

Análise multitemporal do desmatamento na Área de Preservação Ambiental da Chapada do Araripe, PE

Sebastião Ferraz Neto ¹
Rita Marcia da Silva Pinto Vieira ¹
Denilson Ribeiro Viana ¹
Regina Célia do Santos Alvalá ¹

¹ Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE
Caixa Postal 515 - 12227-010 - São José dos Campos - SP, Brasil
{sebastiao.neto, rita.marcia, denilson.ribeiro, regina.alvala}@inpe.br

Abstract. The study was conducted in the Araripe plasterer pole located at Piauí, Pernambuco and Ceará border, Brazil, with an area of approximately 10,000 km². The region is experiencing an accelerated degradation process due to improper management of natural resources. Extensive areas of native forests are being cleared and used for energy production for the gypsum industry. In 1997, it was created the Araripe Environmental Protection Area (APA), in order to reduce and mitigate environmental degradation processes. The purpose of this APA was not to stop the activity in that region, but to adapt it in a sustainable manner, since the plaster pole is over an area of high vulnerability to desertification processes. The inappropriate use of natural resources in this region may intensify the environmental problems and accelerate the desertification process. Thus, the aim of this paper is to monitor the environmental degradation in the APA region during a period of 16 years, and evaluate if this region is been preserved since APA creation. To achieve the proposed aim we mapped deforestation and natural forest from 1990 to 2006 (one image every four years) using Landsat TM 5. We applied the Linear Spectral Mixing Model and we did a band ration between the resulting vegetation and soil bands which allowed a better identification of deforested areas. The results show that the deforestation had decreased since the APA creation and thus had a positive effect on the preservation of this vulnerable area.

Palavras-chave: *remote sensing, mixing model, environmental preservation*; sensoriamento remoto, modelo de mistura, preservação ambiental.

1. INTRODUÇÃO

No extremo oeste do Estado de Pernambuco, localizado na Região do Semiárido do Brasil, está a maior reserva de gipsita do Brasil. A gipsita, matéria-prima para a produção do gesso, normalmente é desidratada em fornos aquecidos com madeira. Para aquecer os fornos, grande parte das indústrias utiliza madeira nativa como o visgueiro, catigueiro e marmeleiros que são extraídas, na maioria das vezes, ilegalmente (SÁ et al., 2008).

O semiárido é uma das regiões mais vulneráveis ao processo de desertificação devido ao fato de apresentar características peculiares em relação a outras regiões do país, tais como: 1) ocorrência de precipitação em períodos de 2-5 meses, com alto grau de variabilidade espacial e temporal em suas meso-regiões; 2) peculiaridades geológicas do semi-árido, com áreas extensas de recobrimento do cristalino, por vezes aflorando à superfície, onde os solos possuem baixa capacidade de armazenamento de água; 3) variabilidade interanual da precipitação, devido à influência de fenômenos de grande escala resultantes da interação entre a atmosfera e os oceanos tropicais (SOUZA et al., 2001).

Sendo assim, a exploração e o manejo dos recursos naturais, como o que vem ocorrendo no pólo gesseiro da região de Araripe, PE, podem levar à degradação ambiental. A aceleração deste processo de degradação depende da fragilidade natural do ambiente, marcada pelas características climáticas e edáficas e o mau uso do solo, em sistemas naturalmente secos. Trata-se de um processo dinâmico, resultante da interação de fatores naturais e humanos, definida pela redução ou perda da fertilidade e da produtividade biológica ou econômica das terras áridas sendo considerada como contribuinte das mudanças climáticas do planeta (OLIVEIRA-GALVÃO et al., 2003).

Dentre as diversas formas de degradação mencionadas, a decorrente das atividades humanas é denominada impacto ambiental, que é qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente que afetam direta ou indiretamente a saúde, segurança e o bem estar da população; atividades sociais e econômicas; a biota; condições sanitárias do meio ambiente e os recursos naturais (MMA, 1986).

A região do Araripe, por contar com um grande pólo gesseiro, vem sofrendo importantes modificações em seu ambiente natural, devido à remoção da cobertura vegetal nativa, resultante da exploração madeireira ilegal. Segundo Sá et al. (2008), a remoção da cobertura florestal nativa é feita para ser utilizada como fonte energética na indústria gesseira. Logo, as atividades desenvolvidas no pólo gesseiro influenciam diretamente na questão ambiental.

Devido à importância econômica da região e o acelerado processo de desmatamento, foi criada em 1997 a Área de Proteção Ambiental (APA) do Araripe. A criação e implantação de áreas protegidas tem sido uma estratégia viável para conservação da biodiversidade e mitigação dos processos de degradação ambiental da região. O objetivo com a criação da APA foi adequar as práticas de exploração madeireira de forma sustentável. De acordo com a Lei Federal nº 9985 de 18 de julho de 2000, a APA, assim como as florestas nacionais, as reservas extrativistas e de fauna, são classificadas como uso direto dos recursos naturais, sendo permitidas a ocupação e a exploração dos recursos, conforme normas específicas que assegurem a proteção da unidade. As APA's possuem como desafio a conservação e preservação do meio ambiente sem o comprometimento das necessidades humanas futuras.

Neste contexto, o objetivo do presente estudo é, através da utilização de imagens de sensoriamento remoto e técnicas de geoprocessamento, elaborar um panorama multitemporal da degradação ambiental na APA do Araripe.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Caracterização da área de estudo

A área de estudo compreende a APA da Chapada do Araripe, localizada entre as latitudes 7°00' e 7°56' Sul, e as longitudes 38°57' e 40°53' Oeste (Figura 1). A região possui uma extensão de aproximadamente 10.000 km², sendo que 48% da APA encontram-se no Estado do Ceará, 36% no Piauí e 16% em Pernambuco (PERNAMBUCO, 2007).

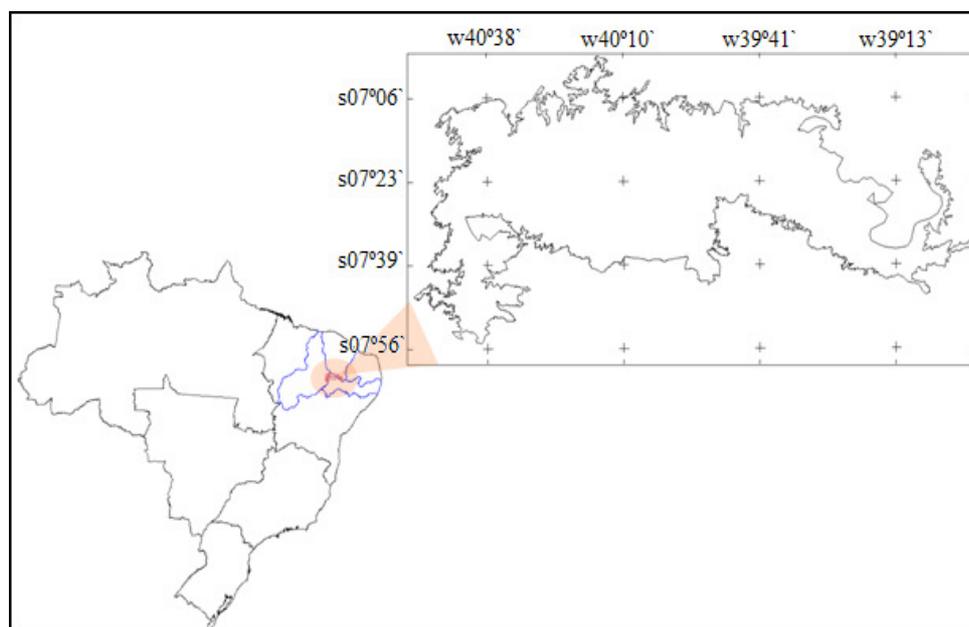


Figura 1. Localização da Área de Estudo.

Segundo o Diagnóstico Florestal do Estado de Pernambuco (PERNAMBUCO, 2007), a vegetação predominante na área é de Cerrado. Também são encontradas nos encraves e na porção serrana áreas de Caatinga e Floresta Estacional. A APA do Araripe possui extrema importância biológica, com necessidades de conservação por tratar-se de uma região formada por mosaicos vegetacionais. A região apresenta precipitação de aproximadamente 1.000 mm anuais e temperatura variando em torno de 23°C a 25°C (ARAÚJO, 2004), onde predominam feições de relevo planas e litologia sedimentar (CARVALHO, 2006).

2.2 Materiais

Foram utilizados nesta pesquisa os seguintes materiais:

- Imagens Landsat-TM5, compreendendo o período de 1990 até 2006 (Tabela 1);
- Imagem Geocover – mosaico S-20-05 2000 (NASA, 2010);
- Arquivos digitais do limite da APA do Araripe fornecidos pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2007);
- Software SPRING (CÂMARA et al., 1996).

Tabela 1. Imagens Landsat-TM5 utilizadas

Satélite/Sensor	Órbita/Ponto	Data
Landsat-TM5	217/65	16/06/1990
Landsat-TM5	217/65	02/11/1994
Landsat-TM5	217/65	10/09/1998
Landsat-TM5	217/65	06/07/2003
Landsat-TM5	217/65	30/07/2006

As imagens Landsat-TM5 utilizadas cobrem 92% da APA do Araripe, o que corresponde a uma área de 8.645,58 km², o suficiente para a análise multitemporal da APA. Todos os cálculos de área correspondem à área mapeada, conforme ilustra a Figura 2.

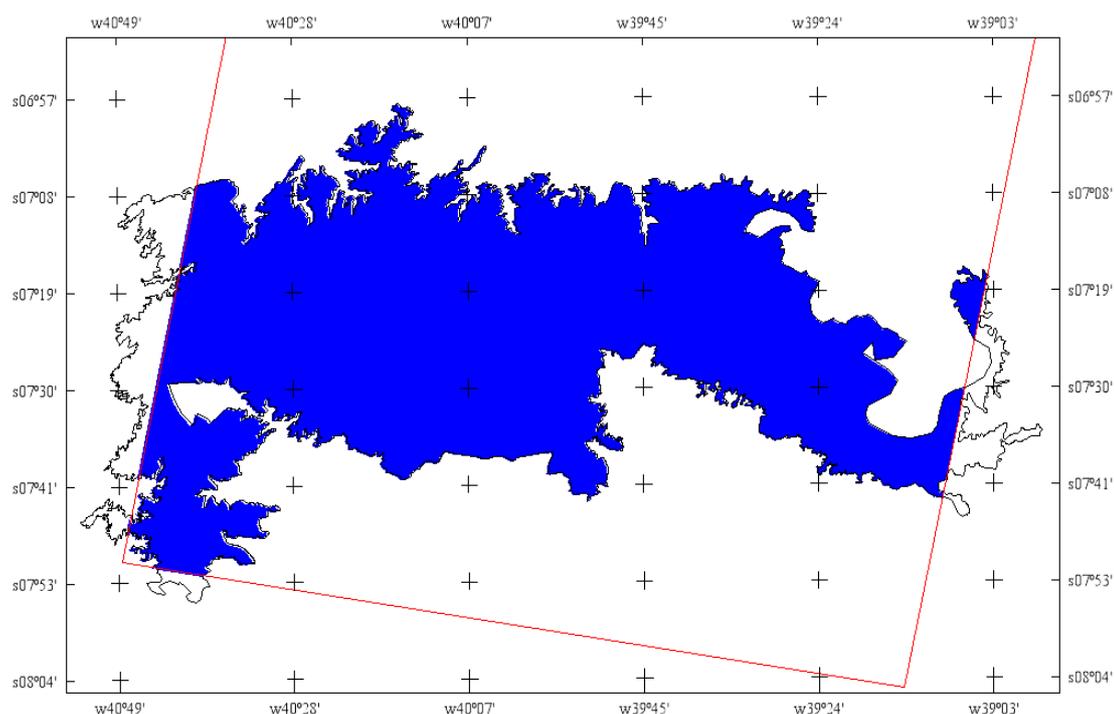


Figura 2. Cobertura das imagens Landsat-TM5, Órbita-Ponto 217/065.

2.3 Método

As imagens Landsat-TM5 foram adquiridas através do site <http://www.dgi.inpe.br/CDSR/> (acesso em 16 de junho de 2010). Após a obtenção das imagens, efetuou-se o registro das mesmas utilizando como base na imagem GeoCover. Em seguida, foi aplicada a técnica de *modelo de mistura* (SHIMABUKURO e SMITH, 1991), com o objetivo de realçar as proporções de solo, vegetação e sombra para cada pixel de imagem.

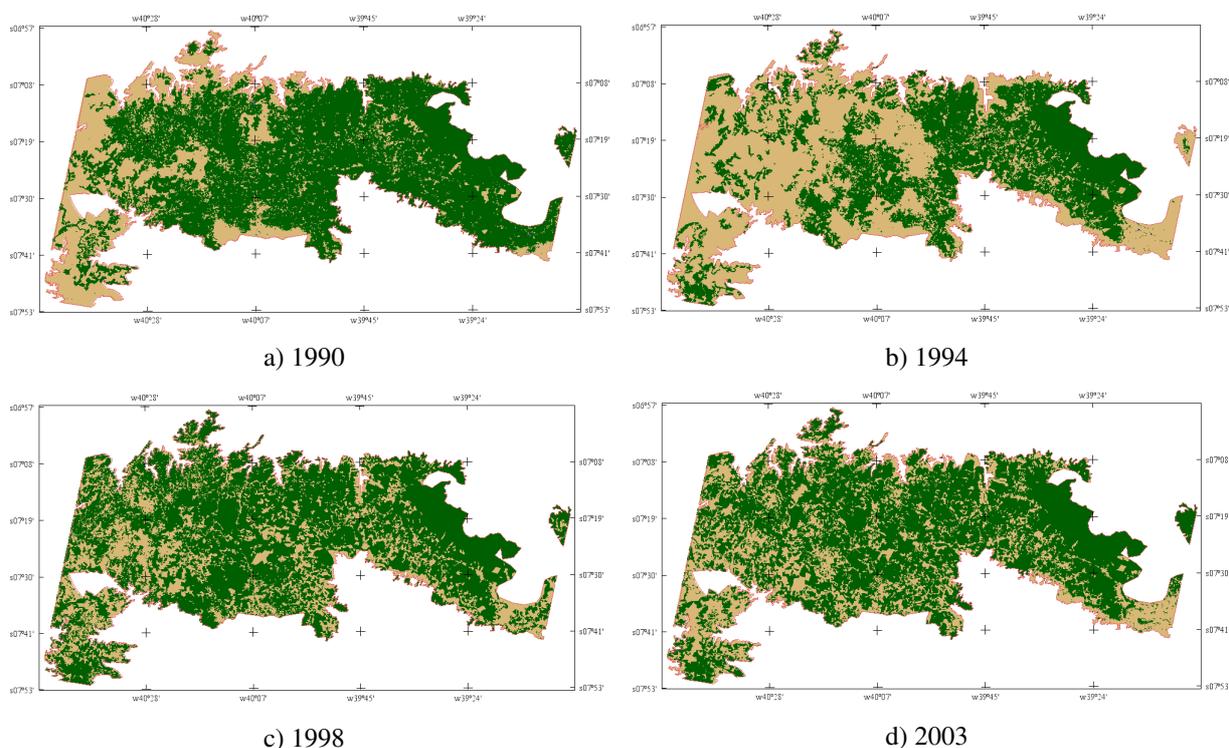
Após o processamento do modelo de mistura, foi realizada uma operação aritmética, Razão de Bandas (Equação 1), utilizando as frações solo e vegetação, resultantes do modelo:

$$RB = \text{Ganho} * (\text{Solo}/\text{Vegetação}) + \text{Off-set} \quad (1)$$

em que foi aplicado o valor 90 ao Ganho e 50 ao *Off-set* para cada uma das bandas (BARBOSA et al., 2009). O objetivo da utilização desta técnica foi de realçar as informações espectrais das áreas contendo evidências de degradação ambiental. Por fim, foi realizada a interpretação visual multitemporal sobre as imagens resultantes da operação aritmética das datas supramencionadas (Tabela 1), visando avaliar a evolução das áreas de desmatamento na APA do Araripe.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como resultado do estudo obteve-se cinco mapas de cobertura da terra da APA do Araripe, divididos em áreas de vegetação nativa e de desmatamento. Estes mapas correspondem aos anos base de 1990, 1994, 1998, 2003 e 2006, conforme ilustrados na Figura 3, os quais estão na projeção Polyconic/SAD69 com resolução espacial de 30 metros.



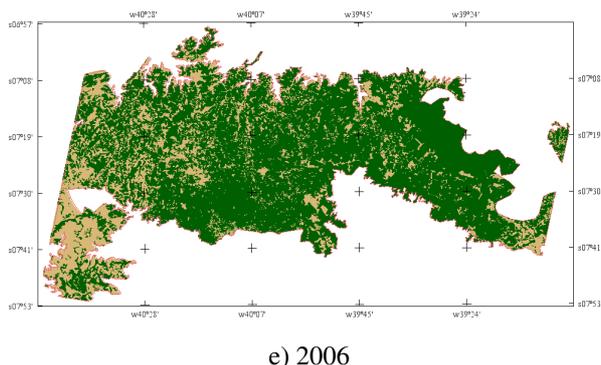


Figura 3. Mapa da APA do Araripe em 1990 (a), 1994 (b), 1998 (c), 2003 (d) e 2006 (e); classes de cobertura: floresta (verde) e desmatamento (laranja).

Os resultados mostram que nos primeiros quatro anos de análise, entre 1990 e 1994, as áreas desmatadas tiveram um aumento expressivo, aproximadamente 73%, pois em 1990 a área desmatada totalizava 2.735 km² e, em 1994, passou a ser de 4.730 km², superando a área preservada. Isto pode estar associado ao fato da APA estar situada no pólo Gesseiro de Araripe, que tem como principal fonte energética a lenha que aquece os fornos de calcinação.

Segundo Albuquerque (2002), a região do Araripe está entre os grandes consumidores de lenha e carvão do semiárido brasileiro. Em 1998 as áreas desmatadas ocupavam 2.646 km², com conseqüente redução de 56% em relação a 1994, voltando ao patamar do início da década de 1990. No entanto, entre 1998 e 2003, as áreas desmatadas tiveram um novo aumento, porém em menor escala, com o desmatamento em 2003 totalizando uma área de 2.984 km². Já no ano de 2006, a área desmatada atingiu o menor patamar do período, ficando em 2.289 km². A evolução do desmatamento no período de estudo está ilustrada na Figura 4.

Com a criação da APA da Chapada do Araripe, em 04 de Agosto de 1997, ficou estabelecida a proibição de qualquer atividade industrial antrópica que implique em danos ao meio ambiente. Portanto, a partir de então, as áreas desmatadas passaram a regenerar-se e houve uma redução significativa do desmatamento.

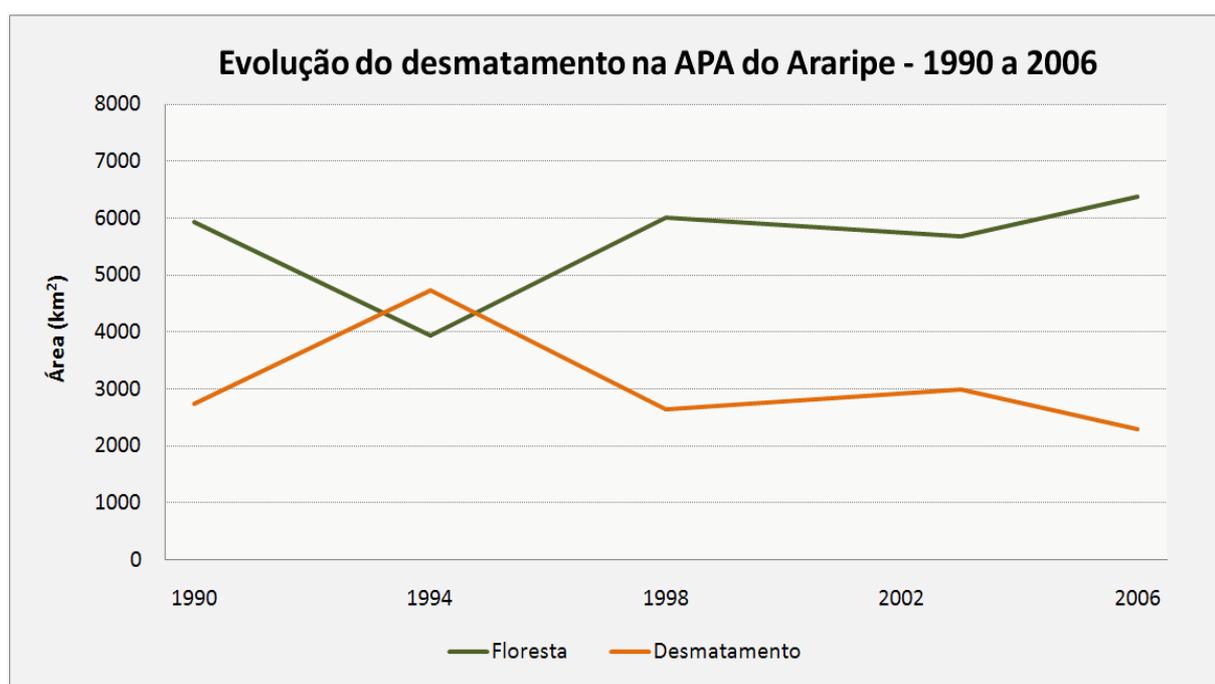


Figura 4. Evolução do desmatamento na APA do Araripe entre 1990 e 2006.

Os maiores índices de desmatamento ao longo do período de dezesseis anos analisados foram observados em 1994, quando mais da metade da área da APA (55%) estava desmatada. A situação oposta foi observada em 2006, quando cerca de $\frac{3}{4}$ da área (74%) caracteriza-se por áreas de vegetação nativa (Floresta), índices estes apresentados na Figura 5.

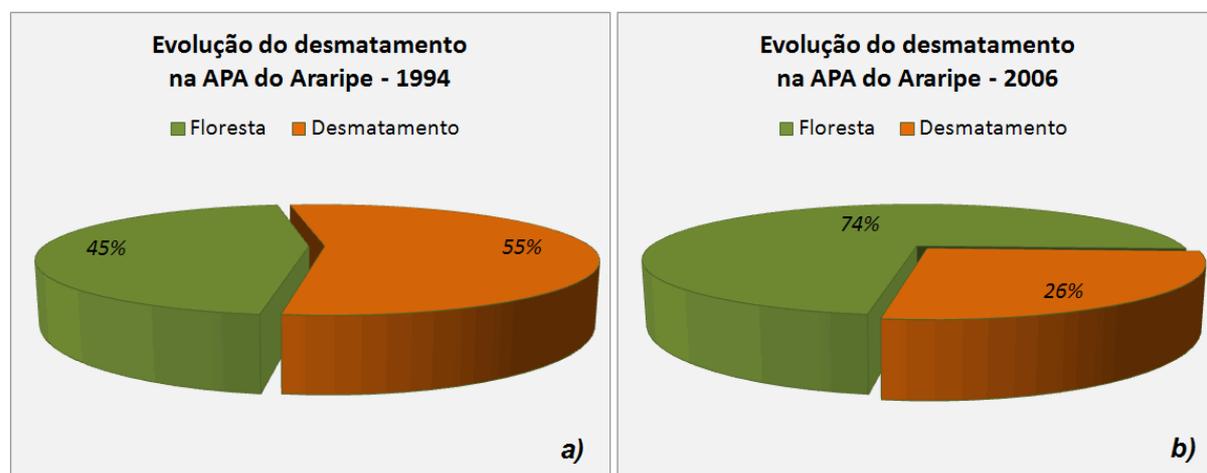


Figura 5: Evolução do desmatamento da APA do Araripe em 1994 (a) e 2006 (b).

Utilizando o software SPRING, vários testes foram realizados a partir da aplicação de modelos de mistura e operações aritméticas. Estas avaliações possibilitaram a identificação das áreas degradadas, sendo a Equação 1, descrita no item 2.3, a que se mostrou mais apropriada para este estudo.

Analisando a imagem sintética, composição RGB 435 (Figura 6a), pode-se observar que a mesma não apresenta uma boa separabilidade entre os alvos de interesse, o que poderia levar a uma superestimação das áreas degradadas, pois esta se confunde com floresta nativa. Por outro lado, analisando a imagem resultante do processamento resultante da razão de bandas do modelo de mistura (Figura 6b), observa-se que as áreas de floresta nativa podem ser delimitadas com maior clareza e separadas com melhor precisão das áreas degradadas, devido ao realce obtido para os alvos referentes às áreas de degradação. Isto além de facilitar a interpretação das classes analisadas, agilizou o tempo de mapeamento.

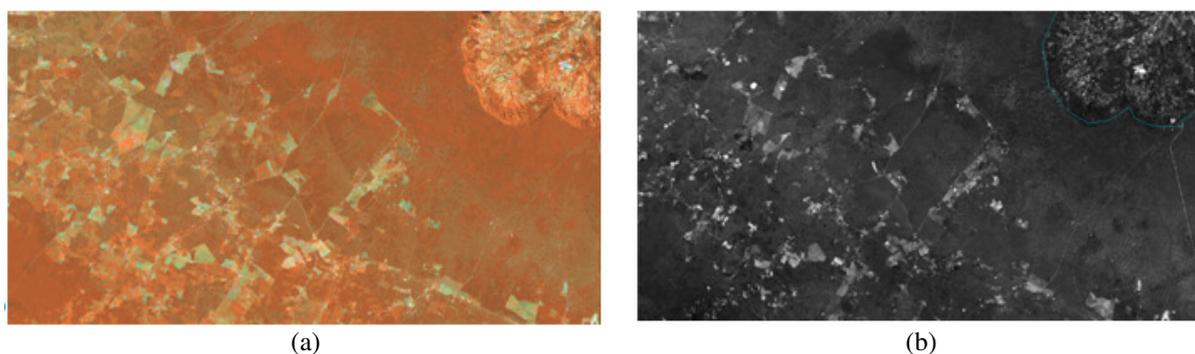


Figura 6. Comparação da imagem sintética (a) em relação à imagem processada (b).

4. CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos, pode-se concluir que, com o processamento das imagens utilizando Modelo de Mistura e Razão de Bandas de imagens digitais, obteve-se uma precisão maior na identificação das áreas desmatadas da APA do Araripe.

Com a utilização de um Sistema de Informação Geográfica (SIG) foi possível realizar o estudo multitemporal proposto, acompanhar a evolução do desmatamento na APA e obter o cálculo médio do desmatamento ocorrido na APA ao longo dos anos analisados.

Através dos cálculos das áreas desmatadas pode-se concluir que antes da implantação da APA do Araripe, o desmatamento estava aumentando, corroborando a falta de manejo da área. A partir do decreto de 04 de agosto de 1997, o desmatamento teve um crescimento mínimo durante alguns anos e, em seguida, diminuiu, demonstrando a eficiência da criação de uma Área de Preservação Ambiental.

Estes resultados estão consonantes com aqueles encontrados no Diagnóstico Florestal do Estado de Pernambuco (PERNAMBUCO, 2007), em que se constatou um aumento de classes de floresta, de cerrado e de caatinga. Isto é um forte indicativo de que está havendo uma maior preservação de espécies nativas na APA.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Albuquerque, José de Lima. Diagnóstico Ambiental e Questões Estratégicas: Uma Análise Considerando o Pólo Gesseiro do Sertão do Araripe – Estado de Pernambuco. 2002. 284 p. **Tese** (Doutorado em Engenharia Florestal). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002.

Araújo, S.M.S. O pólo Gesseiro do Araripe: unidades geo-ambientais e impactos da mineração. 2004. 305 p. **Tese** (Doutorado em Ciências, Área de Administração e Política dos Recursos Naturais) – Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 2004.

Barbosa, A. M.; Salum, M. R.; Almeida, C. A.; Valeriano, D. M. Identificação multitemporal da exploração seletiva de madeira na Floresta Nacional do Jamari – RO. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 14., 2009, Natal. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2009. p. 5625-5632. DVD, On-line. ISBN 978-85-17-00044-7. (INPE-15825-PRE/10435). Disponível em: <<http://marte.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr%4080/2008/11.17.18.35.53/doc/5625-5632>>. Acesso em: 13 ago. 2010.

Câmara, G; Souza, R. C. M.; Freitas U. M.; Garrido, J. **SPRING: Integrating remote sensing and GIS by object - oriented data modelling**. Computers & Graphics, v. 20, n. 3, p. 395-403, May-Jun, 1996

Carvalho, A.C.F. **Projeto Universidades Cidadãs**. Instituto Ecológico e Cultural Martins Filho: Universidade Regional do Cariri - URCA, 2006.

Ministério do Meio Ambiente (MMA). Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA N° 001, de 23 de janeiro de 1986.

Ministério do Meio Ambiente (MMA). Áreas Prioritárias para conservação, Uso sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira: Atualização – Portaria MMA N° 09, de 23 de Janeiro de 2007.

NASA. Applied Science Technology Project Office, 2010. Disponível em: <<https://zulu.ssc.nasa.gov/mrsid/>> Acesso em: 28.set.2010.

Oliveira-Galvão, A.L.C; Saito, C.H. Mapeamento sobre desertificação no Brasil: uma análise comparativa. **Brasil Florestal**, v. 22, n.77, p 9-20, 2003.

Pernambuco. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente. **Região do Araripe: Diagnóstico Florestal / Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente**. – Brasília, DF : Ministério do Meio Ambiente, 2007.

Sá, I.I.S.; Galvêncio, J.D.; Moura, M.S.B., Sá, I.B. Uso do índice de vegetação da diferença normalizada (IVDN) para Caracterização da Cobertura Vegetal da Região do Araripe Pernambucano. **Revista Brasileira de Geografia Física**, vol. 01, n. 01, p. 28-38, 2008.

Shimabukuru, Y.; Smith, J.A. The least-squares mixing models to generate fraction images derived from remote sensing multispectral data. **International Journal of Remote Sensing**, v. 29, p.16-20. 1991.

Souza, S.S.; Tomasella, J.; Gracia, M. G.; Amorim, M. C.; Menezes, P. C. P.; Pinto, C. A. M. O Programa de monitoramento climático em tempo real na área de atuação da SUDENE – PROCLIMA. **Boletim da Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 25, p. 5-24, 2001.