

## COMPARAÇÃO ENTRE VALORES DE REFLECTÂNCIA OBTIDOS POR REMOTELY PILOTED AIRCRAFT (RPA) E POR ESPECTRORRADIÔMETRO

Gabriela Corrêa Valente<sup>1</sup>, Anderson de Assis Barros<sup>1</sup>, Yuri Andrei Gelsleichter<sup>2</sup>, Alexandre Magalhães Albuquerque, Mauro Antonio Homem Antunes<sup>1,2</sup> e Paula Debiasi<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Tecnologia – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Caixa Postal 74.580 – 23897-000 – Seropédica – RJ, Brasil gabivalente.ufrrj@gmail.com; aabibcl@gmail.com; homemantunes@gmail.com; pauladebiasi@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Programa de Pós-graduação em Ciência, Tecnologia e Inovação em Agropecuária - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Caixa Postal 74.580 – 23897-000 – Seropédica – RJ, Brasil yuriplanta@gmail.com

### RESUMO

A constante evolução dos sensores a bordo de RPA impulsiona o seu emprego na extração de informações físicas da superfície, bem como na aquisição de índices de vegetação. O RPA Parrot Disco-Pro AG, equipado com o sensor Parrot Sequoia 4.0, possibilita a aquisição de imagens de reflectância devido o emprego de um sensor de iluminação solar para a calibração radiométrica. O objetivo deste trabalho foi avaliar as imagens de reflectância geradas automaticamente com os dados da plataforma aérea a partir de medidas extraídas em campo com o espectrorradiômetro. Foram avaliados cinco tipos de alvos (água, solo exposto, asfalto, telha e vegetação). Os resultados mostraram semelhanças entre os valores de reflectância na maioria das amostras. As diferenças encontradas entre os valores ocorreram principalmente devido à variação de tempo na aquisição entre as imagens e as leituras espectrais, gerando diferenças não só nas características dos alvos, mas também nas condições de iluminação.

**Palavras-chave** — RPA, Análise Espectral, Reflectância.

### ABSTRACT

*The constant evolution of the sensors onboard RPA boosts its use in the extraction of physical information from the surface as well as in the acquisition of vegetation indices. The Parrot Disk-Pro AG RPA equipped with the Parrot Sequoia 4.0 sensor enables the acquisition of reflectance images due to the use of a solar illumination sensor for radiometric calibration. The objective of this work was to evaluate the reflectance images automatically generated with the aerial platform data from measurements taken in the field with spectroradiometer. Five types of targets (water, exposed soil, asphalt, tile and vegetation) were evaluated. The results showed similarities between the reflectance values of most samples. The differences found between the values occurred mainly due to the variation of time in the acquisition between the images and the spectral readings, generating differences not only in the characteristics of the targets but also in the lighting conditions.*

**Key words** — RPA, Spectral analysis, Reflectance.

### 1. INTRODUÇÃO

Em termos gerais, *Remotely Piloted Aircraft* (RPA) pode ser definido como aeronave não tripulada pilotada a partir de uma estação de pilotagem remota tendo finalidade diversa de recreação, sendo que o processo de regularização do uso destes veículos aéreos no Brasil foi aprovado no ano de 2017, pela agência reguladora que supervisiona a atividade de aviação civil no Brasil, conhecida como Agência Nacional de Aviação+ Civil (ANAC, 2017) [1]. A tecnologia RPA, além de ser de baixo custo, apresenta vantagens tais como a possibilidade de aquisição de imagens com alta resolução temporal e espacial. Porém, possui algumas complicações, tais como a alta variabilidade espectral dos objetos identificados e o grande volume de dados gerados, o que traz dificuldades para a classificação das imagens. A quantidade de dados obtidos resulta da alta resolução espacial, dos atributos espectrais e texturas possíveis de serem extraídas das ortoimagens adquiridas (LECHNER et al., 2012) [2].

Atualmente inovações tecnológicas, tais como o espectrorradiômetro, têm sido utilizadas simultaneamente com a tecnologia RPA (HONKAVAARA; KHORAMSHAHI, 2018) [3]. A relação dessas duas tecnologias possibilita adquirir um banco de dados com diversas leituras espectrais dos objetos, facilitando assim a identificação dos objetos na imagem. O uso das leituras espectrais fornece à pesquisa um trabalho de maior qualidade em curto espaço de tempo, confiabilidade, comparabilidades dos resultados e pode-se contribuir para a construção de bibliotecas espectrais (NOCITA et al., 2015) [4].

No trabalho em questão foi utilizado o espectrorradiômetro FieldSpec 4 da ASD Inc. (PANalytical company). A faixa espectral do aparelho abrange comprimentos de onda entre 350 e 2.500 nm; taxa de amostragem espectral de 1,4 nm entre 350 nm e 1.000 nm, e 1,1 nm entre 1.001 nm e 2.500 nm; e resolução espectral (Full Width at Half Maximum-FWHM, largura total à metade do máximo) de 3 nm nos comprimentos de onda até 700 nm e 8 nm entre 1.400 nm e 2.100 nm. O RPA utilizado foi Parrot Disco-Pro AG e a câmera multiespectral Parrot Sequoia 4.0.

Através da câmera multiespectral, que é acoplada ao RPA, são capturadas imagens na faixa do verde,

vermelho, borda do vermelho e infravermelho próximo, possibilitando assim a relação entre as assinaturas espectrais das amostras, obtidas com o espectrorradiômetro, e os objetos identificados pelo RPA.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

Para o desenvolvimento da pesquisa em questão selecionou-se uma área localizada na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), no município de Seropédica/RJ, para realizar o voo com o RPA e a coleta dos dados com o espectrorradiômetro. Foram desenvolvidos os seguintes procedimentos: pré-sinalização e coleta de pontos de apoio; obtenção de 4 imagens de reflectância nas bandas do verde, vermelho, borda do vermelho e infravermelho próximo; coleta com o espectrorradiômetro das assinaturas espectrais de 66 amostras; qualificação dos produtos cartográficos através de processos estatísticos, conforme o Padrão de Exatidão Cartográfica (PEC) e comparação entre os valores de reflectância obtidos pelas imagens e pelo espectrorradiômetro.

### 2.1 Pré sinalização e rastreamento dos pontos

Para o processamento das imagens RPA foram pré-sinalizados 22 pontos de apoio, os alvos foram implantados com cal no formato de “jogo de xadrez” com dimensão de 20 cm x 20 cm. Os pontos foram rastreados na área localizada próximo ao Instituto de Biologia da UFRRJ, conforme Figura 1. Foi utilizado o receptor Leica Viva GNSS, através do método *Real Time Kinematic* (RTK), para rastreamento dos pontos, sendo que 10 pontos foram utilizados como controle e 5 pontos para validação posicional das ortoimagens. Os demais pontos pré-sinalizados não puderam ser utilizados por não aparecerem nas imagens devido à oclusões e/ou sombras.



Figura 1 – Representação dos pontos rastreados próximo ao Instituto de Biologia da UFRRJ.

### 2.2 Coleta, processamento e validação das imagens

O voo da região de estudo com o RPA Parrot Disco-Pro AG foi realizado no dia 13 de Julho de 2018, para obtenção das imagens multiespectrais. O sensor

multiespectral utilizado foi a Parrot Sequoia 4.0, contendo as bandas: verde, vermelho, borda do vermelho e infravermelho próximo. O sensor de imageamento é integrado com sistema inercial e GNSS; memória interna de 64 GB; armazenagem de todas as imagens com GeoTag e tem como dimensão do sensor equivalente a 4.800 mm x 3.600 mm. A calibração radiométrica das imagens pode ser realizada em tempo real através de um sensor solar integrado à câmera

O processamento das imagens obtidas com o RPA foi realizado com o *software* Pix4Dmapper Pro, sendo geradas ortoimagens com valores de reflectância nas 4 bandas: verde, vermelho, borda do vermelho e infravermelho próximo.

No *software* QGIS, versão 2.18, foi gerado o Índice de Vegetação de Diferença Normalizada (IVDN). Sendo que,  $IVDN = (banda\ do\ infravermelho\ próximo - banda\ do\ vermelho) / (banda\ do\ infravermelho\ próximo + banda\ do\ vermelho)$ . A Figura 2 apresenta o IVDN com a localização dos pontos das amostras coletados com o espectrorradiômetro, sendo essa imagem utilizada para realização da metodologia descrita no item 2.3.

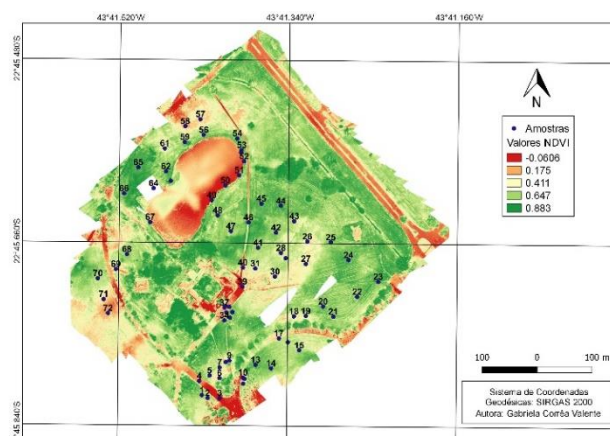


Figura 2 – Mapa da Localização da Área de Estudo com a localização dos pontos coletados com o espectrorradiômetro.

### 2.3 Coleta das assinaturas espectrais dos alvos

As leituras espectrais das amostras foram obtidas através do espectrorradiômetro FieldSpec 4 da ASD Inc., a PANalytical company, sendo utilizado o Pistol Grip, instrumento utilizado para realizar leituras espectrais sem o contato direto com a amostra e tendo como fonte luminosa a luz solar, conforme a Figura 3.

As coletas foram realizadas no dia 19 de Setembro de 2018, tendo como início 13h e 50 minutos. No momento da coleta a visibilidade horizontal aproximada era de 30 km, e havia presença de nuvens cirrus e cumulus ao horizonte, que foram se dissipando conforme as coletas foram sendo realizadas. A realização das leituras espectrais teve término às 15h e 20 minutos, sendo que houve um aumento na quantidade de nuvens cirrus. As coletas foram realizadas tendo em vista que a luz solar estava sempre ao lado direito

do manuseio do instrumento, mantendo uma distância do Pistol Grip do corpo do usuário, para não haver interferências externas prejudiciais à pesquisa.



Figura 3 – Realização das leituras espectrais em campo.

Foram consideradas a localização dos pontos de amostras planejados na Figura 2, sendo realizada a otimização e obtida a referência branca do aparelho a cada 10 coletas de amostras, totalizando 66 amostras.

#### 2.4 Comparação entre os valores de reflectância

As imagens do RPA processadas possuem em cada pixel um valor de reflectância, sendo que as 4 diferentes bandas correspondem a valores distintos. Tais valores foram relacionados com os valores da média dos dados de reflectância obtidos com o espectrorradiômetro, sendo realizadas análises e gráficos estatísticos entre os dois valores obtidos de cada amostra. Foram realizadas 66 leituras espectrais de diferentes alvos em campo, sendo: água, telha, solo exposto, vegetação, asfalto.

Na Tabela 1 estão representados os valores dos comprimentos de onda inicial e final das bandas que compõem a câmera multiespectral Parrot Sequoia 4.0.

Tabela 1 – Faixa do comprimentos de onda de cada banda do sensor.

Banda	Comprimento de Onda Inicial (nm)	Comprimento de Onda Final (nm)
Verde	530	570
Vermelho	640	680
Borda do Vermelho	730	740
Infravermelho próximo	770	810

O espectrorradiômetro obtém valores de reflectância na faixa de comprimento de onda de 350 nm até 2.500 nm, sendo obtidas médias para os valores de

reflectância de cada banda relacionada à câmera multiespectral.

### 3. RESULTADOS

Foram obtidas após o processamento 4 ortoimagens com valores de reflectância para as bandas do verde, vermelho, borda do vermelho e infravermelho. A avaliação da qualidade posicional das ortofotos foi feita com base no Padrão de Exatidão Cartográfica (PEC), descrito no decreto nº 89.817 de 20 de junho de 1984, em relação aos 5 pontos utilizados como verificação. Foram realizados testes estatísticos (t de *student* e qui-quadrado) para a classificação das ortoimagens. Segundo os testes pôde-se enquadrar os produtos cartográficos na escala 1:2.000 classe A.

A Figura 4 apresenta as ortoimagens de reflectância processadas para as bandas verde, vermelha, borda do vermelho e infravermelho próximo.

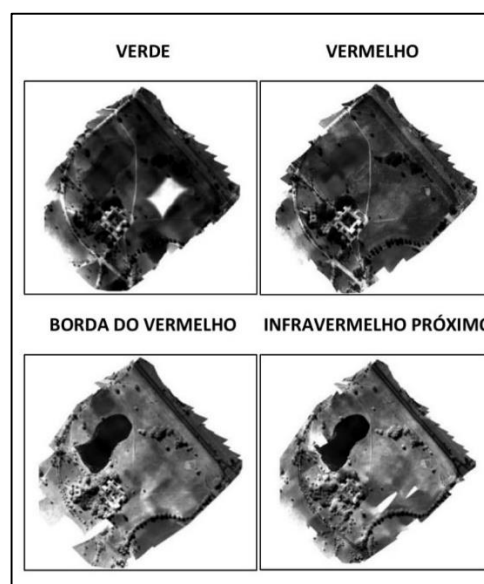
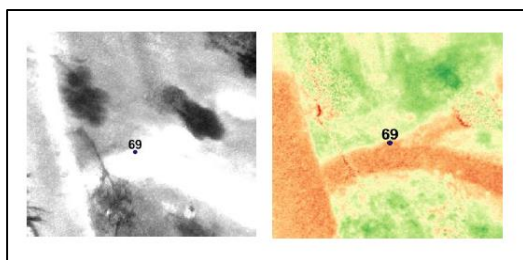


Figura 4 – Imagens de reflectância processadas nas 4 bandas.

Foram obtidas leituras espectrais em campo de 5 amostras de água, que possuem um comportamento de valores de reflectância semelhantes aos valores atribuídos aos pixels de água nas 4 imagens do RPA (diferença média de todas as bandas de 0,02129).

As leituras espectrais nos 5 alvos classificados como solo exposto apresentaram valores semelhantes de reflectância, tendo como exceção a amostra 69, composta por solo exposto e presença de pedras, na ortoimagem da banda verde. Na Figura 5 é possível comparar como esse tipo de amostra é representado visualmente na ortoimagem da banda verde e no IVDN; na ortoimagem da banda verde esse tipo de amostra obteve um alto valor de reflectância, 0,4589, o que contrapõem o valor obtido com o espectrorradiômetro, 0,1021.

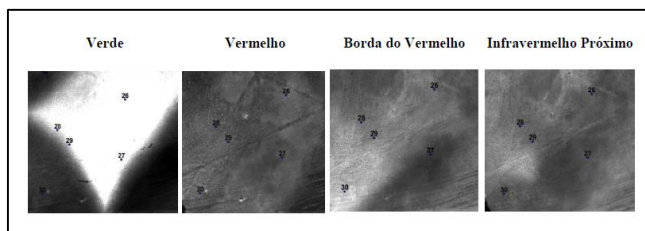


**Figura 5 – Representação da amostra 69 na ortoimagem de reflectância para a banda verde e no IVDN.**

As duas amostras de telha coletadas com o espectrorradiômetro apresentaram nos valores de reflectância, entre os dados do RPA e das leituras de campo, uma pequena diferença média na banda do verde (0,0084) e na banda da borda do vermelho uma alta diferença média (0,2978).

Foram realizadas 7 coletas de amostras de asfalto, sendo que 6 amostras se comportaram de forma semelhante, obtendo uma pequena diferença média entre os valores na banda do vermelho (0,0184) e uma alta variação média na banda do infravermelho próximo (0,1524). A amostra 39 se comportou de forma diferente das demais, o que pode ser explicado pela presença de areia e terra no local, apresentando um alto valor de diferença na banda verde (0,1492) e um baixo valor de variação na banda da borda do vermelho (0,00097).

Nas 47 amostras coletadas de vegetação foram obtidas diferentes variações nas 4 bandas, contudo a maioria das amostras se comportaram de forma semelhante, sendo que as menores diferenças médias de valores obtidas foram na banda verde e as maiores no infravermelho próximo. As amostras 26, 27, 28 e 29 apresentaram altos valores de reflectância na ortoimagem da banda verde, a explicação para isso ter ocorrido foi que nessa banda a ortoimagem apresentou uma alteração inesperada em determinada região, ocasionando uma diferença entre os valores de reflectância. Na Figura 6 é possível comparar esses pontos na ortoimagem da banda verde e nas demais bandas.



**Figura 6 – Representação das variações nas 4 imagens do RPA.**

### 5. CONCLUSÕES

A alta variabilidade espectral dos objetos identificados e o grande volume de dados gerados pela tecnologia RPA podem ser melhorados quando se utiliza de

forma simultânea dados espectrais obtidos em campo com o espectrorradiômetro, já que o mesmo fornece valores precisos das amostras, que podem ser comparados e corrigidos dos valores obtidos pelo RPA.

As diferenças entre os valores de reflectância das imagens RPA e do espectrorradiômetro podem ter sido causados por diferentes fatores, entre eles é possível citar a diferença de tempo entre a aquisição das imagens e os dados espectrais das amostras, podendo ter acarretado no crescimento da vegetação, modificação do solo; pela presença de nuvens cirrus e cumulus no dia da coleta dos dados espectrais ou pela influência da luz solar, que pode ter sido diferente nos dois dias de coleta dos dados. Além disso, a correção radiométrica utilizando somente os dados do sensor solar não leva em consideração informações detalhadas da resposta espectral e do filtro de transmitância (ADLER, 2018) [5].

Através da comparação entre os dois valores de reflectância, é possível relacionar em quais bandas das ortoimagens determinados tipos de amostras apresentam valores de reflectância próximos ao real. Recomenda-se como trabalho futuro a utilização das amostras coletadas pelo espectrorradiômetro como treinamento para a classificação das ortoimagens.

### 6. REFERÊNCIAS

- [1] AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL – ANAC, 2017. Requisitos gerais para aeronaves não tripuladas de uso civil. SAR/SPO, Brasil, 26 páginas.
- [2] LECHNER, M.; FLETCHER, A.; JOHANSEN, K.; AND ERSKINE, P. Characterising Upland Swamps Using Object-Based Classification Methods And Hyper-Spatial Resolution Imagery Derived From An Unmanned Aerial Vehicle. In: international society for photogrammetry and remote sensing, 27, 2012, Melbourne, Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Melbourne, 2012, p. 101-106.
- [3] HONKAVAARA, E.; KHORAMSHAHI, E. Radiometric Correction of Close-Range Spectral Image Blocks Captured Using an Unmanned Aerial Vehicle with a Radiometric Block Adjustment. 2018.
- [4] NOCITA, M. et al. Soil Spectroscopy: An Alternative to Wet Chemistry for Soil Monitoring. *Advances in Agronomy*, v. 132, p. 139–159, 2015.
- [5] ADLER, K. Radiometric correction of multispectral images collected by a UAV for phenology studies. Dissertação de Mestrado em Physical Geography and Ecosystem Analysis Department of Physical Geography and Ecosystem Science, Lund University, 2018.