

MAPEAMENTO DE ÁREAS POTENCIAIS DO BABAÇU (ATTALEA SPECIOSA MART. ex SPRENG) NA BACIA DO RIO COCAL, TOCANTINS

**Miriam Rodrigues da Silva¹, Osmar Abílio de Carvalho Junior¹,
Éder de Souza Martins², Danielle Mitja³,
Roberto Arnaldo Trancoso Gomes¹ & Renato Fontes Guimarães¹**

¹Universidade de Brasília – UnB / Departamento de Geografia
(miriamsibmol@gmail.com/osmarjr@unb.br/[robertogomes/
renatofg@unb.br](mailto:robertogomes@unb.br))

²Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados - Embrapa/CPAC
(eder@cpac.embrapa.br)

³Institut de Recherche pour le Développement – IRD
(Danielle.Mitja@ird.fr)

Recebido 5 de janeiro de 2009; revisado 15 de maio de 2009, aceito 22 de maio.

Resumo: Dados bióticos e abióticos foram integrados para identificar áreas de ocorrência de babaçu, tendo sido observado a ocorrência preferencial dos indivíduos em áreas de uso agrícola. O objetivo deste trabalho é identificar e caracterizar as áreas potenciais de ocorrência do babaçu, a partir da utilização de técnicas de sensoriamento remoto e de geoprocessamento na bacia do rio Cocal. A metodologia de mapeamento das áreas potenciais de babaçu apresenta as seguintes etapas: (a) confecção do mapa de uso e cobertura do solo a partir do processamento digital da imagem ASTER; (b) confecção do mapa geomorfológico a partir da análise do Modelo Digital de Terreno e dos mapas derivados; e (c) integração dos mapas de uso e cobertura do solo e geomorfologia para determinar as áreas potenciais de ocorrência de babaçu. Essa metodologia proposta para identificar áreas potenciais de ocorrência de babaçu apresenta uma alternativa rápida para se fazer uma seleção preliminar e reduzir o esforço amostral para identificação das áreas potenciais de ocorrência do babaçu. Podemos observar que 31,36% da área total da bacia são áreas potenciais de ocorrência. Os

resultados permitem dizer que o fator que mais influencia a densidade do babaçu é o tipo de manejo aplicado pelo agricultor. Dependendo do tipo de manejo a diversidade e a concentração do babaçu na bacia é eliminada ou aumentada.

Palavras chave: babaçu, sensoriamento remoto, Modelo Digital de Terreno

Abstract: Biotic and abiotic data have been integrated in order to identify areas of occurrence of the palm tree (babaçu). It was observed preferential occurrence of individuals in areas of agricultural use. This work aims at identifying the potential areas of babaçu occurrence by using remote sensing and geoprocessing techniques in the Cocal River basin. The methodology for babaçu potential areas mapping present the following steps: (a) elaboration of a vegetation map from ASTER image digital processing; (b) elaboration of a geomorphologic map from a DMT analysis of derived maps; and, (c) integration of both vegetation and geomorphologic maps in order to determine the potential areas of babaçu occurrence. This methodology optimizes time for preliminary selection and identification of babaçu potential areas. It is observed that 31,36% from the basin's total area are potential areas. The results allow us to say that the most influential factor to babaçu density is the type of management applied by the agriculturist. Depending on the type of management babaçu diversity and concentration is increased or eliminated from the basin.

Keywords: palm tree (babaçu), remote sensing, Digital Elevation Model.

INTRODUÇÃO

Babaçu é o nome comum de várias espécies do gênero *Attalea* (*A. speciosa*, *A. brasiliensis*), que ocorrem tanto na floresta Amazônica, quanto no bioma Cerrado. A espécie mais estudada no Brasil é a *Attalea speciosa* Mart. ex Spreng. com uma área de ocorrência estimada de 200.000 km² (MAY et al., 1985),

existente nos estados do Amazonas, Pará, Tocantins, Maranhão, Piauí, Ceará, Bahia, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Minas Gerais (ANDERSON et al., 1991).

O babaçu pode ocorrer isoladamente nas florestas ou em áreas abertas, sendo mais freqüentemente encontrado em áreas degradadas, principalmente, quando coloniza antigas formações florestais desmatadas (RIBEIRO e WALTER, 1998). Geralmente, o babaçu possui baixa densidade na vegetação primária (ANDERSON e MAY 1985; PETERS et al, 1989; ANDERSON et al., 1991). O processo de alteração da vegetação, seja por cultivos ou pastagens, pode tanto desencadear a eliminação total ou parcial do babaçu, como ainda, desenvolver o seu predomínio. Essas áreas abandonadas, após 30 anos pode se transformar numa formação secundária quase monoespecífica de babaçu (MITJA e FERRAZ, 2001).

O babaçu é a maior fonte mundial de óleo silvestre para uso doméstico, tendo utilização industrial. É um dos principais produtos extrativistas do Brasil, contribuindo, de maneira significativa, para a economia de alguns estados da federação (LORENZI et al., 1996). Do babaçu utilizam-se as folhas, o caule (estipe), o palmito, a polpa retirada do mesocarpo e as amêndoas para a extração do óleo (LORENZI et al., 1996; SILVA e TASSARA, 1991; BRANDÃO et al., 2002; SILVA et al., 2001). O babaçu destaca-se como umas das melhores fontes alternativas de energia renovável e vem sendo pesquisado como fonte alternativa para o biodiesel (SILVA et al., 2006; LIMA et al., 2007).

Devido à importância do babaçu para as comunidades tradicionais que o utilizam torna-se prioritário mapear a sua ocorrência, visando um planejamento

de exploração sustentável de longo prazo. Neste propósito, sucessos foram obtidos no mapeamento de áreas de babaçuais (florestas secundárias de babaçu) utilizando sensoriamento remoto (THALES, 1999; ESPÍRITO SANTO et al., 2005). No entanto, poucos estudos de mapeamento foram realizados em ambientes com menor densidade de babaçu. Nestas situações existem dificuldades em reconhecer o babaçu por estar misturado com outras espécies.

O presente trabalho possui como objetivo identificar e caracterizar as áreas potenciais de ocorrência do babaçu, a partir da utilização de técnicas de sensoriamento remoto e de geoprocessamento na bacia do rio Cocal.

MATERIAIS E MÉTODOS

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo localiza-se na bacia do rio Cocal, situada no município de Natividade no Estado do Tocantins (**Figura 1**) e possui cerca de 220 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 é formada pelo Grupo Natividade (Meso e NeoProterozóico), representada por uma seqüência metassedimentar, associação de rochas carbonáticas e siliciclásticas de origem marinha, localizada na zona externa do segmento norte da Faixa de Dobramentos Brasília (GORAYEB et al., 1984; DARDENNE e SABÓIA, 2006).

O relevo é caracterizado 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 (TOCANTINS, 2005). Os relevos que se destacam são formados por afloramentos de calcários escarpados e resultam em maciços isolados separados por um relevo aplanado.

As classes de solo predominante na área são: Latossolo Vermelho-Amarelo, Argissolo Vermelho-Amarelo, Neossolo Litólico e Plintossolo Pétrico (TOCANTINS, 2005). 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 e a vegetação predominante é o Cerrado (TOCANTINS, 2005).

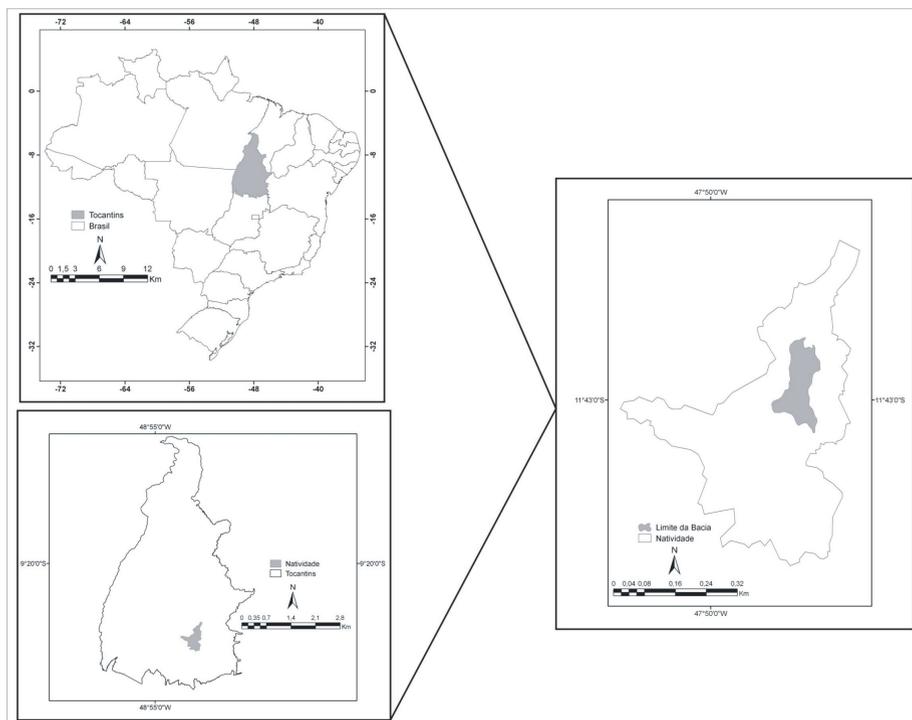


Figura 1- Localização da área de estudo.

MAPEAMENTO DAS ÁREAS POTENCIAIS DE BABAÇU

O mapeamento das áreas potenciais de babaçu apresenta as seguintes etapas: (a) confecção do mapa de uso e cobertura do solo a partir do processamento digital da imagem ASTER; (b) confecção do mapa geomorfológico a partir da análise do Modelo Digital de Terreno e dos mapas derivados; e (c) integração dos mapas de uso e cobertura do solo e geomorfologia para determinar as áreas potenciais de ocorrência de babaçu.

Confecção do mapa de uso e cobertura do solo a partir da imagem ASTER

No presente trabalho foram utilizadas as imagens multiespectrais do sensor ASTER (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer) na confecção do mapa de uso e cobertura do solo. O sensor ASTER é proveniente de um esforço cooperativo entre a NASA - Earth Observing System (EOS), o Japan's Ministry of Economy, Trade and Industry (METI) e o Earth Remote Sensing Data Analysis Center (ERSDAC). Esse sensor está sendo utilizado em análises de temperatura, emissividade, reflectância e elevação da superfície do terreno. O sensor ASTER consiste de três subsistemas: (a) visível e infravermelho próximo (VNIR – 0,5 μ m-0,9 μ m), constituído por 3 bandas espectrais com resolução de 15 metros, (b) infravermelho ondas curtas (SWIR – 1,6 μ m-2,5 μ m), com 9 bandas espectrais de resolução espacial de 30 metros e (c) infravermelho termal (TIR), com 5 bandas espectrais de resolução espacial de 90 metros (ABRAMS, 2000; FUJISADA, 1998; YAMAGUCHI et al., 1998).

As imagens VNIR utilizadas foram adquiridas já corrigidas do efeito atmosférico, correspondendo aos produtos do sensor ASTER referente à especificação AST07 (JPL, 2001; THOME et al., 1998). A correção atmosférica remove os efeitos devido às mudanças de geometria do satélite – sol e das

condições atmosféricas. As imagens são referentes do dia 28 de junho de 2002, relativo ao período de seca. A metodologia adotada para a confecção do mapa de uso e cobertura do solo da bacia do Rio Cocal apresenta as seguintes etapas: (a) pré-processamento, (b) segmentação, (c) classificação não-supervisionada, e (d) edição e geração do mapa de uso e cobertura do solo.

Na etapa de pré-processamento a resolução espacial das bandas do SWIR (30 metros) foi compatibilizada com a das bandas VNIR (15 metros) pela duplicação das linhas e colunas utilizando uma reamostragem pelo vizinho mais próximo (CARVALHO JUNIOR et al, 2005). Este procedimento permitiu a integração das nove bandas em uma única imagem. Além disso, devido à área de estudo estar contida em duas cenas ASTER, realizou-se um mosaico e um recorte conforme o limite da bacia em estudo.

No propósito de agrupar regiões contínuas e similares radiometricamente foi utilizada o método de segmentação que agrupa pixels vizinhos em regiões espacialmente contínuas considerando critérios de similaridade como níveis de cinza, contraste ou textura (VASCONCELOS e NOVO, 2004; PEKKARINEN, 2002, MOIGNE e TILTON, 1995).

O algoritmo de segmentação utilizado foi o de crescimento de regiões presente no programa SPRING. Foram utilizadas 2 bandas do VNIR e 1 do SWIR. O processo de segmentação exige a definição dos valores limitantes de similaridade e de tamanho de área. O primeiro define regiões espectralmente similares, considerando a distância euclidiana mínima, entre as médias das regiões, inferior o limiar estipulado. O valor limitante do tamanho de área representa a área mínima, em pixels, para que uma região seja individualizada. Nesse trabalho

foram utilizados os limiares de similaridade (50) e de área (50), gerando um total de 4.397 polígonos.

As classes espectrais homogêneas foram agrupadas pelo algoritmo de classificação não supervisionada ISOSEG. As classes espectrais foram superpostas às imagens e analisadas, polígono a polígono para então ser associado à classe temática de uso do solo. O critério para definir uma classe espectral como pertencente a um determinado tema de uso do solo é particularmente importante no processo de classificação, pois irá definir as classes temáticas que representarão a realidade existente no campo. Nesta fase é, então, estipulado um novo limiar, denominado de limiar de aceitação, fundamentado em probabilidade estatística. De acordo com o limiar de aceitação utilizado, haverá maior ou menor distinção de alvos na imagem. Conforme proposto por Oliveira (2005) o limiar de aceitação utilizado foi de 90%. A classificação não-supervisionada gerou um total de 55 classes que foram reduzidas para sete classes temáticas por meio da interpretação visual em tela. Nessa averiguação foram sobrepostos os polígonos da segmentação sobre a imagem de forma a aceita-los ou reclassificá-los considerando a experiência e conhecimento de campo do fotointérprete. O agrupamento dos polígonos em uma mesma classe permitiu a redução dos polígonos de 4.397 para um total de 686.

As classes obtidas foram: (a) Mata de Galeria, (b) Mata Seca, (c) Formações Savânicas (Cerrado sentido restrito, Parque Cerrado, Palmeiral e Vereda), (d) Formações Campestres (Campo Sujo, Campo Rupestre e Campo Limpo), (e) Áreas com afloramento de calcário mostrando exposição da rocha com feições pontiagudas, (f) áreas antrópicas referentes a plantio e pastagens, e (g)

Mata seca secundária. Tanto a validação do mapa de uso e cobertura do solo e as ocorrências do babaçu foram confirmadas com o trabalho de campo.

Confecção do mapa geomorfológico a partir da análise do MDT e dos atributos de terreno

No propósito de descrever espacialmente a paisagem destaca-se o emprego de dados provenientes de Modelo Digital de Terreno (MDT) e de seus atributos de terreno. Esses dados permitem inferir sobre a vegetação, pois apresentam correlação com atributos físicos condicionantes para a sua distribuição, como: solo (CHAPLOT et al., 2000, GESSLER et al., 1995; LEE et al., 1988; MOORE et al., 1993), água (QUINN, 1991; TARBOTON, 1997) e atributos geomorfológicos (BUTLER e WALSH, 1998; DIAKU e SAURER, 1999; WILSON e GALLANT, 2000).

A confecção do MDT utilizou a base cartográfica na escala 1:100.000 do Sistema Cartográfico do Tocantins contendo curvas de nível, pontos cotados e hidrografia. Esses dados foram corrigidos manualmente no programa Arcview 3.2. e posteriormente interpolados pelo módulo TOPOGRID do programa ArcInfo. Esse procedimento emprega o algoritmo desenvolvido por Hutchinson (1989) que objetiva criar um MDT mais acurado no aspecto hidrológico. O algoritmo foi elaborado para produzir um MDT que contenha as propriedades das drenagens e a os dados de direção de fluxo. O procedimento conjuga tanto o esforço de manter as características hidrográficas, a remoção de dados espúrios relativos a pontos de depressões ou de elevações e uma técnica de interpolação por diferenças finitas (HUTCHINSON, 1989). O MDT foi gerado com uma resolução espacial de 20 metros. A partir do MDT foram gerados os seguintes

atributos do terreno: declividade, área de contribuição e índice topográfico.

A delimitação das unidades de relevo foi realizada manualmente por interpretação visual das informações morfométricas. Técnicas de processamento digital de imagens morfométricas como composição colorida e manipulação de contrastes permitem realçar as feições e os padrões do relevo, favorecendo a posterior análise visual das unidades. Essa metodologia foi utilizada em vários trabalhos no Brasil Central tanto para a compartimentação geomorfológica, como também, para o mapeamento pedológico (CARVALHO JUNIOR et al., 2001; HERMUCHE et al., 2002).

Confecção do mapa potencial de ocorrência de babaçu

No mapeamento de tipos de vegetação tem sido amplamente utilizado a integração de informações ambientais provenientes do MDT conciliado com a descrição do dossel da vegetação e uso da terra extraído por sensoriamento remoto (USTIN et al. 1996, ZOMER et al., 2002; BIAN e WASH, 1993).

A determinação do habitat do babaçu é resultante de uma complexa interação de condições atuais e históricas provenientes de fatores naturais (tipos de vegetação e condições ambientais) e humanos. Deve-se também considerar, que no bioma Cerrado mesmo às paisagens marcadas por impactos humanos sofrem influência dos fatores ambientais e topográficos (COSTA et al., 2002).

A metodologia adotada para a determinação das áreas potenciais de babaçu considerou as localidades identificadas no campo com sua presença tanto nas classes do mapa de uso e cobertura do solo como do mapa geomorfológico. Desta forma, foi estabelecido um arquivo regra para o cruzamento das informações de forma a individualizar as áreas potenciais.

RESULTADOS

MAPA DE USO E COBERTURA DO SOLO

O processamento digital da imagem ASTER permitiu individualizar as principais classes de vegetação e a área com uso antrópico. O mapa de uso e cobertura do solo apresenta uma predominância da cobertura vegetal natural na bacia do rio Cocal (**Figura 2**). Dentre as áreas naturais as formações campestres são as classes mais representativa, seguida pelas formações savânicas, Mata de Galeria e Mata Seca, que juntas representam 62,56% de área preservada (**Tabela 1**). A área potencial de babaçu foi definida no campo.

No entanto, observa-se que a influência antrópica é crescente sobre os recursos naturais na área de estudo. A área antropizada: Mata Seca secundária, pastagem ou uso agrícola, corresponde a 37,44% da área da bacia.

Na bacia a vegetação primária está representada pelas formações campestres, formações savânicas e florestais. As formações campestres estão localizadas em ambientes de relevo forte ondulado a ondulado, nas encostas, serras e colinas. As áreas de Campo Limpo estão caracterizadas pela presença de um estrato herbáceo com pouquíssimos arbustos e subarbustos. O Campo Sujo apresenta áreas com arbustos e subarbustos espaçados. O Campo Rupestre é composto por afloramentos de rocha, com arbustos e subarbustos pouco desenvolvidos.

As formações savânicas estão em áreas de relevo plano a forte ondulado, caracterizada pela presença de um estrato herbáceo com árvores e arbustos baixos, tortuosos e com ramificações irregulares.

A Mata de Galeria está localizada nas áreas mais planas e nas margens dos

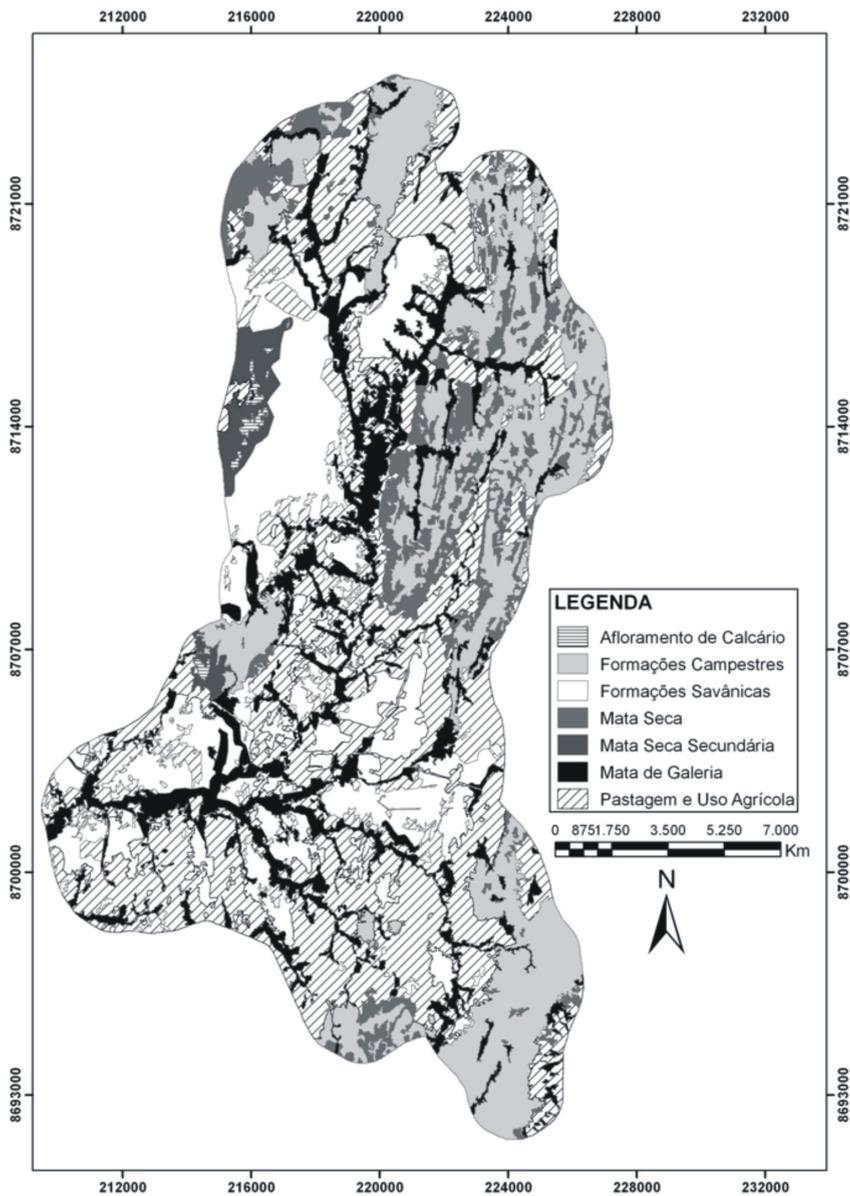


Figura 2 - Mapa de classificação do uso e cobertura do solo da bacia do Rio Cocal.

Tabela 1- Áreas das classes de uso e cobertura do solo.

	Classe	Área/ hectares	%	Área Potencial do Babaçu
Áreas Naturais	Mata de Galeria	5.035.080	15,04	sim
	Mata Seca	2.327.961	6,95	não
	Formações Savânicas	6.355.740	18,98	não
	Formações Campestres	7.135.708	21,31	não
	Afloramento de Calcário	93,707	0,28	não
Áreas Antrópicas	Mata Seca Secundária	622.64	1,86	sim
	Área de Uso	11.912.548	35,58	sim
	Área total das Classes	33.482.784	100	

pequenos cursos de água. Apresenta faixas estreitas com altura média das árvores variando de 15 a 25 metros. Uma das espécies primárias presentes nesta fitofisionomia é a *Attalea speciosa* Mart. ex Spreng (babaçu). A Mata Seca está distribuída em locais de relevo suave ondulado a ondulado, nas encostas e está associada às rochas calcárias. Na bacia existem muitas áreas com Mata Seca mista nos divisores.

A vegetação de influencia antrópica é dividida em: Mata Seca secundária, capoeiras, roças e pastagens. As áreas de Mata Seca secundária estão em locais de relevo suave ondulado, e apresentam espécies florestais e babaçu. As capoeiras estão nas áreas mais planas e próximas dos cursos de água, apresentam espécies de Mata de Galeria e babaçu. As roças apresentam uma diversificada

variedade de cultivos como arroz, banana, abóbora, milho, feijão e mandioca. E as pastagens na bacia são na maioria degradadas e possuem pés de babaçu altos.

MAPA GEOMORFOLÓGICO

O MDT e os atributos morfométricos (declividade, área de contribuição e índice topográfico) gerados para a delimitação das unidades geomorfológicas (**Figura 3, 4, 5, 6, 7 e 8**). A partir da integração e interpretação visual dos dados morfométricos conjugado com trabalho de campo foi possível delimitar seis unidades de relevo: Serras, Colinas, Patamares Cársticos, Patamares Silicáticos e Afloramentos de Calcários (**Figura 7**).

As Serras representam os relevos marcados por lineamentos de falhas e de dobras. Os lineamentos mais importantes apresentam direção NS. As falhas transbrasilianas (geralmente N10E) marcam a geomorfologia regional pela formação de serras lineares muito alongadas e de amplitudes elevadas devido à formação de veios de quartzo e de silicificação extensiva. Estas falhas direcionais mostram reativação com movimento normal em escarpas marcadas por organização vertical de estrias e veios de quartzo em ambientes rúpteis. O padrão de dobramento dominante é formado por isoclinais com eixos próximos da vertical, mostrando flancos com direções em torno de NS e mergulhos elevados. As Serras ocorrem nas porções leste da bacia e mostram amplitudes que variam de 410 metros. As classes de solos típicas são formadas por Neossolo Litólico, Cambissolo e Argissolo.

As Colinas são superfícies com processos erosivos controlados por fraturamentos e pela presença de veios de quartzo a partir de relevos derivados

de Serras ou de Patamares. Extensos pavimentos formados por seixos de quartzo de diversos tamanhos cobrem a superfície das Colinas. As Colinas apresentam amplitudes variando de 308 até 510 m. As rochas que ocorrem nesta unidade são compostas por materiais metapsamopelíticas e gnaisses. A classe de solo Cambissolo epi-cascalhento é a mais típica. Ocorrem Colinas resultantes da dissecação diferencial dos relevos residuais anteriores à Superfície Velha e também como a dissecação desta.

Os Patamares representam a superfície de aplainamento Velha na região, escalonada em degraus aplainados. Ocorrem na forma de Patamares Cársticos e Silicáticos. No interior dos patamares ocorrem relevos residuais na forma de morros, serras e colinas.

Os Patamares Cársticos são representados por relevos com residuais de calcário em contato abrupto, a partir de escarpas verticais, com depressão cárstica, formada por depósitos argilosos latossolizados. A transição entre patamares é marcada pela ocorrência de bordas destas superfícies enriquecidas em fragmentos de quartzo arestados e petroplintitas com grãos pequenos a médios (entre 2 mm e 2 cm de diâmetro). Ocorrem como divisores de bacia, formados por Latossolos e Cambissolos, em áreas cársticas e silicáticas.

Os Patamares Silicáticos são representados por relevos com residuais derivados de rochas silicáticas com a mesma origem dos Patamares Cársticos.

Os Afloramentos de Calcários são escarpados. Resultam em maciços isolados na paisagem e são separados por um relevo aplainado. O controle regional relaciona-se com os padrões do Alto Tocantins, com processos de dissecação

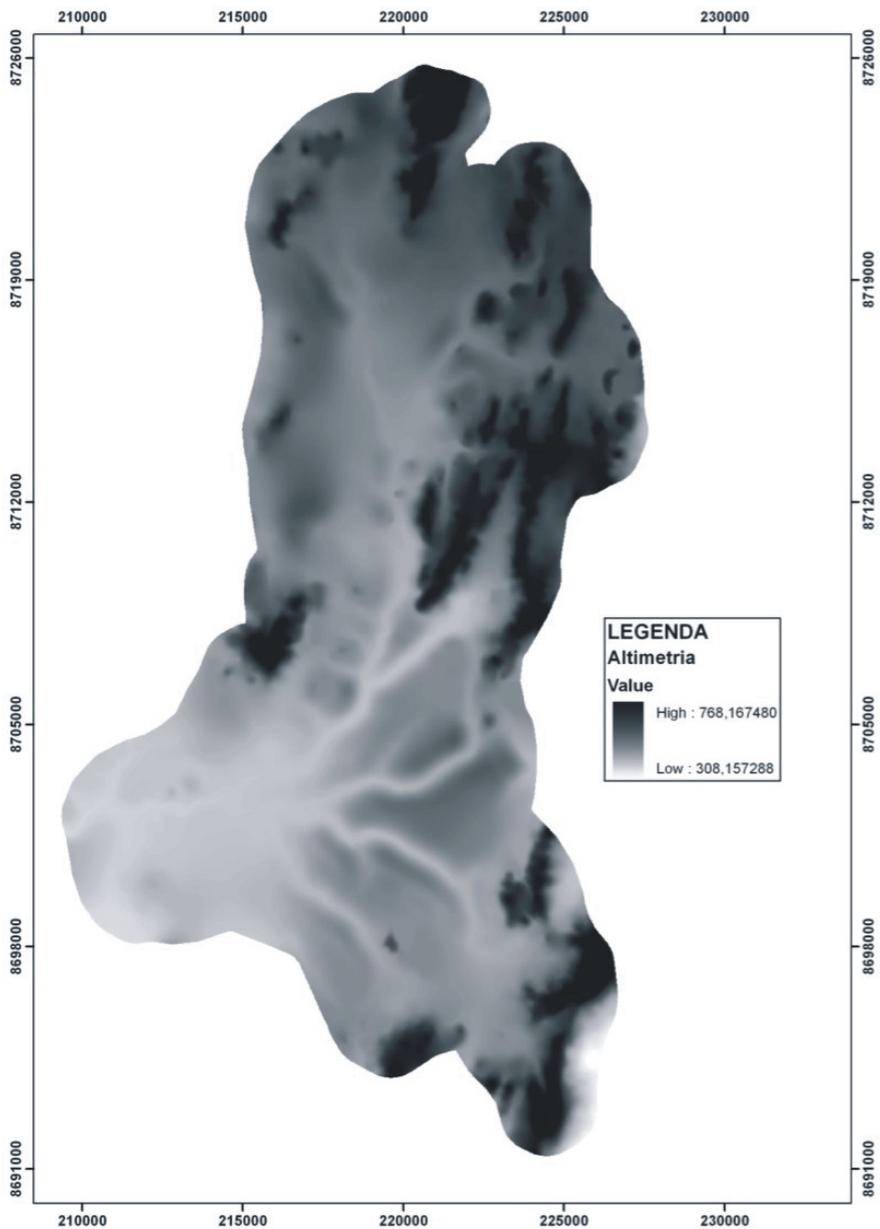


Figura 3 - MDT da bacia do Rio Cocal.

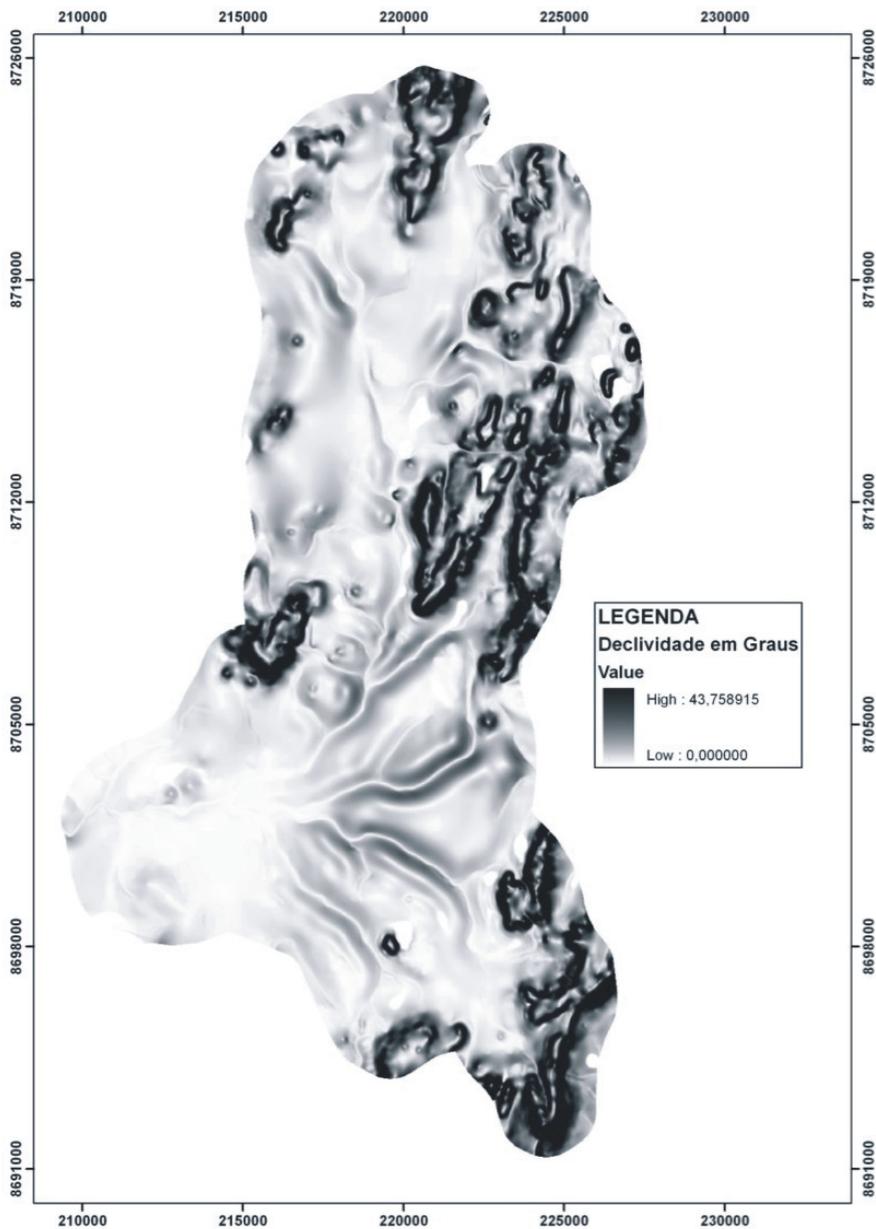


Figura 4 - Mapa de declividade da bacia do Rio Cocal.

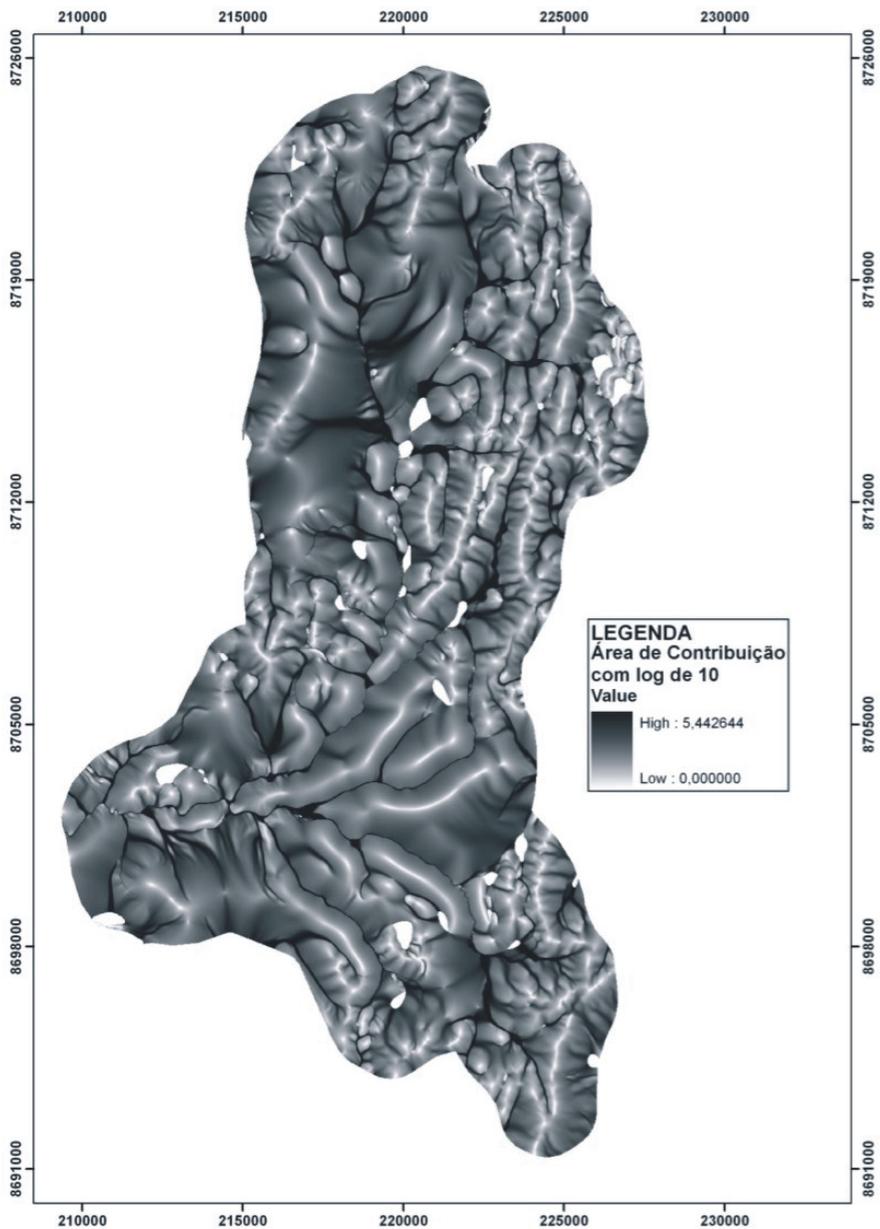


Figura 5 - Mapa de área de contribuição da bacia do Rio Cocal.

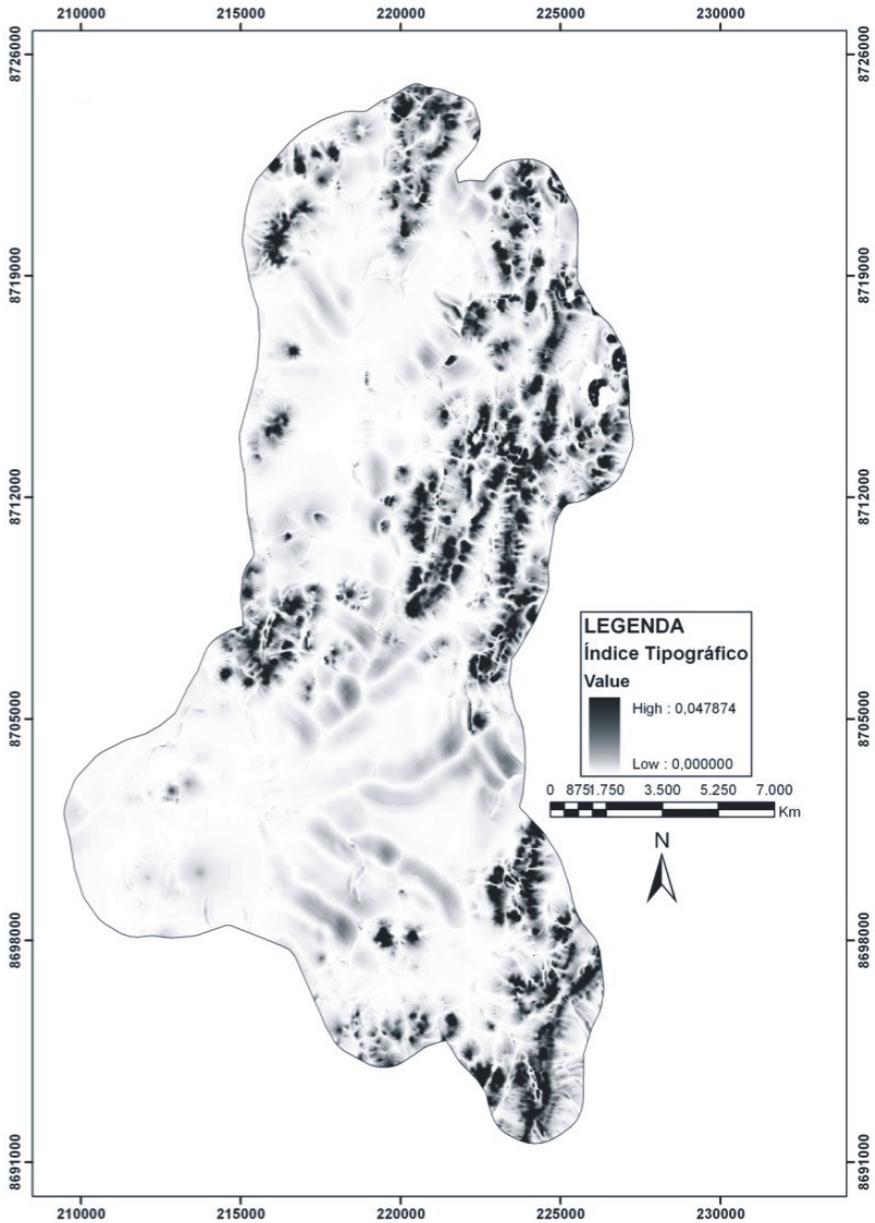


Figura 6 - Mapa do índice topográfico da bacia do Rio Cocal.

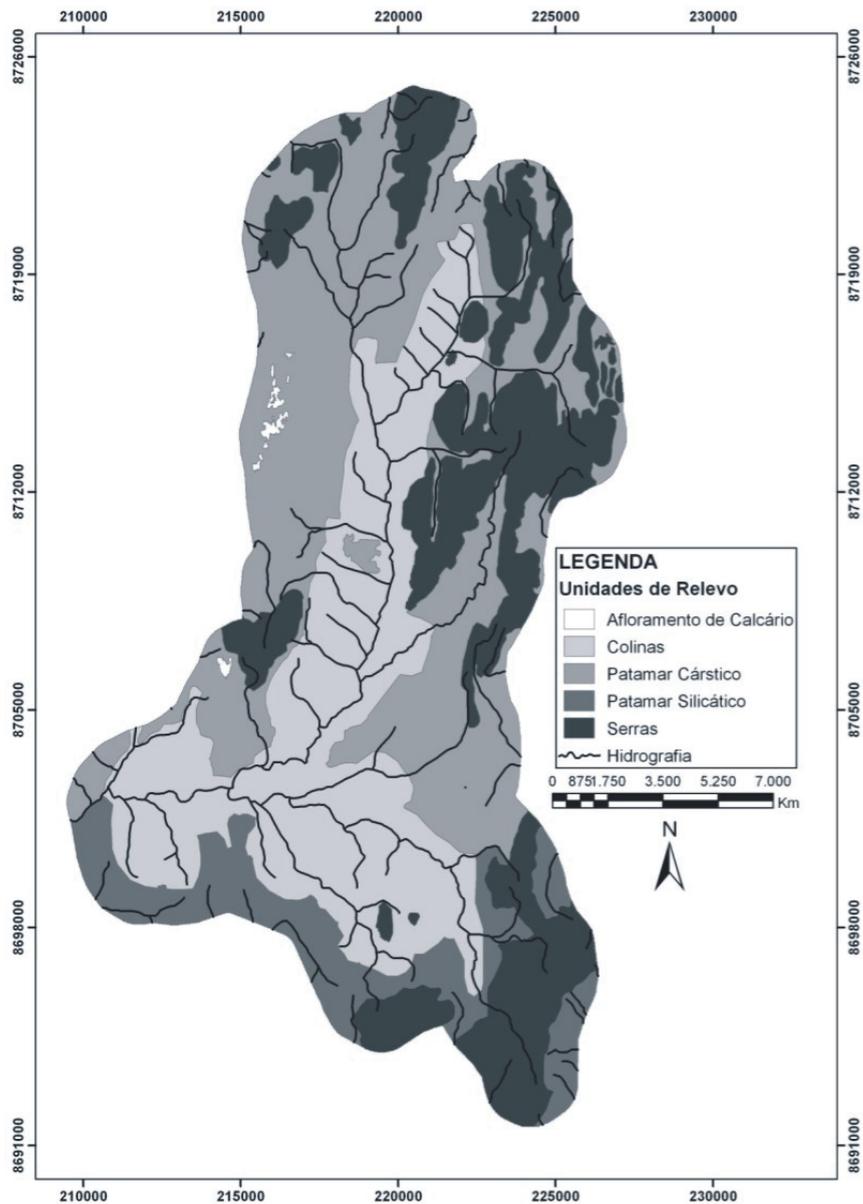


Figura 5 - Mapa de unidades de relevo da bacia do Rio Cocal.

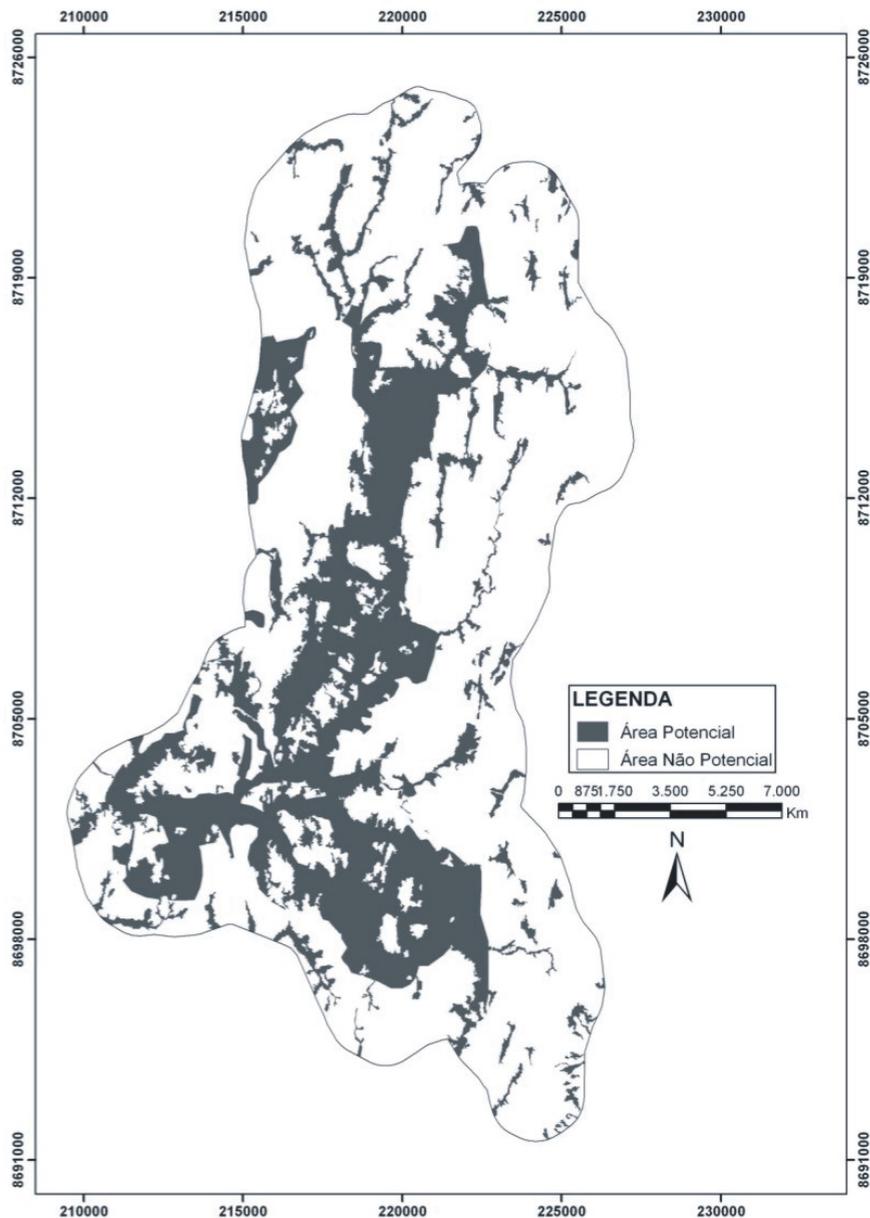


Figura 6 - Mapa de áreas potenciais para ocorrência do babaçu da bacia do Rio Cocal.

de planalto.

Na porção sudeste da bacia observa-se um padrão de dissecação do Patamar Silicático desenvolvido sobre o saprólito de rochas psamo-pelíticas, formando morros com densidade de drenagem superficial muito elevada.

A **Tabela 2** demonstra a área, porcentagem real e o potencial para a ocorrência do babaçu de cada unidade, sendo que esse potencial foi definido no campo. Na área de estudo ocorre uma predominância do Patamar Cárstico, seguido pelas Colinas concentradas mais no centro, pelas Serras a leste, pelo Patamar Silicático ao sul, e em último pelos Afloramentos de Calcários a oeste.

ÁREAS POTENCIAIS PARA A OCORRÊNCIA DO BABAÇU

O cruzamento das informações permitiu mapear as áreas potenciais (**Figura 8**) da bacia utilizando a seguinte equação:

$$Ap = mg + mss + (col) \cdot uso$$

Onde “ap” é a área potencial, “mg” é a Mata de Galeria, “mss” é a Mata Seca secundária, “col” é a colina, e “uso” são as áreas de pastagens e roças.

A metodologia adotada demonstra que 31,36% da área total da bacia têm probabilidade de ocorrência da espécie. A presença do babaçu foi confirmada na área potencial através do trabalho de campo.

No campo observou-se a presença de babaçu no Patamar Cárstico. Porém, os ambientes onde a espécie foi encontrada estavam ligados a rede de drenagem e ao uso antrópico, o que explica o babaçu nessas áreas. A diferença da quantidade de babaçu encontrada pode ser explicada pelo grau de abandono das áreas antropizadas e pelo tipo de manejo do agricultor.

Tabela 2 - Unidades de relevo.

Unidade de Relevo	Área /hectares	%	Área potencial do Babaçu
Serras	8.336.329	24,97	não
Colinas	9.816.877	29,4	sim
Patamar Cárstico	11.825.620	35,41	sim
Patamar Silicático	3.320.470	9,94	sim
Afloramento de calcário	92.514	0,28	não

Nos ambientes de colinas observou-se um fator importante que contribuiu para a densidade do babaçu, que é a densidade de drenagem. Nos locais onde a densidade de drenagem é maior, a ocorrência e densidade da espécie também é maior. Nos locais onde existiam a Mata de Galeria e a densidade de drenagem é baixa, percebeu-se a diminuição da densidade de babaçu.

A distribuição do babaçu nas áreas antropizadas apresenta um comportamento extremamente variável. Os agricultores utilizam o fogo e ferramentas rudimentares para a derrubada e limpeza do terreno. Nesse sistema o babaçu pode ser totalmente eliminado ou parcialmente, como ainda, desenvolver o seu predomínio nestas áreas. Desta forma, os vários tipos de manejo alteraram a diversidade e a concentração do babaçu na bacia. Como a área da bacia é de ocupação antiga, não se tem um levantamento histórico de uso da área.

As maiores concentrações de babaçu se encontram em pequenas propriedades e áreas de capoeira. Para os pequenos proprietários, o babaçu

possui grande importância econômica, principalmente, porque a sua exploração ocorre no período de entre safra das principais culturas agrícolas, o que permite a manutenção das famílias. Desta forma, é sempre possível ver o babaçu nas roças de arroz, feijão, milho, mandioca e banana. Nas capoeiras (floresta secundária), áreas abandonadas pelos agricultores, apresentam atualmente uma alta quantidade de indivíduos de babaçus.

Nas áreas de pecuária as palmeiras são cortadas deixando apenas alguns indivíduos para fazer sombra para o gado. Há ainda um corte excessivo visando à erradicação das pindoveiras (palmeiras em seu primeiro ciclo de desenvolvimento) que constituem praga para as pastagens. Além disso, os produtores rurais ainda eliminam o babaçu quando cria pequenas represas, a espécie parece não suportar terrenos alagados.

CONCLUSÕES

A metodologia proposta para identificar áreas potenciais de ocorrência de babaçu apresenta uma alternativa rápida para se fazer uma seleção preliminar e reduzir o esforço amostral para identificação das áreas potenciais de ocorrência do babaçu. Podemos observar que 31,36% da área total da bacia são áreas potenciais de ocorrência.

Essa metodologia permitiu caracterizar as áreas potenciais, sendo estas áreas representadas pelas Matas de Galeria, Mata Seca secundária, Colinas e áreas de pastagens e roças. Os resultados permitem dizer que o fator que mais influencia a densidade do babaçu é o tipo de manejo aplicado pelo agricultor. Dependendo do tipo de manejo a diversidade e a concentração do babaçu na bacia é eliminada ou aumentada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRAMS M. (2000). The Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer (ASTER): data products for the high spatial resolution imager on NASA's Terra platform. *International Journal of Remote Sensing*, 21(5): 847 – 859.
- ANDERSON, A.B.; MAY, P.H. & BALICK, M.J. (1991). *The subsidy from nature: palm forests, peasantry and development on Amazonian frontier*. Nova York: Columbia University Press, 230 p.
- ANDERSON, A. & MAY, P.A. (1985). Palmeira de muitas vidas. *Ciência Hoje*, 4 (20): 58-64.
- BIAN, L. & WALSH, S.J. (1993). Scale Dependencies of Vegetation and Topography in a Mountainous Environment of Montana. *The Professional Geographer*, 45 (1): 1 – 11.
- BRANDÇÃO, M.; LACA-BUENDIA, J.P. & MACEDO, J.F. (2002). *Árvores nativas e exóticas do estado de Minas Gerais*. Belo Horizonte: EPAMIG, 528 p.
- BULTER D.R. & WALSH S.J. (1998). The application of remote sensing and geographic information systems in the study of geomorphology. *Geomorphology*, 21: 179–349.
- CARVALHO JUNIOR, O.A.; GUIMARÃES, R.F.; MARTINS, E.S.; CARVALHO, A.P.F. & GOMES, R.A.T. (2005). Aplicação do método de identificação espectral para imagens do sensor ASTER em ambiente de cerrado. *Revista Brasileira de Geofísica*, 23: 159-172.
- CARVALHO JÚNIOR, O.A.; MARTINS, E.S.; GUIMARÃES, R.F. & CARVALHO, A.P.F. (2001). Compartimentação Geomorfológica do Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros Baseada em Técnicas de Geoprocessamento. *Boletim de Pesquisa da Embrapa Cerrados*, 34: 1-20.
- CHAPLOT, V., WALTER, C. & CURMI, P. (2000). Improving soil hydromorphy prediction according to DEM resolution and available pedological data. *Geoderma*, 97: 405–

422.

- COSTA, J.S.; CARVALHO JÚNIOR O.A.; MARTINS, E.S; MADEIRA NETTO J.S. & GUIMARÃES R.F. (2002). Análise Espacial da Agricultura Familiar Conforme os Fatores Geomorfológicos nos Municípios de Silvânia e Passa Quatro - GO. *Espaço & Geografia*, 5 (1): 17-32.
- DARDENNE, M.A. & SABOIA, A.M. (2006). Litoestratigrafia do Grupo Natividade na Região de Natividade-Pindorama, sudeste do Estado do Tocantins. In: Simpósio de Geologia da Amazônia, 9., Belém. *Anais*. Belém: Sociedade Brasileira de Geologia.
- DIKAU, R. & SAURER, H. (1999). *GIS for Earth Surface Systems: analysis and modelling of the natural environment*. Berlin: Gebrüder Borntraeger, 197p.
- ESPIRITO SANTO, F.D.B. & SHIMABUKURO, Y.E. (2005). Validação do mapeamento de uma área de floresta tropical com o uso de imagens de vidiografia aérea e dados de levantamento de campo. *Revista Árvore*, 29 (2): 277-239.
- FUJISADA, H.; SAKUMA, F.; ONO, A. & KUDOH, M. (1998). Design and preflight performance of ASTER instrument protoflight model. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 36(4): 1152-1160.
- GESSLER, P.E., MOORE, A.W., MCKENZIE, N.J. & RYAN, P.J. (1995). Soil-landscape modelling and spatial prediction of soil attributes. *International Journal of Geographical Information Systems*, 9: 421-432.
- GORAYEB, P.S.S. de; COSTA, J.B.S; LEMOS, R.L.; BEMERGUY, R.L.; GAMA JUNIOR. T. & KOTSCHUBEY, B. (1984). *Projeto Natividade-Almas*. Belém: Conv. CVRD/UFPA. (relatório inédito).
- HERMUCHE, P.M.; GUIMARÃES, R.F.; CARVALHO, A.P.F.; MARTINS, E.S.; FUCKS, S.D. & CARVALHO JUNIOR, O.A.; SANTOS, N.B.F. & REATTO, A. (2002). Morfometria como Suporte para Elaboração de Mapas Pedológicos: I. Bacias Hidrográficas Assimétricas. *Documentos - Embrapa Cerrados*, 68:1-25.

- HUTCHINSON, M.F. (1989). A new procedure for gridding elevation and stream line data with automatic removal of spurious pits. *Journal of Hydrology*, 106: 211-232.
- JET PROPULSION LABORATORY (JPL). (2001). ASTER higher-level product user guide, JPLD-20062, 80p.
- LEE, K.-S., LEE, G.B. & TYLER, E.J. (1988). Thematic Mapper and digital elevation modeling of soil characteristics in hilly terrain. *Soil Science Society of America Journal*, 52: 1104-1107.
- LIMA, J.R.O.; SILVA, R.B.; SILVA, C.C.M.; SANTOS, L.S.S.; SANTOS JUNIOR, J.R.; MOURA, E.M. & MOURA, C.V.R. (2007). Biodiesel de babaçu (*Orbignya sp.*) obtido por via etanólica. *Química Nova*, 30(3): 600-603.
- LORENZI, H.; SOUZA, H.M., de; MEDEIROS-COSTA, J.T. de; CERQUEIRA, L.S.C. de & BEHR, N. von. (1996). *Palmeiras no Brasil: nativas e exóticas*. Nova Odessa: Plantarum, 303p.
- MAY, P.H.; ANDERSON, A.B.; FRAZÃO, J.M.F. & BALICK, M.J. (1985). Babassu palm in the agroforestry systems in Brazil's Mid-North region. *Agroforestry Systems*, 3: 275-295.
- MITJA, D. & FERRAZ, I.D.K. (2001). Establishment of Babassu in pastures in Pará, Brazil. *Palms*, 45 (3): 138-147.
- MOIGNE, J.L.; TILTON, J.C. (1995). Refining image segmentation by integration of edge and region data. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*. 33(3): 605-615.
- MOORE, I.D., GESSLER, P.E., NIELSEN, G.A., PETERSEN, G.A. (1993). Soil attribute prediction using terrain analysis. *Soil Science Society of America Journal*, 57: 443-452.
- OLIVEIRA, G.I.M. (2005). *Geoprocessamento aplicado a estudos de proteção de aquíferos na Área de Proteção Ambiental de Cafuringa, Distrito Federal*. 87 f.

Dissertação (Mestrado em processamento de dados em geologia e análise ambiental)
- Universidade de Brasília, Brasília.

PEKKARINEN, A.A. (2002). method for the segmentation of very high spatial resolution images of forested landscapes. *International Journal of Remote Sensing*, 23(14): 2817-2836.

PETERS, C.; BALICK, M.J.; KAHN, F. & ANDERSON, A. (1989). Oligarchic florests od economic plants in Amazonia: Utilization and conservation of an important tropical resource. *Conservation Biology*, 3(4): 342 – 349.

QUINN, P.; BEVEN, K.; CHEVALLIER, P. & PLANCHON, O. (1991). The prediction of hillslope flow paths for distributed hydrological modeling using digital terrain models. *Hydrological Processes*, 5: 59-80.

RIBEIRO, J.F. & WALTER, R.M.T. (1998). Fitofisionomia do Bioma Cerrado. In: SANO, S.M.; ALMEIDA, S.P. de (Eds.). *Cerrado: ambiente e flora*. Planaltina: EMBRAPA-CPAC. p. 89-166.

SILVA, D.B. da; SILVA, J.A. da; JUNQUEIRA, N.T.V. & ANDRADE, L.R.M. de. (2001). *Frutas do Cerrado*. Planaltina: Embrapa Cerrados; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 179 p.

SILVA, S. & TASSARA, H. (1991). *Frutas no Brasil*. São Paulo: Empresa das Artes, 230p.

TARBOTON, D.G. (1997). A new method for the determination of flow directions and contributing areas in grid Digital Elevation Models. *Water Resources Research*, 33(2): 309-319.

THALES, M. C. (1999). *Imagem fração sombra na caracterização e mapeamento de babaçu (Attalea speciosa Mart. Ex Spreng) em áreas de floresta*. 144 f. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos.

THOME, K.; ARAI, K.; HOOK, S.; KIEFFER, H.; LANG H.; MATSUNAGA, T.; ONO, A.;

- PALLUCONI, F.; SAKUMA, H.; SLATER, P.; TAKASHIMA, T.; TONOOKA, H.; TSUCHIDA, S.; WELCH, R. M. & ZALEWSKI E. (1998). ASTER preflight and insight calibration and the validation of level 2 products. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 36(4): 1161-1172.
- TOCANTINS. Secretaria do Planejamento e Meio Ambiente. Diretoria de Zoneamento Ecológico-econômico. (2005). *Atlas do Tocantins: subsídios ao planejamento da gestão territorial*. Palmas: SEPLAN, 54p.
- USTIN, S.L.; HART, Q.J.; DUAN, L. & SCHEER, G. (1996). Vegetation mapping on hardwood rangelands in California. *International Journal of Remote Sensing*, 17: 3015-3036
- VASCONCELOS, C.H.; NOVO, E.M.L.M. (2004). Mapeamento do uso e cobertura da terra a partir da segmentação e classificação de imagens fração solo, sombra e vegetação derivadas do modelo linear de mistura aplicado a dados do sensor TM/Landsat5, na região do reservatório de Tucuruí-PA. *Acta Amazônica*, 34: 487-493.
- WILSON J.P. & GALLANT J.C. (2000). *Terrain Analysis: Principles and Applications*. New York: John Wiley and Sons. 479 p.
- YAMAGUCHI, Y.; KAHLE, A. B.; TSU, H.; KAWAKAMI, T. & PNIEL, M. (1998). Overview of Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer (ASTER). *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 36 (4):1062-1071.
- ZOMER; R.; USTIN; S.; IVES J. (2002). Using satellite remote sensing for DEM extraction in complex mountainous terrain: landscape analysis of the Makalu Barun National Park of eastern Nepal. *International Journal of Remote Sensing*, 23(1): 125 – 143.