AVALIAÇÃO AÉREA DA VEGETAÇÃO DO ENTORNO DE UMA CLAREIRA DE EMPRÉSTIMO DE SOLO

Edicarlos Pinheiro da COSTA¹; Francisca Dionizia de Almeida MATOS²; Gleison Pereira VIANA³ ¹Bolsista PIBIC/CNPq-INPA; ²Orientador CBIO/INPA; ³Co-Orientador CBIO/INPA

1. Introdução

As clareiras naturais são originadas pela queda e morte de uma ou várias árvores do dossel florestal (Tabarelli e Mantovani 1999). Diante disto ocorrem diversas mudancas no meio ambiente, principalmente o aumento da temperatura no solo, luminosidade e umidade, onde todos esses fatores são responsáveis e podem facilitar ou inibir a regeneração em clareiras naturais (Santos 2007). Clareira é uma área do solo, sob a abertura do dossel, delimitada pelas bases das árvores de dossel que circundam a abertura do mesmo (Armelin et al. 2001). A região Amazônica no decorrer das últimas décadas vem enfrentando altas taxas de desmatamento. Um dos tipos de desmatamento são as clareiras antrópicas em florestas primárias, feita principalmente por empresas de grande porte como a Petrobras, cujo objetivo é a produção e o transporte de petróleo e gás natural. Para analisar a abrangência de um impacto e as mudanças florísticas causadas pela interferência antrópica em um ambiente, como a abertura de clareiras, são utilizadas várias técnicas dentre esta, o de sensoriamento remoto. Estas ferramentas são extremamente úteis para o planejamento e administração da ocupação ordenada e racional do meio físico, além de possibilitarem a avaliação, monitoramento e a preservação de áreas de vegetação natural ou de áreas desmatadas. Em 1996/1997 iniciou-se o projeto de monitoramento do desmatamento da Amazônia legal realizado no Centro de Sensoriamento Remoto CSR-IBAMA (Júnior et al. 2007), para monitorar as alterações na cobertura vegetal da floresta Amazônica. Diante do exposto, estudos como estes são fundamentais para contribuir para o conhecimento e conservação da região amazônica, pois através de técnicas de sensoriamento remoto será possivel avaliar os impactos causados ao ambiente e surgerir medidas mitigadoras para que nestas clareiras antropicas possam ser implantados grandes projeto de reflorestamento de especies nativa na nossa região.

2. Material e Métodos

A área de estudo está situada no município de Iranduba – AM, distando 18 km depois da ponte do Rio Negro, na AM-070, na coordenada geográfica. 3°11'58 S e 60°12'20 W.

O processo de adequação geográfica e identificação da área de estudo foram realizados tendo como referência a carta militar Manaus MI-578/2, diretoria de serviço geográfico (DSG) do departamento de engenharia e comunicações do exército (1998) compreendendo a região norte do Brasil.

Na realização deste estudo foi utilizado o software (ENVI 4.7) e as imagens dos satélites LANDSAT e CBERS, fornecidas pelo Instituto de Nacional de Pesquisas Espaciais (DGI/INPE 2012).

A cena LANDSAT – 231/062, de 2001 (orthorretificada) serviu de referência para o procedimento de georreferenciamento das imagens Landsat e a cena CBERS-2B sensor CCD 104/173 (2009) foi utilizado para fazermos um "corte" (amostra) da imagem com o intuito de se obter uma resolução espacial próxima do que é a do CBERS-2B sensor HRC 104/173 de 2,5 x 2,5 m.

Na seqüência desta produção, as imagens passaram por dois processos de fusões dentre elas os métodos: 1° *Gram Schmidt spectral Sharpening*, 2°*Gram Schmidt Sharpening pc*. O produto da fusão foi usado como base para a realização do Georreferenciamento do CBERS-2B, sensor HRC, 104/173, seus pontos de controle foram retirados de locais onde as mudanças eram inexistentes ou que fossem pouco mutáveis. Na seqüência, se aplicou o método de georreferenciamento imagem-imagem, aplicando para a readequação no espaço geográfico o polinômio de primeira ordem, tendo como redistribuição de pixels o método do vizinho mais próximo. Através destes métodos conseguimos o georreferenciamento das imagens (Figuras 1 A, B e C).



Figura 1 - A) Imagens georeferenciadas Cbers 2b hrc de 2009; B) Landsat 5 TM de 2007; C) Landsat 5 TM de 2011.

Deste modo, as imagens CBERS-2B/HRC, Landsat 5 de 2007 e 2011 foram submetidas a duas classificações supervisionada, uma pelo método da distância mínima para a imagem do CBERS-2B/HRC e máxima verossimilhança (MaxVer) para o Landsat 5 TM de 2007 e 2011, cujos produtos foram os mapas temáticos, nos quais foi aplicado o índice de coincidência kappa, para cada uma delas. Para a validação do que foi verificado visualmente nas classificações, construiu-se a matriz de confusão, que simula a distribuição de percentagens de pixel classificados de forma correta ou erroneamente (Congalton 1991). Conforme (Lillesand et al. 2004) a matriz de erro, também chamada matriz de confusão ou tabela de cota, compara essencialmente, classe por classe, a afinidade entre os dados apontados conhecidos e os resultados correspondentes de uma classificação automática. Para avaliar a concordância entre a verdade terrestre e os mapas temáticos, métodos são criados para demonstrar a qualidade da classificação associada aos valores da estatística Kappa (Landis e Koch 1977). Valor de Kappa Qualidade da classificação <0,00 Péssima 0,00 - 0,20 Ruim 0,20 - 0,40 Razoável 0,40 - 0,60 Boa 0,60 -0,80 Muito boa, 0,80 - 1,00 Excelente. O índice de Kappa expressa à medida da diferença entre a concordância dos dados de referência e a classificação automática, e a probabilidade de concordância entre os dados de referência e a classificação aleatória. Conceitualmente, o índice Kappa pode ser definido como:

$$\hat{k} = \frac{N \sum_{i=1}^{r} x_{ii} - \sum_{i=1}^{r} x_{i+} x_{+i}}{N^2 - \sum_{i=1}^{r} x_{i+} x_{+i}}$$

Onde, S representa o somatório em cada linha e coluna; g é o número de linhas e de colunas; N é o número total de pontos, o somatório de toda a matriz; Dividindo o numerador e o denominador por N^2 .

3. Resultados e Discussão

Os resultados das classificações das imagens CBERS-2B/HRC com data de passagem em 09/07/2009, Landsat 5 de 08/04/2007 e 31/08/2011 (Figura 2 D, E e F) mostraram que os métodos MaxVer para as imagens Landsat, e Mínima Distância para CBERS-2B/HRC, foram as que forneceram melhores padrões de classificação na comparação dos alvos propostos e o mapa resultante. A dificuldade encontrada para definir automaticamente o afastamento os alvos de áreas urbanas, com melhor precisão, foi muito bem discutida por Lobão *et al.* (2003), pois alvos urbanos são heterogêneos e idênticos a muitos outros não urbanos. O que se pôde observar é que se deve ter muita atenção durante a criação das amostras das regiões de interesse para o processamento pois, este pode ser regular ou irregular contaminando as amostras de determinada classe (interferência de uma sobre a outra).



Figura 2 – D) mapa temático da classificação MaxVer, Landsat 5, 2011; E) mapa temático da classificação MaxVer, Landsat 5, 2007– Classificação MaxVer; F) mapa temático classificação por mínima distância- CBERS-2B/HRC.

O mapa temático resultante referente à imagem Landsat de 2011, apoiado pela estatística do índice Kappa, para a classe solo exposto foram de 82 pixels, 100% bem classificada não apresentando contribuição incorreta com as demais áreas. No caso da classe vegetação secundaria, sem erros de inclusão de pixels nas áreas próximas, foram de 93 pixels, 100% de classificação os corpos d água classificaram 75 pixels 100% bem classificada, agricultura cítricas, sem a presença de inclusão de erro de pixels nas outras áreas, foram de 78 pixels 100% de área classificada. A vegetação primaria classificou a mostra total de 90 pixels e corretamente 77.7% corretamente e foram incluídos erroneamente -20 pixels na área de vegetação secundária e uma inclusão de pixels da ordem de 22,2% na vegetação primária, a vegetação rasteira classificou todos os 92 pixels 100% corretamente, houve uma omissão de 17,70%, na vegetação secundaria. Conforme a classificação da imagem Landsat 2011, os resultados esperados para exatidão global obteve 97.56% (680 pixels / 697 pixels) do total bem classificado e o índice do coeficiente de Kappa foi de 97,04%, demonstrando que o resultado do produto elaborado foi classificado como excelente. O resultado da classificação da imagem do Landsat 2007 ampara pela estatística do índice Kappa, mostrou que a classificação da amostra total de 54 pixels da classe "solo exposto" foi bem classificada, compreendendo 92,5%, no entanto, apresentaram erros de inclusão em "agricultura cítrica" em torno de 7,4% (4 pixels) e as classes restantes "vegetação rasteira" (77 pixels), "corpo d água" (11 pixels), "agricultura cítrica" (151 pixels), área de "campo" (121 pixels), área da "vegetação primaria" (170 pixels), não obtiveram excessos de inclusão e omissão de pixels nas áreas ao redor das que foram produzidas e, na maioria desta, o aproveitamento das áreas classificadas foi de 100%. A matriz de confusão criada mostrou que as únicas classes onde aconteceu erro de inclusão foram de "solo exposto" com 7.4% e omissão de 2,58% em "agricultura cítrica". Os resultados estatísticos para o produto desta classificação foram de 99.31% (580/584) para exatidão global e coeficiente Kappa igual a 99,12%, percentual este que determina que a classificação foi excelente. O resultado da classificação da imagem CBERS-2B/HRC 2009, que serviu como verdade de campo, devido sua alta resolução espacial, permitindo a construção da matriz de confusão, na qual os alvos das classes apresentaram alguma interferência, permitindo observar erros de inclusão e omissão de pixels em determinadas áreas (classes) do mapa temático, mesmo assim os resultados obtidos foram satisfatórios. A análise da matriz, classe à classe, mostrou que a classe solo exposto foram de 13 pixels, não apresentando erros de inclusão em outras áreas, agricultura cítrica, 26 pixels, sem erros de inclusão nas áreas próximas, vegetação primaria, 22 pixels, apresentou erro de inclusão três (3) pixels na classe de campo, corpo d'água, 19 pixels, 100% classificado, vegetação de igapó, 16 pixels, com inclusão de dois (2) pixels na agricultura cítrica e um (1) pixel na área de campo, vegetação rasteira, 17 pixels, classificado com inclusão de quatro (4) pixels em agricultura cítrica, área de campo, 16 pixels, com uma inclusão de quatro (4) pixels em vegetação primaria, apresentando, no geral, a exatidão global de 89,14% (115/129) e coeficiente Kappa igual a 87,18%, classificada como excelente (Tabela 1).

Classes	Solo exposto	Corpo d'água	Agricult. cítrica	Veget. primaria	Veget. igapó	Veget. rasteira	Campo	Total	Inclusão (%)	class (%)
Solo	13	0	0	0	0	0	0	13	0	100
Corpo	0	19	0	0	0	0	0	19	0	100
Agricultur	0	0	26	0	0	0	0	26	0	100
Veget.	0	0	0	19	0	0	3	22	13,6	86,3
Veget.	0	0	2	0	13	0	1	16	18,7	81,2
Veget. rasteira	0	0	4	0	0	13	0	17	23,5	76,4
campo	0	0	0	4	0	0	12	16	25	75
Total pixels campo	13	19	32	23	13	13	16	129	83,3	Exatidão global
Omissão (%)	0	0	18,75	17,4	0	0	25			89,1

Tabela 1. Mapa temático Verdade terrestre

4. Conclusão

Os resultados encontrados no período da pesquisa indicam que a classificações supervisionadas, pelo método de verossimilhança (MaxVer) feita sobre as imagens Landsat 5 TM e por distância mínima na imagem do Cbers, forneceram um bom potencial para mapear áreas ao redor da clareira estudada possibilitando assim, passar informações legítimas da situação sobre o estágio em que a clareira se encontrava, no marco de tempo analisado. Os altos percentuais de exatidão global e valores de coeficiente de *Kappa*, obtidos nas classificações, se refletem na qualidade dos mapas produzidos para cada sensor (Landsat-TM, Landsat-ETM e CBERS-HRC)

5. Referências Bibliográficas

Armelin, R.S.; Mantovani, W. 2001. Definições de clareira natural e suas implicações no estudo da dinâmica sucessional em florestas. Bolsista PIBIC/CNPq. Departamento de Ecologia, Instituto de Biociências, USP.São Paulo, SP. *Rodriguésia*, 52(81): 5-15.

Congalton, R. G.; Mead R. A. A. 1991. review of assessing the accuracy of classifications of remote sensed data. Remote Sensing of Environment, 37(1): 35-46.

DGI,INPE,2012. HRC-CBERS-2B (www.dgi.inpe.br/Suporte/files/HRC-CBERS-2B). Acesso em 23/11/2012.

Junior,H.N.; Silva, M.C.; Watanabe, N.Y.; Esteves, R.L. 2007. Aplicações de sensoriamento remoto para o monitoramento do desmatamento da Amazônia. In: *Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto-SBSR*, Florianópolis, SC, *Brasil*. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). p.6835-6842. Lillesand, T.M.; Kiefer, R.W.; Chipan, J.W. *Remote sensing and interpretation*.5th. Madison: Wiley, 2004. 763 pp.

Landis, J.R.; Koch, G.G. 1977. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics,* 33(1): 159-174.

Santos, M.B. 2007. *Dinâmica na regeneração de clareiras naturais na floresta de restinga na ilha do Cardoso, Cananéia. São Paulo, SP, Brasil, Dissertação de mestrado. Universidade de São Paulo. Escola Superior de Agricultura. 87 pp.*