o agrupamento dos segmentos, foi utilizada a tolerância de $\epsilon = 0,1$, para determinar a vizinhança de cada segmento, conforme o algoritmo de agrupamento ASH, sendo que as distâncias entre cada par dos 30 segmentos selecionados da escala 1, estão contidas nas tabelas de distâncias, no Apêndice D. Os grupos de dois segmentos estão mostrados, em notação de conjuntos, na Tabela 5, e ilustrados na Figura 24. Nota-se que foram obtidos 8 grupos de dois segmentos. Os grupos individuais de apenas um elemento não estão listados na tabela.

Tabela 5 - Grupos para $\epsilon = 0.1$ na escala 1

G1={1,19}	G2={3,5}	G3={3,13}	G4={9,10}
G5={13,21}	G6={17,18}	G7={19,22}	G8={20,22}

Fonte: autor



Figura 24 - Agrupamentos obtidos na escala 1, para $\epsilon = 0.1$.

Fonte: autor

As amostras que formaram grupos como em G1= {1,19}, tem distância menor que 0,1, no caso 0,0903. Na Figura 25 ilustra-se dois dos segmentos: (a) amostra 1, (b) histograma da amostra 1, (c) amostra 19 e (d) histograma respectivo. Pelas características dos histogramas, nota-se que existem três picos de cores nesses exemplos de segmentos, o que não é perceptível visualmente.

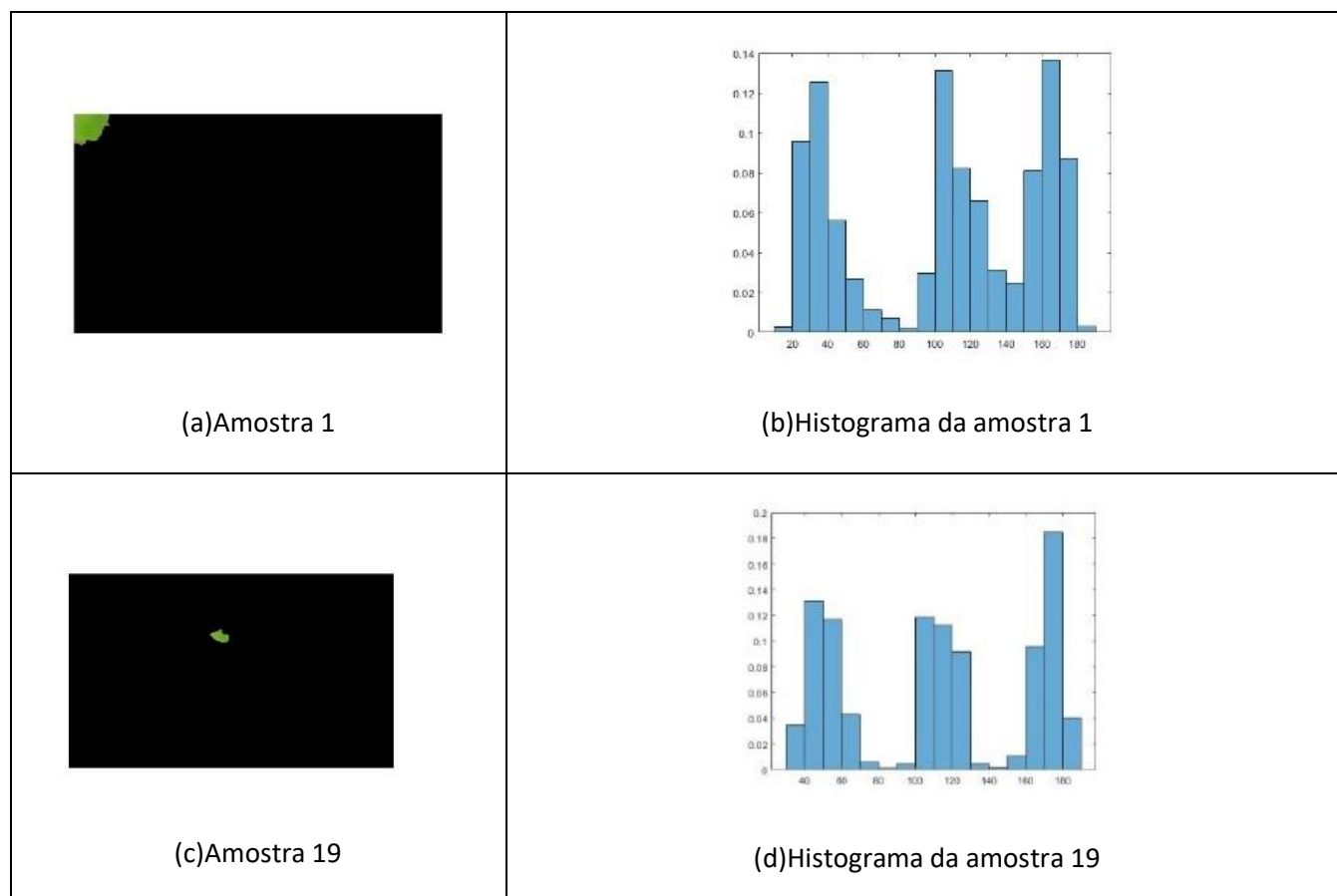


Figura 25 – (a) amostra 1, (b) histograma da amostra 1, (c) amostra 19 e (d) histograma respectivo.

Fonte: autor

Observa-se que apesar das amostras de segmentos 23 e 26, mostrados na Figura 26, serem manchas de ferrugem, conforme Parraga-Alava *et al.* (2019), as duas amostras não ficaram num mesmo grupo, pois a distância entre os dois segmentos resultou em 0,1520, maior que a tolerância $\epsilon = 0,1$ adotado para o algoritmo ASH. A Figura 26 ilustra: (a) amostra 23, (b) o histograma da amostra 23, (c) amostra 26 e (d) histograma respectivo. Apesar das duas amostras visualmente parecerem de uma única cor alaranjada, nota-se pelos histogramas respectivos a existência de dois picos de cores.

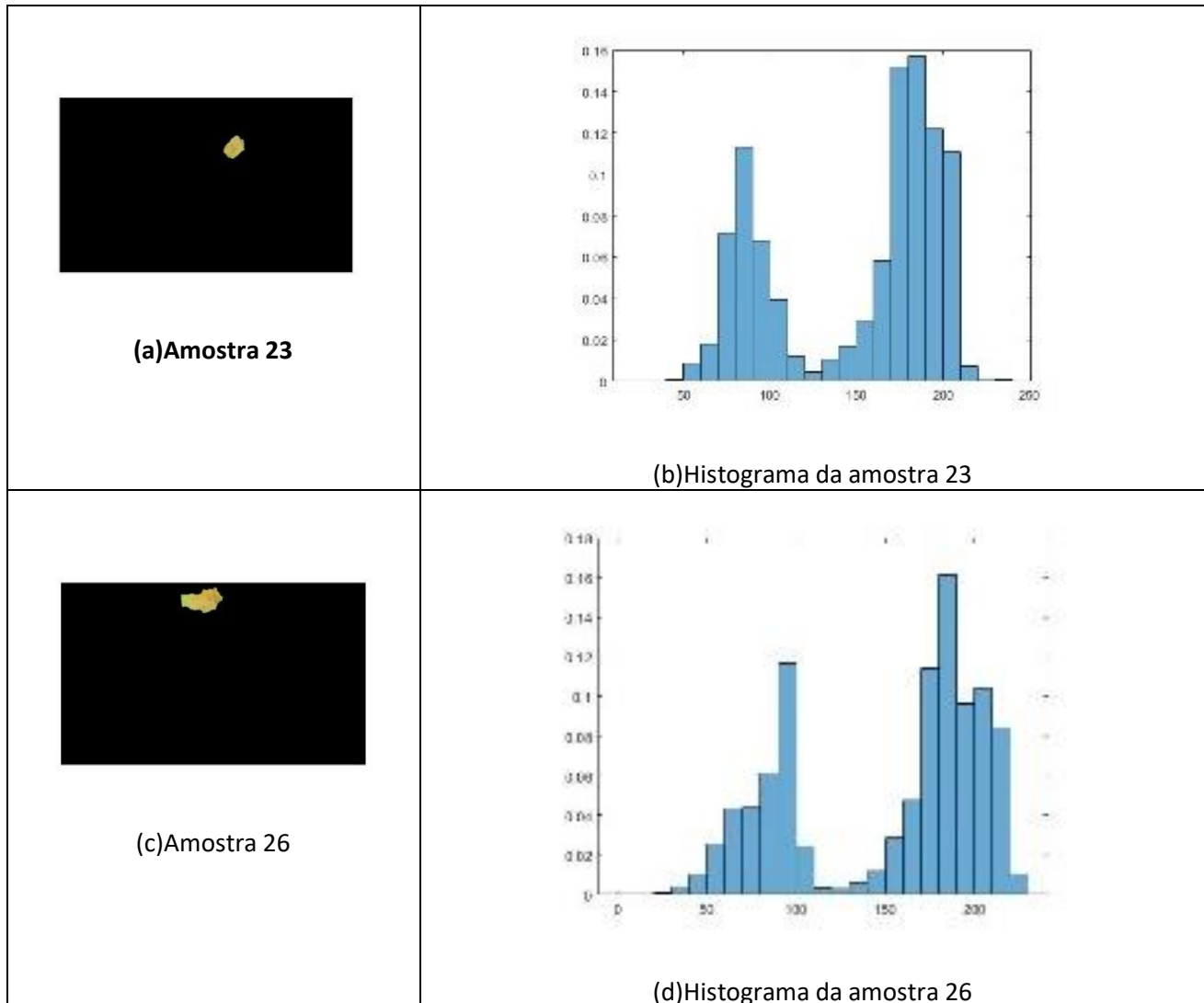


Figura 26 – (a) amostra 23, (b) histograma da amostra 23, (c) amostra 26, (d) histograma respectivo.

Fonte: autor

5.2 Experimentos de Segmentação e Agrupamento na Escala 2

A Figura 27 refere-se aos segmentos típicos selecionados para a escala 2, em que a janela de segmentação é de dimensão 17x17. A numeração dos segmentos ocorre da mesma forma que para a escala 1. Uma tabela completa de todos os 30 segmentos selecionados e histogramas respectivos, da escala 2, estão no Apêndice E.

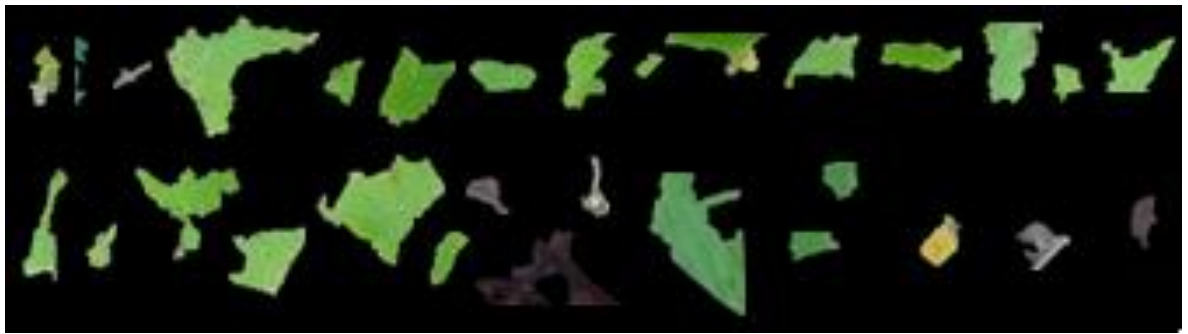


Figura 27 - Segmentos típicos selecionados da escala 2

Fonte: autor

Para o agrupamento, foi também utilizada a tolerância $\epsilon = 0,1$, como para a escala 1, sendo que as distâncias entre cada par dos 30 segmentos selecionados da escala 2, estão contidas nas tabelas de distâncias, no Apêndice F. Os grupos formados para esses segmentos estão mostrados na Tabela 6, em notação de conjuntos, e na Figura 28, em forma de grupos de segmentos. Nota-se que foram obtidos 13 grupos de dois ou mais segmentos, sendo que os grupos individuais não estão listados na tabela.

Tabela 6 - Grupos para $\epsilon = 0.1$ para a escala 2

G1={1,3}	G2={1,28}	G3={3,29}	G4={4,16,18}
G5={5,8}	G6={5,20}	G7={7,19}	G8={10,29}
G9={16,20}	G10={16,29}	G11={17,20}	G12={20,23}
G13={22,24,29}			

Fonte: autor

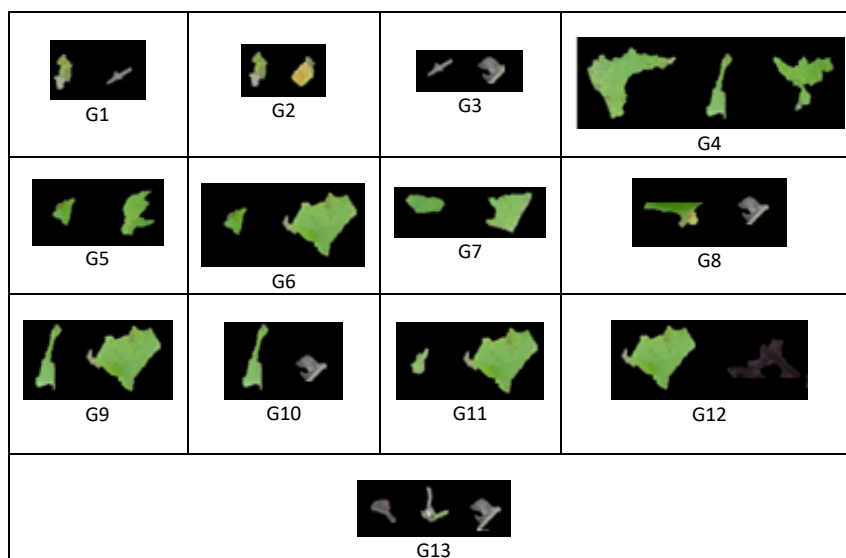


Figura 28 - Agrupamentos obtidos na escala 2

Fonte: autor

Na Figura 29 ilustra-se dois dos segmentos: (a) amostra 1, (b) seu respectivo histograma, (c) amostra 28, e (d) respectivo histograma. Esses dois segmentos formam o grupo G2, conforme Tabela 6. A distância entre as amostras é de 0,0961. Os respectivos histogramas apresentam dois picos de cores. Os picos à esquerda, relativos às duas amostras se assemelham, tendo o ponto máximo na coordenada horizontal em torno de 80, porém, os picos à direita diferem na coordenada horizontal. Assim, para o pico à direita, o ponto máximo para a amostra 1 fica em torno da coordenada 150, enquanto para a amostra 28, fica em torno da coordenada 180. Além desses valores máximos, a distribuição das cores na amostra 1, para o pico à direita varia mais suavemente que para a amostra 28. Isso explica a nitidez da cor alaranjada na amostra 28, em relação à amostra 1, que aparenta a existência de uma mistura maior de cores.

Na Figura 30 ilustra-se dois dos segmentos: (a) amostra 7, (b) seu respectivo histograma, (c) amostra 19, e (d) respectivo histograma. Esses dois segmentos formam o grupo G7, conforme Tabela 6. A distância entre as amostras é de 0,0955. Os respectivos histogramas apresentam três picos de cores. Os picos da amostra 7 tem os valores máximos nas coordenadas horizontais 80, 110 e 170, e os picos da amostra 19, nas coordenadas 100, 135 e 190. Além disso, os dois picos à esquerda, da amostra 7 apresentam maior distribuição ao longo da coordenada horizontal, em relação à amostra 19, na qual os dois picos são mais acentuados. Isso explica a razão pela qual a amostra 19 apresenta mais nitidez em relação à amostra 7.

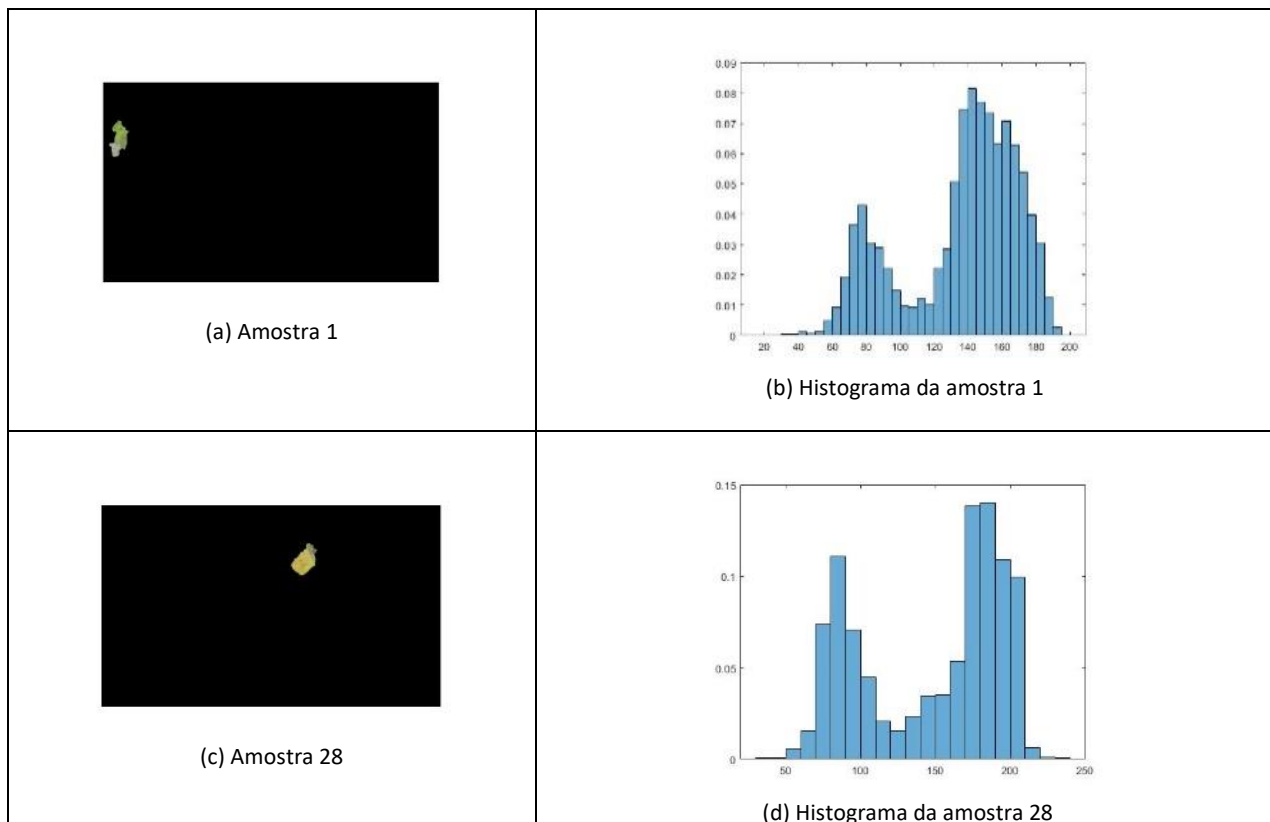


Figura 29 - Ilustração dos segmentos: (a) amostra 1, (b) histograma da amostra 1, (c) amostra 28, (d) histograma respectivo.

Fonte: autor

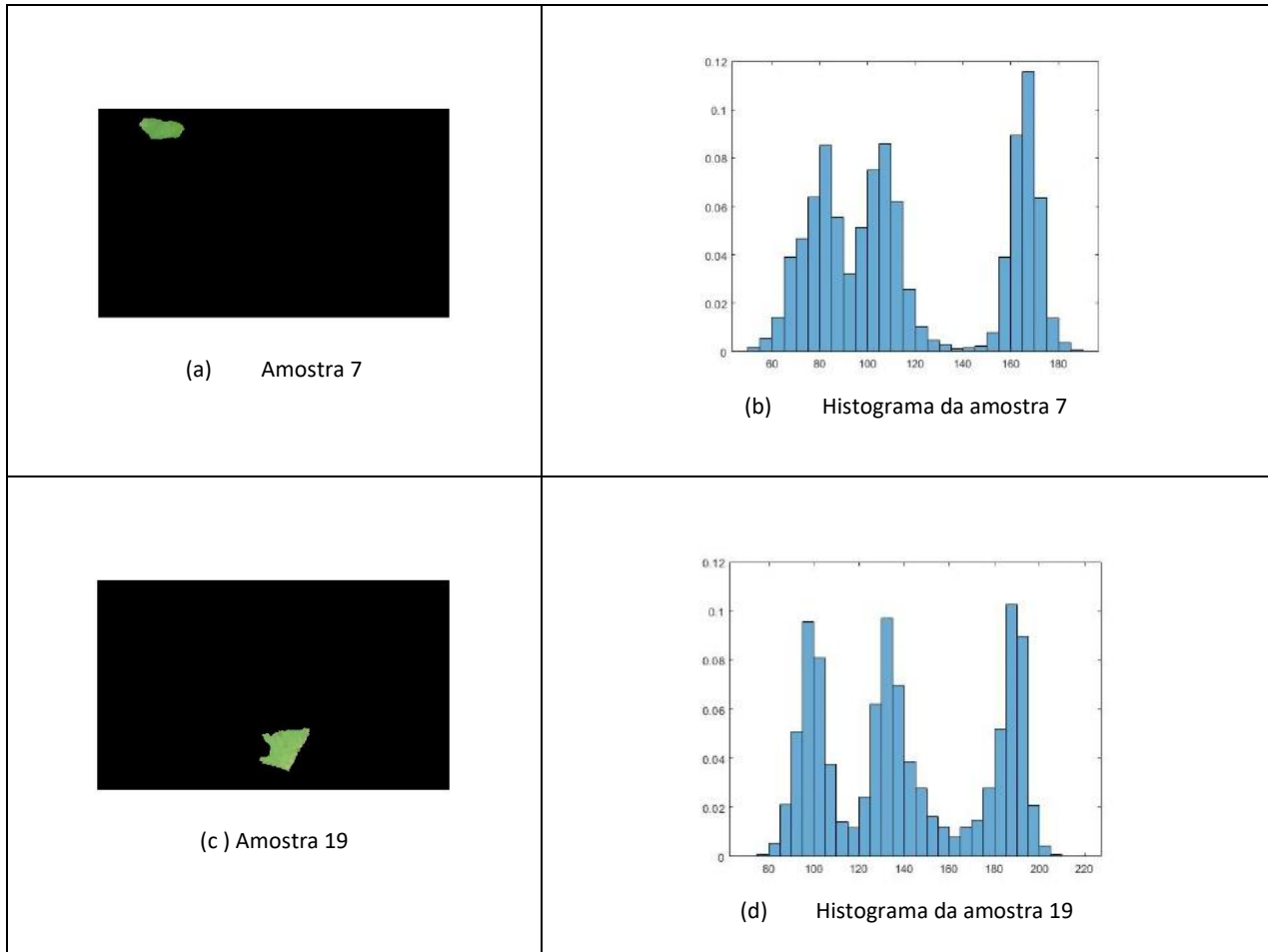


Figura 30 - Ilustração dos segmentos: (a) amostra 7, (b) histograma da amostra 7, (c) amostra 19, (d) histograma respectivo.

Fonte: autor

5.3 Experimentos de Segmentação e Agrupamento na Escala 3

A Figura 31 refere-se aos segmentos típicos selecionados para a escala 3, em que a janela de segmentação foi de dimensão 33x33. A numeração dos segmentos ocorre, em três linhas, sendo dez segmentos por linha, da esquerda para a direita e de cima para baixo, como nos casos anteriores. Uma tabela completa de todos os 30 segmentos selecionados e histogramas respectivos, da escala 3, estão no Apêndice G.



Figura 31 – Segmentos típicos selecionados na escala 3

Fonte: autor

Para o agrupamento, foi utilizada a tolerância $\epsilon = 0,1$, sendo que as distâncias entre cada par dos 30 segmentos selecionados da escala 3, estão contidas nas tabelas de distâncias, no Apêndice H. Os grupos formados para esses segmentos estão mostrados, em notação de conjuntos, na Tabela 7 e em forma de imagens na Figura 32. Foram obtidos 8 grupos de dois ou mais segmentos, sendo que os grupos individuais não estão listados na tabela.

Tabela 7 - Grupos com para $\epsilon = 0.1$ para a escala 3

G1={1,8,13}	G2={2,4,7}	G3={4,5,6}	G4={1,9,27}
G5={1,5,8}	G6={15,29,30}	G7={24,25}	G8={15,28,29}

Fonte: autor

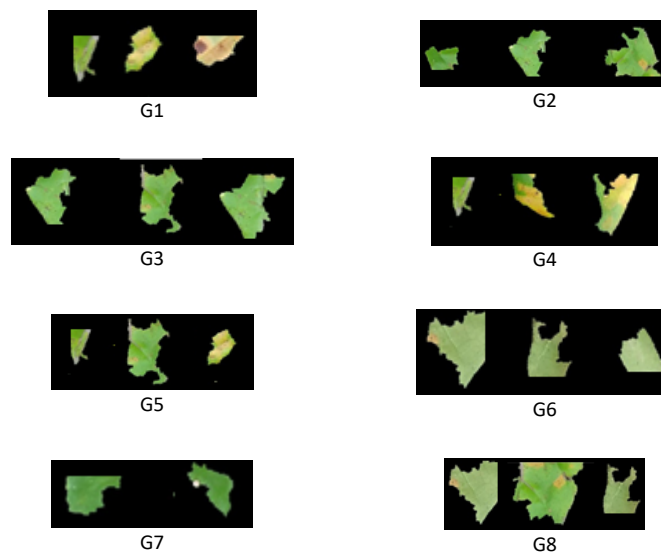


Figura 32 - Agrupamentos obtidos com a escala 3

Fonte: autor

A Figura 33 refere-se às amostras do grupo G1: (a) amostra 1, (b) histograma da amostra 1, (c) amostra 8, (d) histograma da amostra 8, (e) amostra 13 e (f) histograma respectivo.

A distância entre a amostra 1 e a amostra 8 é de 0,0679; distância entre a amostra 1 e a amostra 13, 0,0849; e a distância entre a amostra 8 e a amostra 13, 0,0822. Nota-se no histograma da amostra 1, que as coordenadas horizontais dos três picos são 50, 100 e 180. Para a amostra 8, os três picos são vistos nas coordenadas 80, 130 e 200. Para a amostra 13, as coordenadas dos picos são 130, 150 e 220. Nota-se também que o pico à direita é maior para as três amostras. Em relação à distribuição das cores em torno dos picos, a amostra 1 tem as cores mais distribuídas, o que justifica a falta de nitidez dessa amostra. As amostras 8 e 13 apresentam os picos mais acentuados, o que explica maior contraste nas cores dessas amostras.

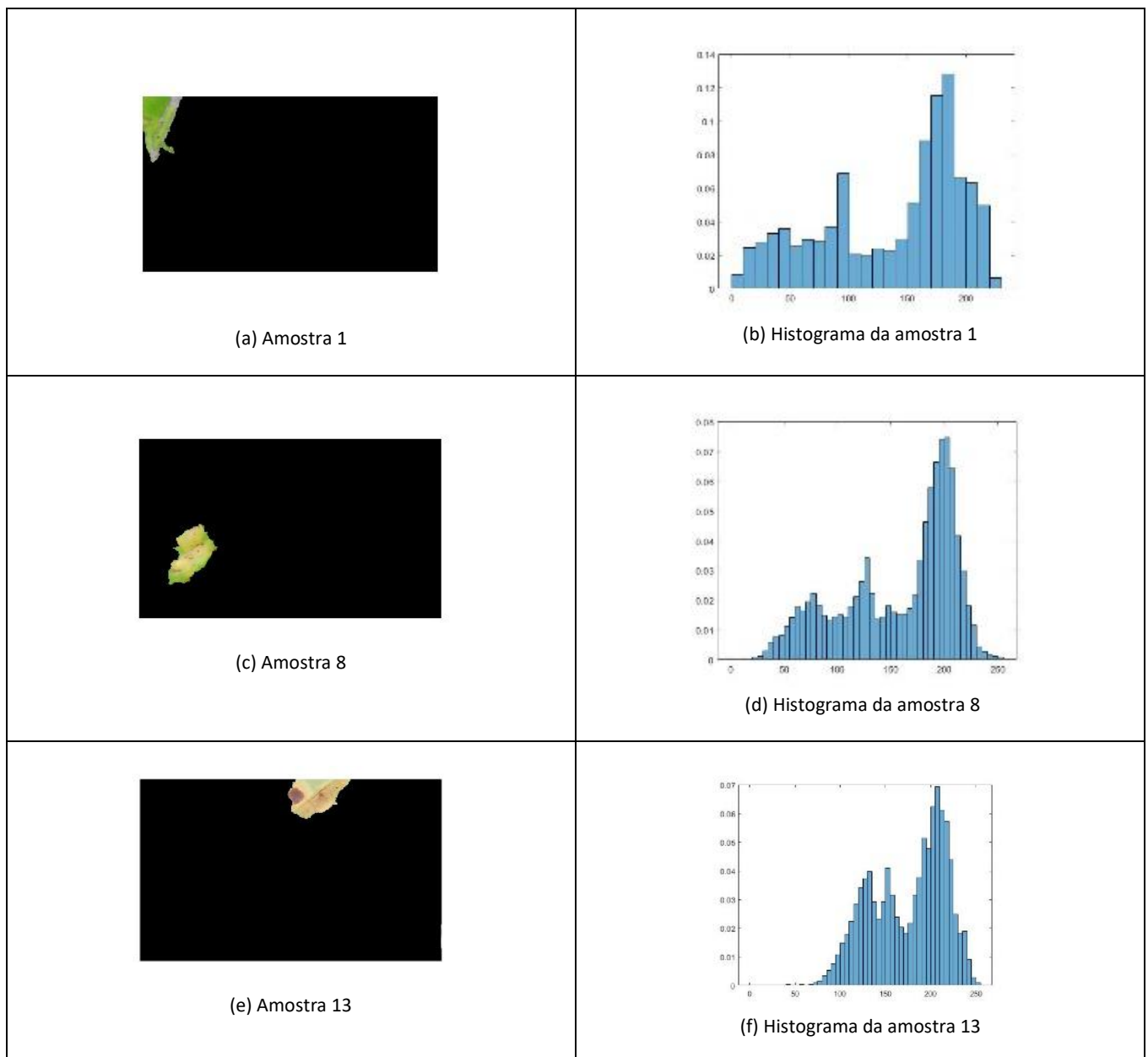


Figura 33 - Ilustração de um histograma do segmento de número 26. No canto superior está mostrado o segmento

Fonte: autor

5.4 Experimentos de Segmentação e Agrupamento na Escala 4

A Figura 34 refere-se aos segmentos típicos selecionados para a escala 4, em que a janela de segmentação foi de dimensão 65x65. A numeração dos segmentos ocorre da mesma forma que no caso anterior. Uma tabela completa de todos os 30 segmentos selecionados e histogramas respectivos, da escala 4, estão no Apêndice I.



Figura 34 – Segmentos típicos selecionados da escala 4

Fonte: autor

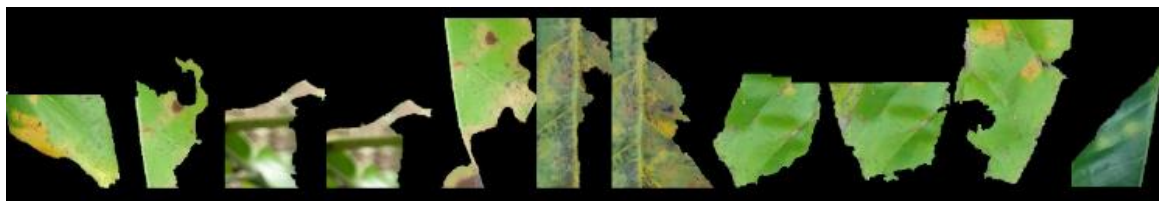
Para o agrupamento, foi também utilizada a tolerância $\epsilon = 0,1$. As distâncias entre todos os segmentos selecionados na escala 4 estão contidas no Apêndice J. Os grupos formados para esses segmentos estão mostrados na Tabela 8 e alguns exemplos na Figura 34. Foram obtidos 21 grupos de dois ou mais segmentos, sendo que os grupos individuais não estão listados na tabela.

Tabela 8- Grupos com $\epsilon = 0,1$

G1={1,15,16,17}	G2={1,2,12,13,15,25,26,27}
G3={1,2,12,13,16,24,25,26,27}	G4={1,12,13,17,23,25,26,27}
G5={1,2,4,23,24,27,30}	G6={1,2,12,13,14,23,24,25,26,27,30}
G7={2,15,16,20,21}	G8={3,4,5,15,16,22}
G9={3,4,15,16,17,22,29,30}	G10={3,12,13,15,16,17,25,26}
G11={6,7}	G12={8,9}
G13={10,11}	G14={10,12,13,15,16}
G15={12,15,16,20,21}	G16={12,28}
G17={15,28}	G18={16,20,21}
G19={18,19}	G20={20,21,30}
G21={28,30}	

Fonte: autor

A Figura 35 é uma ilustração de dois dos agrupamentos: (a) $G6=\{1,2,12,13,14,23,24,25,26,27,30\}$ e (b) $G7=\{2,15,16,20,21\}$. A numeração das amostras nas duas figuras está em ordem crescente, da esquerda para a direita. Nota-se que cada uma das amostras contidas nesses grupos contém uma quantidade maior de cores, comparadas com as amostras nas escalas anteriores. As manchas alaranjadas provocadas pela ferrugem são notadas em diversas posições das amostras.



(a)



(b)

Figura 35 - (a) agrupamento G6, (b) agrupamento G7

Fonte: autor

Para melhor entender o conteúdo dessas amostras, apresenta-se na Figura 36, os histogramas das amostras referentes ao grupo G7. É notável pelos histogramas e pelas imagens que as amostras 2, 15 e 16 são mais similares em relação às amostras 20 e 21. As distâncias entre as amostras do agrupamento G7 são mostradas na Tabela 9. Nota-se que a maioria das distâncias são em torno de 0,09 com exceção das distâncias entre os pares de amostras 15 e 16, de 0,0234 e entre as amostras 20 e 21, de 0,0306. Os histogramas desses dois pares de amostras se assemelham visivelmente na Figura 36.

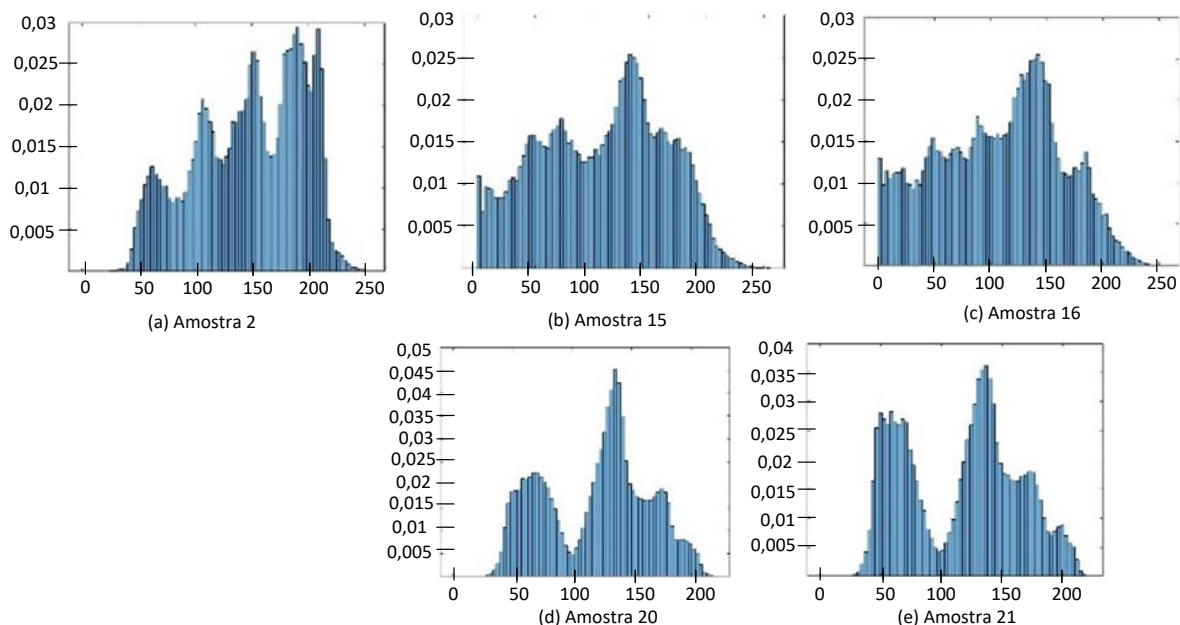


Figura 36 – Histogramas das amostras do agrupamento $G7=\{2,15,16,20,21\}$.

Fonte: autor

Tabela 9 - Distância entre pares de amostras do agrupamento G7.

	Amostra 2	Amostra 15	Amostra16	Amostra 20	Amostra 21
Amostra 2	-	0,0990	0,0996	0,0842	0,0909
Amostra 15	-	-	0,0234	0,0955	0,0915
Amostra 16	-	-	-	0,0991	0,0972
Amostra 20	-	-	-	-	0,0306

Fonte: autor

5.5 Análise Geral dos Resultados

Nota-se que os segmentos, ao aumentar a escala, são em número menor e maiores em número de pixels. Sendo assim, para a seleção das 30 amostras na escala 1 foi utilizada a segmentação de uma única imagem de 380x640 pixels. O mesmo aconteceu com a escala 2. Para a seleção das 30 amostras na escala 3, foram utilizadas segmentações de 10 imagens de 380x640 pixels, e para a escala 4, foram utilizadas as segmentações de todas as 50 imagens extraídas do banco *RoCoLe*. Esses números de imagens utilizados permitiram o estudo das características dos segmentos nas diferentes escalas.

Na escala 1, os segmentos são visivelmente pequenos em área e mais homogêneos. À medida que a escala vai aumentando, os segmentos contêm mais pixels e são mais heterogêneos. Os histogramas das amostras na escala 1, mostradas na Figura 26, relativas às manchas de ferrugem, contêm dois picos, nas coordenadas 80 e 180, que caracterizam a existência da doença. Esses picos são bem acentuados, e representam as duas cores típicas de ferrugem. Por outro lado, temos as amostras na Figura 25, que aparentemente não contêm manchas de ferrugem, e apresentam histogramas com três picos, próximos às coordenadas 40, 110 e 170.

Na escala 2, os histogramas mostrados na Figura 29, de duas amostras com manchas de ferrugem, apresentam também dois picos, como na escala 1, nas mesmas posições, mostrando que os resultados de segmentações nas escalas 1 e 2 são próximas, apesar de que o número de segmentos na escala 1 é bem maior. Na Figura 30, as amostras agrupadas não contêm manchas de ferrugem, e apresentam 3 picos, conforme descrito.

Na escala 3, na ilustração da Figura 33, correspondente às amostras de segmentos contendo manchas de ferrugem, os histogramas contêm três picos de cores mostrando maior heterogeneidade em relação às amostras nas escalas 1 e 2.

Na escala 4, nas amostras de segmentos com manchas de ferrugem mostradas na Figura 36(b), resultantes do agrupamento G7, notamos uma diversidade de cores nos histogramas respectivos, dificultando a sua análise.

Em termos de utilização da segmentação na detecção de doenças, quanto mais homogêneo seja o segmento, mais fácil seria a detecção. Isso significa que a segmentação nas escalas 1 e 2, poderiam ser usadas para essa finalidade. Nota-se que na escala 1 os elementos agrupados parecem muito mais próximos que os grupos na escala 2 e assim sucessivamente, apesar de ter utilizado a mesma tolerância $\epsilon = 0,1$.

6.1 Conclusão

Este trabalho teve como finalidade o estudo da segmentação das imagens de cafeeiros utilizando o algoritmo JSEG, para a separação das partes interessantes, em relação à detecção de doenças como ferrugem. O algoritmo JSEG permite a segmentação em diversas escalas, em função da janela de segmentação utilizada. Para permitir a análise dos segmentos similares nas diferentes escalas foi desenvolvido e utilizado um algoritmo de agrupamento baseado na distância Euclidiana entre os histogramas de cores dos pares de segmentos, denotado algoritmo de agrupamento ASH, baseado na teoria de *Near Sets*, que usa o conceito de relação binária e de equivalência.

Foi possível obter resultados em quatro escalas de segmentação, em função do tamanho das janelas utilizadas que variam de 9x9 a 65x65. Os segmentos na escala 1, a dimensão em pixels é menor, e as cores são mais homogêneas, enquanto nas escalas maiores, a dimensão é maior, e as cores são mais heterogêneas. Para efeitos de detecção de doenças nos cafeeiros, em que as partes lesadas aparecem em cores avermelhadas, o uso da segmentação em escalas 1 e 2 se mostrou mais adequado.

Como proposta de trabalhos futuros sugere-se o treinamento de redes neurais, em que as entradas sejam os valores dos histogramas normalizados obtidos a partir da segmentação JSEG. Para tanto, os segmentos contendo manchas de doenças, nas escalas 1 ou 2, devem ser selecionados como amostras de treinamento.

6.2 Trabalhos Futuros

Para trabalhos futuros temos os seguintes tópicos, para o desenvolvimento de softwares de detecção de doenças em cafeeiros.

- I. Desenvolvimento de plataformas móveis para obtenção de amostras de imagens para uso nas lavouras;
- II. Criação de banco de dados de imagens de cafeeiros para estudo;
- III. Treinamento de redes neurais, em que as entradas sejam os valores dos histogramas normalizados obtidos a partir da segmentação JSEG;
- IV. Utilização de distâncias estocásticas para o cálculo da similaridade entre os segmentos obtidos em diferentes escalas de segmentação, como as distâncias de Bhattacharyya, Hellinger, Total Variation e Cauchy-Schwarz; e
- V. Análise de texturas dos segmentos nas diferentes escalas do JSEG.

6.3 Publicações

Este trabalho de dissertação resultou em dois artigos científicos submetidos, sendo o primeiro aprovado e publicado no WCF (Workshop de Computação do UNIFACCAMP, Campo Limpo Paulista-SP), apresentado online em 1/10/2020, e o segundo foi aprovado e publicado no WVC (Workshop de Visão Computacional), apresentando online em 22/11/2021.

Referências

- Barbedo, J. G. A. (2016) A Review on the Main Challenges in Automatic Plant Disease Identification Based on Visible Range Images, *Biosystems Engineering*, vol. 144, p. 52-60.
- Cavaton, T. F.; Teixeira, R.; Ferreira, L.T. (2011) Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café - Chefia Adjunta de Transferência de Tecnologia da Embrapa Café. Data publicação: 19 de dezembro de 2019, MTb 3032/DF. [Online] Disponível em www.consorciopesquisacafe.com.br/index.php/imprensa/noticias/962-2019-12-19-19-21-41 [Acesso em 5 janeiro 2020].
- Cheng, H.; Peng, H.; Liu, S. (2013) An improved K-means clustering algorithm in agricultural image segmentation., *Proceeding of SPIE*, vol. 8761, p. 1-5.
- Chimi-Chiadjeu, O.; Vannier, E.; Hégarat-Masclé, S. L.; Dusséaux, R.; Taconet, O. (2012) Segmentation of Elevation Images Based on a Morphology Approach for Agricultural Clod Detection, *5th, International Congress on Image and Signal Processing – CISP*, p. 701-705.
- Deng, Y. & Manjunath, B. S. (2001) Unsupervised Segmentation of Color-Texture Regions in Images and Video. Palo Alto, CA: Hewlett-Packard Laboratories.
- Denisova, A. Y.; Kuznetsov, A.; Glumov, N. I. (2018) The technology of agricultural fields remote sensing image segmentation using morphological profiles, *The IV International Conference on Information Technology and Nanotechnology, IOP Conf. Series: Journal of Physics*, vol. 1096, p. 1-10.
- Educalingo. (2015) Educalingo dicionário com mais de 20 idiomas. [Online]. Disponível em: <https://educalingo.com/pt/dic- t/estomato> [Acesso em 10 janeiro 2020].
- Eriksson, A.P.; Barr, O.; Astrom, K. (2021) Image Segmentation Using Minimal Graph Cuts. [Online] Disponível em <http://aeriksson.net/papers/eriksson-barr-et-al-ssba-06.pdf> [Acesso em dezembro de 2021].
- Fambrini, F.; Iano Y.; Caetano, D.G.; Rodriguez, A.A.D.; Moya, C.; Carrara, E.; Rangel, A.; Cabelo, F.C.; Zubem, J.V.; Cura, L.M.D.V.; Destro-Filho, J.B.; Campos, J.R.; Saito, J.H. (2018) GPU Cuda JSEG Segmentation Algorithm associated with Deep Learning Classifier for Electrical Network Images Identification, *Procedia Computer Science*, Vol. 126, pp. 557-565.
- Gao, R. & Wu, H. (2015) Agricultural Image Target Segmentation Based on Fuzzy Set, *International Journal of Light and Electron Optics*, p. 1-12.
- Gonzalez, R. C. & Woods, R. E. (2008) Digital Image Processing. 4ª edition. New York: *Pearson Education*.
- Guijarro, M.; Riomoros, I.; Pajares, G.; Zitinski, P. L. (2015) Discrete wavelets transform for improving greenness image segmentation in agricultural images, *Computers and Electronics in Agriculture*, Elsevier, vol. 118, p. 396-407.

Henry, C.J., (2010) Near Sets: Theory and Applications. *Academic Doctoral Thesis*, University of Manitoba, Winnipeg, Manitoba R3T 5V6, Canada.

Khan, M. A.; Lali, M. I.; Sharif, M.; Javed, K.; Aurangzeb, K.; Haider, S. I.; Altamrah, A. S. A.; Akram, T. (2019) An Optimized Method for Segmentation and Classification of Apple Diseases Based on Strong Correlation and Genetic Algorithm Based Feature Selection. *IEEE Access*, vol. 7, p. 46261-46276.

Krohling, Cesar Abel., Rocha, Osvaldo Jam., Eutrópio, Frederico J., Silva, Ary Gomes da. (2010) Uma avaliação do ataque da ferrugem do cafeeiro. *Hemileia vastatrix Berk & Br.*, no sub-bosque da Reserva Biológica de Duas Bocas, Cariacica, Espírito Santo. *Natureza on line*, vol. 8, n.2, p. 63-66.

Liu, B.; He, S.; He, D.; Zhang, Y.; Guizani, M. (2019) A Spark-based Parallel Fuzzy C-means segmentation algorithm for agricultural image Big Data, *IEEE Access*, vol. 7, p. 42169-42180.

Longzhe, Q. & Enchen, J. (2011) Automatic Segmentation Method of Touching Corn Kernels in Digital Image Based on Improved Watershed Algorithm, *International Conference on New Technology of Agricultural*. 27-29 maio de 2011, p. 34-37.

Lulio, L. C.; Tronco, M.; Porto, A. J. V. (2009) JSEG-based Image Segmentation in Computer Vision for Agricultural Mobile Robot Navigation, *IEEE International Symposium on Computational Intelligence in Robotics and Automation - (CIRA)*, 15-18 dezembro de 2009, p. 1-6.

Mengistu, A. D.; Mengistu, S. G.; Alemayehu, D. M. (2016) Image Analysis for Ethiopian Coffee Plant Diseases Identification, *International Journal of Biometrics and Bioinformatics*, vol. 10, p. 1-11.

Mesquita, C.M.; Rezende, J.E.; Carvalho, J.S.; Júnior, M.A.F.; Moraes, N.C.; Dias, P.T.; Carvalho, R.M.; Araújo, W.G. (2016) Manual do café: Distúrbios fisiológicos, pragas e doenças do cafeeiro. Belo Horizonte: EMATER-MG.

Metre, V., Ghorpade, J. (2013) An Overview of the Research on Texture Based Plant Leaf Classification, *IJCSN-International Journal of Computer Science and Networ*, vol. 2, n.3, p. 1-12.

Mettleq, A. S. A. & Abu-Naser, S. (2019) A Rule Based System for the Diagnosis of Coffee Diseases, *International Journal of Academic Information Systems Research*, vol. 3, p. 1-8.

Parraga-Alava, J.; Cusme, K.; Loor, A.; Santander, E. (2019) RoCoLe: A robusta coffee leaf images dataset for evaluation of machine learning based methods in plant diseases recognition, *Data in Brief*, vol.25, p. 1-5.

Peters, J.F. (2007) Near Sets: General Theory About Nearness of Objects, *Applied Mathematical Sciences*, vol.1, n.53, p.2609-2629.

Sakiyama, N.; Martinez, H.; Tomaz, M.; Borém, A. (2015) Café Arábica do Plantio à Colheita. Editora Universidade Federal de Viçosa., ISBN: 9788572695275, 1ª Edição.

Song, Y.; Wen, Y.; Sun, H.; Li, M.; Zhao, Y.; Zhang, Y. (2015) Detection of crop growth index based on image segmentation, *American Society of Agricultural and Biological Engineers (ASABE) Annual International Meeting*, New Orleans, 26-29 de julho de 2015, p. 1-5.

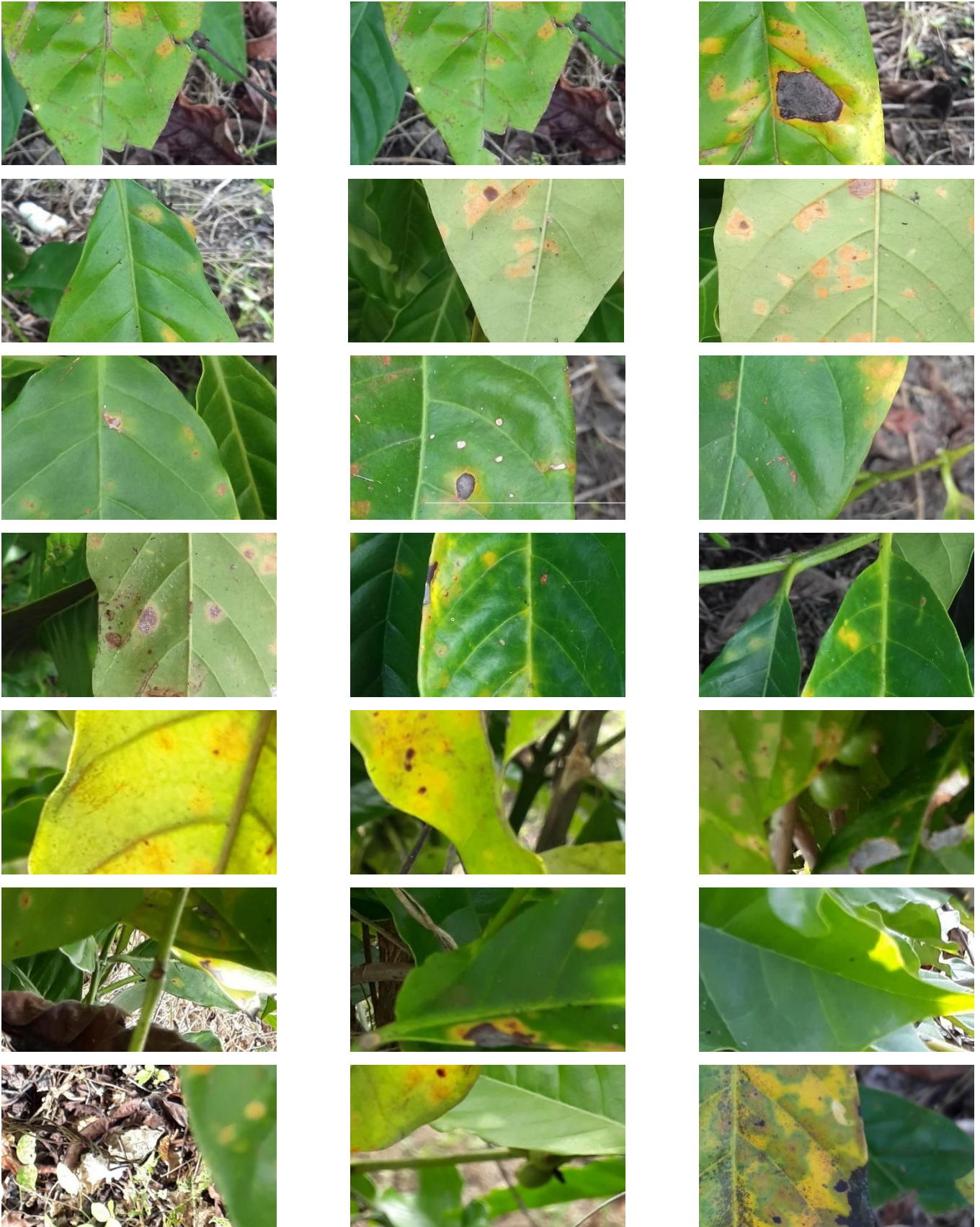
Sorte, L. X. B. S. (2019) Métodos Computacionais para reconhecimento de Doenças em folhas Cafeeiras. *Dissertação*, UNIFACCAMP, Campo Limpo Paulista.

Suhartono, D.; Aditya, W.; Lestari, M.; Yasin, M. (2013) Expert System in Detecting Coffee Plant Diseases, *International Journal of Electrical Energy*, vol. 1, p. 156-162.

Zhou, J.; Fu, X.; Zhou, S.; Zhou, J. (2018) Evaluation of the performance of machine learning methods in soybean segmentation for image-based high-throughput phenotyping in greenhouse, *ASABE Annual International Meeting*, 29 julho a 1 de agosto de 2018, p. 1-12.

Apêndice A – Imagens de Cafeeiros Extraídos do Banco RoCoLe

Imagens usadas neste trabalho que foram extraídas no do banco de dados RoCoLe (Parraga-Alava, 2019)







Apêndice B – Exemplo de Crescimento de Regiões do Algoritmo JSEG

A imagem J mostrada na figura B1 refere-se à imagem da figura 13.

0,6	0,5	0,5	0,7	0,9	0,9	0,5	0,5	0,6
0,5	0,3	0,0	0,4	0,8	0,8	0,0	0,3	0,5
0,5	0,0	0,0	0,0	0,8	0,8	0,0	0,0	0,5
0,5	0,0	0,0	0,0	0,8	0,8	0,0	0,0	0,5
0,5	0,0	0,0	1,2	1,3	0,9	0,9	0,8	1,0
0,5	0,0	0,0	0,8	0,8	0,8	0,9	0,8	1,0
0,5	0,0	0,0	0,8	0,8	0,0	0,0	0,0	0,5
0,5	0,3	0,0	0,8	0,8	0,0	0,0	0,4	0,5
0,6	0,5	0,7	0,9	0,9	0,5	0,5	0,5	0,7

Figura B1. Imagem J referente ao mapa de classes da figura 13

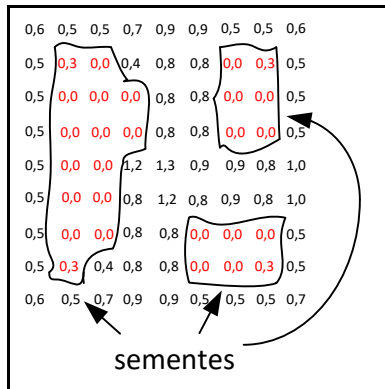


Figura B2. Sementes obtidas aplicando o procedimento para determinação da área de sementes, a partir do cálculo de limiar T_j . O limiar T_j utilizado foi de 0,3.

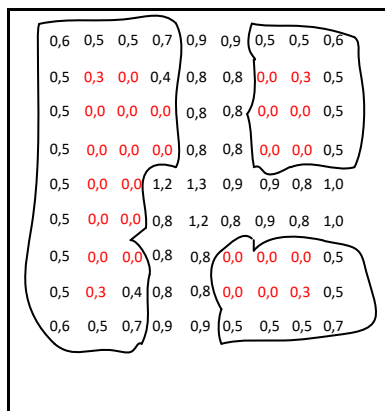


Figura B3. A partir da média dos valores de J locais que não pertencem às sementes, de 0,71, foram incorporados os pixels adjacentes às sementes, de valores menor que a média.

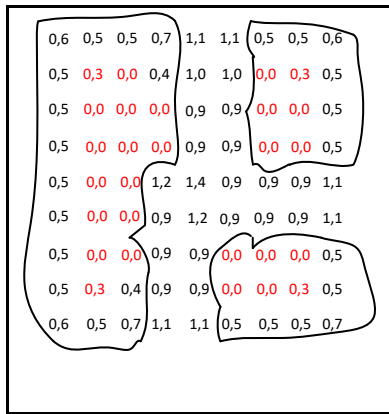


Figura B4. Considerando-se os pixels ainda não pertencentes às sementes, novos valores de J locais foram calculados na escala menor. Média = 0,99

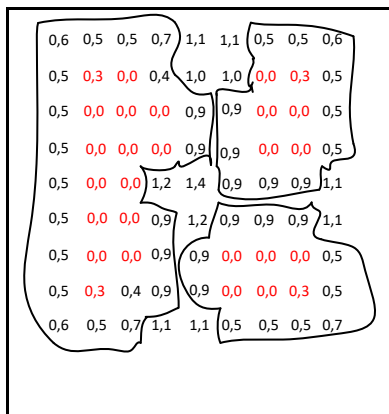


Figura B5. A partir da média dos valores de J locais de pixels não pertencentes às sementes, de 0,99, novos pixels com valores menores que a média são incorporados às sementes

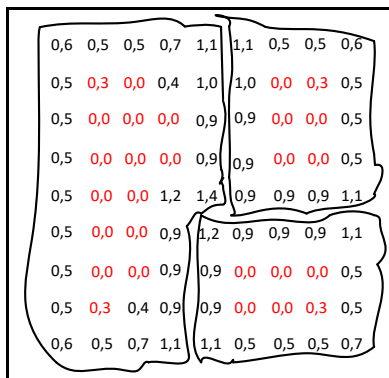
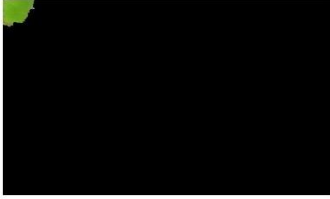
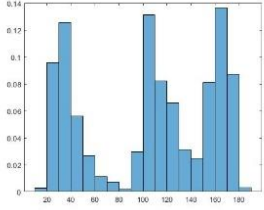

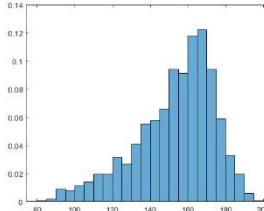
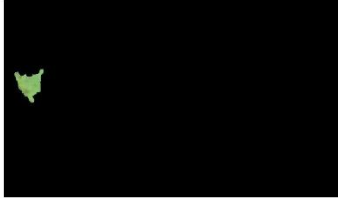
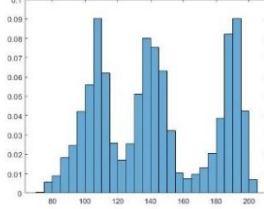

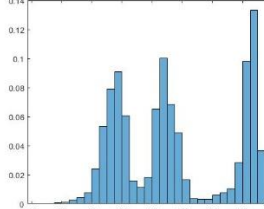

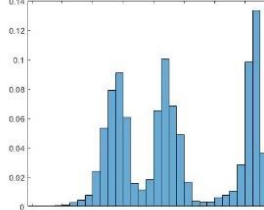

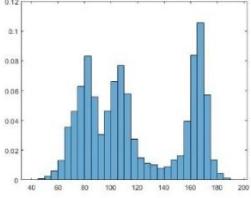

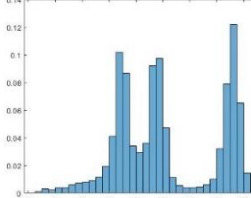
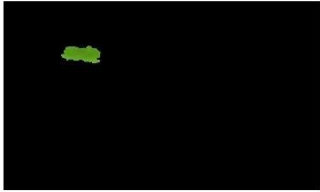
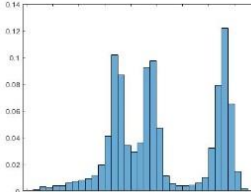

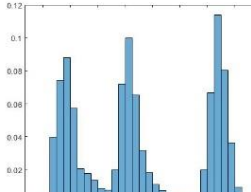

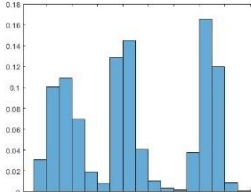

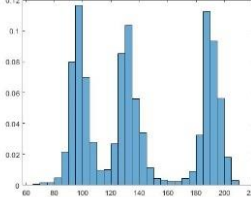


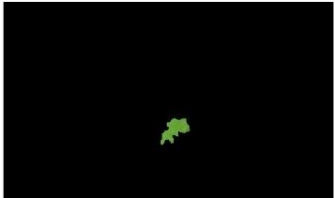
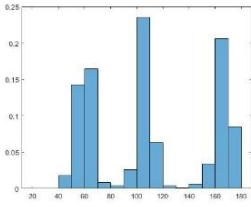
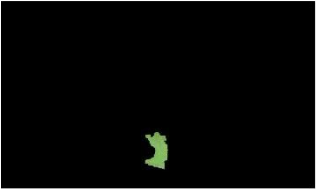
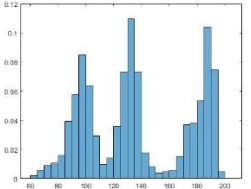

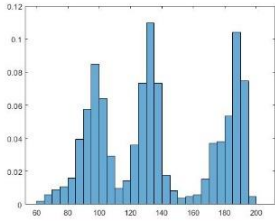

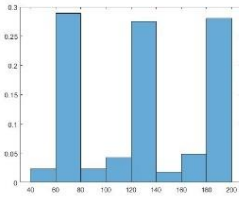
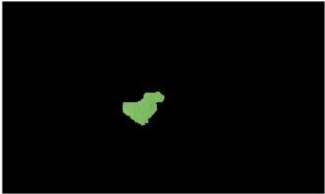
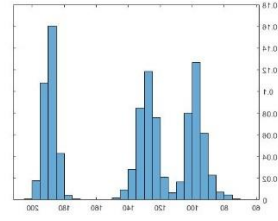

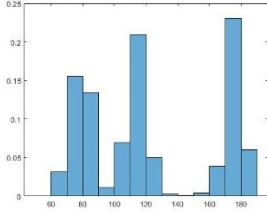
Figura B6. O resultado da segmentação JSEG para a imagem considerada.


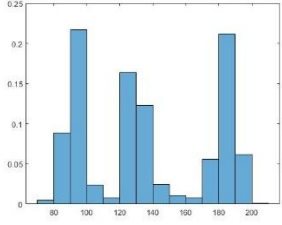
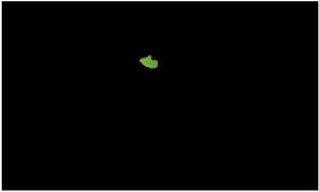
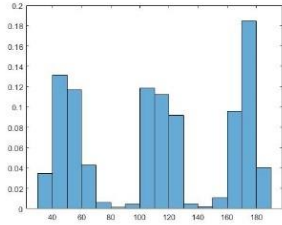

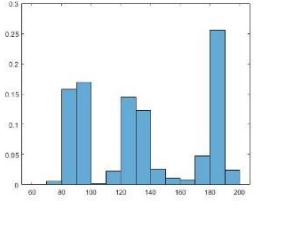
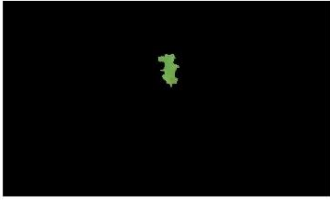
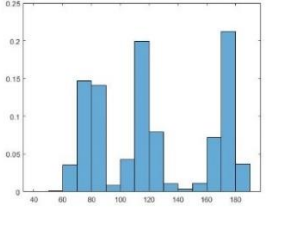

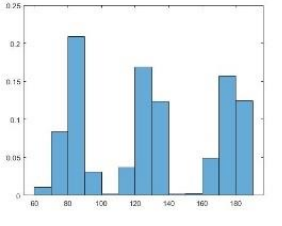

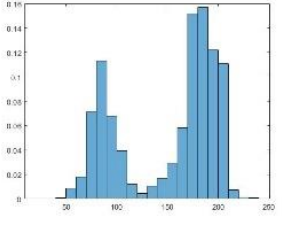
Apêndice C – Segmentos Selecionados na Escala 1


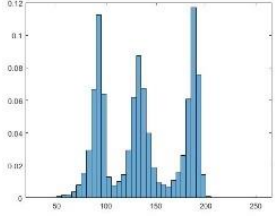

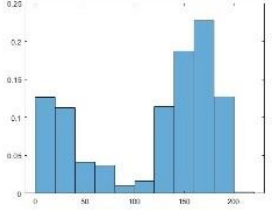

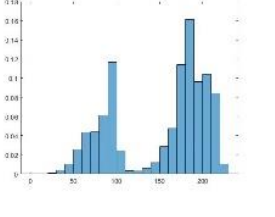

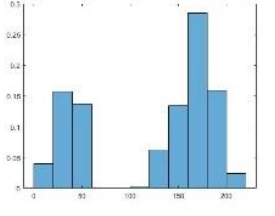

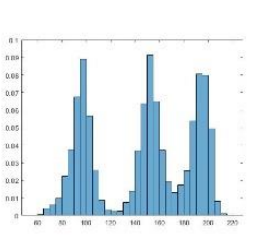

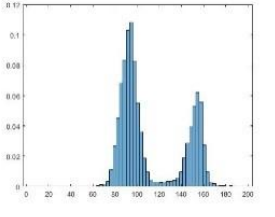
Os segmentos são todos da amostra a1 (primeira das 50 amostras), segmentados na escala 1. A “origem” é o número do segmento gerado durante a aplicação do JSEG.

Amostra (1 a 30)	Origem	Imagem do Segmento	Histograma
1	29		
2	33		
3	38		
4	41		
5	45		

Amostra (1 a 30)	Origem	Imagem do Segmento	Histograma
6	50		
7	51		
8	52		
9	56		
10	61		
11	78		

Amostra (1 a 30)	Origem	Imagem do Segmento	Histograma
12	111		
13	116		
14	117		
15	124		
16	126		
17	130		

Amostra (1 a 30)	Origem	Imagem do Segmento	Histograma
18	141		
19	142		
20	143		
21	144		
22	145		
23	149		

Amostra (1 a 30)	Origem	Imagem do Segmento	Histograma
24	151		
25	233		
26	234		
27	235		
28	243		
29	247		

Amostra (1 a 30)	Origem	Imagem do Segmento	Histograma
30	271		

Apêndice D – Distância entre as amostras de segmentos na Escala 1

Amostra = 1	Amostra = 2	Amostra = 3
amostra = 2 dist = 0.1663	amostra = 3 dist = 0.1589	amostra = 4 dist = 0.1100
amostra = 3 dist = 0.1235	amostra = 4 dist = 0.1998	amostra = 5 dist = 0.0940
amostra = 4 dist = 0.1614	amostra = 5 dist = 0.2079	amostra = 6 dist = 0.1371
amostra = 5 dist = 0.1551	amostra = 6 dist = 0.1655	amostra = 7 dist = 0.1399
amostra = 6 dist = 0.1853	amostra = 7 dist = 0.1948	amostra = 8 dist = 0.1430
amostra = 7 dist = 0.1606	amostra = 8 dist = 0.1794	amostra = 9 dist = 0.1823
amostra = 8 dist = 0.1332	amostra = 9 dist = 0.1949	amostra = 10 dist = 0.1645
amostra = 9 dist = 0.1782	amostra = 10 dist = 0.1914	amostra = 11 dist = 0.1450
amostra = 10 dist = 0.1590	amostra = 11 dist = 0.1995	amostra = 12 dist = 0.1286
amostra = 11 dist = 0.1955	amostra = 12 dist = 0.2268	amostra = 13 dist = 0.0765
amostra = 12 dist = 0.1648	amostra = 13 dist = 0.1793	amostra = 14 dist = 0.1170
amostra = 13 dist = 0.1511	amostra = 14 dist = 0.1835	amostra = 15 dist = 0.1824
amostra = 14 dist = 0.1769	amostra = 15 dist = 0.2485	amostra = 16 dist = 0.1561
amostra = 15 dist = 0.1871	amostra = 16 dist = 0.2279	amostra = 17 dist = 0.1424
amostra = 16 dist = 0.1977	amostra = 17 dist = 0.2112	amostra = 18 dist = 0.1548
amostra = 17 dist = 0.1642	amostra = 18 dist = 0.2059	amostra = 19 dist = 0.1161
amostra = 18 dist = 0.1739	amostra = 19 dist = 0.1915	amostra = 20 dist = 0.1381
amostra = 19 dist = 0.0903	amostra = 20 dist = 0.2186	amostra = 21 dist = 0.1053
amostra = 20 dist = 0.1666	amostra = 21 dist = 0.2026	amostra = 22 dist = 0.1131
amostra = 21 dist = 0.1650	amostra = 22 dist = 0.1963	amostra = 23 dist = 0.1830
amostra = 22 dist = 0.1223	amostra = 23 dist = 0.1252	amostra = 24 dist = 0.1893
amostra = 23 dist = 0.2104	amostra = 24 dist = 0.1758	amostra = 25 dist = 0.1619
amostra = 24 dist = 0.2446	amostra = 25 dist = 0.1305	amostra = 26 dist = 0.1647
amostra = 25 dist = 0.1330	amostra = 26 dist = 0.1656	amostra = 27 dist = 0.1791
amostra = 26 dist = 0.1892	amostra = 27 dist = 0.1638	amostra = 28 dist = 0.1181
amostra = 27 dist = 0.1596	amostra = 28 dist = 0.1514	amostra = 29 dist = 0.2369
amostra = 28 dist = 0.1504	amostra = 29 dist = 0.2104	amostra = 30 dist = 0.1558
amostra = 29 dist = 0.2748	amostra = 30 dist = 0.1762	
amostra = 30 dist = 0.2166		

Amostra = 4	Amostra = 5	Amostra = 6
amostra = 5 dist = 0.1586	amostra = 6 dist = 0.1843	amostra = 7 dist = 0.1785
amostra = 6 dist = 0.2008	amostra = 7 dist = 0.1710	amostra = 8 dist = 0.1421
amostra = 7 dist = 0.1505	amostra = 8 dist = 0.1841	amostra = 9 dist = 0.1240
amostra = 8 dist = 0.2064	amostra = 9 dist = 0.2280	amostra = 10 dist = 0.1175
amostra = 9 dist = 0.2344	amostra = 10 dist = 0.2045	amostra = 11 dist = 0.1076
amostra = 10 dist = 0.2224	amostra = 11 dist = 0.1611	amostra = 12 dist = 0.2088
amostra = 11 dist = 0.2215	amostra = 12 dist = 0.0899	amostra = 13 dist = 0.1400
amostra = 12 dist = 0.1595	amostra = 13 dist = 0.1105	amostra = 14 dist = 0.1067
amostra = 13 dist = 0.1442	amostra = 14 dist = 0.1403	amostra = 15 dist = 0.2534
amostra = 14 dist = 0.1986	amostra = 15 dist = 0.1900	amostra = 16 dist = 0.1519
amostra = 15 dist = 0.1951	amostra = 16 dist = 0.1614	amostra = 17 dist = 0.1569
amostra = 16 dist = 0.2252	amostra = 17 dist = 0.1591	amostra = 18 dist = 0.1426
amostra = 17 dist = 0.1993	amostra = 18 dist = 0.1724	amostra = 19 dist = 0.1969
amostra = 18 dist = 0.2215	amostra = 19 dist = 0.1411	amostra = 20 dist = 0.1978
amostra = 19 dist = 0.1566	amostra = 20 dist = 0.1232	amostra = 21 dist = 0.1529
amostra = 20 dist = 0.1817	amostra = 21 dist = 0.1022	amostra = 22 dist = 0.1817
amostra = 21 dist = 0.1841	amostra = 22 dist = 0.1177	amostra = 23 dist = 0.1517
amostra = 22 dist = 0.1637	amostra = 23 dist = 0.2358	amostra = 24 dist = 0.1948
amostra = 23 dist = 0.2235	amostra = 24 dist = 0.2365	amostra = 25 dist = 0.1574
amostra = 24 dist = 0.2434	amostra = 25 dist = 0.2048	amostra = 26 dist = 0.1289
amostra = 25 dist = 0.2064	amostra = 26 dist = 0.2114	amostra = 27 dist = 0.1513
amostra = 26 dist = 0.1941	amostra = 27 dist = 0.2023	amostra = 28 dist = 0.1349
amostra = 27 dist = 0.2361	amostra = 28 dist = 0.1555	amostra = 29 dist = 0.2034
amostra = 28 dist = 0.1815	amostra = 29 dist = 0.2753	amostra = 30 dist = 0.1502
amostra = 29 dist = 0.2836	amostra = 30 dist = 0.2034	
amostra = 30 dist = 0.2027		

Amostra = 7	Amostra = 8	Amostra = 9
amostra = 8 dist = 0.1892	amostra = 9 dist = 0.1229	amostra = 10 dist = 0.0976
amostra = 9 dist = 0.1899	amostra = 10 dist = 0.1177	amostra = 11 dist = 0.1569
amostra = 10 dist = 0.1698	amostra = 11 dist = 0.1398	amostra = 12 dist = 0.2404
amostra = 11 dist = 0.1927	amostra = 12 dist = 0.1992	amostra = 13 dist = 0.1883
amostra = 12 dist = 0.1955	amostra = 13 dist = 0.1427	amostra = 14 dist = 0.1791
amostra = 13 dist = 0.1536	amostra = 14 dist = 0.1462	amostra = 15 dist = 0.2613
amostra = 14 dist = 0.1773	amostra = 15 dist = 0.2385	amostra = 16 dist = 0.1940
amostra = 15 dist = 0.2274	amostra = 16 dist = 0.1803	amostra = 17 dist = 0.1512
amostra = 16 dist = 0.1820	amostra = 17 dist = 0.1485	amostra = 18 dist = 0.1362
amostra = 17 dist = 0.1677	amostra = 18 dist = 0.1393	amostra = 19 dist = 0.1858
amostra = 18 dist = 0.1808	amostra = 19 dist = 0.1334	amostra = 20 dist = 0.2107
amostra = 19 dist = 0.1717	amostra = 20 dist = 0.1793	amostra = 21 dist = 0.1879
amostra = 20 dist = 0.1960	amostra = 21 dist = 0.1456	amostra = 22 dist = 0.1863
amostra = 21 dist = 0.1672	amostra = 22 dist = 0.1477	amostra = 23 dist = 0.2011
amostra = 22 dist = 0.1650	amostra = 23 dist = 0.2037	amostra = 24 dist = 0.2443
amostra = 23 dist = 0.2323	amostra = 24 dist = 0.2228	amostra = 25 dist = 0.1558
amostra = 24 dist = 0.2551	amostra = 25 dist = 0.1431	amostra = 26 dist = 0.1521
amostra = 25 dist = 0.2017	amostra = 26 dist = 0.1742	amostra = 27 dist = 0.1658
amostra = 26 dist = 0.1777	amostra = 27 dist = 0.1668	amostra = 28 dist = 0.1844
amostra = 27 dist = 0.2217	amostra = 28 dist = 0.1680	amostra = 29 dist = 0.2108
amostra = 28 dist = 0.1785	amostra = 29 dist = 0.1961	amostra = 30 dist = 0.2221
amostra = 29 dist = 0.2553	amostra = 30 dist = 0.2187	
amostra = 30 dist = 0.2340		

Amostra = 10	Amostra = 11	Amostra = 12
amostra = 11 dist = 0.1382	amostra = 12 dist = 0.1839	amostra = 13 dist = 0.1297
amostra = 12 dist = 0.2227	amostra = 13 dist = 0.1383	amostra = 14 dist = 0.1733
amostra = 13 dist = 0.1700	amostra = 14 dist = 0.1009	amostra = 15 dist = 0.1745
amostra = 14 dist = 0.1608	amostra = 15 dist = 0.2544	amostra = 16 dist = 0.1904
amostra = 15 dist = 0.2557	amostra = 16 dist = 0.1200	amostra = 17 dist = 0.1697
amostra = 16 dist = 0.1526	amostra = 17 dist = 0.1384	amostra = 18 dist = 0.1869
amostra = 17 dist = 0.1213	amostra = 18 dist = 0.1190	amostra = 19 dist = 0.1507
amostra = 18 dist = 0.1148	amostra = 19 dist = 0.1941	amostra = 20 dist = 0.1111
amostra = 19 dist = 0.1649	amostra = 20 dist = 0.1748	amostra = 21 dist = 0.1297
amostra = 20 dist = 0.1887	amostra = 21 dist = 0.1126	amostra = 22 dist = 0.1089
amostra = 21 dist = 0.1604	amostra = 22 dist = 0.1696	amostra = 23 dist = 0.2574
amostra = 22 dist = 0.1676	amostra = 23 dist = 0.2008	amostra = 24 dist = 0.2601
amostra = 23 dist = 0.2073	amostra = 24 dist = 0.2119	amostra = 25 dist = 0.2222
amostra = 24 dist = 0.2387	amostra = 25 dist = 0.1910	amostra = 26 dist = 0.2283
amostra = 25 dist = 0.1530	amostra = 26 dist = 0.1764	amostra = 27 dist = 0.2149
amostra = 26 dist = 0.1477	amostra = 27 dist = 0.1724	amostra = 28 dist = 0.1941
amostra = 27 dist = 0.1603	amostra = 28 dist = 0.1508	amostra = 29 dist = 0.2852
amostra = 28 dist = 0.1801	amostra = 29 dist = 0.2118	amostra = 30 dist = 0.2250
amostra = 29 dist = 0.2094	amostra = 30 dist = 0.1908	
amostra = 30 dist = 0.2205		

Amostra = 13	Amostra = 14	Amostra = 15
amostra = 14 dist = 0.1057	amostra = 15 dist = 0.2534	amostra = 16 dist = 0.2692
amostra = 15 dist = 0.2218	amostra = 16 dist = 0.1243	amostra = 17 dist = 0.2202
amostra = 16 dist = 0.1499	amostra = 17 dist = 0.1676	amostra = 18 dist = 0.2305
amostra = 17 dist = 0.1500	amostra = 18 dist = 0.1583	amostra = 19 dist = 0.1749
amostra = 18 dist = 0.1561	amostra = 19 dist = 0.1841	amostra = 20 dist = 0.1775
amostra = 19 dist = 0.1480	amostra = 20 dist = 0.1926	amostra = 21 dist = 0.2202
amostra = 20 dist = 0.1481	amostra = 21 dist = 0.1145	amostra = 22 dist = 0.1315
amostra = 21 dist = 0.0940	amostra = 22 dist = 0.1704	amostra = 23 dist = 0.2824
amostra = 22 dist = 0.1323	amostra = 23 dist = 0.1894	amostra = 24 dist = 0.3000
amostra = 23 dist = 0.1950	amostra = 24 dist = 0.1969	amostra = 25 dist = 0.2493
amostra = 24 dist = 0.2008	amostra = 25 dist = 0.1876	amostra = 26 dist = 0.2631
amostra = 25 dist = 0.1735	amostra = 26 dist = 0.1810	amostra = 27 dist = 0.2437
amostra = 26 dist = 0.1709	amostra = 27 dist = 0.1778	amostra = 28 dist = 0.2323
amostra = 27 dist = 0.1898	amostra = 28 dist = 0.1250	amostra = 29 dist = 0.3263
amostra = 28 dist = 0.1420	amostra = 29 dist = 0.2219	amostra = 30 dist = 0.2627
amostra = 29 dist = 0.2276	amostra = 30 dist = 0.1734	
amostra = 30 dist = 0.1729		

Amostra = 16	Amostra = 17	Amostra = 18
amostra = 17 dist = 0.1199	amostra = 18 dist = 0.0828	amostra = 19 dist = 0.1626
amostra = 18 dist = 0.1301	amostra = 19 dist = 0.1419	amostra = 20 dist = 0.1247
amostra = 19 dist = 0.2003	amostra = 20 dist = 0.1161	amostra = 21 dist = 0.1103
amostra = 20 dist = 0.1781	amostra = 21 dist = 0.1115	amostra = 22 dist = 0.1326
amostra = 21 dist = 0.1106	amostra = 22 dist = 0.1264	amostra = 23 dist = 0.2304
amostra = 22 dist = 0.1823	amostra = 23 dist = 0.2406	amostra = 24 dist = 0.2366
amostra = 23 dist = 0.2440	amostra = 24 dist = 0.2343	amostra = 25 dist = 0.1838
amostra = 24 dist = 0.2320	amostra = 25 dist = 0.1865	amostra = 26 dist = 0.1820
amostra = 25 dist = 0.2181	amostra = 26 dist = 0.1738	amostra = 27 dist = 0.1666
amostra = 26 dist = 0.1946	amostra = 27 dist = 0.1812	amostra = 28 dist = 0.1817
amostra = 27 dist = 0.2053	amostra = 28 dist = 0.1938	amostra = 29 dist = 0.2206
amostra = 28 dist = 0.1816	amostra = 29 dist = 0.2228	amostra = 30 dist = 0.2253
amostra = 29 dist = 0.2401	amostra = 30 dist = 0.2201	
amostra = 30 dist = 0.2131		

Amostra = 19	Amostra = 20	Amostra = 21
amostra = 20 dist = 0.1358	amostra = 21 dist = 0.1205	amostra = 22 dist = 0.1181
amostra = 21 dist = 0.1460	amostra = 22 dist = 0.0899	amostra = 23 dist = 0.2248
amostra = 22 dist = 0.0983	amostra = 23 dist = 0.2561	amostra = 24 dist = 0.2121
amostra = 23 dist = 0.2395	amostra = 24 dist = 0.2535	amostra = 25 dist = 0.1922
amostra = 24 dist = 0.2494	amostra = 25 dist = 0.2048	amostra = 26 dist = 0.1929
amostra = 25 dist = 0.1624	amostra = 26 dist = 0.2124	amostra = 27 dist = 0.1866
amostra = 26 dist = 0.2044	amostra = 27 dist = 0.1978	amostra = 28 dist = 0.1586
amostra = 27 dist = 0.1864	amostra = 28 dist = 0.2048	amostra = 29 dist = 0.2290
amostra = 28 dist = 0.1749	amostra = 29 dist = 0.2577	amostra = 30 dist = 0.1991
amostra = 29 dist = 0.2598	amostra = 30 dist = 0.2339	
amostra = 30 dist = 0.2327		


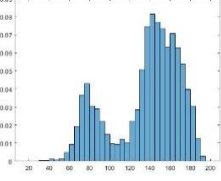

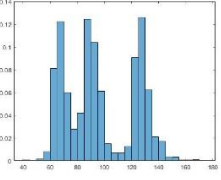

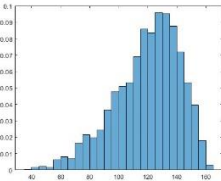

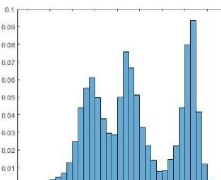

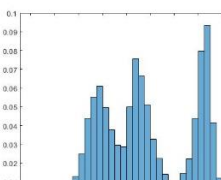
Amostra = 22	Amostra = 23	Amostra = 24
amostra = 23 dist = 0.2371 amostra = 24 dist = 0.2484 amostra = 25 dist = 0.1824 amostra = 26 dist = 0.2029 amostra = 27 dist = 0.1770 amostra = 28 dist = 0.1763 amostra = 29 dist = 0.2545 amostra = 30 dist = 0.2213	amostra = 24 dist = 0.1845 amostra = 25 dist = 0.1355 amostra = 26 dist = 0.1520 amostra = 27 dist = 0.1524 amostra = 28 dist = 0.1611 amostra = 29 dist = 0.2520 amostra = 30 dist = 0.1402	amostra = 25 dist = 0.2336 amostra = 26 dist = 0.2379 amostra = 27 dist = 0.2577 amostra = 28 dist = 0.2205 amostra = 29 dist = 0.2307 amostra = 30 dist = 0.1682


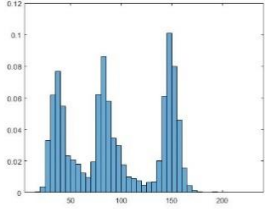

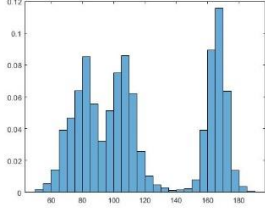

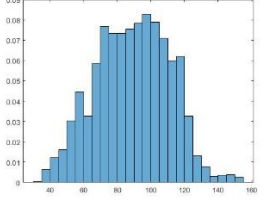
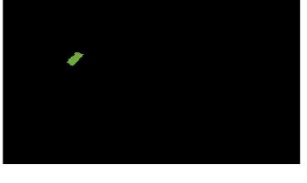
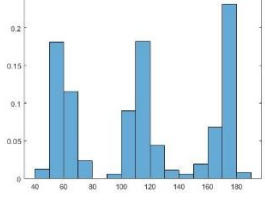
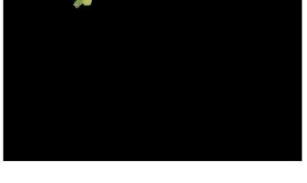
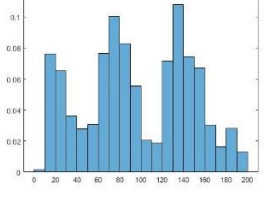

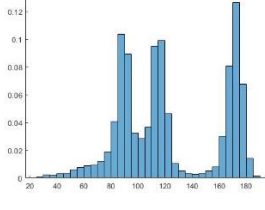
Amostra = 25	Amostra = 26	Amostra = 27
amostra = 26 dist = 0.1281 amostra = 27 dist = 0.1043 amostra = 28 dist = 0.1504 amostra = 29 dist = 0.2461 amostra = 30 dist = 0.1918	amostra = 27 dist = 0.1540 amostra = 28 dist = 0.1769 amostra = 29 dist = 0.2156 amostra = 30 dist = 0.2041	amostra = 28 dist = 0.1514 amostra = 29 dist = 0.2641 amostra = 30 dist = 0.2004


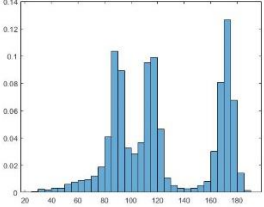

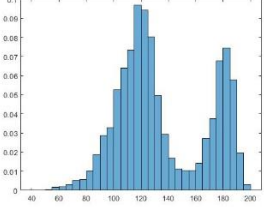

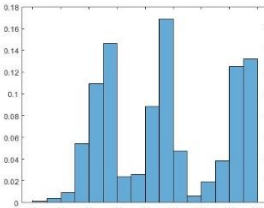

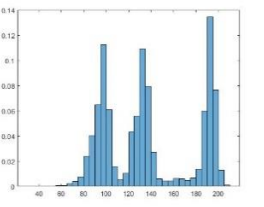
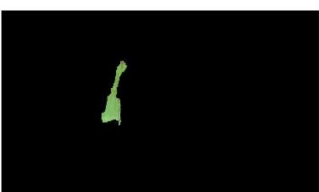
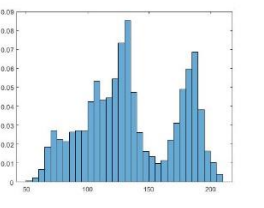

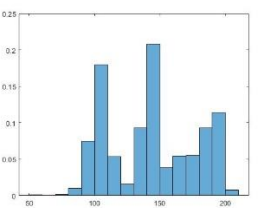
Amostra = 28	Amostra = 29	
amostra = 29 dist = 0.2726 amostra = 30 dist = 0.1591	amostra = 30 dist = 0.2755	

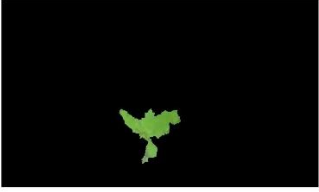
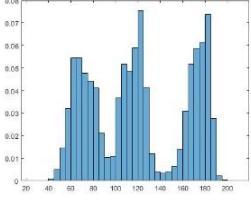

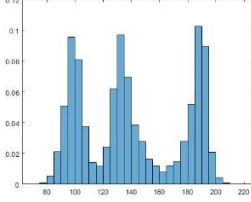

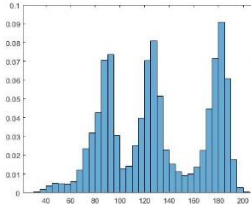
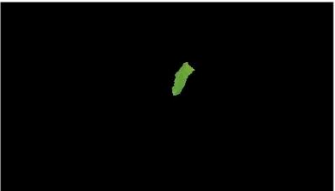
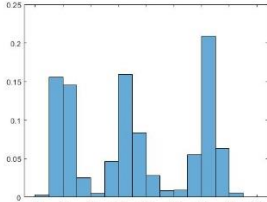

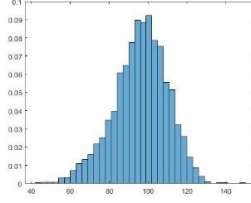
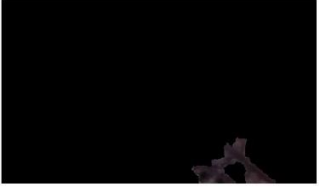
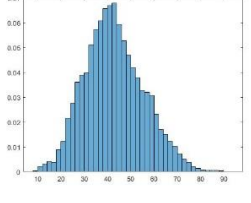
Apêndice E – Segmentos Selecionados na Escala 2


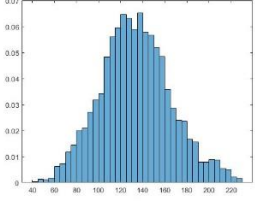

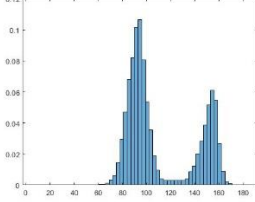
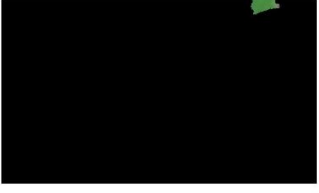
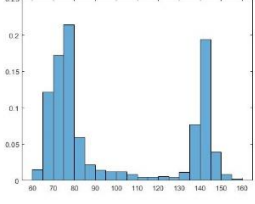

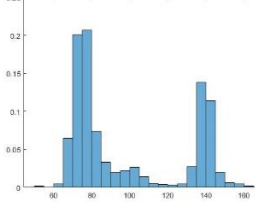

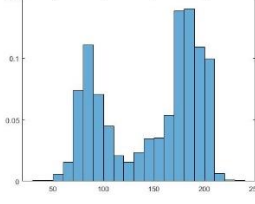

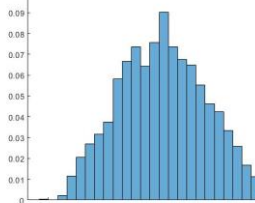
Esses segmentos foram selecionados da segmentação JSEG para a amostra a1, na escala 2. A “origem” é o número do segmento dado pelo JSEG.

Amostra	origem	Imagem do segmento	histograma
1	2		
2	5		
3	9		
4	15		
5	16		

Amostra	origem	Imagem do segmento	histograma
6	18		
7	19		
8	20		
9	21		
10	22		
11	23		

Amostra	origem	Imagem do segmento	histograma
12	24		
13	26		
14	28		
15	31		
16	33		
17	38		

Amostra	origem	Imagem do segmento	histograma
18	39		
19	40		
20	45		
21	47		
22	60		
23	63		

Amostra	origem	Imagem do segmento	histograma
24	78		
25	103		
26	106		
27	108		
28	53		
29	13		

Amostra	origem	Imagem do segmento	histograma
30	70		

Apêndice F – Distância entre as amostras de segmentos na Escala 2

Amostra = 1	Amostra = 2	Amostra = 3
amostra = 2 dist = 0.1732	amostra = 3 dist = 0.1741	amostra = 4 dist = 0.1311
amostra = 3 dist = 0.0698	amostra = 4 dist = 0.1971	amostra = 5 dist = 0.1483
amostra = 4 dist = 0.1444	amostra = 5 dist = 0.2069	amostra = 6 dist = 0.1864
amostra = 5 dist = 0.1685	amostra = 6 dist = 0.1565	amostra = 7 dist = 0.1674
amostra = 6 dist = 0.1889	amostra = 7 dist = 0.1703	amostra = 8 dist = 0.1613
amostra = 7 dist = 0.1657	amostra = 8 dist = 0.2041	amostra = 9 dist = 0.2124
amostra = 8 dist = 0.1799	amostra = 9 dist = 0.2591	amostra = 10 dist = 0.1135
amostra = 9 dist = 0.2356	amostra = 10 dist = 0.1239	amostra = 11 dist = 0.1860
amostra = 10 dist = 0.1144	amostra = 11 dist = 0.2205	amostra = 12 dist = 0.1448
amostra = 11 dist = 0.2039	amostra = 12 dist = 0.2112	amostra = 13 dist = 0.1443
amostra = 12 dist = 0.1656	amostra = 13 dist = 0.2121	amostra = 14 dist = 0.1706
amostra = 13 dist = 0.1753	amostra = 14 dist = 0.2048	amostra = 15 dist = 0.1939
amostra = 14 dist = 0.1850	amostra = 15 dist = 0.2225	amostra = 16 dist = 0.1251
amostra = 15 dist = 0.2065	amostra = 16 dist = 0.1787	amostra = 17 dist = 0.1495
amostra = 16 dist = 0.1442	amostra = 17 dist = 0.2034	amostra = 18 dist = 0.1422
amostra = 17 dist = 0.1594	amostra = 18 dist = 0.1934	amostra = 19 dist = 0.1557
amostra = 18 dist = 0.1605	amostra = 19 dist = 0.1661	amostra = 20 dist = 0.1450
amostra = 19 dist = 0.1671	amostra = 20 dist = 0.1979	amostra = 21 dist = 0.1790
amostra = 20 dist = 0.1534	amostra = 21 dist = 0.2178	amostra = 22 dist = 0.1540
amostra = 21 dist = 0.1842	amostra = 22 dist = 0.1929	amostra = 23 dist = 0.1811
amostra = 22 dist = 0.1975	amostra = 23 dist = 0.1541	amostra = 24 dist = 0.1225
amostra = 23 dist = 0.1940	amostra = 24 dist = 0.1562	amostra = 25 dist = 0.2000
amostra = 24 dist = 0.1586	amostra = 25 dist = 0.2806	amostra = 26 dist = 0.2324
amostra = 25 dist = 0.2326	amostra = 26 dist = 0.2330	amostra = 27 dist = 0.2190
amostra = 26 dist = 0.2331	amostra = 27 dist = 0.1987	amostra = 28 dist = 0.1021
amostra = 27 dist = 0.2266	amostra = 28 dist = 0.1672	amostra = 29 dist = 0.0940
amostra = 28 dist = 0.0961	amostra = 29 dist = 0.1398	amostra = 30 dist = 0.2270
amostra = 29 dist = 0.1264	amostra = 30 dist = 0.1825	
amostra = 30 dist = 0.2305		

Amostra = 4	Amostra = 5	Amostra = 6
amostra = 5 dist = 0.1325	amostra = 6 dist = 0.2151	amostra = 7 dist = 0.2125
amostra = 6 dist = 0.2052	amostra = 7 dist = 0.1505	amostra = 8 dist = 0.2173
amostra = 7 dist = 0.1234	amostra = 8 dist = 0.0803	amostra = 9 dist = 0.2326
amostra = 8 dist = 0.1330	amostra = 9 dist = 0.1959	amostra = 10 dist = 0.1267
amostra = 9 dist = 0.2108	amostra = 10 dist = 0.1714	amostra = 11 dist = 0.2398
amostra = 10 dist = 0.1450	amostra = 11 dist = 0.1276	amostra = 12 dist = 0.1995
amostra = 11 dist = 0.1910	amostra = 12 dist = 0.1533	amostra = 13 dist = 0.2208
amostra = 12 dist = 0.1229	amostra = 13 dist = 0.1025	amostra = 14 dist = 0.1850
amostra = 13 dist = 0.1331	amostra = 14 dist = 0.1366	amostra = 15 dist = 0.2271
amostra = 14 dist = 0.1674	amostra = 15 dist = 0.1542	amostra = 16 dist = 0.1954
amostra = 15 dist = 0.2000	amostra = 16 dist = 0.1041	amostra = 17 dist = 0.1947
amostra = 16 dist = 0.0821	amostra = 17 dist = 0.1229	amostra = 18 dist = 0.2190
amostra = 17 dist = 0.1542	amostra = 18 dist = 0.1015	amostra = 19 dist = 0.2218
amostra = 18 dist = 0.0950	amostra = 19 dist = 0.1712	amostra = 20 dist = 0.1980
amostra = 19 dist = 0.1259	amostra = 20 dist = 0.0795	amostra = 21 dist = 0.2050
amostra = 20 dist = 0.1192	amostra = 21 dist = 0.1986	amostra = 22 dist = 0.2036
amostra = 21 dist = 0.1644	amostra = 22 dist = 0.1607	amostra = 23 dist = 0.1819
amostra = 22 dist = 0.1529	amostra = 23 dist = 0.1665	amostra = 24 dist = 0.1733
amostra = 23 dist = 0.1430	amostra = 24 dist = 0.1295	amostra = 25 dist = 0.2916
amostra = 24 dist = 0.1201	amostra = 25 dist = 0.1933	amostra = 26 dist = 0.2362
amostra = 25 dist = 0.1513	amostra = 26 dist = 0.2252	amostra = 27 dist = 0.2613
amostra = 26 dist = 0.2186	amostra = 27 dist = 0.2262	amostra = 28 dist = 0.2013
amostra = 27 dist = 0.2118	amostra = 28 dist = 0.1676	amostra = 29 dist = 0.1602
amostra = 28 dist = 0.1356	amostra = 29 dist = 0.1210	amostra = 30 dist = 0.2160
amostra = 29 dist = 0.1098	amostra = 30 dist = 0.2102	
amostra = 30 dist = 0.1748		

Amostra = 7	Amostra = 8	Amostra = 9
amostra = 8 dist = 0.1476	amostra = 9 dist = 0.1665	amostra = 10 dist = 0.2034
amostra = 9 dist = 0.2209	amostra = 10 dist = 0.1722	amostra = 11 dist = 0.1969
amostra = 10 dist = 0.1481	amostra = 11 dist = 0.1418	amostra = 12 dist = 0.1626
amostra = 11 dist = 0.1907	amostra = 12 dist = 0.1465	amostra = 13 dist = 0.1642
amostra = 12 dist = 0.1287	amostra = 13 dist = 0.1168	amostra = 14 dist = 0.2041
amostra = 13 dist = 0.1723	amostra = 14 dist = 0.1231	amostra = 15 dist = 0.2047
amostra = 14 dist = 0.1956	amostra = 15 dist = 0.1568	amostra = 16 dist = 0.1770
amostra = 15 dist = 0.2143	amostra = 16 dist = 0.1136	amostra = 17 dist = 0.2288
amostra = 16 dist = 0.1121	amostra = 17 dist = 0.1479	amostra = 18 dist = 0.2013
amostra = 17 dist = 0.1852	amostra = 18 dist = 0.1083	amostra = 19 dist = 0.2212
amostra = 18 dist = 0.1049	amostra = 19 dist = 0.1597	amostra = 20 dist = 0.1989
amostra = 19 dist = 0.0955	amostra = 20 dist = 0.1086	amostra = 21 dist = 0.1964
amostra = 20 dist = 0.1448	amostra = 21 dist = 0.1968	amostra = 22 dist = 0.2166
amostra = 21 dist = 0.1341	amostra = 22 dist = 0.1735	amostra = 23 dist = 0.2304
amostra = 22 dist = 0.2049	amostra = 23 dist = 0.1628	amostra = 24 dist = 0.2018
amostra = 23 dist = 0.1559	amostra = 24 dist = 0.1411	amostra = 25 dist = 0.2197
amostra = 24 dist = 0.1593	amostra = 25 dist = 0.1996	amostra = 26 dist = 0.2276
amostra = 25 dist = 0.2102	amostra = 26 dist = 0.2154	amostra = 27 dist = 0.2727
amostra = 26 dist = 0.1700	amostra = 27 dist = 0.2007	amostra = 28 dist = 0.2458
amostra = 27 dist = 0.1793	amostra = 28 dist = 0.1688	amostra = 29 dist = 0.1996
amostra = 28 dist = 0.1538	amostra = 29 dist = 0.1370	amostra = 30 dist = 0.2631
amostra = 29 dist = 0.1468	amostra = 30 dist = 0.2043	
amostra = 30 dist = 0.1731		

Amostra = 10	Amostra = 11	Amostra = 12
amostra = 11 dist = 0.1895	amostra = 12 dist = 0.1946	amostra = 13 dist = 0.1411
amostra = 12 dist = 0.1372	amostra = 13 dist = 0.1112	amostra = 14 dist = 0.1942
amostra = 13 dist = 0.1623	amostra = 14 dist = 0.1581	amostra = 15 dist = 0.2210
amostra = 14 dist = 0.1679	amostra = 15 dist = 0.1119	amostra = 16 dist = 0.1075
amostra = 15 dist = 0.1937	amostra = 16 dist = 0.1521	amostra = 17 dist = 0.1927
amostra = 16 dist = 0.1294	amostra = 17 dist = 0.1437	amostra = 18 dist = 0.1161
amostra = 17 dist = 0.1648	amostra = 18 dist = 0.1826	amostra = 19 dist = 0.1194
amostra = 18 dist = 0.1575	amostra = 19 dist = 0.2050	amostra = 20 dist = 0.1579
amostra = 19 dist = 0.1520	amostra = 20 dist = 0.1345	amostra = 21 dist = 0.1017
amostra = 20 dist = 0.1546	amostra = 21 dist = 0.2086	amostra = 22 dist = 0.1823
amostra = 21 dist = 0.1468	amostra = 22 dist = 0.1758	amostra = 23 dist = 0.1818
amostra = 22 dist = 0.1624	amostra = 23 dist = 0.1814	amostra = 24 dist = 0.1472
amostra = 23 dist = 0.1398	amostra = 24 dist = 0.1510	amostra = 25 dist = 0.1622
amostra = 24 dist = 0.1195	amostra = 25 dist = 0.2300	amostra = 26 dist = 0.1720
amostra = 25 dist = 0.2297	amostra = 26 dist = 0.2671	amostra = 27 dist = 0.2120
amostra = 26 dist = 0.2114	amostra = 27 dist = 0.2787	amostra = 28 dist = 0.1692
amostra = 27 dist = 0.2118	amostra = 28 dist = 0.2296	amostra = 29 dist = 0.1387
amostra = 28 dist = 0.1323	amostra = 29 dist = 0.1500	amostra = 30 dist = 0.2185
amostra = 29 dist = 0.0997	amostra = 30 dist = 0.2082	
amostra = 30 dist = 0.1745		

Amostra = 13	Amostra = 14	Amostra = 15
amostra = 14 dist = 0.1490	amostra = 15 dist = 0.1344	amostra = 16 dist = 0.1733
amostra = 15 dist = 0.1436	amostra = 16 dist = 0.1595	amostra = 17 dist = 0.1170
amostra = 16 dist = 0.0880	amostra = 17 dist = 0.1154	amostra = 18 dist = 0.2106
amostra = 17 dist = 0.1484	amostra = 18 dist = 0.1762	amostra = 19 dist = 0.2339
amostra = 18 dist = 0.1302	amostra = 19 dist = 0.2106	amostra = 20 dist = 0.1348
amostra = 19 dist = 0.1730	amostra = 20 dist = 0.1316	amostra = 21 dist = 0.2362
amostra = 20 dist = 0.1123	amostra = 21 dist = 0.2294	amostra = 22 dist = 0.1923
amostra = 21 dist = 0.1904	amostra = 22 dist = 0.1824	amostra = 23 dist = 0.1903
amostra = 22 dist = 0.1266	amostra = 23 dist = 0.1721	amostra = 24 dist = 0.1653
amostra = 23 dist = 0.1602	amostra = 24 dist = 0.1514	amostra = 25 dist = 0.2659
amostra = 24 dist = 0.1030	amostra = 25 dist = 0.2545	amostra = 26 dist = 0.2855
amostra = 25 dist = 0.1436	amostra = 26 dist = 0.2550	amostra = 27 dist = 0.2867
amostra = 26 dist = 0.2510	amostra = 27 dist = 0.2463	amostra = 28 dist = 0.2310
amostra = 27 dist = 0.2597	amostra = 28 dist = 0.1912	amostra = 29 dist = 0.1647
amostra = 28 dist = 0.1972	amostra = 29 dist = 0.1444	amostra = 30 dist = 0.2174
amostra = 29 dist = 0.1052	amostra = 30 dist = 0.2121	
amostra = 30 dist = 0.1973		

Amostra = 16	Amostra = 17	Amostra = 18
amostra = 17 dist = 0.1471	amostra = 18 dist = 0.1710	amostra = 19 dist = 0.1100
amostra = 18 dist = 0.0807	amostra = 19 dist = 0.2064	amostra = 20 dist = 0.1208
amostra = 19 dist = 0.1245	amostra = 20 dist = 0.0950	amostra = 21 dist = 0.1660
amostra = 20 dist = 0.0990	amostra = 21 dist = 0.2146	amostra = 22 dist = 0.1672
amostra = 21 dist = 0.1478	amostra = 22 dist = 0.1739	amostra = 23 dist = 0.1540
amostra = 22 dist = 0.1413	amostra = 23 dist = 0.1672	amostra = 24 dist = 0.1305
amostra = 23 dist = 0.1348	amostra = 24 dist = 0.1417	amostra = 25 dist = 0.1598
amostra = 24 dist = 0.1000	amostra = 25 dist = 0.2459	amostra = 26 dist = 0.1917
amostra = 25 dist = 0.1413	amostra = 26 dist = 0.2526	amostra = 27 dist = 0.1768
amostra = 26 dist = 0.2048	amostra = 27 dist = 0.2581	amostra = 28 dist = 0.1406
amostra = 27 dist = 0.2109	amostra = 28 dist = 0.1790	amostra = 29 dist = 0.1202
amostra = 28 dist = 0.1513	amostra = 29 dist = 0.1303	amostra = 30 dist = 0.1948
amostra = 29 dist = 0.0877	amostra = 30 dist = 0.2084	
amostra = 30 dist = 0.1689		

Amostra = 19	Amostra = 20	Amostra = 21
amostra = 20 dist = 0.1793	amostra = 21 dist = 0.1855	amostra = 22 dist = 0.2178
amostra = 21 dist = 0.1470	amostra = 22 dist = 0.1584	amostra = 23 dist = 0.2030
amostra = 22 dist = 0.1878	amostra = 23 dist = 0.1606	amostra = 24 dist = 0.1843
amostra = 23 dist = 0.1643	amostra = 24 dist = 0.1307	amostra = 25 dist = 0.2174
amostra = 24 dist = 0.1498	amostra = 25 dist = 0.1968	amostra = 26 dist = 0.1643
amostra = 25 dist = 0.1960	amostra = 26 dist = 0.2260	amostra = 27 dist = 0.2379
amostra = 26 dist = 0.1812	amostra = 27 dist = 0.2434	amostra = 28 dist = 0.1973
amostra = 27 dist = 0.1581	amostra = 28 dist = 0.1711	amostra = 29 dist = 0.1735
amostra = 28 dist = 0.1432	amostra = 29 dist = 0.1210	amostra = 30 dist = 0.2218
amostra = 29 dist = 0.1386	amostra = 30 dist = 0.1954	
amostra = 30 dist = 0.1990		


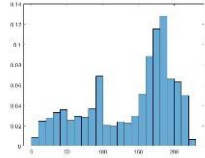

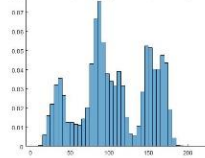
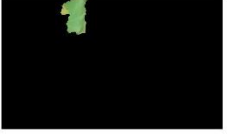
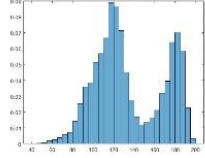

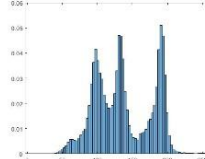

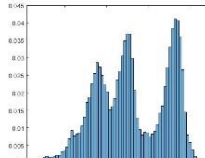

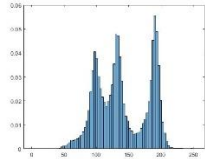

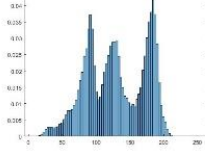
Amostra = 22	Amostra = 23	Amostra = 24
amostra = 23 dist = 0.1467 amostra = 24 dist = 0.0750 amostra = 25 dist = 0.1741 amostra = 26 dist = 0.2808 amostra = 27 dist = 0.2689 amostra = 28 dist = 0.2014 amostra = 29 dist = 0.0985 amostra= 30 dist = 0.1967	amostra = 24 dist = 0.1036 amostra = 25 dist = 0.2242 amostra = 26 dist = 0.2536 amostra = 27 dist = 0.2236 amostra = 28 dist = 0.1846 amostra = 29 dist = 0.1117 amostra= 30 dist = 0.0929	amostra = 25 dist = 0.1737 amostra = 26 dist = 0.2490 amostra = 27 dist = 0.2318 amostra = 28 dist = 0.1627 amostra = 29 dist = 0.0471 amostra= 30 dist = 0.1533


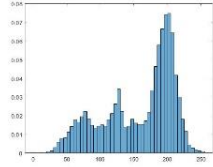

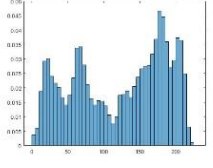

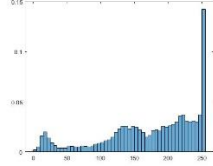

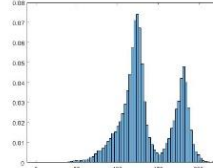

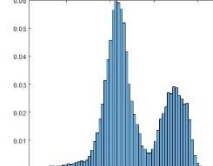

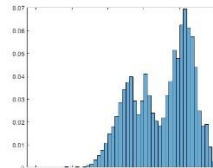

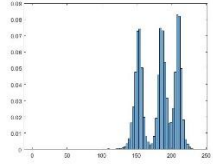

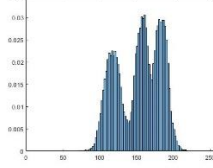
Amostra = 25	Amostra = 26	Amostra = 27
amostra = 26 dist = 0.2756 amostra = 27 dist = 0.2969 amostra = 28 dist = 0.2418 amostra = 29 dist = 0.1804 amostra= 30 dist = 0.2506	amostra = 27 dist = 0.2128 amostra = 28 dist = 0.2202 amostra = 29 dist = 0.2317 amostra= 30 dist = 0.2846	amostra = 28 dist = 0.1705 amostra = 29 dist = 0.2166 amostra= 30 dist = 0.2599

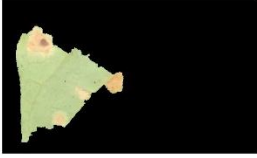
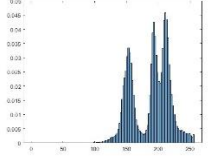

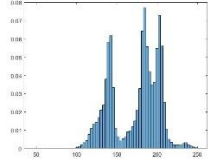

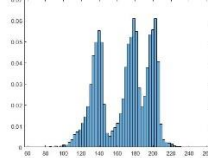

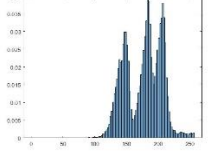

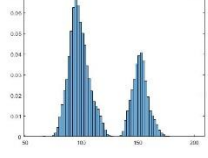

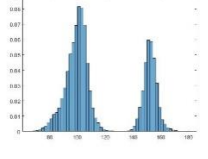

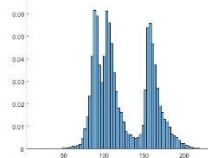

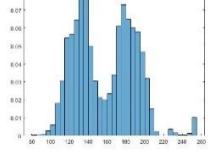
Amostra = 28	Amostra = 29	
amostra = 29 dist = 0.1344 amostra= 30 dist = 0.2248	amostra= 30 dist = 0.1600	


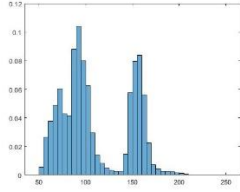

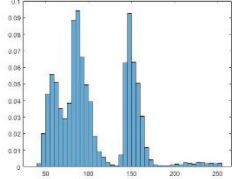

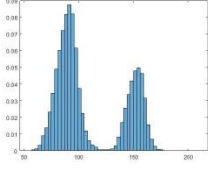

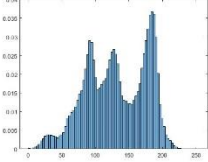

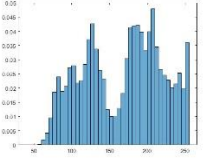

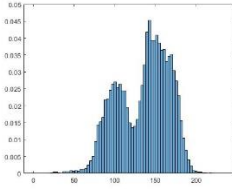

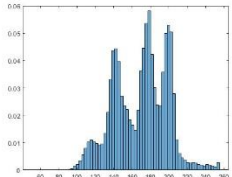
Apêndice G – Segmentos Selecionados na Escala 3

Esses segmentos foram selecionados da segmentação JSEG das amostras a1 a a10. A “origem” é o número do segmento utilizado para o JSEG.

Índice das amostras	Amostra origem	imagem	histograma
1	1-4		
2	1-6		
3	1-9		
4	1-10		
5	1-13		
6	2-13		
7	2-16		

Índice das amostras	Amostra origem	imagem	histograma
8	3-8		
9	3-12		
10	3-16		
11	4-14		
12	4-16		
13	5-17		
14	5-19		
15	5-27		

Índice das amostras	Amostra origem	imagem	histograma
16	6-4		
17	6-8		
18	6-19		
19	6-20		
20	7-3		
21	7-12		
22	7-14		
23	8-10		

Índice das amostras	Amostra origem	imagem	histograma
24	8-14		
25	8-18		
26	9-11		
27	9-21		
28	10-8		
29	10-11		
30	10-22		

Apêndice H – Distância entre as amostras de segmentos na Escala 3

Amostra = 1	Amostra = 2	Amostra = 3
amostra = 2 dist = 0.1188	amostra = 3 dist = 0.1595	amostra = 4 dist = 0.1476
amostra = 3 dist = 0.1396	amostra = 4 dist = 0.0987	amostra = 5 dist = 0.1252
amostra = 4 dist = 0.1409	amostra = 5 dist = 0.1146	amostra = 6 dist = 0.1478
amostra = 5 dist = 0.0965	amostra = 6 dist = 0.1330	amostra = 7 dist = 0.1475
amostra = 6 dist = 0.1446	amostra = 7 dist = 0.0881	amostra = 8 dist = 0.1574
amostra = 7 dist = 0.1218	amostra = 8 dist = 0.1506	amostra = 9 dist = 0.1310
amostra = 8 dist = 0.0679	amostra = 9 dist = 0.1289	amostra = 10 dist = 0.1563
amostra = 9 dist = 0.0694	amostra = 10 dist = 0.1933	amostra = 11 dist = 0.1433
amostra = 10 dist = 0.1505	amostra = 11 dist = 0.2147	amostra = 12 dist = 0.1603
amostra = 11 dist = 0.1640	amostra = 12 dist = 0.1073	amostra = 13 dist = 0.1267
amostra = 12 dist = 0.1530	amostra = 13 dist = 0.1737	amostra = 14 dist = 0.2471
amostra = 13 dist = 0.0849	amostra = 14 dist = 0.2616	amostra = 15 dist = 0.1765
amostra = 14 dist = 0.1987	amostra = 15 dist = 0.1462	amostra = 16 dist = 0.2142
amostra = 15 dist = 0.1442	amostra = 16 dist = 0.2382	amostra = 17 dist = 0.1988
amostra = 16 dist = 0.1505	amostra = 17 dist = 0.1510	amostra = 18 dist = 0.1793
amostra = 17 dist = 0.1264	amostra = 18 dist = 0.1402	amostra = 19 dist = 0.1996
amostra = 18 dist = 0.1595	amostra = 19 dist = 0.2102	amostra = 20 dist = 0.2279
amostra = 19 dist = 0.1274	amostra = 20 dist = 0.1800	amostra = 21 dist = 0.2267
amostra = 20 dist = 0.1929	amostra = 21 dist = 0.1747	amostra = 22 dist = 0.1900
amostra = 21 dist = 0.1754	amostra = 22 dist = 0.1195	amostra = 23 dist = 0.1553
amostra = 22 dist = 0.1805	amostra = 23 dist = 0.1400	amostra = 24 dist = 0.1995
amostra = 23 dist = 0.1531	amostra = 24 dist = 0.2081	amostra = 25 dist = 0.1900
amostra = 24 dist = 0.2075	amostra = 25 dist = 0.2017	amostra = 26 dist = 0.2350
amostra = 25 dist = 0.2016	amostra = 26 dist = 0.2006	amostra = 27 dist = 0.1279
amostra = 26 dist = 0.2009	amostra = 27 dist = 0.1096	amostra = 28 dist = 0.1497
amostra = 27 dist = 0.0795	amostra = 28 dist = 0.1203	amostra = 29 dist = 0.1615
amostra = 28 dist = 0.1305	amostra = 29 dist = 0.1217	amostra = 30 dist = 0.1608
amostra = 29 dist = 0.1288	amostra = 30 dist = 0.1354	
amostra = 30 dist = 0.1309		

Amostra = 4	Amostra = 5	Amostra = 6
amostra = 5 dist = 0.0899	amostra = 6 dist = 0.0961	amostra = 7 dist = 0.1316
amostra = 6 dist = 0.0734	amostra = 7 dist = 0.1042	amostra = 8 dist = 0.1402
amostra = 7 dist = 0.0907	amostra = 8 dist = 0.0846	amostra = 9 dist = 0.1692
amostra = 8 dist = 0.1438	amostra = 9 dist = 0.1151	amostra = 10 dist = 0.2028
amostra = 9 dist = 0.1640	amostra = 10 dist = 0.1768	amostra = 11 dist = 0.1619
amostra = 10 dist = 0.2040	amostra = 11 dist = 0.1443	amostra = 12 dist = 0.1257
amostra = 11 dist = 0.1911	amostra = 12 dist = 0.1286	amostra = 13 dist = 0.1563
amostra = 12 dist = 0.1163	amostra = 13 dist = 0.1187	amostra = 14 dist = 0.2810
amostra = 13 dist = 0.1673	amostra = 14 dist = 0.2469	amostra = 15 dist = 0.1586
amostra = 14 dist = 0.2872	amostra = 15 dist = 0.1655	amostra = 16 dist = 0.2251
amostra = 15 dist = 0.1584	amostra = 16 dist = 0.1966	amostra = 17 dist = 0.1642
amostra = 16 dist = 0.2396	amostra = 17 dist = 0.1485	amostra = 18 dist = 0.1598
amostra = 17 dist = 0.1589	amostra = 18 dist = 0.1632	amostra = 19 dist = 0.1878
amostra = 18 dist = 0.1505	amostra = 19 dist = 0.1619	amostra = 20 dist = 0.2420
amostra = 19 dist = 0.2027	amostra = 20 dist = 0.2009	amostra = 21 dist = 0.2086
amostra = 20 dist = 0.2189	amostra = 21 dist = 0.1583	amostra = 22 dist = 0.1888
amostra = 21 dist = 0.1893	amostra = 22 dist = 0.1731	amostra = 23 dist = 0.1811
amostra = 22 dist = 0.1671	amostra = 23 dist = 0.1457	amostra = 24 dist = 0.2237
amostra = 23 dist = 0.1656	amostra = 24 dist = 0.1948	amostra = 25 dist = 0.2180
amostra = 24 dist = 0.2195	amostra = 25 dist = 0.1868	amostra = 26 dist = 0.2596
amostra = 25 dist = 0.2117	amostra = 26 dist = 0.2205	amostra = 27 dist = 0.1477
amostra = 26 dist = 0.2462	amostra = 27 dist = 0.1030	amostra = 28 dist = 0.1379
amostra = 27 dist = 0.1393	amostra = 28 dist = 0.1386	amostra = 29 dist = 0.1482
amostra = 28 dist = 0.1375	amostra = 29 dist = 0.1464	amostra = 30 dist = 0.1451
amostra = 29 dist = 0.1432	amostra = 30 dist = 0.1431	
amostra = 30 dist = 0.1397		

Amostra = 7	Amostra = 8	Amostra = 9
amostra = 8 dist = 0.1448	amostra = 9 dist = 0.1021	amostra = 10 dist = 0.1476
amostra = 9 dist = 0.1408	amostra = 10 dist = 0.1707	amostra = 11 dist = 0.1816
amostra = 10 dist = 0.1943	amostra = 11 dist = 0.1602	amostra = 12 dist = 0.1685
amostra = 11 dist = 0.1979	amostra = 12 dist = 0.1638	amostra = 13 dist = 0.1164
amostra = 12 dist = 0.1200	amostra = 13 dist = 0.0822	amostra = 14 dist = 0.2065
amostra = 13 dist = 0.1694	amostra = 14 dist = 0.2094	amostra = 15 dist = 0.1773
amostra = 14 dist = 0.2821	amostra = 15 dist = 0.1723	amostra = 16 dist = 0.1751
amostra = 15 dist = 0.1303	amostra = 16 dist = 0.1440	amostra = 17 dist = 0.1712
amostra = 16 dist = 0.2456	amostra = 17 dist = 0.1423	amostra = 18 dist = 0.1754
amostra = 17 dist = 0.1451	amostra = 18 dist = 0.1854	amostra = 19 dist = 0.1648
amostra = 18 dist = 0.1251	amostra = 19 dist = 0.1208	amostra = 20 dist = 0.1755
amostra = 19 dist = 0.1867	amostra = 20 dist = 0.2126	amostra = 21 dist = 0.1582
amostra = 20 dist = 0.1723	amostra = 21 dist = 0.1633	amostra = 22 dist = 0.1860
amostra = 21 dist = 0.1736	amostra = 22 dist = 0.2072	amostra = 23 dist = 0.1428
amostra = 22 dist = 0.1429	amostra = 23 dist = 0.1790	amostra = 24 dist = 0.1881
amostra = 23 dist = 0.1238	amostra = 24 dist = 0.2244	amostra = 25 dist = 0.1783
amostra = 24 dist = 0.2050	amostra = 25 dist = 0.2164	amostra = 26 dist = 0.1814
amostra = 25 dist = 0.1964	amostra = 26 dist = 0.2251	amostra = 27 dist = 0.0826
amostra = 26 dist = 0.2069	amostra = 27 dist = 0.1026	amostra = 28 dist = 0.1584
amostra = 27 dist = 0.1171	amostra = 28 dist = 0.1654	amostra = 29 dist = 0.1599
amostra = 28 dist = 0.1146	amostra = 29 dist = 0.1622	amostra = 30 dist = 0.1619
amostra = 29 dist = 0.1155	amostra = 30 dist = 0.1553	
amostra = 30 dist = 0.1186		

Amostra = 10	Amostra = 11	Amostra = 12
amostra = 11 dist = 0.2019	amostra = 12 dist = 0.2117	amostra = 13 dist = 0.1787
amostra = 12 dist = 0.2139	amostra = 13 dist = 0.1359	amostra = 14 dist = 0.2837
amostra = 13 dist = 0.1541	amostra = 14 dist = 0.2730	amostra = 15 dist = 0.1394
amostra = 14 dist = 0.2412	amostra = 15 dist = 0.1952	amostra = 16 dist = 0.2547
amostra = 15 dist = 0.2054	amostra = 16 dist = 0.1927	amostra = 17 dist = 0.1471
amostra = 16 dist = 0.2014	amostra = 17 dist = 0.2216	amostra = 18 dist = 0.1658
amostra = 17 dist = 0.2147	amostra = 18 dist = 0.1931	amostra = 19 dist = 0.2216
amostra = 18 dist = 0.2110	amostra = 19 dist = 0.1479	amostra = 20 dist = 0.2239
amostra = 19 dist = 0.1985	amostra = 20 dist = 0.2744	amostra = 21 dist = 0.2112
amostra = 20 dist = 0.2441	amostra = 21 dist = 0.2591	amostra = 22 dist = 0.1263
amostra = 21 dist = 0.2395	amostra = 22 dist = 0.2480	amostra = 23 dist = 0.1836
amostra = 22 dist = 0.2337	amostra = 23 dist = 0.1895	amostra = 24 dist = 0.2530
amostra = 23 dist = 0.1931	amostra = 24 dist = 0.2199	amostra = 25 dist = 0.2486
amostra = 24 dist = 0.2328	amostra = 25 dist = 0.2140	amostra = 26 dist = 0.2546
amostra = 25 dist = 0.2265	amostra = 26 dist = 0.2655	amostra = 27 dist = 0.1291
amostra = 26 dist = 0.2419	amostra = 27 dist = 0.1858	amostra = 28 dist = 0.1359
amostra = 27 dist = 0.1308	amostra = 28 dist = 0.1626	amostra = 29 dist = 0.1325
amostra = 28 dist = 0.1929	amostra = 29 dist = 0.1851	amostra = 30 dist = 0.1383
amostra = 29 dist = 0.1949	amostra = 30 dist = 0.1902	
amostra = 30 dist = 0.1929		

Amostra = 13	Amostra = 14	Amostra = 15
amostra = 14 dist = 0.1917	amostra = 15 dist = 0.2686	amostra = 16 dist = 0.2201
amostra = 15 dist = 0.1685	amostra = 16 dist = 0.2076	amostra = 17 dist = 0.1401
amostra = 16 dist = 0.1150	amostra = 17 dist = 0.2439	amostra = 18 dist = 0.1160
amostra = 17 dist = 0.1652	amostra = 18 dist = 0.2940	amostra = 19 dist = 0.1674
amostra = 18 dist = 0.1897	amostra = 19 dist = 0.2509	amostra = 20 dist = 0.2257
amostra = 19 dist = 0.1232	amostra = 20 dist = 0.2927	amostra = 21 dist = 0.2505
amostra = 20 dist = 0.2434	amostra = 21 dist = 0.2885	amostra = 22 dist = 0.1680
amostra = 21 dist = 0.2206	amostra = 22 dist = 0.2749	amostra = 23 dist = 0.1705
amostra = 22 dist = 0.2156	amostra = 23 dist = 0.2759	amostra = 24 dist = 0.2580
amostra = 23 dist = 0.1895	amostra = 24 dist = 0.3296	amostra = 25 dist = 0.2534
amostra = 24 dist = 0.2364	amostra = 25 dist = 0.3239	amostra = 26 dist = 0.2354
amostra = 25 dist = 0.2297	amostra = 26 dist = 0.2962	amostra = 27 dist = 0.1430
amostra = 26 dist = 0.2452	amostra = 27 dist = 0.2129	amostra = 28 dist = 0.0974
amostra = 27 dist = 0.1190	amostra = 28 dist = 0.2589	amostra = 29 dist = 0.0568
amostra = 28 dist = 0.1602	amostra = 29 dist = 0.2512	amostra = 30 dist = 0.0671
amostra = 29 dist = 0.1575	amostra = 30 dist = 0.2557	
amostra = 30 dist = 0.1528		

Amostra = 16	Amostra = 17	Amostra = 18
amostra = 17 dist = 0.2258	amostra = 18 dist = 0.1964	amostra = 19 dist = 0.1723
amostra = 18 dist = 0.2366	amostra = 19 dist = 0.1850	amostra = 20 dist = 0.2026
amostra = 19 dist = 0.1536	amostra = 20 dist = 0.2418	amostra = 21 dist = 0.2204
amostra = 20 dist = 0.2806	amostra = 21 dist = 0.2302	amostra = 22 dist = 0.1693
amostra = 21 dist = 0.2555	amostra = 22 dist = 0.1979	amostra = 23 dist = 0.1404
amostra = 22 dist = 0.2713	amostra = 23 dist = 0.2148	amostra = 24 dist = 0.2413
amostra = 23 dist = 0.2409	amostra = 24 dist = 0.2764	amostra = 25 dist = 0.2310
amostra = 24 dist = 0.2927	amostra = 25 dist = 0.2755	amostra = 26 dist = 0.2259
amostra = 25 dist = 0.2837	amostra = 26 dist = 0.2601	amostra = 27 dist = 0.1554
amostra = 26 dist = 0.2753	amostra = 27 dist = 0.1405	amostra = 28 dist = 0.0913
amostra = 27 dist = 0.1842	amostra = 28 dist = 0.1499	amostra = 29 dist = 0.1070
amostra = 28 dist = 0.2196	amostra = 29 dist = 0.1346	amostra = 30 dist = 0.1399
amostra = 29 dist = 0.2098	amostra = 30 dist = 0.1419	
amostra = 30 dist = 0.2044		

Amostra = 19	Amostra = 20	Amostra = 21
amostra = 20 dist = 0.2633	amostra = 21 dist = 0.1643	amostra = 22 dist = 0.2118
amostra = 21 dist = 0.2421	amostra = 22 dist = 0.1890	amostra = 23 dist = 0.1757
amostra = 22 dist = 0.2576	amostra = 23 dist = 0.1186	amostra = 24 dist = 0.2362
amostra = 23 dist = 0.2120	amostra = 24 dist = 0.2036	amostra = 25 dist = 0.2157
amostra = 24 dist = 0.2634	amostra = 25 dist = 0.1930	amostra = 26 dist = 0.2126
amostra = 25 dist = 0.2567	amostra = 26 dist = 0.1333	amostra = 27 dist = 0.1676
amostra = 26 dist = 0.2628	amostra = 27 dist = 0.1672	amostra = 28 dist = 0.2266
amostra = 27 dist = 0.1682	amostra = 28 dist = 0.2029	amostra = 29 dist = 0.2327
amostra = 28 dist = 0.1681	amostra = 29 dist = 0.2053	amostra = 30 dist = 0.2327
amostra = 29 dist = 0.1692	amostra = 30 dist = 0.2132	
amostra = 30 dist = 0.1710		


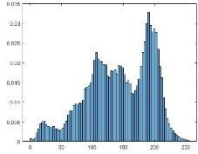

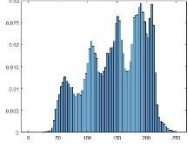

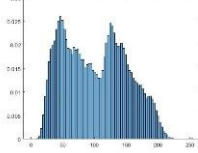

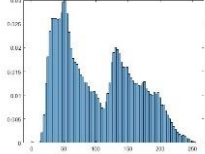

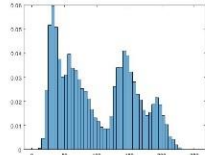

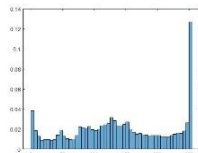
Amostra = 22	Amostra = 23	Amostra = 24
amostra = 23 dist = 0.1599 amostra = 24 dist = 0.2704 amostra = 25 dist = 0.2601 amostra = 26 dist = 0.2386 amostra = 27 dist = 0.1498 amostra = 28 dist = 0.1408 amostra = 29 dist = 0.1406 amostra= 30 dist = 0.1605	amostra = 24 dist = 0.1582 amostra = 25 dist = 0.1468 amostra = 26 dist = 0.1409 amostra = 27 dist = 0.1353 amostra = 28 dist = 0.1377 amostra = 29 dist = 0.1462 amostra= 30 dist = 0.1592	amostra = 25 dist = 0.0754 amostra = 26 dist = 0.1538 amostra = 27 dist = 0.2062 amostra = 28 dist = 0.2315 amostra = 29 dist = 0.2446 amostra= 30 dist = 0.2445


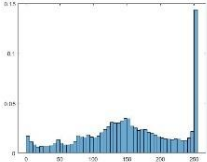

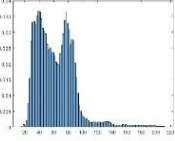

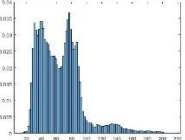
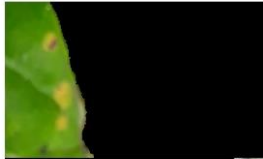
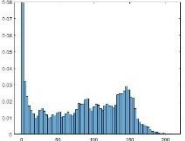

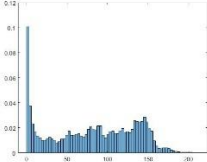

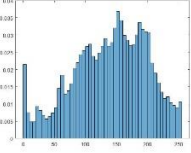

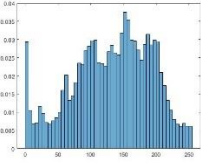
Amostra = 25	Amostra = 26	Amostra = 27
amostra = 26 dist = 0.1615 amostra = 27 dist = 0.2011 amostra = 28 dist = 0.2258 amostra = 29 dist = 0.2379 amostra= 30 dist = 0.2370	amostra = 27 dist = 0.1838 amostra = 28 dist = 0.2197 amostra = 29 dist = 0.2170 amostra= 30 dist = 0.2254	amostra = 28 dist = 0.1267 amostra = 29 dist = 0.1257 amostra= 30 dist = 0.1297

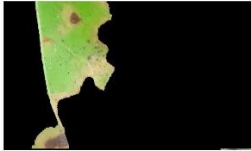
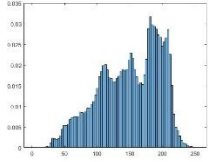

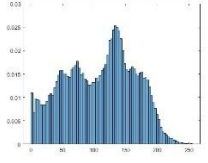

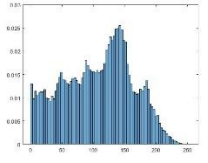
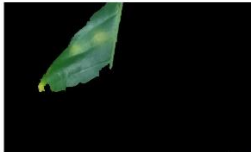
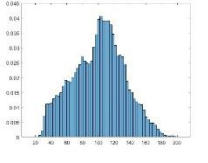

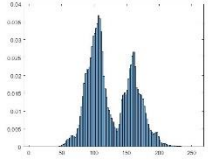

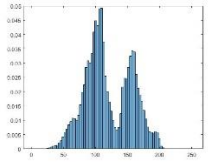

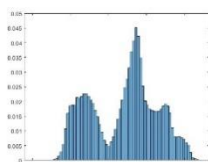
Amostra = 28	Amostra = 29	
amostra = 29 dist = 0.0701 amostra= 30 dist = 0.1098	amostra= 30 dist = 0.0632	

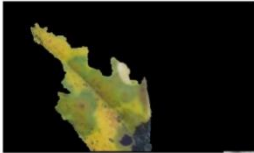
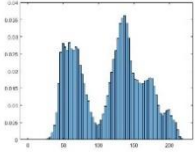

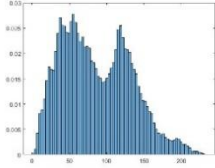

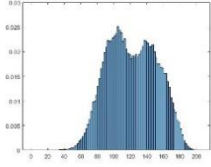

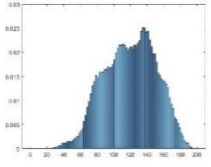

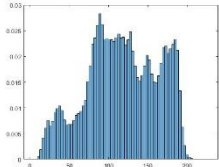

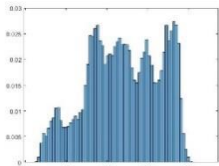

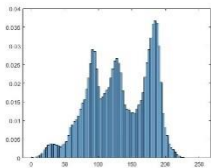
Apêndice I – Segmentos Seleccionados na Escala 4


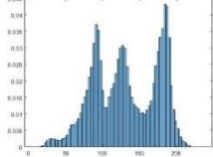

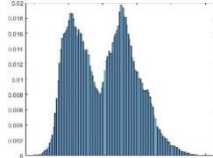

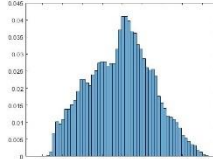
Esses segmentos foram seleccionados da segmentação JSEG em todas as 50 amostras a1 a a50. A “origem” é o número do segmento utilizado para o JSEG.

Índice das amostras	Amostra origem	Imagem	Histograma
1	3-6		
2	43-7		
3	11-3		
4	36-5		
5	12-9		
6	18-10		

Índice das amostras	Amostra origem	Imagem	Histograma
7	40-6		
8	21-6		
9	23-6		
10	39-1		
11	47-1		
12	20-2		
13	37-2		

Índice das amostras	Amostra origem	Imagem	Histograma
14	24-3		
15	29-5		
16	29-8		
17	36-2		
18	7-4		
19	35-7		
20	21-3		

Índice das amostras	Amostra origem	Imagem	Histograma
21	23-3		
22	34-1		
23	21-1		
24	23-1		
25	1-2		
26	2-3		
27	1-4		

Índice das amostras	Amostra origem	Imagem	Histograma
28	2-5		
29	33-4		
30	12-3		

Apêndice J – Distância entre as amostras de segmentos na Escala 4

Amostra = 1	Amostra = 2	Amostra = 3
amostra = 2 dist = 0.0407	amostra = 3 dist = 0.1210	amostra = 4 dist = 0.0409
amostra = 3 dist = 0.1152	amostra = 4 dist = 0.1228	amostra = 5 dist = 0.0626
amostra = 4 dist = 0.1205	amostra = 5 dist = 0.1309	amostra = 6 dist = 0.1440
amostra = 5 dist = 0.1281	amostra = 6 dist = 0.1518	amostra = 7 dist = 0.1584
amostra = 6 dist = 0.1455	amostra = 7 dist = 0.1536	amostra = 8 dist = 0.1412
amostra = 7 dist = 0.1506	amostra = 8 dist = 0.2223	amostra = 9 dist = 0.1289
amostra = 8 dist = 0.2133	amostra = 9 dist = 0.2117	amostra = 10 dist = 0.1260
amostra = 9 dist = 0.2042	amostra = 10 dist = 0.1312	amostra = 11 dist = 0.1453
amostra = 10 dist = 0.1258	amostra = 11 dist = 0.1555	amostra = 12 dist = 0.0984
amostra = 11 dist = 0.1514	amostra = 12 dist = 0.0558	amostra = 13 dist = 0.0949
amostra = 12 dist = 0.0502	amostra = 13 dist = 0.0616	amostra = 14 dist = 0.1239
amostra = 13 dist = 0.0558	amostra = 14 dist = 0.0232	amostra = 15 dist = 0.0470
amostra = 14 dist = 0.0325	amostra = 15 dist = 0.0990	amostra = 16 dist = 0.0553
amostra = 15 dist = 0.0919	amostra = 16 dist = 0.0996	amostra = 17 dist = 0.0646
amostra = 16 dist = 0.0909	amostra = 17 dist = 0.1081	amostra = 18 dist = 0.1552
amostra = 17 dist = 0.0988	amostra = 18 dist = 0.1453	amostra = 19 dist = 0.1363
amostra = 18 dist = 0.1426	amostra = 19 dist = 0.1348	amostra = 20 dist = 0.1141
amostra = 19 dist = 0.1328	amostra = 20 dist = 0.0842	amostra = 21 dist = 0.1055
amostra = 20 dist = 0.1003	amostra = 21 dist = 0.0909	amostra = 22 dist = 0.0365
amostra = 21 dist = 0.1065	amostra = 22 dist = 0.1337	amostra = 23 dist = 0.1315
amostra = 22 dist = 0.1276	amostra = 23 dist = 0.0755	amostra = 24 dist = 0.1275
amostra = 23 dist = 0.0694	amostra = 24 dist = 0.0624	amostra = 25 dist = 0.0904
amostra = 24 dist = 0.0640	amostra = 25 dist = 0.0685	amostra = 26 dist = 0.0955
amostra = 25 dist = 0.0536	amostra = 26 dist = 0.0666	amostra = 27 dist = 0.1089
amostra = 26 dist = 0.0543	amostra = 27 dist = 0.0920	amostra = 28 dist = 0.1150
amostra = 27 dist = 0.0792	amostra = 28 dist = 0.1101	amostra = 29 dist = 0.0390
amostra = 28 dist = 0.1001	amostra = 29 dist = 0.1304	amostra = 30 dist = 0.0678
amostra = 29 dist = 0.1277	amostra = 30 dist = 0.0936	
amostra = 30 dist = 0.0884		

Amostra = 4	Amostra = 5	Amostra = 6
amostra = 5 dist = 0.0423	amostra = 6 dist = 0.1574	amostra = 7 dist = 0.0407
amostra = 6 dist = 0.1486	amostra = 7 dist = 0.1684	amostra = 8 dist = 0.2112
amostra = 7 dist = 0.1623	amostra = 8 dist = 0.1325	amostra = 9 dist = 0.2040
amostra = 8 dist = 0.1322	amostra = 9 dist = 0.1242	amostra = 10 dist = 0.1432
amostra = 9 dist = 0.1208	amostra = 10 dist = 0.1369	amostra = 11 dist = 0.1559
amostra = 10 dist = 0.1294	amostra = 11 dist = 0.1570	amostra = 12 dist = 0.1184
amostra = 11 dist = 0.1506	amostra = 12 dist = 0.1113	amostra = 13 dist = 0.1209
amostra = 12 dist = 0.1031	amostra = 13 dist = 0.1090	amostra = 14 dist = 0.1523
amostra = 13 dist = 0.1010	amostra = 14 dist = 0.1348	amostra = 15 dist = 0.1301
amostra = 14 dist = 0.1264	amostra = 15 dist = 0.0791	amostra = 16 dist = 0.1283
amostra = 15 dist = 0.0661	amostra = 16 dist = 0.0851	amostra = 17 dist = 0.1424
amostra = 16 dist = 0.0749	amostra = 17 dist = 0.1081	amostra = 18 dist = 0.1855
amostra = 17 dist = 0.0971	amostra = 18 dist = 0.1836	amostra = 19 dist = 0.1752
amostra = 18 dist = 0.1770	amostra = 19 dist = 0.1669	amostra = 20 dist = 0.1535
amostra = 19 dist = 0.1602	amostra = 20 dist = 0.1186	amostra = 21 dist = 0.1530
amostra = 20 dist = 0.1170	amostra = 21 dist = 0.1102	amostra = 22 dist = 0.1462
amostra = 21 dist = 0.1061	amostra = 22 dist = 0.0689	amostra = 23 dist = 0.1573
amostra = 22 dist = 0.0520	amostra = 23 dist = 0.1509	amostra = 24 dist = 0.1533
amostra = 23 dist = 0.1432	amostra = 24 dist = 0.1436	amostra = 25 dist = 0.1392
amostra = 24 dist = 0.1365	amostra = 25 dist = 0.1126	amostra = 26 dist = 0.1400
amostra = 25 dist = 0.1027	amostra = 26 dist = 0.1122	amostra = 27 dist = 0.1551
amostra = 26 dist = 0.1038	amostra = 27 dist = 0.1363	amostra = 28 dist = 0.1616
amostra = 27 dist = 0.1249	amostra = 28 dist = 0.1452	amostra = 29 dist = 0.1509
amostra = 28 dist = 0.1324	amostra = 29 dist = 0.0906	amostra = 30 dist = 0.1384
amostra = 29 dist = 0.0686	amostra = 30 dist = 0.1034	
amostra = 30 dist = 0.0920		

Amostra = 7	Amostra = 8	Amostra = 9
amostra = 8 dist = 0.2329	amostra = 9 dist = 0.0429	amostra = 10 dist = 0.1922
amostra = 9 dist = 0.2255	amostra = 10 dist = 0.1976	amostra = 11 dist = 0.2031
amostra = 10 dist = 0.1649	amostra = 11 dist = 0.2091	amostra = 12 dist = 0.1884
amostra = 11 dist = 0.1793	amostra = 12 dist = 0.1987	amostra = 13 dist = 0.1827
amostra = 12 dist = 0.1284	amostra = 13 dist = 0.1931	amostra = 14 dist = 0.2161
amostra = 13 dist = 0.1332	amostra = 14 dist = 0.2261	amostra = 15 dist = 0.1551
amostra = 14 dist = 0.1535	amostra = 15 dist = 0.1639	amostra = 16 dist = 0.1576
amostra = 15 dist = 0.1442	amostra = 16 dist = 0.1661	amostra = 17 dist = 0.1742
amostra = 16 dist = 0.1436	amostra = 17 dist = 0.1870	amostra = 18 dist = 0.2198
amostra = 17 dist = 0.1538	amostra = 18 dist = 0.2347	amostra = 19 dist = 0.2058
amostra = 18 dist = 0.1933	amostra = 19 dist = 0.2203	amostra = 20 dist = 0.1931
amostra = 19 dist = 0.1843	amostra = 20 dist = 0.2043	amostra = 21 dist = 0.1804
amostra = 20 dist = 0.1557	amostra = 21 dist = 0.1915	amostra = 22 dist = 0.1176
amostra = 21 dist = 0.1577	amostra = 22 dist = 0.1268	amostra = 23 dist = 0.2386
amostra = 22 dist = 0.1637	amostra = 23 dist = 0.2489	amostra = 24 dist = 0.2298
amostra = 23 dist = 0.1556	amostra = 24 dist = 0.2406	amostra = 25 dist = 0.1808
amostra = 24 dist = 0.1511	amostra = 25 dist = 0.1916	amostra = 26 dist = 0.1795
amostra = 25 dist = 0.1481	amostra = 26 dist = 0.1901	amostra = 27 dist = 0.1957
amostra = 26 dist = 0.1485	amostra = 27 dist = 0.2072	amostra = 28 dist = 0.1948
amostra = 27 dist = 0.1608	amostra = 28 dist = 0.2053	amostra = 29 dist = 0.1489
amostra = 28 dist = 0.1681	amostra = 29 dist = 0.1605	amostra = 30 dist = 0.1768
amostra = 29 dist = 0.1656	amostra = 30 dist = 0.1896	
amostra = 30 dist = 0.1470		

Amostra = 10	Amostra = 11	Amostra = 12
amostra = 11 dist = 0.0415	amostra = 12 dist = 0.1210	amostra = 13 dist = 0.0157
amostra = 12 dist = 0.0980	amostra = 13 dist = 0.1113	amostra = 14 dist = 0.0567
amostra = 13 dist = 0.0892	amostra = 14 dist = 0.1562	amostra = 15 dist = 0.0699
amostra = 14 dist = 0.1303	amostra = 15 dist = 0.1179	amostra = 16 dist = 0.0689
amostra = 15 dist = 0.0971	amostra = 16 dist = 0.1174	amostra = 17 dist = 0.0861
amostra = 16 dist = 0.0973	amostra = 17 dist = 0.1468	amostra = 18 dist = 0.1312
amostra = 17 dist = 0.1292	amostra = 18 dist = 0.1754	amostra = 19 dist = 0.1204
amostra = 18 dist = 0.1656	amostra = 19 dist = 0.1668	amostra = 20 dist = 0.0751
amostra = 19 dist = 0.1560	amostra = 20 dist = 0.1529	amostra = 21 dist = 0.0816
amostra = 20 dist = 0.1370	amostra = 21 dist = 0.1535	amostra = 22 dist = 0.1085
amostra = 21 dist = 0.1381	amostra = 22 dist = 0.1461	amostra = 23 dist = 0.0748
amostra = 22 dist = 0.1306	amostra = 23 dist = 0.1600	amostra = 24 dist = 0.0619
amostra = 23 dist = 0.1374	amostra = 24 dist = 0.1521	amostra = 25 dist = 0.0562
amostra = 24 dist = 0.1303	amostra = 25 dist = 0.1430	amostra = 26 dist = 0.0544
amostra = 25 dist = 0.1207	amostra = 26 dist = 0.1440	amostra = 27 dist = 0.0807
amostra = 26 dist = 0.1208	amostra = 27 dist = 0.1467	amostra = 28 dist = 0.0979
amostra = 27 dist = 0.1247	amostra = 28 dist = 0.1526	amostra = 29 dist = 0.1111
amostra = 28 dist = 0.1330	amostra = 29 dist = 0.1537	amostra = 30 dist = 0.0711
amostra = 29 dist = 0.1383	amostra = 30 dist = 0.1399	
amostra = 30 dist = 0.1220		

Amostra = 13	Amostra = 14	Amostra = 15
amostra = 14 dist = 0.0636	amostra = 15 dist = 0.1004	amostra = 16 dist = 0.0234
amostra = 15 dist = 0.0650	amostra = 16 dist = 0.1016	amostra = 17 dist = 0.0557
amostra = 16 dist = 0.0632	amostra = 17 dist = 0.1090	amostra = 18 dist = 0.1428
amostra = 17 dist = 0.0829	amostra = 18 dist = 0.1492	amostra = 19 dist = 0.1257
amostra = 18 dist = 0.1261	amostra = 19 dist = 0.1404	amostra = 20 dist = 0.0955
amostra = 19 dist = 0.1151	amostra = 20 dist = 0.0944	amostra = 21 dist = 0.0915
amostra = 20 dist = 0.0763	amostra = 21 dist = 0.1024	amostra = 22 dist = 0.0573
amostra = 21 dist = 0.0825	amostra = 22 dist = 0.1383	amostra = 23 dist = 0.1031
amostra = 22 dist = 0.1040	amostra = 23 dist = 0.0650	amostra = 24 dist = 0.0990
amostra = 23 dist = 0.0799	amostra = 24 dist = 0.0541	amostra = 25 dist = 0.0725
amostra = 24 dist = 0.0681	amostra = 25 dist = 0.0660	amostra = 26 dist = 0.0768
amostra = 25 dist = 0.0560	amostra = 26 dist = 0.0642	amostra = 27 dist = 0.0877
amostra = 26 dist = 0.0542	amostra = 27 dist = 0.0843	amostra = 28 dist = 0.0965
amostra = 27 dist = 0.0814	amostra = 28 dist = 0.1020	amostra = 29 dist = 0.0593
amostra = 28 dist = 0.0981	amostra = 29 dist = 0.1351	amostra = 30 dist = 0.0515
amostra = 29 dist = 0.1076	amostra = 30 dist = 0.0945	
amostra = 30 dist = 0.0697		

Amostra = 16	Amostra = 17	Amostra = 18
amostra = 17 dist = 0.0550	amostra = 18 dist = 0.1197	amostra = 19 dist = 0.0301
amostra = 18 dist = 0.1378	amostra = 19 dist = 0.1010	amostra = 20 dist = 0.1400
amostra = 19 dist = 0.1211	amostra = 20 dist = 0.1094	amostra = 21 dist = 0.1542
amostra = 20 dist = 0.0991	amostra = 21 dist = 0.1107	amostra = 22 dist = 0.1630
amostra = 21 dist = 0.0972	amostra = 22 dist = 0.0784	amostra = 23 dist = 0.1421
amostra = 22 dist = 0.0626	amostra = 23 dist = 0.0984	amostra = 24 dist = 0.1337
amostra = 23 dist = 0.1049	amostra = 24 dist = 0.1012	amostra = 25 dist = 0.1219
amostra = 24 dist = 0.0999	amostra = 25 dist = 0.0714	amostra = 26 dist = 0.1263
amostra = 25 dist = 0.0700	amostra = 26 dist = 0.0799	amostra = 27 dist = 0.1330
amostra = 26 dist = 0.0763	amostra = 27 dist = 0.0917	amostra = 28 dist = 0.1419
amostra = 27 dist = 0.0918	amostra = 28 dist = 0.1002	amostra = 29 dist = 0.1574
amostra = 28 dist = 0.1017	amostra = 29 dist = 0.0610	amostra = 30 dist = 0.1245
amostra = 29 dist = 0.0681	amostra = 30 dist = 0.0399	
amostra = 30 dist = 0.0528		

Amostra = 19	Amostra = 20	Amostra = 21
amostra = 20 dist = 0.1277	amostra = 21 dist = 0.0306	amostra = 22 dist = 0.1111
amostra = 21 dist = 0.1387	amostra = 22 dist = 0.1223	amostra = 23 dist = 0.1247
amostra = 22 dist = 0.1436	amostra = 23 dist = 0.1114	amostra = 24 dist = 0.1089
amostra = 23 dist = 0.1354	amostra = 24 dist = 0.0938	amostra = 25 dist = 0.1042
amostra = 24 dist = 0.1286	amostra = 25 dist = 0.0972	amostra = 26 dist = 0.0956
amostra = 25 dist = 0.1117	amostra = 26 dist = 0.0876	amostra = 27 dist = 0.1184
amostra = 26 dist = 0.1161	amostra = 27 dist = 0.1149	amostra = 28 dist = 0.1244
amostra = 27 dist = 0.1259	amostra = 28 dist = 0.1238	amostra = 29 dist = 0.1114
amostra = 28 dist = 0.1336	amostra = 29 dist = 0.1222	amostra = 30 dist = 0.0909
amostra = 29 dist = 0.1359	amostra = 30 dist = 0.0888	
amostra = 30 dist = 0.1084		

Amostra = 22	Amostra = 23	Amostra = 24
amostra = 23 dist = 0.1476 amostra = 24 dist = 0.1432 amostra = 25 dist = 0.1017 amostra = 26 dist = 0.1062 amostra = 27 dist = 0.1247 amostra = 28 dist = 0.1288 amostra = 29 dist = 0.0481 amostra = 30 dist = 0.0817	amostra = 24 dist = 0.0365 amostra = 25 dist = 0.0780 amostra = 26 dist = 0.0807 amostra = 27 dist = 0.0870 amostra = 28 dist = 0.1057 amostra = 29 dist = 0.1374 amostra = 30 dist = 0.0880	amostra = 25 dist = 0.0726 amostra = 26 dist = 0.0745 amostra = 27 dist = 0.0784 amostra = 28 dist = 0.0980 amostra = 29 dist = 0.1373 amostra = 30 dist = 0.0848

Amostra = 25	Amostra = 26	Amostra = 27
amostra = 26 dist = 0.0387 amostra = 27 dist = 0.0771 amostra = 28 dist = 0.0944 amostra = 29 dist = 0.1030 amostra = 30 dist = 0.0664	amostra = 27 dist = 0.0818 amostra = 28 dist = 0.0974 amostra = 29 dist = 0.1089 amostra = 30 dist = 0.0675	amostra = 28 dist = 0.0389 amostra = 29 dist = 0.1214 amostra = 30 dist = 0.0840

Amostra = 28	Amostra = 29	
amostra = 29 dist = 0.1246 amostra = 30 dist = 0.0946	amostra = 30 dist = 0.0705	