DETECÇÃO DE ESPÉCIE INVASORA NA FLORESTA OMBRÓFILA MISTA POR MEIO DE CLASSIFICAÇÃO ORIENTADA AO OBJETO

Diego Ricardo Medeiros de Lima [a1], Vagner Alex Pesck [a2], Ismael Konkol [a3], Fernando Luíz Dlugosz [a4], Afonso Figueiredo Filho [a5], Carlos Henrique Boscardin Nauiack [a6] Tarik Cuchi [a7]

[a] Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO) - Campus de Irati | PR 153 Km 7, Riozinho - Irati - PR
[1]eng.diegoricardo@gmail.com; [2]vapesck@unicentro.br; [3]konkolprojetos@gmail.com; [4]f.dlugosz@gmail.com; [5]afigfilho@gmail.com; [6]carlosnauiack@yahoo.com.br; [7]tarikcuchi@gmail.com;

RESUMO

Esta pesquisa tem como objetivo detectar a espécie *Hovenia dulcis* em remanescente florestal da Floresta Ombrófila Mista, utilizando diferentes níveis de segmentação e classificação em ortoimagem obtida por meio de VANT. O estudo foi realizado em uma propriedade rural localizados na sub-bacia do rio Imbituvão, no Município de Fernandes Pinheiro, Estado do Paraná. Foi realizada a aquisição das imagens digitais por meio da câmera S.O.D.A, embarcada em um VANT modelo eBee. O processamento digital destas imagens possibilitou a obtenção do ortomosaico retificado da área. Foram testados três níveis de segmentação (100, 150 e 200) pelo algoritmo *Multiresolution Segmentation*, e realizada a classificação pelo algoritmo *nearest neighbor*. As escalas mais adequadas para a detecção da espécie *Hovenis dulcis* foram os níveis 100 e 150 pois retrataram com maior acurácia as copas das árvores. O algoritmo de classificação visando a identificação de *Hovenia dulcis* foi aceitável, podendo ser aplicada na detecção da espécie.

Palavras-chave — resolução espacial, estagio vegetativo, veículo aéreo não tripulado.

ABSTRACT

The objective of this research was to detect the Hovenia dulcis species in forest remnants of the Mixed Ombrophilous Forest, using different levels of segmentation and orthoimaging obtained by means of UAV. The study was carried out in a rural property located in the sub-basin of the river Imbituvão, in the Municipality of Fernandes Pinheiro, State of Paraná. Digital images were acquired through the S.O.D.A camera, loaded onto an eBee model. The digital processing of these images allowed the obtained ortomosaico rectified of the area. Three levels of segmentation (100,150 and 200) were tested by the Multiresolution Segmentation algorithm, and the classification was performed by the nearest neighbor algorithm. The most suitable scales for the detection of the Hovenis dulcis species were levels 100 and 150, as they more accurately portrayed the crowns of the trees. The classification algorithm for the identification of Hovenia dulcis was acceptable and could be applied in the detection of the species.

Key words — *Spatial resolution, vegetative stage, unmanned aerial vehicle*.

1. INTRODUÇÃO

Em todo o mundo devido ao grande impacto que causam sobre a diversidade dos ecossistemas, as espécies exóticas invasoras devem ser consideradas um problema ambiental. Estas espécies têm alto potencial de domínio dos ecossistemas, assim podendo ocasionar riscos ao equilíbrio destes locais devido a pressão que elas exercem sobre as espécies nativas [1].

Desde agosto de 2009, no estado do Paraná, as espécies exóticas invasoras são regulamentas por meio da portaria IAP n° 125. Nesta lista encontra-se *Hovenia dulcis*, popularmente chamada de uva-do-japão. Esta mesma portaria cita esta espécie exótica invasora contaminante da Floresta Estacional Semidecidual, Estepes Gramíneo-Lenhosa e da Floresta Ombrófila Mista (FOM).

O uso de ferramentas de sensoriamento remoto tem se constituído de grande importância nos estudos ambientais, suas imagens polissêmicas e recursos permitem realizar levantamentos periódicos, o que torna possível a aplicação em diferentes temáticas [2].

Nos dias atuais, os VANT's (Veículo Aéreo Não Tripulado) são usados em distintos estudos de sensoriamento remoto, por apresentarem baixo custo na aquisição de dados de alta resolução espacial, quando comparados a uma aeronave tripulada ou satélite para os mesmos fins [3], destaca-se também a facilidade de uso, resolução temporal e espacial.

A técnica de segmentação de imagens de alta resolução é necessária para detectar alvos de interesse. É importante citar que a segmentação de imagens, trata-se do processo que permite que uma imagem seja subdividida em partes constituintes ou regiões, a partir de propriedades dos pixels, tais como nível de cinza e textura [4].

A segmentação, fornece informações espectrais e forma, permite visualizar as relações entre objetos, tais como: números de objetos vizinhos, número de subobjetos e distâncias entre objetos [5].

A etapa posterior a segmentação é a aplicação de técnicas de classificação digital, possibilitando a identificação de diferentes objetos em toda uma área, por meio de um

treinamento de uma pequena amostragem das classes de interesses.

Com isso, esta pesquisa visa detectar a espécie *Hovenia dulcis* em remanescentes florestais da Floresta Ombrófila Mista, utilizando-se de segmentação e classificação em ortoimagem obtida por meio de VANT.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A presente pesquisa avaliou a presença de *Hovenia dulcis* existentes num fragmento de Floresta Ombrófila Mista em uma propriedade rural localizados na sub-bacia do rio Imbituvão, no Município de Fernandes Pinheiro, Estado do Paraná (Figura 1). Esta propriedade faz parte do projeto de pesquisa e extensão denominado "Estratégias para o manejo florestal sustentável em pequenas propriedades rurais no Centro-Sul do Paraná", popularmente chamado de "Projeto Imbituvão", o qual envolve 36 propriedades rurais.

Figura 1. Localização do município de Fernandes Pinheiro

A metodologia pode ser dividida em três etapas. A primeira etapa é referente a aquisição da imagem, a segunda envolve processamento digital de imagens (PDI) e a terceira etapa trata da validação da acurácia dos dados obtidos por meio da segmentação e classificação que serão detalhadas nos próximos parágrafos.

Foi realizada a aquisição das imagens digitais da propriedade do Projeto Imbituvão, por meio da câmera *SenseFly* S.O.D.A, embarcada em um VANT eBee. O sensor CCD de 1 polegada é capaz de capturar os canais azul (B), verde (G) e vermelho (R). O GSD (*Ground Sample Distance)* das imagens adquiridas foi de 4,5 cm por pixel.

O processamento digital destas imagens possibilitou a obtenção do ortomosaico retificado da área, e subsequentemente permitiu o recorte do remanescente Florestal de Ombrófila Mista desta propriedade do Projeto Imbituvão (Figura 2).

O recorte da área de interesse foi submetido ao processo de segmentação hierárquica (Figura 3) disponível no software *eCognition®* utilizando o algoritmo *Multiresolution Segmentation*, aplicado em três diferentes fatores de escala, sendo eles, os fatores 100, 150 e 200.

O algoritmo *Multiresolution Segmentation* minimiza localmente a heterogeneidade média de objetos da imagem para uma determinada resolução de objetos mesclando consecutivamente pixels ou objetos da imagem, e assim minimiza a heterogeneidade média e maximiza sua respectiva homogeneidade. Este critério de homogeneidade é definido a uma combinação de homogeneidade espectral e homogeneidade de formas. [6].

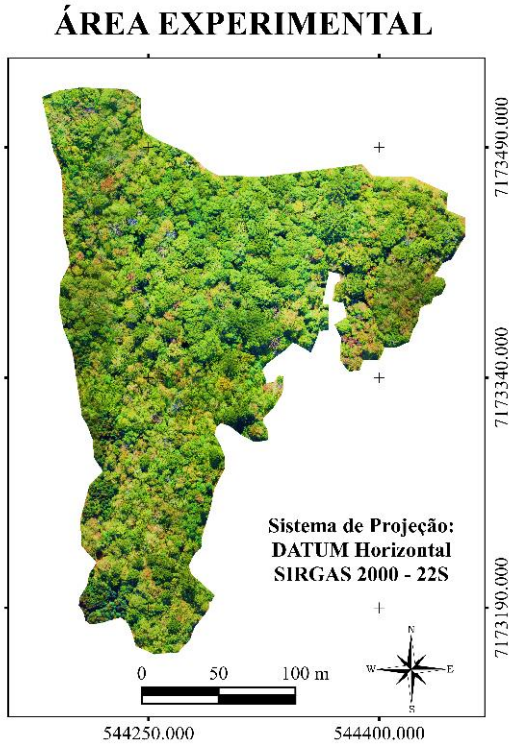


Figura 2. Imagem com o recorte da área da pesquisa

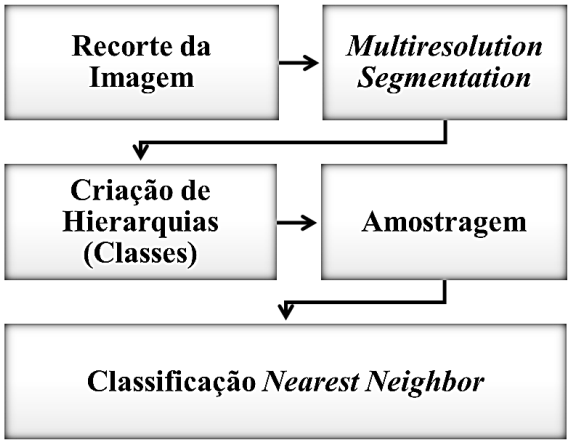


Figura 3. Fluxograma para o método proposto

Após segmentada a imagem, foram selecionadas 5 classes de interesse para o treinamento do algoritmo. As classes selecionadas foram: *Hovenia dulcis* sem folhas, *Hovenia dulcis* em estágio vegetativo inicial, Florestas, Sombras e fundo. Foram selecionadas amostras de treinamento para cada escala de segmentação de forma igual. Para o cálculo de acuracidade da classificação, foi aplicada a matriz de erro.

Visando a estruturação da matriz de erro e assim a validação das escalas de segmentações, selecionou-se por interpretação visual 20 amostras para as classes Floresta, Sombra e Fundo. As amostras de *Hovenia dulcis* sem folhas e em estágio vegetativo inicial foram obtidas por meio de coleta de campo com o receptor Leica Viva GNSS GS15, com 20 amostras para ambas as classes.

Para a avaliar a acuracidade do mapa temático foi aplicado o índice de exatidão global que envolve os valores da diagonal principal da matriz de erros com o total de valores amostrados [7], e pode ser descrito na equação:

$$F_m = \frac{\sum X_i}{N} * 100$$

Outro parâmetro utilizado foi o índice *kappa* (Tabela 1), que é visto como uma técnica de avaliação precisa, pois utiliza todos os elementos da matriz de erro na sua classificação [8]. O coeficiente *kappa* pode ser calculado por meio da equação:

$$K = \frac{N\sum_{i=1}^{r} x_{ii} - \sum_{i=1}^{r}(x_{i+} \cdot x_{+i})}{N^2 - \sum_{i=1}^{r}(x_{i+} \cdot x_{+i})}$$

Tabela 1. classificação do índice de *kappa*

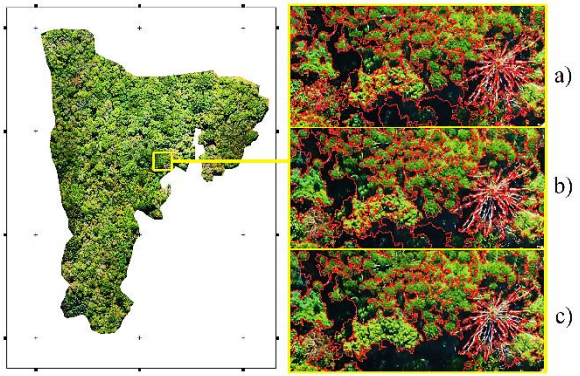
K ≤ 0,2	**péssimo**
0,2 ≤ K ≤ 0,4	**razoável**
0,4 ≤ K ≤ 0,6	**bom**
0,6 ≤ K ≤ 0,8	**muito bom**
0,8 ≤ K ≤ 1,0	**excelente**

Aplicando estes parâmetros de acuracidade nas classificações permitiu definir qual escala de segmentação representou melhor resposta na classificação da espécie exótica invasora *Hovenia dulcis*.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 4, podemos observar a forma das copas obtidos pelas diferentes escalas de segmentação. Na Figura 4a, 4b e 4c verificamos a segmentação na escala 100, 150 e 200 respectivamente. Foi possível verificar a diferença nítida dos tamanhos e formas das copas e segmentos através da interpretação visual gerados a partir das escalas de segmentação, e consequentemente tem relação direta com o resultado das classificações, visando a detecção/identificação de *Hovenia dulcis* sem folhas e em estágio vegetativo inicial.

Com diferentes níveis de escalas foram obtidos resultados distintos nas classificações (Figura 5), corroborando o fato de que a relação entre o tamanho e forma dos objetos gerados nos processos de segmentação influenciam no resultado da classificação.



Legenda

a) Segmentação em escala 100
b) Segmentação em escala 150
c) Segmentação em escala 200

Figura 4. Demonstrativo das segmentações em três escalas

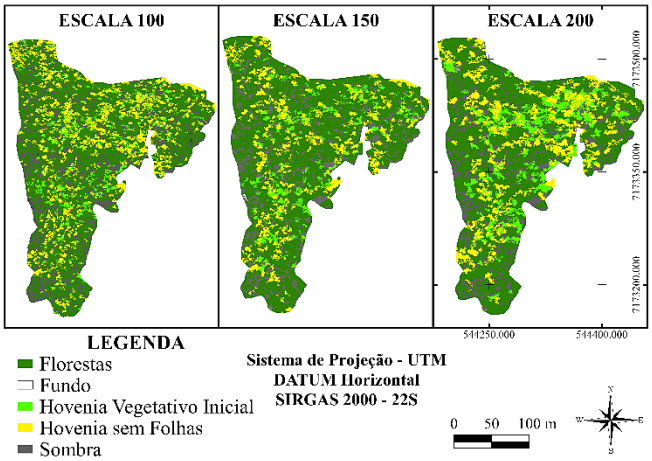


Figura 5. Demonstrativo das classificações em três escalas

Com a realização da segmentação e classificação pelo algoritmo vizinho mais próximo do *eCognition®*, os resultados da acuracidade podem ser observados na Tabela 2.

Na análise do índice *kappa*, foi possível concluir que a classificação nas escalas de segmentação 100 e 150 demonstraram resultados "Excelente", considerando a acurácia geral, a classificação utilizando a escala 100 teve um desempenho pouco superior ao da escala 150, com valor de acurácia de 94% e 93%, respectivamente.

Tabela 2. valores de *kappa* e acurácia geral

Escalas	*kappa*	Acurácia Geral
100	0.91667	0.9375
150	0.9000	0.9250
200	0.76667	0.8250

Outros autores [9] avaliaram a segmentação multiresolução e classificação orientada ao objeto para detectar duas espécies arbóreas na região do Alentejo, Portugal utilizando imagem Quickbird. Os resultados foram bastantes satisfatórios, para o mapa de ocupação do solo, obtendo-se um *kappa* de 82% com exatidão global acima de 88%. Os mesmos autores comentam que a metodologia desenvolvida e os dados de alta resolução produzem resultados satisfatórios para a identificação e separação das espécies florestais. A baixa resolução espectral da imagem VANT é compensada pela elevada resolução espacial.

Contudo a classificação na escala de segmentação 200 demonstrou resultado "Muito Bom" com índice *kappa* de 77% e acurácia geral de 83%. Com base nos índices acurácia global e *kappa*, a escala 200 se comparada com as escalas 100 e 150 foi ligeiramente na detecção da espécie *Hovenia dulcis*.

Um fato relevante é o conhecimento a respeito do ciclo vegetativo da espécie *Hovenia dulcis*, pois seu ciclo caducifólio em determinada época do ano e a coloração verde distinta de suas folhas recém florescidas, são importantes na detecção da espécie comparada as demais espécies da Floresta Ombrófila Mista.

Outro fato a ser considerado é que a fração sombra uma classe inserida na classificação orientada a objeto, foi importante para separar áreas alteradas ou as diferenças de alturas das copas da floresta, permitindo distinguir áreas sujeitas a sombreamento, causado pelo relevo ou diferença de altura das copas [10]. Isso foi importante na identificação das *Hovenia dulcis*, principalmente na classe hovenias sem folhas, pois a inserção da classe sombra permitiu que não houvesse uma superestimava destes objetos nas classificações.

4. CONCLUSÕES

As escalas mais adequadas para a detecção da espécie *Hovenis dulcis* foram os níveis 100 e 150 pois retrataram com maior acurácia as copas das árvores.

A capacidade do algoritmo de classificação vizinho mais próximo do *eCognition®*, visando a identificação de *Hovenia dulcis* foi aceitável, demonstrando ser uma ferramenta interessante em áreas de médias e grandes escalas, que necessitem da detecção desta espécie exótica invasora, permitindo a aplicação de um plano de manejo da mesma.

5. REFERÊNCIAS

[1] NAUIACK, C.H.; Regimes de manejo para *Hovenia dulcis Thunb.* Em floresta ombrófila mista como alternativa de controle e geração de rendas. Universidade Estadual do Centro-Oeste, Dissertação de Mestrado, Irati, 2015.

[2] KALAF, R. et al. Landsat8: avanços para mapeamento em mesoescala. 4° Congresso Brasileiro de Geoprocessamento, 2013

[3] JENSEN, J.R.; Sensoriamento Remoto do ambiente: Uma perspectiva sobre recursos terrestres. Editora Parêntese, São José dos Campos, 2009.

[4] HUSSAIN, Z.; *Digital Image Processing: practical applications of parallel processing techniques*. Ellis Horwood. 406p, 1991

[10] CAMPOS, M.A.A.; LINGNAU, C.; Classificação Orientada a Objeto Para Análise Fractal da Paisagem na Amazônia, In: XI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Belo Horizonte, 2003.

[6] TRIMBLE; *eCognition® Developer - Reference Book*, Trimble Documentation, München, 35p, 2014.

[7] FIGUEIREDO, G.C.; VIEIRA, C.A.O.; Estudo do comportamento dos índices de Exatidão Global, *kappa* e Tau, comumente usados para avaliar a classificação de imagens do sensoriamento remoto. In: XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, 2007.

[8] FIGUEIREDO, G.C.; VIEIRA, C.A.O.; Estudo do comportamento dos índices de Exatidão Global, *kappa* e Tau, comumente usados para avaliar a classificação de imagens do sensoriamento remoto. In: XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, 2007.

[9] SOUSA, A.M.O.; GONÇALVES, A.C.; SILVA, J.R.M.; SILVA, L.L.; Detecção de vegetação arbórea através de segmentação e classificação orientada a objecto de imagens multiespectrais de alta resolução (*Quickbird*). In: VI Congresso Ibérico de Agro-Engenharia. Portugal, 2011.

[10] VASCONCELOS, C.H.; NOVO, E.M.L.M.; Mapeamento do uso e cobertura da terra a partir da segmentação e classificação de imagens – fração solo, sombra e vegetação derivadas do modelo linear de mistura aplicado a dados do sensor TM/Landsat5, na região do reservatório de Tucuruí - PA. Acta Amazônica vol. 34, 490p, 2004.