



PADRÕES EM IMAGENS DE TOMOGRAFIA ULTRASSÔNICA PARA POSTERIOR USO EM APRENDIZAGEM DE MÁQUINA

Palavras-Chave: inspeção de árvores, cavidades em árvores, biodeterioração em árvores

Autores(as):

Karen Zheng – Universidade Estadual de Campinas

Prof.^a Dr.^a Raquel Gonçalves(orientadora) – Universidade Estadual de Campinas

Stella Stopa Assis Palma (coorientadora) – Universidade Estadual de Campinas

INTRODUÇÃO

As florestas urbanas e as árvores isoladas são de grande importância nas cidades, trazendo inúmeros benefícios. Contudo, com as mudanças climáticas é cada vez mais frequente a ocorrência de tempestades com ventos fortes, que induzem esforços significativos nas árvores e provocam quedas, muitas vezes com resultados devastadores. Para evitar acidentes é necessário acompanhar o estado fitossanitário de árvores, com a utilização de técnicas mais simples e econômicas como a análise visual, que se tornam mais eficientes quando associadas a técnicas que utilizam equipamentos que auxiliam na inferência de defeitos no lenho, como a tomografia por exemplo.

A tomografia acústica tem sido vista como ferramenta de grande importância para análise de risco de queda de árvores, pois permite visualizar, de forma aproximada, a localização e a dimensão de uma cavidade ou uma zona com deterioração dentro do tronco. No entanto, tomógrafos comerciais têm tecnologia fechada e custo muito elevado, inviabilizando adaptações para diferentes espécies, bem como o uso da tecnologia pela maioria das prefeituras das cidades brasileiras.

O grupo de pesquisa do Laboratório de Ensaio Não Destrutivos (GEPEND), da Faculdade de Engenharia Agrícola (FEAGRI), da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), tem atuado há muitos anos no desenvolvimento e na avaliação de metodologia simplificada para a obtenção de imagens tomográficas, com acesso à tecnologia para permitir adaptações e custo mais acessível.

Dessa forma, dando continuidade aos estudos que utilizam a tomografia acústica para avaliação de risco de queda de árvores urbanas, o GEPEND iniciou o foco no aprendizado de máquinas para obtenção de imagens com maior precisão e mais facilmente interpretáveis. Sendo esta uma das pesquisas iniciais, este projeto teve por objetivo avaliar a metodologia para obtenção, na fotografia do disco retirado do tronco, de valores de cinza que diferencie a ocorrência de defeitos como

cavidade e biodeterioração, para posterior associação em algoritmos de interpretação de imagens por meio de aprendizado de máquinas.

METODOLOGIA

Materiais

Para realização desse projeto foram utilizadas imagens fotográficas de 12 discos de *Cenostigma pluviosum* (sibipiruna) (Figura 1). Esses discos foram utilizados em pesquisas anteriores dentro do mesmo grupo de pesquisa.

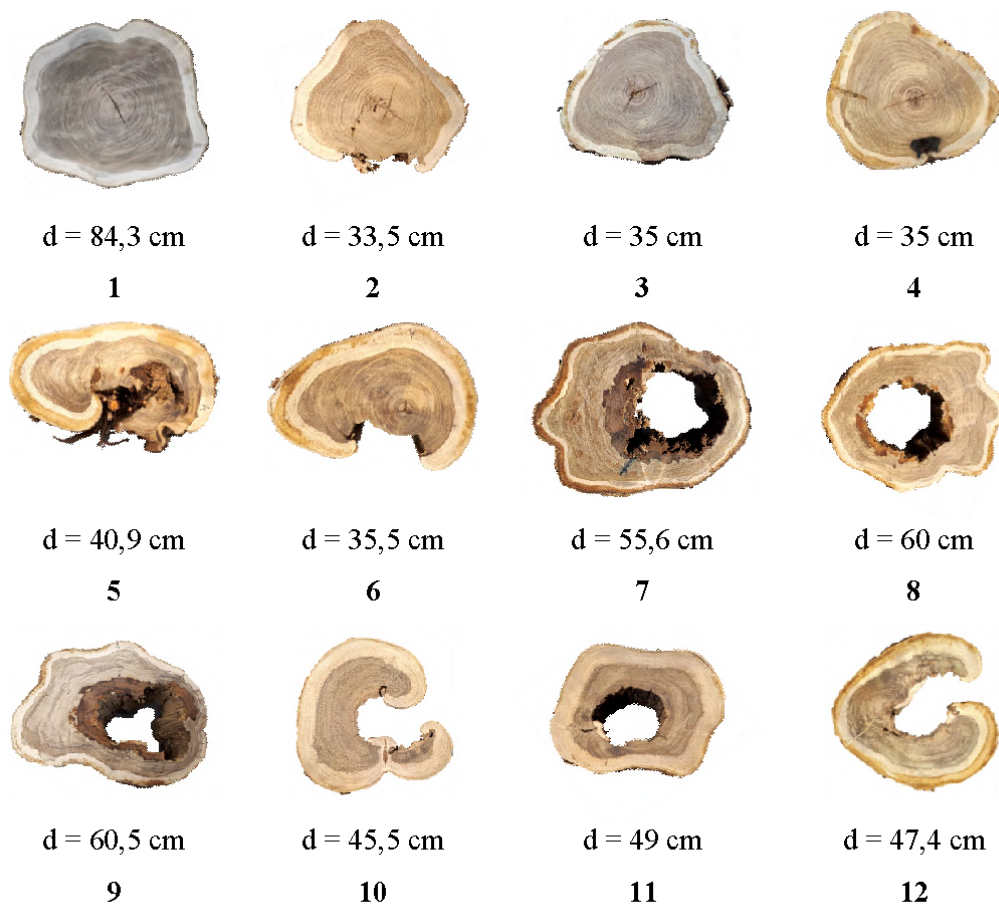


Figura 1 - Faces dos discos provenientes das árvores de *Cenostigma pluviosum* (Sibipiruna).
Fonte: Reis (2022). Legenda: d = maior dimensão

Metodologia

A obtenção dos valores de cinza para cada imagem fotográfica foi realizada com uso do software de código aberto *ImageJ*, utilizando os passos metodológicos descritos a seguir.

Ajuste da imagem

Para que a imagem fotográfica fosse coincidente com a imagens gerada por tomografia ultrassônica, inicialmente foi necessário ajustar as bordas da foto até que ficassem rente ao dico (Figura 2). Para isso foi utilizada a ferramenta *Rectangle* para selecionar a imagem, ajustando o retângulo sobre as bordas do disco (Figura 2a). Em seguida a imagem foi cortada utilizando o *Crop* (Figura 2b) e então transformada em tons de cinza utilizando utilizando *Type – 8-bit* (Figura 2 c)

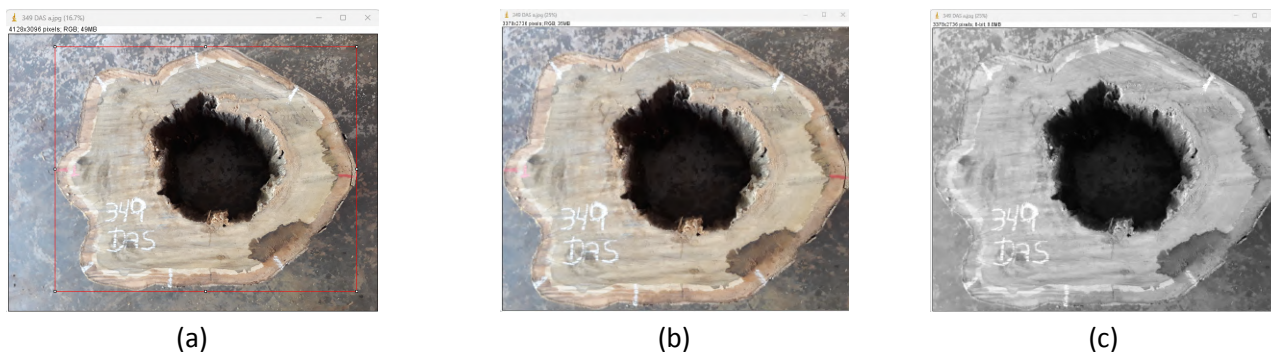


Figura 2 - Imagem selecionada (a), imagem cortada (b) e imagem em tons de cinza (c).

Marcação nas imagens para obtenção dos gráficos de perfis de cinza

Após o ajuste, a imagem foi dividida em 4 partes iguais (Figura 3) tanto na horizontal (eixo nomeado como x), como na vertical (eixo nomeado como y), formando assim 3 linhas horizontais (x_1 , x_2 e x_3) e 3 linhas verticais (y_1 , y_2 e y_3), das quais foram obtidos gráficos do perfil de variação dos valores de cinza.

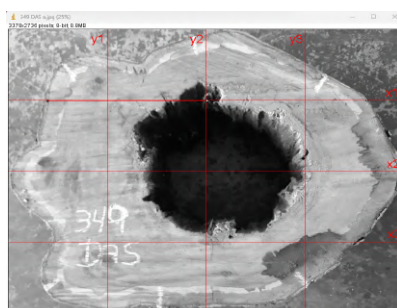
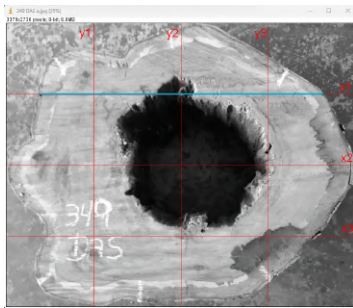


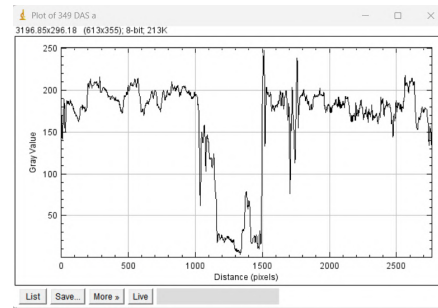
Figura 3 - Imagem com as marcações para os perfis de cinza.

Geração de gráficos de perfil de cinza

Para cada linha marcada sobre as imagens, foi gerado um gráfico do perfil de cinza (Figura 4), a partir da seleção da linha selecionada seguida da plotagem do perfil utilizando os passos *Analyze -> Plot profile*.



(a)



(b)

Figura 4 - Exemplo de seleção de linha (a) e gráfico do perfil de cinza gerado.

Obtenção dos valores de cinza para cada perfil gerado

Cada perfil gerado foi comparado com a imagem na linha em que foi obtido e anotado os valores de variação que incorporou cada situação inicialmente levantada (madeira sã, biodeterioração ou cavidade), com o respectivo valor médio seguido do coeficiente de variação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Seguindo a metodologia exposta foram avaliadas as 12 imagens fotográficas de discos (Figura 1), das quais foram obtidos 6 gráficos de perfil de cinza, totalizando 72 gráficos. As médias dos resultados referentes ao valor de cinza para zona de madeira sã, zona de madeira biodeteriorada e zona de cavidade são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Intervalo de medias dos valores de cinza obtidos pelos perfis das imagens.

Disco	Perfil de cinza								
	madeira sã			biodeterioração			cavidade		
1	136	-	169						
2	58	-	195						
3	108	-	175						
4	83	-	203						
5	85	-	212						
6	82	-	202	50	-	80	40	-	90
7	127	-	200	70	-	168	10	-	44
8	153	-	220	135	-	185	10	-	33
9	107	-	213	58	-	160	10	-	40
10	115	-	197	40	-	120	0	-	15
11	117	-	208				13	-	38
12	117	-	198				10	-	33
média	107	-	199	71	-	143	13	-	42
CV	24%		7%	53%		30%	87%		51%

De acordo com os resultados obtidos, verifica-se que para madeira sã há um padrão mais bem definido para os valores de cinza que varia de 107 a 199; para a zona com biodeterioração foi obtido

valores que variam de 71 a 143, com alto coeficiente de variação, e este valor pode ser confundido com a madeira sã para valores de 107 a 143. Os valores de cinza representativos da cavidade variaram de 13 a 42 e, apesar de apresentarem os maiores coeficientes de variação, não se confundem com os da biodeterioração por serem bem distintos.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos permitem observar, de forma preliminar, que existe uma tendência de padrão de valores de cinza inferiores para zonas com cavidade, valores intermediários para zonas com biodeterioração e valores superiores para zonas com madeira sã. Dessa forma, a metodologia adotada permite diferenciar as zonas de madeira sã, zonas com biodeterioração e zonas com cavidade através dos perfis cinza, viabilizando dar continuidade à pesquisa de associação destes padrões em algoritmos de interpretação de imagens por meio de aprendizado de máquinas.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao SAE pela Bolsa e à FEAGRI/Unicamp pela Infraestrutura.