



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA
LABORATÓRIO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÕES ESPACIAIS

**DISTRIBUIÇÃO DO BABAÇU E SUA RELAÇÃO COM OS FATORES
GEOAMBIENTAIS NA BACIA DO RIO COCAL, ESTADO DO
TOCANTINS**

MIRIAM RODRIGUES DA SILVA

ORIENTADOR: PROF. DR. OSMAR ABÍLIO DE CARVALHO JÚNIOR
CO-ORIENTADOR: DR. ÉDER DE SOUZA MARTINS

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

BRASÍLIA
ABRIL/2008

MIRIAM RODRIGUES DA SILVA

**DISTRIBUIÇÃO DO BABAÇU E SUA RELAÇÃO COM OS FATORES
GEOAMBIENTAIS NA BACIA DO RIO COCAL, ESTADO DO
TOCANTINS**

Dissertação de Mestrado submetida ao Departamento de Geografia da Universidade de Brasília, como parte dos requisitos necessários à obtenção do Grau de Mestre em Geografia, área de concentração Gestão Ambiental e Territorial e linha de pesquisa “Geoprocessamento para a Gestão Territorial e Ambiental”, opção Acadêmica.

ORIENTADOR: PROF. DR. OSMAR ABÍLIO DE CARVALHO JÚNIOR
CO-ORIENTADOR: DR. ÉDER DE SOUZA MARTINS

BRASÍLIA
ABRIL/2008

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA
LABORATÓRIO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÕES ESPACIAIS

**DISTRIBUIÇÃO DO BABAÇU E SUA RELAÇÃO COM OS FATORES
GEOAMBIENTAIS NA BACIA DO RIO COCAL, ESTADO DO
TOCANTINS**

MIRIAM RODRIGUES DA SILVA

Dissertação de Mestrado aprovada pela Banca Examinadora, constituída por:

Prof. Dr. Osmar Abílio de Carvalho Júnior - Universidade de Brasília
(Orientador)

Prof^a. Dr^a. Tatiana Mora Kuplich – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
(Examinadora Externa)

Dr^a. – Danielle Mitja – Institut de Recherche pour lê Développement
(Examinadora Externa)

Dr. Éder de Souza Martins - EMBRAPA Cerrados
(Co-Orientador/Suplente)

Brasília, 28 de abril de 2008.

FICHA CATALOGRÁFICA

SILVA, MIRIAM RODRIGUES DA

Distribuição do babaçu e sua relação com os fatores geoambientais na bacia do Rio Cocal, Estado do Tocantins, 91 p., 297 mm, (UnB-IH-GEA-LSIE, Mestrado, Gestão Ambiental e Territorial, 2008).

Dissertação de Mestrado – Universidade de Brasília. Departamento de Geografia.

- | | |
|------------------------------|-------------------------|
| 1. Babaçu | 2. Sensoriamento Remoto |
| 3. Modelo Digital de Terreno | 4. Análise Multivariada |
| I. UnB-IH-GEA-LSIE | II. Título (série) |

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

SILVA, Miriam Rodrigues da. **Distribuição do babaçu e sua relação com os fatores geoambientais na bacia do Rio Cocal, Estado do Tocantins.** (Dissertação de Mestrado), Curso de Pós-graduação em Geografia, Universidade de Brasília, 2008. 91 f.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Miriam Rodrigues da Silva.

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: “Distribuição do babaçu e sua relação com os fatores geoambientais na bacia do Rio Cocal, Estado do Tocantins”.

GRAU/ANO: Mestre/2008.

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação e emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. A autora reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem a autorização por escrito da autora.

Miriam Rodrigues da Silva

Dedico este trabalho a meus pais, irmãos e
sobrinhos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por me acompanhar em todos os momentos difíceis e felizes da minha vida.

Ao meu pai Jorge, minha mãe Maria, meus irmãos Elias, Matusalém, Samoel, Daniel, David, Paulo e Raquel que sempre me apoiaram e me auxiliaram em todas as fases da minha vida. Aos meus sobrinhos Verônica, Marlon, Paulinha, Samara, Thiago, Paulo Filho, Ana Clara, Débora, Giovanna, Gabriel e Danielle esperança de futuro e razão da minha vida.

Aos professores Osmar Abílio de Carvalho Júnior e Éder de Souza Martins, pela colaboração na orientação, sugestões, conhecimentos transmitidos e confiança em mim depositada.

Aos professores Renato Fontes Guimarães e Roberto Arnaldo Trancoso Gomes pelas sugestões e incentivo.

Ao IRD pelo financiamento e ajuda de custo no trabalho de campo.

As comunidades Sobradinho e Redenção e ao Projeto de Assentamento Jacubinha.

A equipe de campo Therry Becquer, Wellington dos Santos Cardoso, Manoel Ricardo Albuquerque Filho e em especial ao colega do mestrado Ângelo Valverde da Silva.

A Dr^a Danielle Mitja pelas críticas, sugestões e orientações.

A todos os colaboradores que participam do projeto “Distribuição do babaçu na paisagem: planta espontânea, invasora e útil.

Ao pesquisador da Embrapa Cerrados Homero Chaib Filho pela colaboração para a realização da análise fatorial múltipla.

Aos colegas de mestrado Marcus Fábio, Maria Elisabete, Clarisse Lacerda, Kelly Resende, Daniel Loebmann, Elaine Cristina e em especial ao amigo Sandro Nunes de Oliveira pela boa convivência, amizade e pelas discussões.

A todos os colegas do LSIE Verônica, Antônio Felipe, Vinicius, Otacílio, Arthur, Robson, Wátilla, Thiago, Pascoal, Aline Menke, Pedro, Carol, Fernanda, Frederico e Leonardo Figueiredo.

Ao corpo docente da Pós-Graduação em Geografia da UnB.

Aos amigos e colegas da Embrapa Cerrados Thaise Sussane, Edson Sano, Heleno Bezerra da Silva, Elaine Marra e Fernando Macena.

Aos integrantes do projeto “CMBBC” Cristina, Renata, Ana Paula, Claudia, Karen e Chico.

Ao Dr. Felipe Ribeiro que durante a graduação me encaminhou na iniciação científica e me orientou na monografia de conclusão do curso e a Dr^a Fabiana de Góis Aquino pelas sugestões, conversas e pela amizade.

Aos todos os amigos e parentes pela compreensão, carinho, amizade e por compreenderem minha ausência.

Enfim, a todos os amigos e colegas que de alguma forma contribuíram para a elaboração deste trabalho.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	10
ÍNDICE DE TABELAS	12
LISTA DE ABREVIATURAS	13
RESUMO	15
ABSTRACT	16
CAPÍTULO I	17
INTRODUÇÃO	17
1.1. O BABAÇU	17
1.2. MAPEAMENTO DE ÁREAS COM BABAÇU	22
1.3. UNIDADE DE PAISAGEM E SUA POTENCIALIDADE NO MAPEAMENTO DO BABAÇU	22
1.4. OBJETIVO	24
CAPÍTULO II	25
ÁREA DE ESTUDO	25
2.1. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	25
2.2. ASPECTOS FÍSICOS E BIÓTICOS	25
2.3. OCUPAÇÃO E HISTÓRICO DA BACIA	27
CAPÍTULO III	29
MATERIAIS E MÉTODOS	29
3.1. MAPEAMENTO DAS ÁREAS POTENCIAIS DE BABAÇU	29
3.1.1. <i>Confecção do mapa de vegetação a partir da imagem ASTER</i>	30
3.1.2. <i>Confecção do mapa geomorfológico a partir da análise do MDT e dos atributos de terreno</i>	35
3.1.3. <i>Confecção do mapa potencial de ocorrência de babaçu</i>	36
3.2. CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS POTENCIAIS DE OCORRÊNCIA DE BABAÇU	36
3.2.1. <i>Levantamento do babaçu e das variáveis ambientais</i>	36
3.2.2. <i>Análise multivariada</i>	39

CAPÍTULO IV	40
RESULTADOS E DISCUSSÕES	40
4.1. RESULTADOS DO MAPEAMENTO POTENCIAL DAS ÁREAS DE OCORRÊNCIA DE BABAÇU	40
4.1.1. <i>Mapa de vegetação</i>	40
4.1.2. <i>Mapa geomorfológico</i>	43
4.1.3. <i>Áreas potenciais para a ocorrência do babaçu</i>	46
4.2. RESULTADOS PROVENIENTES DA CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS DE OCORRÊNCIA DE BABAÇU	49
4.2.1. <i>Resultado do levantamento do babaçu e das variáveis ambientais</i>	49
4.2.2. <i>Densidade de babaçu</i>	50
4.2.3. <i>Alturas dos fustes</i>	52
4.2.4. <i>Densidade de infrutescências</i>	53
4.3. ANÁLISE FATORIAL MÚLTIPLA	54
CAPITULO V	67
CONCLUSÕES	67
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	68
ANEXOS	77

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Espécie <i>Attalea</i> : a) palmeiras de babaçus; b) flores; e c) corte transversal do fruto: 1) epicarpo, 2) mesocarpo, 3) endocarpo e 4) amêndoa.	18
Figura 2 - Áreas de ocorrência de babaçuais no Brasil	19
Figura 3 - Diagrama de perfil e cobertura arbórea de três palmeirais.	20
Figura 4 - Localização da área de estudo.	26
Figura 5 - Ruínas da Igreja de Nossa Senhora do Rosário.	28
Figura 6 - Compatibilização de resoluções espaciais entre imagens VNIR e SWIR da imagem ASTER	31
Figura 7 - Parte da imagem ASTER em composição colorida (4R, 3G, 2B) segmentada.....	32
Figura 8 - Regiões delimitadas pelo processo de segmentação: (a) Polígonos provenientes do processo de classificação, e (b) polígonos editados.....	33
Figura 9 - Classes descritas e identificadas pelo processamento digital de imagem ASTER na bacia do Rio Cocal.	34
Figura 10 - Localização das áreas amostradas no campo.	37
Figura 11 - Configuração das parcelas de campo: (a) 50x50 m; (b) 125x20 m; (c) duas parcelas de 50x20 e uma de 25x20m; (d) uma parcela de 75x20 e uma de 50x20m; e (e) uma parcela de 100x20 e uma de 25x20m.	38
Figura 12 - Mapa de classificação do uso e cobertura do solo da bacia do Rio Cocal.	41
Figura 13 - Mapas da bacia do Rio Cocal: (a) MDT, (b) declividade, (c) área de contribuição e (d) índice topográfico.	44
Figura 14 - Mapa das unidades de relevo na bacia do Rio Cocal.	45
Figura 15 - Mapa de áreas potenciais para a ocorrência do babaçu na bacia do Rio Cocal.	48
Figura 16 - Diferentes tipos de manejo na bacia: (a) roças, (b) capoeira antiga, (c) pastagem (d) pindovas e (e) represas.....	49
Figura 17 - Repartição das alturas dos fustes dos 1641 babaçus medidos nas 65 parcelas amostradas.	52
Figura 18 - Gráfico de barras de distribuição percentual da variância representada por casa auto-valor.....	56

Figura 19 - Variáveis de maior contribuição na componente F1.....	56
Figura 20 - Variáveis de maior contribuição na componente F2.....	57
Figura 21 - Variáveis de maior contribuição na componente F3.....	57
Figura 22 - Variáveis de maior contribuição na componente F4.....	58
Figura 23 - Representação das variáveis, das parcelas ativos e suplementares no primeiro plano fatorial. Eixo (1) horizontal; (2) vertical.	60
Figura 24 - Localização das parcelas com presença de babaçu e sem/baixa presença de babaçu na bacia.	61
Figura 25 - Representação das variáveis e das parcelas com babaçu no primeiro plano fatorial. Eixo (1) horizontal; (2) vertical.	65
Figura 26 - Localização dos grupos na bacia.	66

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Áreas das classes de uso e cobertura da terra.....	42
Tabela 2 - Unidades de relevo	46
Tabela 3 - Densidade de babaçu por hectare em função das variáveis ambientais nos 65 levantamentos	51
Tabela 4 - Densidade de cachos de babaçu por hectare em função das variáveis ambientais nas 65 parcelas amostradas	53
Tabela 5 - Cargas fatoriais dos fatores estruturais e ambientais das variáveis ativas	59
Tabela 6 - Variáveis estruturais e ambientais	78
Tabela 7 - Cargas fatoriais das Parcelas ativas.....	86
Tabela 8 - Cargas fatoriais das Parcelas Suplementares	87
Tabela 9 - Cargas fatoriais das variáveis suplementares	88
Tabela 10 - Cargas fatoriais dos fatores estruturais e ambientais das variáveis ativas realizado com as 58 parcelas.....	89
Tabela 11 - Cargas fatoriais das 58 parcelas.....	90

LISTA DE ABREVIATURAS

AFM – Análise Fatorial Múltipla
AMDT – Altitude do Modelo Digital de Terreno
AMEF – Altura Média do Fuste
AMFU – Altura Máxima do Fuste
ASTER – Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer
AVER – Argissolo Vermelho
CAMB – Cambissolo
CANT – Capoeira Antiga
CERR – Cerrado
COLN – Colinas
CONT – Área de Contribuição
COR – Contribuição Relativa
CTR – Contribuição Absoluta
DECL – Declividade
DCAS – Distância das Casas
DEST – Distância das Estradas
DRIO – Distância de Rio
F – Fator ou Eixo
FOND – Forte Ondulado
GHAP – Gleissolo Háptico
HA – Hectare
LVER – Latossolo Vermelho
MDT – Modelo Digital de Terreno
MGAL – Mata de Galeria
MSEC – Mata Seca
NDVI – Índice de Vegetação por Diferença Normalizada
NFLU – Neossolo Flúvico
NLIT – Neossolo Litólico
ONDL – Ondulado
PARC – Número das Parcelas

PAST – Pastagem

PCAR – Patamar Cárstico

PLAN – Plano

PHAP – Plintossolo Háplico

PPET – Plintossolo Pétrico

QBHA – Quantidade de Babaçu por Hectare

QCHA – Quantidade de Cachos por Hectare

QLT – Soma da Contribuição Relativa

TOPG – Índice Topográfico

UCCE – Cerrado

USMG – Mata de Galeria

VAR – Variáveis

RESUMO

Foram integrados dados bióticos e abióticos 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 as áreas potenciais de ocorrência do babaçu, a partir da utilização de técnicas de sensoriamento remoto e de geoprocessamento e caracterizar as áreas potenciais de babaçu, considerando a densidade e as características de altura e produção de cachos por hectare na bacia do rio Cocal. A metodologia para 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 vegetação e geomorfologia para determinar as áreas potenciais de ocorrência de babaçu. A metodologia para a caracterização das áreas potenciais de ocorrência foi subdividido em 2 etapas: (a) levantamento sistemático de babaçus nas áreas potenciais caracterizando os fatores ambientais, e (b) análise multivariada dos dados levantados. 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 mostraram que os locais de maior densidade de palmeiras não são os locais de maior densidade de cacho. A maior densidade de cachos está associada às áreas cultivadas. Esses resultados mostraram também que a densidade de palmeiras e de cachos está relacionada a ambientes que possuem Cambissolo ou Neossolo Flúvico. 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, análise multivariada.

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. Besides that, describing those areas taking into account variability, density and characteristics related to height and bunch production per hectare 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. The methodology for potential areas description was divided in two stages: (a) systematic data collection of *babaçus* in the potential areas by describing environmental factors; and (b) multivariate analysis from the obtained data. 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 showed that sites with higher palm density are not the sites with higher bunch density. The highest bunch density is related to cultivated lands. These results also showed that palm and bunch densities are related to environments where cambisoils and fluvisols. 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: the palm tree (*babaçu*), remote sensing, Digital Elevation Model, multivariate analysis.

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO

1.1. O Babaçu

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. Consiste em uma palmeira robusta e imponente (**Figura 1a**) com estipe isolado (tronco) de até 20 metros de altura e de 25 a 44 centímetros de diâmetro, com 7 a 22 folhas medindo de 4 a 8 metros de comprimento (SILVA e TASSARA, 1991; HENDERSON, 1995; LORENZI 1996 *et al.*, 2000; BRANDÃO *et al.*, 2002). As flores são de sexos separados, com ramos florais volumosos (**Figura 1b**). O babaçu pode possuir até 6 cachos por planta ou mais, sustentados por um pêndulo de 70 a 90 centímetros (LORENZI, 2000; BRANDÃO *et al.*, 2002). Cada cacho possui de 240 a 720 frutos, sendo que esses frutos são lenhosos, ovais alongados, de polpa fibrosa-farinácea, podendo atingir de 5 a 15 centímetros por 3 a 8 centímetros de diâmetro, chegando a pesar de 90 a 240 gramas (LORENZI 1996 *et al.*; SILVA *et al.*, 2001; BRANDÃO *et al.*, 2002). Este fruto apresenta: epicarpo (camada mais externa bastante rija), mesocarpo (com 0,5 a 1,0 centímetros, rico em amido), endocarpo

(rijo, de 2 a 3 centímetros) e amêndoas (de 2 a 8 por fruto, com 2,5 a 6 centímetros de comprimento e 1 a 2 centímetros de largura) (**Figura 1c**) (VIVACQUA FILHO, 1968; SILVA e TASSARA, 1991; HENDERSON, 1995; SILVA *et al.*, 2001). A cor da casca do fruto maduro é amarronzada e a cor da polpa branca a bege. O pico de florescimento é de janeiro a abril e o pico de amadurecimento dos frutos ocorre de agosto a janeiro (LORENZI, 2000; SILVA *et al.*, 2001; BRANDÃO *et al.*, 2002).



Figura 1 - Espécie *Attalea*: a) palmeiras de babaçus; b) flores; e c) corte transversal do fruto: 1) epicarpo, 2) mesocarpo, 3) endocarpo e 4) amêndoa.

A espécie mais estudada no Brasil é a *Attalea speciosa* Mart. ex Spreng. com uma área estimada de ocorrência 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) (**Figura 2**). No Maranhão é comum a formação de extensos e conhecidos babaçuais (RIZZINI, 1979; SILVA e TASSARA, 1991; LORENZI *et al.*, 1996; LORENZI, 2000).

Essa espécie possui vários sinônimos citados na literatura como: *Attalea apoda* Burret; *A. camposportoana* Burret; *A. lydiae* (Drube) Barb. Rodr.; *A. puxuna* Barb. Rodr.; *Orbignya barbosiana* Burret; *O. huebneri* Burret; *O. macropétala* Burret; *O. macrostachya* Dr.; *O. martiana* Barb. Rodr.; *O. oleifera* Burret; *O. phalerata* Mart.; *O. pixuna* (Barb. Rodr.) Barb. Rodr.; *O. speciosa* (Mart. ex Spreng.) Barb. Rodr. (LORENZI *et al.*, 1996; LORENZI, 2000; BRANDÃO *et al.*, 2002; WALTER, 2006). Popularmente é conhecido como: babaçu, babassu, baguaçuí, uauaçu, aguaçu, bauaçu, coco-de-macaco, coco-de-palmeira, coco-naiá, coco-pindoba, pindoba, guaguaço, baguaçu, auaçu (SILVA e TASSARA, 1991; LORENZI *et al.*, 1996; LORENZI, 2000; BRANDÃO *et al.*, 2002).

O babaçu pode ocorrer isoladamente nas florestas ou em áreas abertas, sendo mais freqüentemente encontrado em áreas degradadas onde é considerada uma espécie pioneira e dominante. Geralmente, o babaçu possui baixa densidade

na vegetação primária (ANDERSON e MAY 1985; PETERS et al, 1989; ANDERSON et al., 1991). No entanto, 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 nestas áreas. Portanto, a presença de babaçu associa-se fortemente às áreas antropizadas, quando coloniza antigas formações florestais desmatadas (RIBEIRO e WALTER, 1998). Nas áreas de pastagem intensiva o babaçu, geralmente, é eliminado, enquanto em sistemas mais extensivos o babaçu, normalmente, é mantido no terreno. Em função do manejo dado pelo produtor rural, o babaçu pode se encontrar em densidades compatíveis com desenvolvimento das pastagens ou invadir a área. Após 30 anos, a área pode se transformar numa formação secundária quase monoespecífica de babaçu (MITJA e FERRAZ, 2001). Desta forma, a floresta de babaçu pode ser considerada como uma formação secundária, que se desenvolve nos meses subseqüentes às queimadas, quando seus cocos germinam e as plântulas crescem vigorosamente.

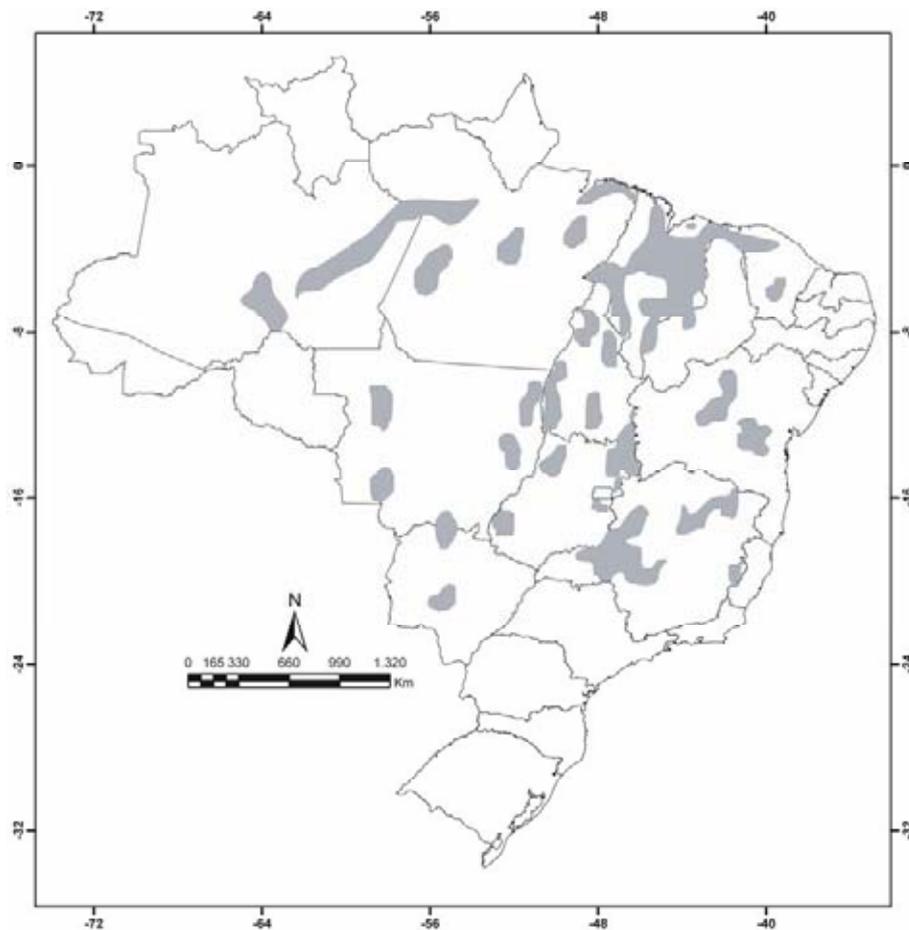


Figura 2 - Áreas de ocorrência de babaçuais no Brasil (Fonte: AMARAL FILHO, 1990).

Na região nuclear do Cerrado o babaçu ocorre em áreas restritas, embora localmente possam ocupar áreas extensas. Em geral, os Palmeirais do Cerrado estão em terrenos bem drenados nos interflúvios, e as espécies dominantes pertencem aos gêneros como *Acrocomia*, *Attalea* ou *Syagrus*. Quando o dossel é tipicamente descontínuo ou não há formação de dossel, os palmeirais comumente são formados pelas espécies *Acrocomia aculeata* (que caracteriza o Macaubal) ou *Syagrus oleracea* (Guerobal). Em contraposição, quando os palmeirais apresentam dossel contínuo, a espécie dominante é a *Attalea speciosa* (babaçu) (RIBEIRO e WALTER, 1998) (**Figura 3**).

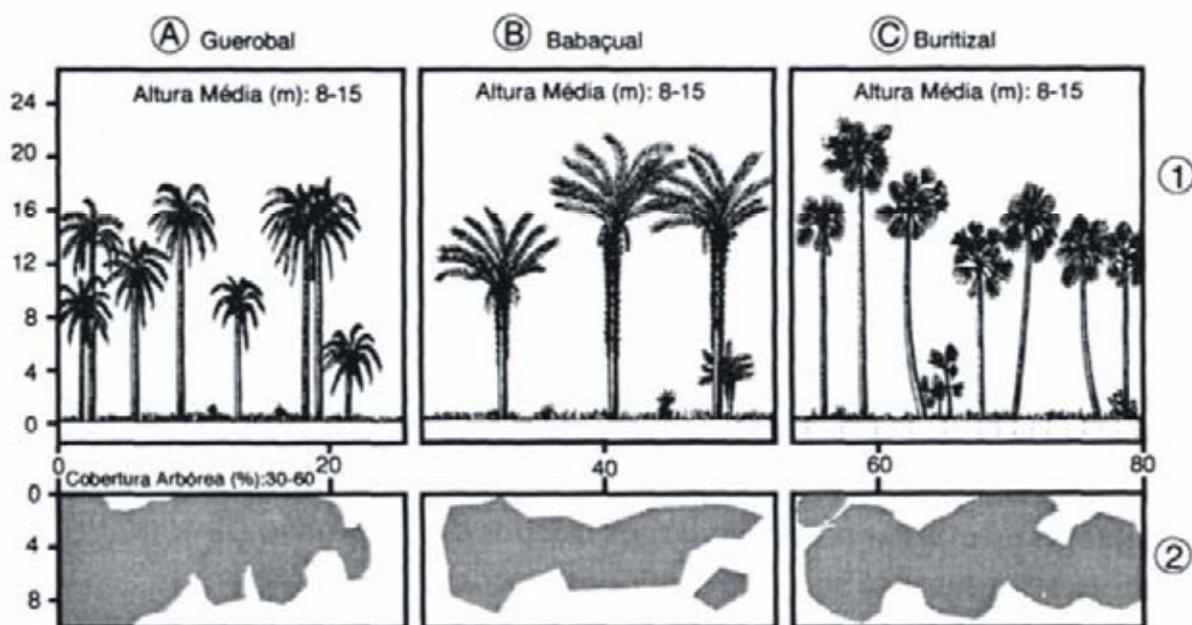


Figura 3 - Diagrama de perfil e cobertura arbórea de três palmeirais. (Fonte: RIBEIRO e WALTER, 1998).

O babaçu é tradicionalmente utilizado no Brasil sendo muito provável que antes mesmo dos europeus aqui aportarem o babaçu já era utilizado pelas populações indígenas locais (BIODISELBR, 2006). No entanto, estes antigos babaçuais estavam diluídos em meio às áreas de alta complexidade e variedade biológica, de forma muito diferente do que ocorre atualmente: vastos e homogêneos babaçuais com crescimento contínuo.

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). Das folhas se podem fazer cestas para várias utilizações, cobertura de casas, também é considerada forrageira servindo na época

seca de alimento para o gado (LORENZI et al., 1996; LORENZI, 2000; SILVA e TASSARA, 1991; BRANDÃO et al., 2002). O caule (estipe), se em bom estado, tem uso nas construções rústicas, como esteios e ripas, se apodrecido, na adubação (SILVA e TASSARA, 1991; LORENZI, 2000; BRANDÃO et al., 2002). O palmito é utilizado como alimento. A seiva, fermentada, se torna bebida muito apreciada (SILVA e TASSARA, 1991). A polpa retirada do mesocarpo do fruto é utilizada para farinhas, bolos e mingaus (SILVA et al., 2001).

No entanto, o principal produto extraído do babaçu de valor mercantil e industrial é a amêndoa contida em seu fruto. Essas amêndoas são extraídas manualmente em um sistema caseiro tradicional e de subsistência. 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). A amêndoa é consumida in natura, e em forma de doces, paçoquinhas e farinhas e ainda, quando verde fornece um leite nutritivo, e quando madura o óleo para o uso doméstico, tendo também utilização industrial para fabricação de perfumes, sabões, sabonetes, lubrificantes, manteigas e velas (LORENZI et al., 1996; LORENZI, 2000; SILVA et al., 2001; BRANDÃO et al., 2002).

Além disso, a palmeira é ornamental podendo ser utilizada com sucesso no paisagismo (LORENZI, 2000; SILVA et al., 2001). E os restos da planta derrubada atraem o gongo, besouro que vivo é isca eficiente na pescaria e frito é tira-gosto para pescadores e não pescadores, com sabor de toucinho defumado (SILVA e TASSARA, 1991).

O babaçu destaca-se como umas das melhores fontes alternativas de energia renovável. Várias partes do coco de babaçu podem ser utilizadas como fontes energéticas: o mesocarpo para produção de álcool, o endocarpo para produção de carvão e gases, a amêndoa para produção de óleo, com possível aplicação em motores a diesel e o epicarpo para utilização direta como combustível primário (NASCIMENTO, 2004; TEIXEIRA, 2000). Além do uso como carvão, o babaçu vem sendo pesquisado como fonte alternativa para o biodiesel fazendo parte do projeto Nacional Probiodiesel do Ministério da Ciência e Tecnologia, MTC, lançado no ano de 2002 (BRANDÃO et al., 2006; SANTOS et al., 2006; SILVA et al., 2006; LIMA et al., 2007; MOUZINHO et al., 2007).

1.2. Mapeamento de Áreas com Babaçu

Devido à importância do babaçu para as comunidades locais 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.*, 2005a).

A imagem de satélite tem sido uma ferramenta valiosa para o mapeamento e caracterização das áreas com alta densidade de babaçu. Thales (1999) caracterizou as áreas dominadas por babaçu (*Attalea speciosa*) em imagens orbitais (Landsat-TM) como manchas escuras (sombreamento). Essa propriedade é resultante da arquitetura e morfologia do dossel do babaçu caracterizada por uma orientação vertical dos folíolos, em um agrupamento de folhas em um mesmo plano. Quando essa arquitetura foliar se sobressai ao dossel florestal, forma um anteparo, fazendo com que a radiação incidente seja refletida specularmente. Corroboram com esses dados os trabalhos de Espírito Santo & Shimabukuro (2005), que identificam áreas de florestas dominadas por babaçu pelo seu aspecto escuro em imagens Landsat TM e EMT+. No mapeamento de áreas com dominância do babaçu também foi utilizado na Floresta Nacional do Tapajós a integração de imagens ópticas do sensor Landsat7/ETM+ com imagens SAR (Synthetic Aperture Radar) do satélite RADARSAT-1 (ESPÍRITO SANTO *et al.*, 2005a) e imagens multitemporais Landsat TM e ETM+ (ESPÍRITO SANTO *et al.*, 2005b e c).

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.

1.3. Unidade de Paisagem e sua Potencialidade no Mapeamento do Babaçu

O termo paisagem é difícil de ser compreendido devido a sua complexidade. As ciências apresentam diferentes conceitos de paisagem. Normalmente a paisagem é definida como “a impressão global obtida da observação da Terra, a partir de uma distância razoável” (BRABYN, 1996). Conforme Santos (1996), a dimensão da paisagem é a dimensão da percepção, o que chega aos sentidos, ou seja, paisagem

é tudo aquilo que vemos. Esta definição pressupõe que a superfície da Terra observada é compreendida de forma integrada e sintética, sem fazer uma análise separada dos objetos específicos. Nesta abordagem, a paisagem é proveniente da conjunção de fatores distintos que podem ser subdivididos em bióticos (ação dos organismos e do homem) e abióticos (ação climáticas, geológicas e geomorfológicas), que se interagem e se modificam ao longo do tempo (BEROUTCHACHVILLI e BERTRAND, 1978; FERREIRA, 1997; ESCADA e ALVES, 2001). Desta forma, para Reatto e Martins (2005), o conceito de paisagem pode ser definido no espaço como um território ou uma região resultante de ações estáticas e dinâmicas em uma escala de observação.

Martins et al. (2002) consideram três principais enfoques do conceito de paisagem nos estudos científicos: (a) compreensão integrada da realidade; (b) relações espaciais (estrutura) e temporais (dinâmica e processos) definidas entre os diversos elementos e os vários níveis de observação (escala); e (c) definição de aspectos genéticos e de evolução (história). Portanto, a análise da paisagem apresenta tanto um enfoque de estudo morfológico integrado que a descreve e classifica, como também um estudo de dinâmica que avaliam as suas funções e mudanças. No sentido de classificação, a paisagem pode ser considerada como “um segmento homogêneo do ambiente (inclusive a superfície da terra, o ar, e todos os recursos úteis), que sustentam todas as criaturas vivas” (FABOS, 1979). Na concepção da dinâmica de paisagem é necessário o desenvolvimento de estudos quantitativos de funcionamento ambiental, onde são considerados modelos estatísticos que consideram as variáveis espaciais e temporais, em diversas escalas (VELDKAMP et al., 2001). Nesta abordagem as principais questões envolvem a determinação dos limites, dos processos chaves e das forças motrizes do sistema. Um fator que modifica rapidamente a paisagem é a atividade antrópica que provoca uma progressiva fragmentação e redução da cobertura vegetal natural pela exploração seletiva de madeira, exploração por mineração, uso para pastagem e atividade agrícola.

O mapeamento das Unidades de Paisagem é feito pela síntese cartográfica dos atributos geologia, relevo, clima, solos e organismos (MARTINS et al., 2002). Normalmente, a falta de padronização dos dados disponíveis (diferentes escalas, épocas e metodologias de trabalho) torna necessária uma nova interpretação dos atributos da paisagem a partir da interpretação de imagens de sensores ópticos e

por dados de modelo digital de terreno (CREPANI et al., 2001). O emprego do sensoriamento remoto e dados topográficos consistem em uma referência integradora da paisagem, permite uma visão sinóptica em diferentes escalas e o acesso às relações de causa e efeito entre os elementos que a compõem.

O emprego do conceito de unidade de paisagem contribui para a compreensão da distribuição espacial da vegetação, permitindo inclusive o mapeamento de algumas espécies da flora, tanto de espécies endêmicas, ameaçadas de extinção ou de valor econômico. Desta forma, a vegetação estando integrada na paisagem sofre modificação na densidade e distribuições de espécies em virtude da mineralogia, litologia, fraturamento de rochas e fatores edáficos (CHIKISHEV, 1965; CANNON, 1960, 1971; BROOKS, 1972). Assim, trabalhos utilizam técnicas de geoprocessamento para identificar unidades de paisagem contendo determinadas espécies como: *Syngonanthus curralensis* Moldenke (sempre viva) (CERQUEIRA et al., 2006) e *Melocactus paucispinus* G. Heimen & R. Paul (CERQUEIRA et al., 2005).

No Cerrado existe uma forte dependência edáfica que permite uma correlação das unidades pedológicas e geológicas com a vegetação (ARAÚJO e HARIDASAN, 1988; HARIDASAN, 1982; MARIMON JUNIOR e HARIDASAN, 2005; SOUZA et al., 2007). Além disso, na paisagem na bacia do Rio Cocal apresenta uma importante contribuição dos aspectos humanos. Parte da vegetação original foi convertida para pastagem e uso agrícola, restando alguns fragmentos de Cerrado. Entre as diversas espécies da flora que compõem a paisagem na bacia, o babaçu (*Attalea speciosa* Mart. ex Spreng.) possui grande importância econômica para a região, pois é explorada pelas comunidades rurais.

1.4. Objetivo

A presente dissertação possui como objetivo identificar as áreas potenciais de ocorrência do babaçu, a partir da utilização de técnicas de sensoriamento remoto e de geoprocessamento e caracterizar as áreas potenciais de babaçu, considerando a variabilidade, a densidade e as características de altura e produção de cachos por hectare na bacia do rio Cocal.

CAPÍTULO II

ÁREA DE ESTUDO

2.1. Localização 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 4**) 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.

2.2. Aspectos Físicos e Bióticos

A geologia da área de estudo é formada pelo Grupo Natividade (Meso e NeoProterozóico), representada por uma seqüência metassedimentar, localizada na zona externa do segmento norte da Faixa de Dobramentos Brasília, aflorante especialmente na área de estudo (GORAYEB *et al.*, 1984). Os estudos de Dardenne e Sabóia (2006) mostram que esta seqüência apresenta uma associação de rochas carbonáticas e siliciclásticas, de origem marinha.

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 aplainado.

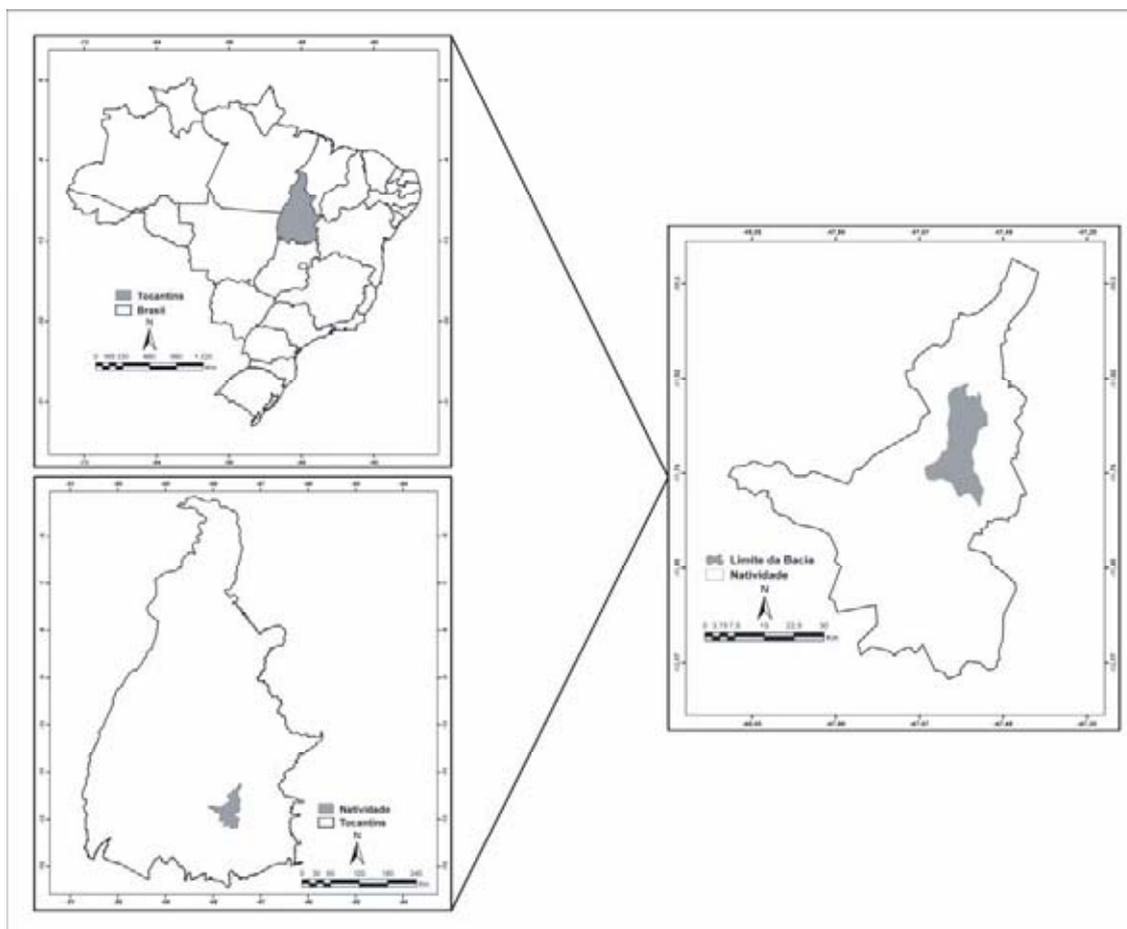


Figura 4 - Localização da área de estudo.

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 (TOCANTINS, 2005).

A vegetação predominante é o Cerrado (TOCANTINS, 2005). Segundo Ribeiro e Walter (1998) o Cerrado que apresenta formações florestais, savânicas e campestres. Nas formações florestais predominam espécies arbóreas, com formação de um dossel contínuo ou descontínuo, englobando Mata Ciliar, Mata de Galeria, Mata Seca e Cerradão. As formações savânicas são áreas com árvores e arbustos espalhados sobre um estrato graminoso, sem a formação de dossel contínuo, reunido Cerrado sentido restrito, Parque Cerrado, Palmeiral e Vereda. As formações campestres são áreas com predomínio de espécies herbáceas e

arbustivas, compreendendo Campo Sujo, Campo Rupestre e Campo Limpo. Entre as formações savânicas encontram-se os palmeirais que podem ser formados pela presença de uma única espécie arbórea dominante (RIBEIRO e WALTER, 1998).

As áreas de vegetação nativa de Cerrado vêm sendo desmatadas por causa da expansão da fronteira agrícola, uso indiscriminado do solo e aumento da urbanização. Esse processo de desmatamento vem ocasionando perdas consideráveis da biodiversidade. Somente em relação às plantas nativas, há uma estimativa apontando que 10% das espécies encontram-se sob algum nível de ameaça de extinção (BIODIVERSITAS, 2007).

2.3. Ocupação e Histórico da Bacia

A área da bacia do rio Cocal é ocupada principalmente por três comunidades rurais: Projeto de Assentamento Jacubinha, Comunidade Sobradinho e Comunidade Redenção, esta última remanescente de quilombolas. As comunidades quilombolas são grupos étnicos, predominantemente constituídos pela população negra rural ou urbana, que se caracterizam a partir das relações com a terra, parentesco, território, ancestralidade, tradições e práticas culturais próprias. Com a Portaria nº 06 de 1º de março de 2004, a Fundação Cultural Palmares deu o reconhecimento a algumas comunidades remanescentes de quilombolas, entre elas, a Comunidade Redenção, (PORTAL DO CIDADÃO, 2007).

O município de Natividade historicamente possui importância econômica para o Brasil colonial devido o ciclo da mineração. Nas décadas de 1730 e 1740, ocorreram as descobertas de ouro no norte de Goiás e, conseqüentemente, a formação dos primeiros arraiais: Natividade, Almas, Arraias, Chapada, Pontal e Porto Real. Um grande contingente populacional mudou para a região, com as descobertas de ouro (ALENCASTRE, 1979; PARENTE, 1999). O município Natividade foi fundado em 1734, por Antônio Ferraz de Araújo, sobrinho do sertanista paulista Bartolomeu Bueno da Silva. O registro de um posto de fiscalização de animais em trânsito e o predomínio de uma população de ascendência de negros indica o passado de mineração. Relatos históricos afirmam que Natividade chegou a ter 40 mil escravos em seus tempos mais prósperos. O negro teve uma importância fundamental, além de ser a mão-de-obra básica, desde

a extração do ouro ao carregamento nos portos, era também uma mercadoria valiosa. Os maus tratos e o trabalho pesado nas minas resultavam em constantes fugas para quilombos (PORTAL DO CIDADÃO, 2007). Natividade teve ainda papel político relevante, por sediar temporariamente o governo da Comarca Norte na primeira iniciativa para dividir a grande província de Goiás, em 1809 (IPHAN, 2007; FOLHA DO MEIO AMBIENTE, 2007).

Na segunda metade do século XIX, o declínio da mineração ocasionou uma crise com a diminuição do comércio, da arrecadação de impostos, da importação de escravos e do comércio interno. Com a impossibilidade de alternativas de desenvolvimento econômico a atividade preponderante passou a ser a de subsistência. A população que permaneceu foi para a zona rural e dedicaram-se à criação de gado e à agricultura (PALACIN e MORAIS, 1979). Atualmente, muitas famílias continuam a extrair o óleo do babaçu de forma rudimentar, com o propósito apenas de subsistência.

Natividade é uma cidade do Patrimônio Histórico Nacional desde 1987. Para reafirmar a sua importância cultural destacam-se alguns monumentos históricos como: a Igreja Matriz Nossa Senhora da Natividade, a Igreja de São Benedito e as Ruínas da Igreja de Nossa Senhora do Rosário (**Figura 5**).



Figura 5 - Ruínas da Igreja de Nossa Senhora do Rosário.

CAPÍTULO III

MATERIAIS E MÉTODOS

O presente capítulo apresenta a metodologia para delimitar e caracterizar as áreas potenciais de babaçu na bacia do rio Cocal. Na delimitação das áreas potenciais foram utilizadas técnicas de sensoriamento remoto e de geoprocessamento. A caracterização das áreas potenciais considerou a densidade e as características de altura e produção de cachos por hectare.

3.1. 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 vegetação e geomorfologia para determinar as áreas potenciais de ocorrência de babaçu.

3.1.1. Confeção 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 e SWIR) utilizadas foram adquiridas já corrigidas do efeito atmosférico, correspondendo aos produtos de alto nível 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.

Vários trabalhos tiveram sucesso no mapeamento da vegetação a partir do tratamento da imagem ASTER (CARVALHO, et al., 2005; WAGNER e DUCATI, 2004; CHAVES et al., 2007; COSTA FILHO et al., 2007; MACHADO et al., 2007).

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 (**Figura 6**). 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.

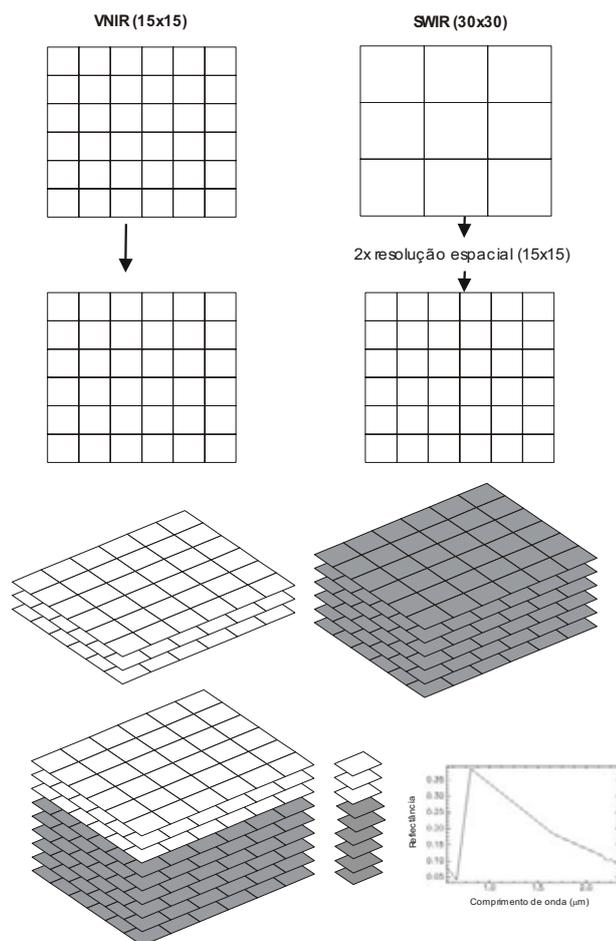


Figura 6 - Compatibilização de resoluções espaciais entre imagens VNIR e SWIR da imagem ASTER (Fonte: CARVALHO JUNIOR et al, 2005).

No propósito de agrupar regiões contínuas e similares radiometricamente foi utilizada a segmentação (NASCIMENTO e ALMEIDA FILHO, 1996; RODRIGUES et al, 2000; MOREIRA e SOUZA, 2001; VASCONCELOS e NOVO, 2004; NAKAMURA e NOVO, 2005). Segmentar uma imagem significa agrupar pixels vizinhos em regiões espacialmente contínuas considerando critérios de similaridade (MEINEL e NEUBERT, 2004; PEKKARINEN, 2002). Moigne e Tilton (1995) definem a segmentação de imagens como o processo onde *pixels* individuais são agrupados em partições de acordo com alguma propriedade intrínseca da imagem, como por exemplo, os níveis de cinza, o contraste ou a textura.

O algoritmo de segmentação utilizado foi o de crescimento de regiões presente no programa SPRING. Foram utilizadas 3 bandas das imagem ASTER em composição colorida 4R, 3G e 2B para a segmentação. 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. A **Figura 7** mostra o resultado da segmentação sobre a composição colorida (R-4, G-3, B-2) da imagem ASTER.

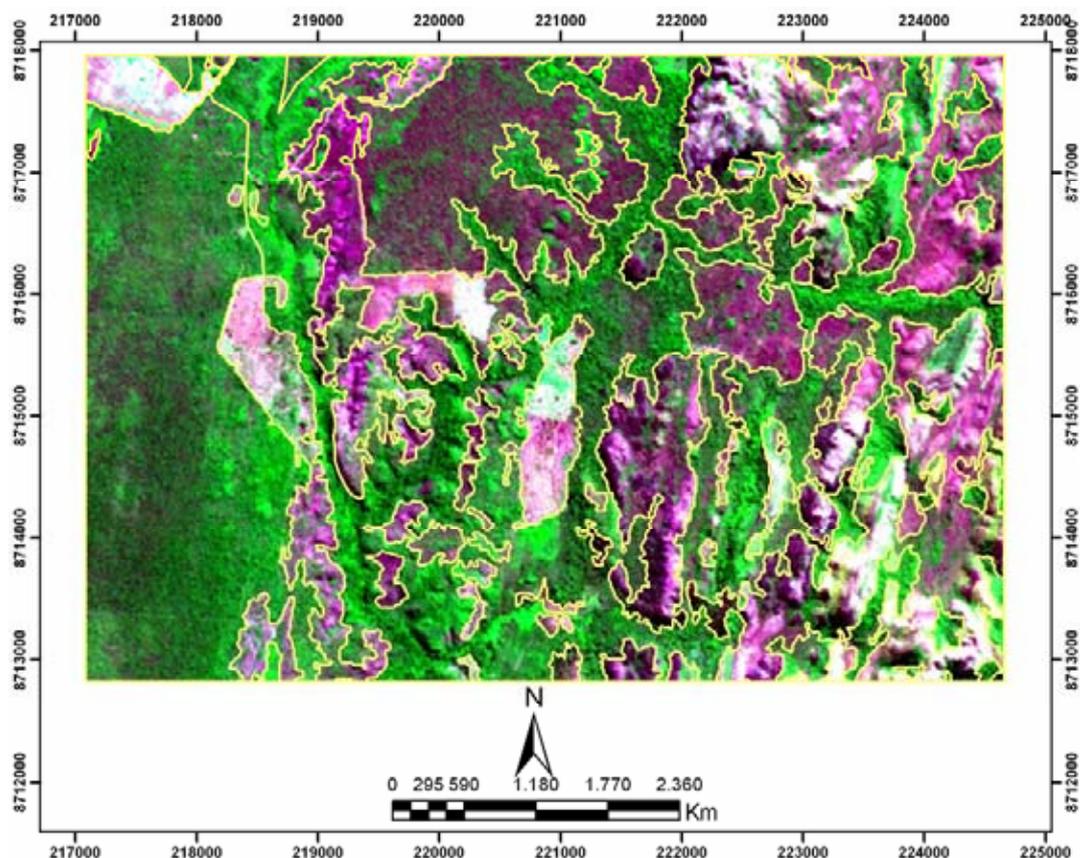


Figura 7 - Parte da imagem ASTER em composição colorida (4R, 3G, 2B) segmentada.

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. O limiar de aceitação utilizado foi de 90%, conforme proposto por Oliveira (2005). 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 reclassifica-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 (**Figura 8**).

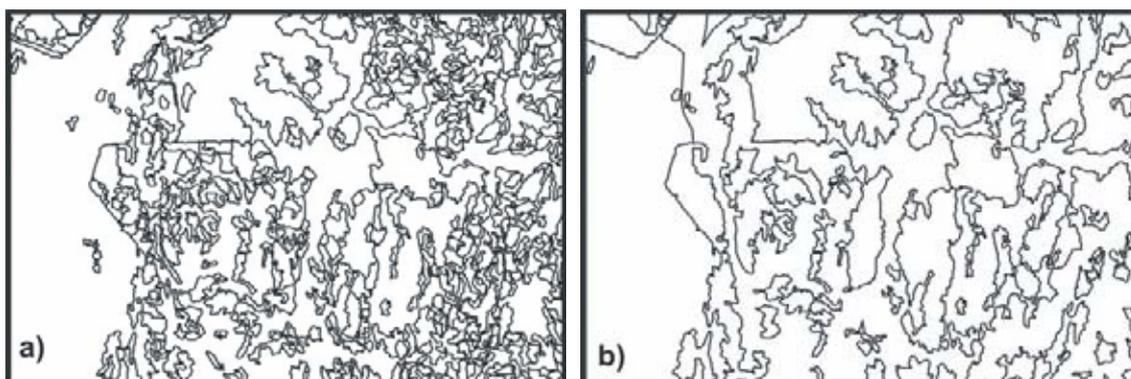


Figura 8 - Regiões delimitadas pelo processo de segmentação: (a) Polígonos provenientes do processo de classificação, e (b) polígonos editados.

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 (**Figura 9**). Tanto a validação do mapa de uso e cobertura do solo e as ocorrências do babaçu foram confirmadas com o trabalho de campo.

Vale ressaltar que houve uma tentativa de detectar babaçu nas bandas da Imagem ASTER, utilizando a metodologia de classificação espectral (CARVALHO et al., 2005), porém não houve um comportamento espectral diferente nas áreas de ocorrências.

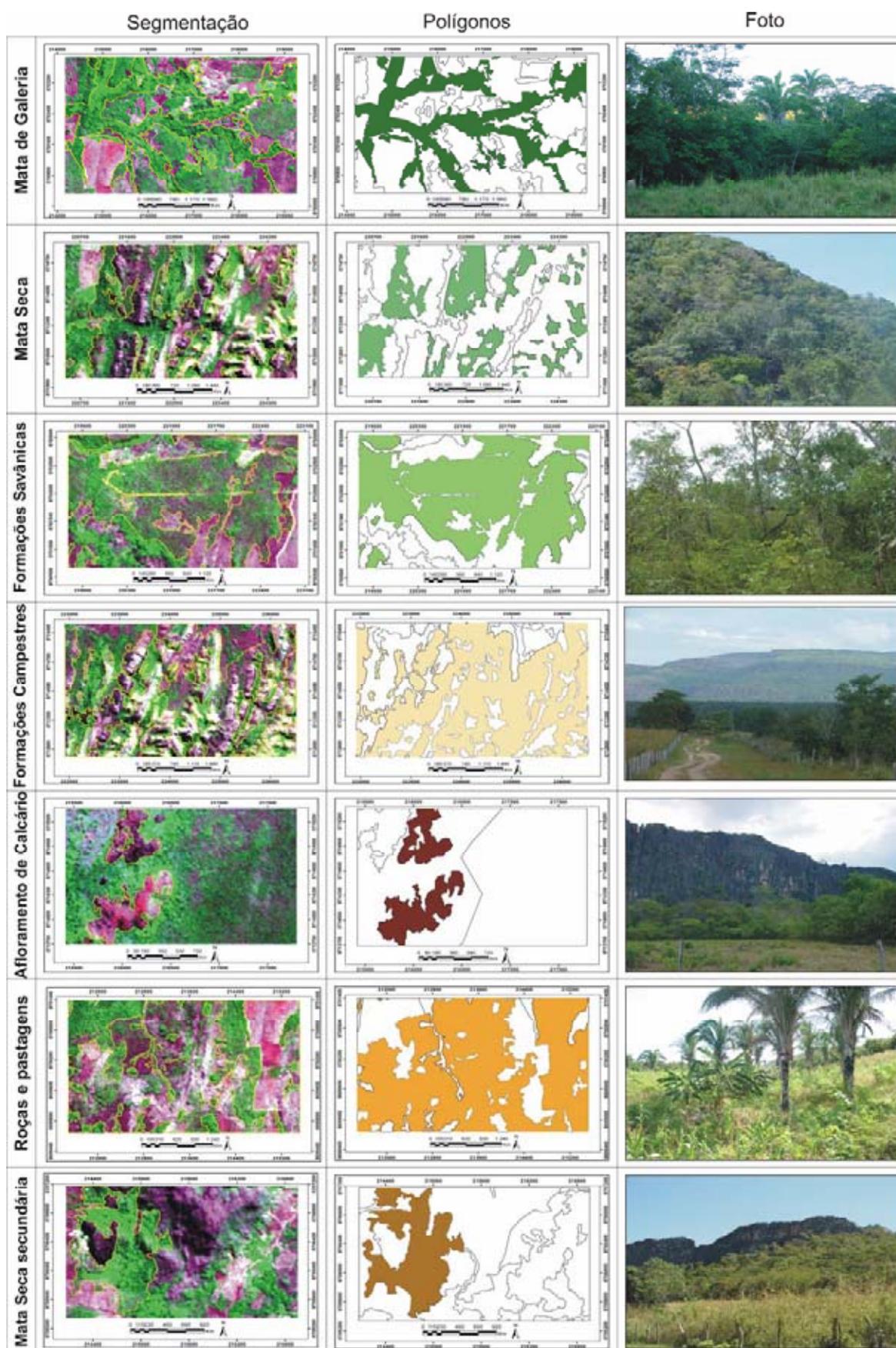


Figura 9 - Classes descritas e identificadas pelo processamento digital de imagem ASTER na bacia do Rio Cocal.

3.1.2. Confeção 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 (BELL et al., 1994; 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; LANE et al., 1998; WILSON e GALLANT, 2000).

A confeção 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; LEAL et al., 2003; HERMUCHE et al., 2002, 2003; PANQUESTOR et al. 2002).

3.1.3. 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 (SMITH et al. 1990, 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.

3.2. Caracterização das Áreas Potenciais de Ocorrência de Babaçu

Este tópico pode ser subdividido em duas etapas: (a) levantamento sistemático de babaçus nas áreas potenciais caracterizando os fatores ambientais, e (b) análise multivariada dos dados levantados.

3.2.1. Levantamento do babaçu e das variáveis ambientais

No trabalho de campo foram estudadas 80 parcelas em unidades de paisagens típicas do bioma Cerrado com vegetação natural como em áreas cultivadas por pastagens ou uso agrícola. Dentre as parcelas 72 estão dentro da área potencial e 65 com presença de babaçu (**Figura 10**).

Para cada parcela foi caracterizada a declividade de relevo (deduzida no campo, considerando os seguintes parâmetros: 0 a 3% - plano, 3 a 12% - suave ondulado, 12 a 20% - ondulado e 20 a 45% - forte ondulado), tipo de solo, formação vegetal primária (provável) e o sistema agrícola atual (**Anexos**).

A quantificação da densidade do babaçu (número de indivíduos/unidade amostral) utilizou áreas de 2500 m². Pelo fato das superfícies de terreno não serem iguais e para que cada parcela pudesse ter 2500 m², as medidas foram realizadas das seguintes maneiras: (a) 50x50 m; (b) 125x20 m; (c) duas parcelas de 50x20 e uma de 25x20m; (d) uma parcela de 75x20 e uma de 50x20m; e (e) uma parcela de 100x20 e uma de 25x20m (**Figura 11**). Porém, onde não foi possível no campo foram selecionadas parcelas menores que 2500 m². Neste caso, foram consideradas as seguintes configurações: uma parcela de 660 m², duas de 1000 m² e cinco de 2000 m². Posteriormente, os dados obtidos foram transformados em número de indivíduos por hectare.

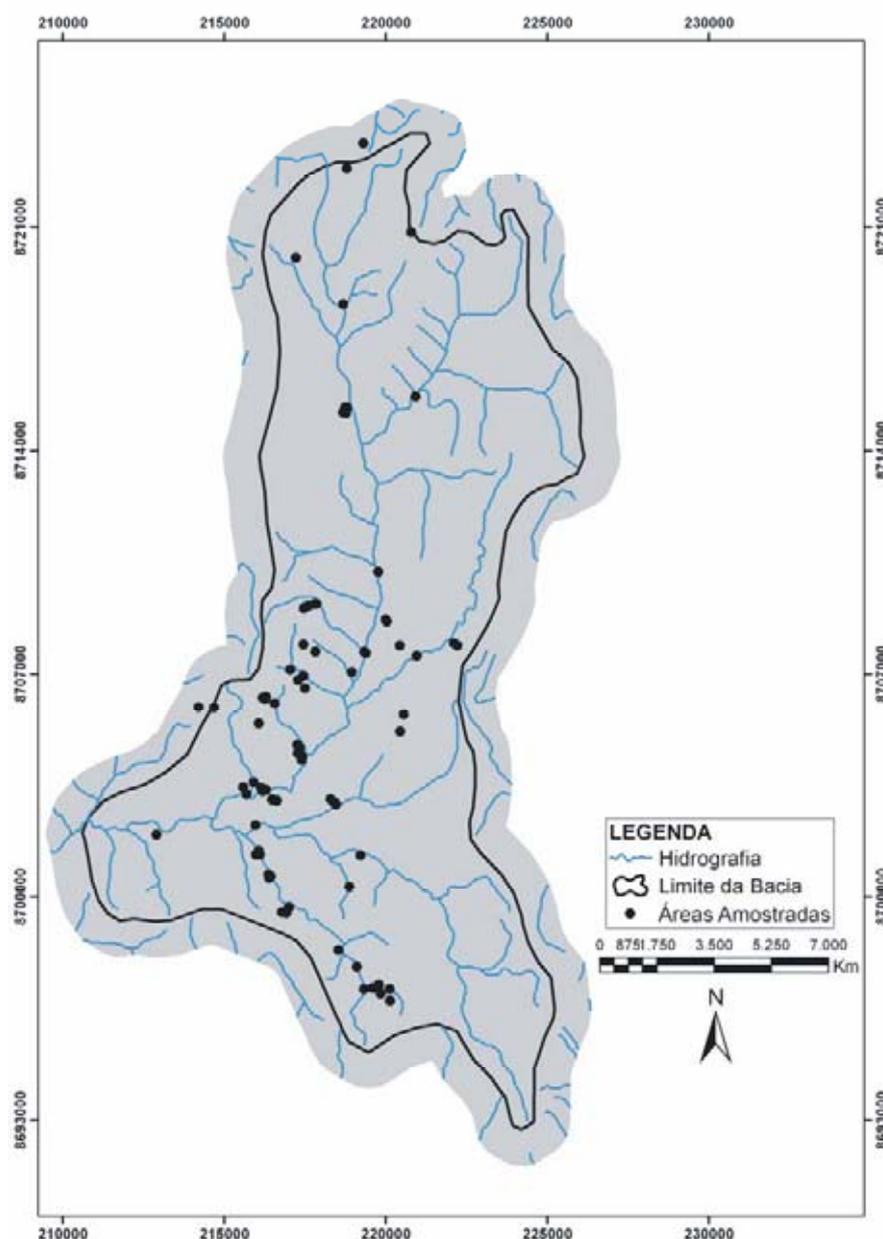


Figura 10 - Localização das áreas amostradas no campo.

A contagem de indivíduos considerou apenas babaçus com copa desenvolvida. Dentro de cada parcela, estes babaçus foram contados e georreferenciados sendo avaliados para todos os indivíduos a altura do fuste e o número de cachos femininos (frutos e flores) (**Anexos**).

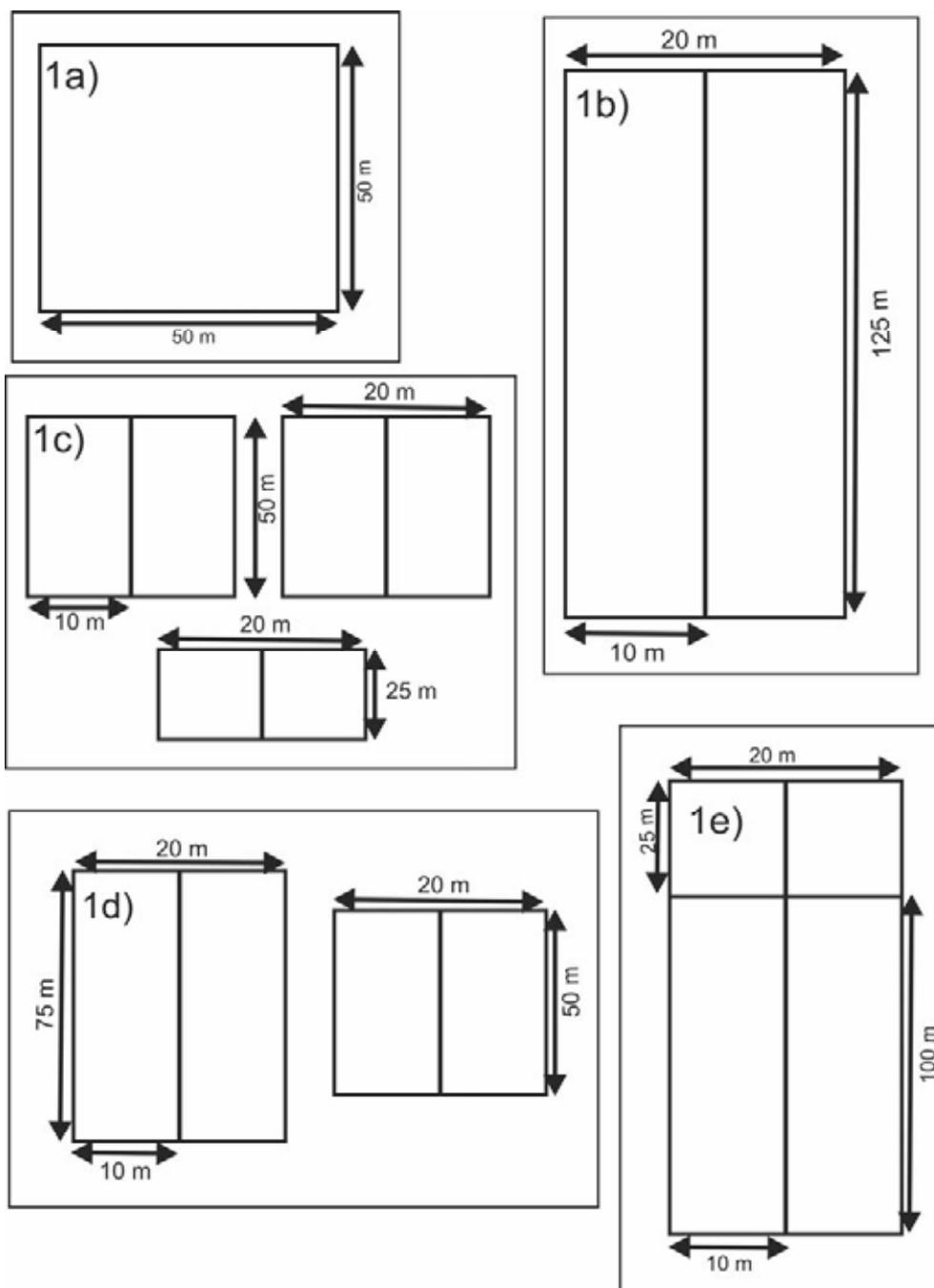


Figura 11 - Configuração das parcelas de campo: (a) 50x50 m; (b) 125x20 m; (c) duas parcelas de 50x20 e uma de 25x20m; (d) uma parcela de 75x20 e uma de 50x20m; e (e) uma parcela de 100x20 e uma de 25x20m.

3.2.2. Análise multivariada

Para compreender as relações, semelhanças ou diferenças entre os diferentes dados ambientais levantados foram utilizados métodos estatísticos multivariados. Dentre essas técnicas destaca-se a Análise Fatorial Múltipla (AFM) e Análise de Grupos por reduzirem o número de variáveis, definirem suas relações e evidenciarem possíveis agrupamentos de acordo com seu grau de similaridade ou dissimilaridade (ANDRADE, 1989; BOUROCHE e SAPORTA, 1980; ESCOFIER e PAGÈS, 1998; LEBART et al., 2002).

A AFM é um procedimento estatístico descritivo, cujo principal objetivo é ordenar e reduzir o número de variáveis em subgrupos menores, correlacionadas entre si, denominadas de fatores ou componentes principais, de forma a explicar a variabilidade do conjunto de dados sem muita perda significativa das informações (ANDRADE, 1989; BARROSO, 2003). As técnicas de AFM têm sido empregadas em diferentes áreas do conhecimento: análise hídrica (SILVA FILHO *et al.*, 2001) análise ambiental (SILVA e RIBEIRO, 2004); qualidade da água (BRITO *et al.*, 2006) análises de solos (GROBE e MARQUES, 2006); pecuária (SACHS *et al.*, 2006) e estudo de espécies vegetais (DIAS *et al.*, 2007). No presente estudo a AFM auxilia na seleção das variáveis com maior contribuição na ocorrência e variabilidade da densidade do babaçu ou aquelas que indicam a ausência dessa palmeira.

Na definição do espaço de representação gráfica, algumas variáveis têm papel dito "ativo", ou seja, são as variáveis cuja distribuição é a base para o cálculo dos eixos. Outras foram colocadas no gráfico após a definição dos eixos, assumindo papel "ilustrativo", também chamado "suplementar". No processo de realização dessa análise foram tomados 40 indivíduos (parcelas) como suplementares. A análise fatorial múltipla foi realizada dentro do programa LISA 3.0 e do SAS 9.1.

Os dados foram organizados em uma tabela com 16 variáveis contendo informações ambientais e estruturais da vegetação para as 80 parcelas. O SIG foi utilizado para a obtenção das variáveis ambientais: altitude (MDT), declividade (extraída do MDT), área de contribuição, índice topográfico, tipo de relevo, distância do rio, distância das casas e distância da estrada. As variáveis obtidas no campo são as seguintes: quantidade de palmeiras de babaçu por hectare, quantidade de cachos por hectare, altura máxima do fuste, altura média do fuste, declividade do relevo no campo, tipo de solo, uso e cobertura do solo e formação vegetal primária.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. Resultados do Mapeamento Potencial das Áreas de Ocorrência de Babaçu

4.1.1. 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 12**). 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.

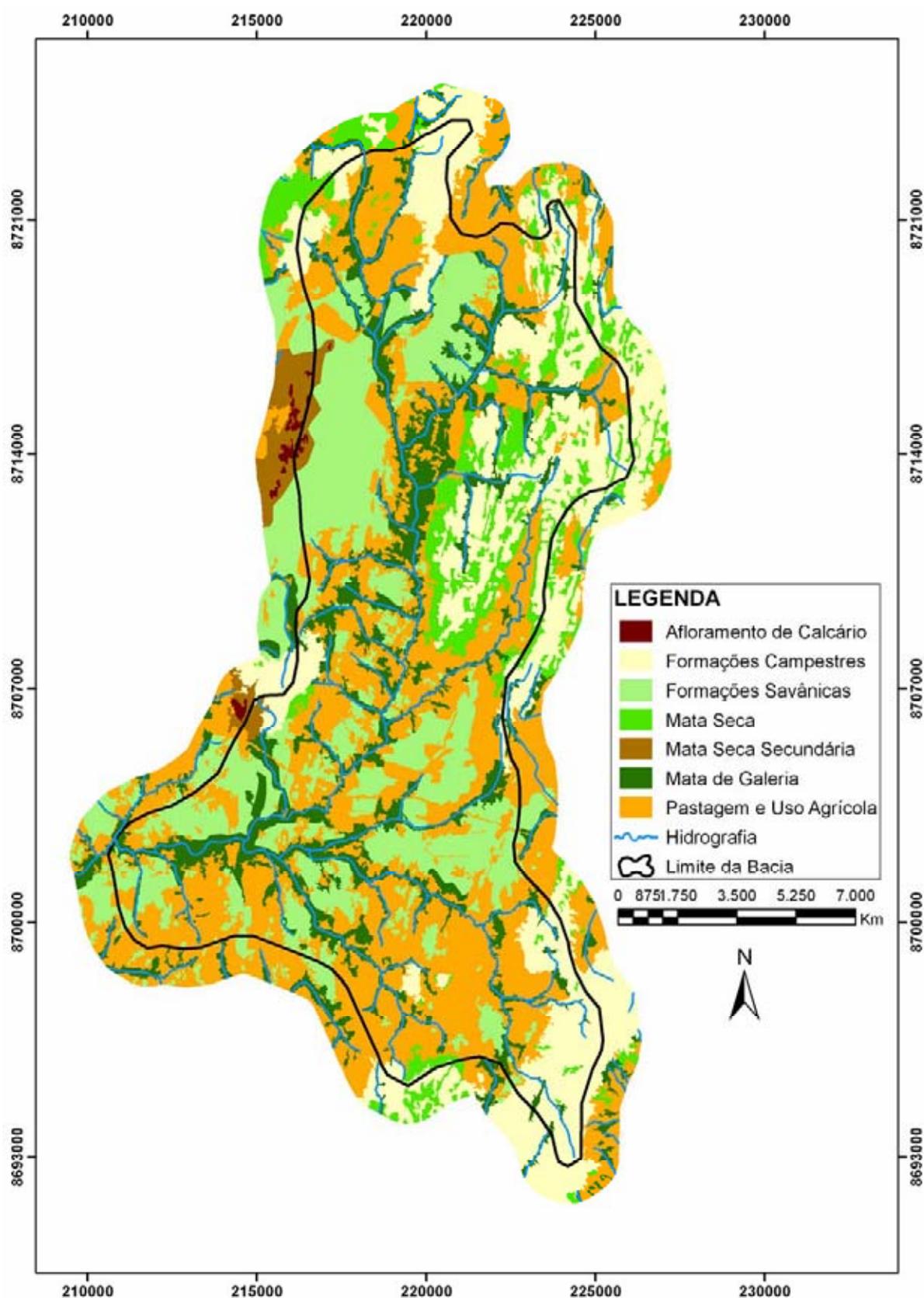


Figura 12 - Mapa de classificação do uso e cobertura do solo da bacia do Rio Cocal.

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	

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 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.

4.1.2. Mapa geomorfológico

O MDT e os atributos morfométricos (declividade, área de contribuição e índice topográfico) gerados para a delimitação das unidades geomorfológicas estão demonstrados na **Figura 13**. 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 14**).

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.

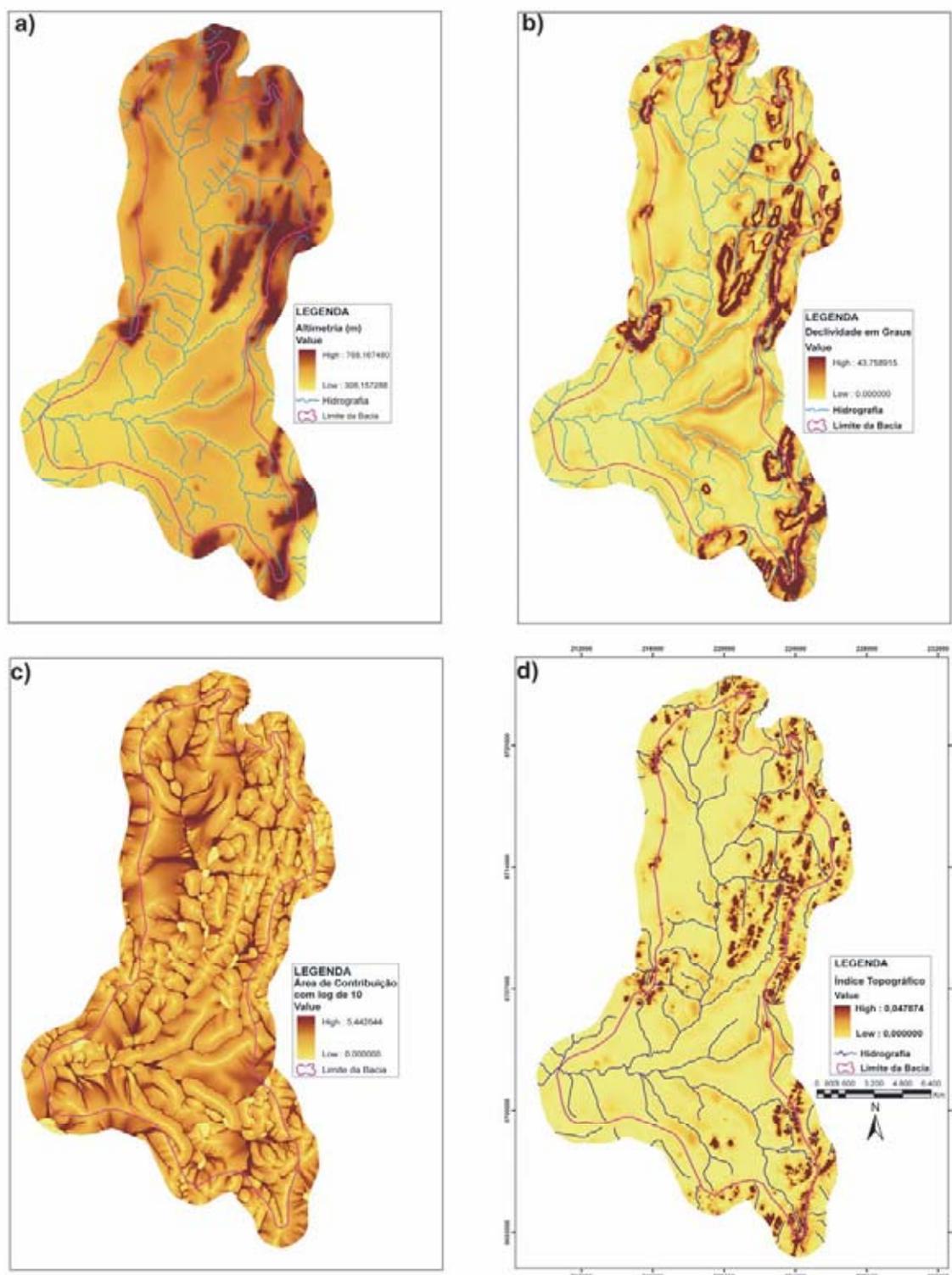


Figura 13 - Mapas da bacia do Rio Cocal: (a) MDT, (b) declividade, (c) área de contribuição e (d) índice topográfico.

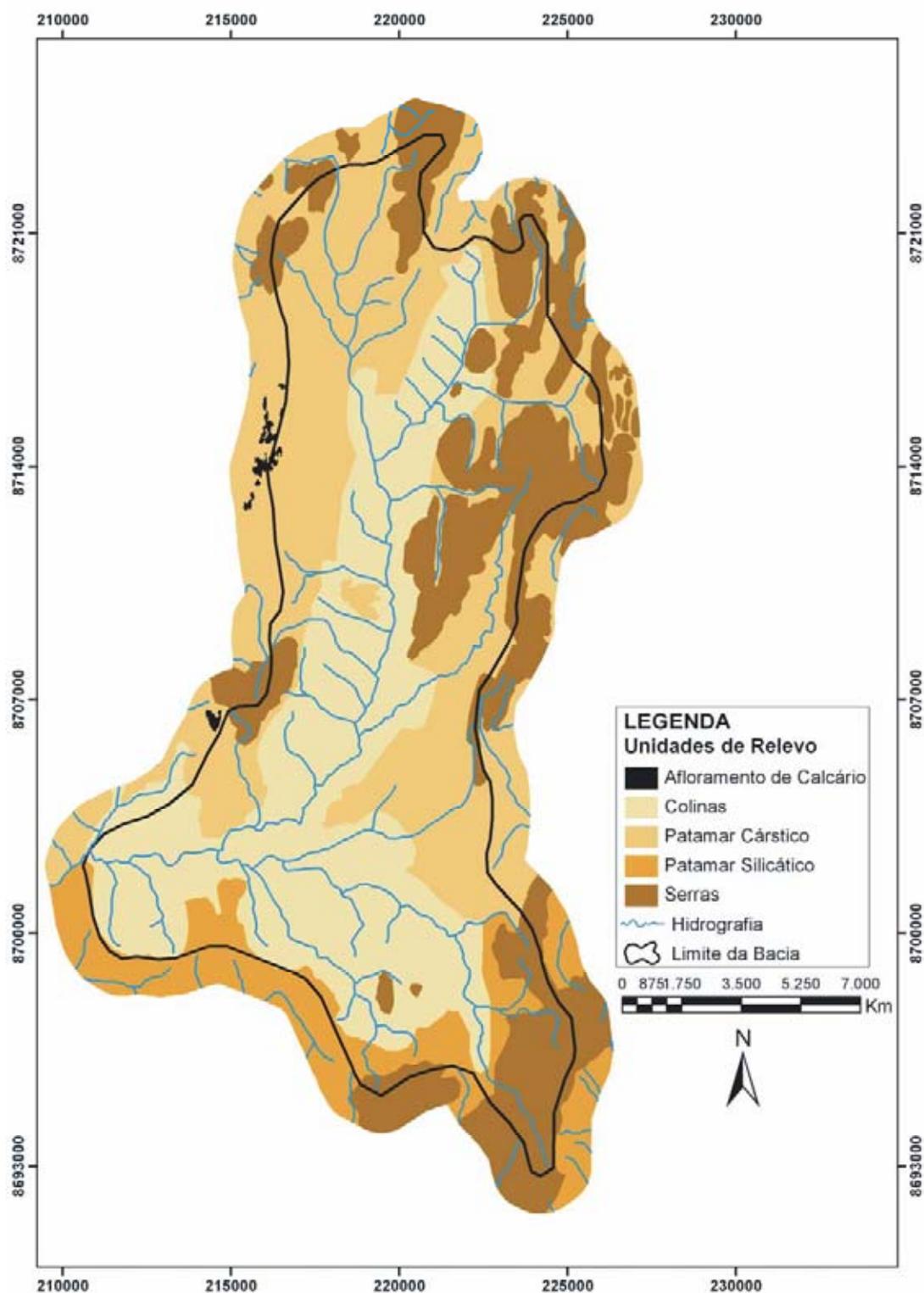


Figura 14 - Mapa das unidades de relevo na bacia do Rio Cocal.

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 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 à leste, pelo Patamar Silicático ao sul, e em último pelos Afloramentos de Calcários a oeste.

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	29,40	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

4.1.3. Áreas potenciais para a ocorrência do babaçu

O cruzamento das informações permitiu mapear as áreas potenciais (**Figura15**) da bacia utilizando a seguinte equação:

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

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.

Nos ambientes de colinas observou-se um fator importante que contribui 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 (**Figura 16**).

Nas áreas de pecuária as palmeiras são cortadas deixando apenas alguns indivíduos para fazer sombra para o gado (**Figura 16**). Há ainda um corte excessivo visando à erradicação das pindoveiras (palmeiras em seu primeiro ciclo de desenvolvimento) (**Figura 16**) 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 (**Figura 16**).

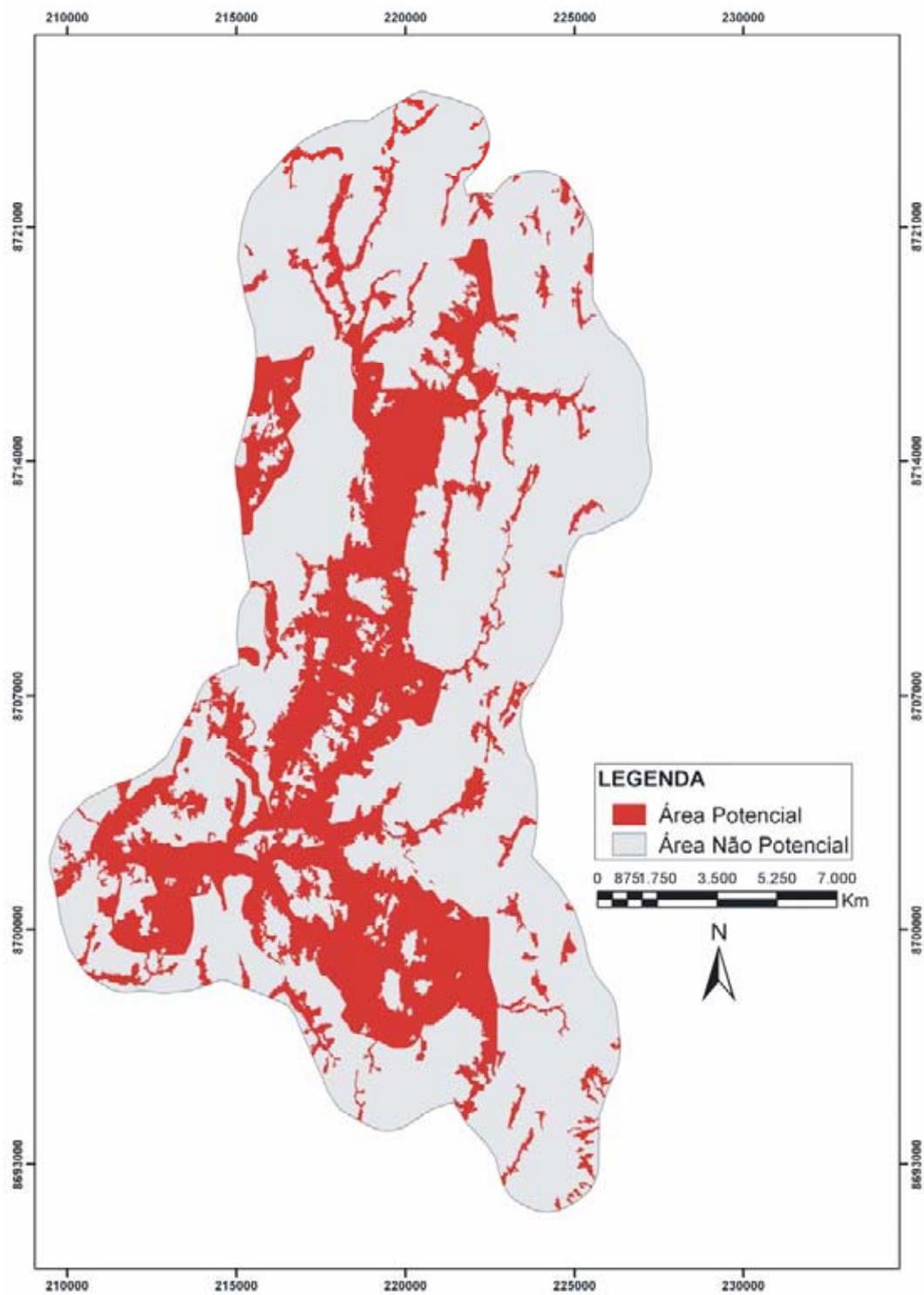


Figura 15 - Mapa de áreas potenciais para a ocorrência do babaçu na bacia do Rio Cocal.

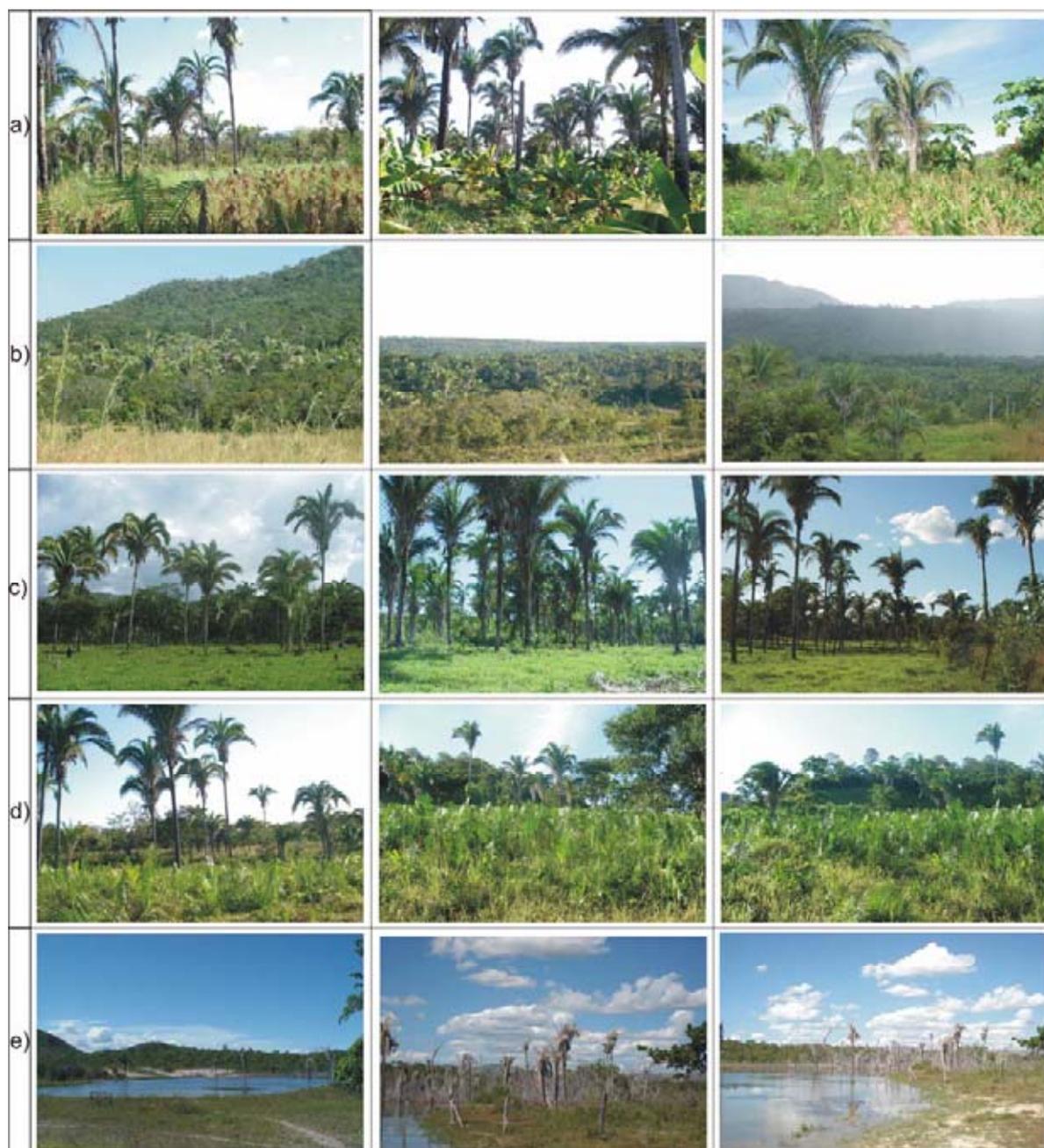


Figura 16 - Diferentes tipos de manejo na bacia: (a) roças, (b) capoeira antiga, (c) pastagem (d) pindovas e (e) represas.

4.2. Resultados Provenientes da Caracterização das Áreas de Ocorrência de Babaçu

4.2.1. Resultado do levantamento do babaçu e das variáveis ambientais

Os dados das variáveis ambientais obtidos em campo para a caracterização das áreas de ocorrência do babaçu foram: declividade; tipo de solo; uso e cobertura do solo e formação vegetal primária. Os resultados abaixo descritos são das 65

parcelas amostradas que continha babaçu, isso significa dizer que estes resultados são para essas amostras que foram levantadas de forma aleatória.

A distribuição de babaçu em relação à declividade do relevo apresenta 27,69% de ocorrência no relevo plano, 29,23% no suave ondulado, 21,54% no ondulado e 21,54% no forte ondulado. Essa distribuição não permite destacar uma classe de declividade do relevo que favoreça a ocorrência do babaçu.

Com relação ao tipo de solo a distribuição de babaçu mostra as seguintes porcentagens: Latossolo Vermelho (3,08% de ocorrência), Plintossolo Háplico (4,62%), Cambissolo (66,15%), Neossolo Flúvico (24,62%) e Neossolo Litólico (1,54%). Essa distribuição permite caracterizar os Cambissolos e os Neossolos Flúvicos como ambientes propícios a ocorrência do babaçu.

Os tipos de uso e cobertura do solo em relação à distribuição do babaçu são os seguintes: pastagens (52,31% de ocorrência), capoeira antiga (20%), roças (15,38%), capoeira nova (9,23%) e Mata de Galeria (3,08). Com exceção da Mata de Galeria, o estudo mostra que os outros tipos de uso e cobertura do solo são fatores que contribuem para o adensamento do babaçu.

A distribuição do babaçu em relação aos tipos de formação vegetal primária apresenta: Mata de Galeria (64,62% de ocorrência), Mata Seca (12,31%), Cerrado (13,85) e Transição de Mata de Galeria para Cerrado (9,23%). Pode-se lembrar que a Mata de Galeria é o ambiente onde o babaçu se encontra no primeiro ciclo de vida, antes de dominar as áreas desmatadas.

4.2.2. Densidade de babaçu

Nas 80 parcelas amostradas a densidade de babaçu variou de 0 a 268 indivíduos por hectare. Nas 65 parcelas onde o babaçu era presente foram amostrados 1641 indivíduos. Esses dados permitiram identificar uma média de 90,8 indivíduos por hectare considerando as 65 parcelas amostradas na bacia do rio Cocal (**Tabela 3**). Estas parcelas não são em áreas de babaçuais. Um estudo sobre babaçuais maranhenses mostrou que a densidade média do babaçu com idade acima de 10 anos é de 95 indivíduos por hectare (MAY, 1990). Para alguns pesquisadores, o número de palmeiras adultas por hectare em babaçuais deve situar-se entre 100 e 150 indivíduos (FERREIRA, 1999).

Tabela 3 - Densidade de babaçu por hectare em função das variáveis ambientais nos 65 levantamentos

	Variáveis ambientais	Nº de parcelas com babaçu	Nº de parcelas sem babaçu	Nº real de indivíduos coletados no campo	Soma do Nº de indivíduos coletados nas parcelas / ha	Média de Indivíduos/ha
Declividade do Relevo	Plano	18	9	477	1866	103,66
	Suave Ondulado	19	4	549	1832	96,42
	Ondulado	14	1	402	1625	116,07
	Forte Ondulado	14	1	303	1218	87
Tipo de Solo	Latossolo Vermelho	2	4	22	44	22
	Plintossolo Háptico	3	0	76	284	94,66
	Cambissolo	43	5	1061	4341	100,95
	Neossolo Flúvico	16	1	468	1844	115,25
	Neossolo Litólico	1	1	14	28	28
	Plintossolo Pétrico	0	1	0	0	0
	Gleissolo Háptico	0	2	0	0	0
	Argissolo Vermelho	0	1	0	0	0
Tipo de Uso e cobertura do Solo	Pastagem	34	8	813	3000	88,23
	Mata de Galeria	2	1	37	128	64
	Capoeira Nova	6	0	136	580	97,66
	Capoeira Antiga	13	0	407	1824	140,30
	Roça	10	1	248	1009	100,9
	Cerrado	0	5	0	0	0
Formação Vegetal Primária	Mata de Galeria	42	3	1049	4224	100,57
	Mata seca	8	4	162	669	83,62
	Cerrado	9	8	237	966	107,33
	Transição entre Mata de Galeria e Cerrado	6	0	193	682	113,66
	Valor Total	65	15	1641	6541	90,8

A densidade média de babaçu por hectare para a variável declividade do relevo não variou muito na bacia do Rio Cocal e apresenta: 103,66 indivíduos para o relevo plano, 96,42 indivíduos para o suave ondulado, 116,07 indivíduos para o ondulado e 96,42 indivíduos para o forte ondulado (87) indivíduos.

Já a densidade média por hectare no tipo de solo é a seguinte: Latossolo Vermelho (22), Plintossolo Háptico (95), Cambissolo (101), Neossolo Flúvico (115) e Neossolo Litólico (28). Considerando esses resultados, eles permitem dizer que o babaçu tem densidade maior nos Cambissolos, Neossolos Flúvicos e Plintossolo Háptico.

No tipo de solo Plintossolo Pétrico, Gleissolo Háplico e Argissolo Vermelho não foram encontrados pés de babaçus.

Os dados de variabilidade de densidade média do babaçu por hectare na variável ambiental uso e cobertura do solo resultam em pastagem (88), Mata de Galeria (64), capoeira nova (97), capoeira antiga (140) e roça (101). Esses resultados vieram salientar o caráter secundário da espécie, pois os locais com média maior de densidade por hectare encontram-se nas áreas de capoeira antiga, roça e capoeira nova.

No entanto, a densidade média de indivíduos por hectare para a formação vegetal primária se distribui da seguinte maneira: Mata de Galeria (101), Mata seca (84), Cerrado (107) e transição entre Mata de Galeria e Cerrado (114). Vale lembrar que esses ambientes hoje são áreas cultivadas tanto por pastagens ou uso agrícola.

4.2.3. Alturas dos fustes

Considerando os 1641 babaçus medidos nos 65 levantamentos, descrevem-se as seguintes porcentagens da altura de fuste: de 5 a 10 metros (50%); 0 a 5 metros (29,7%); 10 a 15 metros (16,8%); 15 a 20 metros (0,4%) e não tem fuste (3,1%) (**Figura 17**).

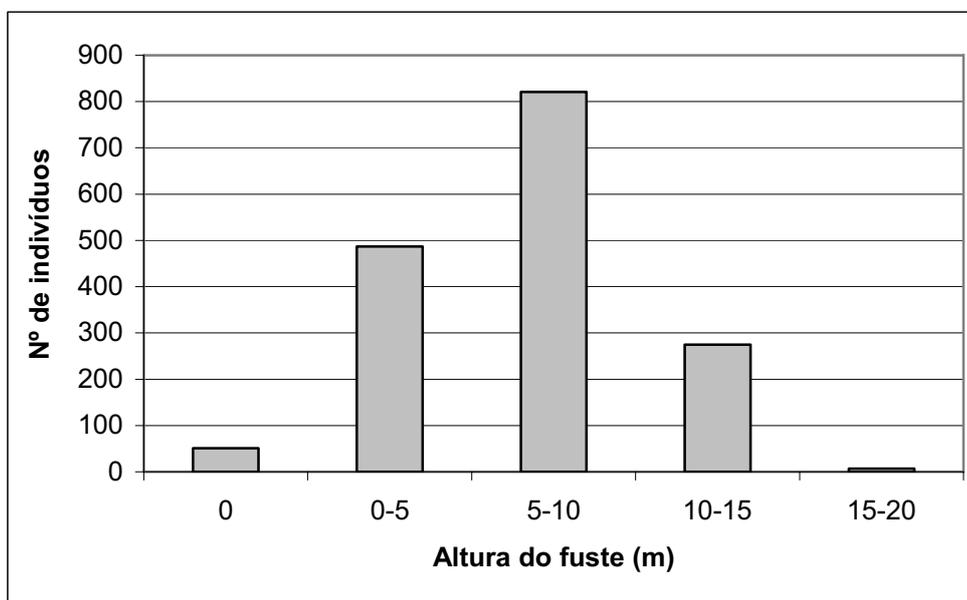


Figura 17 - Repartição das alturas dos fustes dos 1641 babaçus medidos nas 65 parcelas amostradas.

Para caracterizar a altura podem ser usados dois valores: a maior altura de fuste encontrada e a média das alturas dos diferentes indivíduos. Observa-se que 80% das parcelas possuem uma altura máxima de fuste variando de 10 a 15 metros,

10,77% de 15 a 20 metros e 9,23% de 5 a 10 metros. Considerando as médias das alturas, verificou-se que cerca de 78,5% das parcelas apresentam altura média de fuste de babaçu variando de 5 a 10 metros, 15,4% de 1 a 5 metros e 6,2% de 10 a 15 metros de altura.

4.2.4. Densidade de infrutescências

Nas parcelas foram amostrados 2272 cachos. Esses dados permitiram identificar que o padrão de média é de 126 cachos por hectare, considerando as 65 parcelas com babaçu. Entretanto, a densidade de cachos de babaçu para cada variável ambiental é diferente, como podemos ver na **Tabela 4**.

Tabela 4 - Densidade de cachos de babaçu por hectare em função das variáveis ambientais nas 65 parcelas amostradas

	Variáveis ambientais	Nº de parcelas	Nº real de cachos coletados no campo	Soma do Nº de cachos coletados nas parcelas / ha	Média de cachos/ha
Declividade de Relevo	Plano	18	754	2974	165,22
	Suave Ondulado	19	634	2366	124,53
	Ondulado	14	351	1443	103,07
	Forte Ondulado	14	530	2148	153,43
Tipo de Solo	Latossolo Vermelho	2	43	86	43
	Plintossolo Háplico	3	36	136	45,33
	Cambissolo	43	1550	6473	150,53
	Neossolo Flúvico	16	618	2192	137
	Neossolo Litólico	1	22	44	44
Tipo de Uso e cobertura do Solo	Pastagem	34	1389	5318	156,41
	Mata de Galeria	2	31	116	58
	Capoeira Nova	6	225	954	159
	Capoeira Antiga	13	231	940	72,31
	Roça	10	393	1603	160,30
Formação Vegetal Primária	Mata de Galeria	42	1424	5384	128,19
	Mata seca	8	336	1521	190,13
	Cerrado	9	224	940	104,44
	Transição entre Mata de Galeria e Cerrado	6	285	1086	181
	Valor Total	65	2272	8931	126

Na densidade média de cachos de babaçu é maior em relevo plano e forte ondulado. No tipo de solo é maior no ambiente de Cambissolo, seguido pelo Neossolo Flúvico. No tipo de uso e cobertura do solo os resultados da densidade média dos cachos comprovam observações de campo, onde a densidade de cachos é maior nas áreas abertas como roça (160), capoeira nova (159) e pastagem (156) e menor nas áreas fechadas como Mata de Galeria (58) e capoeira antiga (72). Já na variável ambiental de formação vegetal primária a maior densidade consta em ambientes onde já foi Mata seca e Transição de Mata de Galeria para Cerrado.

4.3. Análise Fatorial Múltipla

Inicialmente, a análise fatorial múltipla mista (AFM) foi aplicada ao conjunto total de parcelas (80) considerando as 16 variáveis, que buscam caracterizar a distribuição do babaçu. Os quatro primeiros fatores explicam cerca de 60% da variância total, sendo que: a componente do Fator 1 (**F1**) foi responsável por 24,86% dessa variância, do Fator 2 (**F2**) por 14,09%, do Fator 3 (**F3**) por 11,37% e do Fator 4 (**F4**) foi responsável por 9,32% (**Figura 18**). A **Tabela 5** demonstra a contribuição dos 4 fatores e as variáveis que neles contribuem.

As variáveis que mais contribuíram para a formação da componente **F1** estão presentes na **Figura 19**. Observa-se que com sinal negativo ficaram aglutinadas as variáveis correlacionadas com a presença do babaçu: altura máxima do fuste (AMFU), altura média do fuste (AMEF) e quantidade de palmeiras de babaçu/há (QBHA). Em contraposição, com sinal positivo ficaram os fatores inibidores da presença do babaçu: patamar cárstico (PCAR), distância de rio (DRIO), altitude do Modelo Digital de Terreno (AMDT) e Latossolo Vermelho (LVER). Em outras palavras, a densidade de babaçu, a altura média e máxima do fuste diminui quando a distância do rio e altitude aumenta especialmente nos Latossolos Vermelhos e no patamar cárstico.

Para a formação da componente **F2**, as variáveis que mais contribuíram estão presentes no gráfico da **Figura 20**. A principal modalidade de variável com sinal negativo é: PCAR. Essa modalidade de variável demonstra que estas parcelas estão localizadas em áreas planas, com solos profundos e desenvolvidos ou que permitem o estabelecimento de vegetação arbórea.

Em contraposição com sinal positivo na componente F2 estão as variáveis: índice topográfico (TOPG) e declividade (DECL), e as modalidades de variáveis: Neossolo Litólico (NLIT), Argissolo Vermelho (AVER) e forte ondulado (FOND) (**Tabela 5**). Essas parcelas estão sobre ambientes de relevo fortemente ondulado caracterizadas por possuírem maior declividade e conseqüentemente maior índice topográfico (que significa menor saturação de água) onde desenvolvem Neossolo Litólico na parte mais declivosa ou Argiloso Vermelho nas baixadas.

Para a formação da componente F3, as variáveis que mais contribuíram estão no gráfico da **Figura 21**. As principais modalidades de variáveis com sinal negativo são: plano (PLAN), Neossolo Flúvico (NFLU), Argissolo Vermelho (AVER), Gleissolo Háptico (GHAP) e Mata de Galeria (uso e cobertura) (USMG). Essas parcelas estão em relevo plano caracterizadas por ambientes de Mata de Galeria degradada onde se desenvolve o Neossolo Flúvico quando ocupa pequenas porções de várzea, Argissolo Vermelho quando os solos são mais profundos e com drenagem moderada ou Gleissolo Háptico quando estão em ambiente hidromórfico sujeito a inundações.

Em contraposição com sinal positivo na componente F3 está a variável: distância do rio (DRIO) e as modalidades de variáveis: Plintossolo Pétrico (PPET), ondulado (ONDL), e Cerrado degradado (UCCE) ou vegetação original (CERR). Os dados indicam que essas parcelas estão em relevo ondulado, distantes do rio, onde se desenvolve o Plintossolo Pétrico e conseqüentemente ambiente de vegetação de Cerrado.

As variáveis que mais contribuíram para a formação da componente **F4** estão presentes na **Figura 22**. As principais variáveis com sinal positivo são: quantidade e cachos/ha (QCHA) e distância de rio (DRIO), e as modalidades de variáveis são: Plano (PLAN), Mata Seca (MSEC) e Gleissolo Háptico. E com sinal negativo foram as seguintes modalidades de variáveis: ondulado (ONDL) e Mata de Galeria degradada (USMG). Isso significa dizer que nessas parcelas a densidade de cacho/ha aumenta quando a distância do rio aumenta, e a vegetação primária aberta é a Mata Seca, enquanto essa densidade é menor nas formações vegetais atuais de Mata de Galeria.

Fatores	Auto-Valor	Percentagem	Percentual Acumulado	Varição	
1	2.619529	24.866	24.866	*****	*****
2	1.485035	14.097	38.963	10.769	*****
3	1.198282	11.375	50.337	2.722	*****
4	.981880	9.321	59.658	2.054	*****
5	.888466	8.434	68.092	.887	*****
6	.750310	7.122	75.214	1.311	*****
7	.679884	6.454	81.668	.669	*****
8	.495557	4.704	86.372	1.750	*****
9	.313508	2.976	89.348	1.728	*****
10	.251645	2.389	91.737	.587	*****
11	.195864	1.859	93.596	.529	****
12	.159542	1.514	95.110	.345	****
13	.153456	1.457	96.567	.058	****
14	.098911	.939	97.506	.518	***
15	.083374	.791	98.297	.147	***
16	.053603	.509	98.806	.283	**
17	.039644	.376	99.182	.133	**
18	.028798	.273	99.456	.103	**
19	.025432	.241	99.697	.032	**
20	.022326	.212	99.909	.029	**
21	.009568	.091	100.000	.121	*

Figura 18 - Gráfico de barras de distribuição percentual da variância representada por casa auto-valor.

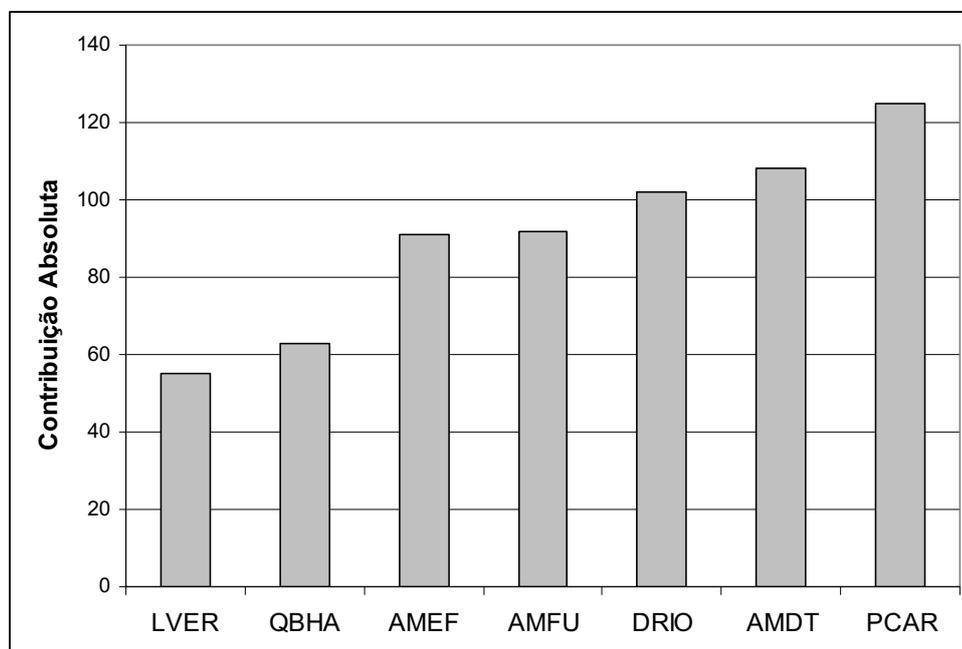


Figura 19 - Variáveis de maior contribuição na componente F1.

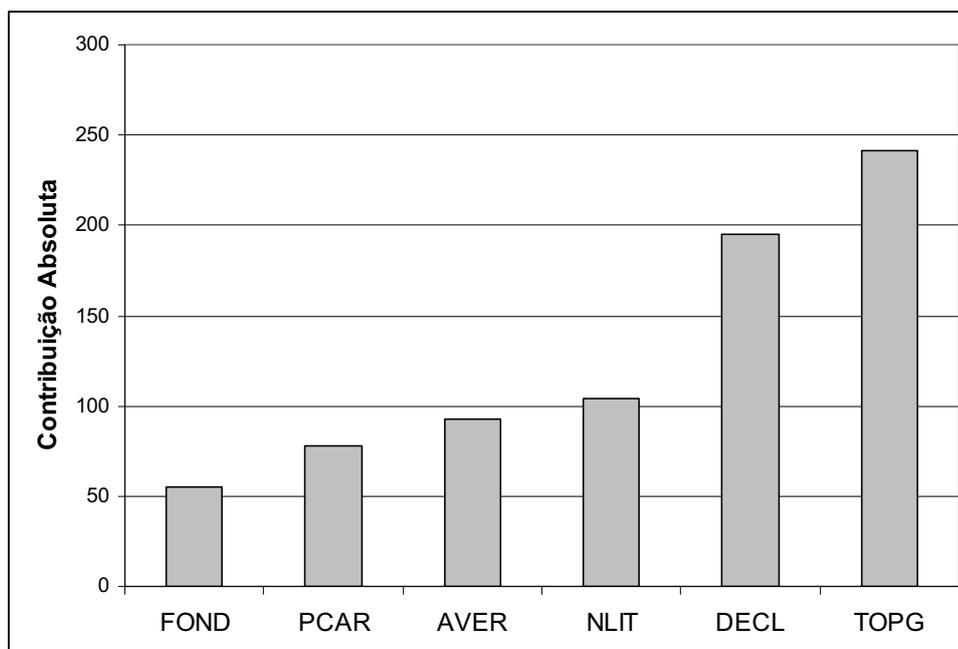


Figura 20 - Variáveis de maior contribuição na componente F2.

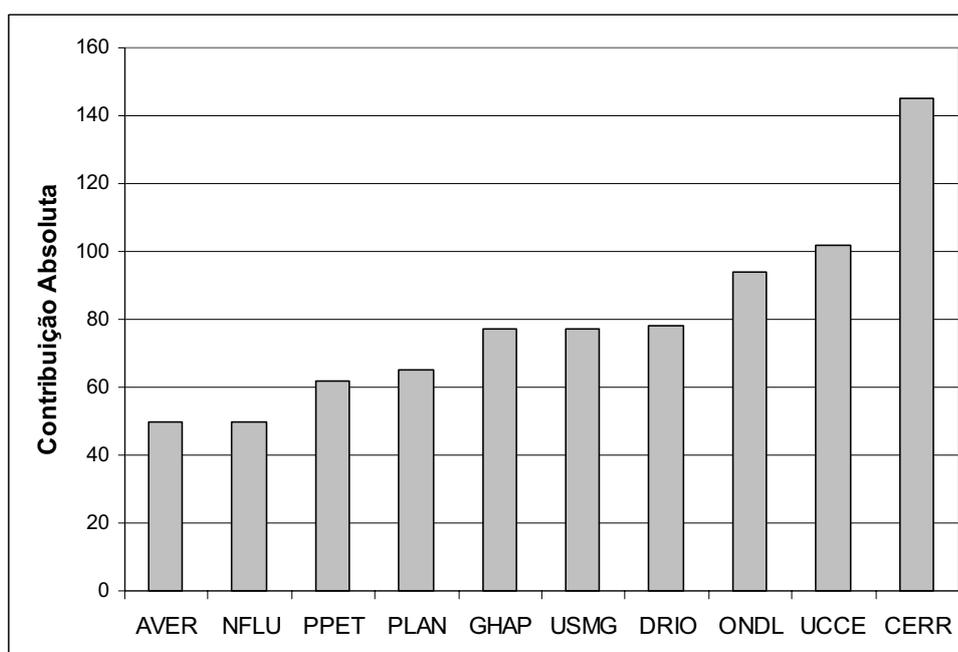


Figura 21 - Variáveis de maior contribuição na componente F3.

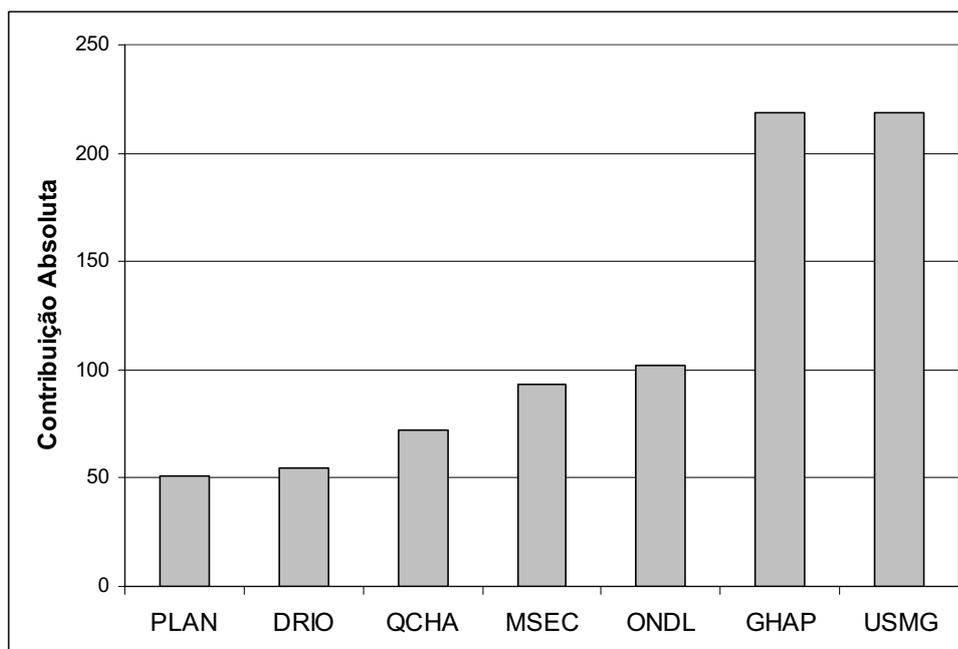


Figura 22 - Variáveis de maior contribuição na componente F4.

A **Figura 23** demonstra os gráficos de dispersão para as variáveis como para as parcelas entre a primeira componente (F1) no eixo da abscissa e a segunda componente (F2) no eixo das ordenadas. A análise conjunta dos gráficos é realizada a partir da associação das parcelas e variáveis posicionadas nos mesmos quadrantes nos gráficos de dispersão.

O gráfico de dispersão mostra que as parcelas que apresentam uma maior densidade de babaçu/ha estão à esquerda do gráfico, com exceção da parcela 13, e as parcelas que não contem babaçu ou que a densidade de babaçu/ha é baixa estão à direita do gráfico.

É possível ver a distribuição de cada parcela na **Figura 24**, que mostra as parcelas com a presença de babaçu e sem babaçu. Observa-se que as parcelas com presença de babaçu estão ligadas a rede de drenagem e as parcelas sem babaçu estão distantes da drenagem e na cabeceira da bacia.

Tabela 5 - Cargas fatoriais dos fatores estruturais e ambientais das variáveis ativas

	VAR	QLT	F ₁	COR ₁	CTR ₁	F ₂	CO R ₂	CTR ₂	F ₃	CO R ₃	CTR ₃	F ₄	COR ₄	CTR ₄
	QBHA	551	-709	503	63	-125	15	3	3	0	0	180	32	10
	QCHA	389	-405	164	20	-10	0	0	-106	11	3	462	213	72
	AMFU	769	-855	731	92	-69	4	1	-34	1	0	178	31	10
	AMEF	762	-851	724	91	-112	12	2	-7	0	0	158	25	8
	DECL	835	402	162	31	753	568	195	-254	64	27	-201	40	21
	AMDT	576	744	555	108	-117	13	4	-87	7	3	-7	0	0
	TOPG	814	214	46	9	837	701	241	-258	66	28	4	0	0
	DRIO	815	724	525	102	-3	0	0	429	184	78	326	106	55
Deciduidade do Relevo	PLAN	783	495	245	33	-417	174	41	-470	221	65	376	141	51
	ONDL	521	-307	94	18	58	3	1	472	223	94	-446	199	102
	FOND	238	-256	65	12	409	168	55	68	4	1	12	0	0
Tipo de Relevo	COLN	808	-769	591	26	458	210	16	21	0	0	-79	6	0
	PCAR	808	769	591	125	-458	210	78	-21	0	0	79	6	3
Tipo de Solo	CAMB	573	-542	293	27	134	18	2	450	202	41	-241	58	14
	LVER	483	605	366	55	-281	79	21	19	0	0	192	37	15
	NFLU	422	-287	82	11	-255	65	15	-415	172	50	319	102	36
	NLIT	390	189	35	6	590	348	104	54	3	1	-52	2	1
	GHAP	824	275	75	13	-271	73	22	-450	202	77	-687	472	219
	PPET	344	362	131	22	-180	32	9	405	164	62	123	15	7
	AVER	505	245	60	10	551	304	93	-365	133	50	82	6	3
Uso e Cobertura do Solo	CANT	207	-396	157	23	-142	20	5	-95	9	2	-141	20	7
	USMG	824	275	75	13	-271	73	22	-450	202	77	-687	472	219
	PAST	199	-101	10	0	116	13	1	-120	14	1	400	160	22
	UCCE	580	514	264	42	142	20	5	539	290	102	-75	5	2
Vegetação Primária	CERR	703	249	62	7	97	9	1	756	572	145	-243	59	18
	MGAL	567	-439	192	16	-326	106	15	-511	261	48	-81	6	1
	MSEC	543	303	92	14	352	124	34	-319	101	34	474	224	93

F_n – enésimo fator ou eixo; VAR – variáveis; QLT – \sum COR_n; COR_n – contribuição relativa (ou qualidade de representação) ao fator n; CTR_n – contribuição absoluta para a formação do fator n.

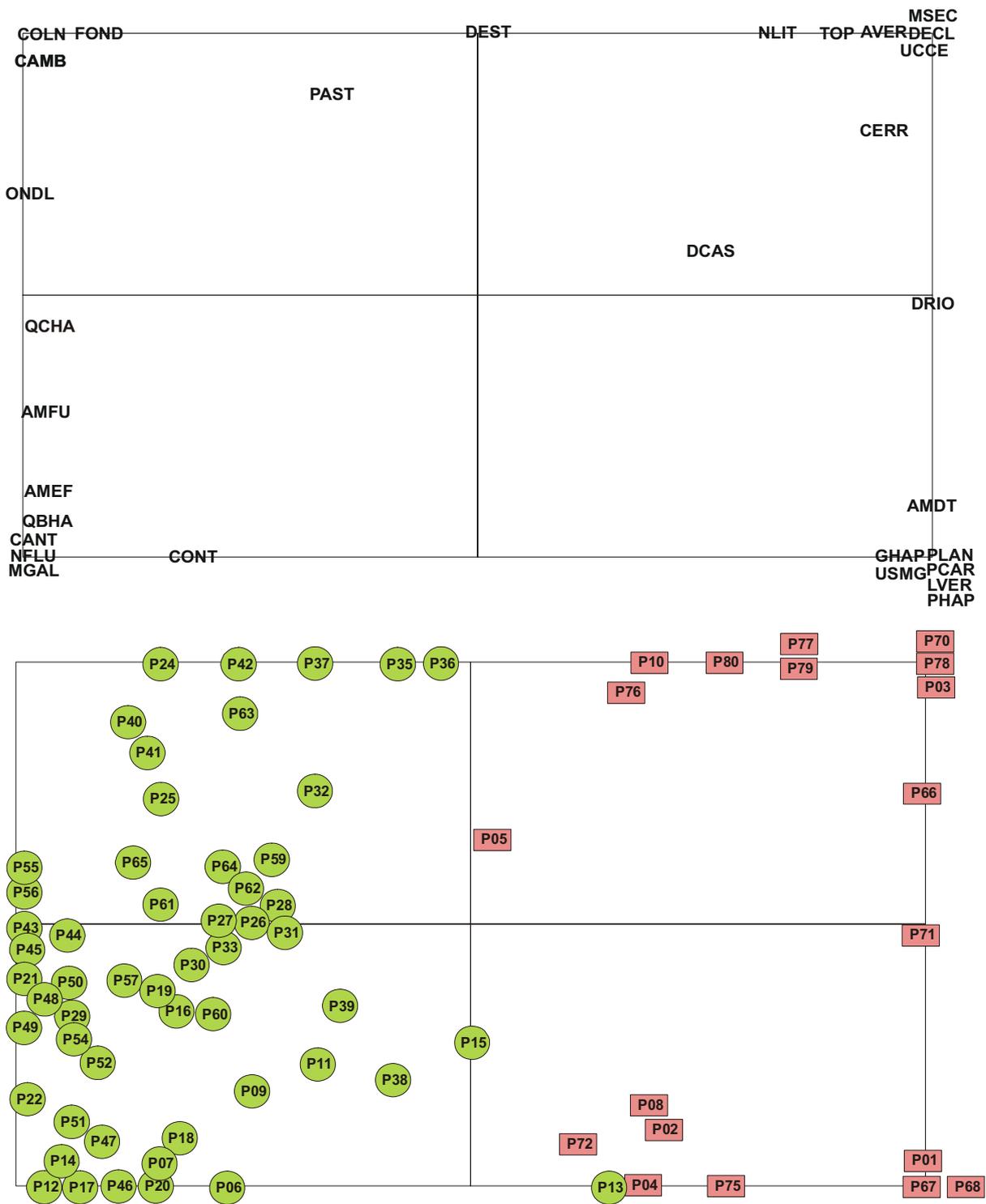


Figura 23 - Representação das variáveis, das parcelas ativos e suplementares no primeiro plano fatorial. Eixo (1) horizontal; (2) vertical.

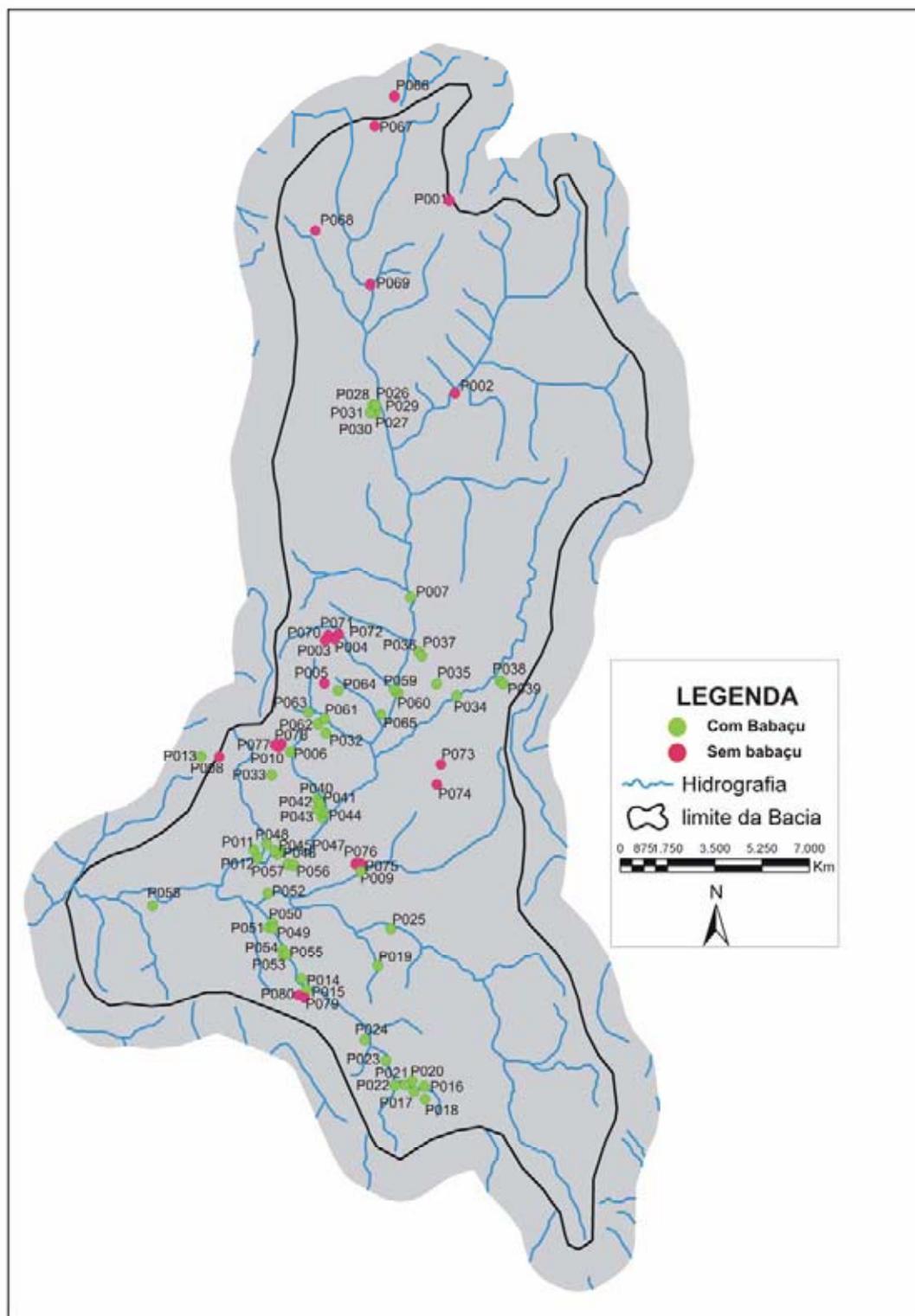


Figura 24 - Localização das parcelas com presença de babaçu e sem/baixa presença de babaçu na bacia.

A partir dos resultados obtidos pela AFM foi realizada uma segunda etapa de processamentos dos dados utilizando a AFM considerando apenas as parcelas que estavam à esquerda da **Figura 23**, com exceção da parcela 13 que se encontra a direita do gráfico, totalizando 58 parcelas. A partir dessa análise foi possível observar a formação de novos grupos contendo parcelas semelhantes (**Figura 25**). Esses grupos apresentam-se dentro de um arranjo espacial na bacia (**Figura 26**).

- O grupo 1 possui sete parcelas (P014, P015, P017, P019, P020, P023 e P025). Estas parcelas são caracterizadas pela grande quantidade de babaçu/ha, pelas maiores alturas de fuste, estão localizadas em áreas planas ou suave ondulado, estão próximas do rio em ambientes de Neossolo Flúvico ou Plintossolo Háplico, apresentam uma Mata de Galeria degradada em nível de recuperação (capoeira antiga) e estão distantes das casas.
- O grupo 2 possui sete parcelas (P007, P009, P018, P024, P034, P043 e P044). Este grupo é caracterizado pela quantidade de babaçu/ha e altura máxima de fuste, está localizado em ambiente de relevo plano a suave ondulado, conseqüentemente próximo dos rios e em locais onde se desenvolve o Neossolo Flúvico, também está em áreas de Mata de Galeria degradada e em processo de recuperação (capoeira antiga) e distantes das casas.
- O grupo 3 possui sete parcelas (P012, P016, P046, P047, P051, P058, e P060). A principal característica desse grupo é que está em ambiente de vegetação primária de Mata de Galeria, apresenta um relevo colinoso, a área de contribuição possui valores baixos, estão localizados em ambientes de cerca de 300 metros de distância da estrada. Estas parcelas também se caracterizam pela quantidade de babaçu/ha e altura máxima de fuste, e estão em locais de relevo plano ou suave ondulado.
- O grupo 4 possui cinco parcelas (P006, P011, P022, P048 e P059). Este grupo distinguiu-se principalmente por está em locais cuja vegetação primária é a Mata de Galeria com certo nível de recuperação (capoeira nova ou antiga), em ambientes de colinas e próximo da estrada. Mostra uma área de contribuição com valores baixos, conseqüentemente está em relevo plano. Também apresentam uma grande quantidade de babaçu/ha com uma altura máxima de fuste.

- O grupo 5 possui cinco parcelas (P049, P052, P053, P054 e P055). Estão em ambientes de Mata de Galeria degradada e próxima dos rios. Encontram-se a cerca de 250 metros de distância da estrada, em locais de relevo colinoso onde desenvolve o Cambissolo e possui valores médios a altos de área de contribuição.
- O grupo 6 possui seis parcelas (P013, P035, P036, P037, P038 e P39). São parcelas que possuem uma grande quantidade de cachos/ha e as maiores médias de altura de fuste. Estão caracterizadas por apresentarem um ambiente de Mata Seca ou de transição de Mata de Galeria para Cerrado, estão próximas do rio e com altitude com cerca de 370 metros, e em locais com declividade média de 3,5 graus, com exceção da parcela 13.
- O grupo 7 possui uma única parcela (P021) com características ambientais singulares. O babaçual encontra-se próximo de um córrego, estando apenas separado por um terraço hidromórfico com solo pálido e com blocos de canga laterítica. Provavelmente, o presente ambiente está correlacionado com a dinâmica fluvial, onde o córrego sofreu um deslocamento do seu leito mantendo os babaçus em um fragmento de cerrado.
- O grupo 8 também possui uma única parcela (P057). Apresenta uma baixa densidade de babaçu/ha (48 indivíduos), porém uma grande quantidade de cachos/ha (144 cachos). E ainda se encontra em um local cultivado por pastagem o que pode explicar a quantidade de cachos de babaçu.
- O grupo 9 possui sete parcelas (P026, P027, P028, P031, P032, P042 e P062). A principal característica desse grupo é de pertencer a um ambiente de vegetação primária de Cerrado, em locais de relevo ondulado a forte ondulado onde se desenvolve o Cambissolo e predomina as pastagens.
- O grupo 10 possui sete parcelas (P040, P041, P045, P050, P061, P063 e P064). A principal característica de deste grupo é está localizado em ambientes de relevo forte ondulado onde conseqüentemente se desenvolve o Cambissolo e se encontram em locais de roças ou pastagens.
- O grupo 11 possui cinco grupos (P029, P030, P033, P056 e P065). O que diferencia este grupo do grupo 10 é que está em ambientes de relevo ondulado a forte ondulado.

A partir dos resultados obtidos observa-se que a análise fatorial múltipla permitiu classificar as variáveis de maior significância para a ocorrência de

densidade de babaçu e densidade de cachos na área potencial, priorizando aquelas relacionadas com a densidade associada às características ambientais da bacia. De modo geral, ocorreram variações significativas nas variáveis analisadas, indicando um comportamento diferenciado na presença e densidade do babaçu e também um comportamento diferenciado para formação de cada grupo.

Os resultados permitem dizer que as variáveis relacionadas de cada grupo possuem uma alta correlação entre si. Sendo possível extrair o máximo de informações dos dados ambientais e estruturais do babaçu agrupando estes e contribuindo para a formação dos grupos.

Os procedimentos empregados podem ser seguidos e testados em outras áreas de babaçus podendo servir como uma ferramenta auxiliar na análise de variáveis que contribuem para a presença ou ausência da espécie.

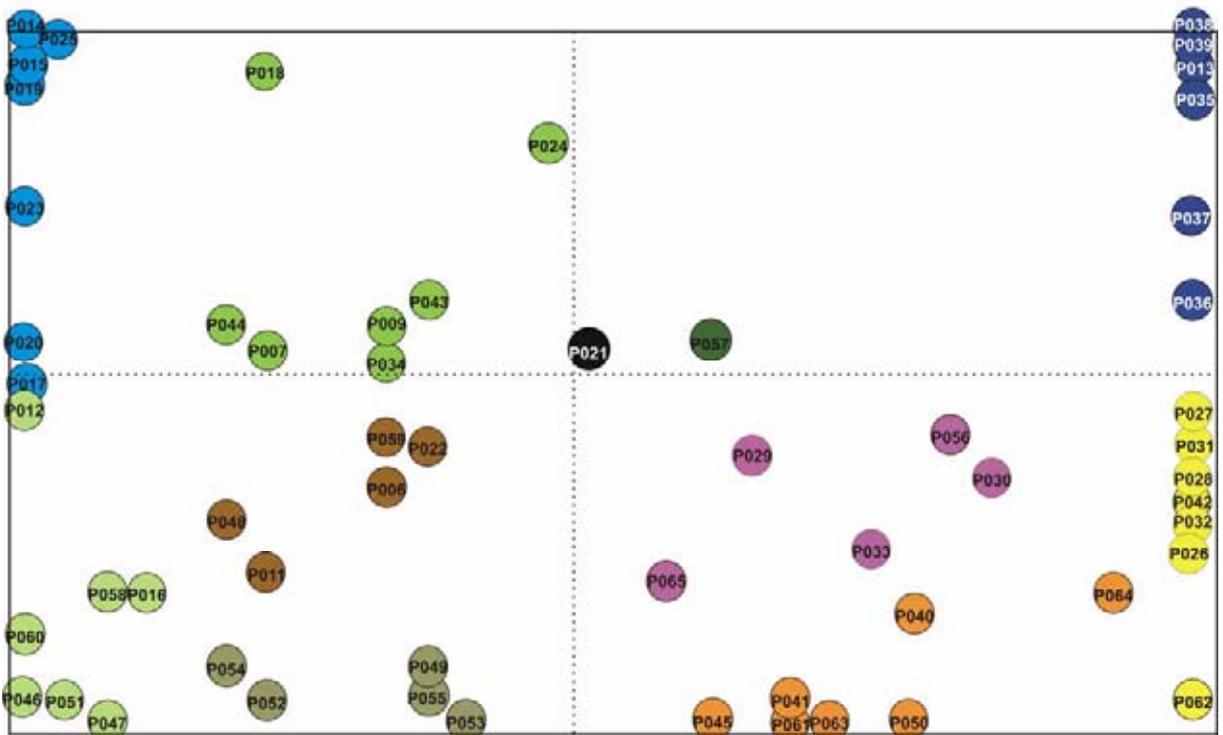
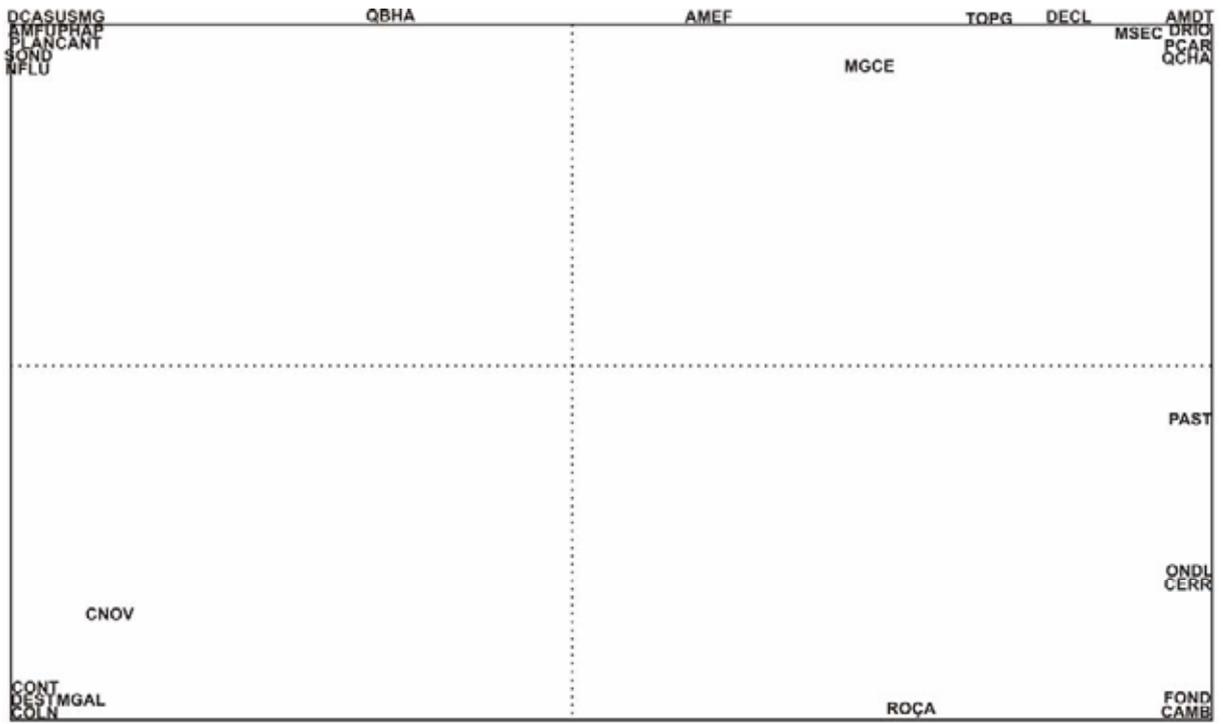


Figura 25 - Representação das variáveis e das parcelas com babaçu no primeiro plano fatorial. Eixo (1) horizontal; (2) vertical.

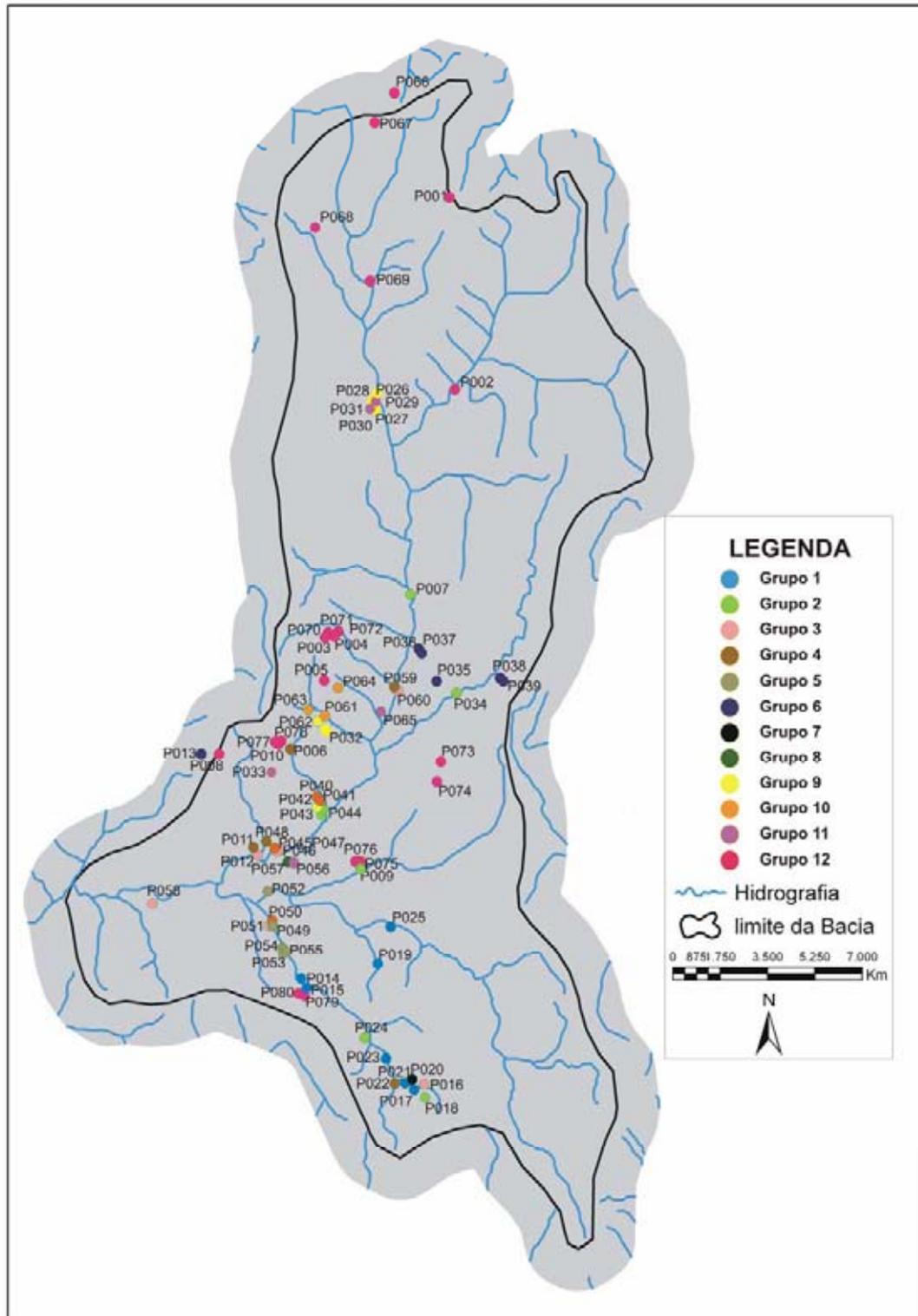


Figura 26 - Localização dos grupos na bacia.

Capítulo V

Conclusões

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.

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. O emprego da análise fatorial múltipla permitiu classificar as variáveis de maior significância para a ocorrência de densidade de babaçu e densidade de cachos na área potencial, além de indicar um comportamento diferenciado para formação dos grupos.

Os resultados mostraram que os locais de maior densidade de palmeiras não são os locais de maior densidade de cacho. A maior densidade de cachos está associada às áreas abertas. Esses resultados mostraram também que a densidade de palmeiras e de cachos está relacionada a ambientes que possuem Cambissolo ou Neossolo Flúvico.

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.
- ALENCASTRE, J. M. P. *Anais da Província de Goiás*. Goiânia: SUDECO/Governo de Goiás, 1979.
- AMARAL FILHO, J. A economia política do babaçu: um estudo da organização da extrato-indústria do babaçu no Maranhão e suas tendências. São Luís: SIOGE - Serviço de Imprensa e Obras Gráficas do Estado, 312p., 1990. Citado por: TEIXEIRA, M. A. Biomassa de babaçu no Brasil. In: AGRENER 2002, 4º Encontro de Energia no Meio Rural, 2002, Campinas. Proceedings AGRENER 2002, v. 1.
- ANDERSON, A. B.; MAY, P. H.; 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.
- ANDRADE, T.A. *Métodos estatísticos e econométricos aplicados à análise regional*. In: HADDAD, P.R.; FERREIRA, C.M. de C.; BOISIER, S.; ANDRADE, T.A. (Ed.). Economia regional: teorias e métodos de análise. Fortaleza: BNB-ETENE, 1989. p.427-507.
- ARAÚJO, G. M.; HARIDASAN, M. *A comparison of the nutritional status of two forests on dystrophic and mesotrophic soils in the cerrado region of central Brazil*. Communications in Soil Science and Plant Analysis, v. 19, n. 7-12, p. 1075-1089, 1988.
- BARROSO, L. P. *Análise Multivariada*. 48ª Reunião da RBRAS e 10º SEGRO, 2003, Lavras - MG. Departamento de Ciências e Exatas. Universidade Federal de Lavras.
- BELL, J.C., CUNNINGHAM, R.L., HAVENS, M.W. (1994). *Soil drainage class probability mapping using a soil-landscape model*. Soil Science Society of America Journal, 58, 464–470.
- BEROUTCHACHVILLI, N.; BERTRAND, G. *Le géossystème ou système territorial naturel*. Révue Géographique dès Pyrénées, et du Sud-Ouest, v. 49, n. 2, p. 167-180, 1978.
- 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.
- BIODIESELBR. *Babaçu*. Disponível em: <<http://www.biodieselbr.com/plantas/babacu/babacu.htm>>. Acesso em 06nov. 2006.
- BIODIVERSITAS. Disponível em: <<http://www.biodiversitas.org.br/boletim>>. Acesso em 02set. 2007.
- BOUROCHE, J.M.; SAPORTA, G. *Análise de dados*. Tradução de: M. Penchel. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1980. 116 p.
- BRABYN, L. 1996. *Landscape classification using GIS and national digital databasis*. Landscape Research, 21, 277-300.

- BRANDÃO, K. S. R.; SILVA, F. C.; LOUZEIRO, H. C.; CONCEIÇÃO, M. M.; MOURA, K. R. M.; SOUZA, A. G. *Otimização do Processo de Produção de Biodiesel Metílico e Etílico de Babaçu*. In: I Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel, 2006, Brasília. I Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel, 2006. p. 119-126.
- BRANDAO, M.; LACA-BUENDIA, J. P.; MACEDO, J. F. *Árvores nativas e exóticas do estado de Minas Gerais*. Belo Horizonte: EPAMIG, 2002. 528 p.
- BRITO, L. T. L.; SILVA, A. S.; SRINIVASAN, V. S.; GALVÃO, C. O.; GHEYI, H. R. *Uso de análise multivariada na classificação das fontes hídricas subterrâneas da bacia hidrográfica do Salitre*. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, SP, v. 26, n. 1, p. 36-44, 2006.
- BROOKS, R.R., 1972. *Geobotany and biogeochemistry in mineral exploration*. New York, Harper and Row, 290 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.
- CANNON, H.L. 1960. Botanical prospecting for ore deposits, Science, 132, 591-598.
- CANNON, H.L. *The use of plant indicators in ground water surveys, geologic mapping, and mineral prospecting*. Taxon, 20: 227-256. 1971.
- CARVALHO JUNIOR, O. A.; GUIMARÃES, R. F.; MARTINS, E. S.; CARVALHO, A. P. F.; GOMES, R. A. T. *Aplicação do método de identificação espectral para imagens do sensor ASTER em ambiente de cerrado*. Revista Brasileira de Geofísica, Niterói, v. 23, p. 159-172, 2005.
- CARVALHO JÚNIOR, O. A.; MARTINS, E. S.; GUIMARÃES, R. F.; CARVALHO, A. P. F. *Compartimentação Geomorfológica do Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros Baseada em Técnicas de Geoprocessamento*. Boletim de Pesquisa da Embrapa Cerrados, Planaltina, v. 34, 20 p, 2001.
- CERQUEIRA, D. B.; FRANCA-ROCHA, W. J. S.; CHAVES, J. M. *Elaboração de uma metodologia para mapeamento da Syngonanthus Curralensis (Sempre-Viva) da Chapada Diamantina, Município de Morro do Chapéu-BA*. In: CHAVES, J.; FRANCA-ROCHA, W. (Org.). Geotecnologias: Trilhando novos caminhos nas Geociências. Salvador: SBG - Núcleo BA-SE, 2006, v. 1, p. 199-210.
- CERQUEIRA, D. B.; FRANCA-ROCHA, W. J. S.; LOBÃO, J. S. B.; HAROLDO, F. *Modelagem Digital da Distribuição Espacial de Cactáceae: Morro do Chapéu - BA*. In: XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2005, Goiânia. Anais do XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. São José dos Campos: INPE, 2005. p. 2909-2915.
- CHAPLOT, V., WALTER, C., CURMI, P. (2000). *Improving soil hydromorphy prediction according to DEM resolution and available pedological data*. Geoderma, 97: 405– 422.
- CHAVES, T. A.; CARVALHO JUNIOR, O. A.; GOMES, R. A. T.; SODRÉ, R. V.; MACHADO, W. P.; OLIVEIRA, S. N.; SILVA, A. S. *Análise da paisagem do Maciço de Cana Brava pelo uso de imagens ASTER*. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2007, Florianópolis. Anais XIII SBSR. São José dos Campos : INPE, 2007. p. 5675-5682.
- CHIKISHEV, A.G., 1965. *Plant Indicators of Soils, Rocks and Subsurface Waters*.

New York, Consultants Bureau, 210 p.

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* (Household Agriculture Spatial Analysis from the Geomorphological factors in Silvânia e Passa Quatro County, Goiás). *Espaço & Geografia* 5(1): 17-32.

COSTA FILHO, P. L. D. R.; GOMES, R. A. T.; CARVALHO JUNIOR, O. A.; OLIVEIRA, S. N.; SODRE, R. V.; MACHADO, W. P.; CHAVES, T. A.; MARTINS, E. S. *Estudo preliminar da vegetação da parte do médio curso do Rio Indaiá (MG) utilizando imagem ASTER*. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2007, Florianópolis. Anais XIII SBSR. São José dos Campos : INPE, 2007. p. 1631-1638.

CREPANI, E.; MEDEIROS, J.S.; HERNANDEZ FILHO, P.; FLORENZANO, T.G.; DUARTE, V.; BARBOSA, C.C.F. 2001. *Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento Aplicados ao Zoneamento Ecológico-Econômico e ao Ordenamento Territorial*. INPE-8454-RPQ-722, 2001, São José dos Campos: INPE, 124p.

DARDENNE, M. A.; SABOIA, A. M. *Litoestratigrafia do Grupo Natividade na Região de Natividade-Pindorama, sudeste do Estado do Tocantins*. In: IX Simpósio de Geologia da Amazônia, 2006, Belém. IX Simpósio de Geologia da Amazônia. Belém: SBG, 2006.

DIAS, P. F.; SOUTO, S. M.; COSTA, J. R. *Análise do comportamento de espécies leguminosas arbóreas introduzidas em pastagens de gramíneas tropicais*. Pesquisa Agropecuária Tropical (UFG), v. 37, p. 31-37, 2007.

DIKAU R. & SAURER H. (1999). *GIS for Earth Surface Systems*. Berlin-Stuttgart: Gebrüder Borntraeger.

ESCADA, M. I. S.; ALVES, D. S. *Indicadores para a Compartimentação da Paisagem em Unidades de Ocupação em uma Região de Fronteira Agrícola em Rondônia*. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 11., 2001, Belo Horizonte. Anais... São José dos campos: INPE, 2001. p. 1099-1106.

ESCOFIER, B.; PAGÈS, J. *Analyse factorielles simples et multiples : Objectifs, méthodes et interprétation*. 3^a édition, Paris, Dunod, 1998, 284p.

ESPIRITO SANTO, F. D. B.; SHIMABUKURO, Y. E. *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, Viçosa-MG, vol. 29, n. 2, 2005, p. 277-239.

ESPIRITO SANTO, F. D. B.; SHIMABUKURO, Y. E.; ARAGÃO, L. E. O. C.; MACHADO, E. L. M. *Análise da composição florística e fitossociológica da Floresta Nacional do Tapajós com o apoio geográfico de imagens de satélite*. Acta Botânica vol. 35(2) 2005a: 155-173.

ESPIRITO SANTO, F. D. B.; SHIMABUKURO, Y.E.; KUPLICH, T. M. *Mapping forest successional stages following deforestation in Brazilian Amazonia using multitemporal Landsat images*. International Journal of Remote Sensing, Grã-Bretanha, v. 26, n. 3, p. 635-642, 2005b.

ESPIRITO SANTO, F. D. B.; SHIMABUKURO, Y.E.; SANTOS, J.R.; KUPLICH, T. M. *Classificação semi-automática de imagens multitemporais Landsat para a determinação de estágios sucessionais de uma área desflorestada na Amazônia*. In: XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2005, Goiânia,. Anais, CD-ROM. São José dos Campos : INPE, 2005c. p. 1517-1524.

- FABOS, J.G. 1979. *Planning and landscape evaluation*. Landscape Research, 4(2), 4-10.
- FERREIRA, M. C. *Mapeamento de unidades de paisagem com Sistemas de Informação Geográfica: alguns pressupostos fundamentais*. Geografia, v. 22, n. 1, p. 23-36, 1997.
- FERREIRA, M. E. M. Modelos log-normal e markoviano para estudo da evolução de abundância em uma floresta de babaçu. Dissertação de mestrado. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 1999. p. 126.
- 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.
- FOLHA DO MEIO AMBIENTE. *Natureza e história se enlaçam em Natividade*. Disponível em: <<http://www.folhadomeio.com.br/publix/fma/folha/2001/02/natividade112.html>>. Acesso em 09abr. 2007.
- 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.; KOTSCHOUBEY, B. 1984. *Projeto Natividade-Almas*. Belém. Conv. CVRD/UFPA. (relatório inédito).
- GROBE, J. R.; MARQUES, J. M. *O método de análise fatorial aplicado ao estudo de resultados de análise de solos*. Synergismus scyentifica UTFPR, v. 1, p. 237-243, 2006.
- HARIDASAN, M. *Aluminium accumulation by some cerrado native species of central Brazil*. Plant and Soil, Hollanda, v. 65, n. 2, p. 265-273, 1982.
- HENDERSON, A. *The palms of the Amazon*. New York: Oxford University Press, 1995. 362 p.
- HERMUCHE, P. M.; ANDRADE, A. C.; GUIMARÃES, R. F.; LEAL, L. R.; CARVALHO JÚNIOR, O. A.; MARTINS, E. S. *Compartimentação geomorfológica em escala regional da bacia do rio Paranã*. Revista do Departamento de Geografia (GeoUERJ), Rio de Janeiro, v. 1, p. E2-2-2T288, 2003.
- 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.
- IPHAN. *Natividade (TO)*. Disponível em: <<http://portal.iphan.gov.br/portal/montarDetalheConteudo.do;jsessionid=95465E13715EB286B2079BD365CAED83>>. Acesso em 09abr. 2007.

- JET PROPULSION LABORATORY (JPL) – 2001 - *ASTER higher-level product user guide*, JPL D-20062, 80p.
- LANE S.N., CHANDLER J.H. & RICHARDS K.S. (1998). *Landform Monitoring, Modelling and Analysis*. Chichester: John Wiley and Sons.
- LEAL, L.R., ANDRADE, A.C., PANQUESTOR, E.K., RAMOS, V.M., GUIMARÃES, R.F., MARTINS, E.S. & CARVALHO JUNIOR, O.A. (2003). *Definição de unidades geomorfológicas a partir de imagens de dados morfométricos na bacia do Rio Grande (BA)*. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2003, Belo Horizonte. Anais XI SBSR. São José dos Campos: INPE, p. 2055-2062.
- LEBART, L.; MORINEAU, A.; PIRON, M. *Statistique exploratoire multidimensionnelle*. 3^a ed. Nouveau tirage révisé Paris: Dunod, 2002, 439 p.
- 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. *Biodiesel de babaçu (Orbignya sp.) obtido por via etanólica*. Quim. Nova, Vol. 30, No. 3, 600-603, 2007.
- LORENZI, H. *Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil*. 3. Ed. Nova Odessa: Plantarum, 2000. 1v.
- LORENZI, H.; SOUZA, H.M., de; MEDEIROS-COSTA, J.T. de; CERQUEIRA, L.S.C. de; BEHR, N. von. *Palmeiras no Brasil: nativas e exóticas*. Nova Odessa: Plantarum, 1996. 303p.
- MACHADO, W. P.; GOMES, R. A. T.; CARVALHO JUNIOR, O. A.; GUIMARÃES, R. F.; OLIVEIRA, S. N.; SODRÉ, R. V.; CHAVES, T. A.; COSTA FILHO, P. L. D. R. *Identificação e análise dos fragmentos florestais em imagens ASTER no município de Cromínia-GO*. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2007, Florianópolis. Anais XIII SBSR. São José dos Campos : INPE, 2007. p. 5895-5902.
- MARIMON JUNIOR, B.H.; HARIDASAN, M. *Comparação da vegetação arbórea e características edáficas de um cerradão e um cerrado sensu stricto em áreas adjacentes sobre solo distrófico no leste de Mato Grosso*. Acta Botânica Brasílica, São Paulo, v. 19, n. 4, p. 913-926, 2005.
- MARTINS E.S.; REATTO, A.; CARVALHO JÚNIOR, O.A.; GUIMARÃES, R.F. 2002. *Ecologia de Paisagem: conceitos e aplicações potenciais no Brasil*. Série Documentos EMBRAPA Cerrados 121, 1-35.
- MAY, P. H. *Palmeiras em chamas: transformações agrárias e justiça social na zona do babaçu*. São Luis, EMAPA/FINEP/Fundação FORD, 1990. Citado por: NASCIMENTO, U. S. *Carvão de babaçu como fonte térmica para sistema de refrigeração por absorção no estado do Maranhão*. Dissertação de mestrado. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 2004. p. 82.
- 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.
- MEINEL, G.; NEUBERT, M. *A comparison of segmentation programs for high resolution remote sensing data*. In: International Society for Photogrammetry and Remote Sensing 29 Congress, XX, (ISPRS), 12 – 23 July 2004, Istanbul, Turkey. Proceeding. Istanbul, Turkey. Disponível em: <

- <http://www.isprs.org/istanbul2004/comm4/papers/506.pdf> >. Acesso em: 06 nov. 2007.
- MITJA, D.; FERRAZ, I. D. K. Establishment of babassu in pastures in Pará, Brazil. *Palms*, v. 45 (3), p. 138-147, 2001.
- MOIGNE, J. L.; TILTON, J. C. *Refining image segmentation by integration of edge and region data*. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing. v. 33, n. 3, May, 1995.
- 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.
- MOREIRA, M. A.; SOUZA, I. M. *Análise de resultados de segmentação por crescimento de regiões em diferentes técnicas de processamento digital de dados do Landsat/TM para mapeamento de áreas cafeeiras*. In: X Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2001, Foz do Iguaçu -PR. SBSR. São José dos Campos, SP, 2001.
- MOUZINHO, A. M. C.; LUOZEIRO, H. H.; VASCONCELOS, A. C. S.; MACIEL, A. P.; SILVA, F. C. *Obtenção de biodiesel metílico a partir do óleo de babaçu (Orbigynia martiniana) empregando hidróxido de bário hidratado*. In: Congresso Internacional de Agroenergia e Biocombustíveis, 2007, Teresina. <http://www.cpamn.embrapa.br/agrobiotrabalhos.php>, 2007.
- NAKAMURA, J. C. S.; NOVO, E. M. L. M. *Mapeamento da mancha urbana utilizando imagens de média resolução: sensores CCD/CBERS2 e TM/Landsat5 - estudo de caso da cidade de Rio Branco-Acre*. In: XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2005, Goiânia. Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. São José dos Campos : INPE, 2005. p. 3843-3850.
- NASCIMENTO, P.S.R.; ALMEIDA FILHO, R. *Utilização da técnica de segmentação em Imagens TM/Landsat visando otimizar a técnica de interpretação visual*. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 8., Salvador, 1996. Anais... São José dos Campos: INPE, 1996.
- NASCIMENTO, U. S. *Carvão de babaçu como fonte térmica para sistema de refrigeração por absorção no estado do Maranhão*. Dissertação de mestrado. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 2004. p. 82.
- OLIVEIRA, G. I. M. *Geoprocessamento aplicado à estudos de proteção de aquíferos na Área de Proteção Ambiental de Cafuringa, Distrito Federal*. Dissertação de Mestrado. Brasília: UnB, 2005. p. 87.
- PALACIN, L.; MORAES, M. A. S. *História de Goiás (1722-1972)*. 5º ed. Goiânia: Ed. Da UCG, 1989.
- PANQUESTOR, E. K., CARVALHO JUNIOR, O.A., LEAL, L.R., ANDRADE, A.C., MARTINS, E.S. & GUIMARÃES, R.F. (2002). *Associação do processamento digital de imagens ao uso de parâmetros morfométricos na definição de unidades de paisagem da bacia do rio Corrente (BA)*. Espaço e Geografia, 5(1): 87-99.
- PARENTE, T. G. *Fundamentos históricos do Estado do Tocantins*. Goiânia: ED. da UFG, 1999.
- PEKKARINEN, A. *A method for the segmentation of very high spatial resolution images of forested landscapes*. International Journal of Remote Sensing. v. 23, n. 14, p. 2817-2836, July, 2002.

PETERS, C.; BALICK, M. J.; KAHN, F.; ANDERSON, A. *Oligarchic forests of economic plants in Amazonia: Utilization and conservation of an important tropical resource*. Conservation Biology, Volume 3, Nº 4, dezembro 1989. p. 342 – 349.

PORTAL DO CIDADÃO. *História*. Disponível em: <<http://www.portaldocidadao.to.gov.br/História>>. Acesso em 09abr. 2007.

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.

REATTO, A.; MARTINS, E. S. *Classes de solos em relação aos controles da paisagem do Bioma Cerrado*. In: SCARIOT, A.; SOUZA-SILVA, J. C.; FELFILI, J. M. (Org.). Cerrado: Ecologia, Biodiversidade e Conservação. 1 ed. Brasília-DF: Ministério do Meio Ambiente, 2005, v. , p. 47-59.

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.

RIZZINI, C. T. *Tratado de Fitogeografia do Brasil*. São Paulo: Hucitec, 1979. 374 p.

RODRIGUES, L. M. R. MOREIRA, L.; ASSAD, E.D. *Segmentação e classificação supervisionada para identificar pastagens degradadas*. In: Workshop Brasileiro de Geoinformática, 2, São Paulo, SP, junho 2000. In: Workshop Brasileiro de Geoinformática, 2000.

SACHS, R. C. C.; PINATTI, E.; GIANNOTTI, J. G.; FRANCISCO, V. L. F. S.; BEZERRA, L. M. C. *Caracterização da pecuária no Vale do Paraíba Paulista utilizando a análise multivariada*. In: 51ª Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria, 2006, Botucatu. Anais da 51ª Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria. Botucatu, 2006.

SANTOS, M. *A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção*. São Paulo: Hucitec, 1996. 120 p.

SANTOS, N.A.; LIMA, A. E. A.; CONCEIÇÃO, M. M.; SANTOS, I.M. G.; SOUZA, A. G. *Estudo térmico do biodiesel babaçu e avaliação dos parâmetros físico-químicos do biodiesel e misturas*. In: I Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel, 2006, Brasília. I Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel, 2006. p. 247-251.

SILVA FILHO, T. A. T.; SILVA, S. A.; OLIVEIRA, R.; MOREIRA, J. F. V. *Análise Multivariada de Dados de Operação de uma Série de Lagoas de Estabilização Profundas Tratando Esgoto Doméstico no Nordeste do Brasil*. In: XXI Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental - ABES, 2001, João Pessoa. Anais eletrônicos do XXI Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental - ABES., 2001. v. II038.

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

SILVA, F. C.; BRANDÃO, K. S. R.; CONCEIÇÃO, M. M.; SOUZA, A. G.; MOURA, Kátia R. M.; MOUZINHO, A. M. C.; Souza, M. C. *Produção de Biodiesel a Partir do Óleo de Babaçu Utilizando Misturas dos Álcoois Metanol-Etanol*. In: I Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel, 2006, Brasília. I Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel, 2006. p. 135-140.

- SILVA, R. G.; RIBEIRO, C. G. *Análise da degradação ambiental na Amazônia Ocidental: um estudo de caso dos municípios do Acre*. Revista de Economia e Sociologia Rural, v. 42, p. 93-112, 2004.
- SILVA, S.; TASSARA, H. *Frutas no Brasil*. São Paulo: Empresa das Artes, 1991. 230p.
- SMITH, M.O., USTIN, S.L., ADAMS, J.B., GILLESPIE, A.R. 1990. *Vegetation in deserts II. Environmental influences on regional abundance*. Remote Sensing of Environment, 31(1): 27-52.
- SOUZA, J.P.; ARAÚJO, G.M.; HARIDASAN, M. *Influence of soil fertility on the distribution of tree species in a deciduous forest in the Triângulo Mineiro region of Brazil*. Plant Ecology, v. 191, p. 253-263, 2007.
- 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.
- TEIXEIRA, M. A. *Estimativa do potencial energético na indústria do óleo de babaçu no Brasil*. In: ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL, 3., 2000, Campinas. Proceedings online... Available from: <http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=MSC000000022000000200045&lng=en&nrm=abn>. Access on: 09 Feb. 2008.
- THALES, M. C. *Imagem fração sombra na caracterização e mapeamento de babaçu (Attalea speciosa Mart. Ex Spreng) em áreas de floresta*. Dissertação de Mestrado. São José dos Campos: INPE, 1999. p. 144.
- 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. *Atlas do Tocantins: subsídios ao planejamento da gestão territorial*. Palmas: SEPLAN, 2005. 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. *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, Manaus, v. 34, p. 487-493, 2004.
- VELDKAMP, A.; KOK, K.; KONING, G.H.J.; SCHOORL, J.M.; SONNEVELD, M.P.W.; VERBURG, P.H. 2001. *Multi-scale approaches in agronomic research at landscape level*. Soil & Tillage Res., 58, 129-140.
- VIVACQUA FILHO, A. *Babaçu, Aspectos Sócios - Econômicos e Tecnológicos*. Brasília: Universidade de Brasília, 217p, 1968.
- WAGNER, A. P. L.; DUCATI, J. R. *Estudos Florestais no Sul do Brasil com ASTER*. In: XI Simposio Latinoamericano en Percepcion Remota y Sistemas de Informacion Espacial - SELPER 2004, 2004, Santiago. Anales de la XI SELPER. Santiago: SELPER Chile, 2004.

WALTER, B. M. T. *Fitofisionomias do bioma Cerrado: síntese terminológica e relações florísticas*. Tese de Doutorado. Brasília: UnB, 2006. p. 389.

WILSON J.P. & GALLANT J.C. (2000). *Terrain Analysis: Principles and Applications*. New York: John Wiley and Sons.

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.

Anexos

Tabela 6 - Variáveis estruturais e ambientais

Nº da Parcela	Latitude	Longitude	Quant. Real de Babaçu Coletado no Campo	Quant. Babaçu / ha	Quant. Cachos / ha	Altura Máxima dos Fustes (m)	Medias das Alturas dos Fustes (m)	Declividade do Relevo no Campo	Tipo de Solo	Uso e Cobertura do Solo
P001	-11,55997	-47,55997	9	18	34	7	3.19	Plano	Latossolo Vermelho	Pastagem
P002	-11,60653	-47,55914	10	20	8	7.5	1.49	Suave ondulado	Plintossolo Háplico	Mata de Galeria
P003	-11,66628	-47,59143	2	4	12	5	2.5	Suave ondulado	Cambissolo	Pastagem
P004	-11,66512	-47,58832	13	26	52	9	1.77	Plano	Latossolo Vermelho	Pastagem
P005	-11,67639	-47,59164	18	36	76	11	6.46	Suave ondulado	Cambissolo	Pastagem
P006	-11,69302	-47,60000	40	80	186	12	6.98	Plano	Neossolo Flúvico	Pastagem
P007	-11,65623	-47,57023	36	144	168	15	6.26	Plano	Neossolo Flúvico	Pastagem
P008	-11,69406	-47,61717	24	48	104	18	9.44	Suave ondulado	Cambissolo	Pastagem
P009	-11,72129	-47,58324	30	60	98	17	5.28	Plano	Neossolo Flúvico	Pastagem
P010	-11,69112	-47,60239	14	28	44	15	4.14	Forte ondulado	Neossolo Litólico	Pastagem
P011	-11,71683	-47,60911	45	90	54	13	3.22	Plano	Cambissolo	Pastagem
P012	-11,71883	-47,60819	28	112	256	16	8.93	Plano	Neossolo Flúvico	Capoeira nova
P013	-11,69395	-47,62157	46	184	428	15	8.55	Plano	Neossolo Flúvico	Pastagem
P014	-11,75095	-47,59641	25	100	148	17	8.44	Plano	Neossolo Flúvico	Capoeira antiga
P015	-11,75259	-47,59714	27	108	108	20	6.98	Plano	Plintossolo Háplico	Mata de Galeria
P016	-11,77436105	-47,56810793	14	140	20	10	5.48	Suave ondulado	Cambissolo	Capoeira antiga
P017	-11,77558422	-47,57067522	10	152	0	13	10.4	Plano	Neossolo Flúvico	Capoeira antiga
P018	-11,77761608	-47,5679972	19	76	64	17	6.23	Suave ondulado	Neossolo Flúvico	Capoeira antiga
P019	-11,74524341	-47,57925753	39	156	20	14	6.32	Suave ondulado	Plintossolo Háplico	Capoeira antiga

P020	-11,77396199	-47,57285829	26	104	32	15	7.06	Plano	Neossolo Flúvico	Capoeira antiga
P021	-11,77320292	-47,57110588	67	268	100	15	6.99	Ondulado	Cambissolo	Capoeira antiga
P022	-11,77422551	-47,57531771	38	152	68	14	8.84	Ondulado	Cambissolo	Capoeira antiga
P023	-11,76809968	-47,57738326	44	176	28	15	7.42	Suave ondulado	Neossolo Flúvico	Capoeira antiga
P024	-11,76324388	-47,58254257	29	116	32	12	7.05	Ondulado	Neossolo Flúvico	Capoeira antiga
P025	-11,73632464	-47,57597208	33	132	40	14	7.47	Suave ondulado	Neossolo Flúvico	Capoeira antiga
P026	-11,61109834	-47,57892947	21	84	96	13	7.86	Ondulado	Cambissolo	Pastagem
P027	-11,61097404	-47,57932442	25	100	84	14	8.42	Ondulado	Cambissolo	Pastagem
P028	-11,61074446	-47,57961829	23	92	64	13	7.39	Ondulado	Cambissolo	Pastagem
P029	-11,60948407	-47,57861841	42	168	144	14	7.5	Ondulado	Cambissolo	Pastagem
P030	-11,60937267	-47,57917824	29	116	80	13	6.4	Ondulado	Cambissolo	Pastagem
P031	-11,61090229	-47,57977084	29	116	120	13	6.4	Ondulado	Cambissolo	Pastagem
P032	-11,68878475	-47,59135237	12	48	52	14	6.75	Ondulado	Cambissolo	Pastagem
P033	-11,69875083	-47,60456007	24	96	100	11	7.58	Suave ondulado	Cambissolo	Roça
P034	-11,67992131	-47,55948219	33	132	244	12	8.73	Suave ondulado	Cambissolo	Capoeira antiga
P035	-11,67694523	-47,56430791	20	200	630	11	7.2	Plano	Cambissolo	Pastagem
P036	-11,67014382	-47,56790617	21	84	72	13	4.33	Forte ondulado	Cambissolo	Roça
P037	-11,66964493	-47,56822854	17	85	155	14	6.88	Ondulado	Cambissolo	Roça
P038	-11,67632338	-47,54895025	20	80	268	14	9.65	Suave ondulado	Cambissolo	Pastagem
P039	-11,67705813	-47,54796529	38	152	476	15	10.18	Suave ondulado	Cambissolo	Pastagem
P040	-11,7048625	-47,59367206	16	64	172	12	6.63	Forte ondulado	Cambissolo	Pastagem
P041	-11,70594477	-47,5929187	16	80	180	11	5.19	Forte ondulado	Cambissolo	Capoeira nova
P042	-11,7073225	-47,59356729	18	90	180	12	5.72	Forte ondulado	Cambissolo	Pastagem

P043	-11,70919846	-47,59244964	22	88	164	15	11.3	Forte ondulado	Neossolo Flúvico	Pastagem
P044	-11,70833512	-47,59219299	28	112	152	16	5.89	Suave ondulado	Cambissolo	Pastagem
P045	-11,71715171	-47,60405925	36	144	248	13	5.9	Forte ondulado	Cambissolo	Roça
P046	-11,71757265	-47,60263198	31	124	232	12	6.08	Plano	Neossolo Flúvico	Roça
P047	-11,71797465	-47,60354938	27	108	168	12	7.3	Plano	Cambissolo	Pastagem
P048	-11,71550324	-47,60614601	30	120	148	14	7.73	Suave ondulado	Cambissolo	Capoeira nova
P049	-11,73589398	-47,60455169	30	120	144	12	6.52	Ondulado	Cambissolo	Capoeira antiga
P050	-11,73477843	-47,60484448	17	68	176	10	6	Ondulado	Cambissolo	Roça
P051	-11,7358504	-47,60569238	27	108	216	12	6.96	Suave ondulado	Neossolo Flúvico	Roça
P052	-11,72745198	-47,60568014	20	100	90	12	6.35	Suave ondulado	Cambissolo	Capoeira nova
P053	-11,7425752	-47,6019248	42	168	240	13	6.29	Forte ondulado	Cambissolo	Pastagem
P054	-11,74150256	-47,60219034	24	96	156	13	6.96	Suave ondulado	Cambissolo	Pastagem
P055	-11,74204093	-47,60156664	28	112	184	15	6.29	Forte ondulado	Cambissolo	Pastagem
P056	-11,72063883	-47,59962497	30	120	176	14	11	Forte ondulado	Cambissolo	Roça
P057	-11,72038855	-47,60092065	12	48	144	14	8.92	Suave ondulado	Cambissolo	Pastagem
P058	-11,72997141	-47,63388944	22	88	100	13	4.89	Plano	Neossolo Flúvico	Roça
P059	-11,67891297	-47,5739165	18	72	124	13	7.67	Plano	Cambissolo	Capoeira nova
P060	-11,67863779	-47,57432261	24	96	156	14	5	Plano	Cambissolo	Capoeira nova
P061	-11,6852439	-47,59167013	16	64	108	12	6.31	Forte ondulado	Cambissolo	Pastagem
P062	-11,68648082	-47,59325456	18	72	144	12	7.56	Forte ondulado	Cambissolo	Pastagem
P063	-11,6835303	-47,59550435	13	52	80	11	5	Forte ondulado	Cambissolo	Pastagem

P064	-11,67837493	-47,58826255	13	52	156	12	6.54	Forte ondulado	Cambissolo	Pastagem
P065	-11,68431393	-47,57796329	23	92	128	14	6.61	Ondulado	Cambissolo	Roça
P066	-11,53444	-47,57337	0	0	0	0	0	Suave Ondulado	Cambissolo	Pastagem
P067	-11,54157	-47,57813	0	0	0	0	0	Plano	Latosolo Vermelho	Pastagem
P068	-11,56694	-47,59279	0	0	0	0	0	Plano	Latosolo Vermelho	Pastagem
P069	-11,58007	-47,57946	0	0	0	0	0	Plano	Gleissolo Háplico	Mata de Galeria
P070	-11,66598	-47,59110	0	0	0	0	0	Plano	Argissolo Vermelho	Pastagem
P071	-11,66560	-47,59010	0	0	0	0	0	Plano	Latosolo Vermelho	Pastagem
P072	-11,66500	-47,58789	0	0	0	0	0	Plano	Neossolo Flúvico	Pastagem
P073	-11,69659	-47,56341	0	0	0	0	0	Plano	Plintossolo Pétrico	Cerrado
P074	-11,70142	-47,56447	0	0	0	0	0	Plano	Latosolo Vermelho	Cerrado
P075	-11,72187	-47,58284	0	0	0	0	0	Plano	Gleissolo Háplico	Roça
P076	-11,72039	-47,58440	0	0	0	0	0	Suave ondulado	Cambissolo	Pastagem
P077	-11,69185	-47,60263	0	0	0	0	0	Suave ondulado	Cambissolo	Pastagem
P078	-11,69140	-47,60329	0	0	0	0	0	Forte ondulado	Neossolo Litólico	Cerrado
P079	-11,75238	-47,59782	0	0	0	0	0	Suave ondulado	Cambissolo	Cerrado
P080	-11,75237	-47,59843	0	0	0	0	0	Ondulado	Cambissolo	Cerrado

Continuação da Tabela 6.

Nº da Parcela	Formação vegetal primária	Declividade	MDT	Área de contribuição	Índice topográfico	Relevo	Distância do rio (m)	Distância da casa (m)	Distância da estrada (m)
P001	Mata de Galeria	6.49	492.89	1.35	0.15	Patamar Cárstico	322.34	218.73	676.52
P002	Mata de Galeria	2.81	405.51	1.18	0.12	Colinas	35.82	116.86	72.91
P003	Mata seca	11.07	417.15	0.96	1.98	Colinas	329.25	303.3	300.29
P004	Mata de Galeria	0.65	394.11	1.48	0.01	Colinas	152.46	293.5	108.57
P005	Mata seca	1.07	396.4	1.53	0.06	Colinas	528.32	311.56	204.63
P006	Mata de Galeria	0.55	375.91	1.73	0.01	Colinas	77.22	297.01	103.81
P007	Mata de Galeria	0.89	370.42	0.78	0.08	Colinas	115.63	126.97	194.13
P008	Mata seca	0.78	389.84	1.4	0.02	Patamar Cárstico	647.98	730.65	240.43
P009	Mata de Galeria	1.51	361.1	1.49	0.15	Colinas	210.62	145.44	79.52
P010	Mata seca	5.72	385.89	1.17	0.34	Colinas	476	352.42	229.64
P011	Transição entre Mata de Galeria e Cerrado	0.37	349.67	1.01	0.04	Colinas	288.38	523.47	438.64
P012	Mata de Galeria	0.09	348.85	3.93	0.02	Colinas	68.13	527.46	329.7
P013	Mata seca	0.45	392.92	1.1	0.13	Patamar Cárstico	713.57	864.7	46.94
P014	Mata de Galeria	1.38	362.05	1.47	0.14	Colinas	48.69	1160.68	366.31
P015	Mata de Galeria	3.52	372.24	1.26	0.55	Colinas	264.47	1272.43	171.93
P016	Mata de Galeria	2.23	385.49	1.7	0.06	Colinas	96.82	334.68	303.92
P017	Mata de Galeria	0.24	381.4	3.39	0.16	Colinas	46.68	131.53	161.94
P018	Transição entre Mata de Galeria e Cerrado	0.56	383.48	2.45	0.01	Colinas	277.06	502.41	61.23
P019	Mata de Galeria	1.84	394.78	1.96	0.22	Colinas	14.35	2248.93	86.88
P020	Mata de Galeria	1.57	380.44	0.72	0.03	Colinas	51.12	175.81	166.45
P021	Cerrado	1.8	383.99	1.53	0.07	Colinas	148.62	115.82	342.09
P022	Mata de Galeria	0.64	381.79	1.95	0.01	Colinas	49.98	292.99	107.18

P023	Mata de Galeria	1.52	375.24	1.84	0.03	Colinas	42.28	520.6	174.69
P024	Mata de Galeria	4.92	375.67	1.36	0.84	Colinas	122.91	455.96	118.02
P025	Mata de Galeria	6.95	368.62	1.27	0.21	Colinas	78.59	1554.44	32.88
P026	Cerrado	1.79	393.22	2.06	0.01	Colinas	242.59	110.17	13.82
P027	Cerrado	1.9	394.25	2.03	0.01	Colinas	267.06	137.43	0.58
P028	Cerrado	1.95	395.32	1.98	0.01	Colinas	295.78	182.28	4.83
P029	Transição entre Mata de Galeria e Cerrado	0.32	391.82	3.46	0.01	Colinas	87.46	274.28	186.83
P030	Transição entre Mata de Galeria e Cerrado	1.23	392.91	2.02	0.01	Colinas	174.33	298.08	159.81
P031	Cerrado	1.94	396.19	1.98	0.01	Colinas	319.64	181.63	20.57
P032	Cerrado	2.87	392.09	1.03	0.19	Colinas	254.99	214.53	259.51
P033	Cerrado	0.84	371.11	1.51	0.12	Colinas	84.66	481.85	11.41
P034	Mata de Galeria	3.04	355.06	1.26	0.01	Colinas	5.61	226.13	54.92
P035	Mata seca	3.6	385.3	0.95	0.59	Colinas	562.56	178.97	69.07
P036	Mata seca	3.79	378.77	1.17	0.39	Colinas	392.67	152.88	8.74
P037	Mata seca	3.46	374.34	1.27	0.24	Colinas	337.84	105.79	29.27
P038	Transição entre Mata de Galeria e Cerrado	2.46	369.49	1.41	0.17	Patamar Cárstico	58.37	270.86	37.96
P039	Transição entre Mata de Galeria e Cerrado	3.74	376.48	1.25	0.27	Patamar Cárstico	105.49	407.65	119.94
P040	Mata de Galeria	1.6	363.24	1.23	0.37	Colinas	121.71	329.18	108.26
P041	Mata de Galeria	1.88	359.99	1.27	0.28	Colinas	133.61	382.48	61.76
P042	Cerrado	2.43	359.31	1.22	0.5	Colinas	222.98	354.38	82.62
P043	Mata de Galeria	0.5	352.46	1.47	0.2	Colinas	147.11	594.37	149.32
P044	Mata de Galeria	1.03	352.64	1.5	0.22	Colinas	47.37	544.14	95.58
P045	Mata de Galeria	0.14	349.73	1.46	0.01	Colinas	101.3	143.6	122.1
P046	Mata de Galeria	0.06	349.82	3.53	0.01	Colinas	68.24	257.5	297.9

P047	Mata de Galeria	0.08	349.71	3.45	0.01	Colinas	15.34	246.2	225.88
P048	Mata de Galeria	0.69	349.96	0.79	0.15	Colinas	55.4	197.07	127.43
P049	Mata de Galeria	1.26	352.65	1.48	0.01	Colinas	38.72	245.68	154.25
P050	Mata de Galeria	1.25	352.18	1.39	0.02	Colinas	75.11	196.43	45.4
P051	Mata de Galeria	0.36	351.05	4.14	0.02	Colinas	87.35	132.08	203.31
P052	Mata de Galeria	0.15	349.69	2.58	0.01	Colinas	93.69	286.89	13.78
P053	Mata de Galeria	0.32	355.72	4.14	0.03	Colinas	63.93	167.73	202.28
P054	Mata de Galeria	0.55	355.1	3.78	0.01	Colinas	73.37	223.3	210.65
P055	Mata de Galeria	1.36	356.23	1.61	0.01	Colinas	28.31	232.99	249.19
P056	Mata de Galeria	1.22	355.76	1.14	0.09	Colinas	306.83	283.81	142.26
P057	Mata de Galeria	1.11	353.42	1.27	0.07	Colinas	263.91	415.11	67.35
P058	Mata de Galeria	0.48	346.79	1.05	0.03	Colinas	211.62	388.66	276.05
P059	Mata de Galeria	4.91	365.92	1.34	0.18	Colinas	35.38	235.77	103.72
P060	Mata de Galeria	0.5	363.57	3.68	0.32	Colinas	30.26	224.62	159.56
P061	Mata de Galeria	0.86	388.21	0.39	0.02	Colinas	91.14	136.94	247.08
P062	Cerrado	0.35	388.53	0.44	0.01	Colinas	275.11	53.65	158.3
P063	Mata de Galeria	0.91	392.83	0.29	0.5	Colinas	21.36	249.72	224.51
P064	Mata de Galeria	0.9	390.34	2.13	0.09	Colinas	296.61	399.49	111.6
P065	Mata de Galeria	1.97	365.19	2.45	0.29	Colinas	251.96	245.65	324.77
P066	Mata seca	5.16	469.32	1.34	0.28	Patamar Cárstico	454.85	115.48	17.38
P067	Mata seca	1.78	477.06	1.01	0.05	Patamar Cárstico	543.95	1043.99	50.53
P068	Cerrado	1.32	436.05	1.85	0.06	Patamar Cárstico	462.44	247.04	55.66
P069	Mata de Galeria	3.72	420.18	1.69	0.07	Patamar Cárstico	134.59	77.95	119.37
P070	Mata seca	9.88	410.15	0.99	1.47	Colinas	346.08	297.64	280.49
P071	Cerrado	2.93	397.36	1.08	0.26	Colinas	300.77	261.19	203.43
P072	Mata de Galeria	0.33	394.09	2.12	0.08	Colinas	118.51	342.12	93.73
P073	Cerrado	0.43	401.45	1.86	0.01	Patamar Cárstico	1197.69	109.06	14.71
P074	Cerrado	0.16	403.29	1.56	0.02	Patamar Cárstico	1140.52	476.84	19.9
P075	Mata de Galeria	1.82	360.97	1.59	0.08	Colinas	71.04	162.05	165.78

P076	Cerrado	3.93	367.89	1.38	0.23	Colinas	286.46	170.14	40
P077	Mata seca	5.55	385.98	0.96	0.68	Colinas	394.85	274.05	175.23
P078	Cerrado	8.74	397.89	0.97	1.08	Colinas	502.95	327.63	281.99
P079	Cerrado	3.4	373.06	1.19	0.47	Colinas	291.43	1196.39	171.83
P080	Cerrado	3.15	374.39	1.12	0.41	Colinas	314.79	1150.59	135.65

Tabela 7 - Cargas fatoriais das Parcelas ativas

PARC	QLT	F ₁	COR ₁	CTR ₁	F ₂	COR ₂	CTR ₂	F ₃	COR ₃	CTR ₃	F ₄	COR ₄	CTR ₄
P014	537	-264	283	18	-140	79	8	-191	148	20	81	26	4
P017	475	-246	225	15	-179	118	14	-178	117	17	62	14	2
P020	452	-199	178	10	-160	115	11	-183	149	18	43	8	1
P021	447	-299	261	23	-30	2	0	200	117	22	-150	66	15
P022	571	-334	422	28	-98	36	4	79	23	3	-154	89	16
P024	264	-196	106	9	165	75	12	-109	33	6	-133	49	12
P049	567	-337	434	29	-63	15	1	76	22	3	-158	95	17
P069	893	535	174	73	-397	96	71	-592	214	197	-818	408	460
P001	517	515	437	68	-133	29	8	-164	44	15	57	5	2
P010	430	109	19	3	491	392	109	-57	5	1	91	13	5
P013	500	94	16	2	-195	71	17	-131	32	9	449	379	138
P026	548	-144	131	5	0	0	0	226	322	28	-122	94	10
P027	539	-154	142	6	0	0	0	229	314	29	-117	82	9
P028	543	-125	99	4	3	0	0	233	344	30	-125	99	10
P031	524	-128	103	4	1	0	0	234	347	31	-107	73	7
P032	514	-98	62	2	73	35	2	206	273	23	-149	143	15
P040	400	-214	310	11	114	87	5	-19	2	0	1	0	0
P042	414	-150	130	5	197	223	17	102	60	5	-12	0	0
P043	489	-315	407	25	-4	0	0	-88	31	4	110	49	8
P047	478	-235	339	14	-124	94	6	-60	22	2	60	22	2
P053	492	-320	483	26	-2	0	0	9	0	0	42	8	1
P055	480	-295	476	22	25	3	0	-3	0	0	8	0	0
P061	269	-192	266	9	10	0	0	6	0	0	-13	1	0
P062	302	-145	134	5	23	3	0	161	164	14	4	0	0
P063	250	-148	141	5	118	90	6	-39	10	0	-36	8	0
P067	717	623	587	100	-175	46	14	-96	14	5	213	69	31
P068	747	515	606	68	-231	122	24	60	8	2	64	9	2
P070	758	477	153	58	808	441	296	-481	156	130	98	6	6
P071	324	291	322	21	-3	0	0	23	2	0	4	0	0
P006	645	-162	176	6	-159	170	11	-162	176	14	134	121	12
P007	666	-192	235	9	-140	124	8	-163	169	15	147	137	14
P009	460	-138	129	4	-95	62	4	-156	166	13	122	101	10
P064	199	-154	185	6	26	5	0	27	5	0	21	3	0
P004	246	97	48	2	-162	134	12	-86	37	4	70	25	3
P035	314	-52	5	0	166	53	12	-122	28	8	343	226	81
P072	207	70	22	1	-127	75	7	-150	103	12	37	6	0
P073	649	706	369	128	-264	51	31	533	211	160	147	16	14
P074	798	651	567	109	-236	74	25	322	139	58	114	17	8
P078	725	404	161	42	716	507	233	158	24	14	-177	31	21
P080	629	159	64	6	186	88	15	348	308	68	-257	168	45
				1000			1000			1000			1000

F_n – *n*ésimo fator ou eixo; PARC – nº das parcelas; QLT – \sum COR_n; COR_n – contribuição relativa (ou qualidade de representação) ao fator *n*; CTR_n – contribuição absoluta para a formação do fator *n*.

Tabela 8 - Cargas fatoriais das Parcelas Suplementares

PARC	QLT	F1	COR1	CTR1	F2	COR2	CTR2	F3	COR3	CTR3	F4	COR4	CTR4
P036	298	-27	2	0	261	264	30	-26	2	0	85	28	5
P037	147	-105	42	2	155	91	10	60	13	2	8	0	0
P045	437	-309	431	24	-12	0	0	25	2	0	21	1	0
P046	565	-222	236	12	-173	143	13	-147	103	12	131	82	11
P050	478	-248	329	15	-31	5	0	97	50	5	-132	93	12
P051	476	-255	336	16	-116	70	6	-89	41	4	75	29	3
P056	414	-287	399	21	25	3	0	39	7	0	31	4	0
P065	438	-212	289	11	36	8	0	92	55	4	-115	85	9
P033	325	-156	187	6	-11	0	0	121	112	8	-56	24	2
P058	417	-158	141	6	-150	127	10	-125	87	8	104	61	7
P075	418	153	27	6	-174	35	13	-329	125	61	-444	229	135
P016	271	-191	206	9	-46	11	0	-27	4	0	-93	49	5
P018	236	-183	153	8	-121	67	6	-43	8	1	39	7	1
P019	263	-194	192	9	-41	8	0	-90	41	4	-63	20	2
P023	439	-285	321	21	-121	58	6	-123	60	8	4	0	0
P025	261	-200	127	10	72	16	2	-186	110	19	-46	6	1
P034	434	-316	412	25	-31	4	0	-49	10	1	-43	7	1
P048	480	-272	469	19	-39	9	0	-5	0	0	-13	1	0
P052	415	-236	367	14	-78	40	2	19	2	0	-29	5	0
P002	448	121	18	3	-115	16	6	-303	115	52	-486	297	162
P003	614	304	80	23	743	478	251	-253	55	36	-14	0	0
P008	185	107	29	2	-107	29	5	35	3	0	218	122	32
P038	58	-56	12	0	-92	33	3	-10	0	0	56	12	2
P039	67	-89	21	2	-47	6	1	-36	3	0	118	37	9
P044	475	-256	470	16	-7	0	0	-23	4	0	4	0	0
P054	489	-249	458	16	-65	31	1	0	0	0	7	0	0
P066	443	489	419	61	75	10	2	-65	7	2	56	5	2
P077	439	208	120	11	328	300	49	-78	17	3	21	1	0
P005	108	18	1	0	46	10	0	21	2	0	142	94	13
P057	360	-215	345	11	-35	9	0	18	2	0	21	3	0
P076	279	99	49	2	134	89	8	114	65	7	-121	74	10
P079	463	201	115	10	195	109	17	240	165	32	-160	73	17
P029	469	-252	333	16	-58	17	1	132	91	9	-70	26	3
P011	149	-104	79	2	-78	43	2	19	2	0	56	23	2
P030	417	-178	216	8	-25	4	0	138	130	10	-98	65	6
P012	630	-272	309	19	-176	129	14	-151	95	12	151	95	15
P060	290	-171	215	7	-51	19	1	-82	50	3	26	5	0
P041	336	-202	267	10	99	63	4	-6	0	0	-24	3	0
P015	304	-1	0	0	-65	5	1	-369	166	76	-330	133	75
P059	210	-130	111	4	36	8	0	-116	87	7	-18	2	0
				0			0			0			0

F_n – enésimo fator ou eixo; PARC – nº das parcelas; QLT – $\sum COR_n$; COR_n – contribuição relativa (ou qualidade de representação) ao fator n; CTR_n – contribuição absoluta para a formação do fator n.

Tabela 9 - Cargas fatoriais das variáveis suplementares

VAR	QLT	F1	COR1	CTR1	F2	COR2	CTR2	F3	COR3	CTR3	F4	COR4	CTR4
CONT	119	-187	35	10	-278	77	42	55	3	2	-59	3	2
DCAS	73	152	23	7	24	0	0	-30	0	0	220	48	40
DEST	137	-4	0	0	223	49	27	-293	86	59	-41	1	1

F_n – enésimo fator ou eixo; VAR – variáveis; QLT – $\sum COR_n$; COR_n – contribuição relativa (ou qualidade de representação) ao fator n; CTR_n – contribuição absoluta para a formação do fator n; CONT – área de contribuição; DCAS – distância das casas; DEST – distância da estrada.

Tabela 10 - Cargas fatoriais dos fatores estruturais e ambientais das variáveis ativas realizado com as 58 parcelas

	VAR	QLT	F1	COR1	CTR1	F2	COR2	CTR2	F3	COR3	CTR3	F4	COR4	CTR4
	QBHA	237	-82	6	2	340	116	37	172	29	12	290	84	39
	QCHA	727	408	166	51	290	84	27	686	471	202	-63	4	1
	AMFU	430	-333	110	34	560	314	101	36	1	0	-64	4	1
	AMEF	366	41	1	0	317	100	32	227	51	22	460	211	100
	DECL	410	184	34	8	453	205	53	-413	171	58	-12	0	0
	AMDT	506	420	176	43	290	84	21	-461	212	72	181	32	12
	CONT	276	-321	103	25	-219	47	12	270	73	25	227	51	19
	TOPG	407	150	22	5	390	152	39	-219	48	16	-429	184	69
	DRIO	723	685	469	178	378	143	57	35	1	0	-330	109	63
	DCAS	706	-457	209	79	653	426	169	-260	67	35	-44	2	1
	DEST	385	-476	226	86	-223	49	19	250	62	32	-216	46	27
Declividade do Relevo	PLAN	569	-307	94	26	224	50	14	451	203	77	-469	220	92
	ONDL	450	345	119	34	-139	19	5	-479	230	92	284	81	35
	FOND	315	248	61	18	-314	98	30	-17	0	0	-393	155	70
	SOND	443	-260	67	19	206	42	12	25	0	0	576	332	143
Tipo de Relevo	COLN	729	-328	107	2	-534	285	5	-476	227	6	-329	108	3
	PCAR	729	328	107	38	534	285	108	476	227	113	329	108	60
Tipo de Solo	CAMB	504	534	286	23	-421	177	14	-131	17	1	152	23	2
	NFLU	296	-401	161	30	206	42	8	298	89	23	-59	3	1
	PPET	672	-371	137	34	564	318	83	-397	157	54	-240	57	22
Uso e Cobertura do Solo	PAST	248	475	225	30	-37	1	0	143	20	3	16	0	0
	ROCA	120	112	12	2	-221	48	11	91	8	2	-224	50	16
	CNOV	110	-205	42	9	-161	26	6	185	34	11	-85	7	2
	CANT	483	-447	200	40	213	45	9	-314	98	27	372	138	42
	USMG	507	-237	56	14	478	228	61	-245	60	21	-402	162	63
Vegetação Primária	CERR	417	422	178	39	-136	18	4	-436	190	57	170	29	9
	MGAL	590	-694	481	40	-221	48	4	111	12	1	-217	47	6
	MSEC	584	559	313	75	379	143	36	175	30	10	-311	96	35
	MGCE	239	101	10	2	187	35	8	201	40	13	391	153	54

F_n – enésimo fator ou eixo; VAR – variáveis; QLT – \sum COR_n; COR_n – contribuição relativa (ou qualidade de representação) ao fator n; CTR_n – contribuição absoluta para a formação do fator n.

Tabela 11 - Cargas fatoriais das 58 parcelas

PARC	QLT	F1	COR1	CTR1	F2	COR2	CTR2	F3	COR3	CTR3	F4	COR4	CTR4
P032	441	240	142	13	-94	21	2	-335	276	36	-15	0	0
P057	43	38	5	0	13	0	0	23	2	0	97	35	3
P063	359	82	14	1	-254	137	16	-181	69	10	-255	138	23
P064	339	201	153	9	-145	79	5	-60	13	1	-156	93	8
P009	214	-90	24	1	31	2	0	79	18	2	-238	168	20
P040	343	120	64	3	-156	107	6	-46	9	0	-190	161	13
P061	352	78	20	1	-277	253	19	-58	11	1	-143	67	7
P062	447	334	289	26	-208	112	10	-105	28	3	-81	17	2
P018	207	-135	32	4	191	65	9	-49	4	0	243	105	21
P006	198	-81	30	1	-79	28	1	155	110	7	-79	29	2
P038	612	249	66	14	365	142	33	350	130	40	506	273	93
P026	666	348	337	28	-97	26	2	-279	217	25	174	85	11
P043	72	-75	13	1	42	4	0	140	47	6	-51	6	0
P011	163	-132	23	4	-129	22	4	150	30	7	-254	87	23
P042	425	288	219	19	-90	21	2	-164	71	8	-207	113	15
P028	689	364	347	31	-69	12	1	-319	267	33	153	61	8
P054	414	-158	95	5	-191	139	9	144	79	6	161	99	9
P014	587	-514	459	62	229	91	13	106	19	3	-97	16	3
P027	623	346	313	28	-34	3	0	-281	206	26	196	101	14
P020	227	-259	223	16	16	0	0	-14	0	0	-30	3	0
P015	766	-482	101	55	950	394	224	-424	78	59	-662	191	159
P047	539	-192	127	8	-226	176	12	259	231	22	-34	4	0
P044	119	-146	91	5	31	4	0	0	0	0	74	23	1
P055	275	-76	24	1	-197	163	9	93	36	2	-111	52	4
P024	251	-24	0	0	146	33	5	-375	217	46	-20	0	0
P030	244	153	68	5	-72	15	1	-126	46	5	198	114	14
P031	662	382	392	34	-52	7	0	-285	218	26	127	43	5
P049	300	-76	23	1	-186	140	8	-111	49	4	145	85	7
P025	520	-310	115	23	433	224	46	-336	135	37	192	44	13
P034	308	-92	25	2	1	0	0	15	0	0	309	282	34
P016	262	-187	86	8	-143	50	5	-149	55	7	168	69	10
P007	290	-128	69	3	13	0	0	184	142	11	-135	77	6
P017	256	-297	185	20	-9	0	0	106	24	3	147	45	7
P022	401	-74	19	1	-51	9	0	-166	95	9	282	277	29
P039	754	290	71	20	574	279	82	474	190	74	503	214	91
P019	664	-576	216	78	621	251	96	-538	188	95	108	7	4
P029	225	55	6	0	-55	6	0	15	0	0	310	211	34
P053	299	-54	7	0	-248	163	15	219	127	15	-18	0	0
P023	610	-352	362	29	105	32	2	-54	8	0	266	207	25
P013	828	595	202	84	868	431	187	577	190	109	-86	4	2
P035	635	675	325	108	458	149	52	330	77	35	-339	82	41
P021	119	-11	0	0	7	0	0	-173	39	9	244	79	21
P050	310	124	40	3	-312	250	24	-88	19	2	9	0	0
P059	55	-93	20	2	-43	4	0	9	0	0	-111	29	4
P041	243	67	11	1	-213	111	11	-32	2	0	-219	117	17
P036	569	482	300	55	40	2	0	-176	40	10	-419	226	63
P037	447	461	358	50	100	16	2	-141	33	6	-152	38	8
P058	487	-206	108	10	-142	51	5	178	80	10	-312	247	35
P065	110	18	1	0	-138	57	4	-57	9	1	-116	41	4
P033	207	96	23	2	-114	33	3	-155	61	7	188	89	12

P060	322	-224	117	11	-172	68	7	167	65	9	-174	71	11
P052	207	-133	42	4	-206	103	10	59	8	1	147	52	7
P051	383	-208	99	10	-207	98	10	262	157	22	109	27	4
P012	615	-439	296	45	-21	0	0	446	307	65	-83	10	2
P048	160	-154	68	5	-94	25	2	100	29	3	112	36	4
P056	95	128	39	3	-39	3	0	120	34	4	-84	17	2
P046	607	-275	166	18	-210	96	11	363	288	43	-158	55	9
P045	321	41	5	0	-250	189	15	153	70	7	-135	55	6

F_n – enésimo fator ou eixo; PARC – nº das parcelas; QLT – $\sum COR_n$; COR_n – contribuição relativa (ou qualidade de representação) ao fator n; CTR_n – contribuição absoluta para a formação do fator n.