

Análise comparativa da correção atmosférica de imagem OLI landsat 8 dos métodos ATCOR e DOS

Jéssica Layna Silveira¹
Jéssica Silva Martins²
Carla Bernadete Madureira Cruz²

¹Universidade Estadual do Rio de Janeiro – UERJ/FFP
R. Dr. Francisco Portela, 1470 – 24435-005 - Patronato, São Gonçalo - RJ
jessica.layna.silveira@gmail.com

²Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ/CCMN
Av. Athos da Silveira Ramos, 274 – 21941-916 – Rio de Janeiro – RJ
{martins.jess89, carlamad} @gmail.com

Abstract. The present article aims to compare two methods of atmospheric correction, ATCOR with the MODTRAN algorithm that is a model of radiative transfer, present in the software PCI-Geomatica and the DOS that uses data coming from the own image to carry out the correction, in the free software Quantum Gis 2.16. Such comparison seeks to understand how the spectral curve of each selected target, water, vegetation and urban behave in relation to the both methods. Likewise, is necessary verify the spectral behavior of the same target in different conditions, emphasizing the relevance of different aspects like shape, color, texture and others to differentiate them. Atmospheric correction is an important pre-processing step that assists in correcting distortions from the atmosphere in orbital images. The scene used for correction was the orbit-point 217-76, Landsat 8, OLI sensor. Thus, the superiority of the results of the ATCOR method in relation to the DOS is evidenced, however, the discrepancy between the two methods were not expressive, emphasizing the validity of the DOS method. In relation to the selected samples, it is noted the difficulty in identifying and discriminating terrestrial targets only by means of spectral responses, being indispensable the use of other parameters.

Palavras-chave: remote sensing, image processing, spectral signature, radiative transfer model; sensoriamento remoto, processamento de imagem, assinatura espectral, modelo de transferência radiativa.

1. Introdução

As tecnologias de sensoriamento remoto tornaram-se importantes mecanismos de aquisição de dados e geração de imagens da superfície da Terra, que ocorre por meio da medição da energia eletromagnética que emana de determinado alvo. Segundo Latorre et al. (1998), a essência do sensoriamento remoto firma-se na identificação e discriminação de alvos, em que a radiação recebida pelo sensor torna-se a base de todo o processo.

Contudo, as imagens de sensores geradas em nível orbital sofrem a influência da atmosfera que interage com a radiação eletromagnética, provocando significativas alterações no fluxo radiante, ocasionado por fatores como espalhamento por aerossóis, absorção pelos gases atmosféricos e outros (LATORRE et al., 1998). Estas alterações provocam erros no processo de imageamento do sensor e, dependendo do objetivo do estudo, torna-se de grande importância a correção destas distorções (JENSEN, 2011).

De acordo com Meneses e Almeida (2012), a atmosfera afeta a radiância medida de duas maneiras: primeiro, agindo como um refletor, adicionando ao sinal detectado pelo sensor uma radiância extra. Segundo, agindo como um absorvedor, diminuindo a intensidade de energia que ilumina o alvo na superfície.

Logo, é notória a importância da remoção dos efeitos atmosféricos para uma interpretação adequada das imagens de satélite. Para tanto, foram desenvolvidas técnicas de processamento da correção atmosférica, aferidas por meio dos próprios dados de bandas

multiespectrais, como as imagens do CBERS, Landsat ou Spot (MENESES e ALMEIDA, 2012).

Neste trabalho foram utilizadas imagens do Landsat 8 corrigidas por meio de dois algoritmos distintos, um por modelo de transferência radiativa, o *Moderate Spectral Resolution Atmospheric Transmittance* (MODTRAN) presente no software ATCOR (PCI-Geomatica), disponível no laboratório ESPAÇO da UFRJ; e outro pelo método Dark Object Subtraction ou DOS, disponível no Quantum Gis 2.16, software livre e gratuito.

Assim, o presente artigo objetiva comparar os métodos DOS e ATCOR, e verificar o quão significativa é a diferença da reflectância destes em relação aos alvos selecionados e se essa diferença pode ser absorvida favorecendo o fato do DOS ser gratuito. Outro aspecto importante é verificar o comportamento espectral de um mesmo alvo em diferentes condições, enfatizando a importância do usuário para interpretação da imagem e diferenciação de alvos, por meio de aspectos como forma, cor, textura e outros.

2. Metodologia de trabalho

Inicialmente, foi selecionada uma cena Landsat 8, sensor OLI, com resolução espacial de 30m, da órbita-ponto 217-76, obtida em 25 de setembro de 2015. As bandas utilizadas nessa análise correspondem ao espectro do Azul Costeiro (1), Azul (2), Verde (3) Vermelho (4), Infravermelho (5), SWIR 1 (6) e SWIR 2 (7).

A figura 1 apresenta o fluxograma metodológico deste trabalho:

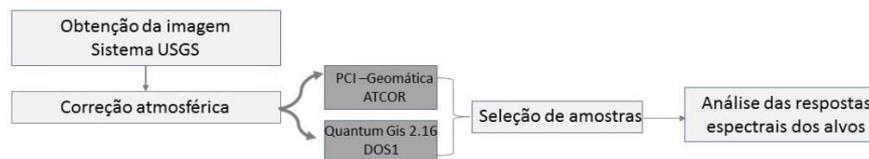


Figura 1: Fluxograma Metodológico

Primeiramente, foi feita a correção atmosférica no software PCI - Geomatica. Optou-se pelo modelo atmosférico *Verão em latitudes médias e urbano* para modelo de aerossóis. Foram utilizados os valores de reflectância para analisar o comportamento espectral dos alvos.

Posteriormente, foi feita a correção atmosférica no *software* Quantum GIS 2.16, por meio do método DOS, que utiliza dados provenientes da própria imagem para realizar a correção atmosférica. Para tal, foram utilizados dois plug-ins, o SPC e o *semi-automatic classification plugin*.

Segundo o modelo *DOS*, há pixels em qualquer cena e banda espectral, que deveriam apresentar o valor "0", pois estes poderiam não receber radiação incidente, conseqüentemente, não poderiam refletir radiação, ou também, poderiam absorvê-la totalmente, o que da mesma forma, implicaria valores nulos de reflexão. Logo, se esses pixels apresentassem valores de números digitais (ND) ou de Fatores de Reflectância Bidirecional (FRB) aparente maiores que "0", o valor excedente se explicaria pela interferência aditiva do espalhamento atmosférico (Ponzoni e Shimabukuro, 2010).

Assim, identifica-se em cada banda espectral, quais quantidades de ND ou de FRB aparente deveriam ser subtraídas de cada imagem como um todo, considerando que a interferência atmosférica é uniforme ao longo de toda a cena. O DOS também considera apenas o fenômeno de espalhamento da atmosfera, desconsiderando o de absorção (Ponzoni e Shimabukuro, 2010).

Já o MODTRAN é um modelo de transferência radiativa e possui como principal vantagem o fato de considerar também o fenômeno de absorção da radiação eletromagnética (Ponzoni e Shimabukuro, 2010).

Subsequente à correção atmosférica, foi feita a escolha das classes que foram agrupadas e denominadas como segue na figura 2:

CLASSES	GRUPOS
Mar, rio, lagoa e areal.	Água
Vegetação costeira, floresta urbana, floresta interior e gramínea.	Vegetação
Loteamento informal multifamiliar, residência unifamiliar e indústria.	Cobertura urbana

Figura 2: Divisão das classes em grupos.

Para cada classe foram colhidas e plotadas 5 amostras no *software* ArcGIS 10.3, no qual foi extraído os valores de reflectância de cada alvo com a utilização da ferramenta *Extract Multi Values to Points*. Foi possível, após esse processo, a elaboração dos gráficos de reflectância da superfície dos alvos do ATCOR e DOS.

A construção e análise dos gráficos ocorreram de duas maneiras: primeiro foi escolhida uma classe de cada grupo para realizar a comparação dos resultados obtidos pelos dois métodos. E posteriormente, realizou-se a comparação entre cada classe no seu respectivo grupo apenas com o método ATCOR, devido este ter apresentado melhor resultado na correção atmosférica.

3. Resultados e Discussão

Os resultados obtidos foram as respostas espectrais dos alvos selecionados já citados.

A figura 3 corresponde à comparação de um elemento da cobertura urbana, loteamento informal multifamiliar, com os métodos ATCOR (azul) e DOS (vermelho). Lembrando que o DOS corrige apenas o efeito de espalhamento que é mais perceptível na faixa do visível e o MODTRAN corrige espalhamento e absorção, mais sentido na faixa do infravermelho. Logo, é notória a diferença entre ambos, visto que as linhas mantêm um padrão de comportamento, sendo certo que a maior reflectância ocorre no ATCOR. No comprimento de onda 0,655 μm há um acréscimo de reflectância em ambos os métodos, faixa do 1,61 μm , o ATCOR tem o valor mais elevado, logo após, há decréscimo. Próximo ao 2,2 μm , a linha correspondente ao método DOS ultrapassa a do ATCOR. Nesse caso, verifica-se que método ATCOR prevalece ao método DOS.

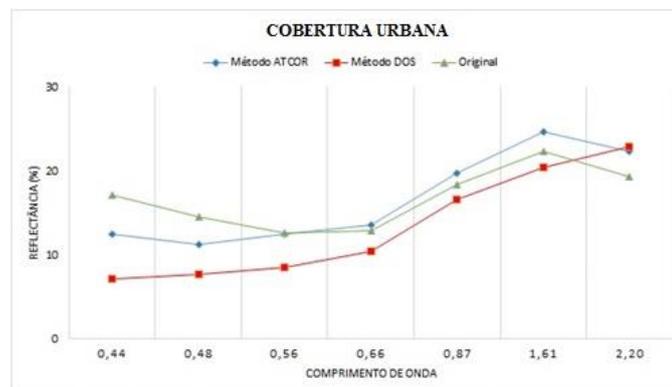


Figura 3: Gráfico da análise da curvatura espectral da cobertura urbana através do método ATCOR e DOS.

O comportamento espectral da água (figura 4) é parecido nos dois métodos com maior valor de reflectância no comprimento de onda 0,44 μm , apresentado queda até os menores

valores de absorção entre 1,61 μm e 2,2 μm . Contudo, os valores de reflectância para o método ATCOR são maiores em relação ao DOS, especialmente na faixa do visível.

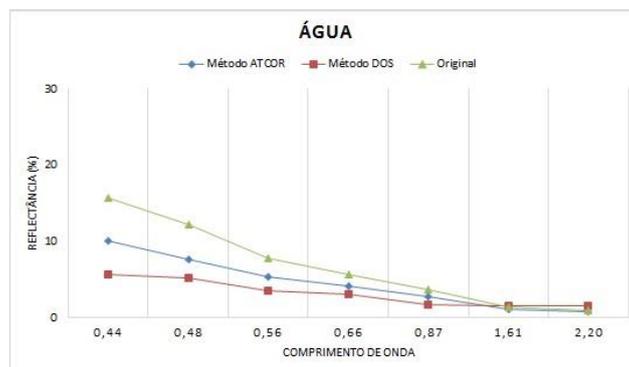


Figura 4: Gráfico da análise da curvatura espectral da água através do método ATCOR e DOS.

A floresta (figura 5) também apresentou uma resposta espectral semelhante nos dois métodos, apresentando os maiores valores de absorção entre 0,44 μm e 0,655 μm ascendendo até atingir o valor máximo de reflectância na faixa de 0,865 μm e decrescendo até 2,2 μm . Entretanto, o método ATCOR apresentou valores de reflectância um pouco maior em relação ao DOS no comprimento de onda 0,44 μm ; 0,56 μm e de maneira um pouco mais acentuada em 0,865 μm .

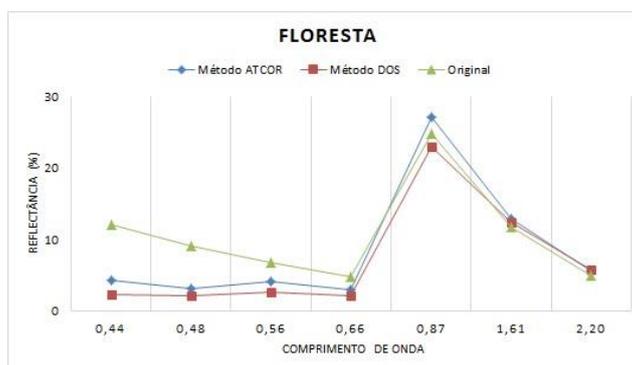


Figura 5: Gráfico da análise da curvatura espectral da floresta através do método ATCOR e DOS.

Nota-se que o método ATCOR apresentou melhor resultado em relação à reflectância dos alvos selecionados. A figura 3 é uma composição colorida verdadeira da imagem original e das imagens corrigidas pelo método ATCOR e DOS.

É perceptível como as imagens corrigidas são mais nítidas, contudo, visualmente, o resultado da correção atmosférica pelo método ATCOR e pelo DOS são bastante próximas.



Figura 6: Comparação em RGB das imagens original e corrigidas pelos métodos ATCOR e DOS.

Estão representadas (figura 7) quatro amostras, sendo referentes a cada grupo trabalhado. A localização é feita através da imagem do Google Earth (imagem à esquerda) e da imagem Landsat 8 (imagem à direita).

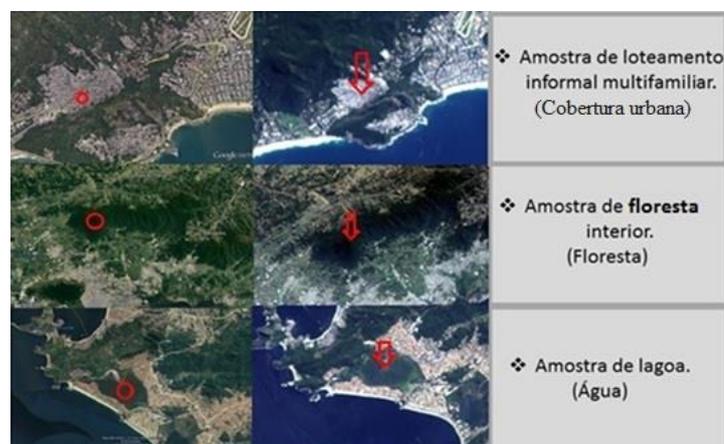


Figura 7: Amostras para análise espectral dos alvos.

Os alvos abaixo selecionados foram corrigidos por meio do método ATCOR devido o mesmo ter apresentado resultado ligeiramente melhor em relação à reflectância dos alvos.

3.1 Grupo: água

Segundo Jensen (2011) ao realizar estudos em corpos d'água por meio de sensoriamento remoto é necessário conhecer a mudança do comportamento espectral em águas puras e não puras, ou seja, com presença de materiais orgânicos e inorgânicos.

Em água pura a quantidade mínima de absorção e espalhamento da luz incidente ocorre na faixa do azul (400 a 500 nm). Na faixa do verde e amarelo (520 a 580 nm), existe muita absorção e pouco espalhamento. No laranja e no vermelho (580 a 740 nm) o espalhamento da energia torna-se insignificante comparado à absorção. Já em relação ao infravermelho próximo e médio (740 – 3000 nm) quase toda a luz incidente é absorvida (JENSEN, 2011).

O autor também alerta sobre a variedade de constituintes orgânicos presentes em corpos d'água como a clorofila *a* do fitoplâncton, e inorgânicos como minerais em suspensão na água. A maior parte dos sedimentos em suspensão encontra-se em corpos d'água interiores ou costeiros (Bukata et al., 1995 apud Jensen, 2011). Os sedimentos também afetam a qualidade da água podendo ser um indicador de poluição (JENSEN, 2011).

Com isso, baseado em experimentos como o de Lodhi et al (1997), Jensen (2011) relata que em corpos d'água com sedimentos o pico de reflectância desloca-se para maiores comprimentos de onda na faixa do visível. “Mais fluxo radiante no verde, vermelho e infravermelho próximo é refletido do corpo d'água e registrado pelo sistema de sensoriamento remoto” (JENSEN, 2011, p 418). E em uma imagem, um corpo d'água com sedimentos em suspensão irá aparecer mais claro do que um corpo d'água próximo sem qualquer sedimento em suspensão (JENSEN, 2011).

Em relação à clorofila, o aumento da mesma na coluna d'água, acarreta em um significativo decréscimo na quantidade relativa de energia refletida na região do azul e do vermelho e um aumento na reflectância do verde (JENSEN, 2005).

Assim, na figura 8 abaixo, percebe-se que a curva espectral da água possui considerável tendência a absorção de energia demonstrando os valores mais baixos entre 1,61

μm e $2,2 \mu\text{m}$ principalmente em relação à água do mar e da lagoa. Esses dois alvos apresentam uma curva semelhante com valores de reflectância mais expressivo em $0,44 \mu\text{m}$ e diminui chegando próximo de 0% em $2,2 \mu\text{m}$. A água da lagoa apresenta uma leve ascendência em $0,56 \mu\text{m}$. A resposta da água do rio, no início da curva, também se assemelha a do mar e da lagoa com valores mais alto em $0,44 \mu\text{m}$ e decrescendo até $0,655 \mu\text{m}$ quando torna a subir até atingir seu maior valor de reflectância em $0,865 \mu\text{m}$. A resposta do areal demonstrou os maiores valores para reflectância, mantendo-se acima de 10% em $0,44 \mu\text{m}$ até $0,56 \mu\text{m}$ quando atinge sua maior reflectância. Logo após inicia uma queda até o maior valor de absorção em $2,2 \mu\text{m}$.

Logo, a água do mar foi a que apresentou um comportamento espectral mais próximo da resposta espectral da água pura. Já a lagoa apresentou um pequeno aumento da reflectância na faixa do verde até o infravermelho próximo, podendo significar presença de sedimentos. Assim como a água do rio com um pico de reflectância no infravermelho próximo e a água do areal com maior valor de reflectância em relação aos demais corpos d'água em todo seu comprimento de onda.

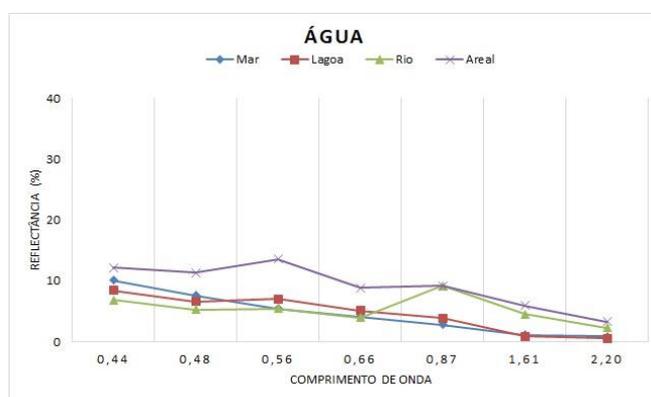


Figura 8: Gráfico da análise da curvatura espectral da água através do método ATCOR.

3.2 Grupo: vegetação

Segundo Jensen (2011), a curva espectral típica de uma vegetação verde sadia possui fortes bandas de absorção nas regiões do azul e do vermelho devido à clorofila. Já no infravermelho próximo ocorre um grande aumento da reflectância na região entre 700 e 1200nm . De acordo com Carter (1993 apud Jensen, 2011) o aumento da reflectância no visível caracteriza a resposta da reflectância foliar ao estresse.

É notório que as curvas espectrais das classes da vegetação (figura 9) são bastante semelhantes, com valores de absorção altos entre as faixas $0,44 \mu\text{m}$ e $0,655 \mu\text{m}$. Apenas a gramínea apresenta um valor de reflectância maior em $0,56 \mu\text{m}$. Em $0,655 \mu\text{m}$ a curva de todos os alvos inicia uma subida até atingir o maior valor de reflectância em $0,865 \mu\text{m}$, no qual, novamente, a gramínea diferencia-se com um valor de reflectância maior em aproximadamente 40% . Logo após, a curva sofre uma queda até $1,61 \mu\text{m}$ e continua em decesso até $2,2 \mu\text{m}$. Nota-se que a gramínea é a que possui maior valor de reflectância ao longo dessa faixa espectral.

Assim, pode-se identificar que os alvos selecionados apresentaram um comportamento espectral típico de vegetação verde sadia. Também nota-se a semelhança das respostas espectrais dos alvos, a exceção da gramínea que apresentou valores de reflectância maiores, possivelmente devido a seu dossel vegetal menos fechado em relação aos demais alvos.

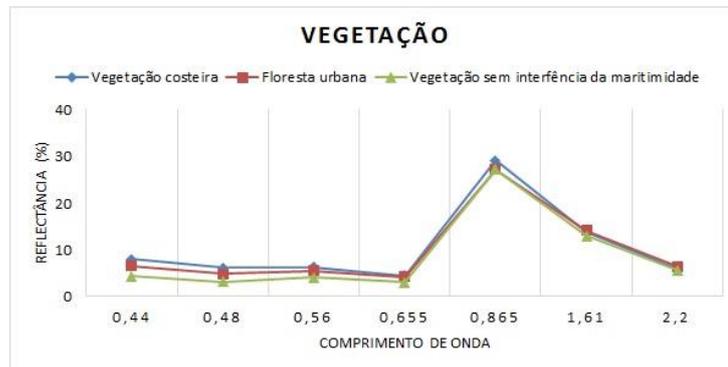


Figura 9: Gráfico da análise da curvatura espectral da vegetação através do método ATCOR.

3.3 Grupo: cobertura urbana

As paisagens urbanas são compostas por materiais diversificados (concreto, metal, asfalto, plástico, telhas de madeira, vidro, água, grama, vegetação arbustiva, árvores e solo). Elas são formadas pelo Homem, de forma complexa, o ritmo de crescimento é assustador e por muitas vezes falta planejamento, segundo JENSEN, 2011.

Segundo Jensen (2011), para extrair informações urbanas de imagens de sensoriamento remoto é frequentemente mais importante que haja maior resolução espacial do que espectral, pois é possível identificar determinados alvos, sendo este contrastante em meio ao restante da cena. Muitos aspectos espaciais auxiliam para a extração de informações, como: forma do objeto, tamanho, textura, orientação, padrão, e formato da sombra. Além desses aspectos, outros fatores importantes estão atrelados à forma e função.

O alvo, loteamento informal multifamiliar (favela), possui uma estrutura de difícil identificação, principalmente, em países em desenvolvimento, pois não é constituída de um mesmo material e, geralmente, essa estrutura contém mais de um núcleo familiar ou famílias maiores. Os aspectos do alvo residência unifamiliar é oposto do alvo anterior. Geralmente, estas são compostas por espaçamentos entre si, em sua grande maioria possuem piscina, acesso para carros e pedestre, jardins e muros, e constituídas por materiais semelhantes. Por fim, as indústrias que possuem, em sua maioria, formas geométricas definidas e sobretudo padrões espaciais estabelecidos, ao decorrer dos anos, podem ganhar funções diferentes e ocasionar interferências nas análises, dependendo dos aspectos estudados.

É possível observar na figura 10 que o comportamento espectral dos alvos é bastante dispares. Porém, em todos, o maior nível de absorção ocorreu na faixa do azul (0,48 µm). Os valores mais elevados de reflectância no loteamento informal multifamiliar foi em 1,61 µm, no alvo residência unifamiliar se deu no intervalo entre 0,865 µm e 1,61 µm, provavelmente devido a presença de vegetação, havendo um declínio após esse intervalo. E no alvo indústria o ápice da reflectância foi na faixa do SWIR 1 (1,61 µm) e se manteve até o SWIR 2 (2,2 µm).

É perceptível que há diferenças nas curvaturas dos alvos analisados. Elas não possuem o mesmo padrão e comportamento. Isso é dado devido aos fatores mencionados anteriormente, sobretudo as matérias que a compõe.

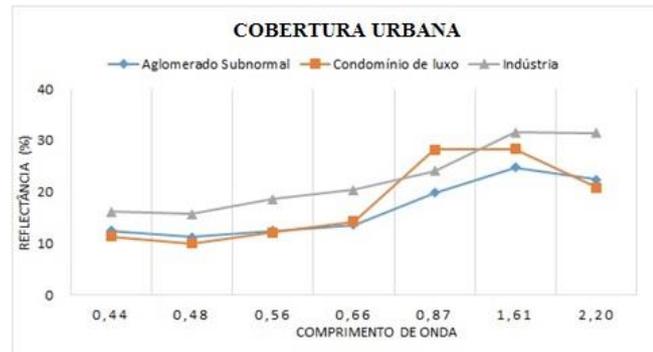


Figura 10: Gráfico da análise da curvatura espectral da cobertura urbana através do método ATCOR

4. Conclusões

O presente estudo objetivou-se em uma análise comparativa entre os métodos de correção atmosférica ATCOR (*software* pago, PCI-Geomatica) e DOS (*software* livre, Quantum GIS). A comparação foi dada através da resposta espectral de diferentes alvos que compõem a paisagem do Estado do Rio de Janeiro.

A partir da comparação entre a imagem original e as imagens corrigidas, é inegável a maior qualidade visual destas. Todavia, entre os métodos de correção atmosférica utilizados, o ATCOR destaca-se com melhores resultados em relação a valores de reflectância da energia eletromagnética.

Ainda assim, não se verificou expressiva discrepância entre os dois métodos, ressaltando a validade do método DOS, principalmente como forma de acessibilidade ao conhecimento científico, devido à disponibilidade deste método em um software gratuito.

A respeito das respostas espectrais das classes dos grupos apresentados, evidencia-se a dificuldade em identificar e discriminar alvos terrestres apenas por meio de comportamentos espectrais, sendo imprescindível a interpretação visual das imagens, assim como, a utilização de outros parâmetros.

Referências Bibliográficas

Jensen, J.R. **Sensoriamento remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres**. São José dos Campos: Parêntese, 2011.

Ponzoni, F. J.; Shimabukuro, Y. E. **Sensoriamento remoto no estudo da vegetação**. São José dos Campos: Parêntese, 2010.

Meneses, P.R.; Almeida, T. (Orgs). **Introdução ao processamento de imagens de sensoriamento remoto**. Brasília, 2012. Disponível em: <<http://www.cnpq.br/documents/10157/56b578c4-0fd5-4b9f-b82a-e9693e4f69d8> /> Acesso em: 19/07/2016.

Latorre, M,L.; Shimabukuro, Y.E.; Dias, L.A.V. **Método de Correção Atmosférica Aplicado aos Dados do Sensor AVIRIS em Regiões Tropicais**. IX *Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, Santos, 11-18 setembro, INPE, 1998. Disponível em: </> Acesso em: 18/07/2016.