

Caracterização espectral da floresta e áreas alagadas em imagens Worldview-2

Marcelo Bueno de Abreu¹
Felipe Gonçalves Amaral¹
Carla Bernadete Madureira Cruz¹

¹Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ/IGEO
Laboratório Espaço de Sensoriamento Remoto e Estudos Ambientais
Av. Athos da Silveira 274 Bloco I Sala 010
CEP 21941-611 Rio de Janeiro - RJ – BR
{buenodeabreu, f.g.amaral19, carlamad@gmail.com }

Abstract. High resolution images have been evolving a lot in the past few years, with a steady increase in the available image collection. This has been enabling dynamics studies in larger scales, which requires a set of tools to standardize images from different dates and extract the maximum amount of information available. Atmospheric correction and image fusion are common tools used for these purposes. This work's goal is to make a spectral characterization of forest and wetland areas on Worldview-2 images from the Silva Jardim County in Rio de Janeiro State. Reflection values from images before and after atmospheric correction and images fused with the panchromatic band were compared against each other. Two other Vegetation Indexes were created and, together with NDVI, used for the spectral characterization. The results showed that atmospheric correction met the expectation related to the vegetation target, adjusting the reflectance values of blue band relative to the green band. For the classes differentiation both infrared bands and red edge bands showed good results. The fused images indicated subtle variations to the values. When comparing fused and non fused images, the forest areas values were slightly bigger for the fused ones, whereas on wetlands the values for fused images were slightly smaller. The NDVI showed the best results among the indexes to distinguish the forest class, with values between 0,75 and 0,8.

Palavras-chave: assinatura espectral, correção atmosférica, fusão, worldview-2, índice de vegetação.

1. Introdução

As imagens de alta resolução estão evoluindo constantemente no aspecto espacial e espectral nos últimos anos. Atualmente, encontra-se um acervo temporal de imagens orbitais de alta resolução de aproximadamente 15 anos em uma variedade de sensores, o que vem viabilizando estudos de dinâmicas de fenômenos em escalas cada vez maiores. Dentre esses sensores podemos destacar o Worldview-2 que está em órbita desde final de 2009 e com suas novas bandas do Azul costeiro, Amarelo e borda do Vermelho apresenta grande potencial para estudos rurais e urbanos. Neste sentido, se faz necessário o uso de diversas ferramentas de processamento para compatibilizar imagens de diferentes datas e conseguir extrair informações com maior detalhe. A correção atmosférica é um importante recurso que resulta em um ajuste da assinatura espectral dos alvos viabilizando o desenvolvimento de padrões de modelagem para classificação que possam ser replicadas. A fusão de bandas pancromáticas é uma ferramenta amplamente utilizada para se obter imagens com uma resolução espacial maior, porém não é claro o quanto esse processamento influencia na resposta espectral dos alvos.

2. Objetivos

Este trabalho tem como objetivo principal fazer uma caracterização espectral da floresta e de áreas alagadas a partir de imagens do sensor Worldview-2. Será feito e analisado o processo de correção atmosférica para obter os parâmetros físicos dos alvos de forma mais precisa possível. Para isso, serão comparadas as curvas espectrais antes e depois da correção atmosférica. Também será analisado o quanto é alterado os valores de reflectância depois das imagens passarem pelo processo de fusão com a banda pancromática, processo comum para utilização dessas imagens.

3. Materiais e Método

Para o presente trabalho foram utilizadas imagens de Fevereiro de 2012 do satélite Worldview-2. Este sensor possui 8 bandas multiespectrais com 2 metros de resolução que abrange desde o Azul costeiro até o Infravermelho próximo, e uma banda pancromática de 0,5 metros de resolução como pode ser visto na Figura 1.

A área imageada se localiza no município de Silva Jardim no Estado do Rio de Janeiro (Figura 2). Com aproximadamente 20 km² a área de interesse está inserida no contexto do baixo rio São João, caracterizada por frequentes alagamentos. Apresenta pequenos fragmentos florestais de Mata Atlântica localizados em morrotes e uma pequena área de floresta de baixada inserida na Reserva Biológica do Poço das Antas.

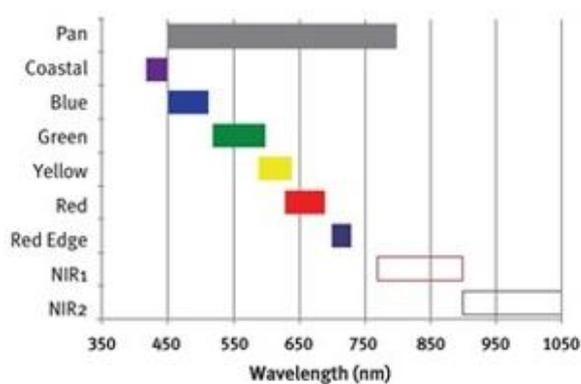


Figura 1. Bandas espectrais do Worldview-2.

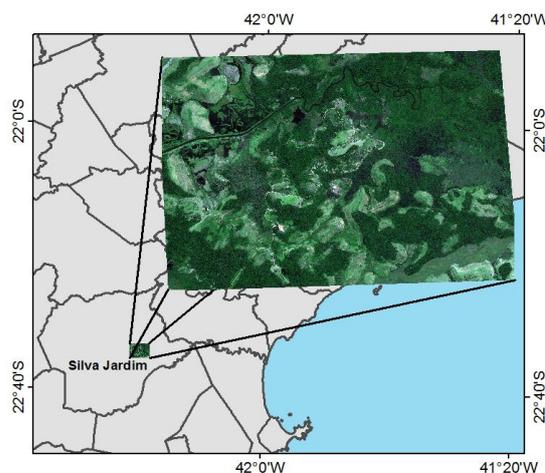


Figura 2. Localização da área de estudo.

Todos os processamentos digitais de imagem foram executados no software Focus do PCI Geomatica 2014. Para a correção atmosférica o software incorpora o modelo ATCOR (*Atmospheric and Topographic Correction*) desenvolvido pelo Centro Aeroespacial Alemão (DLR). Para executar qualquer *workflow* do ATCOR é necessário informar uma série de quesitos como zênite solar, azimute solar, *Gain*, *Offset* e etc. que estão disponíveis no metadado do arquivo. Ao convertermos as imagens para o formato nativo do software (.pix) ele reconhece essas informações e automaticamente as preenche, agilizando o processo.

Inicialmente, as imagens foram convertidas de número digital para valores de reflectância no topo da atmosfera utilizando a ferramenta TOA Reflectance (*Top of Atmosphere Reflectance*), pois para estudos com fins de comparação espectral se faz necessário essa conversão (Ponzoni, 2007). A correção atmosférica foi executada com os parâmetros padrões do software, utilizando o *haze removal*, elevação média de 45 metros, tipo de aerossol rural em condições tropicais e visibilidade de 30 Km. Com as imagens corrigidas foi feito o processo de fusão das bandas multiespectrais com a pancromática através da ferramenta Pansharp do Focus. Foi usado o parâmetro de aumento de contraste que resulta em uma imagem com maior grau de definição dos objetos, mas que tende a alterar os valores originais

Além dos valores de reflectância de superfície das bandas também se usou índices de vegetação para caracterização da resposta espectral. O tradicional NDVI (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada), composto por uma relação de bandas que inclui o Vermelho e Infravermelho próximo, e mais dois índices criados usando a banda da borda do Vermelho (red edge).

A proposta dos dois índices elaborados pretende testar a resposta da nova banda da Borda do Vermelho para aplicações em vegetação. Como esta banda está entre o Infravermelho e o Vermelho, bandas usadas no NDVI, propôs-se a utilização dela para "separar" o NDVI em dois índices, um abrangendo a faixa espectral entre o Vermelho e a borda do Vermelho, e o outro entre a borda do Vermelho e o Infravermelho. Os índices foram aplicados conforme as fórmulas abaixo (1):

$$NDVI = \frac{N-R}{N+R} \quad ; \quad RE_R = \frac{RE-R}{RE+R} \quad ; \quad N_{RE} = \frac{N-RE}{N+RE} \quad (1)$$

Onde, N representa o valor de reflectância da banda do Infravermelho próximo, R da banda do Vermelho e RE da banda da borda do Vermelho.

Para a análise das curvas espectrais escolheu-se as classes de Floresta e de áreas alagadas como foco de estudo devido a predominância na cena. Foram coletadas 5 amostras pontuais de cada uma das classes com ampla distribuição na imagem e boa representatividade. O valor de reflectância de cada banda e os valores dos índices de vegetação foram associados aos pontos das amostras através do software Arcgis 10.1 e plotados em gráficos para serem confrontados.

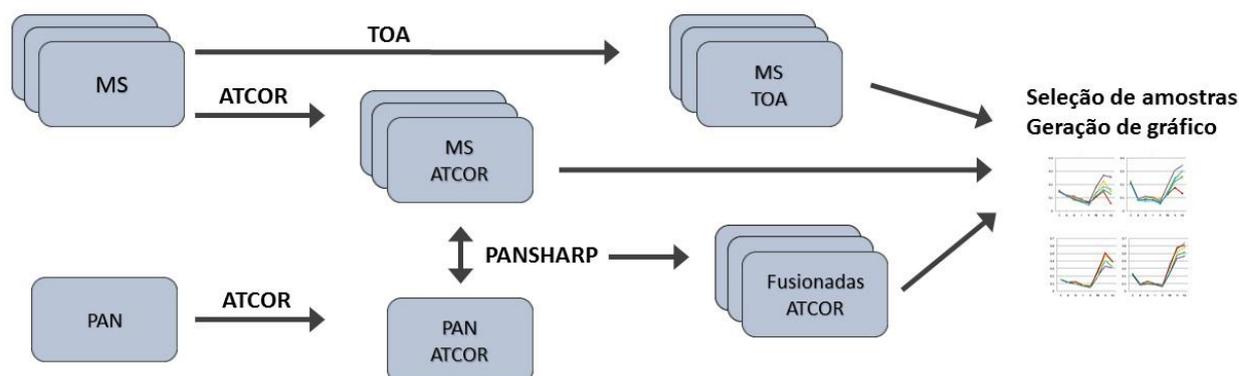


Figura 4. Fluxograma dos processamentos nas imagens multiespectrais (MS) e Pancromática (PAN) do Worldview-2.

4. Resultados e Discussão

Ao analisar o efeito da correção atmosférica tendo como referência os gráficos das amostras das classes de Floresta e áreas alagadas (Figura 5), algumas observações podem ser consideradas. As curvas espectrais das amostras antes da correção atmosférica apresentam em ambas as classes um padrão parecido, com um declínio dos valores de reflectância entre a banda do Azul costeiro (C) e o Vermelho (R). A partir do Vermelho os valores aumentam acentuadamente até a banda do Infravermelho próximo (N) e caem no Infravermelho 2 (N2). Segundo a literatura um dos principais efeitos de interferência da camada atmosférica na detecção da vegetação é a absorção da resposta da faixa do Verde pelas partículas de aerossol e vapor d'água, resultando em uma maior reflectância da faixa do azul em relação ao verde, o que pode ser visto na curva espectral da imagem bruta. Ao olharmos o gráfico da imagem processada percebe-se que os valores de reflectância da banda do Azul (B) foram rebaixados, tornando os valores do Verde (G) mais altos, indicando uma correção coerente com a expectativa. Já os valores da banda do Azul costeiro (C) e do Infravermelho 2 (N2) tiveram um aumento de reflectância considerável. É esperado o aumento de valores de reflectância nas

bandas Infravermelho, o que é confirmado nas bandas N e N2, já a banda do Azul costeiro não há tanta informação disponível sobre seu comportamento, o que abre novas incertezas sobre a qualidade da correção para essa banda específica.

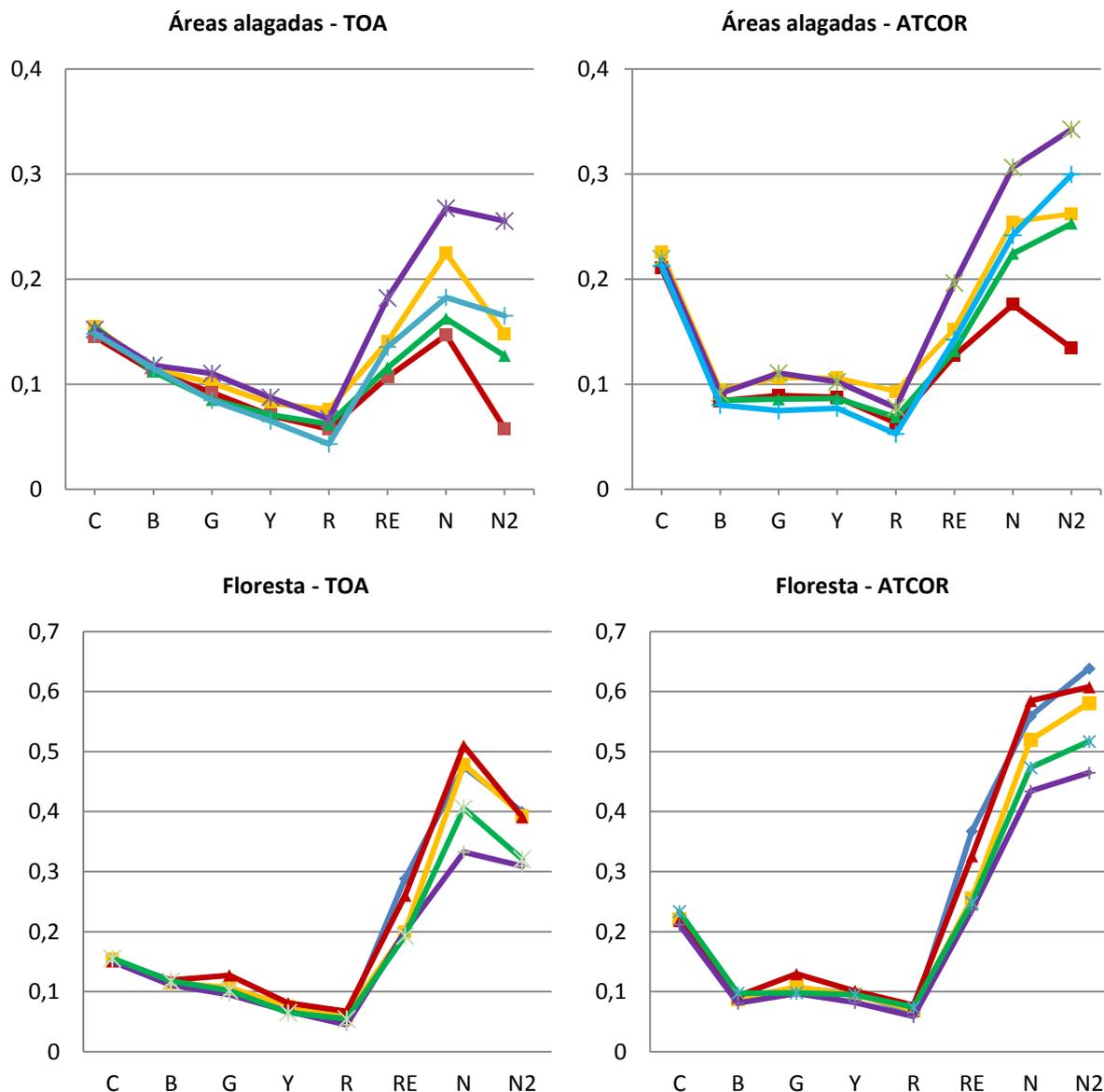


Figura 5. Curvas espectrais das amostras das classes Floresta e Áreas alagadas antes (TOA) e depois (ATCOR) da correção atmosférica, onde as bandas do Woldview-2 se apresentam no eixo X e os valores de reflectância de superfície no eixo Y.

Ao compararmos as médias das amostras das duas classes em imagens corrigidas (figura 6), é constatado que elas apresentam um padrão espectral muito parecido da banda do Azul costeiro (C) até o Vermelho (R), se diferenciando apenas a partir da borda do Vermelho (RE) em diante. Isso se explica pela baixa resposta da água na faixa do infravermelho, fazendo com que as florestas localizadas em zonas inundadas possam ser diferenciadas por essas bandas, pois na faixa do visível elas apresentam praticamente as mesmas repostas que uma floresta comum. Apenas a banda do Verde (G) mostra uma diferença sutil com a floresta apresentando valores de reflectância ligeiramente maior do que da floresta úmida.

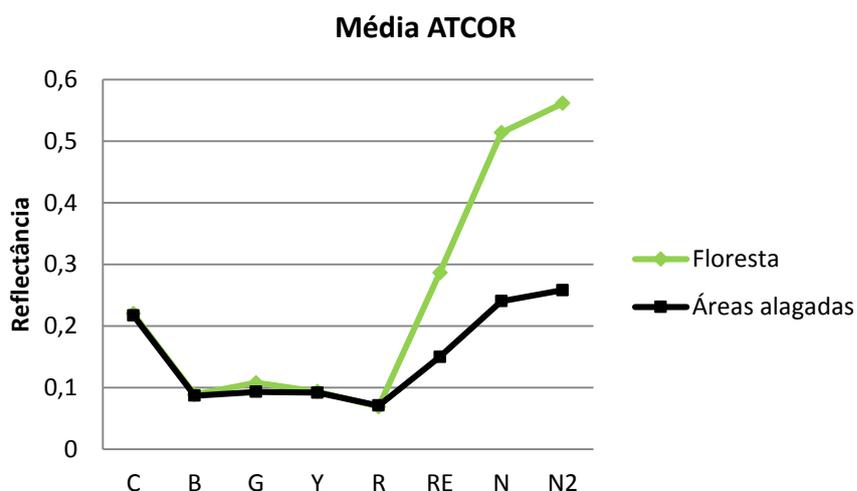


Figura 6. Comparação dos valores médios de reflectância das amostras de Floresta e Áreas alagadas nas imagens corrigidas atmosféricas.

Ao comparar as imagens fusionadas com as não fusionadas pode-se observar o quanto o processo de fusão altera os valores originais das imagens. Imagens fusionadas são amplamente utilizadas devido a seu aspecto visual mais detalhado que permite a identificação das formas dos alvos com maior nível de detalhe. Na figura 7 foi confrontado os valores médios das amostras de floresta das imagens sem correção atmosférica (TOA), com as corrigidas (ATCOR) e as corrigidas fusionadas (Fusionada).

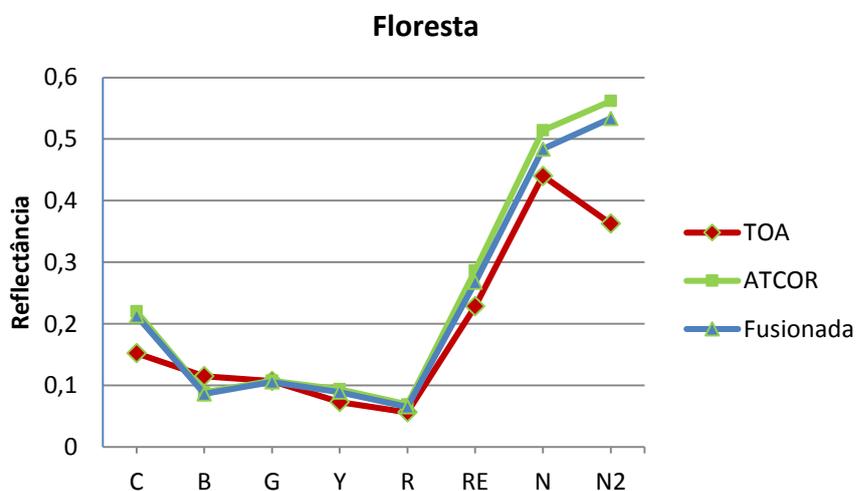


Figura 7. Comparação dos valores médios das amostras de Floresta entre três níveis de processamento.

As imagens fusionadas, apesar de alterarem os valores originais das imagens, ainda apresentam níveis de reflectância próximos, porém menores, ao das imagens não fusionadas quando analisada a classe Floresta. A diferença maior é encontrada nas bandas N e N2 que chega a 0,03 em relação as bandas apenas processadas no ATCOR. Possivelmente pelo fato dessas bandas não estarem na faixa espectral abrangida pela banda pancromática.

Nas Áreas alagadas, o padrão de diferença é parecido, porém invertido, com as bandas fusionadas apresentando valores de reflectância maiores, modestamente até a banda Vermelha

(R) e se acentuado da borda do Vermelho (RE) em diante (Figura 8). Na banda do Infravermelho 2 (N2) a diferença chega a 0,04.

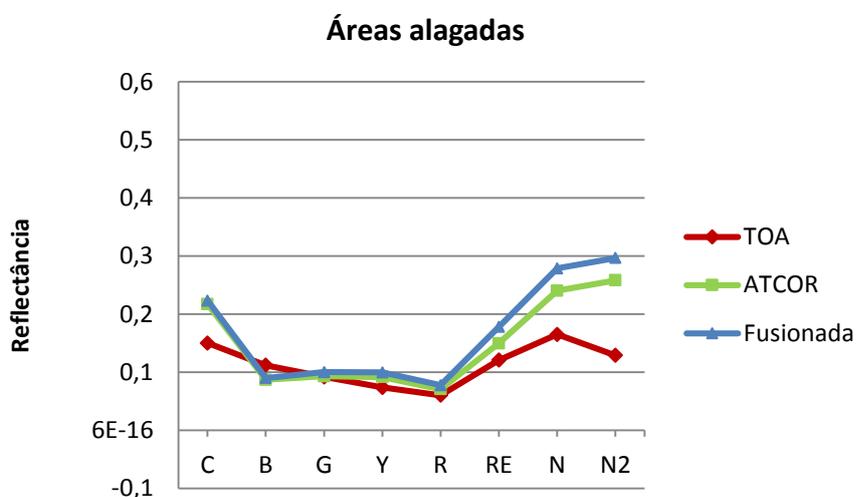


Figura 8. Comparação dos valores médios das amostras de Áreas alagadas entre três níveis de processamento.

Ao analisar os valores das amostras no NDVI, observa-se um padrão consistente para a classe Floresta entre 0,75 a 0,8, o que já é consagrado na literatura. Já as Áreas alagadas apresentam um padrão disperso em dois grupos um com valores entre 0,4 e 0,5 e outro entorno de 0,6. As amostras de áreas alagadas possuem uma heterogeneidade influenciada pela maior ou menor presença da água e vegetação, tendendo a se aproximar do valor 0 conforme a presença d'água for maior (Figura 9).

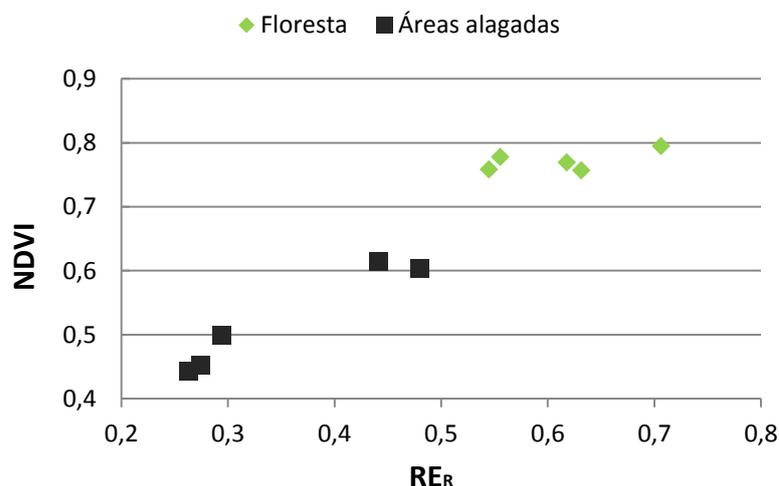


Figura 9. Gráfico de dispersão das amostras de Floresta e Áreas alagadas em relação ao NDVI e RE_R .

O índice RE_R apresentou uma dispersão maior na resposta da Floresta, variando de 0,54 até 0,7, e não se mostrando apropriado para a discriminação da classe. As Áreas alagadas, assim como no NDVI, tiveram as amostras separadas em dois grupos e as mantiveram diferenciadas das respostas das classes de Floresta.

No Índice N_{RE} , os valores de Floresta também se apresentaram dispersos enquanto as amostras de Áreas alagadas se aproximaram um pouco mais, ficando entre 0,17 até 0,24. Porém esses valores coincidem com os índices mais baixos da Floresta, podendo confundir as classes (Figura 10).

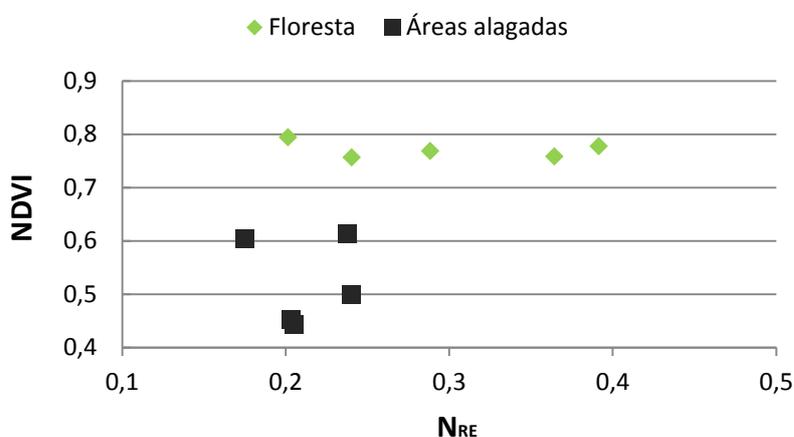


Figura 10. Gráfico de dispersão das amostras de Floresta e Áreas em relação ao NDVI e N_{RE} .

5. Conclusões

A caracterização espectral da Floresta e Áreas alagadas através das imagens do Woldview-2 pode mostrar que o modelo de correção atmosférica do ATCOR atendeu as expectativas referentes a alvos de vegetação, ajustando a reflectância de superfície nas bandas do Azul (B) em relação a Banda Verde (G). A banda do Azul costeiro (C) apresentou forte alteração com a correção e, pela falta de informação sobre as características dessa banda em relação a alvos de vegetação, se faz necessário mais estudos neste sentido.

Para a diferenciação das classes, as bandas do Infravermelho (N e N2) e Borda do Vermelho (RE) apresentaram bons resultados, com valores os valores se distanciando entre eles sendo indicadas para descrever este tipo de classes.

Com relação a fusão da banda pancromática com as multiespectrais, este estudo indicou que alteração nos valores originais das curvas espectrais ocorre de modo sensível, sendo ligeiramente mais alto na Floresta alagada e um pouco mais baixo na Floresta, mas mantendo a mesma proporção de diferença entre as bandas. As bandas do Infravermelho (N e N2) foram as que mostraram maiores mudanças em relação aos valores originais, o que sugere maior atenção ao trabalhar com essas bandas fusionadas. Dependendo do propósito do estudo, o benefício de se trabalhar com uma imagem de maior resolução pode compensar a perda dos valores originais da mesma.

Nos índices de vegetação o NDVI foi o que apresentou melhor resultado, concentrando a classe de Floresta entre os valores 0,75 e 0,8 e distinguindo da outra classe. A classe Áreas alagadas foi melhor diferenciada da floresta no índice RE_R , tendo como limiar de o valor aproximado de 0,5. Porém, as amostras se dividiram em dois grupos, enquanto no índice N_{RE} as amostras apresentaram um agrupamento melhor, mas confundindo com os valores de Floresta.

Agradecimentos

O autor agradece a CAPES pela concessão da bolsa.

Referência bibliográfica

Ponzoni, F.J.; Shumabukuro, Y.E. **Sensoriamento Remoto no Estudo da Vegetação**, São José dos Campos: Ed. A Silva Vieira, 2007, 127p.

PCI Geomatics 2014.