

---

## REPRESENTAÇÃO DE FOLHAS DE PLANTAS COM REDES COMPLEXAS

**OLIVEIRA, Cintia Carvalho<sup>1</sup>; DORNELES, Jaqueline Neves<sup>2</sup>; BEZERRA, Maria Aparecida Serafim<sup>3</sup>**

---

**RESUMO:** É notório que a utilização de técnicas no meio de processamento de imagens e redes complexas pode proporcionar melhor monitoramento de áreas agrícolas. Os métodos utilizados nas demais culturas geralmente acarretam em custos altos de processamento. Assim, este artigo propõe a segmentação de imagens seguido pela utilização das redes complexas para fornecer estruturação das imagens com o intuito de realizar a representação de folhas de plantas de forma ágil e eficaz, tendo o uso de técnicas otimizadas a fim de servir de alicerce para técnicas futuras.

**Palavras-chave:** Segmentação, Redes Complexas, Folhas de plantas;

### INTRODUÇÃO

Tendo em vista a agricultura e a sua contribuição na alimentação de comunidades, consta que a atividade agrícola adveio de aproximadamente 10.000 anos a.C.. Vale ressaltar que a atividade agrícola evoluiu de forma exponencial com o passar dos anos, adquirindo espaço em diversos segmentos do mercado e do mundo, com o intuito de alavancar a produtividade e a realização de plantações em ambientes diferentes, tais alimentos começaram a sofrer modificações genéticas para suprir tal necessidade.

Assim, com a expansão da mesma a diversidade de produtos para plantio aumentou consideravelmente, permitindo assim a oferta de produtos alimentícios atendendo de maneira mais eficaz a demanda da população.

Assim é notória a importância em se desenvolver novas técnicas para auxiliar na área agrícola para manter os setores econômicos e auxiliar no aumento da eficiência neste meio, o avanço da tecnologia nos meios de processamento de imagens e representações por redes complexas, vem como modo de ampliar a perspectiva do produtor rural e auxiliar na criação de novas técnicas para o monitoramento da agricultura.

---

<sup>1</sup> Professora, IFTM Campus Patrocínio, MG, Me. Ciência da Computação. [cintiaoliveira@iftm.edu.br](mailto:cintiaoliveira@iftm.edu.br).

<sup>2</sup> Estudante, IFTM Campus Patrocínio, MG, bolsista PIBIC IFTM. [jaquelineneves.jnd@gmail.com](mailto:jaquelineneves.jnd@gmail.com).

<sup>3</sup> Estudante, IFTM Campus Patrocínio, MG, bolsista FAPEMIG. [Masb0705@gmail.com](mailto:Masb0705@gmail.com).

Tratar-se-á, portanto, da realização da segmentação de imagens de folhas de plantas utilizando de redes complexas para possibilitar uma análise rápida e eficaz, com técnicas mais otimizadas para redução de custos de processamento. Portanto, objetivou-se repassar conhecimento, viabilizar, propor e demonstrar novas técnicas para auxílio em trabalhos futuros na área agrícola.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Para o desenvolvimento do estudo o mesmo foi dividido em 5 (cinco) etapas como citadas a seguir:

1ª Etapa – Realização de levantamentos bibliográficos abordando os conceitos básicos da área de processamento de imagens e redes complexas. A necessidade de novas técnicas para auxiliar na área agrícola. Importância de técnicas com menor processamento, e a sua colaboração ao agricultor e o auxílio em técnicas futuras. Para isso foram utilizados como referências artigos, livros e trabalhos acadêmicos na área de processamento de imagens, redes complexas e agricultura.

2ª Etapa – Realização de visitas a duas fazendas cafeicultoras, localizadas próximas ao município de Patrocínio, Minas Gerais, como meio de obtenção de dados (folhas) a serem segmentados em primeiro ponto pelo contato direto entre pesquisadores e dado estudado, realizando assim a coleta dos mesmos pelo acompanhamento e auxílio de trabalhadores na área de cafeicultura, sendo estes funcionários destes locais de visita.

3ª Etapa – Realização da digitalização dos objetos de estudo (folhas) por meio de um scanner de modo a digitalizar as imagens. A estrutura dessa imagem digital pode ser compreendida por uma matriz, composta por linhas e colunas, em que o conjunto de uma linha e coluna compõem os denominados *pixels* que possuem valor correspondente à cor naquele ponto da imagem digitalizada.

4ª Etapa – Realização da segmentação das imagens geradas, seguido por estudos com relação às técnicas utilizadas, sendo elas *thresholding*, *clusterin* e detecção de bordas, através da linguagem Java no ambiente Netbeans. Realizou-se, assim, a segmentação (divisão da imagem em grupos de interesse) das imagens de estudo com diversas técnicas de segmentação a fim de definir a que possui melhor resultado, e caso necessário aplicar o pós-processamento a fim de reduzir defeitos. Assim a imagem resultante de saída está finalizada para que se possam extrair dados (informações)

através da etapa de extração de atributos.

5ª Etapa – Realização da formação da imagem em grafos, gerado a partir da formação dos vértices e das arestas. É um grafo ponderado, ao qual um peso está associado a cada aresta. Tal peso foi atribuído pela distância euclidiana. Logo após o processo de definição dos pesos das arestas, a distância foi normalizada entre 0 e 1. Então foi definido um limiar para gerar um novo conjunto de arestas, em que apenas as arestas com peso menor ou igual ao limiar permaneceram no grafo, resultando na representação da folha por redes complexas.

A partir da folha representada por redes complexas, não trabalhando mais diretamente com a imagem e sim com sua representação foi realizada as avaliações, tendo em vista diversos trabalhos futuros, sendo um deles o reconhecimento de padrões.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como o trabalho está em execução nem todas as etapas foram realizadas até o presente momento, contendo resultados parciais. Nesta seção serão apresentados os resultados adquiridos nas etapas já realizadas, sendo assim o levantamento bibliográfico necessário até o momento para a realização deste projeto já foram levantados de modo a uma melhor compreensão do tema e técnicas propostas.

Na Figura 1 é mostrado um exemplo de imagens digitalizadas a partir de amostras de folhas de cafeeiro ainda frescas para que não haja mudanças indesejáveis em sua cor original.

**Figura 1: Exemplo de imagens digitalizadas**

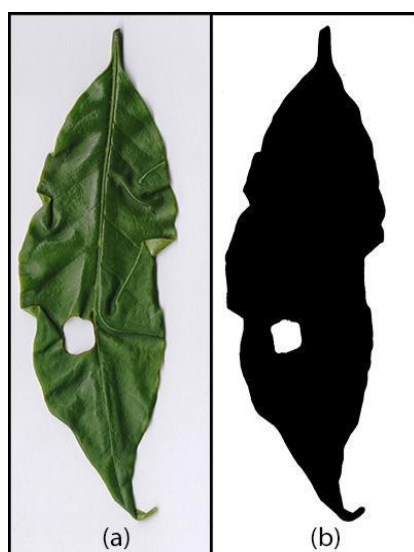


Fonte: Elaborada pelos autores (2017).

A partir das imagens adquiridas após coleta de dados (folhas) e digitalização das mesmas foi realizada a segmentação dessas imagens. Em primeiro momento pelo algoritmo *thresholding* também denominado limiarização, no qual consiste em separar a imagem em duas classes. Considerada uma abordagem crucial na área de segmentação de imagens digitais, o algoritmo recebe como entrada uma imagem digital denominada de forma exemplificada por  $f(x,y)$  e após processamento gera como saída uma imagem binária  $g(x,y)$ , no qual como resultado desta segmentação utilizando de um valor limiar. Neste caso o mesmo foi definido pelo método de tentativa e erro, no qual o mesmo varia de acordo com a imagem de interesse. Tal técnica é utilizada com o intuito de adicionar destaque às áreas de interesse, separando estes objetos do background (fundo).

Os pixels com valores de cinza maiores ou iguais ao  $L$  recebem o valor um (1) que corresponde à cor branca, em contrapartida pixels que possuem valores menores comparados ao  $L$  são destinados à cor preta, ou seja, passam a valer zero (0) (FILHO; NETO, 1999). A figura 2 apresenta um exemplo da aplicação da técnica de *Thresholding* em folha de café como resultado do algoritmo desenvolvido.

**Figura 2: (a) Imagem Original, (b) Imagem Segmentada (Thresholding/Limiarização);**



**Fonte:** Elaborada pelos autores (2017).

Em segundo momento a técnica utilizada foi a de *clustering*, em português

agrupamento. A própria nomenclatura já distingue seu conceito, no qual, esta técnica consiste em agrupar valores mais próximos realizando uma forma de agrupamento que particiona a imagem em subconjuntos, tal como uma comunidade.

Para Fortunato (2010) não existe uma definição aceita de forma universal a respeito de comunidade, e isso se dá pelo fato da definição ser extremamente dependente da aplicação específica a ser trabalhada. Ademais comunidades são comumente entendidas como grupos de vértices parecidos.

Esta técnica é usada quando se busca pela construção de objetos que tenham base nas semelhanças e diferenças entre eles, assim garantindo que os grupos obtidos através da técnica sejam homogêneos de forma que sejam bem separados pelas suas diferenças (CASTRO, 2003).

Uma aplicação de *clustering* muito popular é o algoritmo *k-means*. Neste algoritmo foi necessário definir primeiramente o número de *clusters* (grupos) que foram formados na imagem. Este número de grupos também pode ser entendido como a quantidade de cores que a imagem de saída irá possuir, no qual será denominado de *k* para melhor compreensão.

Admitindo no algoritmo de *k-means* o valor de  $k=7$ , o mesmo possuirá 7 (sete) grupos apenas, e o resultado deste processamento resultou em uma imagem de saída com apenas 7 cores.

**Figura 3: (a) Imagem Original, (b) Imagem Segmentada (*K-means*);**



**Fonte:** Elaborada pelos autores (2017).

Isso está exemplificado na Figura 3 após a utilização do algoritmo *k-means* para a segmentação da imagem de interesse.

Em terceiro momento a técnica utilizada para segmentação foi à técnica de detecção de bordas. Para uma melhor compreensão do algoritmo de detecção de bordas é necessário entender o que é borda, na qual a mesma é caracterizada pela fronteira entre duas regiões que possuem níveis de cinza diferentes. Assim para ser possível a detecção e realce das mesmas, se faz necessário aplicar o filtro por derivada, no qual se utiliza de máscara de convolução (CONTI, 2010).

A detecção de bordas é uma técnica de segmentação de imagens responsável pela filtragem realizada no domínio espacial da imagem, assim, a mesma possui atividade diretamente sobre os pixels dessa imagem. A Figura 4 demonstra a imagem de saída resultante da aplicação de detecção de bordas na mesma.

**Figura 4: (a) Imagem Original, (b) Imagem com Detecção de Bordas;**



**Fonte:** Elaborada pelos autores (2017).

Devido a tal fato para a detecção das bordas, como demonstrado no resultado, foram aplicados filtros espaciais lineares baseados especificamente no gradiente da função de luminosidade e no laplaciano, onde ambos são costumeiramente aproximados por máscaras de convolução 3x3, de modo a aproximar o gradiente de um valor absoluto. A máscara utilizada neste momento foi a máscara de *Roberts* como demonstrada na Tabela 1.

**Tabela 1:** Exemplos de máscaras para estimular a amplitude do gradiente.

Operador	Vertical	Horizontal
<i>Roberts</i>	$\begin{bmatrix} 0 & 0 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} -1 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$

Fonte: Silva; Silva (2015).

Após a implementação das técnicas propostas, tal como a realização da segmentação utilizando das mesmas com o intuito de identificar a técnica que possua melhores resultados, foi observado que os resultados provenientes da técnica de *thresholding* não foram totalmente eficazes, pois mesmo que este garanta o contorno da folha de modo eficaz, ela não reconhece o conteúdo interno da folha sendo assim não consegue identificar adequadamente os padrões de doenças presentes na folha para trabalhos futuros.

Com relação à técnica de detecção de bordas adquiriram-se resultados regulares. Ademais o algoritmo não define com clareza todas as áreas de interesse presentes na imagem, sendo que o mesmo gera muitos segmentos ao realizar a execução culminando em custo considerável de desempenho.

Por fim o algoritmo *k-means* apresentou resultados satisfatórios dentre os demais. Porém para um resultado ainda mais eficaz propõe-se a utilização do mesmo com outra técnica de segmentação, pois a mesma não identifica de forma necessária as bordas dos segmentos de estudo da imagem tendo como consequência a dificuldade na análise da mesma. Deste modo pode-se perceber que para este estudo seria viável utilizar da técnica de detecção de bordas somado à técnica de *k-means* de modo a suprir o único déficit do último algoritmo.

A quinta e última etapa tem como objetivo a representação da folha como uma rede complexa, no qual os autores Costa et. al., (2007) defendem que “a pesquisa envolvendo Redes Complexas pode ser definida como uma intersecção entre a teoria dos grafos e estatística, o que confere um caráter verdadeiramente multidisciplinar a essa área”.

Deste modo, é necessário entender o que é um grafo, no qual de acordo com o

---

autor Backes (2010) um grafo é considerado um conjunto de vértices e arestas denominado pela expressão  $G = (V, E)$ , em que  $V$  representa o número de vértices, ou também denominados nós e  $E$  as arestas que conectam dois vértices.

É indispensável ressaltar que esta etapa ainda não foi desenvolvida. Logo ainda não há resultados nesta etapa da pesquisa, mas espera-se que com o desenvolvimento do algoritmo, com o intuito de transformar o resultado da segmentação em um grafo, o mesmo servirá de base para diversos estudos futuros, pois como mencionado anteriormente na seção de materiais e métodos ao realizar a implementação deste passará a se trabalhar com a representação da imagem em estudo e não com a imagem em si utilizando análise apenas de regiões, trazendo um menor custo computacional, sendo este o maior diferencial com relação a outras técnicas que utilizam a análise da imagem *pixel a pixel*.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pretendeu-se demonstrar no decorrer deste texto algumas técnicas relacionadas à segmentação de imagens digitais e sua representação por redes complexas, demonstrando os resultados obtidos pela implementação de algoritmos de segmentação de imagens para melhor compreensão da funcionalidade das mesmas, e a importância destas para o desenvolvimento de técnicas futuras.

O estudo demonstrou que a área agrícola é um âmbito extremamente importante no mercado, e a utilização de técnicas como as citadas, somadas a outras variáveis podem auxiliar nesta e em diversas áreas, como a possibilidade de diagnosticar doenças em folhas de plantas pelo reconhecimento de padrões.

É notória a possibilidade em utilizar a segmentação somada a redes complexas para auxiliar e representar aspectos do mundo real, em que objetos podem ser identificados por um vértice e a ligação entre eles denominado aresta, utilizando da representação de folhas de plantas, sendo base para projetos futuros, que buscam resoluções de problemas de maneira a facilitar a vida da sociedade.



## REFERÊNCIAS

- BACKES, A. R. **Estudos de métodos de análise de complexidade em imagens**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, 2010.
- CASTRO, M. A. T. A. **Agrupamento - Clustering**". Projeto de Licenciatura. Instituto Superior de Engenharia do Porto, p.6-7, 2003.
- CONTI, Caroline; **Rastreamento de movimentos da mão humana usando Visão Computacional**, São Carlos, Escola de Engenharia de São Carlos, p.42-43, 2010.
- COSTA, L. da F., RODRIGUES, F. A., TRAVIESO, G., Villas Boas P. R.; Characterization of Complex networks: A survey of measurements. **Advances in Physics**, 56(1), p. 167-242, 2007.
- FORTUNATO, S. Community detection in graphs. **Physics Reports**, v. 486, n.3, p. 75-174, 2010.
- MARQUES FILHO, O; NETO, H. V. **Processamento Digital de Imagens**, Rio de Janeiro, Brasport, p. 71-73, 1999.