Uso de imagens do RapidEye e técnicas de geoprocessamento para mapear o babaçu nas regiões central e norte do Piauí

Valdira de Caldas Brito Vieira [1]
Maurício Alves Moreira [2]
Felipe Ramos Dantas [1]
Heloísa Maria Quirino de Alencar[1]
Márcio Fabrício Leitão Oliveira de Sousa[1]
Maria do Espirito Santo de Abreu Rocha[1]

[1] Instituto Federal do Piauí - IFPI
Praça da Liberdade, 1597, Centro - CEP: 64000-040 – Teresina - PI, Brasil
valdirabrito; felipe.dantas@ifpi.edu.br; alencar.hmp@gmail.com; marcioleitao@outlook.com; mariasantorocha@hotmail.com

[2] Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE
Caixa Postal 515 - 12227-010 - São José dos Campos - SP, Brasil
mauricio.moreira@inpe.br

Abstract. This research was developed with the objective of mapping the spatial distribution of babassu in the municipalities with the highest production of almonds in the central and northern regions of the state of Piauí, Brazil. Were used scenes from the RapidEye satellite, whose segmentation and classification processes were performed in the eCognition software, and then a manual reclassification was performed on the ArcMap module of ArcGis, supported by GoogleEarth Pro images. Data on babassu localization was performed using GPS navigation equipment with accuracy of 10 meters. The use of digital image processing methodology to identify the spatial distribution of babassu presented some problems, both regarding the quality and availability of the images, as well as the difficulty of identification of the babassu due to the occurrence of other palm trees with great similarity of spectral response. The total area mapped was 18,844.12 km^2, which corresponds to the twenty-five municipalities that presented the highest average production between the years 2006 and 2013, establishing a minimum value of five tons of almonds. The area classified as babassu was 2,680.80 km^2, representing 14.23% of the area of all municipalities mapped.

Palavras-chave: remote sensing, image processing, satellite images, sensoriamento remoto, processamento de imagens, imagens de satélite.

1. Introdução

Babaçu é a denominação comum a várias espécies de palmeiras autóctones do Brasil, também conhecidas por aguaçu, coco-de-macaco, coco de palmeira, coco-naiá, coco-pindoba, coco-de-rosário. A importância dessa palmeira é decorrente das suas amêndoas oleaginosas, sendo as mais conhecidas, a *Orbignya speciosa* ou *O.martiana*, *O. olífera e O.phalerata* .

Embora o babaçu seja uma palmeira nativa no Brasil, também é encontrada no Panamá, Guianas, Suriname e Bolívia. No Brasil ocorre da Amazônia a São Paulo, sendo encontrada em áreas isoladas do Ceará, Pernambuco e Alagoas. No Maranhão e no Piauí, ocorre espontaneamente nas terras arenosas e baixas, nos vales dos rios Itapecuru, Pindaré, Grajaú, Mearim e Parnaíba. Em Minas Gerais ocorre ao longo dos rios São Francisco e seus afluentes e, ao norte, em direção ao Urucuri. Em Goiás, na região norte, em Tocantins e a oeste, na direção de Mato Grosso (ALVIM 2014).

No Brasil os babaçuais estão distribuídos, numa área de aproximadamente 18 milhões de hectares, pelos estados do Maranhão, Tocantins, Piauí, Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso e Espírito Santo, esta região e considerada a de maior concentração de plantas oleaginosas do mundo e fonte da maior produção extrativista vegetal do país (EMBRAPA, 1984).

Os babaçuais prevalecem em áreas do noroeste do Piauí e nordeste do Maranhão, concentrando-se em áreas com maior teor de umidade, muito embora, de acordo com

Nascimento (2004), existam babaçuais por toda a região Norte, norte da região Centro-Oeste (Goiás e Mato Grosso), parte da região Sudeste (Minas Gerais) e, além do Piauí e Maranhão, também na Bahia, completando a região Nordeste. A área de ocorrência dos babaçuais predomina em zonas de várzeas, junto do vale dos rios e, eventualmente, em pequenas colinas e elevações (BRASIL. 1982).

O principal produto do babaçu é o óleo da amêndoa constituindo 65% do peso da amêndoa, esse óleo é subproduto para a fabricação de sabão, glicerina e óleo comestível, mais tarde transformado em margarina, e de uma torta utilizada na produção de ração animal e de óleo comestível (USP, 2006). A farinha de babaçu também é muito utilizada, especialmente pelas suas propriedades medicinais com propriedades anti-inflamatória, imunomoduladora, analgésica e antipirética.

Além do babaçu, há uma ampla distribuição das populações de outras palmeiras, tanto no Piauí quanto no Maranhão, incluindo carnaubais e buritizais. Em menor incidência ocorrem palmeiras como tucum - *Astrocaryum vulgare* Mart., bacaba - *Oenocarpus minor* Mart., macaúba - *Acrocomia aculeata* (Jaqc.) Lodd ex Mart., pati - *Syagrus cocoides* Mart., catolé - *Syagrus comosa* (Mart.) Mart., entre outras (LORENZI et al., 2004). Esse fato configura-se em grande dificuldade para a realização do mapeamento utilizando o processo de classificação de imagens orbitais, uma vez que a resposta espectral dessas palmeiras são muito semelhantes.

A tecnologia do Sensoriamento Remoto, através da utilização de imagem de satélite, torna possível a realização do mapeamento e caracterização de áreas com alta densidade de vegetação. No caso desse estudo, o uso de imagens de satélite foi imprescindível por tratar-se de uma área muito extensa e os babaçuais encontrarem-se amplamente distribuído na região.

Até o momento, poucos estudos sobre o mapeamento georreferenciado do babaçu foram realizados. Esse tipo de mapeamento apresenta grande dificuldade de realização, uma vez que o babaçu encontra-se misturado a outras espécies que apresentam padrão espectral muito semelhante. No entanto, as áreas de babaçuais apresentam feições de sombreamento bem características, fator este de bastante relevância para a identificação dessas áreas, especialmente na utilização do processo de classificação supervisionada.

Alguns trabalhos foram realizados em áreas menores e em ambientes com menor densidade de babaçu. Thales (1999) caracterizou as áreas dominadas por babaçu em imagens orbitais (Landsat TM) como manchas escuras (sombreamento). Espírito Santo e Shimabukuro (2005) encontraram resultados semelhantes, identificando áreas de florestas dominadas por babaçu pelo aspecto escuro em imagens Landsat TM e ETM+.

No Piauí, o primeiro mapeamento do babaçu foi realizado no ano de 1977, utilizando imagens LANDSAT – MSS, com a complementação de sobrevôo e trabalhos de campo na área delimitada. O mapa final foi elaborado na escala de 1:500.000, representando uma área de 19.776 km^2 (CEPRO, 1980).

Mais recentemente, foram realizadas várias pesquisas para a identificar babaçuais por meio do mapeamento georrefenciado, utilizando imagens do sensor Thematic Mapper (TM) do satélite LANSAT 5. Nascimento (2009) realizou mapeamento georreferenciado das áreas de babaçuais na cidade de União-PI, usando o método de classificação supervisionada por Máxima Verossimilhança, o que permitiu a elaboração do mapa de distribuição dos babaçuais e a avaliação da área ocupada, tendo sido estimada 14,95% da área total do município como áreas potenciais de ocorrência de babaçu.

Lopes e Vieira (2011) também utilizaram imagens LANDSAT 5/TM para a elaboração de mapas temáticos com a localização geográfica das áreas de ocorrência de babaçu no município de União-PI.

Outros trabalhos semelhantes foram realizados na área correspondente à região Centro Norte do estado do Piauí por Monteiro et al. (2011); em Barras-PI por Ribeiro et al. (2011);

em Esperantina-PI por Gomes et al. (2012); em Teresina-PI por Leite e Vieira (2013); em José de Freitas por Pereira e Vieira (2013) e; em Campo Maior-PI por Vieira e Barbosa (2013). Todos esses trabalhos evidenciaram a necessidade da utilização de um sensor com melhor resolução para que haja maior segurança na identificação dos babaçuais

2. Metodologia de Trabalho

2.1.1 Localização

A área delimitada para o mapeamento corresponde a vinte e cinco municípios situados nas regiões centro e norte do estado do Piauí (Figura 1), os municípios trabalhados estão inseridos nas regiões Meio Norte e Litoral, que abrangem os territórios: Cocais, Carnaubais, Entre Rios e Planície Litorânea (BRASIL, 2006).

Segundo a classificação de Köeppen o clima, nessas regiões é do tipo Aw', quente e úmido, com estação chuvosa começando no verão e prolongando-se até o outono, com temperaturas médias elevadas, variando entre 18º C (mínimas) e 39º C (máximas). A umidade relativa oscila entre 60 e 84% . A estação chuvosa tem inicio em dezembro, prolongando-se até maio. Os índices pluviométricos variam entre 500mm e 1.450mm na região central e entre 800mm e 1.680mm na região norte (PIAUÍ, 2005).

Os municípios foram selecionados em função da produção média de babaçu. Os dados de produção foram levantados em IBGE (2013). Esses dados foram utilizados para identificar a produção anual de amêndoas dos municípios da área de estudo. Foram selecionados os 25 (vinte e cinco) municípios que apresentaram produção mais significativa, estabelecendo-se como limite mínimo uma média de cinco toneladas de amêndoas no período de 2006 a 2013.

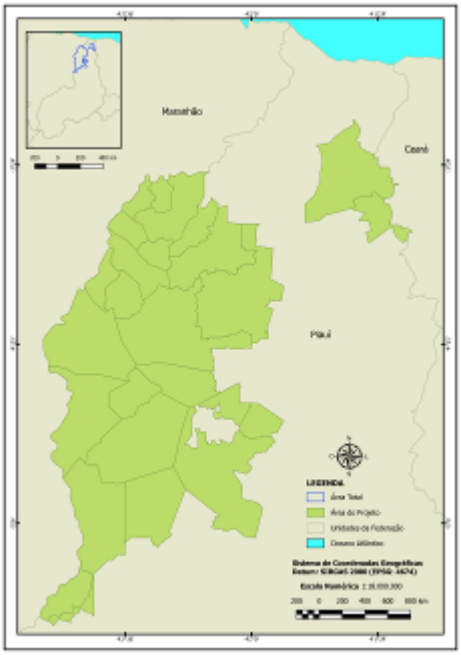


Figura 1 – Localização da área de estudo

Na área do estudo, dentre as paisagens vegetais, destacam-se os cocais, com seus exemplares de babaçu, carnaúba, buriti, e tucum, encontrados na região da floresta decidual, nos vales úmidos e nas áreas alagadiças, sustentando a atividade extrativa de significativa importância para o Piauí (PIAUÍ, 2005). As espécies vegetais representativas dessa região são: cocais (palmáceas), predominância de carnaubais, buritizais, tucunzais e babaçuais; caatinga (arbustiva) e cerrado (campos); caatinga/cerrado e cerrado/floresta; carrasco; matas úmidas e matas secas (BRASIL, 2006).

2.1.2. Aquisição e processamento das imagens orbitais

Para a cobertura da área do estudo foram selecionadas imagens RapidEye, ortorretificadas com menos de 20% de cobertura de nuvens, nível de processamento 3A, tamanho de pixel de 5 metros, sistema de projeção Universal Transversa de Mercator (UTM) e datum WGS 84, disponíveis no Geocatálogo do Ministério de Meio Ambiente.

A composição utilizada foi R5G4B3, melhorada através da correção do contraste para realçar a vegetação e facilitar a sua classificação.

A metodologia utilizada para a classificação seguiu a abordagem "orientada a objeto", ou seja, foram analisadas as regiões da imagem e as propriedades destas regiões serviram como base para o processo de classificação. Os processos de segmentação e classificação foram realizados no software eCognition. Para a classificação definiu-se inicialmente as classes água, solo e vegetação nativa, em função da qualidade das imagens que não permitia uma classificação mais apurada, ocasionando grande confusão entre as classes: solo exposto, área urbana e área de cultivo.

O resultado da Classificação foi submetido a um processo de reordenamento das classes ou reclassificação manual (visual) no módulo ArcMap do ArcGis. Ao final do processo ficaram definidas as seguintes classes: área de cultivo, área urbana, babaçu, corpos d'água, solo exposto e vegetação nativa. Para conferir maior confiabilidade à classificação, todo o processo de edição foi realizado com o apoio de imagens do GoogleEarth Pro 7.1.5.1557 e com o levantamento das coordenadas geográficas de áreas com babaçuais, utilizando-se da tecnologia Global Positioning System (GPS). Foram coletadas as coordenadas geográficas de áreas com babaçuais nos seguintes municípios: Barras, Batalha, Cabeceiras, Campo Largo, Esperantina, José de Freitas, Lagoa Alegre, Matias Olímpio, Miguel Alves, Nossa Senhora dos Remédios, Porto, São João do Arraial, Teresina e União.

3. Resultados e Discussão

3.2. Distribuição espacial do babaçu

De acordo com dados de IBGE (2013), 68 municípios do Piauí são produtores de amêndoas de babaçu, destes, 25 foram mapeados neste estudo (Tabela 1).

A utilização da metodologia de processamento digital de imagens para a identificação da distribuição espacial do babaçu apresentou alguns problemas, tanto no que se refere a qualidade e disponibilidade das imagens, como pela dificuldade de identificar o babaçu devido a ocorrência de outras palmeiras com grande semelhança de resposta espectral.

Esse problema foi superado através da observação das feições de sombreamento do babaçu, que são bem características, fato também observado por Espírito Santo e Shimabukuro (2005) que identificaram áreas de florestas de babaçu pelo aspecto escuro em imagens Landsat TM e ETM+ e Thales (1999), que descreveu essa propriedade como resultante da arquitetura e morfologia do dossel do babaçu.

A área total mapeada foi de 18.844,12 km^2, apresentando uma área de 2.680,80 km^2 ocupada com babaçu (Figura 2), representando 14,23% da área de todos os municípios mapeados. Os municípios que apresentaram maior percentual de áreas ocupadas com o extrativismo do babaçu foram: Miguel Alves (77,23%) segundo maior produtor de amêndoas com média de produção de 821,25t (Figura 3) , São João do Arraial (64,04%), Nossa Senhora dos Remédios (55,72%), Porto (36,83%) e Campo Largo (36,35%) .

Foi possível observar que, dos maiores produtores, apenas Barras, maior produtor, com produção média de 819,38t e Luzilândia com produção média de 291,50t, não estão entre os municípios que apresentam parte significativa da sua área ocupada com babaçu, apresentando ocupação de apenas 16,56% e 4,46%, respectivamente (Figura 4).

Tabela 1 – Àreas ocupadas pelo extrativismo do babaçu

MUNICÍPIOS	ÁREA TOTAL (km²)	ÁREA COM BABAÇU (km²)	OCUPAÇÃO (%)
Altos	957,655	96,696	10,10
Barras	1.719,798	284,275	16,53
Batalha	1.588,901	9,177	0,58
Boqueirão do Piauí	278,297	11,023	3,96
Cabeceiras do Piauí	608,525	28,104	4,62
Campo Largo do Piauí	477,795	173,665	36,35
Campo Maior	1.675,713	114,719	6,85
Cocal	1.303,685	-	0,00
Cocal de Telha	282,105	2,274	0,81
Cocal dos Alves	357,689	-	0,00
Esperantina	911,215	298,388	32,75
Joca Marques	166,443	26,362	15,84
José de Freitas	1.538,176	91,985	5,98
Lagoa Alegre	394,661	78,814	19,97
Luzilândia	704,347	31,381	4,46
Madeiro	177,153	10,726	6,05
Matias Olímpio	226,374	18,223	8,05
Miguel Alves	1.393,714	1.076,377	77,23
Morro do Chapéu do Piauí	328,289	45,392	13,83
Nazária	363,589	98,648	27,13
Nossa Senhora dos Remédios	358,492	199,765	55,72
Porto	252,716	93,084	36,83
São João do Arraial	213,355	136,639	64,04
Teresina	1.391,981	163,329	11,73
União	1.173,447	311,686	26,56

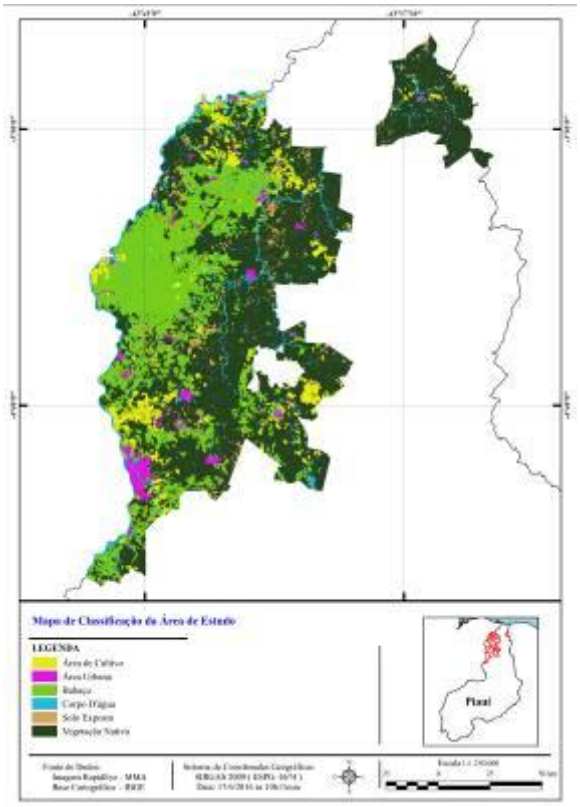


Figura 2 – Mapa de classificação da área total mapeada

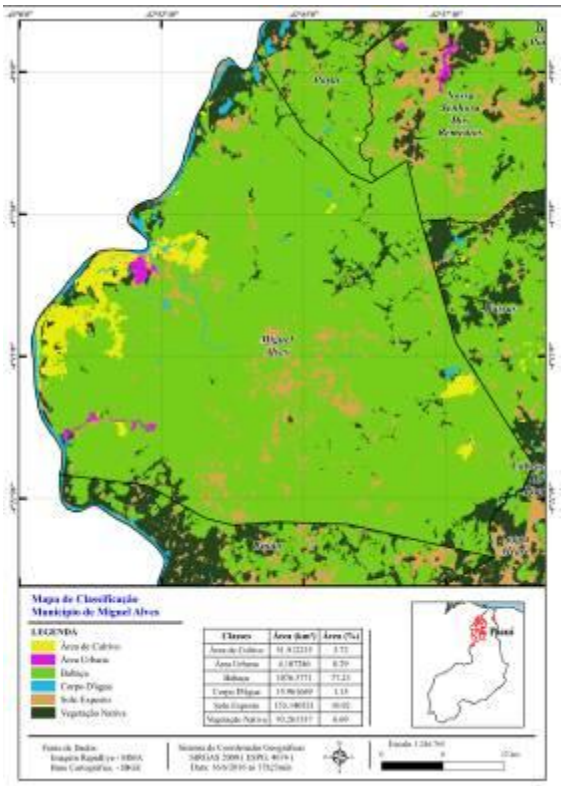


Figura 3- Classificação de Miguel Alves – maior área ocupada com babaçu

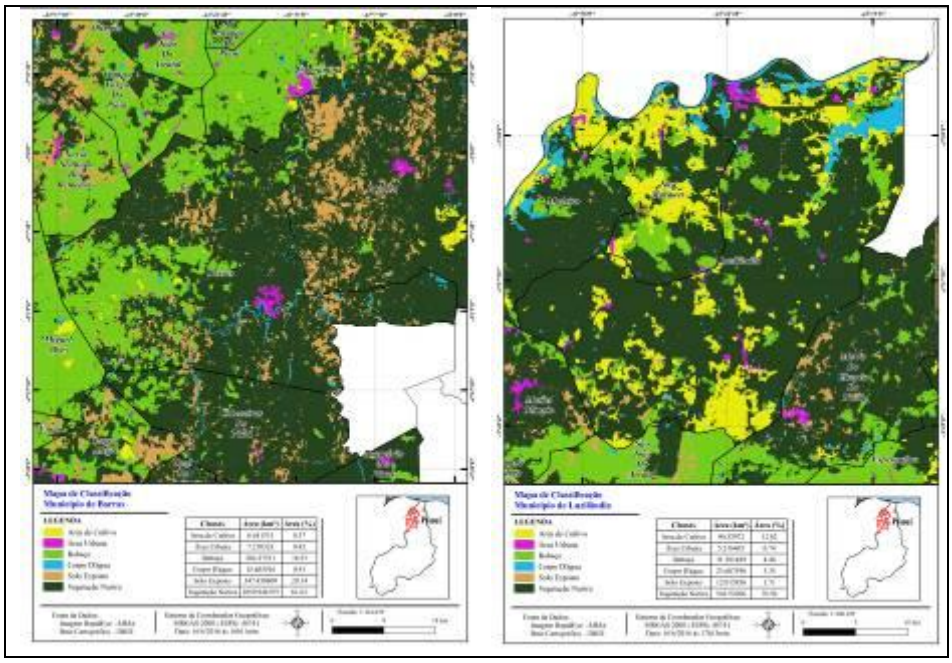


Figura 4- Classificação dos municípios Barras e Luzilândia

Não foi possível identificar qualquer ocorrência de palmeiras de babaçu nos municípios de Cocal e Cocal dos Alves (Figura 5), embora estes figurem nos dados do IBGE com produção de 11,50t e 5,80t, respectivamente. O município de Cocal está entre os oito municípios de maior extensão territorial com mais de 1.300 km^2 , ocupado em grande parte por vegetação nativa e solo exposto. Estes dados serão verificados com a utilização de um Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT) adquirido pelo Instituto Federal do Piauí.

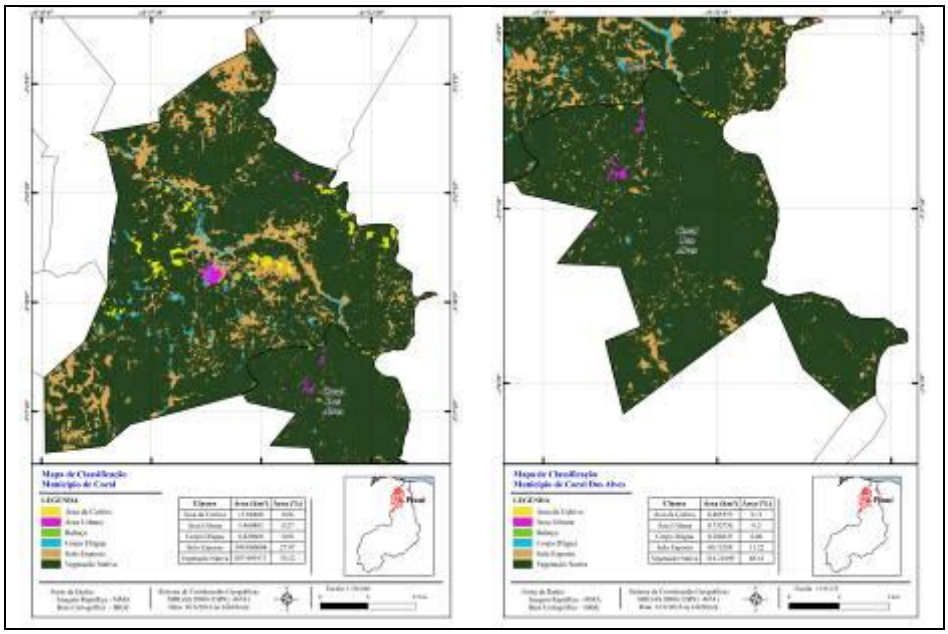


Figura 5- Classificação dos municípios Cocal e Cocal dos Alves

4. Considerações finais

De um modo geral, o processamento das imagens RapidEye permitiu a individualização das classes, possibilitando a localização clara das áreas de babaçu e das outras classes. Por ocasião da validação dos dados foi possível observar que nas áreas visitadas a distribuição do

babaçu estava compatível com a classificação, não deixando dúvidas em relação ao seu comportamento espectral.

Agradecimentos:

Ao CNPq Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pela bolsa de Pós-Doutorado Sênior.

Referências Bibliográficas

ALVIM, M. C. **O babaçu no Maranhão** - 1a parte. Disponível em. http://pinheiroempauta.blogspot.com.br/2014/09/o-babacu-no-maranhao-1-parte.html. Acesso em 10 de ago. 2015.

BRASIL. Ministério da Indústria e Comércio. Secretaria de Tecnologia Industrial. **Mapeamento e levantamento do potencial das ocorrências de babaçuais nos estados do Maranhão, Piauí, Mato Grosso e Goiás**. Brasília: MIC, 1982.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Babaçu**: Programa Nacional de Pesquisa. Brasília: EMBRAPA-DDT, 1984. 89p.

ESPIRITO SANTO, F. D. B.; SHIMABUKURO, Y. E. Validação do mapeamento de uma área de floresta tropical com uso de imagens de videografia área e dados de levantamento de campo**. Revista Arvore**, Viçosa-MG, vol.29, n. 2, 2005, p.277-239.

LEITE, F. C., VIEIRA, V. C. B. Identificação das áreas de ocorrência do coco babaçu no município de Teresina-PI. In: Encontro de Produtividade em pesquisa e encontro de iniciação científica do IFPI, 5, 2013. **Anais...** Teresina: IFPI, 2013.

LOPES, A. F. ; VIEIRA, V. C. B. . Mapeamento das áreas de ocorrência de babaçu no município de Matias Olímpio. In: Encontro de Produtividade em pesquisa e encontro de iniciação científica do IFPI, 3, 2011. **Anais...** Teresina: IFPI, 2011.

LORENZI, H.; SOUZA, H.M.; COSTA, J.T.M.; CERQUEIRA, L.S.C.; FERREIRA, E. **Palmeiras brasileiras exóticas e cultivadas**. Nova Odessa: Inst. Plantarum. 2004. 432 p.

MONTEIRO, F. F. ; NASCIMENTO, G. H. S. ; VIEIRA, V. C. B. . Mapeamento georreferenciado da distribuição do babaçu no centro norte do estado do Piauí. In: Encontro de Produtividade em pesquisa e encontro de iniciação científica do IFPI, 3, 2011. **Anais...** Teresina: IFPI, 2011.

GOMES, A. C. ; VIEIRA, V. C. B. ; ALENCAR NETO, W. . Distribuição do Babaçu e sua relação com os fatores geoambientais no município de Esperantina- Piauí, utilizando imagem TM/Landsat 5. In: Encontro de Produtividade em pesquisa e encontro de iniciação científica do IFPI, 4, 2012. **Anais...** Teresina: IFPI, 2012.

NASCIMENTO, G.H.S. **Sensoriamento aplicado à identificação das áreas potenciais de ocorrência se babaçu no município de União-PI**. Teresina. Monografia (Tecnologia em geoprocessamento) IFPI. 2009.

RIBEIRO, B. F. ; VIEIRA, V. C. B. ; LIMA, M. O. Mapeamento do babaçu no município de Barras, Piauí utilizando imagens TM/Landsat 5. In: Encontro de Produtividade em pesquisa e encontro de iniciação científica do IFPI, 3, 2011. **Anais...** Teresina: IFPI, 2011.

THALES, M. C. **Imagem fração sombra na caracterização e mapeamento de babaçu (Attalea speciosa Mart ex Spreng.) em áreas de floresta**. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - INPE, Maio 1999.

USP. UNIVERSIDADE SÃO PAULO . **Babaçu.** 2006. Disponível em: <http://www.bibvirt.futuro.usp.br. Aceso em: 03/02/2013.

VIEIRA, V. C. B., BARBOSA, F. A. S. Mapeamento da distribuição geográfica do babaçu no município piauiense de Campo Maior In: Encontro de Produtividade em pesquisa e encontro de iniciação científica do IFPI, 5, 2013. **Anais...** Teresina: IFPI, 2013.