

Avaliação dos métodos de segmentação de nuvens e sombras de nuvens em imagens CBERS e da utilização de imagens PALSAR-ALOS na identificação de áreas desmatadas.

Fernanda de Lima do Nascimento^{1,2}
Felipe Vilarinho e Silva^{1,2}
Marlon Crislei da Silva²
Rodrigo Antônio de Souza²

¹ Universidade de Brasília (UnB) - Departamento de Geografia
Campus Universitário Darcy Ribeiro, Asa Norte, Brasília, DF. CEP.: 70910-900
Fone: (61) 33071859. Fax: (61) 32721909

²Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais – IBAMA
Cx. Postal n° 09870 – CEP: 70818-900 – Brasília-DF, Brasil
{fernandaln, felipe.vilarinho}@aluno.unb.br {marlon.silva, rodrigo-antonio.souza}@ibama.gov.br

Abstract: The Amazon region presents several problems, such as the deforestation which can be indicated as the main threat to species' preservation and environmental dynamic. It must be also highlighted that over the Amazon region a low pressure system occurs. This system results in high averages of precipitation and cloudiness, which disturbs the monitoring activities of satellites with optical sensors such as CBERS. The objectives of this study are to compare the visible areas without cloud cover on CBERS images, through automatic and manual segmentation, and the identification of possible deforestation polygons in non mapped areas using ALOS radar images. For this study ten CBERS images and three ALOS images were used. The methodology is divided in four steps, manual determination of areas without cloud cover in CBERS images, automatic segmentation, comparison between areas determined by automatic and manual processes and delimitation of deforestation polygons through ALOS images that were covered by clouds in CBERS images. As a result it is possible to affirm that the automatic segmentation is better than manual segmentation and the ALOS images present an improved effectiveness to detect deforested areas. The conclusion is that radar images are an important tool to monitor deforested areas and can be largely used for this purpose. As for the segmentation, it was observed that the automatic methodology is more viable due to its pixel analysis in comparison with a subjective approach.

Palavras – chave: clouds, deforestation, remote sensing, thresholding, nuvens, desmatamento, sensoriamento remoto, limiarização.

1.Introdução

A Amazônia brasileira contém um dos ecossistemas mais ricos em biodiversidade no mundo. Esses ecossistemas geram significativos benefícios globalmente em termos de preservação de espécies, amenidades ambientais ou preservação de solos e do clima segundo Igliori (2006). Mas essa região tem recebido bastante atenção, devido as altas taxas de desmatamento, fato esse que não é recente por causas históricas e da economia atual, como por exemplo para obtenção de madeira de forma ilegal, a expansão da fronteira agrícola, da pecuária extensiva e intensiva. Essas grandes mudanças na cobertura florestal têm importantes implicações quanto à perda de biodiversidade e outros serviços ambientais, emissão de gases que contribuem para o efeito estufa e à prosperidade da sociedade da Amazônia a longo prazo Soares-Filho et al. (2005).

Para diminuir e ao mesmo tempo potencializar o processo de monitoramento existem ferramentas como o sensoriamento remoto, que auxilia de forma significativa o trabalho de campo, por meio dele, a possibilidade de imageamento complexo da paisagem, incluindo componentes naturais e antropogênicos, é facilitada Karnaukhova (2000). Nos últimos anos

devido ao desenvolvimento dessas tecnologias, o monitoramento da região tem sido facilitado, sendo cada vez mais áreas monitoradas, um exemplo disto são os dados obtidos com o Sistema Deter, Detecção do desmatamento em tempo real, que faz parte do Plano de Combate do Desmatamento da Amazônia do Governo Federal, com o apoio do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais(INPE), Ibama e do MMA. Esse sistema utiliza os sensores MODIS e WFI, com resolução de 250m e 260m, respectivamente, para compensar a baixa resolução espacial, estes sensores possuem maior frequência de observação, que variam de cinco a seis dias.

Este sistema faz estimativas de desmate quinzenalmente e indicativos são gerados no Ibama com resultados satisfatórios. Realizam-se refinamentos dos dados do Deter a fim de produzir mapas e planilhas para auxiliar o trabalho de campo da fiscalização. No entanto, sabe-se que a eficácia do Deter não é completa devido à resolução dos satélites e restrições da cobertura de nuvens, que tem a sua formação favorecida por fatores como a própria umidade amazônica ocasionar um regime de chuvas na região, com acréscimo da região geográfica, perto da linha do Equador onde são formados sistemas de baixa pressão Tubelis (1988). Existem regiões que estão constantemente cobertas, como o norte do Maranhão, do Pará e no Amapá, que conseqüentemente não tem sido monitoradas adequadamente, sendo verificados também por estatísticas do sistema DETER INPE (2008), que os valores das áreas desflorestadas são menores nas épocas em que as nuvens encobrem a região, constatados nos períodos de outubro a maio, sendo nesta época maior a ocorrência de casos de desmatamento justamente pela dificuldade no monitoramento.

Para ajudar nos problemas citados uma solução seria o uso de imagens do satélite ALOS, Advanced Land Observing Satellite. Fruto de um consórcio internacional titulado *Kyoto and Carbon Initiative* entre a Agência Aeroespacial Japonesa, o Ibama, o Inpe e outras instituições brasileiras, suas imagens tem auxiliado no DETER, principalmente nos meses onde a restrição por parte das nuvens é maior. Ele possui três sensores, dentre eles o PALSAR, especialmente útil para imageamento de grandes áreas de florestas e adquire uma larga faixa de observação, entre 250-300. Além disso, por ser um sensor radar, obtém imagens independente das condições atmosféricas IBGE (2008).

Além dessa problemática entre desmatamento e cobertura de nuvens, a segmentação seria bastante eficaz no sentido de estimar a área encoberta e evidenciar a necessidade em usar outras imagens para solucionar esse tipo de problema, como exemplo as imagens ALOS. Dessa maneira o primeiro objetivo do trabalho é comparar a área útil de imagens CBERS determinadas pela segmentação automática e manual. O segundo objetivo consiste identificar possíveis polígonos de desmatamento sob a área não mapeada das imagens com a utilização do ALOS.

2. Metodologia

A metodologia utilizada neste trabalho consiste: determinação manual das áreas não úteis das imagens CBERS; segmentação automática; comparação entre as áreas úteis determinadas pela segmentação e pelo processo manual; obtenção, processamento e determinação de polígonos de desmate nas áreas consideradas não úteis nas imagens CBERS, por imagem ALOS.

Para isso foram utilizadas dez imagens CBERS, com as orbitas/ponto: 165/112, 165/113, 165/114, 166/110, 166/111, 166/112, 167/109, 168/106, 170/104 e 170/105 do período de Janeiro a Abril de 2008. A escolha desse período se deu pela época do ano, maiores problemas na delimitação dos polígonos de desmatamento devido ao regime das chuvas. Três imagens ALOS foram escolhidas: 16069, 16070 e 16071 (Figura 1). As imagens CBERS foram obtidas no site do INPE e as ALOS foram fornecidas pelo CSR-Ibama junto a um acordo com a Agência Espacial Japonesa JAXA.

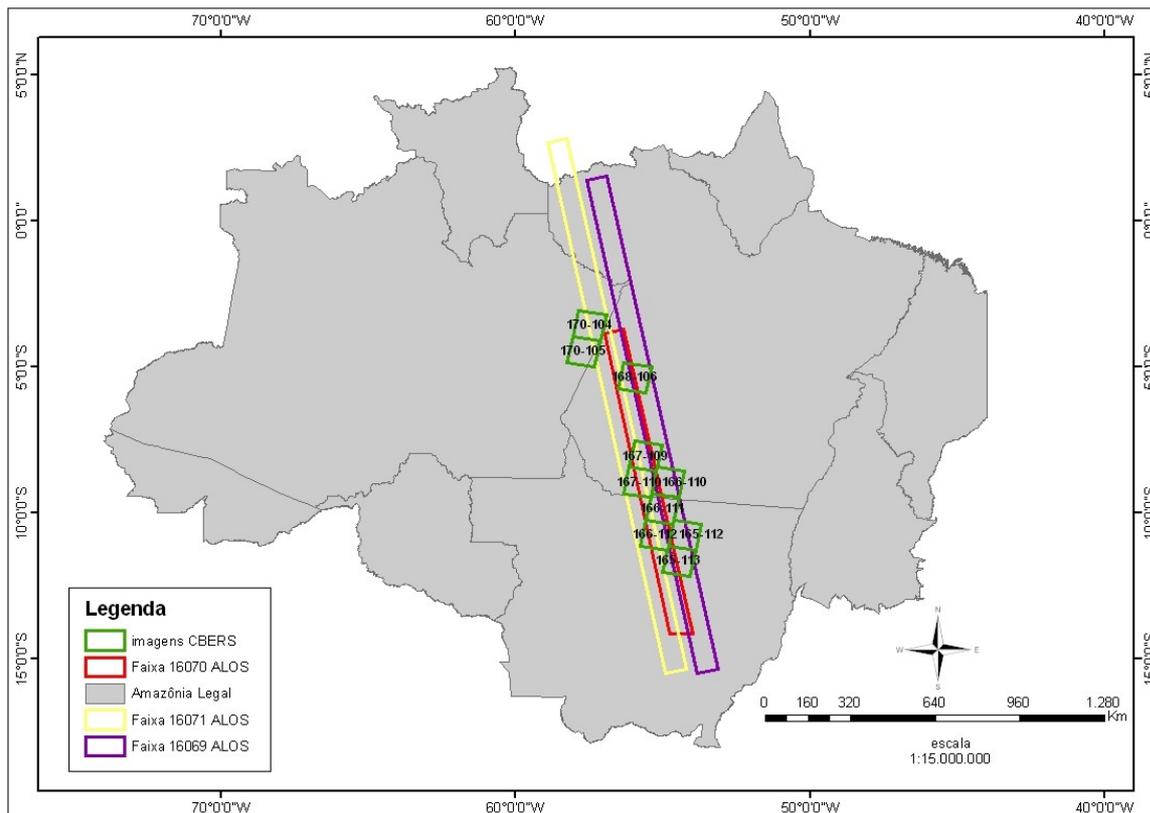


Figura 1. Localização das órbitas/ponto das imagens CBERS e faixas das imagens ALOS utilizadas no trabalho.

2.1. Determinação manual das áreas não úteis das imagens CBERS:

As imagens foram registradas com nove pontos cada, realizou-se a composição colorida, que consiste na combinação de três bandas espectrais de satélites, neste caso foram utilizadas as bandas: 3,4 e 2. A vetorização foi feita no programa ARCMAP e por último foram realizadas comparações para estimar a área não útil da imagem, ou seja, as áreas cobertas por nuvens e sombras.

2.2. Segmentação automática:

Na segmentação da imagem, os objetos são extraídos para a aplicação desejada, nesse processo se dividem as regiões em áreas de interesse, ou seja, *pixels* contíguos que apresentam homogeneidade.

Para esta etapa foi utilizada apenas a banda 4 das imagens, por não apresentar ruídos e ter maior diferença entre os valores dos *pixels* de sombra e água, que são semelhantes. Para a escolha da banda foi feito um teste entre as bandas das imagens, para verificar em qual delas havia uma maior diferença entre os alvos, no caso nuvem, sombra e água.

Os sinais eletromagnéticos da radiação coletados pelos sensores remotos a bordo de satélites no espectro solar são modificados, dispersos e absorvidos por gases e aerossóis através de sua passagem pela atmosfera no caminho entre a superfície da terra e o sensor Song et al.(2001). Os principais efeitos observados nas imagens de satélite, devido à presença real da atmosfera entre o satélite e a superfície terrestre, são a diminuição da faixa de valores digitais possíveis registrados pelo sensor, diminuição do contraste entre superfícies adjacentes e alteração do brilho de cada ponto da imagem. Os gases (vapor d'água, oxigênio e dióxido de carbono) e os aerossóis refletem, refratam, absorvem e espalham a radiação desde quando ela atinge a atmosfera até quando a deixa, depois de refletida pelo solo Zullo Junior (1994).

Por este motivo antes de se realizar a segmentação é necessário fazer um tratamento de correção atmosférica, pois o comportamento espectral não se faz independente das condições atmosféricas e da época do ano de aquisição das imagens Polidoro et al.(2006).

Para isto foi utilizado o programa SPRING 4.3.3, em que primeiramente a banda é restaurada, técnica de correção radiométrica a fim de obter uma imagem realçada, visando melhorar a qualidade visual da imagem, visto que no sensor óptico existem distorções a serem corrigidas. Após o realce a imagem é filtrada, no caso, optou-se um filtro passa-alta justamente para realçar os detalhes fazendo transição entre as regiões alvo da pesquisa. Após a banda é exportada para o programa ENVI com o intuito em melhorar o processamento por meio de um *stretching*, ele se refere à variável contraste, em que o contraste é aumentado facilitando a interpretação visual da imagem. Assim por meio do histograma percebe-se o trabalho dessa ferramenta a qual distribui os *pixels* ao longo do gráfico, distinguindo os três alvos. Depois de todo tratamento, a banda é trabalhada no ARCMAP.

Nele, pretendeu-se a segmentação automática, em que foi utilizado um método de limiarização (*Thresholding*), neste método é analisado a similaridade dos níveis de cinza da imagem extraíndo os objetos desejados da imagem, através do um determinado limiar que separa o agrupamento de níveis de cinza, para determinar o valor do limiar, foi utilizado o método do vale, em que se escolhe um vale, como sendo o mais próximo ao meio da escala dos níveis de cinza.

Para este trabalho a imagem foi dividida em três classes: sombra, com valores de 0 até o primeiro ponto de inflexão; outros alvos, que corresponde a vegetação, agricultura, etc. Que corresponde a crista do histograma, e tem seus valores entre o primeiro ponto de inflexão e o segundo ponto de inflexão e a cobertura de nuvens, que corresponde do segundo ponto de inflexão até o valor de 255.

2.3. Comparação entre as áreas úteis determinadas pela segmentação e pelo processo manual;

Nessa etapa são feitas as estatísticas do processo manual e no processo de segmentação para analisar a eficácia do processo de segmentação automática e para quantificar a área da imagem que não é analisada devido a cobertura de nuvens em ambas as segmentações.

2.4. Obtenção, processamento e determinação de polígonos de desmatamento nas áreas consideradas não úteis nas imagens CBERS, por imagem ALOS.

Nesta etapa, foi realizado o pré-processamento das imagens pelo ENVI 4.5 e o registro destas pelo ARCMAP. Após de delimitados os polígonos de desmatamento, nas imagens é quantificado o quanto desses desmatamentos não vistos nas imagens CBERS devido à presença das nuvens, a partir da sobreposição dos *shapes* e utilização da ferramenta *erase* do programa ARCMAP, que uma operação de derivação para fazer as estatísticas e atestar o uso da imagem ALOS como uma possibilidade de melhorar o monitoramento da região.

3. Resultados e Discussão

Como resultados foram obtidos dez segmentações manuais e dez automáticas (Figura 2), a determinação das áreas úteis das imagens CBERS tanto na segmentação manual como na automática e a área em quilômetros quadrados dos polígonos de desmatamentos sob as áreas não úteis (coberta por nuvens e sombra) das imagens CBERS com a utilização da imagem ALOS.

Para a pequena amostra analisada, observou-se uma maior confiabilidade da segmentação automática em relação à segmentação manual. Percebe-se nos dados da tabela, estabelecendo a segmentação automática como parâmetro, algumas imagens do processo manual aparecem

com um percentual parecido ao outro tipo, no entanto apresentam números discrepantes como a imagem 165-113 em que há diferença nos percentuais, como mostra a tabela 1 a seguir:

Tabela 1. Comparação entre as áreas úteis da segmentação automática e manual.

Imagem	Área total da imagem (km ²)	Área da segmentação manual (km ²)	Área de sombra na segmentação (km ²)	Área de nuvem na segmentação (km ²)	Percentual de área útil na segmentação manual	Percentual de área útil na segmentação automática
165-112	12680,14	3686,96	429,78	2343,54	70,92	78,13
165-113	12644,92	7285,57	787,24	8247,42	42,38	28,55
166-110	12713,66	2402,24	504,63	785,14	81,11	89,86
166-112	12110,52	439,78	582,14	1009,12	96,37	86,86
168-106	12613,63	9033,12	1145,06	5613,41	28,39	46,42
170-104	12610,12	6252,03	1297,85	7079,63	50,42	33,57
170-105	12620,27	6183,83	2335,42	5568,44	51,00	37,37
166-111	12689,22	5693,01	920,12	2856,1	55,14	70,24
167-109	12798,87	4405,12	867,75	960,33	65,58	85,72
167-110	12705,57	2492,77	762,31	282,99	80,38	91,77

A segmentação por limiarização é um processo rápido e que pode ser feito em poucos passos, fornecendo bons resultados em menos tempo. Mas para isso é necessário fazer um melhoramento na imagem, pois a limiarização não é eficaz em imagens com baixo contraste, por isso a necessidade de fazer um realce na imagem.

Apesar da banda escolhida para fazer a segmentação automática ter maior diferença entre os *pixels* de sombra e água (rios e áreas alagadas), as regiões afetadas por sombras têm um comportamento espectral muito próximo daquele apresentado por corpos d'água, dificultando a discriminação entre esses dois elementos Polidoro et al., (2006), o que pela área escolhida para o estudo, a Região Amazônica, é bastante freqüente, portanto sendo necessária a correção atmosférica para obter resultados mais satisfatórios, pois o comportamento espectral não se faz independente das condições atmosféricas e da época do ano de aquisição das imagens. Houve também a dificuldade de classificar nuvens pouco densas, como as cirrus, cirruscúmulos e cirrostratos.

A segmentação manual é um processo demorado e cansativo, podendo haver problemas na interpretação das feições da imagem, pois a delimitação é subjetiva, dependendo da composição colorida que é utilizada, podendo haver confusão, por exemplo, entre sombra e áreas alagadas, mas não deixa de ser eficaz, dependendo o objetivo da delimitação dos polígonos e do tamanho da área mapeada.

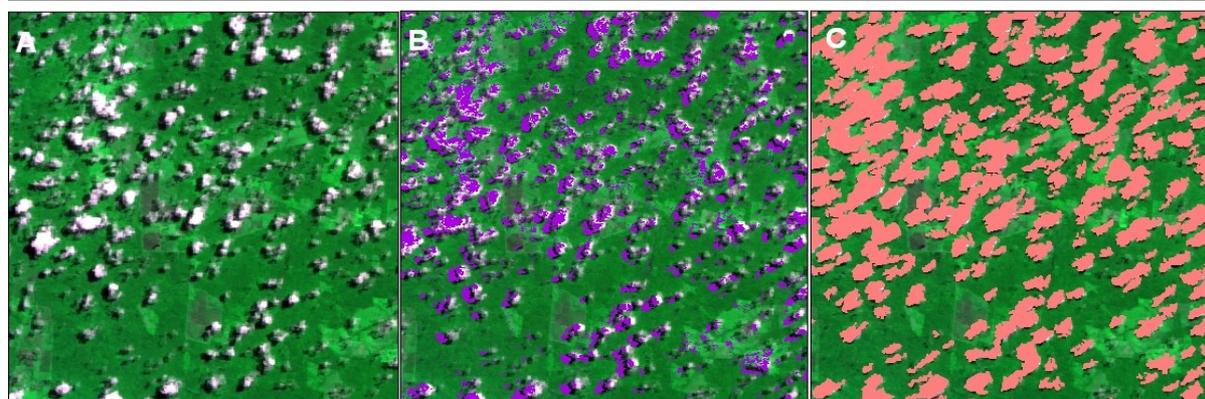


Figura2: Detalhes da imagem CBERS 167-109 (A) imagem, (B) segmentação automática e (C) segmentação manual.

Na delimitação dos polígonos utilizando a imagem ALOS, foi possível verificar que as nuvens inutilizam boa parte das áreas da imagem e esconde um número generoso de desmatamento como pode ser visto no exemplo da figura 3 a seguir:

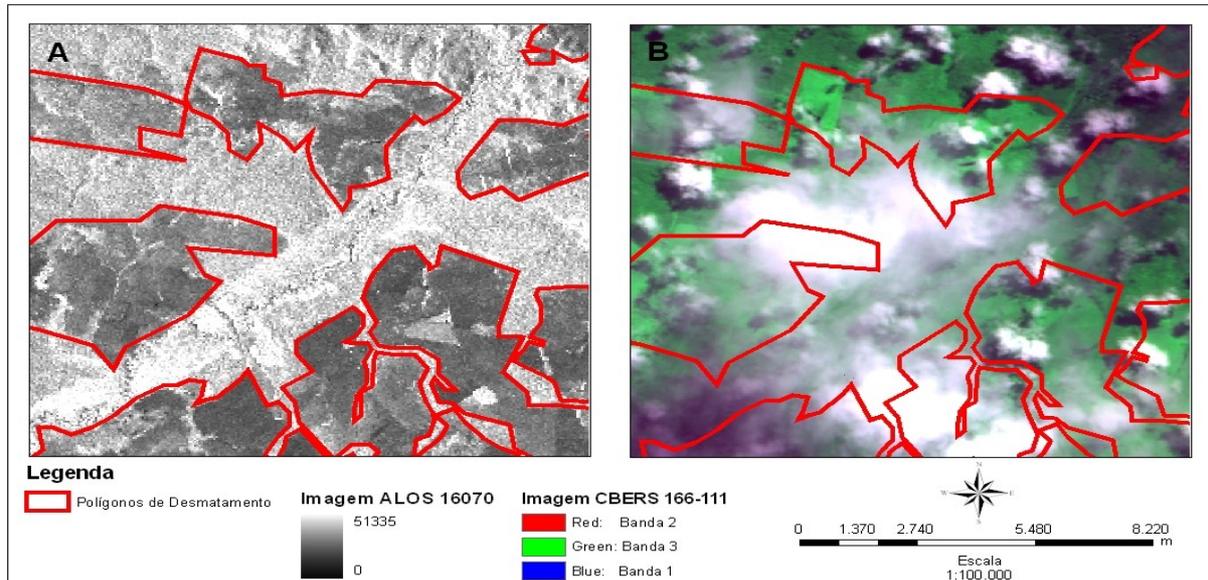


Figura 3: Detalhe dos polígonos de desmatamento obtidos na imagem ALOS que foram encobertos por nuvens na imagem CBERS.

Confirmando a dificuldade de monitoramento na época de chuvas, que tem grande influência no resultados de áreas desflorestadas, é interessante o monitoramento com o auxílio de outros tipos de sensores, principalmente nas áreas que passam boa parte do ano encobertas por nuvens, muitas vezes não tendo dados do ano inteiro sobre esses lugares, devido a essa dificuldade, como é mostrado na tabela 1, com a amostra das imagens já citadas anteriormente, no caso das imagens CBERS 170/104 e 170/105 representam áreas de floresta densa não apresentando desmatamento.

Tabela 1: Comparação dos valores das áreas de desmatamento e das encoberta por nuvens e a porcentagem.

Imagem	Área de desmate (km ²)	Área desmatada com cobertura de nuvens (km ²)	Percentual da área desmatada com cobertura de nuvens
165/112	3685,92	661,61	17,95
165/113	8421,97	1153,13	13,69
166/110	2402,01	1,69	0,07
166/112	8421,29	1120,41	13,30
166/106	5992,15	726,71	12,13
170/104			
170/105			
166/111	8421,97	1778,45	21,12
167/109	6897,41	167,87	2,43
167/110	6897,41	195,41	2,83

Na comparação dos polígonos houve a dificuldade de ajustar as imagens umas sobre as outras para fazer a delimitação dos polígonos sob as nuvens, devido à própria rotação das imagens, sendo por isso não foram registradas por pontos de controle como na CBERS, mas a apenas o arraste e uma pequena rotação, que resultou num ajuste das imagens sem deformá-las.

4. Conclusões

Os procedimentos utilizados para as segmentações mostraram-se que a segmentação automática é viável pelo fato de ser mais rápida e menos cansativa, e pelos resultados se mostrarem consistentes em seus padrões, sendo até mais confiável pelo fato de ser baseada em *pixels* e não só numa separação subjetiva. Apresenta um bom potencial para a solução de problemas de mapeamento das áreas não úteis das imagens que é uma etapa do Deter para qualificar as áreas desflorestadas, além de poder ser utilizados em outros procedimentos como para a seleção de amostras.

A respeito da potencialidade das imagens ALOS, elas se colocaram bastantes satisfatórias na detecção de áreas desmatadas, algumas imagens como 165/112, 165/113 e 166/111 recebem destaque pelo percentual apresentado. Isso mostra que não somente um sensor como o PALSAR, devido as suas características, mas outras tecnologias com a mesma finalidade devem ser utilizadas no combate e monitoramento de biomas tão importantes como a Amazônia.

Apesar de apresentar um bom potencial precisa de melhoramentos devido à dificuldade de separar nuvens menos densas e a confusão de sombra e água principalmente quando estes se intersectam, que dependendo do objetivo para que esteja sendo feito pode alterar nos resultados. Se realizado essas melhoras, com os valores as áreas úteis das cenas, futuramente pode-se automatizar o processo do IBAMA de produção de indicativos a partir dos polígonos de desmatamento identificados pelo DETER. Dessa forma, as imagens podem ser escolhidas ou não de acordo com as nuvens e assim ganhando tempo, não precisando verificar polígono por polígono na produção dos indicativos de fiscalização do IBAMA.

Referências Bibliográficas

Igliori, D.C, **Economia espacial do desenvolvimento da conservação ambiental: uma análise sobre o uso da terra na Amazônia.** Ciência e Cultura, vol. 58, nº 1, territórios/Artigos,São Paulo, 2006.

Soares-Filho, B.S, Nepstad, D.C; Curran, L., Cerqueira, G.C; Garcia, R.A., Ramos, C.A., Vol 1, E.; McDonald,A; Lefebvre,P.; Schlesinger, P; Mcgrath, D., **Cenários de desmatamento para a Amazônia.** Estudos Avançados 19 (54), 2005.

Machado, H. M ; Lamparelli, R. A. C ; Rocha, J. V. ; Zullo Junior, J. . **Estudo da Variação de Parâmetros Atmosféricos Necessários para Correção Atmosférica de Imagens de Satélite.** In: XI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2003, Belo Horizonte. Anais XI SBSR, 2003. v. 1. p. 2537-2539

Polidorio , A.M., Imai, N.N, Tommaselli, A.M.G., Flores, F.C, **Detecção e Discriminação de Sombras, Nuvens e Corpos D'água em Imagens de Sensoriamento Remoto.** Revista Brasileira de Cartografia No 58/03, 2006.

Karnaikhova, E ; Loch,C. **O Sensoriamento Remoto e a Fotogrametria Aplicados aos Estudos Ambientais.** In: IV Cobrac - 4º Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário; 2 Encontro de Cadastro Técnico Multifinalitário Para os Países do Mercosul; 1 Encontro de Cadastro Técnico Multifinalitário Para os Países do Conesul, 2000, Florianópolis. Cobrac 2000- Anais. Florianópolis : Lab.FSG - CD Multmidia LTDA., 2000. v. Cd-Rom.

Silva, W. A. ; Imai, N. N ; Polidorio, A. M. **Detecção de nuvens e sombras em imagens CCD/CBERS por correlação de pontos candidatos.** In: XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2007, Florianópolis. Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2007. v. 1. p. 6199-6206.

Song, C; Woodcock, C. E.; Seto, K. C.; Lenne, M. Pax; Macombe, S. A. **Classification and Change Detection Using Landsat TM Data: When and How to Correct Atmospheric Effects?**. *Remote Sensing of Environment*, v.75, p. 230-244, 2001.

Tubelis, A.; Nascimento, F.J.F. **Meteorologia descritiva: fundamentos e aplicações brasileiras.** São Paulo: Nobel, 1980. 374 p.

Imagens do satélite Alos. Disponível em:

<<http://www.ibge.gov.br/alos/sensores.php>> Acesso em: 22.out.2008.