

EIXO TEMÁTICO: Geografia Física e a dinâmica da paisagem brasileira

**AVALIAÇÃO PRELIMINAR DOS AMBIENTES DE OCORRÊNCIA DE BABAÇU
(*ATTALEA SPECIOSA* MART. EX SPRENG) NA BACIA DO RIO COCAL-TO A
PARTIR DO MODELO DIGITAL DE TERRENO**

Miriam Rodrigues da Silva
Mestranda em Geografia
Universidade de Brasília (UnB) - Departamento de Geografia
Brasília – DF
mirosi@ibestvip.com.br

Osmar Abílio de Carvalho Júnior
Geólogo, Dr.
Universidade de Brasília (UnB) - Departamento de Geografia
Brasília – DF
osmarjr@unb.br

Éder de Souza Martins
Geólogo, Dr.
Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (Embrapa/CPAC)
Brasília – DF
eder@cpac.embrapa.br

Danielle Mitja
Biologia Vegetal, Dr.
Institut de Recherche pour le Développement (IRD)
Brasília – DF
mitja@cpac.embrapa.br

Thierry Becquer
Pedólogo, Dr.
Institut de Recherche pour le Développement (IRD)
Brasília – DF
becquer@@cpac.embrapa.br

AVALIAÇÃO PRELIMINAR DOS AMBIENTES DE OCORRÊNCIA DE BABAÇU (*ATTALEA SPECIOSA* MART. EX SPRENG) NA BACIA DO RIO COCAL-TO A PARTIR DO MODELO DIGITAL DE TERRENO

Miriam Rodrigues da Silva¹
Osmar Abílio de Carvalho Júnior¹
Eder de Souza Martins²
Danielle Mitja³
Thierry Becquer³

¹Universidade de Brasília – UnB / Departamento de Geografia

²Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados - Embrapa/CPAC

³Institut de Recherche pour le Développement – IRD

mirosi@ibestvip.com.br

osmarjr@unb.br

eder@cpac.embrapa.br

mitja@cpac.embrapa.br

becquer@@cpac.embrapa.br

1 Introdução

A maioria das paisagens é influenciada pela ação do homem e o mosaico de paisagem resultante é uma mistura de elementos naturais e antrópicos que variam de tamanho, forma e arranjo (Turner, 1989).

O Cerrado brasileiro é um ecossistema com alta biodiversidade, estimada em 5% da biodiversidade total do globo (MMA, 2004). As principais ameaças ao bioma Cerrado incluem a expansão da fronteira agrícola, o uso indiscriminado do solo e o aumento da urbanização, o que compromete a riqueza da biodiversidade e com isso a qualidade de vida de sua população. Desta forma, a compreensão das paisagens desse ecossistema torna-se importante para condução de sistemas mais sustentáveis, gerenciando os recursos naturais de forma a prolongar seu uso.

O babaçu (*Attalea Speciosa* Mart. Ex Spreng) constitui um recurso natural que pode ser manejado em sistemas agropecuários integrados. A área estimada de ocorrência é de 200.000 Km² (May *et al.*, 1985), e existe nos estados do Maranhão, Piauí, Goiás, Tocantins, Ceará, Pará, Amazonas, Rondônia, Mato Grosso e Minas Gerais (Anderson *et al.*, 1991).

A presença do babaçu parece associar-se fortemente às áreas antropizadas, onde coloniza agressivamente antigas formações florestais desmatadas (Ribeiro e Walter, 1998). Esta espécie é presente em densidade baixa na vegetação primária (Anderson e May, 1985; Peters *et al.*, 1989), onde realiza o ciclo de vida (Anderson *et al.*, 1991). Quando a vegetação primária é convertida em cultivos e pastagens

podem desencadear três situações em relação ao babaçu: eliminação, conservação e invasão. Nas áreas de agricultura intensa, o babaçu é geralmente eliminado, enquanto em sistemas mais intensivos é conservado. Em função do manejo do agricultor, o babaçu pode se encontrar em densidades compatíveis com o bom desenvolvimento das pastagens ou invadir a área degradando os cultivos. Após 30 anos, a área pode se transformar numa formação secundária quase monoespecífica de babaçu (Mitja, 2001).

As espécies de babaçu possuem numerosas utilidades citadas na literatura (Anderson e May, 1985; May *et al.*, 1985; Wilhelms, 1968) e estão sendo investigada como fonte para biodiesel (projeto Nacional Probiodiesel do Ministério da Ciência e Tecnologia, MTC, lançado em 2002). O principal produto extraído do babaçu, é a amêndoa contida em seus frutos, que possui valor mercantil e industrial. Essas amêndoas são extraídas manualmente em um sistema caseiro tradicional e de subsistência. É praticamente o único sustento de grande parte da população interiorana sem terras das regiões onde ocorre o babaçu: apenas no estado do Maranhão a extração de sua amêndoa envolve o trabalho de mais de 300 mil famílias. Em especial, mulheres acompanhadas de suas crianças: as "*quebradeiras*", como são chamadas (Figueiredo, 2005).

Um dos locais onde ocorre o babaçu é a Bacia do Rio Cocal, situada no município de Natividade – TO (**Figura 1**). Esta bacia possui uma área com cerca de 222 km². O Rio Cocal é um afluente da margem direita do Rio Manuel Alves, que por sua vez, faz parte do Rio Tocantins.

A geologia da área de estudo é formada pelo Grupo Natividade (Meso e NeoProterozóico), pelo Complexo Goiano (Arqueano e Proterozóico Inferior) e pela Seqüência Vulcano-sedimentar de Natividade (Paleoproterozóico). Os solos são representados pelas classes Latossolo Vermelho-Amarelo, Argissolo Vermelho-Amarelo, Neossolo Litólico e Plintossolo Pétrico. O clima é quente e úmido/subúmido com índice pluviométrico anual de 1.600 mm, temperatura média anual de 27°C e duas estações climáticas bem definidas. A geomorfologia é caracterizada pela presença dos modelados de dissecação e de aplanamento. O modelado de dissecação engloba áreas de interflúvios com declividades médias a altas e em topos convexos e aguçados. O modelado de aplanamento compreende as áreas de pediplanos (Atlas do Tocantins, 2005).

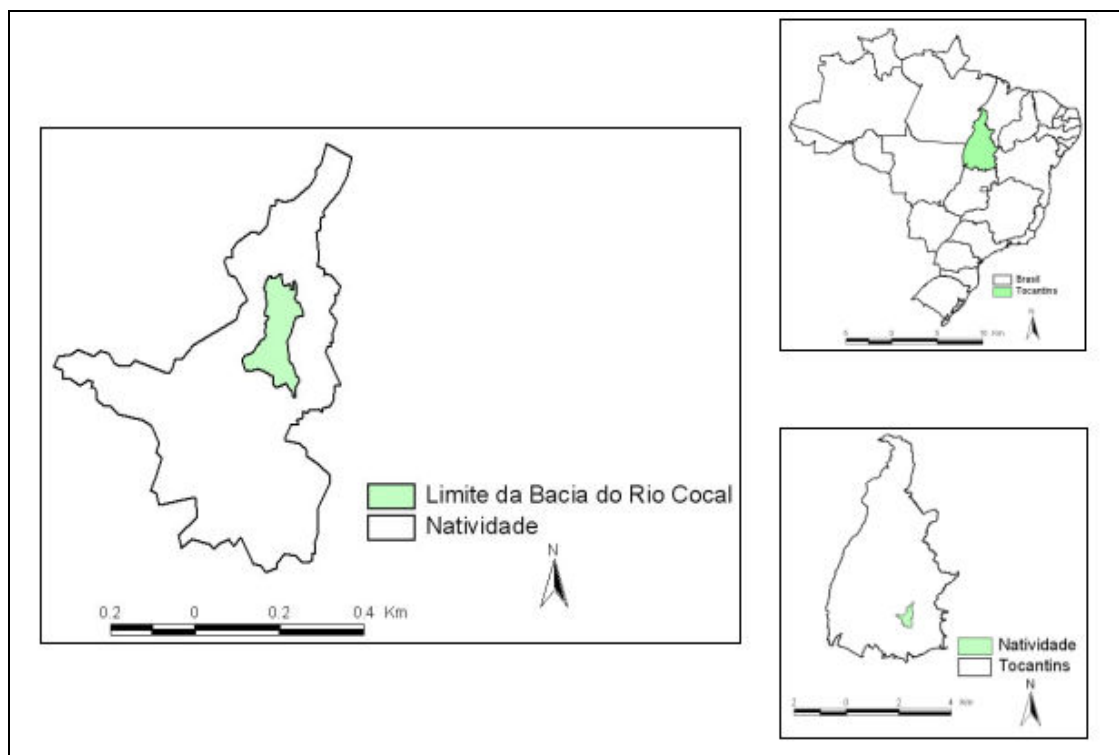


Figura 1: Localização da Bacia do Rio Cocal.

O presente trabalho objetiva analisar a estrutura da paisagem na Bacia do Rio Cocal, usando como bases o mapa de vegetação e os mapas derivados: altitude, declividade, área de contribuição e índice topográfico, para identificar possíveis ambientes com presença de babaçu.

2 Metodologia

A metodologia utilizada para realização deste trabalho teve as seguintes etapas: trabalho de campo com as caracterizações das áreas amostradas, confecção do mapa de vegetação por meio do tratamento de imagens ASTER, confecção do Modelo Digital de Terreno (MDT) e dos mapas derivados e o cruzamento das informações de campos com os mapas derivados.

2.1 Caracterização das Áreas Amostradas

Para identificar ambientes com a presença de babaçu, foram escolhidas e identificadas toposseqüências típicas de unidades de paisagens do Bioma Cerrado na Bacia do Rio Cocal. A forma de contagem do babaçu ocorreu com auxílio de um croqui (**Figura 2**), onde foi demarcado para cada babaçu a sua posição geográfica. O tamanho de cada parcela amostrada foi de 50x50m. Cada parcela foi caracterizada pela sua posição na paisagem, forma de relevo, acumulação de água, tipo de erosão, solo, vegetação anterior provável e o sistema agrícola. Foram

coletadas para cada parcela amostras de solo para análise química. Para o estudo da distribuição do babaçu em cada parcela foram identificadas duas toposseqüências tanto no ambiente natural como em ambiente antrópico.

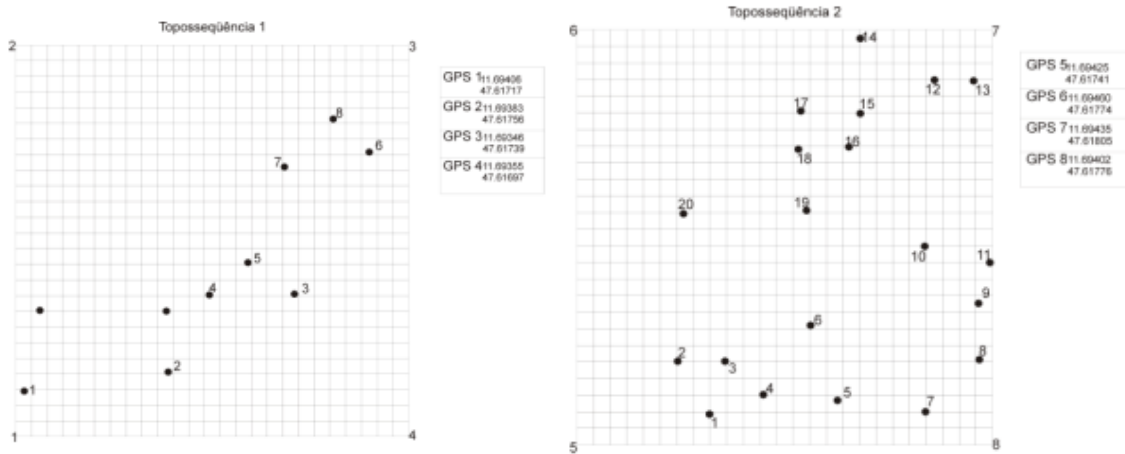


Figura 2: Croqui utilizado no campo para localização e contagem do babaçu (exemplos de babaçu marcados no croqui).

2.2 Confeção do Mapa de Vegetação por Meio do Tratamento de Imagens ASTER

A confecção do mapa de vegetação foi realizada por meio do tratamento de imagens ASTER. O processamento das imagens teve as etapas de pré-processamento, identificação dos membros finais e classificação espectral. O pré-processamento consistiu na compatibilização da resolução espacial entre as imagens VNIR (15m) e as imagens do SWIR (30m). Este procedimento permitiu a integração das nove bandas em uma única imagem. A metodologia utilizada para a detecção dos membros finais foi estabelecida por Boardman e Kruse (1994), a partir da geometria do simplex e é composta por três etapas: (a) redução da dimensão espectral utilizando a técnica de *Minimization Noise Fraction* (MNF) (Green *et al.*, 1988), (b) redução da dimensão espacial utilizando o método *Pixel Purity Index* (PPI) (Boardman e Kruse, 1994; Boardman *et al.*, 1995) e (c) identificação dos membros finais utilizando um visualizador n-dimensional. A classificação espectral foi realizada a partir da aplicação do método *Spectral Angle Mapper* (SAM) sobre a imagem, utilizando a média espectral das classes encontradas. Esta técnica compreende a comparação dos espectros coletados das amostras com os espectros dos *pixels* da imagem (Kruse *et al.*, 1993). A identificação dos membros finais permitiu a distinção

espectral das fisionomias do Cerrado, dos afloramentos calcários e das áreas de uso, permitindo a elaboração do mapa das fisionomias da Bacia do Rio Cocal.

2.3 Confeção do Modelo Digital de Terreno (MDT) e dos Mapas Derivados

A confecção do MDT da área de estudo foi realizada a partir de cartas digitais do Sistema Cartográfico do Tocantins, em escala de 1.100.000, que continham dados relativos às curvas de nível, hidrografia e pontos cotados da região. O primeiro procedimento utilizou o programa *Arcview* 3.2, com a inserção da drenagem, corrigida dos erros provenientes da direção de fluxo, visando fornecer um maior detalhamento das informações cartográficas. As curvas de nível e os pontos cotados também foram corrigidos. Depois da correção, fez-se a interpolação dos dados no *Software ArcInfo* 8.1 usando o módulo *TOPOGRID INTERPOLATION*.

2.4 Cruzamento das Informações

Primeiramente, foram separadas as amostras de ambiente natural das de ambiente antrópico. Em seguida realizou-se um cruzamento da informação dos dados de campo (quantidade de babaçu encontrado em cada parcela) com os valores extraídos dos mapas derivados: altimetria, declividade, área de contribuição e índice topográfico.

3 Resultados e Discussões

3.1 Caracterização das Áreas Amostradas

Foram realizadas 30 parcelas, sendo 6 em áreas de ambiente natural e 24 em áreas de ambiente antrópico (**Figura 3**). Coletou-se 16 parcelas com presença de babaçu e 14 com ausência de babaçu. Os critérios para estabelecer a densidade do babaçu está representado na **Tabela 1**.

Realizaram-se parcelas em diferentes tipos de solos como: LATOSSOLO VERMELHO, CAMBISSOLO, NEOSSOLO FLÚVICO, GLEISSOLO HÁPLICO, NEOSSOLO LITÓLICO, PLINTOSSOLO HÁPLICO e ARGISSOLO VERMELHO. Nas amostras coletadas em áreas de LATOSSOLO VERMELHO e CAMBISSOLO, o babaçu foi encontrado em baixa densidade ou não havia a presença da espécie nessas áreas. Nas amostras do NEOSSOLO FLÚVICO encontrou-se babaçus com altas densidades de distribuição.

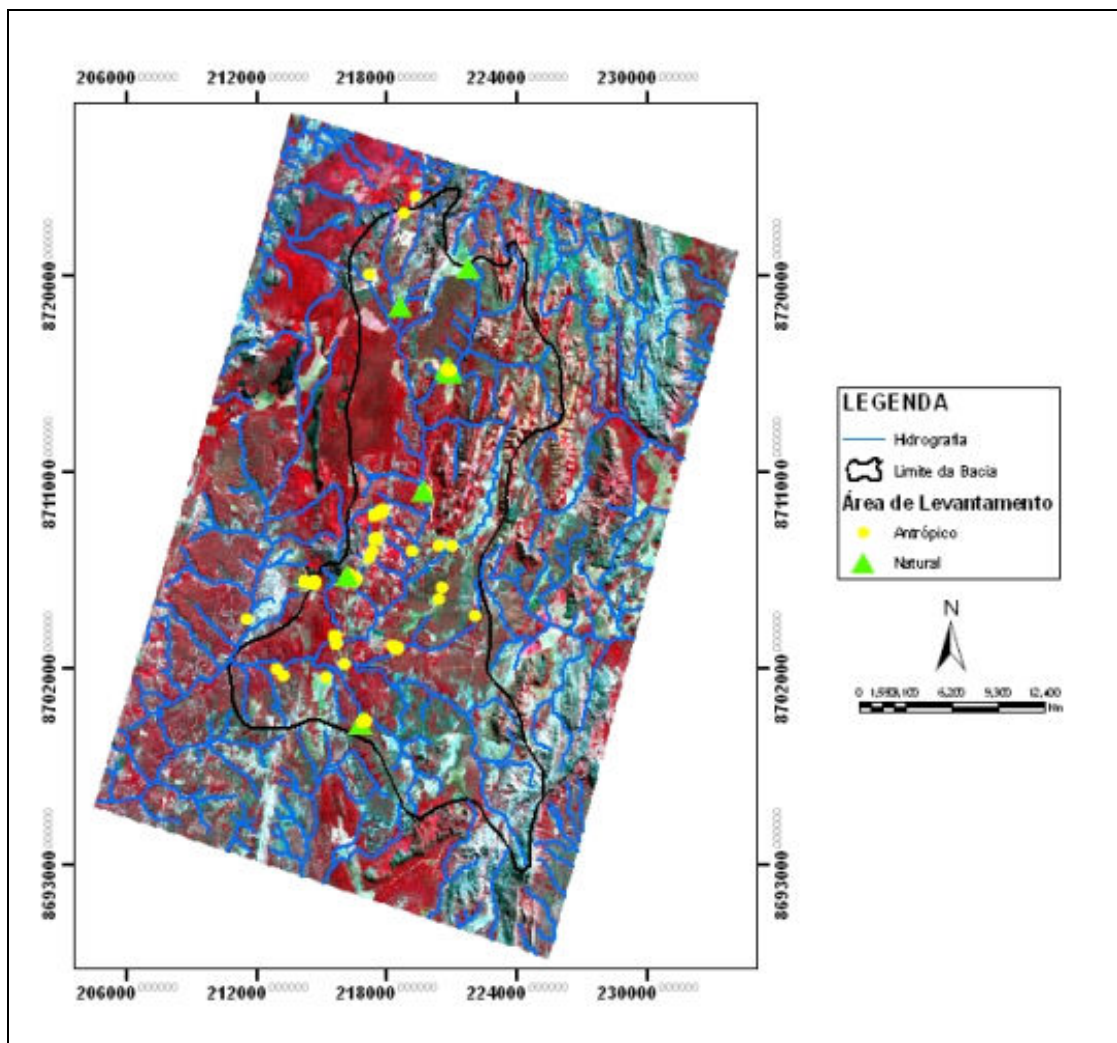


Figura 3: Localização das amostras no ambiente natural e antrópico.

Tabela 1: Escala da densidade de babaçu

Nº de Indivíduos	Densidade
0	Inexistente
1 - 12	Baixa
13 - 24	Média
> 25	Alta

Observa-se a não ocorrência ou a baixa densidade de babaçu nas seguintes condições ambientais: na nascente, na base das encostas, no relevo ondulado, nos locais de acumulação. Com relação à drenagem a ocorrência do babaçu mostrou-se limitada a terrenos com drenagem eficiente, enquanto que nos terrenos bem drenados ou mal drenados não havia a sua presença. Os levantamentos realizados

em relevo plano e erosão na forma laminar a densidade do babaçu variava de média a alta.

Das parcelas levantadas em áreas naturais, a espécie foi encontrada em baixa densidade. Nas áreas antropizadas e cuja vegetação anterior provável era o Cerradão, não se encontrou o babaçu. Onde a vegetação anterior provável era a Mata de Galeria e nas áreas de pastagem a densidade de babaçu variava de baixa a média. Já nas áreas de antigas capoeiras a densidade encontrada foi muito alta.

3.2 Confeção do mapa de vegetação por meio do tratamento de imagens ASTER

O mapa de vegetação (**Figura 4**), gerado com a técnica de classificação espectral, permitiu identificar as formações florestais, savânicas, campestres, afloramento calcário e a área de uso da Bacia do Rio Cocal. Pode-se observar que as áreas de Matas de Galeria convertidas em uso agrícola estão correlacionadas com as drenagens e com as ocorrências do babaçu observada no campo. O cruzamento do mapa de vegetação com os dados de campo mostram que a densidade da espécie é baixa nas Matas de Galeria e alta nas áreas de antigas capoeiras.

3.3 Confeção do Modelo Digital de Terreno e dos Mapas Derivados

Para cada um dos mapas derivados gerados, procurou-se apontar suas principais características na paisagem, na densidade do babaçu, no uso e ocupação.

O mapa altimétrico (**Figura 5**) permitiu identificar que as áreas de uso (áreas antrópicas) estão nas superfícies mais planas com elevações que variam de 300 a 400 metros. Os afloramentos calcários estão em elevações que variam de 451 a 500 metros, já as formações florestais variam de 350 a 450 metros. As elevações das formações savânicas variam de 350 a 500 metros e as campestres de 350 a 650 metros. Com essas informações geradas da área de estudo observamos que as áreas antropizadas e as Matas de Galerias estão associadas a superfícies mais planas do terreno, onde predominam os solos mais férteis, favorecendo as culturas agrícolas e pastagens. Conseqüentemente, estas áreas tornam-se um ambiente propício para a ocorrência do babaçu, como foi constatado no trabalho de campo.

O mapa de declividade (**Figura 6**) permite identificar que as vertentes com declividades mais altas predominam na porção leste e as vertentes com declividades menores na porção oeste. As vertentes cujos valores variam de 0 a 13 graus são

ambientes propícios para ocorrência do babaçu. Sendo nessas áreas que se encontram as Matas de Galeria e áreas convertidas em uso agrícola.

O mapa de área de contribuição (**Figura 7**) evidencia a rede de drenagem e os caminhos preferenciais do fluxo, que na área estão relacionadas às Matas de Galeria sendo áreas propícias para encontrar o babaçu. O mapa de índice topográfico (**Figura 8**) indica a relação entre o índice a as áreas de maior saturação, que se encontram associadas à rede de drenagem. Os menores índices foram observados em regiões mais altas, nos topos dos morros, e em áreas com maior declividade.

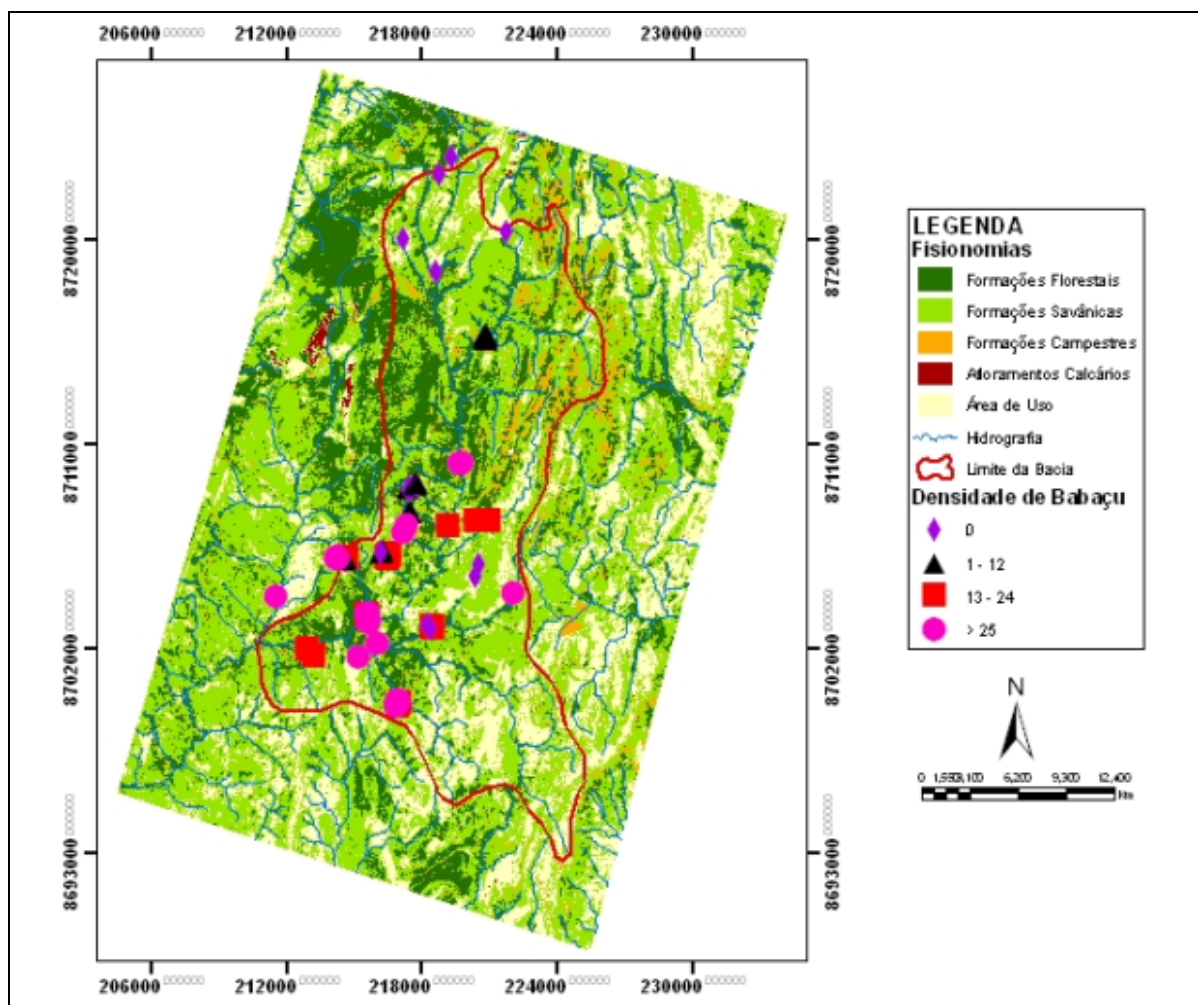


Figura 4: Mapa de fisionomias da Bacia do Rio Cocal.

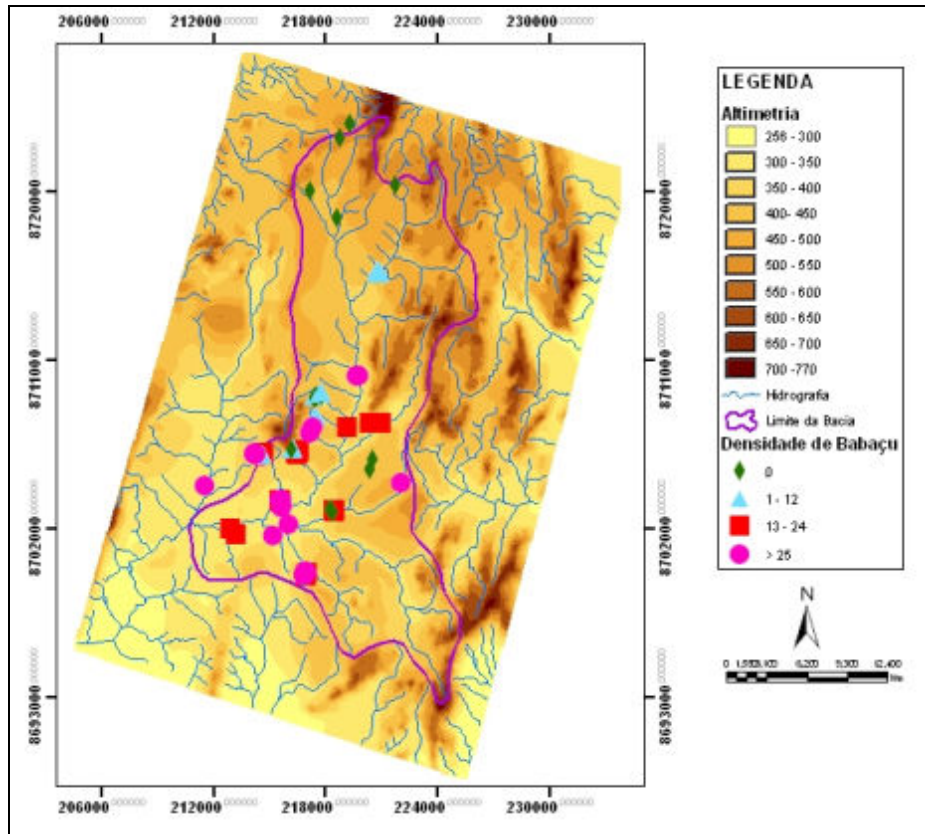


Figura 5: Mapa altimétrico da Bacia do Rio Cocal

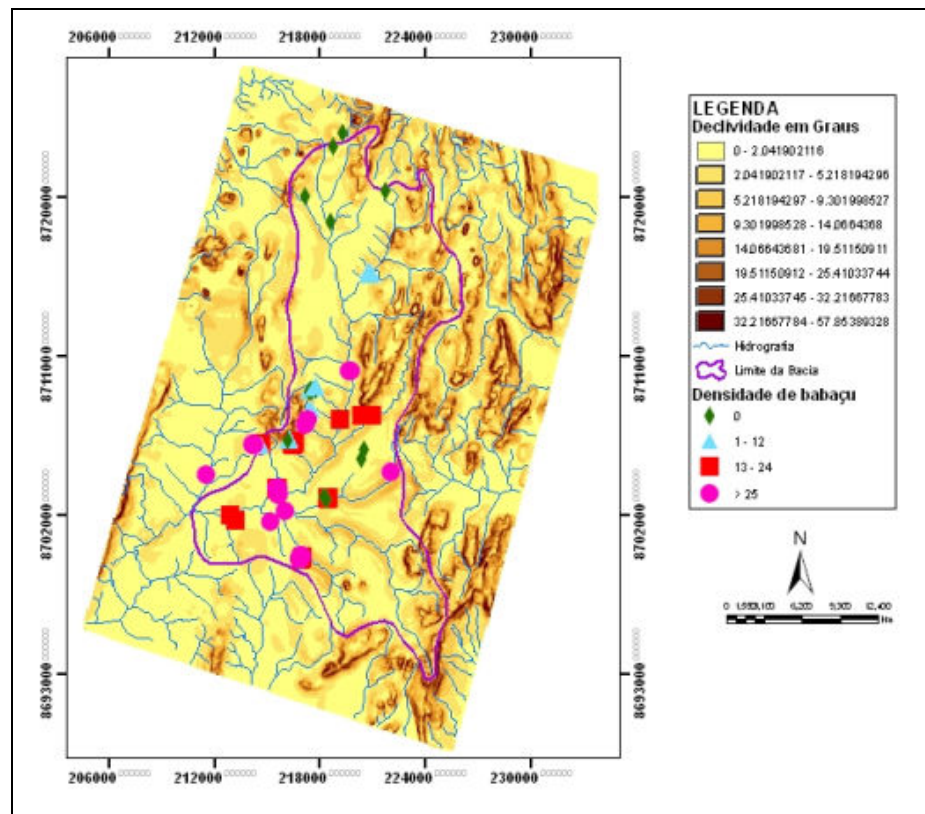


Figura 6: Mapa de Declividade em graus da Bacia do Rio Cocal

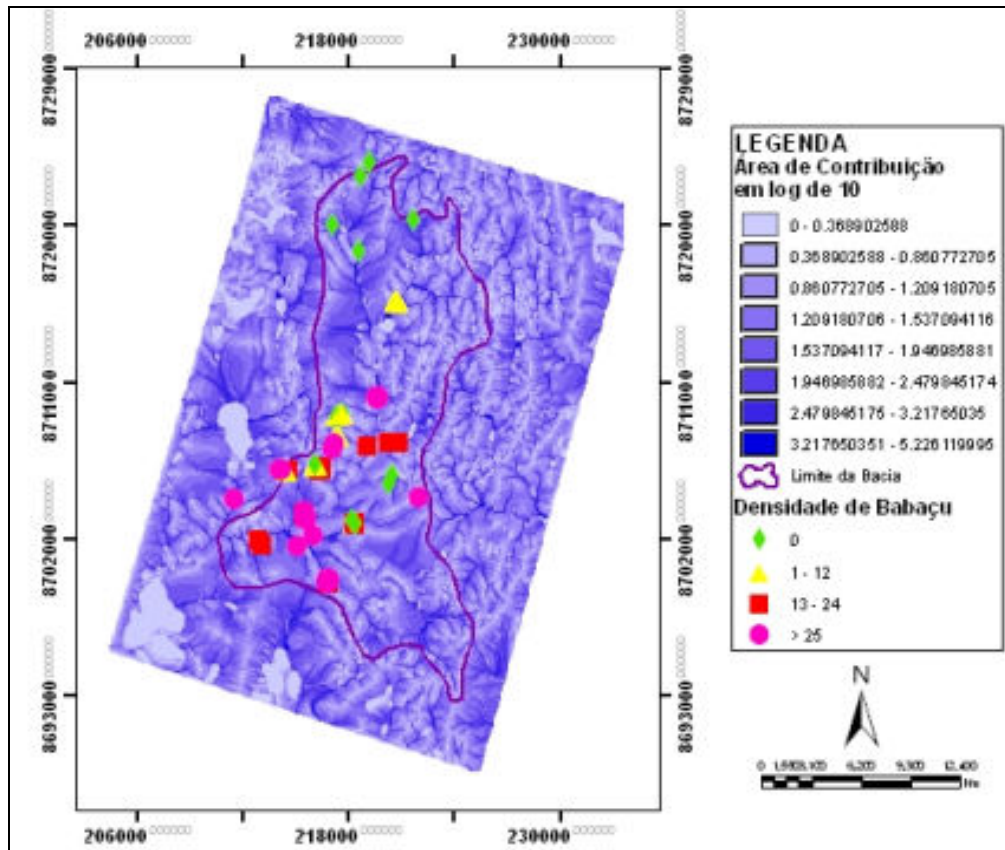


Figura 7: Mapa de área de contribuição da Bacia do Rio Cocal.

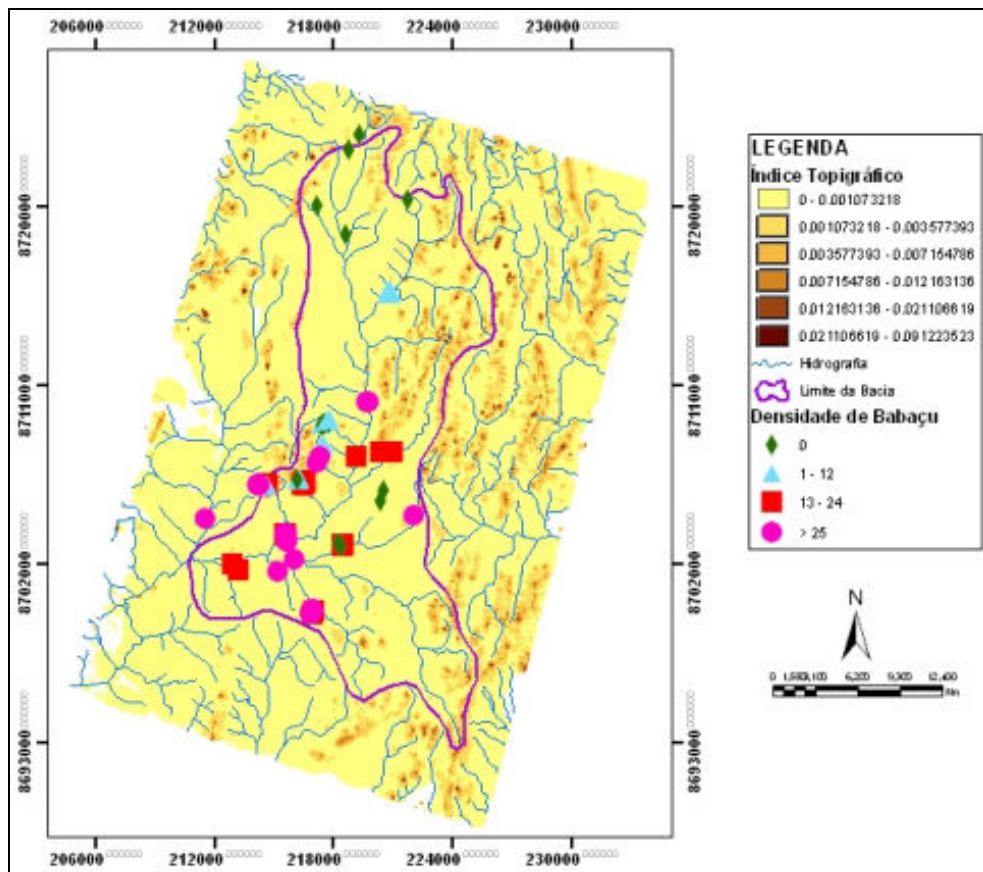


Figura 8: Índice Topográfico da Bacia do Rio Cocal.

3.4 Cruzamento das Informações

O resultado do cruzamento do MDT com os levantamentos de campo no ambiente antrópico (**Figura 10a**), mostra que a densidade do babaçu está relacionado à altimetria. A maior densidade de babaçu encontrada varia de 340 a 400m, ou seja, quanto mais baixo o terreno, maior à densidade de babaçu concentrado na área. No ambiente natural (**Figura 10b**) onde a densidade é baixa a espécie foi encontrada em torno 400 metros de altitude.

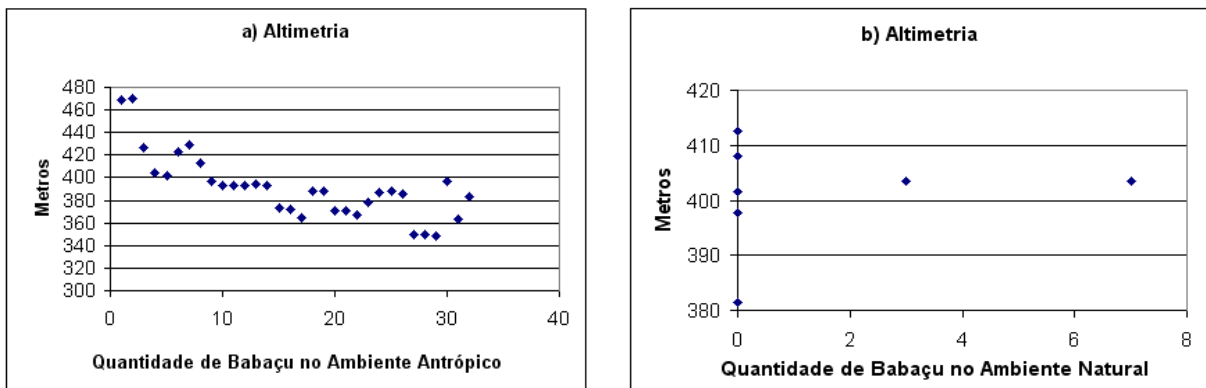


Figura 10: Densidade do babaçu relacionado a altimetria.

A densidade do babaçu no ambiente antrópico está associada aos graus mais baixos de declividade, variando de 0 a 13 graus (**Figura 11a**). Observa-se que existe uma limitação da presença de babaçu para áreas com declividades acima de 15 graus. Assim a declividade torna-se um importante parâmetro geomorfológico para delimitar sua presença. No ambiente natural (**Figura 11b**), cuja densidade da espécie é baixa, a declividade no terreno, onde o babaçu foi localizado varia de 1 a 2 graus.

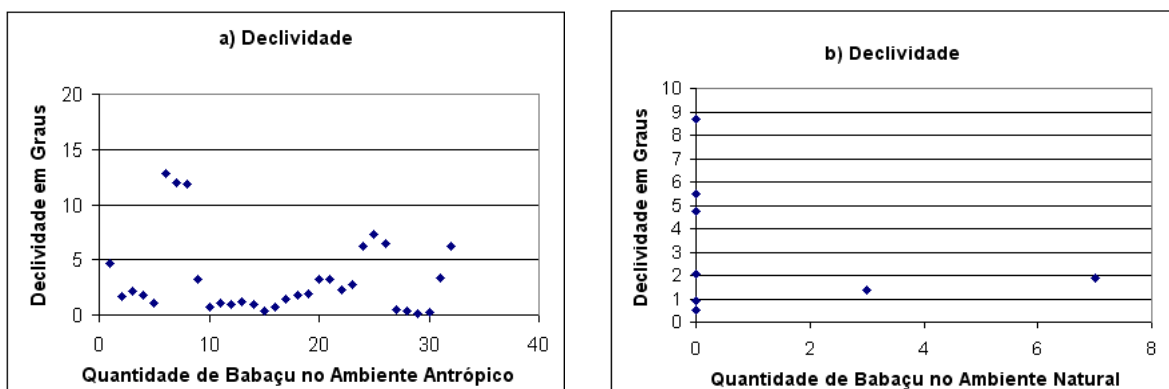


Figura 11: Densidade do babaçu relacionado a declividade.

A **Figura 12a** revela que a densidade do babaçu em ambiente antrópico fica restrito aos valores do logaritmo de área de contribuição entre 0 a 2. Os valores acima de 3 não foi evidenciado a presença do babaçu tornando-o um parâmetro

limitante para a sua ocorrência. No ambiente natural (**Figura 12b**) os valores ficaram por volta de 1.

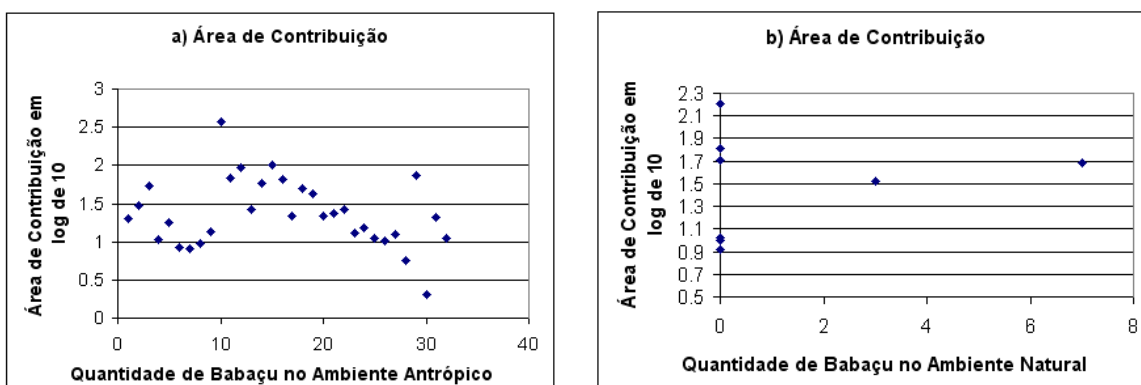


Figura 12: Densidade do babaçu associado a área de contribuição.

A **Figura 13a** mostra uma boa relação da densidade do babaçu com o índice topográfico e as condições de saturação do solo no ambiente antrópico. As densidades mais altas foram encontradas em elementos associados à rede de drenagem, enquanto que valores mais baixos foram encontrados em regiões com declividade mais acentuada. No ambiente natural (**Figura 13b**) a densidade também é encontrada em declividades com valores baixos.

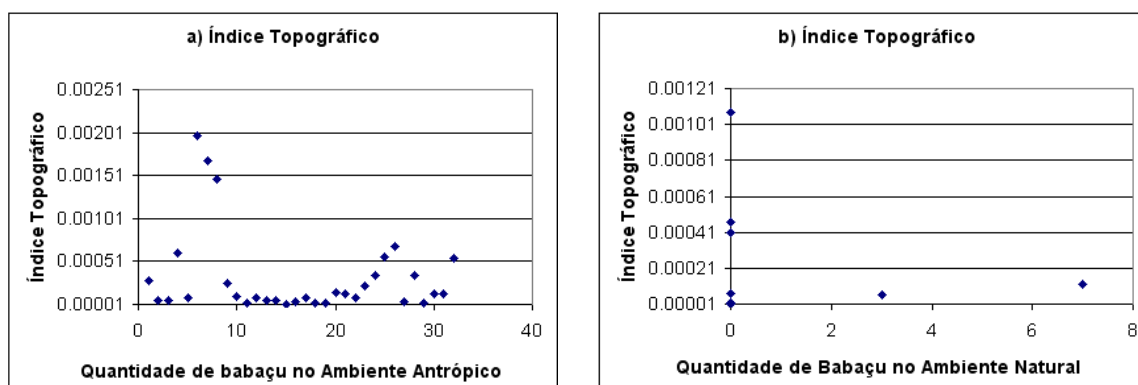


Figura 13: Densidade do babaçu associado ao índice topográfico.

4 Conclusão

A caracterização das unidades da paisagem pelas variáveis morfológicas permitiu a análise da estrutura da paisagem na Bacia do Rio Cocal. A integração de todos os dados apresentados é de fundamental importância para uma análise conjunta dos componentes da paisagem. Entender esses componentes é importante para identificar os ambientes onde predomina a presença do babaçu e a sua forma de distribuição ao longo da bacia. A integração desses dados com o trabalho de campo confirmou o que diz a literatura, a espécie é presente em densidade baixa na

vegetação primária. Os levantamentos de campo realizados na Mata de Galeria constataram uma baixa densidade dessa espécie nesse ambiente. Já nas áreas de Mata de Galeria convertidas em uso agrícola a densidade foi bem maior. As áreas com maiores densidades encontradas foram aquelas que tinham sido desmatadas para o cultivo há mais de 20 anos. Constatou-se também que o babaçu não ocorre em altimetria acima de 500 metros, em declividade acima de 15 graus, em valores do logaritmo de área de contribuição acima de 3 e em índice topográfico acima de 0,00200.

5 Referências bibliográficas

ANDERSON, A. B. ; MAY, Peter Herman ; BALICK, M. J. . The Subsidy From Nature: Palm Forests, Peasantry And Development On Anamazonian Frontier. NOVA YORK: COLUMBIA UNIVERSITY PRESS, 1991. 230 p.

ANDERSON, A.; MAY, P. *A palmeira de muitas vidas*. Volume 4 nº 20, Ciência Hoje, 1985, p. 58 a 64.

ASSAD, M. L. L. *Sistemas de informações geográficas na avaliação da aptidão agrícola das terras*. In: Sistema de Informações Geográficas aplicações na agricultura. Brasília: EMBRAPA. 1993. 247p.

ATLAS DO TOCANTINS: *subsídios ao planejamento da gestão territorial*. Secretaria do Planejamento e do Meio Ambiente – SEPLAN. Diretoria do Zoneamento Ecológico-Econômico – DZE. 4 ed. rev. atu. Palmas: SEPLAN, 2005. 54 p.

BOARDMAN, J. W. & KRUSE, F. A. Automated spectral analysis: A geologic example using AVIRIS data, north Grapevine Mountais, Nevada. In: Proceedings, ERIM Tenth Thematic Conference on Geologic Remote Sensing, Environmental Research Institute of Michigan, 1994, Ann Arbor, MI, I: 407-418.

BOARDMAN, J. W.; KRUSE, F. A. & GREEN, R. O. *Mapping target signatures via partial unmixing of AVIRIS data*: In: *Summaries of the 5nd Annual JPL Airborne Geoscience Workshop*, JPL Publication 95-1 Vol.1, pp. 23-26, 1995.

CÂMARA, G. E.; MEDEIROS, J. S de. *Mapas e suas representações computacionais*. In: ASSAD, E. D.; SANO, E. E. *Sistemas de informações geográficas: aplicações na agricultura*. 2 ed. Brasília: Embrapa – CPAC, 1998. p. 13-23.

- CARDENAS, F. P. A. *Zoneamento geoambiental de uma parte da Bacia do Rio Nechi – Colômbia, por meio de técnicas de geoprocessamento*. Dissertação (Mestrado em Geologia). Universidade de Brasília, Brasília, 1999.
- FIGUEIREDO, L. D. *Embates nos babaçuais. Do espaço doméstico ao espaço público – lutas das quebradeiras de coco babaçu no Maranhão*. Dissertação de Mestrado. Belém, PA: UFPA – Centro Agropecuário: Embrapa Amazônia Oriental, 2005. p. 199.
- GREEN, A. A.; BERMAN, M.; SWITZER, P. & CRAIG, M. D, A. *Transformation for ordering multispectral data in terms of imagens quality with implications for noise removal*: IEEE Trans. Geosci. Remote Sensing, Vol. 26, No.1, pp. 65-74, 1988.
- KRUSE, F. A.; LEFKOFF, A. B.; BOARDMAN, J. W.; HEIEDBRECHT, K. B.; SHAPIRO, A. T.; BARLOON P. J.; GOETZ, A. F. H. *The spectral image processing system (SIPS) – Interactive visualization and analysis of imaging spectrometer data*. Remote Sensing of Environment, 84: 437-456. 1993.
- MAY, P. H.; ANDERSON, A. B.; FRAZÃO, J. M. F.; BALICK, M. J. *Babassu palm in the agroforestry systems in Brazil's Mid-North region*. Agroforestry Systems 3: 275-295, 1985.
- MITJA, D. . Establishment of babassu in pastures in Pará, Brazil. Palms, v. 1, p. 138-147, 2001.
- MMA. *Resumo executivo: programa nacional de conservação e uso sustentável do Bioma Cerrado – programa Cerrado sustentável*. MMA, 2004. 7 p.
- PETERS, C.; BALICK, M. J.; KAHN, F.; ANDERSON, A. *Oligarchic florests od economic plants in Amazonia: Utilization and conservation of an important tropical resource*. Conservation Biology, Volume 3, Nº 4, dezembro 1989. p. 342 – 349.
- PIRES, P. dos S. *Procedimentos para análise da paisagem na avaliação de impactos ambientais*. In: Manual de Avaliação de Impactos Ambientais. 2.ed. Curitiba: IAP/GTZ, 1993. 28p. (3220-3250).
- RIBEIRO, J.F.; WALTER, R. M. T. *Fitofisionomia do bioma Cerrado*. In: Sano, S. M.; Almeida, S. P. de (Eds.). *Cerrado: ambiente e flora*. Planaltina: EMBRAPA- CPAC, 1998. P. 89-166.
- SANTOS, M. *Metamorfoses do espaço habitado*. São Paulo: Hucitec. 1988. 124p.

TUNER, M. G. *Landscape Ecology: the effect of pattern on process*. Ann. Rev. Ecol. Syst.; 1989, 20: 171-197.

WILHELMS, C. *Babaçu – riqueza inexplorada: possibilidades para a intensificação das exportações brasileiras através da diversificação das ofertas*. Carteira do comércio exterior do Banco do Brasil S. A., 1968. p. 91.